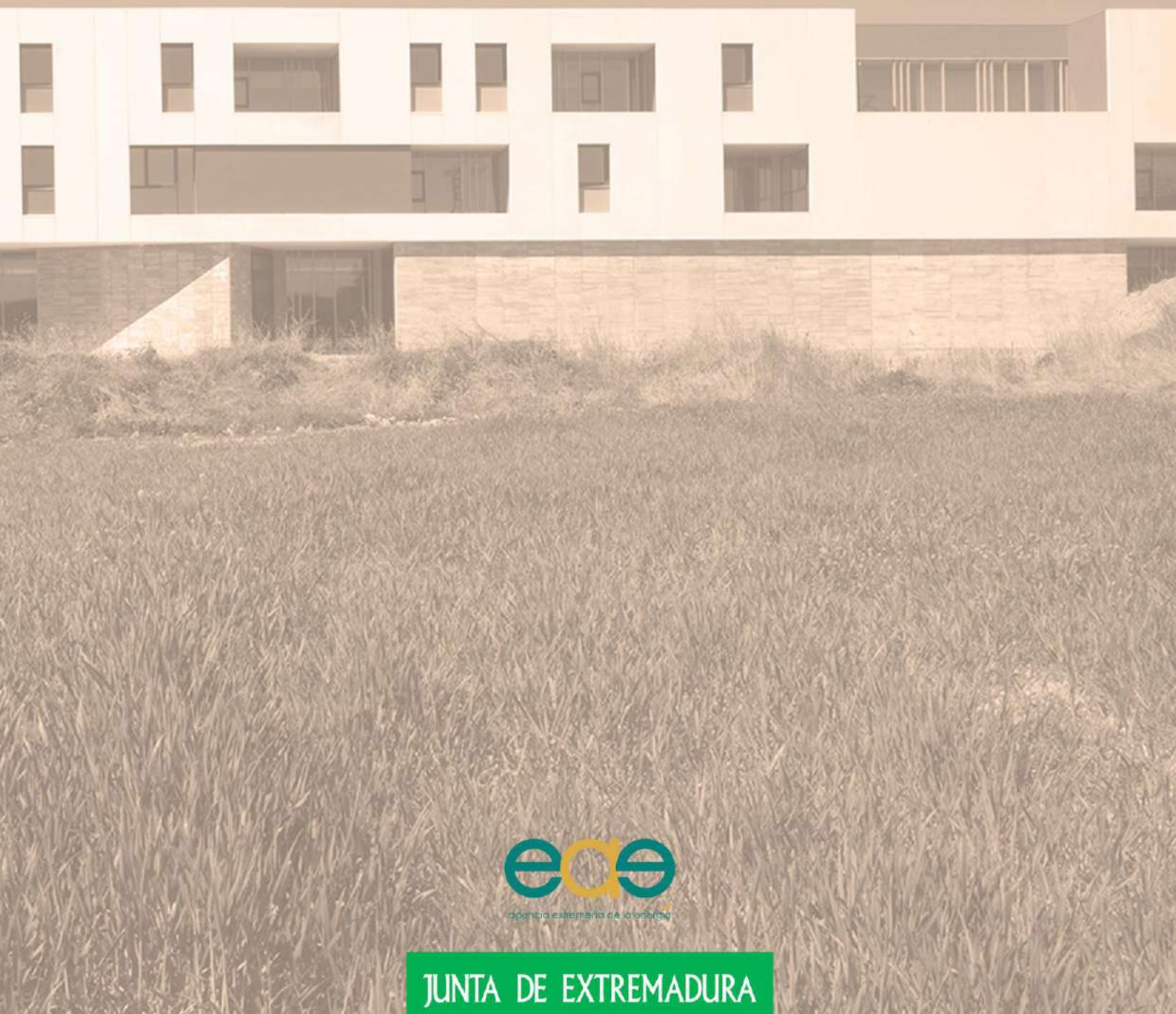




GUÍA TÉCNICA

PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, LA ADECUACIÓN Y LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL BIOCLIMÁTICA Y EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES DE LOS CENTROS EDUCATIVOS PÚBLICOS EXTREMEÑOS



JUNTA DE EXTREMADURA

Realización:	Agencia Extremeña de la Energía (AGENEX)	
	Cosme Segador Vegas	Dr. Ingeniero Industrial
	Ramón Benítez González	Ingeniero Industrial
	Juan Manuel Cosme Moñino	Ingeniero Técnico Industrial
	Ana Martínez Pinilla	Arquitecta
	Beatriz Rico Sánchez	Arquitecta
Supervisión:	Junta de Extremadura. Consejería de Educación y Empleo	
	Servicio Regional de Obras y Proyectos	
Fecha de publicación:	Febrero 2020	

PRESENTACIÓN

Resulta innegable que el cambio climático es una realidad que comienza a manifestarse de forma evidente a nuestro alrededor.

Se pueden apreciar efectos como los fenómenos meteorológicos extremos (por un lado olas de calor y sequías y, por otro, lluvias torrenciales e inundaciones), grandes incendios, pérdida de biodiversidad, deshielo de los polos y glaciares o subida del nivel del mar... Las previsiones alertan de que, si no se hace algo para evitarlo de forma urgente, podemos llegar a un punto irreversible.

Por todo ello, la lucha contra el cambio climático y la protección del medio ambiente se han convertido en una prioridad de primer nivel para los diferentes países, comprometiéndose a sumar esfuerzos para dar una respuesta mundial a esta amenaza. Así lo demuestran los acuerdos internacionales ratificados por la práctica totalidad de países del mundo y los ODS.

Uno de los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París es la reducción de las emisiones de CO₂, una de las principales causas del calentamiento global. En concreto, la Unión Europea se compromete a reducir en un 40% la emisión de gases de efecto invernadero de cara a 2030.

La ruta trazada pasa por la mejora de la eficiencia energética, de modo que los países miembros tienen que incrementar su ahorro energético un 0,8% anualmente en el periodo 2021-2030, impulsando la renovación de edificios y el uso de tecnologías más eficientes para su climatización.

Por otro lado, numerosos estudios han demostrado que la infraestructura educativa es un factor que guarda una estrecha relación con el aprendizaje, ya que un ambiente seguro, confortable, inspirador... motiva tanto al alumnado como al profesorado y ayuda al mejorar el rendimiento.

Así, aspectos como la adecuada temperatura, humedad, ventilación o iluminación generan condiciones de comodidad y bienestar que facilitan el proceso educativo.

Por todo ello, aunando la implicación de Extremadura en la lucha contra el cambio climático y nuestro compromiso con la mejora de la calidad de la educación en la región, se aprobó la Ley 4/2019, de 18 de febrero, de mejora de la eficiencia energética y las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos extremeños.

Y, como primer producto, presentamos esta guía que pretende orientar sobre las actuaciones correctivas a realizar en los edificios educativos, con el objetivo de mejorar su eficiencia energética.

Aunque las actuaciones en cada edificio se basarán en auditorías individualizadas, esta guía propone soluciones técnicas a las deficiencias más habituales, basadas en medidas pasivas, consideraciones bioclimáticas y uso de energías renovables, que también serán de aplicación en los nuevos edificios que se construyan.

Contribuimos, con este documento, en la lucha contra el cambio climático desde la educación; edificios más sostenibles, sensibilización a la comunidad educativa y mejora de la calidad de la educación.

María Esther Gutiérrez Morán
Consejera de Educación y Empleo

ÍNDICE

0.	INTRODUCCIÓN.....	5
1.	OBJETO.....	6
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	7
2.1.	La red de centros educativos de Extremadura.....	7
2.2.	Análisis específico de centros de la Administración educativa	10
2.3.	Actuaciones de Rehabilitación 2011-2019	14
2.4.	Marco normativo actual	16
3.	METODOLOGÍA PARA LA REHABILITACIÓN.....	23
3.1.	Conceptos previos.....	23
3.1.1.	Confort ambiental.....	23
3.1.2.	Eficiencia energética	30
3.1.3.	Aspectos bioclimáticos.....	35
3.2.	Información necesaria para el análisis de un centro educativo.....	36
3.2.1.	Datos previos a la inspección.	37
3.2.2.	Datos recogidos in situ:.....	38
3.3.	Disfuncionalidades energéticas de los centros educativos.....	40
3.4.	Actuaciones energéticamente eficientes, bioclimáticas y sostenibles.	42
4.	DEFICIENCIAS ENERGÉTICAS EN CENTROS EDUCATIVOS.....	46
4.1.	Espacios exteriores y entorno.....	47
4.2.	Edificio	50
4.3.	Instalaciones	62
5.	ACTUACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES BIOCLIMÁTICAS Y SOSTENIBLES.	74
5.1.	Espacios exteriores y entorno.....	76
5.2.	Edificio	80
5.3.	Instalaciones	123
6.	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	214
7.	ANEXO I: FICHA REGISTRO DE INFORMACIÓN RELEVANTE PARA ANÁLISIS DE CENTROS EDUCATIVOS.....	216

0. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los efectos del cambio climático han comenzado a ser notables en Extremadura donde, por sus características geográficas y climatológicas, los impactos térmicos que se registran son más acusados. Esta situación resulta especialmente evidente en el parque de edificios públicos que, por contar con una limitada eficiencia energética, precisa de iniciativas que marquen el camino hacia nuevas políticas para su mejora en esta materia.

Por este motivo, La Ley 4/2019, de 18 de febrero, de mejora de la eficiencia energética y las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos extremeños, puso de manifiesto esta realidad y estableció la necesidad de realizar las acciones oportunas que, siendo sostenibles con el medio ambiente, aseguren unas condiciones de habitabilidad higrotérmica apropiadas para el buen desarrollo en términos de calidad, eficacia y salubridad del proceso educativo.

Para ello contempla tres instrumentos de intervención en materia de adecuación energética sostenible; la auditoría y certificación energéticas de todos los centros educativos públicos de Extremadura, los planes de mejora de la eficiencia energética basados en las medidas correctivas propuestas en las auditorías y finalmente una programación plurianual de inversiones en infraestructuras de centros educativos públicos que tome en consideración los planes de mejora de la eficiencia energética desarrollados para cada centro.

El punto de partida para la realización de las auditorías energéticas está definido por la publicación desde de la Consejería competente en materia de educación en colaboración con la Agencia Extremeña de la Energía, de una guía técnica que sienta las bases para la mejora de la eficiencia energética, la adecuación y rehabilitación ambiental bioclimática y el uso de energías renovables en los centros educativos públicos extremeños.

En este contexto, el contenido que se presenta a continuación constituye el desarrollo de la “Guía Técnica para la mejora de la eficiencia energética, la adecuación y la rehabilitación ambiental bioclimática y el uso de las energías renovables de los centros educativos públicos extremeños”, dando cumplimiento al requisito impuesto por la citada Ley y marcando el inicio de los estudios energéticos de cada centro.

En paralelo en noviembre de 2018 el Consejo de Gobierno de la Junta de Extremadura aprobó la Estrategia de Eficiencia Energética en los Edificios Públicos de la Administración Regional de Extremadura 2018-2030 (E4PAREX 2018-2030), mediante la cual se plantean múltiples actuaciones en al ámbito de la gestión y control, la eficiencia energética, las energías renovables y la sensibilización, y para desempeñar un papel ejemplarizante en consonancia con los objetivos del marco estratégico en materia de clima y energía para el periodo 2020-2030 y las últimas directivas europeas. En dicha estrategia no se contemplan inicialmente todos los centros educativos por no encontrarse algunas tipologías en la relación de patrimonio de la Junta de Extremadura.

No obstante, por sus características especiales de ocupación y la función que en ellos se realiza, los edificios que integran los centros educativos merecen una especial atención dada su antigüedad y por haber sido construidos, en su mayoría, bajo normativas técnicas menos exigentes que las actuales en lo que respecta al comportamiento energético y bioclimático de la edificación. Por esto se les va a dar un tratamiento especial y este constituye uno de los motivos de la redacción del presente documento.

1. OBJETO

La presente guía técnica se integra en el marco de la Ley 4/2019, de 18 de febrero, de mejora de la eficiencia energética y las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos extremeños con objeto de reducir el consumo energético y mejorar el confort interno de las edificaciones educativas extremeñas.

Con ese objetivo, en este documento se define un conjunto de soluciones técnicas de aplicación en los centros educativos, para la mejora de la eficiencia energética, la adecuación y rehabilitación ambiental bioclimática y el uso de energías renovables en sus edificios.

La guía se plantea como documento de referencia que sirva de punto de partida para el desarrollo de la auditoría energética de los centros educativos públicos de la Comunidad Autónoma de Extremadura establecida en el Artículo 3 de la mencionada Ley al objeto de dotar a estos de un certificado de eficiencia energética y establecer las previsiones para la corrección de las situaciones de disfuncionalidad e ineficiencia energéticas.

Con estas premisas la guía priorizará medidas para la mejora de la envolvente térmica de los edificios a fin de reducir la demanda energética de estos, para después optimizar los sistemas e instalaciones del edificio e implementar el uso de energías renovables. Para ello aporta una serie de actuaciones correctivas para las deficiencias más frecuentes, que contempla soluciones pasivas, consideraciones bioclimáticas y de aprovechamiento de fuentes renovables frente a soluciones convencionales menos sostenibles y más contaminantes.

De este modo, a pesar de que la rehabilitación energética y ambiental se basa en las necesidades y características propias de cada edificio y por ende el conjunto de medidas correctivas puede resultar muy extenso, esta guía permitirá aplicar un mismo criterio de selección homogéneo para las rehabilitaciones energéticas que se lleven a cabo en los centros educativos. Además, esta guía técnica con los criterios de prioridad definidos en ella, será preceptiva en la construcción de nuevos edificios educativos públicos para niveles obligatorios y posobligatorios no universitarios, respetando lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

El análisis de la rentabilidad de las medidas de mejora que se presentan no será objeto de esta guía y será estudiada en la elaboración de los posteriores planes de mejora de la eficiencia energética, donde se clasificarán las actuaciones propuestas para cada centro combinando criterios de eficiencia energética y de recuperación de la inversión durante su ciclo de vida útil.

Finalmente queda indicar que este documento también pretende servir a la toma de conciencia en materia de eficiencia energética y confort ambiental por parte de todos los agentes implicados en la enseñanza, como usuarios finales de las instalaciones, para su lograr su implicación en la consecución de los objetivos marcados respetando las pautas de uso conservación y mantenimiento establecidas para los centros educativos.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. La red de centros educativos de Extremadura

En este capítulo se presenta una visión general de la red de centros educativos de Extremadura. Para ello se consideran los centros autorizados para impartir enseñanzas no universitarias, así como los centros que ofrecen otros servicios educativos, programas y actividades, contemplados el ámbito de aplicación de la Ley 4/2019, de 18 de febrero, de mejora de la eficiencia energética y las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos extremeños.

Para este análisis se ha utilizado información procedente del Servicio de Ordenación Académica y Planificación de Centros Escolares, el Servicio Regional de Obras y Proyectos y la Guía de Servicios Educativos de la Consejería de Educación y Empleo; así como datos de la Dirección General de Patrimonio y Contratación Centralizada de la Junta de Extremadura, y la información obtenida de una consulta generalizada interna a través de la Plataforma Integral Educativa "Rayuela". Esta última se ha utilizado para complementar los datos utilizados en análisis de muestras representativas de las diferentes tipologías de centros.

En primer lugar se analizarán los centros por distribución geográfica, a continuación por titularidad y posteriormente por tipologías de centros, para finalmente realizar una caracterización general de las más representativas.

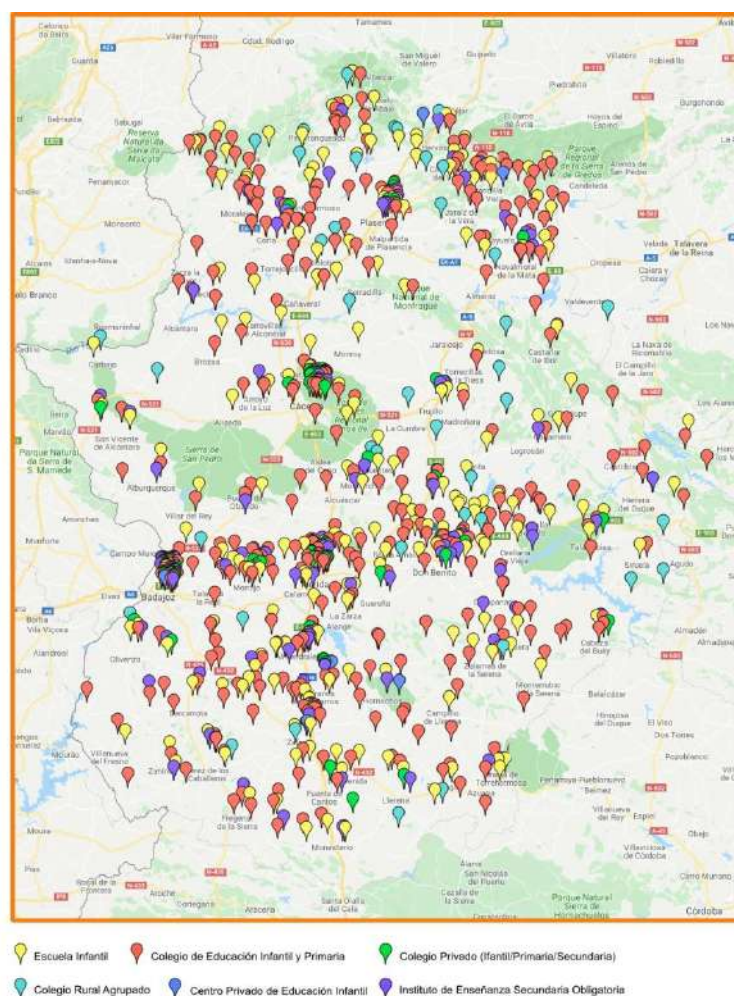


Figura 1. Distribución de principales tipologías de centros educativos en Extremadura

Se han considerado un total de 1065 centros de los que 941 son de titularidad pública y 124 de titularidad privada (se incluyen los centros concertados). El reparto de estos centros por provincias es el siguiente:

Tabla 1. Número de centros por provincia y titularidad

Provincia	Nº centros públicos	Nº centros privados	TOTAL
Badajoz	540	82	622
Cáceres	400	43	443
TOTAL	940	125	1065

Las tipologías de centros considerados son los que ofrecen enseñanzas u otros servicios educativos relativos a:

- Enseñanzas de Régimen General. Se incluyen los centros que imparten enseñanzas relativas a Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Formación Agraria y Educación Especial. Se incluyen los Centros Rurales Agrupados y Escuelas Hogar.
- Enseñanzas de Régimen especial. Se incluyen Escuelas de Arte y Diseño, Conservatorios de Música y Danza, Centros de Enseñanzas Deportivas, Escuelas de Oficiales Idiomas
- Educación permanente de adultos. Se consideran Centros y Aulas de Educación Permanente de Adultos.
- Otros servicios educativos. Se incluyen los Equipos de Orientación Educativa y Psicopedagógica, Centros de Profesores y Recursos y Residencias.

Con estas consideraciones la distribución de centros según la enseñanza o servicio ofrecido es la siguiente:

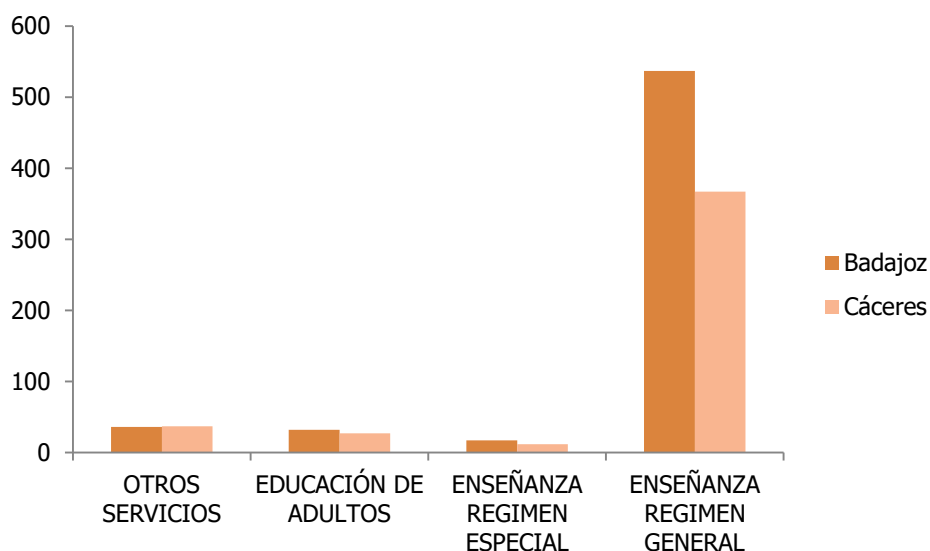


Figura 2. Número de centros en cada provincia por enseñanza o servicio

A la vista de lo anterior se observa que la red destinada a la enseñanza de régimen general es la que concentra un mayor número de centros. Estos se desglosan en diferentes tipologías en función de su titularidad pública o privada y el tipo de enseñanza que imparten:

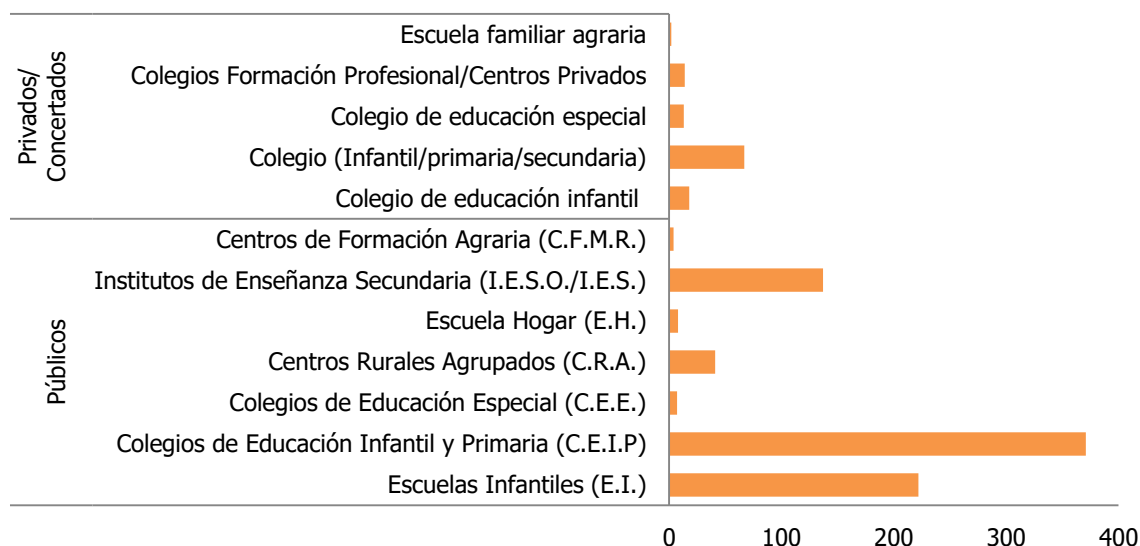


Figura 3. Número de centros de enseñanza de régimen general

Los datos reflejan que el parque de centros destinados a enseñanzas infantil, primaria y secundaria destaca significativamente sobre el resto y engloba al 82% de centros destinados a la enseñanza de régimen general, con un porcentaje de centros públicos muy superior al de centros privados.

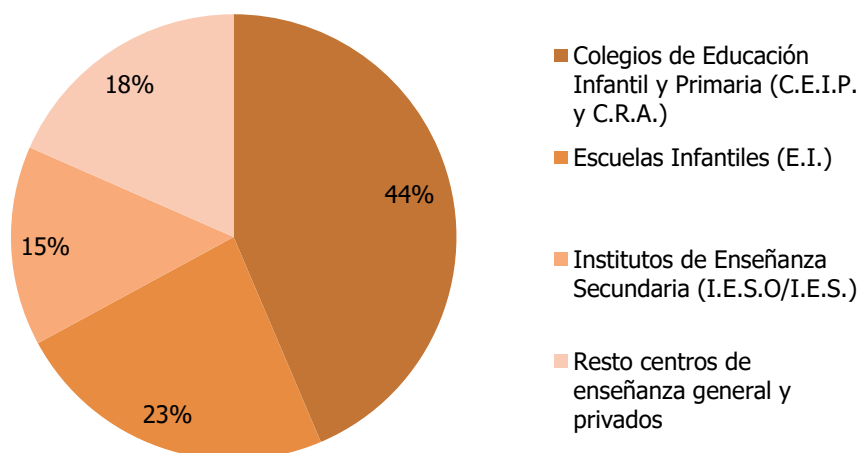


Figura 4. % centros públicos destinados a la enseñanza infantil, primaria y secundaria sobre el resto

En los siguientes apartados se presenta un análisis específico para esta tipología de centros, centrando la atención en aquellos que dependen de la Administración Educativa.

2.2. Análisis específico de centros de la Administración educativa

Se ha expuesto en el apartado anterior el peso de los centros destinados a las enseñanzas de régimen general en la red de centros educativos, y más concretamente de centros docentes de educación infantil, primaria y secundaria.

A continuación en este capítulo se van a caracterizar cada una de las tipologías de estos centros con mayor presencia en la región, fijando la atención en aquellos que dependen de la Junta de Extremadura, con objeto de aportar una visión más concreta de la situación actual para este tipo de centros. Para ello se aportan los valores medios de algunos parámetros característicos obtenidos a partir de una muestra representativa de dichas tipologías, con el objeto de:

- Identificar características generales de cada tipología de centro.
- Comparar las características anteriores entre diferentes tipologías de centros.

Para su desarrollo, el número total de centros considerados dentro de cada tipología es el que se muestra a continuación:

Tabla 2. Centros de educación infantil, primaria y secundaria de la Junta de Extremadura

	Badajoz	Cáceres	Total general
Colegio de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.)	226	145	371
Colegio Rural Agrupado (C.R.A.)	14	27	41
Escuela Infantil (E.I.)*	28	17	45
Instituto de Enseñanza Secundaria (I.E.S.)	71	36	107
Instituto de Enseñanza Secundaria Obligatoria I.E.S.O.	11	15	26
Total	350	240	590

*No se incluyen Escuelas Infantiles de gestión municipal

Los datos de caracterización obtenidos a partir de muestras pretenden aportar una aproximación simplificada y no detalla a la definición de este tipo de centros con el objeto de mejorar el contexto en el que debe entenderse la presente guía. Esto es así dado que, entre otras razones, no están registradas todas las variables que se precisan para un análisis completo de la eficiencia energética de cada centro ni está centralizada toda la información necesaria para la totalidad de los centros. Es importante tener presente que la descripción exhaustiva y precisa de todos los parámetros de construcción, uso y consumo energético que caracterizan las diferentes tipologías solo podrá desarrollarse tras la realización de una auditoría energética de todos los centros clasificados en cada una de ellas, por los motivos ya expuestos.

Las muestras utilizadas para la definición de los parámetros medios de cada tipología, como porcentaje sobre el total de centros considerados en cada una, se exponen a continuación:

Tabla 3. Muestras utilizadas para la caracterización general de las tipologías

% Centros incluidos en la muestra	Año construcción	Nº Edificios	Superficie construida	Nº Alumnos	Consumos eléctricos	Consumos térmicos
C.E.I.P.	47%	78%	43%	99%	15%	12%
C.R.A.	29%	98%	29%	98%	17%	12%
E.I.	18%	67%	18%	89%	71%	71%
I.E.S.	55%	85%	50%	100%	100%	100%
I.E.S.O.	46%	85%	46%	100%	92%	96%

Con las premisas anteriores, en la siguiente gráfica se establece una comparativa entre la antigüedad, en términos medios, de los edificios de las diferentes tipologías de centro. El año de construcción está muy relacionado con las características de la envolvente original del edificio, puesto que determina la normativa que fue de aplicación.

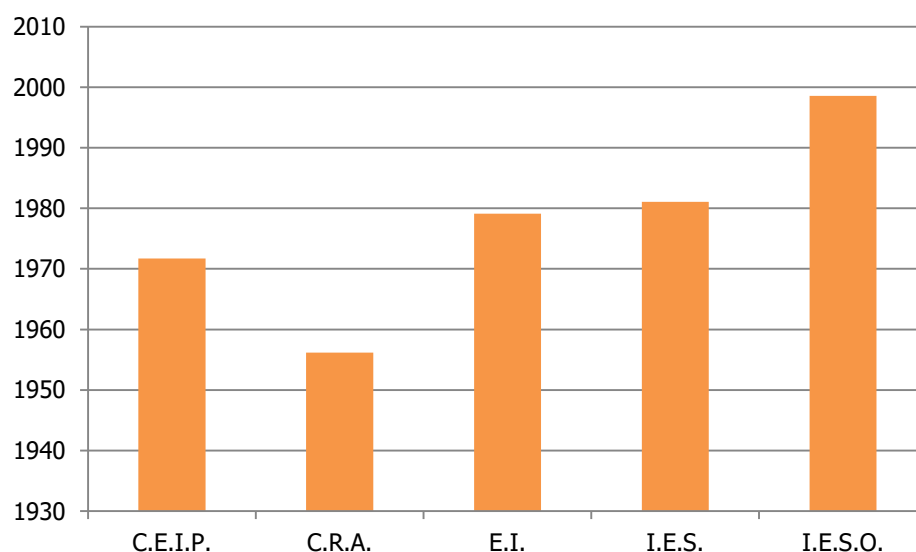


Figura 5. Año de construcción medio por tipología de centro

Se aprecia para la muestra estudiada una antigüedad significativamente superior en el caso de los Colegios Rurales Agrupados (C.R.A.), seguida de los Colegios de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.). La tipología de centros con edificios de construcción más recientes en términos medios para la muestra estudiada se corresponde con los Institutos de Enseñanza Secundaria Obligatoria (I.E.S.O.).

El número de edificios también es un parámetro que varía entre las diferentes tipologías de centros. Así, además de los edificios aularios principales, pueden encontrarse edificios con otros usos como gimnasios, talleres, viviendas de conserje,...

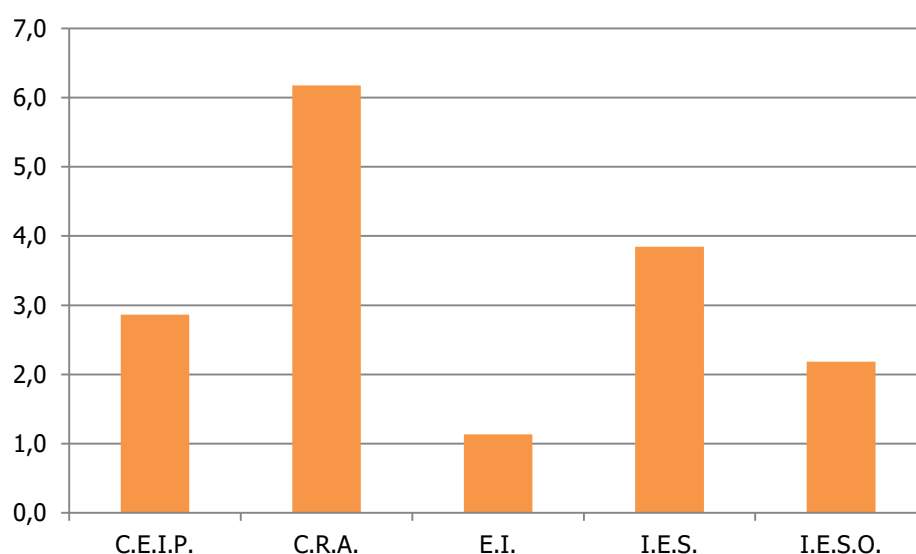


Figura 6. Número medio de edificios por tipología de centro

En la gráfica anterior se aprecia como los Colegios Rurales Agrupados, con sedes repartidas en diferentes núcleos rurales, son los que en media presentan un mayor número de edificios por centro.

En cuanto a la superficie construida media de cada tipología, está claramente marcada por el nivel educativo con el que se relaciona. Así los centros de educación secundaria son los que cuentan con una mayor superficie construida y los centros de educación infantil los que en media disponen de una menor superficie construida.

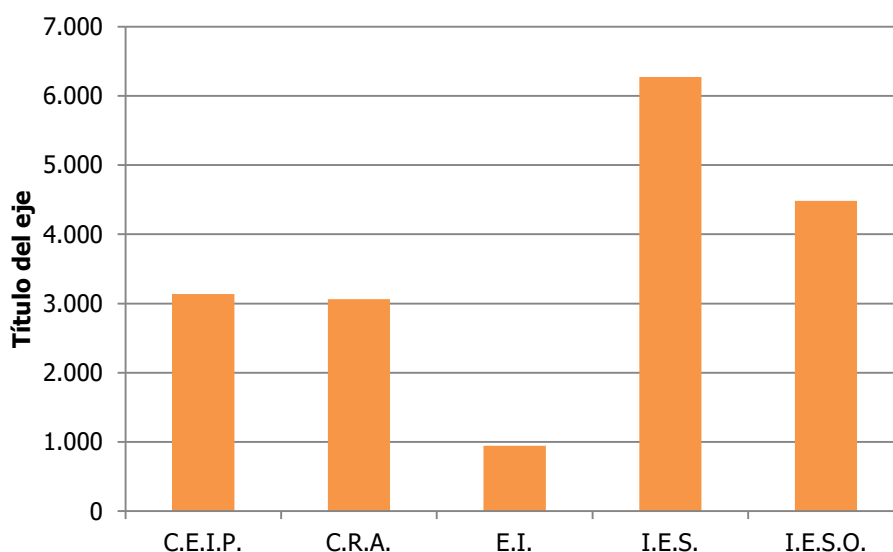


Figura 7. Superficie construida media (m²) por tipología de centro

En la figura anterior se aprecia igualmente como las tipologías de centros que imparten educación infantil y primaria (C.E.I.P. y C.R.A.) presentan también superficies medias por centro similares.

Por otra parte si se representa el número de alumnos medio en cada tipología de centros se aprecia que los Institutos de Enseñanza Secundaria, además de ser los que tienen una mayor superficie construida media, tienen un número de alumnos por centro muy superior en media al resto de centros.

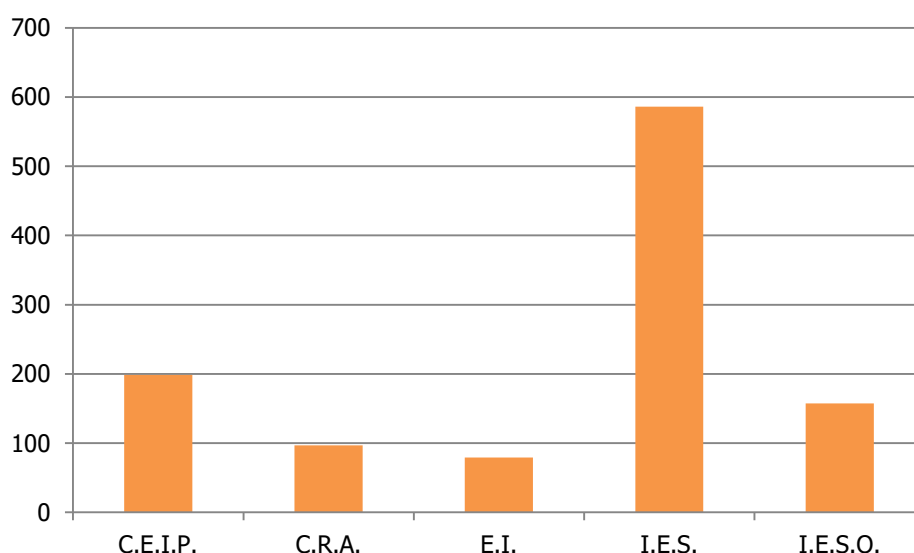


Figura 8. Número medio de alumnos por tipología de centro

En lo referente al consumo energético, los datos de consumo medio de electricidad y consumo de combustibles para usos térmicos por centro, para cada una de las tipologías representadas son los siguientes:

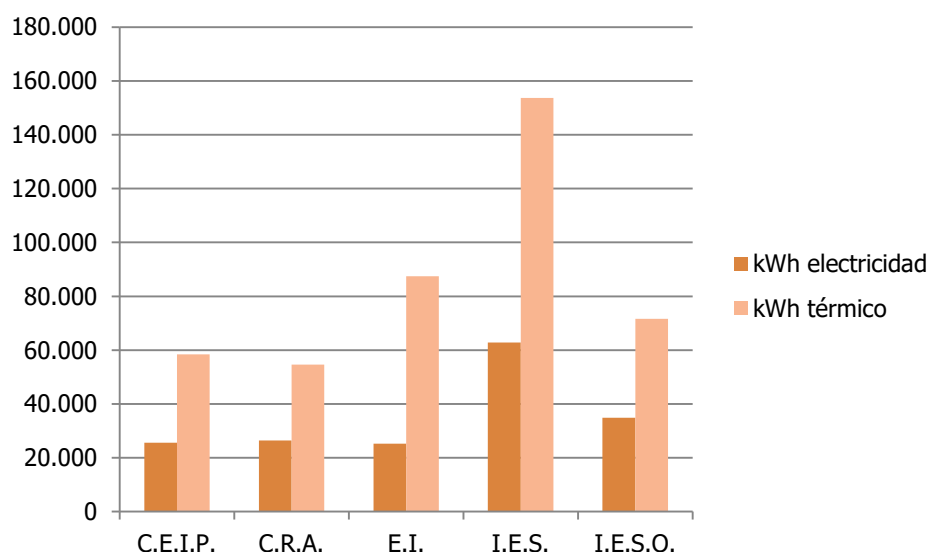


Figura 9. Consumos energéticos medios (eléctricos y térmicos) por centro

Si se considera el número de centros existentes de cada tipología y los consumos energéticos medios por centro que se muestran en la figura anterior, puede estimarse la distribución de consumos energéticos (eléctricos y térmicos) globales según la tipología de centro. De esta forma se aprecia que los Colegios de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.) y los Institutos de Enseñanza Secundaria (I.E.S.) integran la mayor parte de la demanda energética de los centros educativos analizados.

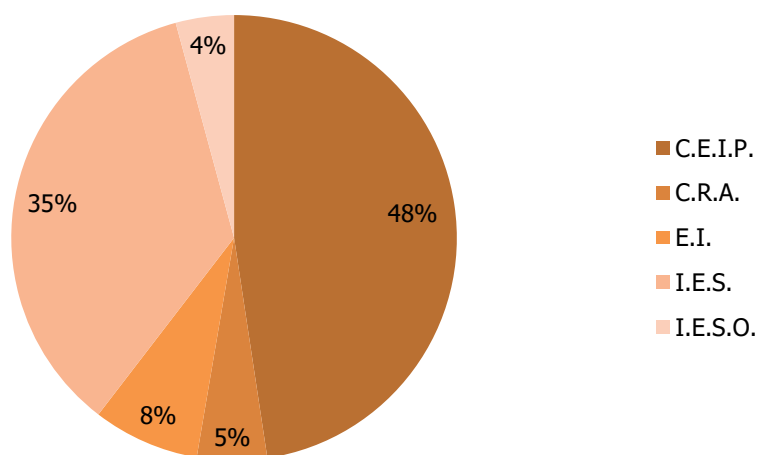


Figura 10. Distribución de consumos energéticos globales (eléctricos y térmicos) por tipología de centro

Para finalizar, se muestra un resumen de las clases energéticas asignadas a los edificios pertenecientes a centros gestionados por la Junta de Extremadura (IES, IESO, E.I.) que ya disponen de su correspondiente certificado de eficiencia energética:

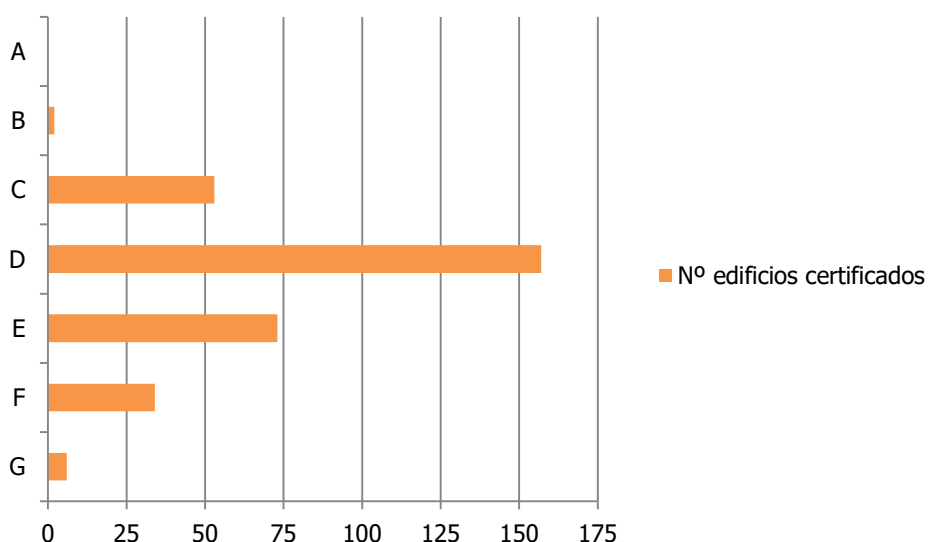


Figura 11. Clase energética asignada a los edificios de centros gestionados por la Junta de Extremadura

2.3. Actuaciones de Rehabilitación 2011-2019

Resulta interesante para completar el contexto que pretende crear este capítulo revisar las actuaciones de rehabilitación que se han venido realizando en los centros educativos públicos durante los últimos años. Así en la serie anual comprendida entre los años 2011 y 2019 se han realizado un total de 1.904 proyectos relacionados con reformas, ampliaciones, mejoras y reparaciones.

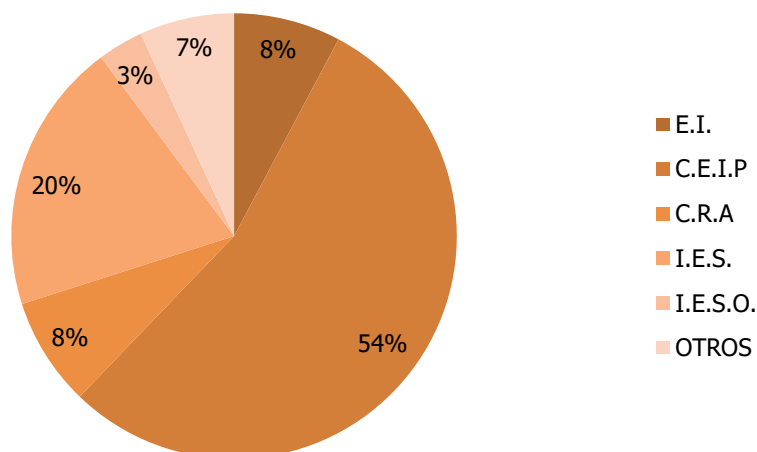


Figura 12. % de proyectos realizados en cada tipología de centros

Las actuaciones realizadas en estos proyectos se pueden clasificar fundamentalmente en cinco tipologías diferentes: instalaciones, edificación (reformas, reparaciones), entorno/accesibilidad, ampliación e informes/estudios. Hay que tener presente que algunos proyectos presentan más de una de una tipología por actuación.

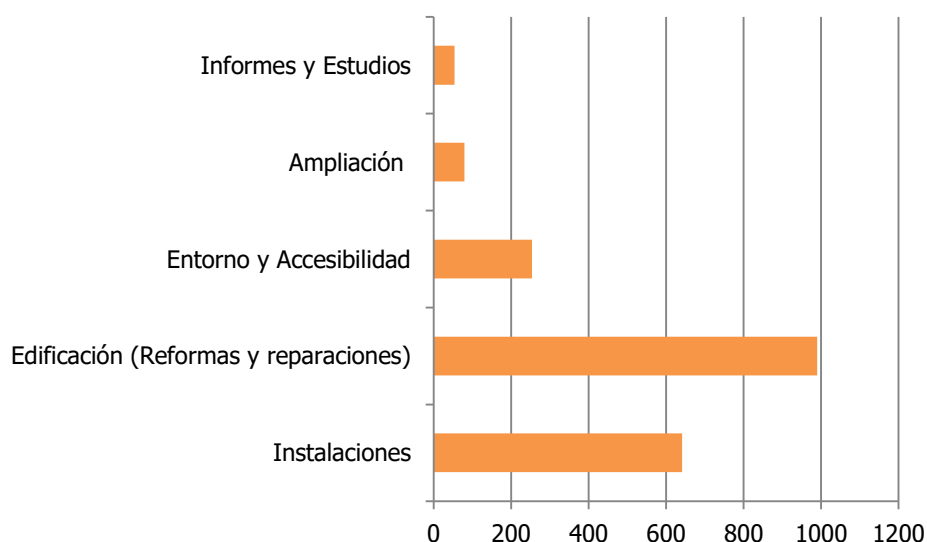


Figura 13. Número de actuaciones integradas por tipología

En la figura anterior se pone de manifiesto que el mayor número de actuaciones está destinado a las reformas y reparaciones de la edificación. De ellas la mayoría consisten en intervenciones en las cubiertas y los huecos acristalados (renovación de ventanas fundamentalmente), seguida de las intervenciones sobre los cerramientos de fachada y otro tipo de actuaciones (accesos, estructura...)

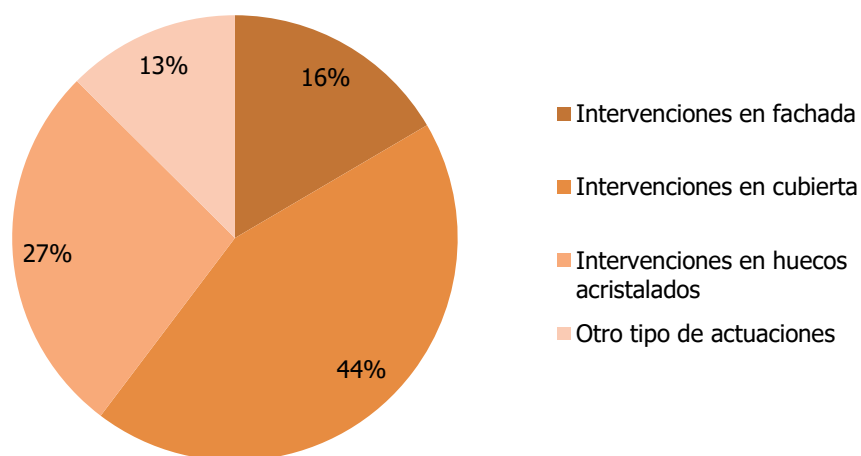


Figura 14. Distribución de actuaciones en la edificación

Finalmente, en lo referente a las actuaciones que afectan a las instalaciones de los centros educativos, las más frecuentes tienen como objetivo las instalaciones térmicas (instalación de calefacción en su mayoría), seguidas de la adecuación de instalaciones eléctricas, las reformas y reparaciones en saneamiento y fontanería. Las actuaciones menos frecuentes son las dirigidas a sistemas de ventilación y a otras instalaciones menores de los centros.

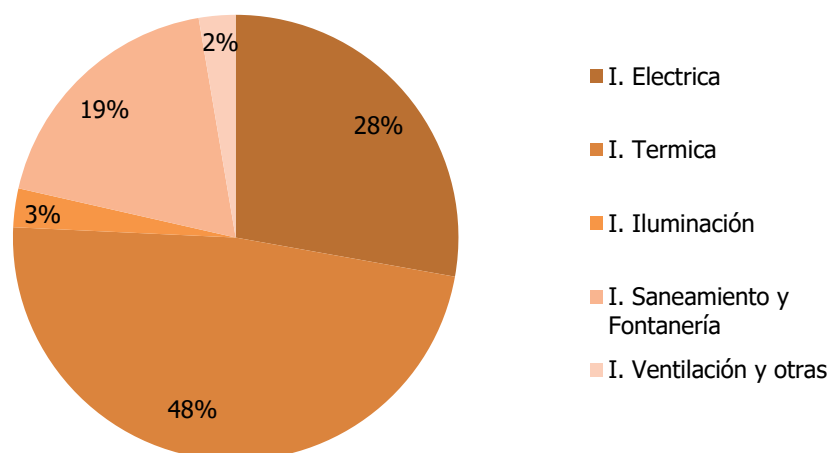


Figura 15. Distribución de actuaciones en las instalaciones

2.4. Marco normativo actual

El objetivo de este apartado es recopilar los aspectos normativos relativos a la eficiencia energética de aplicación en los proyectos de rehabilitación de los centros educativos extremeños.

La principal normativa vigente que regula a nivel estatal y regional los aspectos relacionados con la presente guía es la siguiente:

- Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. El CTE contiene un Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE 1-5) donde se establecen las exigencias básicas en eficiencia energética y energías renovables que deben cumplirse en los edificios de nueva construcción y en las intervenciones en edificios existentes.

Con objeto de dar cumplimiento a las directivas europeas en lo relativo a los requisitos de eficiencia energética de los edificios, se realizaron una serie de modificaciones sobre el documento, mediante la Orden FOM/1635/2013, la Orden FOM/588/2017 y más recientemente mediante el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre.

El Código Técnico de la Edificación no es de aplicación con carácter retroactivo a todas las edificaciones existentes, sino que solo se aplicará a las edificaciones de nueva construcción e intervenciones en edificios existentes que estén contempladas en su ámbito de aplicación.
- Reglamento de Instalaciones térmicas de los edificios (RITE), establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía. Este documento fue aprobado en el 2007 por el Real Decreto 1027/2007, aunque sufre modificaciones en algunos artículos e instrucciones técnicas por el RD 1826/2009 y el RD Decreto 238/2013.

El Reglamento de Instalaciones térmicas de los edificios (RITE) no es de aplicación con carácter retroactivo a todas las instalaciones térmicas existentes, sino que solo se aplicará a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas que se reformen en los edificios existentes, exclusivamente en lo

que a la parte reformada se refiere, así como en lo relativo al mantenimiento, uso e inspección de todas las instalaciones térmicas, con las limitaciones que en el mismo se determinan.

- **Certificación Energética de Edificios**, Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, modificado por el Real Decreto 564/2017, de 2 de junio. En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.
Este documento establece el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios. Éste procedimiento es desarrollado por el órgano competente en esta materia de la Comunidad Autónoma correspondiente, encargado también del registro de las certificaciones en su ámbito territorial, el control externo y la inspección. En concreto, el DECRETO 115/2018, de 24 de julio es el que regula las actuaciones en materia de certificación de eficiencia energética de edificios en la Comunidad Autónoma de Extremadura y se crea el Registro de Certificaciones de Eficiencia Energética de Edificios.
- 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.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Esta norma completa el marco regulatorio sobre esta cuestión, impulsado por el Real Decreto-ley 15/2018 por el que se derogó el denominado impuesto al sol.

A continuación se esbozan algunas consideraciones relativas a eficiencia energética recogidas en las normativas de aplicación anteriormente citadas:

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE.

Sección HE0. Limitación del consumo energético

La sección HE0 es de aplicación en edificios de nueva construcción, y en intervenciones en edificios existentes de:

- Ampliación: aquellas en las que se incrementa más de un 10% la superficie o el volumen construido.
- Reformas: en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio.
- Cambios de uso.

El consumo energético de los edificios (energía primaria no renovable y energía primaria total) se limitará en función de la zona climática de invierno de su localidad de ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención.

Las exigencias relativas al consumo de energía del edificio o parte del edificio establecidas en este documento básico se verificarán usando un procedimiento de cálculo acorde a las características recogidas en el apartado específico de dicho documento.

Sección HE1. Condiciones para el control de la demanda energética

La sección HE1 es de aplicación a edificios de nueva construcción y a intervenciones en edificios existentes de:

- Ampliación
- Reformas
- Cambios de uso

Para controlar la demanda energética, los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico, en función del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática de invierno, serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables.

Las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre las distintas unidades de uso del edificio, entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio, y en el caso de las medianerías, entre unidades de uso de distintos edificios.

Se limitarán los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

En el caso de reformas, los valores límite para la transmitancia térmica serán de aplicación únicamente a aquellos elementos de la envolvente térmica:

- que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente;
- que vean modificadas sus condiciones interiores o exteriores como resultado de la intervención, cuando estas supongan un incremento de las necesidades energéticas del edificio.

Asimismo, en reformas se podrán superar dichos valores límite 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 límite.

En las reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio se limitará el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo.

Control solar de la envolvente térmica

En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, el parámetro de control solar ($q_{sol;jul}$) no superará el límite establecido.

Sección HE2. Condiciones de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas de las que dispongan los edificios serán apropiadas para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

Sección HE3. Condiciones de las instalaciones de iluminación

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en edificios de nueva construcción, en intervenciones de edificios existentes con:

- renovación o ampliación de una parte de la instalación
- cambio de uso característico del edificio
- cambios de actividad en una zona del edificio

En el caso de intervenciones en edificios existentes, se considerarán los siguientes criterios de aplicación:

- Se aplicará esta sección a las instalaciones de iluminación interior de todo el edificio, en el caso de intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada; o en cambios de uso característico.
- Cuando se renueve o amplíe una parte de la instalación, se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite en función de la actividad.
- Cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación, se dispondrá de estos sistemas.
- En cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) límite respecto al de la actividad inicial, se adecuará la instalación de dicha zona.

Establece límites para el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) de iluminación y para la potencia total en lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada.

Obliga a que cada zona disponga de sistemas de control y regulación, y también a instalar sistemas de aprovechamiento de la luz natural que regulen el nivel de iluminación de las luminarias situadas a menos de 5 metros de una ventana y de las situadas bajo un lucernario, cuando se cumplen algunas condiciones concretas.

Sección HE4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Esta sección es de aplicación a edificios de nueva construcción con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F del DB HE, y a la rehabilitación de:

- edificios existentes con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F, en los que se reforme íntegramente, bien el edificio

en sí, o bien la instalación de generación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.

- ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;
- climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación de generación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

En esos casos, los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción.

Establece que la contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el 70% de la demanda energética anual para ACS y para climatización de piscina, obtenida a partir de los valores mensuales, e incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Esta contribución mínima podrá reducirse al 60% cuando la demanda de ACS sea inferior a 5.000 l/d. Se considerará únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio, o procedente de biomasa sólida.

Sección HE5. Generación mínima de energía eléctrica

Esta sección es de aplicación a edificios con uso distinto al residencial privado en los siguientes casos:

- edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes, cuando superen o incrementen la superficie construida en más de 3.000 m²
- edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se superen los 3.000 m² de superficie construida.

En los edificios que así se establezca en esta sección se incorporarán sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red. Para ello se establece también el rango de potencia a instalar.

Reglamento de Instalaciones térmicas de los edificios (RITE)

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el RITE se plasman en:

- Mayor Rendimiento Energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas. Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

Ámbito de aplicación en reforma.

Reforma, mantenimiento, uso e inspección de las instalaciones existentes:

- La incorporación de nuevos subsistemas
- La sustitución de un generador por otro de diferentes características o ampliación del número de equipos generadores.
- El cambio del tipo de energía utilizada o la incorporación de energías renovables.
- Cambio de uso del edificio

IT.1 Diseño y dimensionado

IT1.1 Exigencia de bienestar e higiene

Este apartado define:

- Las condiciones interiores de diseño: temperatura y humedad del aire en invierno y verano.
- La velocidad media del aire (ventilación).
- La calidad del aire interior (IDA) y el caudal de aire exterior por m².
- La filtración del aire exterior mínimo de ventilación. Clases de filtración en función de la calidad del aire exterior (ODA) y la calidad de aire interior requerida (IDA).

IT1.2 Exigencia de eficiencia energética

Se indican los procedimientos de verificación para la correcta aplicación de esta exigencia: simplificado o alternativo.

IT1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética

Este apartado recoge:

- Criterios generales
- Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor y frío
- Fraccionamiento / escalonamiento de potencia
- Aislamiento térmico de redes de tuberías y conductos (espesores mínimos)
- Control de las instalaciones
- Contabilización de consumos
- Recuperación de energía

IT3. MANTENIMIENTO Y USO

IT3.4 Programa de gestión energética

Evaluación periódica del rendimiento de las instalaciones

IT4. INSPECCIÓN

IT4.3 Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética

Periodicidad de las inspecciones de los sistemas de calefacción, agua caliente sanitaria, aire acondicionado y de la instalación térmica completa.

Real Decreto 235/2013. Certificación de la eficiencia energética de los edificios

Ámbito de aplicación

Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m² y que sean frecuentados habitualmente por el público.

Documentos reconocidos

Con el fin de facilitar el cumplimiento de este Procedimiento básico se crean los denominados documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética.

De acuerdo con el artículo 3 del citado Real Decreto, se crea un Registro con el fin de facilitar el cumplimiento de este Procedimiento básico. Está adscrito a la Secretaría de Estado de Energía, del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, teniendo carácter público e informativo.

En el citado Registro se encuentran todos aquellos documentos que han recibido el reconocimiento conjunto de los Ministerios de Energía, Turismo y Agenda Digital y de Fomento, y ha sido estructurado en función de la aplicación que corresponde a cada documento reconocido.

Certificación de la eficiencia energética de un edificio

El certificado de eficiencia energética del edificio debe presentarse al órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios, para el registro de estas certificaciones en su ámbito territorial.

Control de los certificados de eficiencia energética e Inspección

La ejecución del control se realizará por el órgano competente de la Comunidad Autónoma así como la inspección.

Validez, renovación y actualización del certificado de eficiencia energética

Validez de 10 años.

El órgano competente de la Comunidad Autónoma establecerá las condiciones específicas para proceder a su renovación o actualización.

Obligación de exhibir la etiqueta de eficiencia energética en edificios

Todos los edificios o partes de los mismos ocupados por las autoridades públicas y que sean frecuentados habitualmente por el público, con una superficie útil total superior a 250 m², exhibirán la etiqueta de eficiencia energética de forma obligatoria, en lugar destacado y bien visible.

El **DECRETO 115/2018, de 24 de julio**, es el decreto por el que se regulan las actuaciones en materia de certificación de eficiencia energética de edificios en la Comunidad Autónoma de Extremadura y se crea el Registro de Certificaciones de Eficiencia Energética de Edificios.

3. METODOLOGÍA PARA LA REHABILITACIÓN

3.1. Conceptos previos

3.1.1. Confort ambiental

El ser humano para lograr el mejor desarrollo de cualquier actividad, debe encontrarse satisfecho con las condiciones ambientales que le rodean. En el caso de la actividad docente y del aprendizaje, donde la concentración y atención juegan un papel crucial, este requisito es aún más crítico.

Esta conformidad con el entorno implica entre otras cosas alcanzar un equilibrio térmico con él, que contribuya a no experimentar sensación de frío ni de calor. Siendo esta última una percepción que depende de cada persona, para evaluarla se deberán tener en cuenta, una serie de características propias de cada individuo (edad, sexo, vestimenta, metabolismo, actividad física...).

Además de las variables anteriormente mencionadas, para que una persona se encuentre en condiciones de confort óptimas necesita que el espacio en el que se encuentre posea unas condiciones de iluminación, temperatura, humedad, calidad del aire, nivel de ruido,... adecuadas a la actividad que se desarrolla en él. En este sentido, La Ley 4/2019, de 18 de febrero de mejora de la eficiencia energética y las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos extremeños marcó la necesidad de asegurar en dichos centros un ambiente adecuado en términos de confort higrotérmico y de calidad del aire.

Las variables de las que depende el confort higrotérmico son la temperatura seca, la humedad relativa y la velocidad del aire. La variación de estos tres factores proporcionará diferentes sensaciones térmicas que permitirán evaluar si las condiciones son de confort o no.

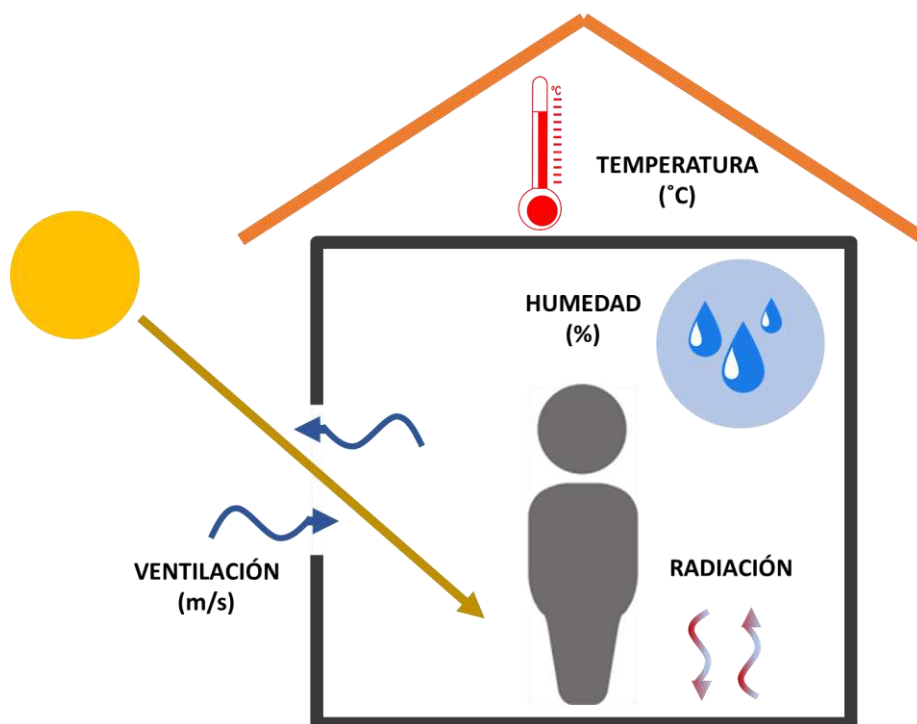


Figura 16. Variables que afectan al confort higrotérmico

Algunas de las herramientas más utilizadas para el análisis de la sensación de confort térmico y las estrategias para alcanzarlo son el método de Fanger, el ábaco psicométrico, y los diagramas bioclimáticos basados en él, como las cartas de Olgyay o el climograma de Givoni.

El ábaco psicométrico está referenciado en la normativa española y con esta herramienta se pueden reflejar los rangos de temperatura y humedad establecidos para un ambiente confortable según la actividad realizada y definir con ello lo que se denomina la "zona de confort" higrotérmico.

En él se relacionan la temperatura del aire con su contenido de vapor de agua, permitiendo definir los rangos de estas variables en los que se alcanza el confort ambiental. Para la definición en el diagrama psicométrico de la zona de confort para los centros educativos en Extremadura, ha de considerarse la altitud de la localidad en la que se ubica el centro y los rangos de temperatura y humedad interior establecidos en las siguientes disposiciones:

- R.D 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Constituye la legislación de referencia.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Desarrolla una guía técnica que considera factores objetivos adicionales a los contemplados en la legislación, que también influyen en los efectos térmicos.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y sus modificaciones posteriores. Establece las condiciones interiores para el diseño y dimensionado de instalaciones que deben mantener la calidad térmica, la calidad del aire y la calidad acústica del ambiente.

No obstante, en la sensación térmica influyen una serie de factores subjetivos, más allá del propio equilibrio térmico del cuerpo, por lo que no es posible alcanzar unas condiciones de confort higrotérmico que satisfagan a todas las personas que ocupan un ambiente interior, debido a sus características individuales, pero sí se pueden definir actuaciones para alcanzar condiciones higrotérmicas que satisfagan a un gran porcentaje de los ocupantes.

Las actuaciones para la mejora de la eficiencia energética definidas en esta guía van a contribuir a eliminar o mitigar significativamente las incomodidades o molestias ocasionadas por un ambiente inapropiado en edificios que no fueron construidos con estas premisas o que carecen de las instalaciones térmicas necesarias para acondicionar el ambiente.

Por tanto, aunque la guía plantea recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética del edificio como primer criterio de actuación, estas van a repercutir en una mejora del confort ambiental percibido por los ocupantes de los centros educativos.

Estándares de confort higrotérmicos

Como se ha visto anteriormente, los estándares de calidad ambiental vienen determinados por el R.D 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). A continuación se van a analizar los rangos para las condiciones de confort higrotérmico que se definen en cada uno de ellos.

Tabla 4. Valores de los Estándares de confort higrotérmico.

ESTANDARES DE CONFORT HIGROTÉRMICO			
		Humedad (%)	Temperatura (°C)
R.D 486/1997	Trabajo ligero	30-70	14-25
	Trabajo sedentario	30-70	17-27
INSHT	Invierno	30-70	17-24
	Verano	30-70	23-27
RITE	Invierno	40-50	21-23
	Verano	45-60	23-25

El R.D 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, precisa unas temperaturas entre 17°C y 27°C para locales donde se realicen trabajos sedentarios; y entre 14°C y 25°C para locales donde se realicen trabajos ligeros. En cuanto a los rangos de humedad relativa para estos locales los establece de forma general entre el 30% y el 70%.

A efectos de la aplicación de los valores anteriores deberá tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, las características particulares del lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. En todo caso el aislamiento térmico de los locales cerrados debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

Además con objeto de evitar incomodidades o molestias indicar que deben evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

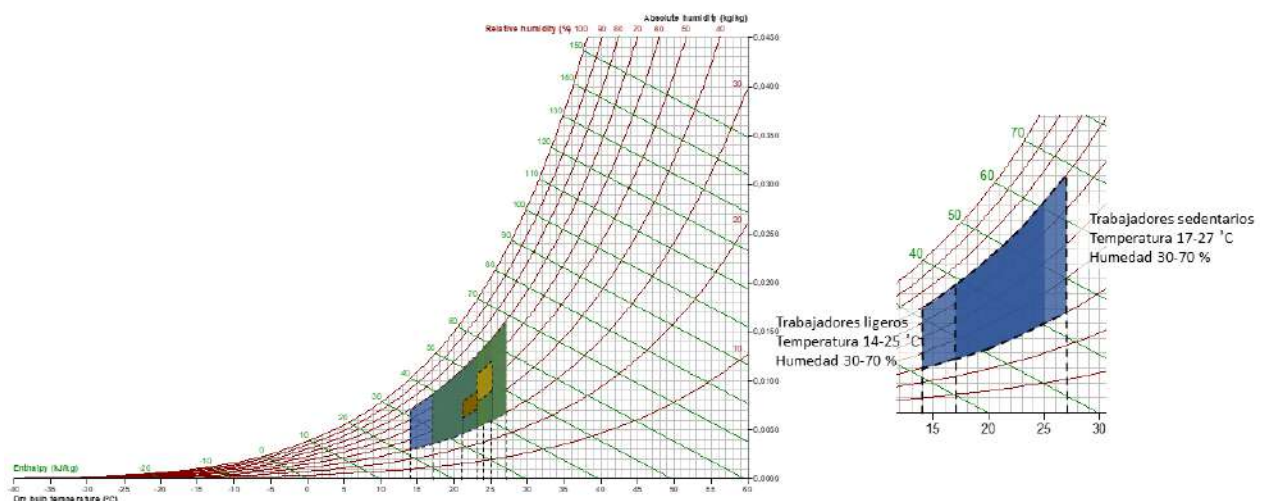


Figura 17. Zonas de confort higrotérmico. Detalle según R.D. 486/1997.

Por su parte el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) en la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo, incorpora otros factores adicionales no contemplados en el RD 486/1997, de 14 de abril, que también influyen en los efectos térmicos y que por ello deben ser considerados en la determinación de los valores apropiados para los parámetros de confort higrotérmico.

De este modo en sus recomendaciones para que las condiciones ambientales en los lugares de trabajo no supongan un riesgo para la seguridad y salud de sus ocupantes, tiene en cuenta la diferencia de vestimenta entre invierno y verano establece que la temperatura se mantenga entre 17°C y 24°C en invierno, y entre 23°C y 27°C en verano.

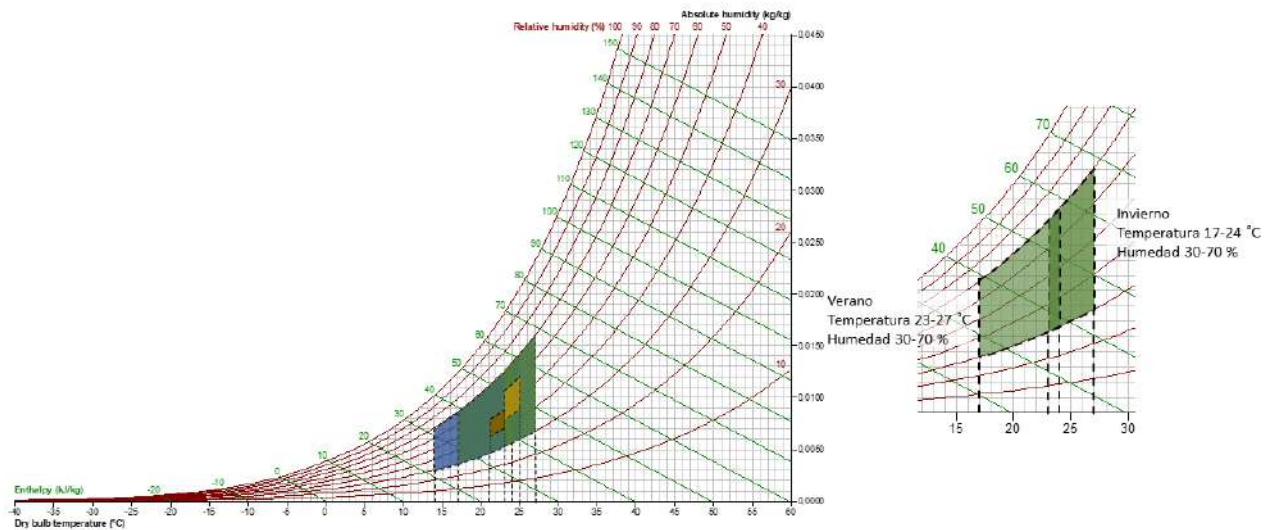


Figura 18. Zonas de confort higrotérmico. Detalle según INSHT.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) fija las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa, que se establecerán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el PPD ("Predicted Percentage Dissatisfied", porcentaje estimado de insatisfechos).

Para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 15 %, los valores de la temperatura operativa estarán entre 23°C y 25°C en verano, y entre 21°C y 23°C en invierno; y los valores de humedad relativa se situarán entre el 45% y el 60% en Verano, y entre el 40% y el 50% en invierno.

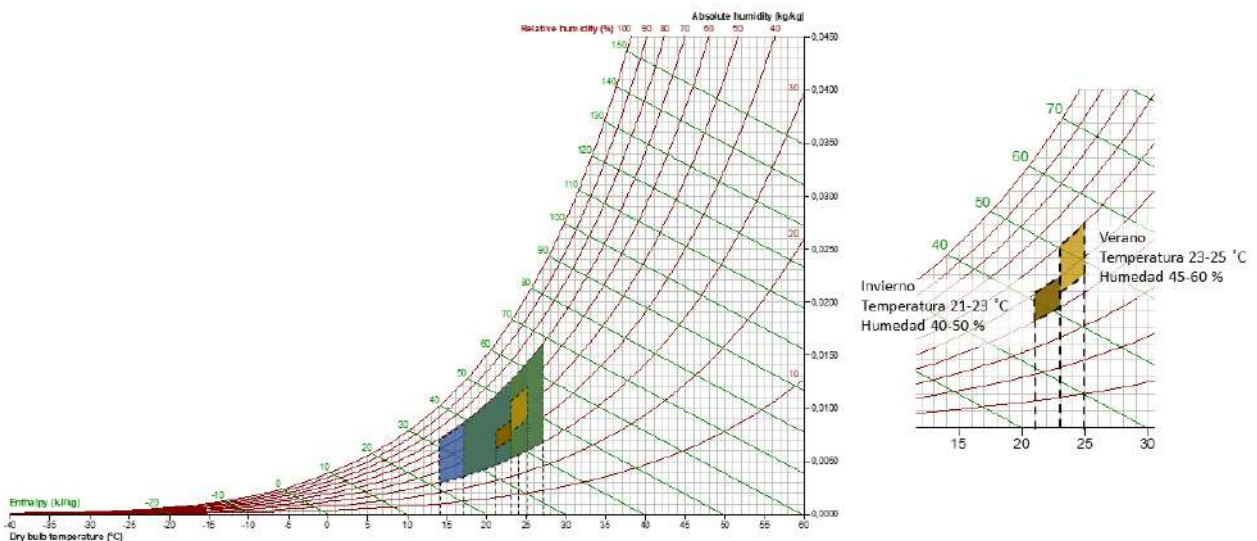


Figura 19. Zonas de confort higrotérmico. Detalle rangos operativos según RITE.

Cuando las condiciones individuales sean distintas, y por tanto los valores de la actividad metabólica, grado de vestimenta y PPD difieran de los anteriores, se establece como válido el cálculo de la temperatura operativa y la humedad relativa realizado por el procedimiento

indicado en la norma UNE-EN ISO la cual nos habla del índice PMV ("Predicted Mean Vote", voto medio estimado).

Este valor se encuentra basado en el balance térmico del cuerpo en conjunto con el ambiente que le rodea. Cuando el balance entre la diferencia entre la producción interna de la persona y las pérdidas de calor hacia el exterior es nulo, se determina que la persona se encuentra en condiciones ideales de bienestar.

El índice PMV está determinado por diferentes parámetros como la temperatura seca del aire, la temperatura radiante media de los cerramientos, las condiciones de humedad relativa y las velocidad media del aire, y refleja la opinión de un numeroso grupo de personas sobre la sensación térmica experimentada durante estancias prolongadas en determinadas condiciones termo-higrométricas.

Tabla 5. Condiciones individuales y ambientales para aplicación del PMV

CONDICIONANTES INDIVIDUALES	
La actividad metabólica (met)	0,8 a 0,4
El grado de vestimenta (clo)	0 a 2
CONDICIONANTES AMBIENTALES	
Temperatura seca del aire (°C)	10 a 30
Temperatura radiante media de los cerramientos (°C)	10 a 40
Velocidad del aire en la zona ocupada (m/s)	0 a 1
Humedad relativa (%)	30 a 70

En esta norma a través de una ecuación se determina el PMV en función de los parámetros antes indicados, y a partir de este puede calcularse, mediante otra ecuación, el porcentaje estimado de personas insatisfechas PPD (Predicted Percentage Dissatisfied).

Calidad del Aire y Ventilación

Otro aspecto a considerar para garantizar el confort ambiental es la ventilación como forma de asegurar una correcta calidad del aire interior de los espacios ocupados. A través de la ventilación se proporciona una renovación del aire interior que lo hace más salubre para la respiración, se evitan olores y se impiden concentraciones elevadas de contaminantes.

El caudal de renovación necesario se determina en función del nivel de ocupación y del tipo de actividad que se realiza. El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril establece que la renovación mínima del aire en los locales de trabajo será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco, y de 50 metros cúbicos por hora y trabajador en los demás casos.

En el caso de los centros docentes, para alcanzar el confort ambiental requerido para los alumnos en las aulas, se precisa que estas estén bien ventiladas a fin de evitar además el aire viciado y los olores desagradables. La aportación de aire exterior necesaria para mantener la calidad del aire interior y garantizar la salubridad del ambiente se realiza de diferentes formas:

- Ventilación manual. Consiste en una apertura suficiente de las ventanas del edificio durante unos pocos minutos pero de manera periódica. Esta forma de ventilación en la práctica resulta imprecisa y aleatoria, por lo que no es la más recomendable, pero

sí necesaria cuando no existe otra alternativa. En este caso debe optarse por ventilar en meses cálidos a primera y a última hora, cuando el aire exterior es más fresco y al medio día en los meses fríos. En estos casos la orientación del edificio juega un papel importante y es fundamental además que las ventanas de las aulas funcionen correctamente, que tengan un buen mantenimiento y que cuenten con mecanismos de apertura/cierre en buen estado. La superficie y tamaño deben ser adecuados para una apropiada ventilación y renovación de aire del local.

- Ventilación con sistemas de renovación mecánicos de extracción, o de extracción e impulsión. En los primeros, el aire exterior fresco entra por aberturas controladas, con mecanismos de cierre en caso de condiciones de viento excesivo, situados en las fachadas o ventanas de las zonas de más uso a una altura suficiente para evitar corrientes molestas. Los segundos permiten cruzar los flujos de aire como una primera medida para amortiguar las condiciones térmicas del aire de renovación en invierno y verano, y permiten un mayor control sobre el aire de impulsión. Los sistemas mecánicos en cualquier caso deben contar un correcto mantenimiento para asegurar su funcionalidad.

Para nuevos edificios o edificios que reformen sus instalaciones térmicas y de ventilación, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) obliga a que la renovación de aire se asegure mediante sistemas de ventilación mecánica y establece los caudales necesarios en función de la calidad del aire interior que se define como objetivo. En él se califica la calidad del aire interior que se debe alcanzar en las aulas de enseñanza en la categoría de "aire de buena calidad".

Independientemente de cómo se ventilen los edificios, no debe olvidarse que con la entrada de aire en condiciones higrotérmicas exteriores se modifican las condiciones interiores. En los centros educativos, que en su mayoría solo cuentan con sistemas de acondicionamiento térmico en invierno esta renovación puede suponer en temporadas de calor, en las que no se dispone de sistemas de refrigeración, una barrera para alcanzar las condiciones higrotérmicas de la zona de confort. En invierno sin embargo, dado que cuentan con sistemas de calefacción, la atención debe centrarse en que la ventilación no se produzca de forma incontrolada, para evitar pérdidas o ganancias energéticas indeseadas, que afectan a la eficiencia energética del edificio.

Finalmente cabe indicar que determinados locales pueden tener necesidades de ventilación propias que requieran un tratamiento individual. Así en gimnasios se precisa ventilación natural cruzada permanente, en las salas de informática una mayor renovación de aire y en los laboratorios, sistemas de extracción y ventilación específicos e independientes del resto del edificio.

Otras condiciones de confort complementarias

Tal y como se ha expuesto en esta guía, las personas necesitan unas condiciones ambientales de confort para realizar cualquier actividad. En los centros docentes éste comienza por integrar unas apropiadas condiciones higrotérmicas y una correcta calidad del aire, pero no deben pasar desapercibidos otros aspectos fundamentales como el confort acústico y el confort lumínico, que evitarán la fatiga por sobreesfuerzos en la concentración y contribuirán a la consecución de un ambiente agradable.

Al hablar de confort acústico hay que tener en cuenta ciertos parámetros que lo definen, el aislamiento acústico a ruido aéreo de los recintos, el tiempo de reverberación, y la inteligibilidad de la palabra. Algunos de estos parámetros se pueden ver afectados cuando se interviene sobre

otros que controlan el confort higrotérmico. Por ejemplo, al aumentar el aislamiento térmico de una fachada, puede aumentar el aislamiento acústico del recinto que hay tras ella.

- **Tiempo de reverberación:** El tiempo de reverberación es el tiempo que transcurre desde que un sonido cae una determinada intensidad. Este parámetro depende tanto del volumen de la sala como de los coeficientes de absorción de los materiales que conforman la sala. Controlando los tiempos de reverberación de una sala se consigue que el oyente tenga una percepción más directa de los sonidos mejorando el confort acústico.
- **Aislamiento acústico a ruido aéreo:** Es un parámetro que conjuntamente con el tiempo de reverberación regula la normativa actual (CTE DB HR). Este valor depende directamente de dos factores, el ruido aéreo exterior (fuentes de ruido en el exterior de nuestro edificio) y del aislamiento o resistencia que posea el elemento separador (índice global de reducción acústica)
- **Inteligibilidad de la palabra:** su finalidad conseguir un equilibrio entre las diferentes fuentes de sonido que se encuentran en un recinto, para conseguir que el oyente sea capaz de percibir de una forma clara el mensaje.

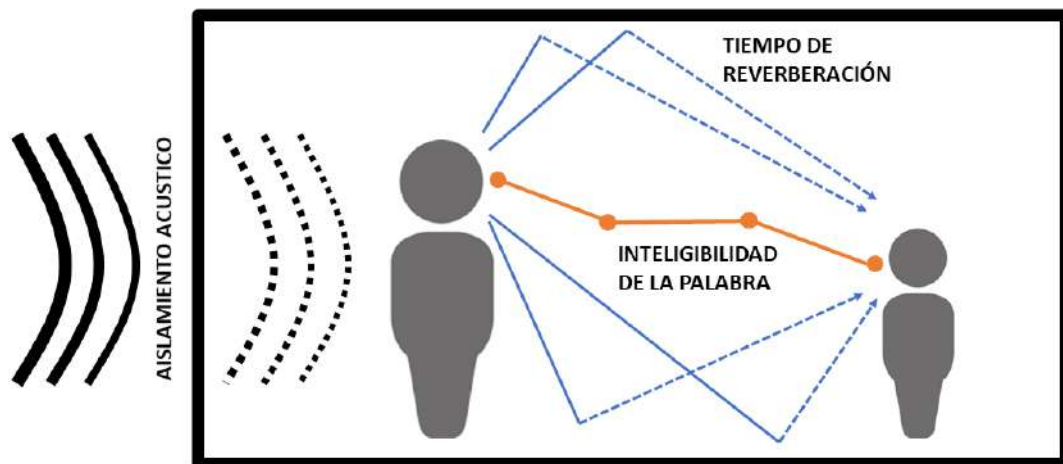


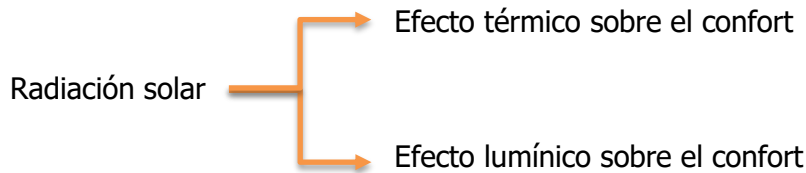
Figura 20. Variables que afectan al confort acústico.

El confort lumínico por su parte se garantizará con una adecuada calidad visual y un correcto aprovechamiento de la luz natural para la creación de ambientes más agradables.

La calidad visual pasa por obtener unos valores apropiados de los parámetros que definen la iluminación de un local, estos son: iluminancia, uniformidad, deslumbramiento y reproducción del color y de las características de la fuente de luz. Estos parámetros varían para cada una de las zonas propias de los centros educativos, según la actividad que se realice: aulas, despachos, laboratorios, talleres, bibliotecas, cocinas, comedores, zonas administrativas, zonas comunes....

Por otra parte, uno de los recursos naturales más preciados y abundantes es la luz natural, la cual contribuye significativamente a la sensación bienestar cuando es utilizada para iluminar espacios interiores. Este motivo unido al propio consumo energético evitado que supone su utilización, hace que la luz natural deba participar significativamente en la iluminación de los centros docentes.

La luz natural es recibida a través de la radiación solar (directa y difusa), que se descompone en radiación ultravioleta, radiación visible (luz natural) y radiación infrarroja. Según su intensidad puede ocasionar efectos térmicos y lumínicos significativos sobre el confort ambiental de los espacios:



Un correcto aprovechamiento de la misma pasa por tener en consideración la orientación de las aulas, la superficie acristalada, los elementos de protección solar y los elementos de regulación del sistema de iluminación artificial. La contribución de todas estas variables permitirá un equilibrio entre el comportamiento térmico de las superficies acristaladas del edificio y el aprovechamiento de la luz natural.

En este sentido, para edificios de nueva construcción y en determinadas intervenciones en las instalaciones de iluminación interior de edificios existentes, el Código Técnico de la Edificación (CTE) exige la instalación de sistemas de aprovechamiento de la luz natural cuando existe potencial para ello, y establece los requisitos de eficiencia energética para los sistemas de iluminación artificial. Por su parte, el R.D 486/1997, prioriza el uso de iluminación natural y fija unos valores mínimos de iluminancia (lux) para los lugares de trabajo, según la frecuencia de uso y las exigencias visuales de las actividades que se realicen.

3.1.2. Eficiencia energética

En las Directivas europeas relativas a la eficiencia energética de los edificios se define esta última como la cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso normal del edificio, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, la refrigeración, la ventilación, el calentamiento del agua y la iluminación. Intervienen por tanto en esta definición dos conceptos fundamentales, la demanda y el consumo energético. En un contexto más amplio al correspondiente al propio edificio, la eficiencia energética se define como la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía, y el gasto de energía.

El hecho de que un centro educativo pueda prestar sus servicios en condiciones de confort no implica que su funcionamiento energético sea correcto u óptimo. Un centro educativo será más eficiente energéticamente cuanta menos energía demande para prestar sus servicios y menos recursos energéticos precisen sus sistemas.

Mejorando estos parámetros que intervienen en la eficiencia energética se puede optimizar el comportamiento energético del edificio al tiempo que también se pueden reducir las dificultades para alcanzar las condiciones de confort en su interior.



Figura 21. Parámetros relacionados con la eficiencia energética

De este modo cualquier actuación de mejora de la eficiencia estará fundamentada en alguna de las siguientes estrategias:

- Actuaciones relacionadas con el diseño de edificio y la aplicación de medidas pasivas para reducir la demanda energética del edificio.
- Uso de sistemas de alto rendimiento y consumo reducido.
- Aprovechamiento de recursos naturales y fuentes de energía renovables.

En este contexto las políticas europeas a través de las Directivas relacionadas con la eficiencia energética y las energías renovables, con la finalidad de contribuir a las estrategias definidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y para fomentar el uso de las fuentes renovables, han centrado su atención en el sector de la edificación estableciendo como objetivo para la construcción de nuevos edificios en los próximos años, que estos cuenten con una demanda energética muy limitada y que para satisfacerla puedan generar su propia energía a partir de fuentes renovables.

La consecución de este objetivo en la rehabilitación de edificios existentes, más concretamente de centros educativos que por sus características constructivas y por no haber sido diseñados atendiendo a requisitos normativos tan exigentes, es una tarea que puede suponer actuaciones en diferentes elementos de los edificios y necesidades de financiación importantes para dichas inversiones.

No obstante pueden plantearse estrategias de rehabilitación en línea con los objetivos marcados, que bajo criterios de rentabilidad que optimicen la relación coste/beneficio prioricen la aplicación de medidas “pasivas” y actuaciones sobre la envolvente del edificio frente a otras medidas “activas” que precisan un consumo de energía. En cualquier caso, cuando la solución a determinadas deficiencias pase por la aplicación de medidas activas, se priorizarán soluciones que hagan uso de energías renovables y de generación de energía in situ.

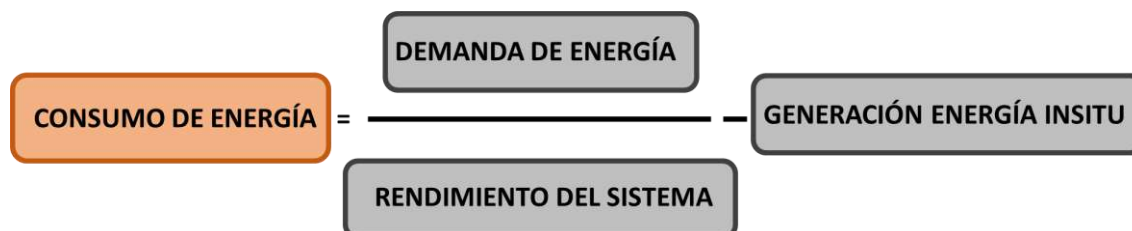


Figura 22. Variables que afectan al consumo de energía

Reduciendo la demanda de un edificio mediante la aplicación de medidas de mejora pasivas y aumentando el rendimiento de los sistemas que consumen energía, disminuye el consumo energético. Además, introduciendo como medida adicional la generación de energía in situ a partir de fuentes renovables enfocada especialmente al autoconsumo, se mejora todavía más la eficiencia energética del edificio, con un menor grado de dependencia de los suministros energéticos convencionales y se reduce por tanto la cantidad de energía primaria consumida a partir de fuentes no renovables.

Certificación de la eficiencia energética

El certificado de eficiencia energética es el documento oficial que nace de la necesidad de poner en valor la eficiencia energética de los edificios ofreciendo información objetiva sobre ella y aportando valores de referencia, como requisitos mínimos, que permitan evaluar y comparar la eficiencia energética. El certificado energético va a permitir comparar el comportamiento energético de los edificios de centros educativos con respecto a otros similares y facilitar así una visión de conjunto de las diferentes tipologías de centros.

El Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, modificado por el Real Decreto 564/2017, de 2 de junio, establece las condiciones técnicas y administrativas para realizar las certificaciones de eficiencia energética de los edificios y la metodología de cálculo de su calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en el consumo de energía de los edificios.

En el caso de un edificio existente perteneciente a un centro educativo, la certificación de su eficiencia energética es el proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación de eficiencia energética obtenida con los datos calculados o medidos del edificio existente o de parte del mismo, y que conduce a la expedición su certificado de eficiencia energética.

Este contiene información sobre las características energéticas y la calificación de eficiencia energética. Los indicadores que reflejan el comportamiento energético del edificio son:

- Indicadores globales:
 - o Emisiones anuales de CO₂
 - o Consumo anual de energía primaria no renovable.
- Indicadores complementarios de eficiencia energética:
 - o Demanda energética anual de calefacción.
 - o Demanda energética anual de refrigeración.
 - o Consumo anual de energía primaria no renovable desagregada por servicios.
 - o Emisiones anuales de CO₂ desagregada por servicios.
 - o Emisiones anuales de CO₂ desagregada por consumo eléctrico y por otros combustibles.

El certificado de eficiencia energética además incorpora un documento de recomendaciones técnicamente viables para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética del edificio pudiendo incluir una estimación de los plazos de recuperación de la inversión o de la rentabilidad durante su ciclo de vida útil e información sobre la relación coste-eficacia de las recomendaciones. Para ellas se plantean dos tipologías diferenciadas:

- Las medidas aplicadas en el marco de reformas importantes de la envolvente y de las instalaciones técnicas de un edificio.
- Las medidas relativas a elementos de un edificio, independientemente de la realización de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio.

El nivel de calificación de eficiencia energética obtenida por el edificio queda señalado en su etiqueta de eficiencia energética.

Los edificios de centros educativos que estén protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, quedan fuera del ámbito de aplicación del procedimiento de certificación energética siempre que cualquier actuación de mejora de la eficiencia energética alterase de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables.

Las actuaciones relativas al procedimiento de certificación energética hasta su tramitación y registro en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura se fijan en el DECRETO 115/2018, de 24 de julio.

Edificios de consumo de energía casi nulo

La Directiva 2010/31/UE de Eficiencia Energética de Edificios define el “edificio de consumo de energía casi nulo” como edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno; además sienta las bases para la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios.

Los valores que se deben definir para asegurar el nivel de eficiencia requerido en un Edificio de Consumo Casi Nulo son:

- Límite para la Demanda de Calefacción
- Límite para la Demanda de Refrigeración
- Límite para el Consumo de energía Primaria No renovable
- Límite para el Consumo de energía Primaria Total

Las primeras recomendaciones para el límite de consumo de energía primaria en la zona mediterránea se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Recomendaciones para el límite de consumo de energía primaria en la zona Mediterránea.

Zona Climática	Exigencia en oficinas	Exigencia en viviendas
Zona Mediterránea	20-30 kWh/(m ² /año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 80-90 kWh/(m ² /año) cubierto por 60 kWh/(m ² /año) procedentes de fuentes renovables in situ.	0-15 kWh/(m ² /año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 50-65 kWh/(m ² /año) cubierto por 50 kWh/(m ² /año) procedentes de fuentes renovables in situ.

Además la mencionada Directiva insta a que todos los edificios nuevos que se construyan a partir del 31 de diciembre de 2020 sean de consumo de energía casi nulo, como también se recoge en el decreto 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico de certificación energética de los edificios y modificado por el Real Decreto 564/2017, de 2 de junio. En este además se establece la necesidad de recoger en el Código Técnico de la Edificación los requisitos para esta tipología de edificios.

En este contexto, el Documento Básico HE (Ahorro de Energía) de la normativa actual de edificación (CTE) se ha actualizado para adaptar y definir las exigencias que deben cumplir los edificios de consumo energético casi nulo, a través de las siguientes secciones:

- **CTE-DB HE0:** Limitación del consumo energético. Define límites para el consumo de energía primaria no renovable y para el consumo de energía primaria total.
- **CTE-DB HE1:** Condiciones para el control de la demanda energética. Establece las características que deben tener la envolvente térmica y sus elementos para controlar las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico, así como las características de las particiones interiores.
- **CTE-DB HE2:** Se desarrolla en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Recoge las exigencias de eficiencia energética y las características que deben cumplir las instalaciones térmicas.
- **CTE-DB HE3:** Condiciones de las instalaciones de iluminación. Fija las necesidades de eficiencia energética, control y regulación de las instalaciones de iluminación interior.
- **CTE-DB H4:** Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria. Establece condicionantes para las fuentes renovables así como aporte necesario de dichas fuentes para satisfacer las necesidades de agua caliente sanitaria.

- **CTE-DB H5:** Generación mínima de energía eléctrica. Recoge los requerimientos para la incorporación de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

Los valores propuestos como límite para el consumo de energía primaria no renovable y el consumo de energía primaria total, para uso distinto del residencial privado y para las posibles zonas climáticas de invierno en Extremadura, se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 7. Valores límite de consumo energético en CTE DB-HE0

Límite Consumo de Energía Primaria no renovable (kWh/m ² año)			Límite Consumo de Energía Primaria Total (kWh/m ² año)		
C	D	E	C	D	E
$35+8 \cdot C_{FI}$	$20+8 \cdot C_{FI}$	$10+8 \cdot C_{FI}$	$140+9 \cdot C_{FI}$	$130+9 \cdot C_{FI}$	$120+9 \cdot C_{FI}$

C_{FI}: Carga interna media (W/m²)

Por otra parte, es reseñable que la Directiva 2012/27/UE con la finalidad de favorecer el cumplimiento de los requisitos mínimos de rendimiento energético fijados en las directivas anteriores, reforzó el papel ejemplarizante de los organismos públicos obligando a una tasa de renovación anual del 3 % de la superficie total de los edificios con calefacción y/o sistema de refrigeración que sean propiedad de la Administración central. Además promueve que las actuaciones en eficiencia energética se extiendan al resto de administraciones como son las Comunidades Autónomas y la Administración Local.

Todas estas cuestiones están tratadas en el Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020, y próximamente también serán abordadas por el Plan Extremeño Integrado de Energía y Clima 2030 en su labor de contribuir desde la perspectiva extremeña a los objetivos globales fijados en el Plan Nacional Integrado de Energía Y Clima 2021-2030.

Más recientemente la Directiva (UE) 2018/844 ha modificado las directivas europeas anteriores en materia de eficiencia energética y ha introducido la necesidad de definir una estrategia a largo plazo para apoyar la renovación del parque de edificios, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050, y facilitando la transformación económicamente rentable de los edificios existentes en edificios de consumo de energía casi nulo. Para los edificios que sean objeto de reformas importantes promueve las instalaciones alternativas de alta eficiencia, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

En este marco, la renovación del parque edificatorio de centros educativos existente actualmente caracterizado por su antigüedad, constituye no sólo un reto para la mejora del confort y el bienestar que se plantea para sus ocupantes, sino también una oportunidad para la reducción de su consumo de energía primaria y la mejora del rendimiento de sus instalaciones como primera aproximación al nuevo modelo de edificios de consumo casi nulo, que es ya una realidad.

Para aproximarse a este modelo los edificios de centros educativos deben construirse o rehabilitarse de manera óptima, incluyendo actuaciones pasivas como primera medida para minimizar las demandas de energía. No obstante, también se debe actuar complementariamente sobre la eficiencia energética de las instalaciones y estas deben ser diseñadas de manera que se adapten a las características del edificio y presenten mínimos consumos, que puedan ser satisfechos en un amplio porcentaje mediante la integración de fuentes renovables que aporten esa energía.

3.1.3. Aspectos bioclimáticos

La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de soluciones constructivas que aprovechen las condiciones medioambientales y recursos naturales en beneficio de las condiciones de confort de los ocupantes de un edificio. Como objetivo se fija optimizar el confort ambiental y minimizar el consumo de energía. Por tanto requiere el estudio de diferentes estrategias que analicen la relación entre las condiciones climáticas y de entorno y su efecto en el confort de los usuarios del edificio.

Si bien las condiciones climáticas están determinadas por la ubicación del edificio y no se pueden cambiar, sí se pueden modificar sus efectos mediante actuaciones de adaptación del edificio basadas en su análisis y conocimiento.

En esta definición de actuaciones, tomando como referencia la zona de confort representada en el diagrama psicrométrico, se puede desarrollar el denominado "Climograma de Givoni" que permite definir diferentes estrategias para alcanzar la zona de confort en el interior de un edificio.

El diagrama se divide en zonas, con condicionantes climáticos similares y que permiten una misma tipología de actuación para alcanzar la zona de confort. Los datos climáticos medios de temperatura y humedad de cada mes o estación del año pueden representarse para ayudar a elegir la mejor estrategia para lograr el confort y el bienestar en cada caso.

Este diagrama resulta práctico para la definición de actuaciones bioclimáticas adaptadas a las diferentes condiciones climáticas del año, especialmente en el diseño de nuevos edificios. Estas actuaciones permitirán aprovechar la energía solar y las condiciones higrotérmicas favorables del aire exterior para amortiguar las condiciones interiores o, en su caso, aislar de las condiciones exteriores mediante actuaciones pasivas. Igualmente el diagrama permite identificar las condiciones bajo las que no se podría alcanzar la zona de confort sin la utilización de instalaciones térmicas de apoyo.

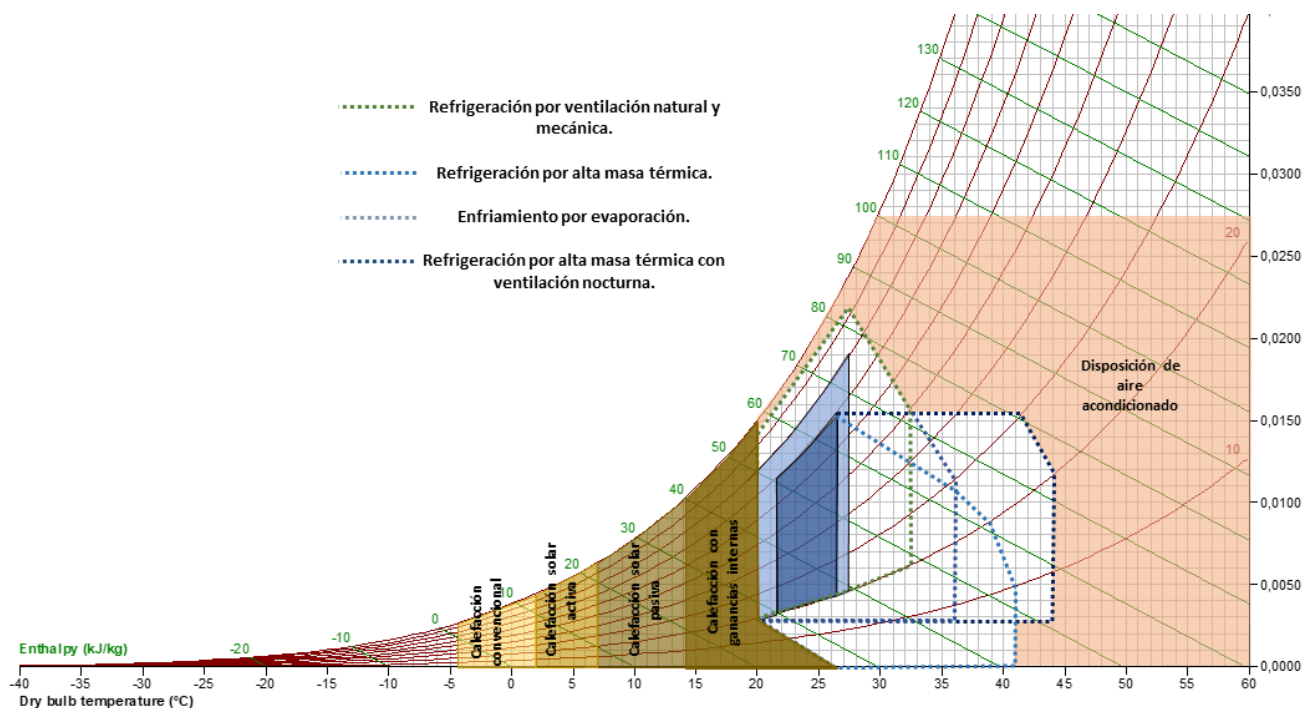


Figura 23. Climograma de Givoni. Ejemplos de estrategias para alcanzar el confort higrotérmico.

Los puntos que deben considerarse en el diseño de actuaciones bioclimáticas son la compactidad del edificio, la orientación, la radiación solar, la ventilación natural, la envolvente, los materiales empleados, la inercia térmica del edificio y del terreno de su entorno.

Todos estos son temas fundamentales que se deben incorporar a los criterios de diseño de nuevos centros educativos y que constituyen las bases de una arquitectura sostenible. Sin embargo en el caso de rehabilitaciones de edificios existentes, en los que la ubicación y el diseño ya están definidos, de todas ellas la atención debe centrarse en el análisis de la aplicación de medidas pasivas y aislamientos para la mejora de la envolvente del edificio. De este modo serán determinantes los aislamientos de los cerramientos opacos, adaptados a las diferentes orientaciones, la rotura de los puentes térmicos, la hermeticidad de puertas y ventanas, los elementos de protección de la radiación solar, la correcta distribución de los espacios interiores y la adecuación de los espacios exteriores del entorno del edificio, aspectos todos ellos que han sido considerados en las actuaciones de rehabilitación que se proponen en la presente guía.

3.2. Información necesaria para el análisis de un centro educativo

Una vez analizados los conceptos de eficiencia energética y confort ambiental, como paso previo para enmarcar el contexto de las propuestas de rehabilitación que son objeto de esta guía, el siguiente punto a tratar dentro de la metodología establecida consiste en identificar las variables que van a afectar en mayor o menor medida a la eficiencia energética o las condiciones de confort.

Mediante el registro de estos parámetros se podrá caracterizar el edificio desde el punto de vista constructivo y de comportamiento energético para posteriormente encontrar sus deficiencias y determinar las propuestas de actuación que mejor se adapten a sus necesidades o carencias.

Esta recopilación de información se realizará en las diferentes etapas que van desde la aproximación inicial y análisis previo en oficina, hasta la propia auditoría energética del edificio, que requiere la visita a sus instalaciones para la medición y toma de datos de campo.



Figura 24. Información necesaria para en análisis del edificio

3.2.1. Datos previos a la inspección.

En primer lugar deben determinarse la ubicación y las condiciones climáticas. Los parámetros a tener en cuenta en esta fase del trabajo, son conceptos de entorno. Hay que conocer las características de la ubicación del edificio y sus alrededores dado que las deficiencias energéticas y las necesidades de confort de los centros pueden ser muy diferentes en la provincia de Badajoz y de Cáceres.

Para los datos descriptivos del edificio, el emplazamiento y orientación, la primera fuente de información siempre será el proyecto de Ejecución existente. Sin embargo, son muchos los centros educativos para los que no se dispone de esta información y que obligan a consultar diversas bases de datos alternativas para un análisis previo al trabajo de campo y la auditoría energética. Por ejemplo, una de las más prácticas por la información que aporta en este sentido es la [Sede electrónica del catastro](#).

Tabla 8. Resumen datos previos

Datos descriptivos del inmueble	Nombre del centro Uso principal Referencia catastral Año de construcción Localización Zona climática Superficie construida/útil Actuaciones previas realizadas Grado/tipo de protección
Parcela	Superficie gráfica
Construcción	Superficie construida por plantas Número de plantas Distribución y usos pormenorizados
Emplazamiento	Tipo de entorno, arbolado, ubicación de pérgolas, zonas de juego,...

Los centros educativos poseen diferentes horarios, según su tipología, que deben quedar precisados junto con el calendario de apertura. Dependiendo de la clasificación a la que pertenezcan se pueden encontrar edificios con horarios de usos matutinos y/o vespertinos. En relación con este parámetro debe tenerse en cuenta también la ocupación del edificio y su distribución dentro del horario del uso, debido a que en muchos casos (especialmente en los centros docentes) el número de ocupantes puede diferir entre la mañana y la tarde. Además deben definirse las zonas de más ocupación.



Figura 25. Datos previos de interés

Finalmente para tener una imagen del consumo energético global del edificio, previo a la realización de mediciones de consumo en sistemas concretos, es preciso extraer la información que aporta la facturación de los suministros energéticos (electricidad, gasóleo, gas,...). Para ello debe recopilarse la información correspondiente a un periodo de consumo de 12 meses como mínimo. Igualmente, en los casos en los que se dispone de ella, la curva de consumo eléctrico horario y las curvas de demanda de potencia cuarto horaria aportan una información muy valiosa en la construcción del perfil de consumo del edificio y en la búsqueda de ineficiencias energéticas.

3.2.2. Datos recogidos in situ:

El desarrollo de una inspección de las instalaciones que son objeto de estudio es una parte fundamental en la realización de una auditoría energética. En esta visita se obtendrán datos adicionales que contribuirán a caracterizar el comportamiento energético del edificio, y permitirá contrastar y completar los datos que se han registrado en el análisis previo. Así, se analizarán las condiciones actuales del entorno, los obstáculos remotos y posibles sombras sobre el edificio.

Tabla 9. Condiciones del entorno

ELEMENTO DEL ENTORNO	CARACTERÍSTICAS
Arbolado	Tipo de arbolado, hoja caduca, perenne, ... Situación dentro del entorno
Orientación del edificio	Confirmación con los planos de la orientación de cada una de las fachadas, existencia de elementos de protección (toldos, pérgolas, porches, ...)
Zonas exteriores	Confirmación de los patios y zonas de recreo, ubicación y superficie. Obstáculos remotos

Se deben detallar las soluciones constructivas y elementos de la envolvente que van a tener un peso muy importante para controlar la demanda energética del edificio y para lograr condiciones de confort. En algunos de los casos, si el centro es de construcción reciente, se puede obtener el proyecto de ejecución y así tener más información de las diferentes soluciones constructivas de la envolvente, materiales empleados, ... En caso contrario, el técnico que realice la auditoría deberá considerar diferentes parámetros (año de ejecución del edificio, espesores de los cerramientos, tipo de encuentros, características de las carpinterías,...) para evaluar la composición y las características que afecten al comportamiento energético.

Tabla 10. Características de la envolvente del edificio

ENVOLVENTE	CARACTERÍSTICAS / ESTADO
Cerramientos	Composición del cerramiento vertical Composición del cerramiento horizontal Tipos de encuentro. (Evaluación de los puentes térmicos, complementar con el uso de cámaras termográficas) Condensaciones (En caso de que existan)
Huecos	Composición de las carpinterías existentes: Tipo, materiales, vidrios. (Puentes térmicos, condensaciones, ...) Existencia de elementos de protección, (persianas enrollables, lamas ...) Medición de infiltraciones

Deben realizarse las mediciones de la geometría de la envolvente, de sus elementos y de los espacios interiores necesarias para la definición del edificio. También deben registrarse parámetros relacionados con el confort ambiental como la temperatura, la humedad y calidad de la iluminación y medir los consumos energéticos de los sistemas del edificio.

Una vez que se ha caracterizado la envolvente, es necesario inventariar las instalaciones presentes en el centro educativo y definir sus especificaciones técnicas y esquemas de principio. Se inspeccionará también el estado de los equipos, y de los sistemas de distribución, corroborando el cumplimiento de la normativa.

Tabla 11. Evaluación de las instalaciones

INSTALACIONES	CARACTERÍSTICAS / ESTADO
Climatización	Instalaciones de climatización dispuestas en el centro, tanto calefacción como refrigeración y ventilación (en caso de tenerlas) Estado y potencia de equipos generadores y unidades terminales. Estado y potencia de equipos generadores y unidades terminales. Estado y aislamiento de las redes de distribución.
Electricidad	Comprobación de la potencia instalada en el centro docente y contraste con la facturación (potencias contratadas y demandadas). Análisis de las variaciones estacionales en el consumo energético, dado que algunos centros no se usan en verano.
Iluminación	Evaluación de los consumos realizados por los sistemas de iluminación La iluminación de los recintos, se medirá con la iluminancia media en las zonas operativas de los recintos. (teniendo que cumplir los requisitos mínimos que se establecen por normativa) Eficacia de los equipos existentes.
Fontanería y ACS	Estado de los equipos productores. Consumos de las bombas y estado en el que se encuentran. Distribución de la red de fontanería y ACS, corroboración de la no existencia de fugas, aislamientos, ...

La realización de ensayos y la aplicación de técnicas concretas como pueden ser la termografía o el análisis de gases de combustión, ayudarán a evaluar con mayor grado de detalle la eficiencia energética actual del edificio. Las entrevistas con los responsables del mantenimiento del edificio y las encuestas a los usuarios serán una fuente de información adicional que ayude a identificar deficiencias y necesidades del edificio.

Una vez terminada la toma de datos in situ, se deberá realizar un cruce de información con los datos previos para su validación y poder continuar el proceso de análisis en el marco de la auditoría energética, identificando las deficiencias encontradas en el edificio y proponiendo soluciones para la mejora de la eficiencia energética.

Se aporta como Anexo I una ficha modelo que integra los campos mínimos necesarios con objeto de facilitar la recogida de información relevante para la evaluación energética de los centros educativos.



Figura 26. Datos a registrar como trabajo de campo en la visita al edificio

3.3. Disfuncionalidades energéticas de los centros educativos

En el presente capítulo se detalla la hoja de ruta utilizada para identificar las posibles ineficiencias energéticas que pueden presentarse en los centros educativos públicos extremeños. Estas ineficiencias no sólo son causantes de un exceso de consumo energético, sino que además pueden ser origen de disfuncionalidades en los centros. Por disfuncionalidad debe entenderse aquella condición que afecte o no permita el desarrollo de la actividad normal del centro y sea origen de molestias o incomodidades. Las más frecuentes están asociadas a una falta de confort ambiental y más concretamente de confort higrotérmico.

En la tarea de identificación se han tenido en consideración el histórico de obras de reforma y de rehabilitación realizadas en los centros, aportada por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo de la Junta de Extremadura, complementada con el aporte de los técnicos conocedores del estado actual de la red de centros. También se han tenido en cuenta las deficiencias detectadas en auditorías energéticas realizadas por la Agencia Extremeña de la Energía en centros de algunas de las tipologías integradas en esta guía y, complementariamente, se ha considerado el posible efecto de los requisitos exigidos en normativas anteriores a las actualmente vigentes, en el comportamiento energético de los centros. No obstante, el desarrollo de una auditoría energética podrá revelar deficiencias concretas del edificio auditado que sean más específicas que las mostradas en este capítulo.

Como resultado, en el Capítulo 4 de esta guía se realiza la identificación previa de las principales deficiencias que pueden encontrarse según el elemento constitutivo del centro en el que se localizan y las causas que originan dicha deficiencia. Así se ha establecido una primera clasificación de deficiencias en tres grandes bloques, asociados al entorno, al edificio (construcción, diseño, envolvente,...) y a las instalaciones del centro, siguiendo un código de colores para facilitar el uso de esta guía.

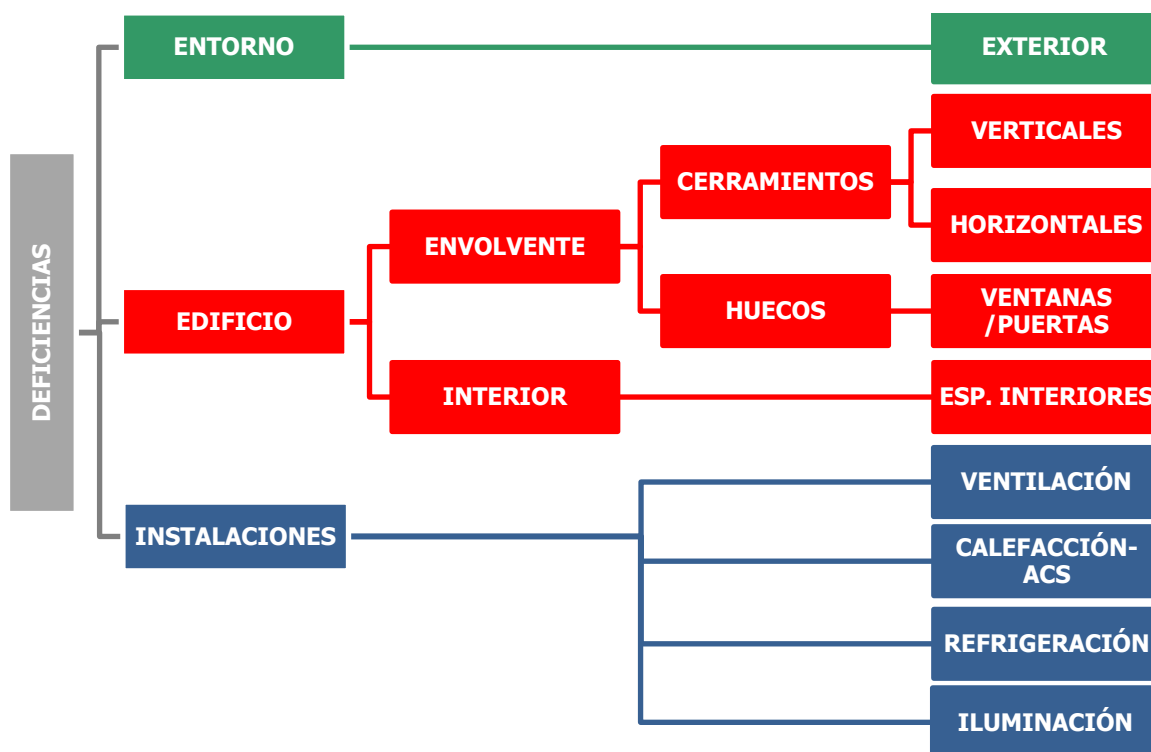


Figura 27. Esquema de deficiencias identificadas

El contenido se estructura en fichas para facilitar su comprensión; en ellas se describe la relación entre el elemento considerado y las posibles ineficiencias, sus causas, los posibles efectos directos, y se incluyen comprobaciones in situ que faciliten su identificación en el desarrollo de una auditoría energética.

Ej. Encabezado EDIFICIOS

EDIFICIOS		ENVOLVENTE		HUECOS	
ENTORNO EDIFICIO INSTALACIONES		ELEMENTO		ELEMENTO	
- Presentación y descripción general del elemento, funcionalidad. - Componentes del elemento. - Propiedades características del elemento y/o de sus componentes - Origen de las deficiencias		4.x.X		4.1.X. 4. Deficiencia 1. Localización 1-ENTORNO 2-EDIFICIO 3-INSTALACIONES X. nº de la ficha	
1 CAUSAS a Deficiencia 1 - Causa 1 - Causa 2 b Deficiencia 2 - Causa 1				Hace referencia al elemento que presenta la deficiencia Descripción de la relación deficiencia/elemento Origen de la deficiencia Posibles causas de las deficiencias.	
2 COMPROBACIONES IN SITU ☒ Comprobación 1 ☒ Comprobación 2 ☒ Comprobación 3 ☒				Comprobaciones in situ relativas al elemento definido para facilitar la identificación de las deficiencias	
3 EFECTOS CONFORT EFICIENCIA EMISIONES USUARIOS				Confort: confort higrotérmico, calidad del aire, corrientes molestas, etc. Eficiencia: Demanda y el consumo energético, ineficiencia de las instalaciones, etc. Emisiones: Excesivas emisiones de CO ₂ o generación de residuos Usuarios: Afecta directamente al usuario desde el punto de vista estético / funcional.	
4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS 5.x.x. Título ficha actuación 5.x.x. Título ficha actuación				Principales efectos directos de la deficiencia: Confort, Eficiencia, Emisiones y Usuarios. En cada ficha se acentúan los efectos directos que son provocados por las deficiencias expuestas en la ficha. Por el contrario, los demás símbolos estarán desactivados en escala de grises.	

Lista de las actuaciones y recomendaciones técnicas, incluyendo el número y título de la actuación/recomendación con el objetivo de establecer un vínculo claro entre las deficiencias detectadas y las soluciones propuestas.

3.4. Actuaciones energéticamente eficientes, bioclimáticas y sostenibles.

Con objeto de plantear soluciones a las posibles deficiencias que pueden presentarse en los centros educativos extremeños, definidas según el apartado anterior, en el Capítulo 5 de la guía se exponen una serie de actuaciones para la mejora de la eficiencia energética y el confort ambiental.

Estas actuaciones son muy variadas con el propósito de aportar un amplio abanico de soluciones con diferentes niveles de eficiencia energética que puedan ser evaluadas, previa realización de una auditoría energética, para seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades del centro e incremente su eficiencia energética en condiciones de rentabilidad.

Por tanto no todas las actuaciones expuestas serán de aplicación a cualquier centro sin incurrir en costes irre recuperables durante su ciclo de vida útil. Sin embargo para estos casos se presentan otras actuaciones alternativas que incrementarán la eficiencia energética precisando niveles de inversión y ratios de recuperación válidos.

Las diferentes estrategias se detallan en fichas de actuaciones, estructuradas de manera similar a las de las deficiencias a las que dan respuesta (actuaciones en el entorno, en el edificio y en las instalaciones) siguiendo el mismo código de colores. De esta forma se pretende resaltar el vínculo entre las deficiencias y las posibles actuaciones de mejora.

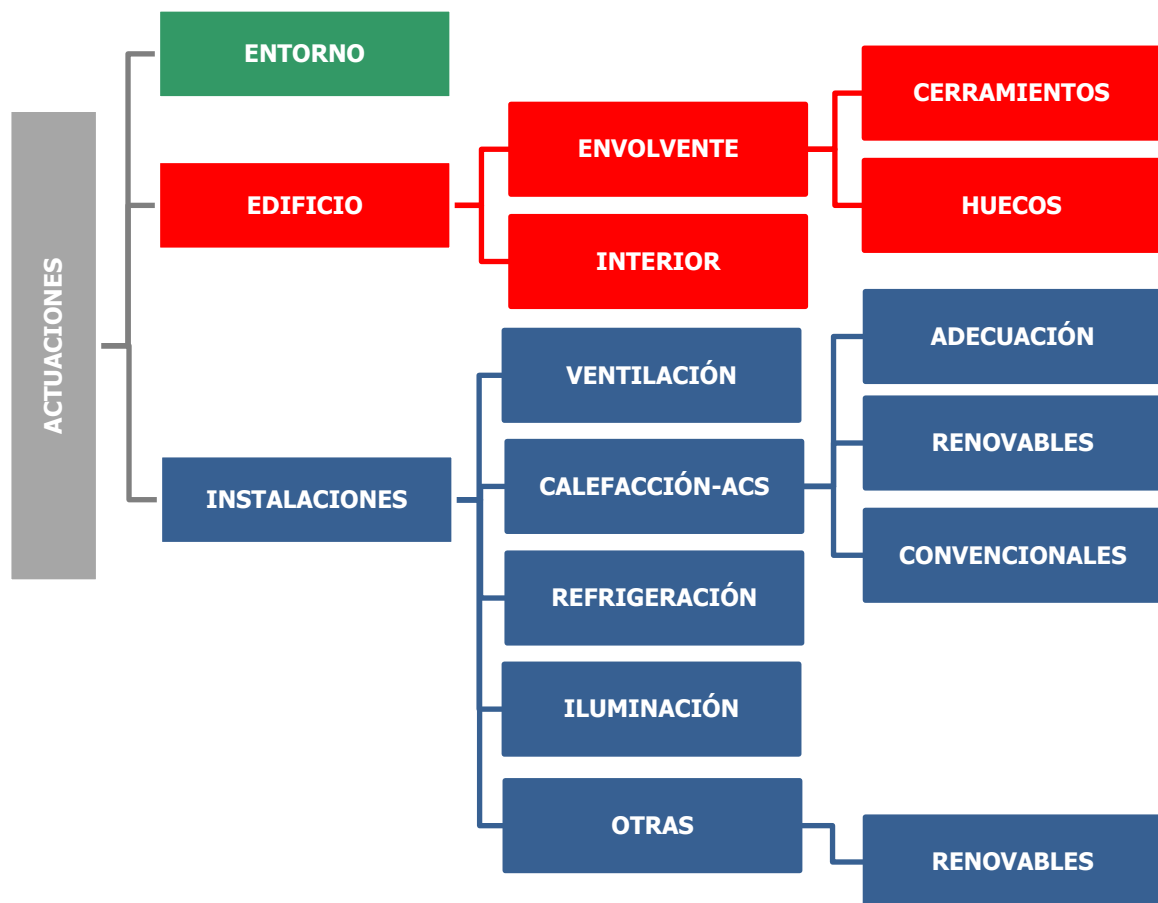


Figura 28. Esquema de actuaciones propuestas

El contenido de la ficha define la actuación, indicando sus efectos directos, las características de implantación y sus fases. En ella se describen distintas técnicas, estándares constructivos y el uso de diferentes materiales de construcción; la generación de energía in situ o en el entorno próximo, y la instalación y/o sustitución de equipos productores por otros de mayor eficiencia, que permitan reducir tanto la demanda como el consumo energético. Así, se contemplan intervenciones de mejora sobre la envolvente, el uso de medidas pasivas y otras técnicas bioclimáticas, la aplicación de tecnologías de bajo consumo y alto rendimiento, y el aprovechamiento de energías renovables para los sistemas consumidores de energía.

Dentro de la ficha descriptiva de cada actuación se han tenido en cuenta las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo. En cada medida se aporta la normativa de aplicación más significativa y se incluyen también algunas pautas y tareas del "Manual de uso, conservación y mantenimiento de centros educativos" de la Junta de Extremadura relacionadas con la mejora que se propone en la ficha.

Además de plantear medidas correctoras para las deficiencias identificadas, se proponen en algunos casos actuaciones alternativas y/o complementarias que ayuden a adaptar la solución a las diferentes singularidades de cada edificio y/o tipología. De esta forma se ofrece un conjunto de soluciones que podrán ser adoptadas en función de los requerimientos específicos de cada edificio, así como de las limitaciones presupuestarias, las consideraciones urbanísticas, los períodos de ejecución y las oportunidades de implantación.

Ej. Encabezado EDIFICIOS

EDIFICIOS	ENVOLVENTE	HUECOS																
ENTORNO EDIFICIO INSTALACIONES	ELEMENTO	ELEMENTO																
con el título de la ficha.																		
1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE 4.X.x. Título deficiencia																		
2 EFECTOS <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMFORT</th> <th>EFICIENCIA</th> <th>EMISIONES</th> <th>USUARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>☒ Confort higrotérmico</td> <td>☒ Reducción demanda</td> <td>☐ Reducción Emisiones CO2</td> <td>☒ Estético/funcional</td> </tr> <tr> <td>☒ Calidad del aire</td> <td>☐ Reducción consumo</td> <td>☐ Incorporación renovables</td> <td>☐ Demostrativo/bioclimático</td> </tr> <tr> <td>☒ Otros</td> <td>☐ Otros</td> <td>☐ Otros</td> <td>☐ Otros</td> </tr> </tbody> </table>			COMFORT	EFICIENCIA	EMISIONES	USUARIOS	☒ Confort higrotérmico	☒ Reducción demanda	☐ Reducción Emisiones CO2	☒ Estético/funcional	☒ Calidad del aire	☐ Reducción consumo	☐ Incorporación renovables	☐ Demostrativo/bioclimático	☒ Otros	☐ Otros	☐ Otros	☐ Otros
COMFORT	EFICIENCIA	EMISIONES	USUARIOS															
☒ Confort higrotérmico	☒ Reducción demanda	☐ Reducción Emisiones CO2	☒ Estético/funcional															
☒ Calidad del aire	☐ Reducción consumo	☐ Incorporación renovables	☐ Demostrativo/bioclimático															
☒ Otros	☐ Otros	☐ Otros	☐ Otros															
3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN <table border="1"> <tbody> <tr> <td>☒ Compatible usuarios</td> <td>☐ Comunicación previa</td> <td>Durabilidad</td> </tr> <tr> <td>☒ Implantación fases</td> <td>☐ Licencia de obras</td> <td>Complejidad</td> </tr> <tr> <td>☒ Mantenimiento adicional</td> <td>☐ Legalización</td> <td>Inversión</td> </tr> </tbody> </table>			☒ Compatible usuarios	☐ Comunicación previa	Durabilidad	☒ Implantación fases	☐ Licencia de obras	Complejidad	☒ Mantenimiento adicional	☐ Legalización	Inversión							
☒ Compatible usuarios	☐ Comunicación previa	Durabilidad																
☒ Implantación fases	☐ Licencia de obras	Complejidad																
☒ Mantenimiento adicional	☐ Legalización	Inversión																
4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN - Papel del elemento objeto de actuación en la eficiencia energética del edificio y el confort. Se fundamenta el origen de la mejora planteada y su posible relación con medidas pasivas, otros aspectos bioclimáticos o de aplicación de EERR - Finalidad de la actuación y cuando es recomendable frente a otras actuaciones - Tecnología/componentes/características técnicas de los elementos que intervienen en la mejora - Diferentes configuraciones alternativas - Esquemas y gráficos - Efectos directos y adicionales (otros) - Oportunidades para su implantación, ventajas e inconvenientes de la propia solución - Sinergias con otras actuaciones.																		

5.1. **X.**
 5. Actuación
 1. Localización
 1-ENTORNO
 2- EDIFICIO
 3-INSTALACIONES
 X. nº de la ficha

5.2. **X**
Confort
 Otros: acústico, visual

Eficiencia
 Otros: recuperación de calor, optimización factura eléctrica, mejora de la fiabilidad
Emisiones
 Otros: materiales autóctonos, residuos por menor reposición o disminución del mantenimiento
Usuarios
 Otros: automatización, seguridad

Baja
 Media
 Alta

Durabilidad:
Baja: Elementos de reposición frecuente o sometidos a fuerte desgaste.
Media: Elementos tasa de reposición media.
Alta: Elementos que pasan a formar parte de la construcción del edificio.

Complejidad:
Baja: Implantación directa/implantación por fases
Media: No compatible usuarios/ No permite implantarse por fases /Obras menores
Alta: Proyecto/Licencia/ Legalización de instalaciones/ No compatible usuarios

Inversión:
 Estimación relativa del nivel de inversión asociada. Se establecen 3 niveles. Baja, Media, Alta. Sobre la base de un edificio de referencia de 1.000 m² de superficie útil.

Se incluyen 4 símbolos que representan posibles efectos directos de la actuación (Confort, Eficiencia, Emisiones y Usuario). Se resaltan los efectos directos que son provocados por la actuación. Por el contrario, los demás símbolos y efectos estarán desactivados en escala de grises.

5 REQUISITOS PREVIOS	
☒ Sin ellos se debe descartar esta actuación. Necesidades asociadas a características físicas, de disponibilidad de espacio, de funcionalidad, de estado de conservación, etc	
6 NORMATIVA	
Listado de normativas de aplicación	
7 CONSIDERACIONES ADICIONALES	
■ Aspectos relacionados con la legalización /normativa ■ Consideraciones para tipologías concretas de centros educativos ■ Consideraciones en el caso de edificios protegidos o edificios de nueva ejecución ■ Requisitos y recomendaciones específicas incluidas en los documentos de patologías enviados por los técnicos del servicio de obras y proyectos así como los requisitos para la redacción de proyecto. ■ Documentos adicionales de referencia o links de interés	
8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO	
1. Recomendación 1 2. Recomendación 2 3. Recomendación 3 4. Recomendación 4 5. Recomendación 4	
9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX	
UNIDAD	
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]
10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS	
5.X.x.	Título actuación complementaria
5.X.x.	Título actuación complementaria
5.X.x.	Título actuación complementaria
5.X.x.	Título actuación complementaria
5.X.x.	Título actuación complementaria
11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS	
5.X.x.	Título Actuación alternativa
5.X.x.	Título Actuación alternativa

Las recomendaciones de uso, conservación y mantenimiento incluidas en el "Manual de uso, conservación y mantenimiento de centros educativos" de la Junta de Extremadura que afecten específicamente a aspectos relacionados con la eficiencia energética y/o el confort en relación a la acción propuesta.

Indicadores relacionados con la actuación e incluidos en la Estrategia de Eficiencia energética en edificios públicos de la administración regional de Extremadura 2018-2030 (E4PAREX), para las tipologías de edificios incluidos en ella

Actuaciones complementarias a la actuación descrita. Sus posibles sinergias serán explicadas en el apartado de descripción resaltando las oportunidades de implantación en relación a otras actuaciones.

4. DEFICIENCIAS ENERGÉTICAS EN CENTROS EDUCATIVOS.

A continuación, se presenta el cuadro resumen indexado que enumera las fichas de deficiencias energéticas que se incluyen en este capítulo, atendiendo al esquema de colores correspondiente a las tres grandes clasificaciones establecidas: espacios exteriores y entorno, edificio e instalaciones.

4.1 ESPACIOS EXTERIORES Y ENTORNO		4.1.1. SOLADO Y ELEMENTOS EXTERIORES	
4.2 EDIFICIO	ENVOLVENTE	CERRAMIENTO	4.2.1. CERRAMIENTO HORIZONTAL
			4.2.2. CERRAMIENTO VERTICAL
	INTERIOR	HUECOS	4.2.3. VENTANAS, LUCERNARIOS Y PUERTAS
			4.2.4. ESPACIOS INTERIORES
4.3 INSTALACIONES			4.3.1. VENTILACIÓN
			4.3.2. CALEFACCIÓN-ACS
			4.3.3. REFRIGERACIÓN
			4.3.4. ILUMINACIÓN



4.1. Espacios exteriores y entorno

SOLADOS Y ELEMENTOS EXTERIORES

A la hora de analizar las condiciones de un centro educativo, es importante tener en cuenta dos cuestiones, construcción del edificio, y su ubicación.

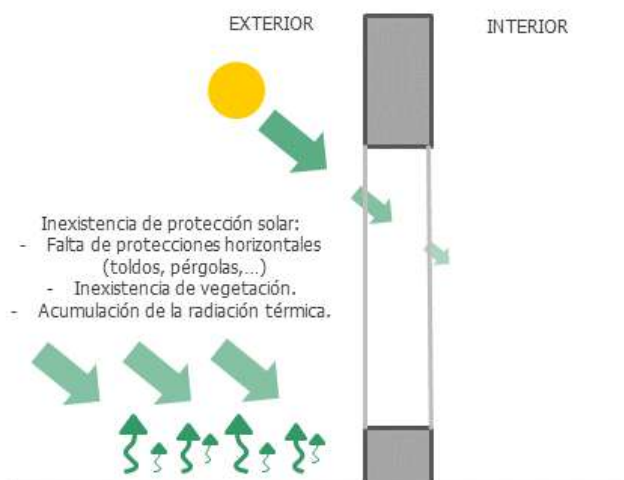
Dónde se encuentre el edificio es muy importante, dependiendo de ello, las condiciones exteriores de temperatura y humedad van a variar. Extremadura es una región muy rica climatológicamente hablando y no es lo mismo tener un centro educativo en el norte de Cáceres que en el sur de Badajoz.

También se deberá analizar, el tipo de equipamiento exterior que posee el centro educativo y el entorno que lo rodea, esto supondrá una mayor o menor protección del edificio frente a los agentes exteriores.

Para ello se deberá tener en cuenta los siguientes elementos:

- Solados exteriores: Es importante evaluar el estado y tipo de pavimentos que forman el entorno de los centros docentes, dependiendo de la dureza y tipo de equipamiento, estos serán más o menos aptos para una estancia prolongada. Por ejemplo, no es lo mismo un solado exterior de hormigón (de color oscuro) que un pavimento de caucho (colores no agresivos) o albero. Ya que la radiación absorbida por el material y su posterior emisión variarán.
- Tipo de vegetación: Dentro del entorno se evaluará, la existencia o no de vegetación y qué tipología se dispone. Teniendo en consideración las especies que son aptas para nuestra zona climática. Dependiendo del tipo de arbolado que disponga el centro, este nos servirá como barrera de protección contra la radiación solar, tanto del entorno de juego como de nuestras fachadas.
- Soleamiento: Al igual que la vegetación nos protege de la radiación, es importante que el edificio disponga de ciertas zonas de cubrición propias del mismo, como son porches, pérgolas, toldos,... Este tipo de elementos en muchos de los centros existentes supondrá una protección contra los agentes exteriores, pero también será un punto débil dentro de la construcción. En mucho de los casos, debido a la falta de mantenimiento se pueden producir patologías en la envolvente del edificio.

Estos sistemas deberán encontrarse correctamente orientados y dimensionados, de esta forma se les podrá sacar el mayor provecho posible.



1 CAUSAS

a RADIACIÓN TÉRMICA

- Exceso de radiación en solados exteriores. (Emisión de las radiaciones)
- Exceso de radiación en fachadas.
- Inadecuada elección de materiales de solado exterior.

b MATERIALES

- Inadecuado material de solado exterior.
- Incorrecto mantenimiento de zonas exteriores.
- Ejecución deficiente de los encuentros entre porches y cerramientos.

c VEGETACIÓN

- Ausencia de vegetación en estancias exteriores y zonas de tránsito.
- Disposición de vegetación inadecuada.

d DISEÑO

- Orientación inadecuada de las fachadas.
- Incorrecta % de relación huecos / cerramiento.
- Inexistencia de porches / toldos, en el diseño de la edificación.
- % inadecuado entre la relación alumnos, superficie de patio.

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ✓ Definir las orientaciones de la edificación.
- ✓ Revisión visual del estado de las zonas exteriores.
- ✓ Determinar tipo de arbolado existente y su ubicación.
- ✓ Determinar el estado de los elementos de protección. (Pergolas, toldos, porches,...)
- ✓ Dimensión de los elementos de protección y ubicación en fachada.
- ✓ Año de construcción o reforma y ubicación del centro.

3 EFECTOS**4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS**

5.1.1.	Adecuación del entorno para el confort – Protección solar
--------	---



4.2. Edificio

CERRAMIENTO HORIZONTAL

El exterior del edificio se compone de muchas fracciones, cerramiento vertical + horizontal + huecos, formando todas en conjunto la envolvente del edificio.

De ellas, el cerramiento horizontal de cubierta es el elemento más expuesto a los agentes climáticos, como son, la radiación solar, el viento y agua, teniendo una capacidad de deterioro más rápida que la de un cerramiento vertical.

Las cubiertas se clasifican en dos tipos principalmente, cubiertas inclinadas y cubiertas planas:



Además de esta clasificación según su diseño, se puede subdividir en otros dos tipos dependiendo de la ejecución de la cubierta, como son invertidas y tradicionales. La diferencia entre ambas tipologías es la disposición de las diferentes capas, quedando mucho más expuestas a una mayor degradación las cubiertas no transitables, con ejecución invertida (si tiene aislamiento). En este caso tanto la impermeabilización, como los aislamientos, quedan en la capa exterior del cerramiento pudiendo deteriorarse por uso, intemperie, calidad de los materiales, ...

La ausencia, deterioro, o escasez de aislamiento e impermeabilización suele ser una de las patologías más usuales en estos cerramientos.

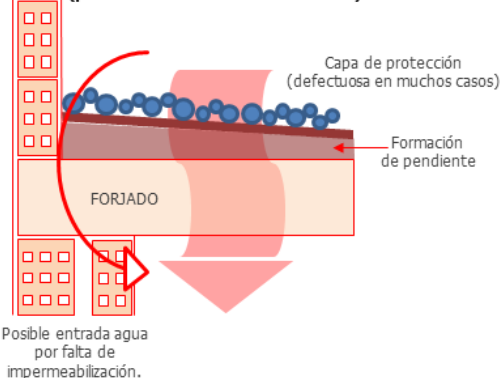
Otro de los puntos importantes de deterioro de las cubiertas es la ejecución de los encuentros constructivos, con los elementos de evacuación, cerramientos verticales, lucernarios, ... Estos puntos son encuentros débiles por los que se pueden producir filtraciones, que den lugar a condensaciones, humedades, ...

■ Patologías en cubiertas planas:

- Grietas horizontales en elementos de revestimiento por dilataciones debidas al exceso de radiación solar.
- Grietas verticales en petos o aleros: Es importante tener en cuenta la aparición de este tipo de grietas ya que suelen darse en puntos donde deberían existir juntas de dilatación.
- Fisuras en petos: Son patologías de carácter más débil, afectando a nivel estético más que funcional, sin embargo, pueden producir filtraciones y condensaciones en la envolvente.
- Fisuras en material de cubrición: La principal causa de estas fisuras es el exceso de radiación solar de la cubierta, dilatándose los materiales de cubrición. También se debe a la existencia de cambios bruscos de temperatura, produciéndose contracciones de los materiales, y como consecuencia la aparición de fisuras.
- Incorrecta ejecución de encuentros: Presencia de grietas o fisuras, entre petos y forjados, en esquinas o con los elementos de desagüe.

■ Patologías en cubiertas inclinadas:

Ejemplo de defectos en cerramiento horizontal tipo (plana no transitable sin aislamiento)



- Desprendimiento o rotura de tejas por agentes meteorológicos.
- Filtraciones por líneas de encuentros: Dichas patologías aparecerán ocasionadas por la pérdida de estanqueidad producida en los encuentros defectuosos o deteriorados (ya sea por agentes meteorológicos o por el paso del tiempo).
- Obstrucción de los canalones o bajantes de saneamiento: Es destacable que cuando existe falta de mantenimiento en las cubiertas inclinadas, se producirá la colonización de estos espacios por animales, aves, plantas,... provocando un deterioro de la impermeabilización y obstrucción de los desagües, pudiendo derivar en diferentes problemas de humedades.
- Deterioro de elementos sobresalientes, tales como chimeneas, petos, etc. Debido a las inclemencias meteorológicas ciertas componentes de las cubiertas inclinadas sufren deterioros, movimientos, dilataciones por diferencias de temperatura, u otro tipo de problemas que provocan filtraciones.
- Lesiones en los soportes estructurales: Los problemas de humedades y filtraciones podrán provocar deterioro de la estructura de madera y corrosión en las metálicas.

Muchas de las patologías anteriores también pueden presentarse en las cubiertas de chapa o paneles sándwich, muy extendidas en determinadas tipologías de edificios presentes en la red de centros educativos.

■ Patologías en cubiertas con paneles sándwich:

- Encuentros en cumbrera de los faldones mal ejecutados o en mal estado. La falta de aislamiento longitudinal o su deterioro da origen a puentes térmicos y filtraciones.
- Puentes térmicos y filtraciones por mala inserción de canalones.
- Obstrucción de canalones que puede causar problemas de humedades.
- La ausencia de vierteaguas en petos interiores de cubierta puede provocar humedades y filtraciones.
- Mala ejecución de encuentros y solapes en cubierta, mal reparados y sellados con silicona.
- Deterioro o ejecución deficiente de los solapes transversales en faldones de gran longitud

Dentro de los cerramientos horizontales, además de las cubiertas, se pueden encontrar soleras, que son el punto de conexión entre el terreno y el edificio. A través de esta, se producen filtraciones debido a una ausencia de aislamiento e impermeabilización, apareciendo humedades, condensaciones y aumentando de esta forma la demanda del edificio.

1 CAUSAS

a TRANSMITANCIA TÉRMICA ELEVADA / PUENTES TERMICOS

- Ejecución incorrecta de los encuentros constructivos.
- Insuficiencia o ausencia de las capas aislantes en la composición de la cubierta.
- Insuficiencia o ausencia de las capas aislantes en la composición de la solera.
- Degradación de los materiales aislante, por diferentes causas. (Deterioro, humedades,...)

b MANTENIMIENTO, USO Y ANTIGÜEDAD

- Existencia de fisuras y grietas, por uso inapropiado de la cubierta.
- Deterioro del falso techo.
- Empleo de materiales poco experimentados en la ejecución de los cerramientos.
- Colonización de animales, aves y/o plantas.

c PRESENCIA DE CONDENSACIONES, HUMEDADES Y FILTRACIONES

- Existencia de moho y humedades en el falso techo.
- Existencia de agua en la cara interna de los cerramientos verticales por filtración de cubierta.
- Abombamiento de la capa interior (falso techo en caso de existir) por condensaciones.
- Falta de impermeabilización en la cubierta y en los diferentes encuentros.
- Filtraciones a través de la solera.
- Falta de ventilación de la cubierta.

d RADIACIÓN SOLAR

- Insolación excesiva de los cerramientos horizontales
- Color inapropiado de la cubierta, no siendo bioclimáticamente adecuado.
- Complejidad en el diseño de la geometría del edificio que suponga una excesiva superficie sometida a radiación solar. Defectos de compactidad.

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ☑ Superficie de radiación solar de la cubierta.
- ☑ Estimación de la cubierta mediante inspección in situ (espesores y fecha de construcción)
- ☑ Tipo de impermeabilización de encuentros (inspección visual)
- ☑ Revisión del estado de la cubierta.
- ☑ Revisión del estado de la solera.
- ☑ Supervisión de pavimentos deteriorados.
- ☑ Termografía para la determinación de puentes térmicos.
- ☑ Identificar la ubicación de grietas y fisuras para poder determinar la causa. (Esquemas de ubicación)
- ☑ Encuestar a los usuarios sobre la sensación de confort
- ☑ Año de construcción o reforma y normativa de referencia.

3 EFECTOS



CONFORT



EFICIENCIA



EMISIONES



USUARIOS

4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

5.2.5.	Adecuación de cerramiento para mejora del confort – Cubierta plana
5.2.6.	Adecuación de cerramiento para mejora del confort – Cubierta inclinada
5.2.7.	Disposición de aislamiento e impermeabilización en cerramiento horizontal plano
5.2.8.	Disposición de aislamiento e impermeabilización en cerramiento horizontal inclinado

CERRAMIENTO VERTICAL

El cerramiento de un edificio es la parte que nos separa del exterior, ejerciendo una función de protección contra los condicionantes exteriores, este elemento constructivo es el que en su mayoría nos va a determinar la demanda energética que va a tener el centro educativo y por consecuencia una de las características más importantes.

En Extremadura, se pueden encontrar diversos tipos de cerramientos verticales, dependiendo del periodo de construcción en que se ejecutó el centro educativo y de las exigencias normativas del momento, variando desde medio pie + cámara + tabique, hasta cerramientos más actuales que tengan algún tipo de aislamiento por alguna de sus caras. Ha de tenerse en cuenta que la fachada del edificio es la primera imagen que el centro educativo ofrece a los ciudadanos y ello implica que las medidas de rehabilitación que se tomen deberán ser realizadas con cautela.

Cuando hablamos de cerramientos verticales, es importante considerar, la orientación que van a tener estos dentro del edificio, dado que no tienen los mismos requerimientos las fachadas orientadas al norte que aquellas que se encuentran al oeste. Esto va a determinar las diferentes soluciones que se adopten.

Es importante señalar que en los cerramientos la mayoría de las patologías vienen dadas por:

- Ejecución: incorrecta ejecución, principalmente en los encuentros con otros elementos constructivos, dando lugar a problemas por puentes térmicos, condensaciones, humedades,... Hay que tener en cuenta que la continuidad de los elementos aislantes va a suponer una reducción de los problemas existentes en las fachadas.
- Diseño: no es una patología en sí, pero dependiendo de las características que posea la fachada (relación de número de huecos – cerramiento opaco), así como del propio edificio en su conjunto (compacidad), este tendrá mayor o menor demanda.

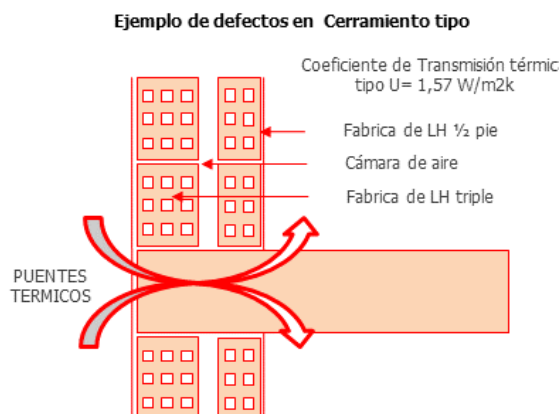
La ausencia, déficit o deterioro del aislamiento es uno de los elementos que más patologías nos pueden generar, existiendo una falta de resistencia térmica de los cerramientos, provocando un aumento la demanda del centro docente.

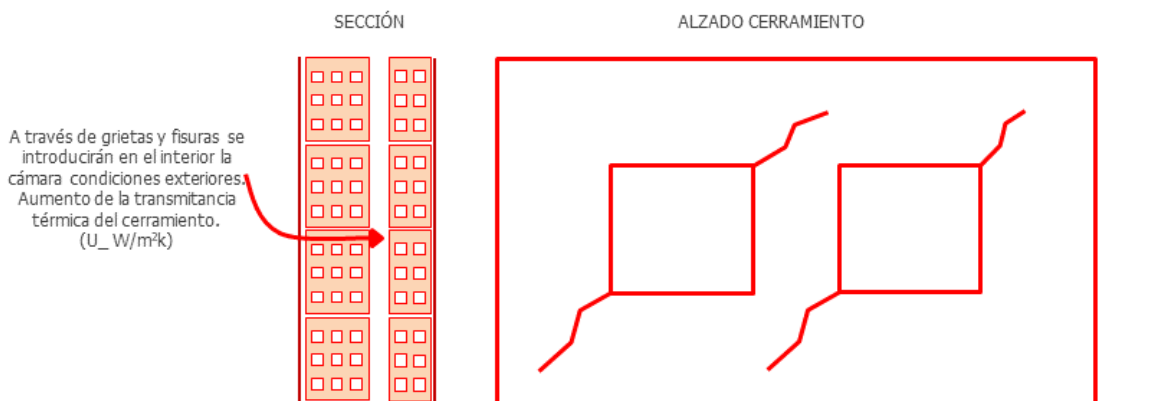
- Mantenimiento: La falta de mantenimiento es frecuentemente el origen de un número considerable de patologías.

Se pueden encontrar afecciones de forma puntual en los cerramientos como son grietas o fisuras que pueden producir un desequilibrio higratérmico del cerramiento, pudiendo provocar humedades y condensaciones. (Debido a la diferencia de temperatura y humedad entre exterior e interior).

Se han de distinguir entre dos tipos de afecciones:

- Grietas, que vienen generadas por problemas estructurales dañando al muro y afectando a todo el espesor del cerramiento.
- Fisuras, principalmente generadas por un deterioro producido por agentes atmosféricos, el paso del tiempo,... teniendo una consecuencia principalmente estética.





Dicha patología puede llegar a aumentar la transmitancia del cerramiento hasta un 70%

La ley 4/2019 de mejora de la eficiencia energética y mejora de las condiciones térmicas ambientales de los centros educativos de Extremadura, establece que se priorizarán las actuaciones con carácter bioclimático, ello indica que los trabajos de rehabilitación realizados en cerramientos, serán actuaciones de tipo pasivo, actuando sobre la demanda del centro y tendrán prioridad frente a otro tipo de actuaciones activas.

1 CAUSAS

a TRANSMITANCIA TÉRMICA ELEVADA / PUENTES TERMICOS

- Ejecución incorrecta de los encuentros constructivos.
- Insuficiencia o ausencia de las capas aislantes en la composición del cerramiento.
- Degradación de los materiales aislante, por diferentes causas. (Deterioro, humedades,...)

b MANTENIMIENTO Y ANTIGÜEDAD

- Existencia de fisuras y grietas.
- Desplomes por cargas estructurales.
- Empleo de materiales poco experimentados en la ejecución de los cerramientos.
- Fugas o entradas de aire no deseadas a través de los cerramientos.

c APARICIÓN DE CONDENSACIONES Y HUMEDADES EN LA CARA INTERIOR

- Desequilibrio higrotérmico en el muro (La temperatura en la cara del cerramiento es superior a la de rocío)
- Presencia de moho y humedades en los cerramientos.
- Presencia de agua en los cerramientos.
- Abombamiento de la capa exterior por condensaciones.
- Existencia de humedades por capilaridad del terreno.

d RADIACIÓN SOLAR

- Insolación excesiva de los cerramientos verticales.
- Color inapropiado de los cerramientos, no siendo bioclimáticamente adecuado.
- % en la relación entre huecos y cerramiento inadecuada.
- Complejidad en el diseño de la geometría del edificio que suponga una excesiva superficie sometida a radiación solar. Defectos de compactidad.
- Ausencia de protecciones solares.

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ☒ Definir las orientaciones de las fachadas.
- ☒ Superficie de paramento opaco en cada una de las orientaciones.
- ☒ Composición de los cerramientos (En caso de existir proyecto de ejecución)
- ☒ Estimación de los cerramientos (según espesores y fecha de construcción del centro)
- ☒ Revisión visual de condensaciones y humedades.
- ☒ Revisión visual de existencia de sales erosivas en los cerramientos.
- ☒ Revisión visual del estado de los cerramientos (Existencia de abombamientos y desconchones)
- ☒ Comprobar la existencia de elementos de protección. (Toldos, pergolas,...)
- ☒ Termografía para la determinación de puentes térmicos.
- ☒ Identificar la ubicación de grietas y fisuras para poder determinar la causa. (Esquemas de ubicación)
- ☒ Corroboración del mantenimiento de los cerramientos.
- ☒ Encuestar a los usuarios sobre la sensación de confort
- ☒ Año de construcción o reforma y normativa de referencia.

3 EFECTOS



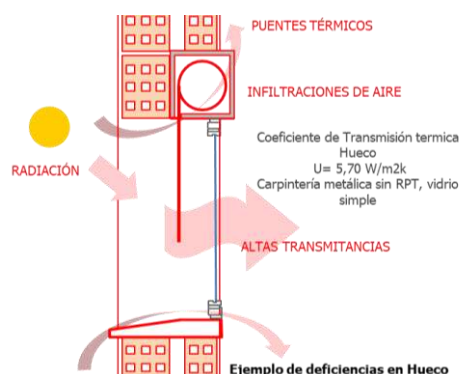
4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

5.2.1	Adecuación de cerramiento para mejora de confort - Reparación de fisuras y grietas cerramiento vertical
5.2.2.	Disposición de aislamiento por el exterior – Cerramiento vertical
5.2.3.	Disposición de aislamiento por el interior – Cerramiento vertical
5.2.4.	Insuflado de aislamiento por el interior – cerramiento vertical

VENTANAS, LUCERNARIOS Y PUERTAS

Ventanas, puertas y lucernarios son algunos de los elementos más débiles del aislamiento térmico de la envolvente de un edificio por el uso de materiales con características y propiedades de bajas prestaciones térmicas y por recurrir a configuraciones del conjunto formado por la carpintería y el vidrio que resultan muy ineficientes desde el punto de vista energético, especialmente en edificios proyectados antes de la entrada en vigor del código técnico de la edificación.

En estos elementos las deficiencias principalmente están relacionadas con valores elevados de transmitancia térmica, de absorptividad del marco o del factor solar del vidrio. Estas deficiencias son causantes de grandes pérdidas de calor en régimen de invierno y un exceso de ganancia energética en régimen de verano, que aumentan la demanda energética del edificio. Pueden precisar un consumo de energía adicional en aquellos centros que disponen de sistemas de calefacción o de climatización para poder mantener los niveles de confort térmico adecuados.



Además de la limitación de las prestaciones térmicas impuesta por los materiales utilizados, el sistema de apertura y cierre así como su estado de uso y mantenimiento, también juega un papel muy importante el aislamiento de los huecos practicables, llegando a condicionar la permeabilidad al aire.

En otras ocasiones es la ausencia de elementos adecuados para el control de la radiación solar la que supone una deficiencia energética y de confort. Por el contrario, en edificios que sí disponen de estos elementos, un uso de los mismos para evitar deslumbramientos y reflejos en las orientaciones más sensibles a la radiación directa puede reducir significativamente el aprovechamiento de la iluminación natural.

Las deficiencias en huecos acristalados, derivada en muchos casos de la propia obsolescencia del conjunto formado por carpintería y vidrio, son unas de las más comunes entre los centros docentes que forman parte de la red de centros de la Administración educativa, y son objeto de un elevado número de actuaciones de rehabilitación en los mismos.

1 CAUSAS

a TRANSMITANCIA TÉRMICA ELEVADA

- Carpintería metálica o poco aislante de elevada transmitancia térmica
- Vidrio simple de elevada transmitancia térmica y baja capacidad aislante
- Elevada permeabilidad al aire
- Sistema de apertura/cierre en mal estado que favorece infiltraciones de aire
- Cajón de persiana sin aislamiento térmico y/o deteriorado
- Obsolescencia o mal estado del conjunto carpintería + vidrio

b PÉRDIDAS POR INFILTRACIONES

- Sellado deficiente del hueco o falta de estanqueidad por deterioro o mala ejecución.
- Excesiva permeabilidad al aire de la carpintería
- Ausencia de dispositivo de retorno o automatización en acceso al edificio
- Acceso principal de centro escolar sin doble puerta o cortavientos
- Obsolescencia o mal estado del conjunto carpintería + vidrio

c APARACIÓN DE CONDENSACIONES Y HUMEDADES EN LA CARA INTERIOR

- Carpintería metálica sin rotura de puente térmico
- Vidrio simple sin cámara de aire
- Ventilación deficiente

d RADIACIÓN SOLAR

- Vidrio con elevado factor solar
- Color inapropiado del marco. Elevada absorptividad
- Superficie acristalada sin protección solar fija en orientación sur
- Protección solar exclusivamente interior
- Ausencia/deterioro de elementos de control de radiación en orientaciones distintas a la norte
- Deslumbramientos o reflejos molestos en aulas y laboratorios
- Huecos acristalados sin elementos de sombreado en aulas

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ☑ Definir las orientaciones de los huecos acristalados
- ☑ Medición de los huecos de ventana y puertas de acceso. Determinar superficies de marco y vidrio
- ☑ Determinar las características de vidrio (simple/ doble) y la cámara de aire
- ☑ Definir la tipología de la carpintería (material/ con o sin rotura de puente térmico)
- ☑ Revisión visual de posibles infiltraciones de aire a través de los marcos y presencia de condensaciones
- ☑ Revisión visual del estado y opacidad de los vidrios.
- ☑ Probar el funcionamiento de apertura/cierre de ventanas y puertas de acceso
- ☑ Inspeccionar características y estado del cajón de persiana y persiana
- ☑ Identificar las protecciones solares fijas y los elementos de control de la radiación solar
- ☑ Comprobar elementos de sombreado externos en el entorno e internos
- ☑ Encuestar a los usuarios sobre la sensación de confort
- ☑ Termografía para detectar posibles puentes térmicos en los huecos
- ☑ Año de construcción o reforma y normativa de referencia.

3 EFECTOS**4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS**

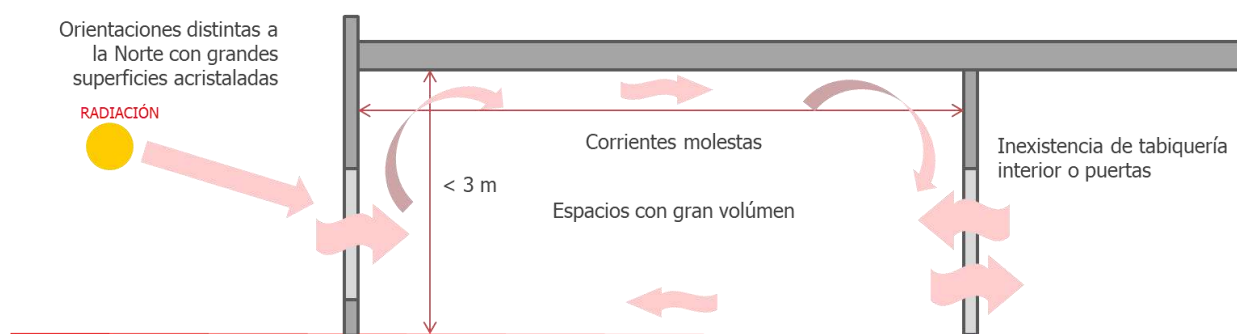
5.2.9.	Adecuación de huecos para mejora del confort – sellado de huecos
5.2.10.	Adecuación de huecos para mejora del confort – sustitución de vidrios
5.2.11.	Adecuación de huecos para mejora del confort – protección solar
5.2.12.	Renovación de huecos - sustitución de ventanas, lucernarios y puertas
5.2.13.	Renovación de huecos - doble ventana

ESPACIOS INTERIORES

La distribución de los espacios interiores de los centros docentes y su optimización juegan un papel fundamental no sólo desde el punto de vista de la eficiencia energética del edificio sino también de su funcionalidad.

Es recomendable que los centros escolares presenten un sistema modular y flexible. Pero en ocasiones sus espacios no están óptimamente dimensionados, con aulas con proporciones y volúmenes inadecuados. Las disfuncionalidades encontradas en este sentido principalmente son debidas a la existencia de espacios de gran volumen, con una compartimentación deficiente, y al uso de espacios de gran altura con techos elevados (especialmente en edificios de mayor antigüedad) que aumentan significativamente los volúmenes a acondicionar y pueden favorecer la estratificación del aire y la aparición de corrientes convectivas molestas. Además en espacios climatizados también puede originar un incremento significativo del consumo energético.

Otra consideración de diseño que afecta al confort interior es la orientación de las aulas. La distribución de aulas con orientaciones diferentes a la norte, la preferida para evitar deslumbramientos, y con superficies acristaladas que no disponen de protección para la radiación solar, pueden originar problemas de confort por una radiación excesiva y molestias por deslumbramiento.



1 CAUSAS

a ESTRATIFICACIÓN DEL AIRE Y CORRIENTES MOLESTAS

- Espacios con gran volumen
- Ausencia de particiones interiores y/o puertas (mala compartimentación)
- Techos elevados
- Deficiencias en la ventilación

b CLIMATIZACIÓN DEFICIENTE

- Espacios de gran volumen
- Ausencia de particiones interiores y/o puertas
- Techos elevados
- Desequilibrio de temperatura entre zonas
- La instalación de calefacción no cubre todas las zonas
- Los espacios calefactados y no calefactados no están zonificados
- La instalación de calefacción no cubre las necesidades de las zonas
- La zona no se adecúa a su uso actual: orientación, superficie, uso

c EXCESO DE RADIACIÓN Y/O DESLUMBRAMIENTO

- Orientación inadecuada de las aulas
- Grandes superficies acristaladas

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ☑ Revisión de la distribución de usos, atendiendo a su orientación y proporciones
- ☑ Medición de las alturas de los techos
- ☑ Revisión de las posibles corrientes molestas en los espacios de mayor volumen
- ☑ Revisión de los posibles deslumbramientos en aulas
- ☑ Comprobar la zonificación de los sistemas de climatización
- ☑ Identificar las protecciones solares fijas y los elementos de control de la radiación solar
- ☑ Comprobar elementos de sombreado externos en el entorno e internos
- ☑ Encuestar a los usuarios sobre la sensación de confort

3 EFECTOS



CONFORT



EFICIENCIA



EMISIONES



USUARIOS

4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

5.2.14.	Redistribución interior de espacios



4.3. Instalaciones

INSTALACIONES

4.3.1

VENTILACIÓN

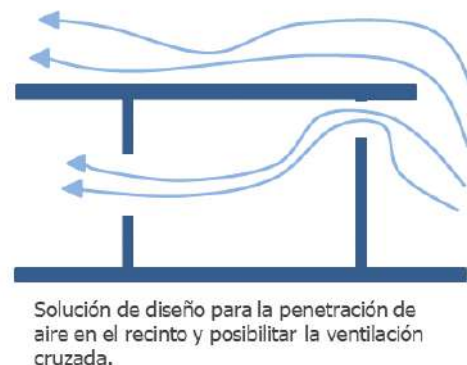
La ventilación dentro de los centros docentes es un aspecto a tener en cuenta para lograr una calidad del aire dentro de las aulas que permita el correcto desarrollo de la actividad de alumnos y profesores.

En la actualidad debido al periodo de construcción en que se desarrollaron la mayoría de los centros docentes en Extremadura, se puede observar que una de las ausencias más destacables es la de este tipo de sistemas.

A través de la ventilación o renovación de aire en las aulas de los centros docentes se evita que la cantidad de CO₂ que se genera en estos espacios, supere los máximos admisibles.

La Normativa actual para sistemas de ventilación, el “*Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios*” (RITE), establece en función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior que se debe alcanzar y el nivel de filtración necesario para el aire exterior.

El objetivo de los sistemas de ventilación es que el aire que se introduce en los recintos de los edificios sujetos a su cumplimiento se encuentre exento de partículas contaminantes y se eliminen las que se producen en el interior. La ausencia de estos sistemas afecta al confort acústico por la necesidad de abrir las ventanas para garantizar la ventilación.



Sin embargo, aunque la instalación de sistemas de ventilación no ha supuesto una prioridad en las rehabilitaciones realizadas hasta la fecha, deben ser sistemas a tener en cuenta dentro de la rehabilitación energética de los centros educativos.

Como medidas preventivas para centros que no disponen de estos sistemas se pueden plantear diferentes hábitos para ventilar los espacios, como son la ventilación cruzada o ventilación nocturna para la disipación del calor acumulado en los cerramientos durante el día,... Sin embargo, estas medidas son soluciones puntuales que no permiten una ventilación controlada.

Existen soluciones intermedias entre la disposición de sistemas completos de ventilación, o la simple disposición de ventilación natural de las aulas. Para ello se pueden disponer sistemas de ventilación de flujo simple donde se produce una admisión de aire de forma natural a través de los huecos existentes en los recintos, mientras que la extracción se realiza de forma forzada.

La falta de ventilación puede generar tres tipos de problemáticas:

- Ambientales: Son aquellas relacionadas con el confort de los usuarios, aumento de los contagios, rendimiento deficitario por parte de los alumnos...
- Constructivas: Aparición de humedades, moho, condensaciones, y como consecuencia un deterioro más rápido de los materiales constructivos que conforman el edificio.
- Energéticas: La falta de ventilación puede producir aumento de la carga térmica del edificio aumentando la demanda y el consumo, en el caso de edificios climatizados.

En caso que existan sistemas de ventilación dentro del centro, debe haber independencia entre la ventilación de los locales con diferentes categorías de calidad de aire.

1 CAUSAS

a AMBIENTALES Y DE DISEÑO

- Incorrecto diseño de huecos para que se produzca una correcta ventilación cruzada.
- Exceso de ocupantes. Llevando al aumento caudales de ventilación.
- Exceso de concentración de partículas de CO₂. Ventilación deficiente para la actividad que se desarrolla en edificio o local.
- Inexistencia de huecos de ventilación en el recinto.
- Huecos deficitarios, superficie insuficiente de intercambio.
- Existencia de corrientes de aire molestas. Superiores a los valores establecidos según normativa.

b DISEÑO DE LOS SISTEMAS

- Incorrecto diseño de la distribución de la ventilación dentro de los recintos.
- Dimensionado deficitario en elementos de impulsión y extracción.
- Insuficiente caudal de ventilación.
- Inexistencia de sistemas de control.
- Consideración errónea del ambiente exterior, y por tanto déficit en la filtración del aire.
- Inexistencia de recuperadores, en caso de ser equipos diseñados para edificios nuevos y con caudal suficiente para su disposición.
- Incorrecta disposición de las tomas de descarga y admisión de aire.
- Pudiendo provocar by-pass entre la entrada y salida.
- Impulsión y extracción de aire incorrectamente ubicada.
- Existencia de problemas de sobrepresión o depresión entre la impulsión y el retorno. (Descompensación del sistema de distribución)

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ☑ Comprobación del número de huecos existentes. (Medida y distribución de cada hueco)
- ☑ Distribución de huecos en lados contrarios de un recinto. (Corroboración de la ventilación cruzada)
- ☑ Relación existente entre superficie de hueco y superficie útil.
- ☑ Existencia de condensaciones provocadas por incorrecta ventilación de los recintos.
- ☑ Marcado de zonas donde exista moho. Toma de datos sobre las diferentes humedades.
- ☑ Realizar mediciones de niveles de CO₂ en los diferentes recintos ocupados del centro docente.
- ☑ En caso de existencia de equipo de ventilación. Estado y composición del mismo.
- ☑ Correcta ubicación de equipo de ventilación para su mantenimiento.
- ☑ Medida de caudales, temperatura y humedad de entrada y salida de aire, en las tomas exteriores.
- ☑ Corroborar el estado y ubicación de la toma y descarga de aire exterior.
- ☑ Medida de la velocidad, temperatura y humedad de la toma de impulsión de aire en la difusión.
- ☑ Revisión de los sistemas de distribución de aire para corroborar el equilibrado de los conductos.
- ☑ Registro de la ubicación tanto de la impulsión como extracción de aire.

3 EFECTOS

4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

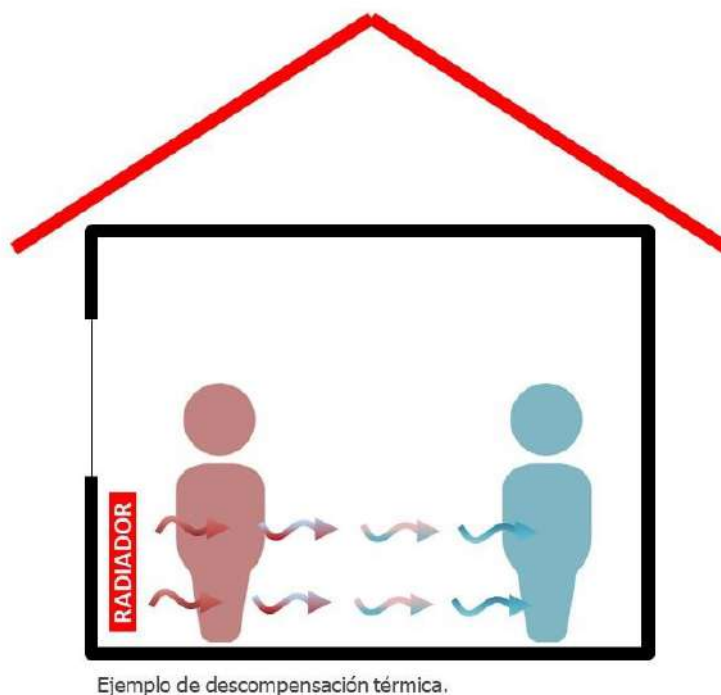
5.3.1.	Instalación de ventilador/es de techo
5.3.2.	Sistema de ventilación mecánica controlada simple (V.M.C.S.)
5.3.3.	Sistema de ventilación híbrida (V.H.)
5.3.4.	Sistema de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D.)
5.3.5.	Recuperador entálpico
5.3.6.	Free-cooling

CALEFACCIÓN – A.C.S

La climatización existente en la mayoría en los centros docentes de Extremadura, se encuentra destinada a calefacción. Esto se debe a que el uso de este tipo de edificaciones está vinculado al calendario escolar, no registrándose uso significativo en los meses de verano.

Debido a la tipología empleada, las unidades de producción con frecuencia son utilizadas tanto para calefacción como para A.C.S, en el caso que sea necesaria.

Dentro de estos sistemas se pueden clasificar tres posibles ubicaciones, donde se pueden encontrar las patologías: Unidades de producción, sistema de distribución y unidades terminales.



- Unidades de producción: Lo más estandarizado es la disposición de calderas convencionales de gasóleo (las más antiguas) o de gas natural (las más actuales).

La patología principal relacionada con la unidad de producción será la insuficiente potencia térmica por parte de ésta, pudiendo ser causada por: aumento de cargas, redistribución de los diferentes usos del centro sin tener en cuenta el sistema de calefacción,...

También son habituales el sobredimensionamiento de la caldera y el uso equipos que se encuentran obsoletos o deteriorados por problemas de corrosión generados por el tipo de materiales empleados y por las condensaciones.

Otro de los puntos débiles de las unidades de producción son los quemadores, equipos que requieren un mantenimiento periódico para evitar que se produzcan consumos excesivos.

- Sistemas de distribución: Es importante tener en cuenta que, dentro de una instalación de calefacción, deberán evaluarse todos los equipos necesarios para que se produzca su correcta distribución: tuberías, bombas, aislamientos, termostatos, válvulas,...

Son destacables en estos sistemas las carencias de algunos de los elementos que componen el esquema de principio, existiendo escasez de circuitos y/o una distribución deficiente, además de carecer en muchos de los casos de aislamiento y sistema de regulación – control. En caso de que exista este último, suele estar obsoleto y sin registro de datos.

Esta incorrecta o inexistente zonificación de los circuitos dentro de los sistemas puede llevar a problemas de descompensación térmica en las diferentes estancias, encontrando unas que se hallen muy frías y otras sobrecalentadas; esto puede llevar a la existencia de condensaciones dentro de los locales y sobre todo da lugar a una insatisfacción térmica por parte de los usuarios.

- Unidades terminales: Debido a la tipología de sistemas agua-agua, normalmente dichas

unidades suelen ser radiadores, los cuales pueden encontrarse en un estado precario, estando inactivos, deteriorados, o mal dimensionados, no teniendo el número de elementos necesarios en su composición. La ausencia de termostatos en estos equipos suele dar problemas de confort a los usuarios que se encuentren más cerca de los equipos.

Además a los problemas relacionados con cada una de las partes que componen el sistema de calefacción, se une la falta de mantenimiento en este tipo de instalaciones.

1 CAUSAS

a UNIDAD DE PRODUCCIÓN

- Potencia elevada (sobredimensionamiento) o deficitaria de la unidad de producción.
- Estado deficiente de la unidad de producción.
- Consumo excesivo de energía, equipo ineficiente, mala combustión .
- Desajuste de la unidad de producción respecto del uso real del edificio.
- Diametro inapropiado de la extracción de gases de la caldera.
- Falta de mantenimiento de la unidad de producción.
- Falta de mantenimiento del quemador.

c SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

- Número insuficiente de circuitos.
- Material de distribución inapropiado.
- Tamaño inadecuado de la red de tuberías.
- Tamaño inadecuado del colector.
- Avanzado deterioro de las bombas de distribución.
- Insuficiente número de bombas de distribución.
- Inadecuada potencia de las bombas de distribución.
- Distribución deficiente de la red de tuberías.
- Aislamiento inexistente o insuficiente en la red de tuberías.
- Carencias de valvulería en la red de distribución.
- Existencia de perdidas de agua en la red.
- Sistema de control y regulación inexistente o deficiente
- Inadecuado dimensionado del depósito de acumulación para el A.C.S.
- Inadecuado dimensionado del vaso de expansión.
- Falta de mantenimiento de la red de distribución.
- Inexistencia de purgadores.

c UNIDADES TERMINALES

- Número insuficiente de unidades
- Número inadecuado de elementos en el radiador.
- Obstaculización de radiadores con mobiliario del aula.
- Falta de mantenimiento de las unidades terminales.
- Deterioro de valvulería, cabezales termostáticos, llaves y detentores.

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ☒ Potencia y estado de la ventilación de la caldera existente.
- ☒ Estado y características de los elementos que componen la sala de máquinas. (potencias ≥ 70 kW)
- ☒ Estado y características de la caldera existente.
- ☒ Revisión de las temperaturas del fluido tanto en la impulsión como retorno.
- ☒ Estado del quemador de la caldera.
- ☒ Realización de esquema de principio con los elementos que componen la instalación.
- ☒ Número de bombas de distribución y estado en el que se encuentran.
- ☒ Disposición de la valvulería. (Termómetro, manómetro, válvulas 3 vías,...)
- ☒ Recorrido de la red de tuberías.
- ☒ Estado del colector y de la red de tuberías. (Corroborar el diámetro existente)
- ☒ Contabilización del número de circuitos existente.
- ☒ Disposición de las unidades terminales dentro del recinto.
- ☒ Número de elementos que componen cada una de las unidades terminales.
- ☒ Capacidad del depósito de A.C.S. (en caso de existir) y temperatura de la acumulación.
- ☒ Comprobación del estado de las coquillas de aislamiento de la red de distribución.
- ☒ Medición y valoración del consumo eléctrico de las bombas de circulación

3 EFECTOS



CONFORT



EFICIENCIA



EMISIONES



USUARIOS

4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

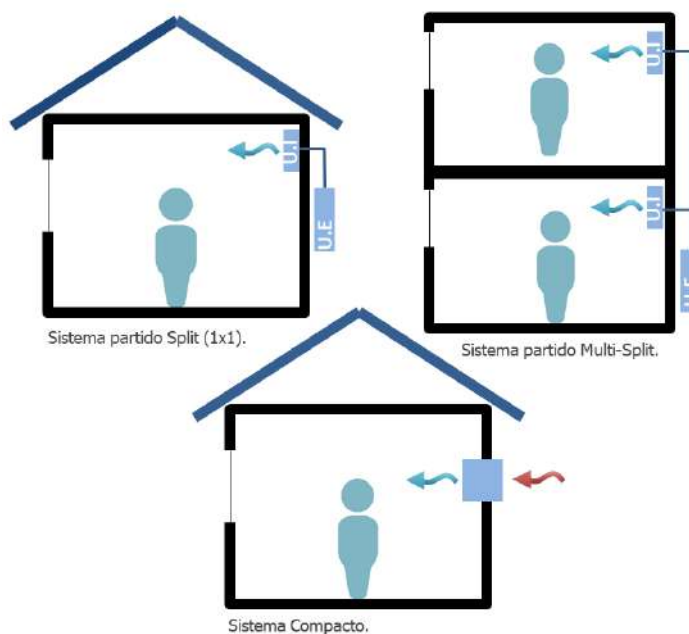
5.3.7.	Reparación y puesta en marcha de la instalación actual
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.9.	Control de la instalación de calefacción
5.3.10.	Instalación de radiadores y valvulería
5.3.11.	Instalación de biomasa
5.3.12.	Instalación de geotermia
5.3.13.	Instalación de aerotermia
5.3.14.	Instalación solar térmica
5.3.15.	Bomba de calor convencional. (Split frío/calor)
5.3.16.	Calderas de alta eficiencia

REFRIGERACIÓN

Este tipo de sistemas es menos común debido al periodo de utilización de los centros docentes. Sin embargo, debido a los efectos del cambio climático que se han venido sufriendo en las últimas décadas, se revela que cada vez se producen más anomalías cálidas, tanto en frecuencia como en intensidad. Esto conlleva que los inviernos son más cortos, y los veranos más largos, afectando el calor de forma más incidente tanto al inicio como al final del curso escolar.

Debido a este cambio se plantea como una posible patología la ausencia de sistema si, realizando medidas de adecuación bioclimáticas (aislamiento, cambio de ventanas,...), las condiciones de confort higrotérmicas son inalcanzables. En este caso se deberá evaluar como actuación complementaria la disposición de un sistema de refrigeración.

Es apreciable que, en algunos centros docentes, destinados principalmente al primer ciclo de educación infantil (0-3 años), o en diversos recintos tales como bibliotecas, salas de estudio,... de otras categorías de centros, se han dispuesto equipos de refrigeración.



Clasificándose los sistemas de refrigeración en diferentes categorías, siendo lo más habitual los sistemas aire-aire solo frío o frío-calor (con bomba de calor).

- Sistema partido: Las unidades exteriores (U.E.) (condensadora) e interiores (U.I.) (evaporadora) se encuentran separadas, realizándose la unión de ambas mediante tuberías de refrigerante.

Dentro de los equipos partidos se pueden distinguir sistemas 1x1 (Split) o multi-split, dependiendo del número de unidades interiores que dependan de la unidad exterior.

En los centros docentes lo más común es la instalación de sistemas 1x1 con U.I. tipo Split aunque también se podrán encontrar casos con U.I. de conductos.

La problemática que presentan este tipo de sistemas es variada, pudiendo destacar la falta de gas, suponiendo un alto coste en el mantenimiento del equipo, problemas con el compresor, conexiones eléctricas inadecuadas, protector térmico del equipo inadecuado, termostato defectuoso, ...

- Sistema compacto: Las dos unidades, tanto exterior como interior van unidas en un mismo equipo. Estos sistemas son menos corrientes debido a la poca versatilidad que tienen en su colocación.

Es destacable al igual que en otros sistemas de climatización la falta de mantenimiento por parte de personal cualificado, siendo este uno de los principales problemas.

1 CAUSAS

- Inexistencia de sistema de refrigeración, cuando no se cumplen las condiciones de confort higrotermico dentro del centro, habiéndose tomado previamente medidas bioclimáticas.

a UNIDAD CONDENSADORA Y EVAPORADORA

- Potencia deficiente del sistema.
- Potencia deficiente de la unidad exterior, no alcanzando la potencia demandada por las unidades interiores.
- Incorrecta ubicación de diferentes unidades exteriores (en caso de existir más de un sistema), expulsando el aire incorrectamente entre ellas.
- Conexión eléctrico inadecuado.
- Problemas eléctricos o rotura del compresor.
- Ubicación deficiente de la unidad exterior no permitiendo su correcto intercambio aire-aire.
- Ubicación errónea de las unidades no permitiendo su correcto mantenimiento.
- Inadecuada selección de equipo para las condiciones climáticas de Extremadura y por tanto sobrecalentamiento de la U.E, por elevadas temperaturas exteriores.

c SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN (TUBERÍAS REFRIGERANTE) Y REGULACIÓN

- Inexistencia o déficit de gas en el sistema de distribución.
- Gas obsoleto en el sistema de distribución R22.
- Tamaño inadecuado de la red de distribución.
- Errores en el termostato.
- Longitud excesiva entre la unidad exterior e interior.
- Inexistencia de aislamiento o aislamiento insuficiente en las tuberías de distribución.

c SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN (CONDUCTOS) Y DIFUSIÓN

- Disposición de conductos de chapa generando problemas de ruido dentro de las aulas.
- Diseño inadecuado de la red de distribución.
- Obstaculización de la red de conductos con elementos constructivos.
- Tamaño insuficiente de la difusión generando problemas de ruido y turbulencias.
- Colocación incorrecta de los puntos de impulsión y retorno provocando by-pass.
- Número de puntos de difusión insuficientes.
- Inexistencia de retorno.
- Estratificación del aire

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ☑ Existencia o no de sistema de refrigeración. (Tipología)
- ☑ Ubicación de las unidades (U.E y U.I). Registro de los locales a los que afectan.
- ☑ Comprobación de los espacios libres para mantenimiento de los equipos.
- ☑ Presión del refrigerante de la red de distribución.
- ☑ Medida de velocidad y temperatura a la salida de la difusión.
- ☑ Medida de la longitud entre unidad interior y exterior.
- ☑ Recorrido de la red de tuberías y comprobación del aislamiento.
- ☑ Recorrido de la red de conductos.
- ☑ Comprobación visual de la ubicación tanto de tomas de difusión como retorno.
- ☑ Comprobación y estudio de estratificación del aire.

3 EFECTOS



4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

5.3.17.	Instalación de nebulización
5.3.18.	Equipo partido de expansión directa tipo split (solo frío)
5.3.19.	Enfriamiento evaporativo
5.3.20.	Frío por absorción
5.3.21.	Control de instalación de climatización

INSTALACIONES

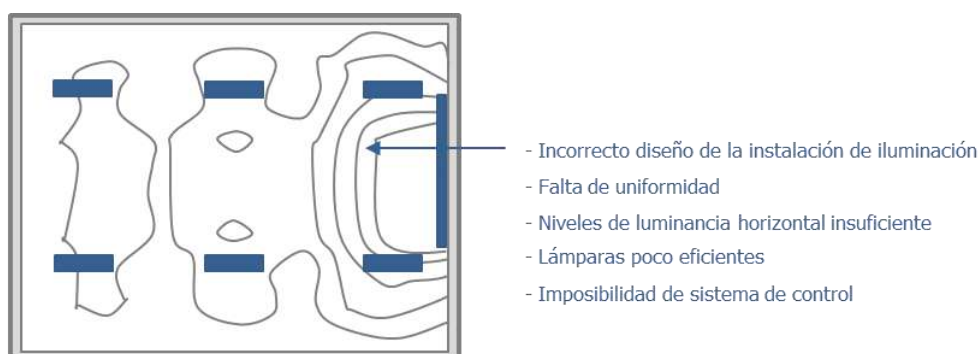
4.3.4

ILUMINACIÓN

Las instalaciones de iluminación de los centros docentes tienen un papel fundamental no sólo en el confort interior lumínico sino también en el consumo energético total del edificio. Por ello, sus diferentes disfuncionalidades afectan de manera importante al correcto desarrollo de la actividad docente y a la eficiencia energética de los edificios educativos.

En relación al confort lumínico, la problemática encontrada está relacionada con niveles de iluminación inadecuados, por lo general con niveles de iluminancia media horizontal insuficiente o excesiva, reflejos o deslumbramientos, falta de uniformidad y/o falta de iluminación natural. Todo esto puede venir provocado por luminarias mal ubicadas o deficientemente apantalladas, lámparas de temperatura de color y potencia inadecuada o por una mala distribución de los emisores de luz tanto naturales como artificiales.

Desde el punto de vista energético y medioambiental, las deficiencias se asocian a la existencia de tecnologías de iluminación obsoletas e ineficientes, a un deficiente mantenimiento, al incorrecto diseño de la instalación y/o la ausencia de mecanismo de control. Todo ello, unido al peso específico del consumo de iluminación con respecto al consumo energético total del edificio, hacen que la mejora de estas instalaciones aproveche un gran potencial de ahorros energéticos.



Ejemplo de deficiencias de iluminación aulas o zonas de lectura

1 CAUSAS

a DISCONFORT LUMÍNICO

- Niveles de iluminancia media horizontal insuficiente
- Niveles de iluminación inadecuados, iluminación excesiva en aulas
- Ausencia o mal aprovechamiento de la iluminación natural
- Falta de uniformidad / Deficiente distribución de los emisores de luz naturales/artificiales
- Luminarias deficientemente apantalladas
- Lámparas de temperatura de color y/o potencia inadecuada

b INEFICIENCIA DE LA ILUMINACIÓN

- Obsolescencia de las luminarias
- Lámparas ineficientes: incandescentes, fluorescentes tubulares T12, etc.
- Ausencia de control de iluminación

- La instalación de iluminación no permite su correcto control
- Los sistemas de iluminación están encendido más tiempo de lo que es necesario
- Ausencia de sensores lumínicos
- Mantenimiento deficiente: Luminarias sucias y deterioradas. Luminarias que han superado su vida útil

2 COMPROBACIONES IN SITU

- ☑ Analizar las luminarias instaladas: tipo, número, potencia, temperatura y ubicación
- ☑ Determinar la potencia total instalada
- ☑ Definir el sistema de control de iluminación
- ☑ Medición de los parámetros de calidad lumínica existente en los diferentes espacios del centro
- ☑ Revisión visual del estado y mantenimiento de la instalación
- ☑ Revisión visual de la limpieza de las lámparas
- ☑ Probar el funcionamiento de las luminarias
- ☑ Encuestar a los usuarios sobre la sensación de confort
- ☑ Año de construcción o reforma y normativa de referencia

3 EFECTOS



CONFORT



EFICIENCIA



EMISIONES



USUARIOS

4 ACTUACIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

5.3.22.	Optimización de la luz natural
5.3.23.	Sustitución por tecnología eficiente (LEDS)
5.3.24.	Control de instalación de iluminación

5. ACTUACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES BIOCLIMÁTICAS Y SOSTENIBLES.

A continuación, se presenta el cuadro resumen indexado que enumera las fichas de actuaciones energéticamente eficientes, bioclimáticas y sostenibles que se incluyen en este capítulo, atendiendo al esquema de colores correspondiente a las tres grandes clasificaciones establecidas: entorno, edificio e instalaciones.

5.1 ENTORNO		
EXTERIOR	5.1.1	ADECUACIÓN DEL ENTORNO PARA EL CONFORT – PROTECCIÓN SOLAR
5.2 EDIFICIO		
ENVOLVENTE	CERRAMIENTO	5.2.1. ADECUACIÓN DE CERRAMIENTO PARA MEJORA DEL CONFORT– REPARACIÓN FISURAS Y GRIETAS CERRAMIENTO VERTICAL
		5.2.2. DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR – CERRAMIENTO VERTICAL
		5.2.3. DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO POR EL INTERIOR – CERRAMIENTO VERTICAL
		5.2.4. INSUFLADO DE AISLAMIENTO. CERRAMIENTO VERTICAL
		5.2.5. ADECUACIÓN DE CERRAMIENTO PARA MEJORA DEL CONFORT– CUBIERTA PLANA
		5.2.6. ADECUACIÓN DE CERRAMIENTO PARA MEJORA DEL CONFORT– CUBIERTA INCLINADA
		5.2.7. DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN – EN CERRAMIENTO HORIZONTAL PLANO
		5.2.8. DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN – EN CERRAMIENTO HORIZONTAL INCLINADO
	HUECOS	5.2.9. ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT – SELLADO DE HUECOS
		5.2.10. ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT – SUSTITUCIÓN DE VIDRIOS
		5.2.11. ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT – PROTECCIÓN SOLAR
		5.2.12. RENOVACIÓN DE HUECOS - SUSTITUCIÓN DE VENTANAS, LUCERNARIOS Y PUERTAS
		5.2.13. RENOVACIÓN DE HUECOS - DOBLE VENTANA
INTERIOR	ESPACIOS INTERIORES	5.2.14. REDISTRIBUCIÓN INTERIOR DE ESPACIOS

5.3 INSTALACIONES		
VENTILACIÓN		5.3.1 INSTALACIÓN DE VENTILADOR/ES DE TECHO
		5.3.2 SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA SIMPLE (V.M.C.S.)
		5.3.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN HÍBRIDA (V.H.)
		5.3.4 SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA DOBLE (V.M.C.D.)
		5.3.5 RECUPERADOR ENTÁLPICO
		5.3.6 FREE – COOLING
CALEFACCIÓN-ACS	ADECUACIÓN	5.3.7 REPARACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN ACTUAL
		5.3.8 MEJORA DE AISLAMIENTO DE TUBERÍAS
		5.3.9 CONTROL DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN
		5.3.10 INSTALACIÓN DE RADIADORES Y VALVULERÍA
	RENOVABLES	5.3.11 INSTALACIÓN DE BIOMASA
		5.3.12 INSTALACIÓN DE GEOTERMIA
		5.3.13 INSTALACIÓN DE AEROTERMIA
		5.3.14 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA
	CONVENCIONALES	5.3.15 BOMBA DE CALOR CONVENCIONAL (SPLIT FRÍO/CALOR)
		5.3.16 CALDERAS DE ALTA EFICIENCIA
REFRIGERACIÓN		5.3.17 INSTALACIÓN DE NEBULIZACIÓN
		5.3.18 EQUIPO PARTIDO DE EXPANSIÓN DIRECTA TIPO SPLIT (SOLO FRÍO)
		5.3.19 ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO
		5.3.20 FRÍO POR ABSORCIÓN
		5.3.21 CONTROL DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN
ILUMINACIÓN		5.3.22 OPTIMIZACIÓN DE LA LUZ NATURAL
		5.3.23 SUSTITUCIÓN POR TECNOLOGÍA EFICIENTE (LEDs)
		5.3.24 CONTROL DE INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN
OTRAS		5.3.25 SENSIBILIZACIÓN EN EL USO ADECUADO
		5.3.26 OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA
	RENOVABLES	5.3.27 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO



5.1. Espacios exteriores y entorno

ENTORNO

EXTERIOR

5.1.1

ADECUACIÓN DEL ENTORNO PARA EL CONFORT –
PROTECCIÓN SOLAR

Propuestas para la adecuación del entorno del edificio con el objetivo de limitar las ganancias térmicas debidas al exceso de radiación térmica sobre el edificio. Estas medidas consisten principalmente en la disposición de elementos de protección solar en el exterior del edificio, como pueden ser toldos, porches, pérgolas y/o vegetación, además de contemplar el tratamiento de los solados exteriores.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.1.1. Solados y elementos exteriores

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

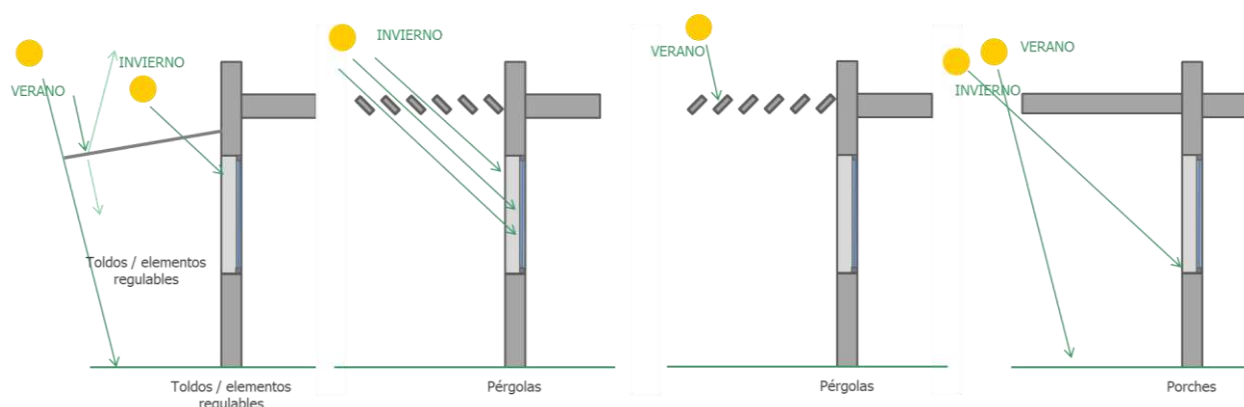
- ☒ Compatible usuarios
- ☒ Comunicación previa
- ☒ Implantación fases
- ☐ Licencia de obras
- ☒ Mantenimiento adicional
- ☐ Legalización

Durabilidad Complejidad Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Las actuaciones de protección solar por el exterior permiten reducir considerablemente la demanda de refrigeración en épocas estivales. Estas medidas no sólo reducen la radiación solar que incide sobre los huecos acristalados sino que también pueden mejorar el comportamiento térmico de otros elementos de la envolvente como pueden ser los cerramientos verticales o incluso cubiertas.

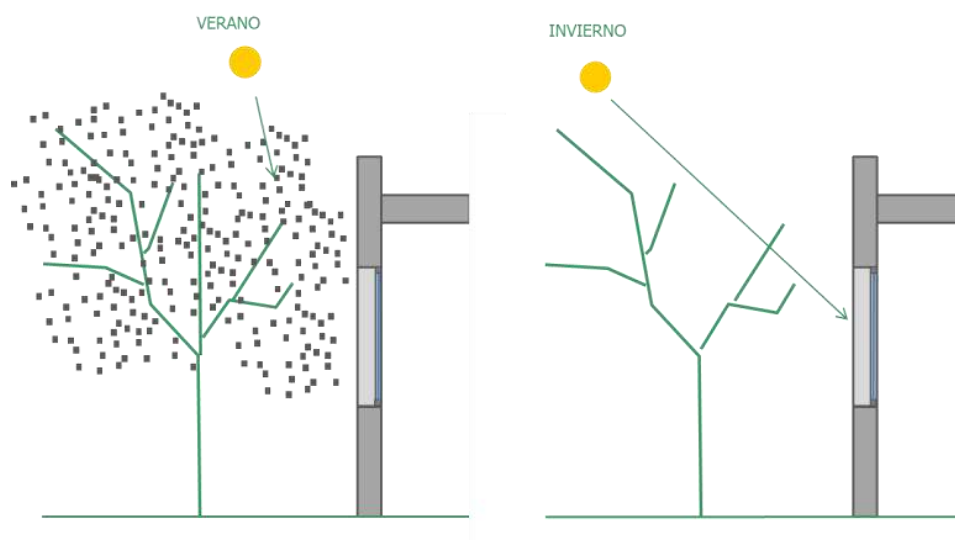
Las soluciones de adecuación exterior comprenden la utilización de sistemas de protección solar ligeros y regulables, como pueden ser toldos, pero también la inclusión de espacios de sombra adosados al edificio existente como pueden ser porches y/o pérgolas, generando no solo sombras sobre el edificio sino también espacios de transición entre el interior y exterior. Otro elemento de control solar puede ser la utilización de arbolado de hoja caduca permitiendo la reducción de radiación solar en verano y ganancias térmicas en invierno. A continuación se detallan las diferentes soluciones:



■ Toldos / elementos regulables. Los toldos de fachada, formados por material/tejido, se sitúan en el exterior del edificio extendiéndose en un plano horizontal, inclinado o vertical. Pueden ser fijos o regulables por enrollamiento o por plegado de la tela. Estos elementos proporcionan una protección eficaz contra el calor sin oscurecer totalmente el interior del edificio, permitiendo además su regulación en función de las horas del día o de la época del año, permitiendo las ganancias térmicas en invierno.

■ Pérgolas. Las pérgolas son sistemas guiados de lona móvil retráctil guiada. El sistema puede apoyarse en la fachada o ser autoportante. Se pueden utilizar diferentes tejidos, vegetación o simplemente lamas regulables.

■ Porches. Los porches permiten la protección solar de las fachadas a las que se anexan creando unos espacios de transición entre el interior y el exterior del edificio. Al ser un elemento fijo, no se permite su regulación, oscureciendo notablemente los espacios interiores a los que protege.



■ Arbolado. Vegetación. Esta medida consiste en la utilización de arbolado como protección solar. La vegetación caduca permite el sombreamiento en verano y las ganancias térmicas en invierno.

■ Además de las medidas anteriormente descritas, cuando se actúe en el entorno se debe tener en cuenta la adecuación de los solados exteriores perimetrales al edificio, con la utilización de materiales y colores que no absorban la radiación solar.

5 REQUISITOS PREVIOS

☑ La posición del edificio en la parcela debe permitir la inclusión de elementos de protección exterior

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

■ Se recomienda el uso de textiles de colores claros, limitando la absorción solar, y la utilización de tejidos micro-perforados.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

■ Los toldos o elementos regulables se deberán recoger en caso de lluvia, viento o nieve, y durante el periodo de invierno.

■ Los toldos enrollables no deben recogerse cuando estén mojados.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.11.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Protección solar
---------	---

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.11.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Protección solar
---------	---



5.2. Edificio

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

CERRAMIENTO

5.2. 1

ADECUACIÓN DE CERRAMIENTO PARA MEJORA DEL CONFORT – REPARACIÓN DE FISURAS Y GRIETAS CERRAMIENTO VERTICAL

Reparación de puntos débiles dentro de la envolvente vertical del centro docente, corrigiendo las patologías existentes, de forma puntual, en cerramientos, tales como grietas, fisuras y corrección de encuentros entre voladizos, porches, ...

De esta forma se protegen los componentes del cerramiento evitando su deterioro prematuro, se asegura su comportamiento funcional y se mitigan molestias que afectan al confort ambiental.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.2. Cerramiento Vertical

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios
- ☒ Comunicación previa
- ☒ Implantación fases
- ☐ Licencia de obras
- ☒ Mantenimiento adicional
- ☐ Legalización

- Durabilidad
- Complejidad
- Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Antes de proceder con la adecuación, se debe determinar si se va a actuar sobre una grieta o fisura, para posteriormente corroborar si sigue viva. Para ello se medirá la grieta, y después se dispondrán una serie de testigos esperando un tiempo prudencial, determinando el estado de la misma.

Si la grieta sigue viva, se debe actuar previamente sobre la causa que la genera, y si, por el contrario, esta no sigue creciendo, se podrá actuar sobre ella solucionando la patología.

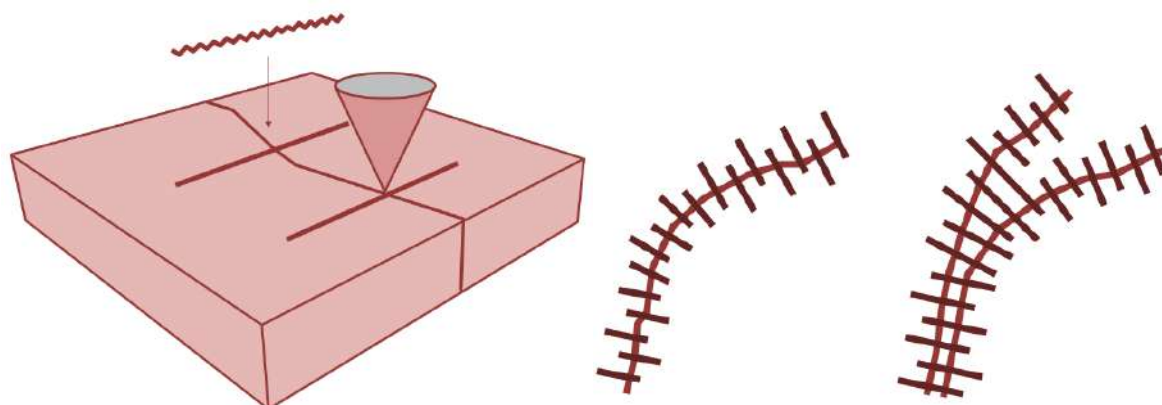
Actuaciones a tener en cuenta:

A través de las grietas, se podrán introducir dentro de la cámara de aire condiciones exteriores de temperatura y humedad, estancándose en el interior y pudiendo producir condensaciones y humedades.

Previamente a cualquier tipo de actuación, se debe proceder a la limpieza (tanto de forma manual como mecánica) de la zona donde se ubica la patología.

■ Grietas de mayor envergadura: Se plantea la reparación disponiendo grapas que coserán las grietas transversalmente. Estas serán recibidas con un mortero reforzado con fibras que le darán alta resistencia mecánica. Posteriormente se procederá al recubrimiento de la grapa con mortero para el sellado de la grieta.

■ Grietas de menor tamaño o fisuras: Se realizará mediante la inyección de mortero, esta solución se ejecutará con jeringas o mediante la apertura de pequeños orificios, desde donde se dispondrán unas boquillas y a través de ellas se inyectará mortero. El material deberá ser suficientemente fluido, teniendo un componente expansivo y además la adición de resinas epoxi que mejorarán la adherencia.



Cosido de grieta con grapa.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Existencia de grietas o fisuras estabilizadas en los cerramientos.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- La reparación de grietas y fisuras, no elimina la causa que está originando dichas patologías. En este caso se recomienda estudiar en profundidad el origen de dicha problemática. (Sobrecarga de la estructura, descenso del nivel freático, existencia de vegetación próxima al edificio, ...)
- Esta solución mitigará los problemas de confort higrotérmico, pero no mejora las condiciones originales del cerramiento. En el caso de que la envolvente no tenga las características adecuadas, se deberán tomar otras medidas de actuación.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se recomienda la ventilación de los recintos, mediante la apertura y cierre de ventanas.
- Deberá supervisarse el estado de las grietas o fisuras después de su reparación, para confirmar que no se vuelven a producir.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.1.1.	Adecuación del entorno para el confort – Protección solar
5.2.3.	Disposición de aislamiento por la cara interior - Cerramiento vertical
5.2.4.	Insuflado de aislamiento - Cerramiento vertical

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.2.	Disposición de aislamiento por el exterior - Cerramiento vertical.
--------	--

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

CERRAMIENTO

5.2.2

DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR – CERRAMIENTO VERTICAL

La disposición de aislamiento por la cara exterior supondrá una mejora de la inercia térmica del edificio y una disminución de la demanda energética.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.2. Cerramiento Vertical

2 EFECTOS

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios
- ☒ Comunicación previa
- ☐ Implantación fases
- ☐ Licencia de obras
- ☒ Mantenimiento adicional
- ☐ Legalización

- Durabilidad
- Complejidad
- Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La incorporación de materiales aislantes en el cerramiento, producirá un salto térmico en el elemento constructivo, pasando a estar la mayoría de la resistencia térmica de la envolvente en el aislamiento dispuesto. Evaluándose los siguientes parámetros:

- Equilibrio higrotérmico, esta variable se evalúa mediante la relación existente entre la resistividad térmica y la resistencia al vapor del material empleado.

Las variables de las que depende este factor son, la resistencia al paso de vapor que presenta el aislamiento, y el espesor.

- Ubicación del aislamiento: dependiendo de su situación se obtendrán unos resultados u otros. Pudiendo en algunos casos producir alguna patología colateral.

Es mucho más aconsejable la disposición de aislamiento siempre en la cara fría del cerramiento ya que de esta forma evitamos la aparición de condensaciones intersticiales.

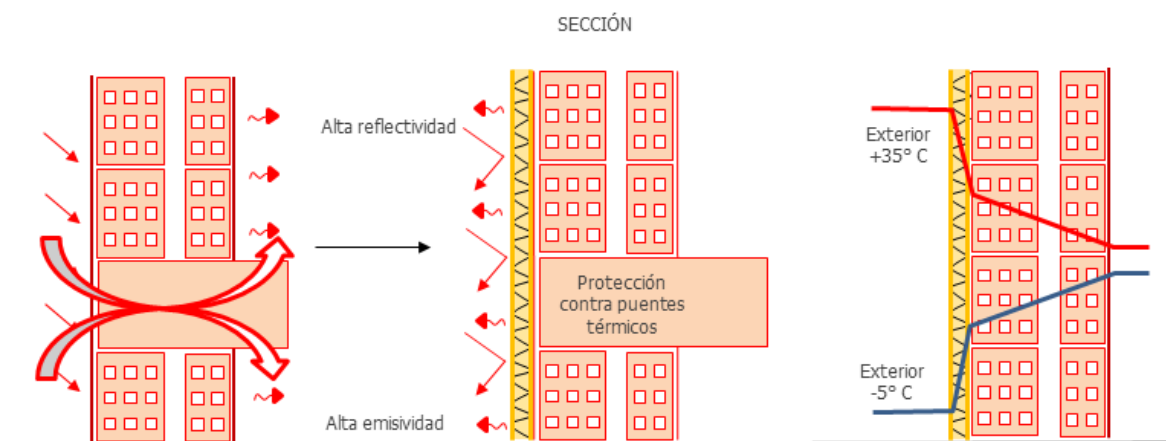
Los aislamientos exteriores podrán ser, adosados a la cara externa o proyectados, pudiendo usar materiales regionales, como el corcho proyectado.

- Ventajas del uso de aislamiento por el exterior en zonas como Extremadura:

El uso de materiales con alta reflectividad (capacidad del material a reflejar la radiación solar) y alta emisividad (capacidad para liberar el calor acumulado), pueden disminuir en mayor medida la demanda térmica del centro, disminuyendo los puentes térmicos, debido a la continuidad del aislamiento.

Otra de las ventajas de disponer aislamiento por el exterior es la capacidad de absorción del calor durante el día y su lenta emisión nocturna.

No se reduce espacio útil del interior del edificio, ayudándonos a optimizar el aislamiento acústico de la fachada y mejorando el confort ambiental.



Tipo de intervenciones:

- Sistema SATE se compone de los siguientes elementos, capa de mortero de cemento, plancha de aislante térmico (poliestireno expandido, lana de roca, polietileno,...) y capa de mortero reforzado con malla de fibra de vidrio, capa de imprimación para recibir el acabado final y revestimiento exterior impermeabilizante.
- El aislamiento proyectado variará dependiendo del material, pudiéndose instalar desde poliuretano proyectado hasta materiales regionales como el corcho.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Inexistencia o deterioro del aislamiento.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética.

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Se valorará el uso de materiales autóctonos de la región de Extremadura.
- La disposición de planchas de SATE, son una solución más eficaz por sí solas para el aislamiento térmico de los edificios.
- La combinación de corcho proyectado unido al insuflado de la cámara, es muy recomendable ya que se solucionan problemas de fisuras de fachada. Sellando la envolvente del edificio.
- En reformas en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, debe limitarse el consumo energético del edificio (CTE DB-HE0).
- Los cerramientos deberán de tener un acabado con resistencia suficiente para soportar las inclemencias meteorológicas y las actuaciones de los usuarios de los centros docentes.
- Bibliografía a consultar:

Soluciones de Aislamiento con Poliuretano, (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Extruido (XPS), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Lana Mineral, (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Expandido (EPS), (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Sistema de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios, (2012), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se recomienda la ventilación de los recintos, mediante la apertura y cierre de ventanas.
- Revisión quinquenal de los sellados, además de cada vez que se produzcan actuaciones externas.
- Regeneración óptica de aspecto por envejecimiento o ensuciamiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.1.1.	Adecuación del entorno para el confort – Protección solar
5.2.3.	Disposición de aislamiento por la cara interior. Cerramiento vertical
5.2.4.	Insuflado de aislamiento. Cerramiento vertical

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.1.	Adecuación de cerramiento para mejora del confort - Reparación de fisuras y grietas cerramiento vertical
--------	--

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

CERRAMIENTO

5.2.3

DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO POR EL INTERIOR – CERRAMIENTO VERTICAL

La disposición de aislamiento por la cara interior mejora la resistencia térmica del cerramiento, disminuyendo los valores de demanda energética del edificio.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.2. Cerramiento Vertical

2 EFECTOS

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- | | |
|---|---|
| ☒ Compatible usuarios | ☒ Comunicación previa |
| ☒ Implantación fases | ☐ Licencia de obras |
| ☒ Mantenimiento adicional | ☐ Legalización |

- | | |
|-------------|---|
| Durabilidad | <div style="width: 100%; height: 15px; background-color: red;"></div> |
| Complejidad | <div style="width: 25%; height: 15px; background-color: red;"></div> |
| Inversión | <div style="width: 75%; height: 15px; background-color: red;"></div> |

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La disposición de aislamiento en el cerramiento se puede realizar de diversas formas, por la cara exterior, interior, e intermedia, aumentando siempre la resistencia térmica del cerramiento. Sin embargo, cada una de estas soluciones tendrá diferentes repercusiones en la envolvente del edificio.

■ Ventajas:

Aunque no es la solución más adecuada debido a las problemáticas expuestas, es cierto que es muy válida si se combina con otras actuaciones.

- Mejora del confort ambiental actuando sobre el aislamiento acústico del cerramiento.
- Intervención sencilla y rápida de ejecutar (no siendo necesaria la disposición de andamios). Ejecución en seco.
- La intervención se puede llevar a cabo tanto en cerramientos, como en zonas interiores de los centros. (Entre locales habitables y no habitables)
- Existen centros docentes en los que no se puede actuar en la cara exterior, por lo que esta solución será la más indicada.
- Permite intervenir de forma escalonada en la fachada, ejecutándose por recintos del centro. No obligando a realizar una intervención completa en fachada.

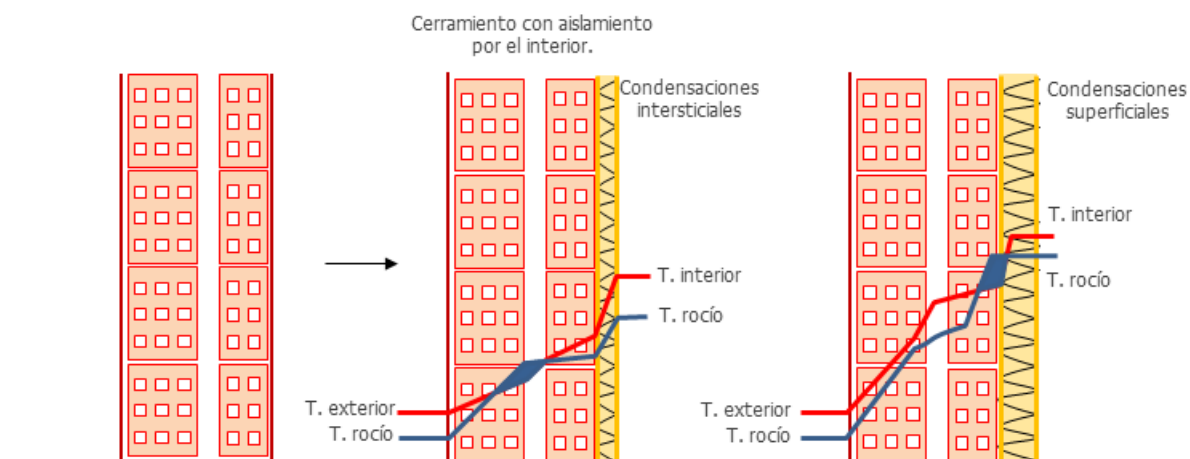
■ Desventajas:

El aislamiento térmico por el interior se encuentra ubicado en la cara caliente del cerramiento, dejando al descubierto el resto de capas, y funcionando solamente en aquella que se encuentra en contacto con el interior.

- Condensaciones intersticiales: debido a la diferencia de temperatura exterior - interior /

temperatura de rocío.

- Condensaciones superficiales: Aparecen por varias razones, exceso de aislamiento, existencia de puentes térmicos y altos valores de humedad en el interior de los recintos. En estos casos es aconsejable recurrir a soluciones que posean barrera de vapor.
- No es una solución completa de aislamiento ya que deja puntos débiles de la envolvente sin tratar (Ej. puentes térmicos).
- La resistencia de este tipo de acabados en centros docentes no se encuentra recomendada, debido a la debilidad de los materiales de acabado (placas de yeso, tableros, ...)



Tipo de intervenciones:

- Los trasdosados interiores, puede ser de dos tipos: autoportantes o directos al cerramiento, la principal diferencia entre ambos radica en la disposición de los paneles. Siendo necesaria una subestructura auxiliar de apoyo para los autoportante, separándose del cerramiento original unos centímetros.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Inexistencia o deterioro del aislamiento.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Se considera una alternativa muy recomendable dada su viabilidad económica y rapidez de ejecución.
- Disminución de la superficie útil de los recintos.
- No serán admisibles soluciones de cerramientos ligeros con acabado de yeso o tableros, en centros de secundaria ni Bachillerato.
- En reformas en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, debe limitarse el consumo energético del edificio (CTE DB-HE0).
- Bibliografía a consultar:

Soluciones de Aislamiento con Lana Mineral, (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Poliuretano, (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Extruido (XPS), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Expandido (EPS), (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará la disposición de elementos colgados ni fijados en los paneles, ya que generan puntos débiles dentro del paramento vertical interior.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.1.1.	Adecuación del entorno para el confort – Protección solar
5.2.1.	Adecuación de cerramiento para mejora del confort - Reparación fisuras y grietas cerramiento vertical
5.2.2.	Disposición de aislamiento por el exterior - Cerramiento vertical

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.4.	Insuflado de aislamiento - Cerramiento vertical
--------	---

INSUFLADO DE AISLAMIENTO – CERRAMIENTO VERTICAL.

La disposición de aislamiento insuflado o inyectado, es una técnica empleada en edificios que poseen fachadas de doble hoja con cámara de aire. Siendo una forma rápida y limpia de aumentar la resistencia térmica de la envolvente del centro docente, mejorando de esta forma tanto el confort ambiental del recinto.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.2. Cerramiento Vertical

2 EFECTOS

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☒ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☐ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

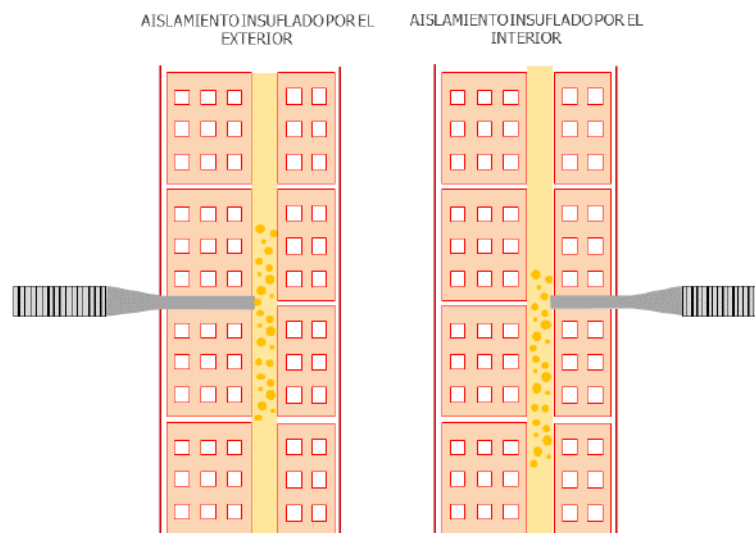
El insuflado de las cámaras de aire en los cerramientos verticales, es una solución apta siempre que haya posibilidad de disponer de dicho espacio. Consiste en inyectar aislamiento a granel, a través de diferentes perforaciones realizadas en el cerramiento, evitando la circulación libre de aire por las cámaras y eliminando la posible existencia de puentes térmicos.

Es una solución muy extendida por su sencilla y rápida ejecución (tiempos inferiores a 24 horas), siendo compatible con el uso de los centros docentes.

Dependiendo del estado de la cámara de aire, el periodo de construcción del edificio y los puentes térmicos existentes, se utilizarán unos materiales u otros.

- Poliestireno (extruido o expandido) EPS: Se realiza mediante la inyección a baja presión de perlas de poliestireno con grafito de 4-6 mm de espesor, fijadas entre sí con adhesivo, siendo idóneo su uso en cámaras desde 20 mm. Este tipo de aislamiento es apto para zonas de frío extremo, ya que se usa en cámaras con posible presencia de humedades intersticiales y que requieren un material resistente al agua.
- Poliuretano: Es un material que se inyecta en estado líquido expandiéndose en el interior de la cámara y formando una espuma rígida de gran capacidad aislante y baja densidad. Además, debido a su estado inicial es capaz de introducirse en cualquier grieta o fisura existente en el cerramiento, sellando perfectamente la envolvente del edificio.
- Celulosa: Producto desarrollado a partir de material reciclado en un 85%, tratado con sales de bórax que proporcionan propiedades ignífugas, insecticidas y antifúngicas. No genera gases tóxicos en su aplicación, haciéndolo apto a la vez que el centro sigue en funcionamiento.

- Lana mineral: Aunque tiene unas óptimas propiedades térmicas y es incombustible, tiene peor capacidad de adaptación a los espacios y si se moja puede perder su capacidad aislante.



■ Ventajas:

- No consume espacio útil.
- Consolida ambas hojas del cerramiento.
- Reducción de las pérdidas de energía por transmisión a través del cerramiento. (Ej. El poliuretano tiene una conductividad térmica hasta 8 veces menor que la cámara de aire).
- Al ir situado entre dos hojas de fábrica no se ve afectada la seguridad en caso de incendio. (Resistencia al fuego del cerramiento).
- Mejora del confort acústico.

■ Desventajas:

Como se ha mencionado con anterioridad en otras fichas, la ubicación ideal del aislamiento es siempre la cara fría del cerramiento, sin embargo, hay ocasiones en que no es posible la disposición de aislamiento en esta zona. Por ello como segunda alternativa se plantea el insuflado de la cámara de aire en caso de existir.

- No elimina los puentes térmicos completamente, ya que los cantos de forjado y encuentros con huecos y pilares quedan al descubierto.
- Es difícil saber si se ha producido una correcta difusión del aislamiento por el cerramiento, en el caso de poliuretano proyectado suele tener problemas de esparcimiento por la cámara.
- El espesor del aislamiento viene condicionado por el espesor de la cámara.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Inexistencia o deterioro del aislamiento. (Existencia previa de grietas o fisuras que indiquen esto)

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Se considera una alternativa muy recomendable dada su viabilidad económica y rapidez de ejecución.
- Se deberá combinar con aislamiento proyectado por el exterior en los encuentros donde se produzcan puentes térmicos.
- En reformas en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, debe limitarse el consumo energético del edificio (CTE DB-HE0).
- En edificios de obra nueva, los aislamientos interiores de las cámaras de aire deberán de priorizarse plataformas rígidas o proyectadas, para de esta forma evitar los desprendimientos y las acumulaciones en las partes inferiores.
- Bibliografía a consultar:

Soluciones de Aislamiento con Lana Mineral, (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Poliuretano, (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Extruido (XPS), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Expandido (EPS), (2008), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Frente a otro tipo de aislamientos, este no tiene ningún mantenimiento debido a su ubicación.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.1.1.	Adecuación del entorno para el confort – Protección solar
5.2.1.	Adecuación de cerramiento para mejora del confort - Reparación fisuras y grietas cerramiento vertical
5.2.2.	Disposición de aislamiento por el exterior - Cerramiento vertical

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.3.	Disposición de aislamiento por el interior - Cerramiento vertical
--------	---

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

CERRAMIENTO

5.2.5

ADECUACIÓN DE CERRAMIENTO PARA MEJORA DEL CONFORT – CUBIERTA PLANA

Se debe realizar un estudio en profundidad de la cubierta, detectando el origen de dichas patologías y posterior adecuación de los defectos encontrados.

Atendiendo en todo momento a la mejora de la resistencia termica del cerramiento horizontal y la consecuente disminución de la demanda del edificio.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.1. Cerramiento Horizontal

2 EFECTOS

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios
- ☒ Comunicación previa
- ☐ Implantación fases
- ☐ Licencia de obras
- ☒ Mantenimiento adicional
- ☐ Legalización

Durabilidad Complejidad Inversión **4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN**

Tras haber realizado un análisis de las patologías existentes en cubiertas planas, establecido en la ficha 4.2.1, se plantea diferentes soluciones en función de la patología a la que atienden:

- Grietas horizontales en los revestimientos de cubierta:

La actuación para solventar dicha patología consistirá en la ejecución de juntas de dilatación, eliminando los materiales existentes, disponiendo la junta, cerrando, aislando e impermeabilizando para la posterior reparación de las grietas.

- Grietas verticales en petos o aleros:

Se plantea la disposición de juntas en estos puntos. (Otra de las causas de este tipo de grietas es el movimiento elástico de la estructura portante, en este caso se deberán tomar medidas más drásticas como apuntalamiento de la zona)

- Fisuras en petos:

Se dispondrán revocos con bajos coeficientes de absorción o sellantes que cierren las fisuras.

- Fisuras en material de cubrición:

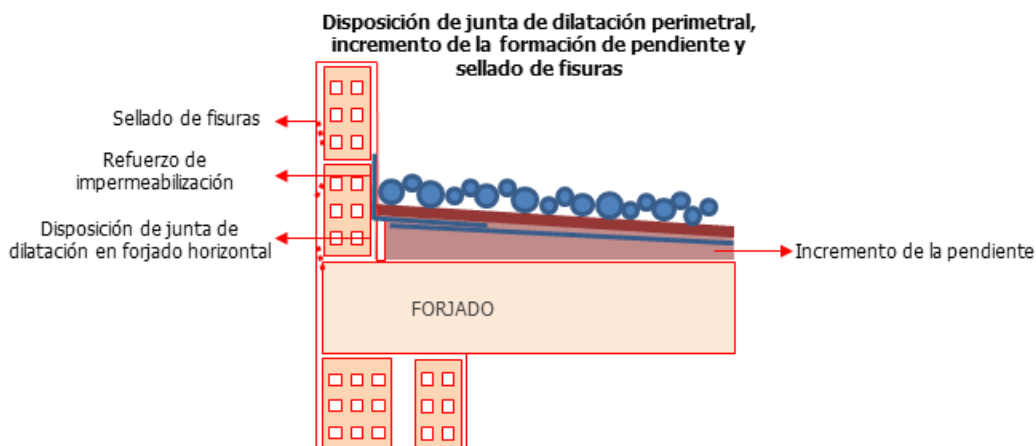
Como solución se plantea el levantamiento de la cubierta por paños y la disposición de juntas de dilatación.

- Incorrecta ejecución de encuentros:

Para su adecuación deberá levantarse la zona, sanear y disponer impermeabilización para posteriormente realizar el correcto sellado del encuentro y así evitar la entrada de filtraciones de agua.

- Estancamiento de agua en cubierta: Este tipo de apariciones puede provocar la proliferación de hongos o derivados de la humedad que afecta al estado y durabilidad de los materiales de construcción.

Como solución se propone la disposición de formación de pendiente con su correspondiente red de saneamiento pluvial, para evacuación del agua.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Existencia de grietas o fisuras en los cerramientos horizontales, petos o encuentros.
- ☑ Presencia de moho derivado por problemas de humedad.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Se actuará previamente sobre la fuente que origina la patología, para de esta forma asegurar que la actuación ejecutada sea duradera.
- Esta solución mitigará la problemática de confort térmico ya que actúa sobre la envolvente del edificio, sin embargo, en el caso que la cubierta carezca de aislamiento o impermeabilización, se deberán tomar otras medidas de actuación.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se deberán limpiar los sumideros de saneamiento para evitar estancamiento de agua en cubierta.
- Deberá supervisarse el estado de las grietas o fisuras después de su reparación, para confirmar que no se vuelven a producir.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.7	Disposición de aislamiento e impermeabilización en cerramiento horizontal
-------	---

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.7	Disposición de aislamiento e impermeabilización en cerramiento horizontal
-------	---

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

CERRAMIENTO

5.2. **6****ADECUACIÓN DE CERRAMIENTO PARA MEJORA DEL CONFORT – CUBIERTA INCLINADA**

La cubierta del edificio forma parte de la envolvente exterior protegiendo al edificio de los agentes externos. Al igual que la cubierta plana, la inclinada posee patologías que se encuentran directamente relacionadas con la resistencia térmica del cerramiento. Hoy día este tipo de cubierta combinan materiales nuevos con tecnologías tradicionales.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.1. Cerramiento Horizontal

2 EFECTOS

CONFORT

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



EFICIENCIA

- ☒ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios
- ☒ Comunicación previa
- ☐ Implantación fases
- ☐ Licencia de obras
- ☒ Mantenimiento adicional
- ☐ Legalización

- Durabilidad
- Complejidad
- Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Aquellas cubiertas con inclinaciones superiores al 10% tendrán consideración de cubierta inclinada. Las patologías más comunes dentro de esta tipología son: desprendimiento o rotura de teja, existencia de humedades y moho entre las tejas o en los canalones, y deterioro de puntos singulares, además de aquellas que han sido ocasionadas por problemas estructurales o de dilataciones de los materiales.

Es destacable, dentro de las cubiertas inclinadas que el requisito funcional más importante sea la estanqueidad, estando íntimamente ligada a que la evacuación del agua dentro de la cubierta se realice de la forma más corta y rápida posible.

Para ello se plantean las siguientes soluciones a diferentes problemáticas:

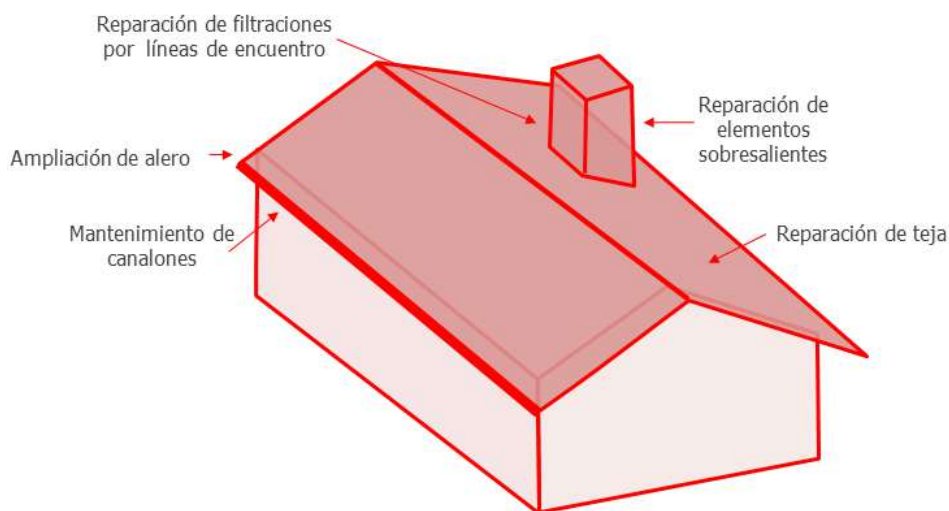
- Desprendimiento o rotura de tejas por agentes meteorológicos: Sustitución de forma inmediata para garantizar la estanqueidad.
- Filtraciones por líneas de encuentros: Se propone eliminación de la parte defectuosa, limpieza de la zona, y consecuente impermeabilización y sellado, reponiendo los materiales dañados. En los encuentros en cumbrera de faldones de chapa o panel sándwich, reparación o sustitución de caballetes o remates en mal estado. Instalación de vierteaguas en revestimiento interior de peto de cubierta en encuentro con panel de chapa o panel sándwich. Cuando el panel esté muy deteriorado o sea objeto de reparaciones recurrentes, se valorará su sustitución. A la hora de ejecutar cubiertas de panel sándwich, debe ponerse especial atención en asegurar que faldones y elementos de remate se solapen correctamente para de esta forma garantizar el aislamiento e impermeabilización de la misma.
- Obstrucción de los canalones o bajantes de saneamiento:

Se plantea, realizar limpiezas de mantenimiento periódicas y posterior reparación de los elementos

dañados.

- Deterioro de elementos sobresalientes: Para ello se propone su sustitución o reparación por elementos más estables, y posterior sellado e impermeabilización de las consecuentes grietas.
- Lesiones en los soportes estructurales:

Para solventar este tipo de problemática se plantea la sustitución de los elementos estructurales, realizándose un estudio más exhaustivo de la problemática.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Deterioro de teja o inexistencia en ciertas zonas.
- ☑ Aparición de moho derivado por problemas de humedad.
- ☑ Fachada vertical deteriorada por humedades producidas por, inexistencia o insuficiente longitud de alero.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética
CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- A la hora de diseñar cubiertas de este tipo, será importante tener en consideración la longitud de aleros y disposición de petos.
- Esta solución mitigará la problemática de confort térmico ya que actúa sobre la envolvente del edificio, sin embargo en caso que la cubierta carezca de aislamiento o impermeabilización, se deberán de tomar otras medidas de actuación.
- Las canales de las cubiertas inclinadas deberán dimensionarse de tal forma que posean sección suficiente para prevenir las venidas de golpes de agua.
- Aunque no sea preceptivo por CTE, se deberá colocar una membrana impermeabilizante independientemente de la pendiente que posea la cubierta.*
- Los desagües se realizarán mediante canalones horizontales y se situarán fuera del perímetro de la cubierta.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Deberá supervisarse de forma periódica el estado de todas las reparaciones para confirmar que no se vuelvan a producir.
- Se limpiarán los canalones periódicamente para evitar los atascos y permitir la correcta circulación del agua.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX		UNIDAD
005E	Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E	Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M	Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E	Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.7	Disposición de aislamiento en cubierta inclinada
-------	--

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.7	Disposición de aislamiento en cubierta inclinada
-------	--

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

CERRAMIENTO

5.2. 7

DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN – CERRAMIENTO HORIZONTAL PLANO

La evaluación del edificio como un elemento cerrado separado del exterior, lleva a la distinción de dos tipos de cerramientos horizontales, las cubiertas, que se encuentran en contacto con el exterior y la losa o forjado sanitario separándose del terreno.

Reforzando la resistencia termica de estos dos elementos bases con aislamiento se disminuye la demanda energética del edificio.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.1. Cerramiento Horizontal

2 EFECTOS

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☒ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Este tipo de intervención consistirá en la disposición de aislamiento y/o impermeabilización en el cerramiento horizontal plano. Se pueden diferenciar entre dos categorías, los que se encuentran en contacto con el terreno, y aquellos en contacto con el exterior.

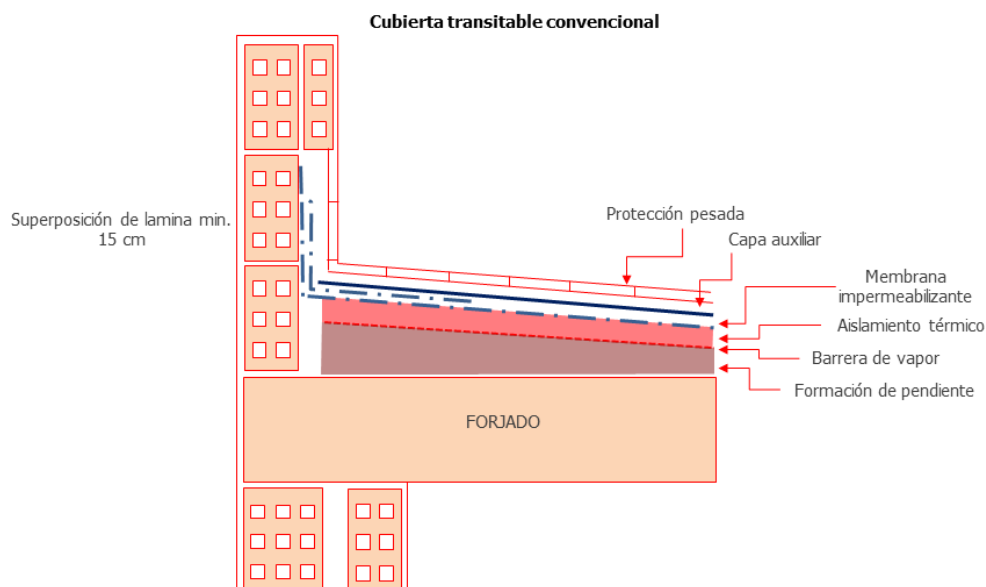
■ Cubiertas planas:

Dependiendo de la posición que tenga el aislamiento respecto a la membrana de impermeabilización, se pueden distinguir, la cubierta plana tradicional que posee el aislamiento bajo la impermeabilización, y la cubierta invertida con el aislamiento sobre la impermeabilización.

- La cubierta plana continua y convencional es la solución más extendida. Su ejecución se realiza mediante la disposición de una capa de aislamiento térmico apoyada sobre la formación de pendiente (existiendo una barrera de vapor entre ambas), posteriormente se colocará un elemento separador que servirá de base para la membrana impermeabilizante y por último se dispondrá un geotextil antipunzonamiento sobre el que se apoyará la protección pesada.

En cubiertas transitables será una capa de mortero sobre la que irá la solería, mientras que en cubiertas no transitables se colocará una grava como mínimo de 5 cm.

Este tipo de cubiertas va a permitir dar una solución de aislamiento compacta y de no adherencia entre las diferentes capas, de esa forma cada uno de los materiales podrá dilatarse sin desestabilizar al conjunto de la solución constructiva.

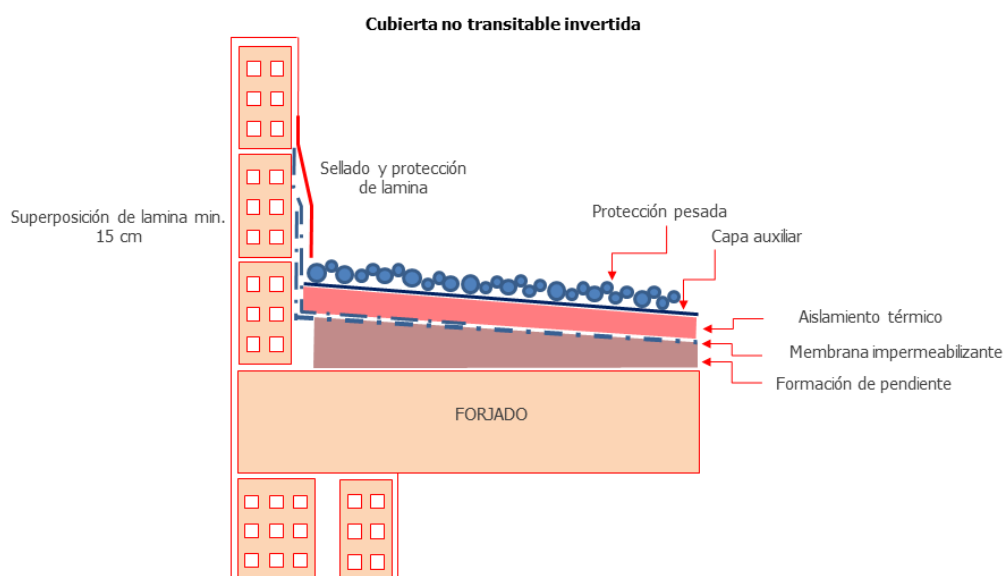


- La cubierta invertida, es una excelente solución para cubiertas no transitables, al estar el aislamiento térmico sobre la membrana impermeabilizante, constituye una protección para la misma. En este tipo de cubiertas no es necesaria la existencia de una barrera de vapor ya que, en caso de producirse condensaciones, no afectarían a la conductividad de los materiales, debido a que los paneles de aislamiento térmico usados en estas cubiertas (poliestireno expandido EPS) poseen bajos niveles de absorción al agua.

Como inconveniente se podrá observar que la flotabilidad y posición de los paneles hace que sean fácilmente desestabilizados si estos no se encuentran convenientemente lastrados o estabilizados en la cubierta.

Es importante recalcar que los encuentros con puntos singulares, tales como sumideros, petos verticales,... deberán encontrarse reforzados por la membrana impermeabilizante, superponiéndose como mínimo 15 cm y encontrándose protegida de los agentes exteriores.

Se deberá marcar la importancia de dejar siempre, en cualquier tipo de cubierta que se ejecute, las separaciones necesarias para disponer juntas, tanto perimetrales como constructivas para permitir la dilatación de los materiales.



■ Aislamiento de losa en contacto con el terreno:

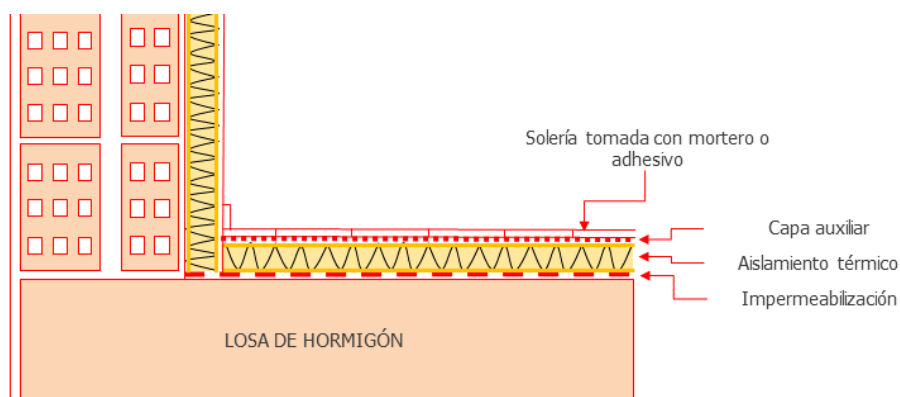
El aislamiento de los suelos en contacto con el terreno es uno de los puntos claves del edificio, se ha de

tener encuentra que hasta un 20% de las pérdidas energéticas se producen a través del suelo.

Con esta actuación se minimizarán las pérdidas energéticas y se evita el riesgo de condensaciones y déficit de confort térmico.

Tipos de aislamiento a disponer:

- El poliestireno extruido (XPS) será idóneo y de rápida ejecución.
- Paneles aislantes de lana mineral, deberá emplearse con una membrana impermeable que no permita las filtraciones del terreno hacia el interior del edificio y de esta forma no deteriore el aislamiento, además se dispondrá de una capa separadora de polietileno, que la protegerá del pavimento.



■ Soluciones alternativas para la impermeabilización:

Otras soluciones no tan duraderas como levantar la cubierta existente y disponer cualquiera de las dos tipologías descritas con anterioridad, serán las siguientes actuaciones parciales.

Se ha de tener en cuenta, que siempre se deberá colocar, una capa de protección final sobre las membranas impermeabilizantes, no permitiéndose su exposición a la intemperie.

- Pinturas impermeabilizantes para cubiertas transitables, permitiendo prevenir filtraciones y goteras que se produzcan por pequeñas fisuras.

Esta solución no es aconsejable si existen grietas de gran entidad, si el grado de suciedad del acabado es importante (existencia de humedades y moho) y dependiendo del tipo de revestimiento exterior que exista. Se deberá tener cuidado ya que son poco resistentes a los elementos punzantes, reduciendo su uso a lugares de paso esporádicamente.

- Impermeabilización con poliuretano líquido: Consistente en la aplicación de una capa de poliuretano líquido, el cual una vez seco queda como una membrana sólida siendo impermeable y resistente a la radiación ultravioleta. Se deberá tener en cuenta que, para aplicar la capa sobre el soporte, éste se encontrará limpio, seco y sin irregularidades.

Para poder disponer pavimento sobre la solución adoptada, éste deberá ser de losetas de caucho, disponiéndose previamente una lámina geotextil y de esta forma no se dañará el poliuretano.

- Impermeabilización de cubierta con membrana de caucho EPDM, son laminas flexibles formadas por etileno, propileno y dieno. Para su ejecución se deberán tener superficies limpias de suciedad y asperezas, existiendo una capa de mortero y geotextil de protección. Estas soluciones se usarán cuando las cubiertas son de grandes dimensiones.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Inexistencia de aislamiento o insuficiente.
- ☑ Inexistencia de impermeabilización o deficiente.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Las cubiertas tendrán una barrera de protección perimetral como mínimo de 1,5 m.*
- Para la disposición de instalaciones en cubiertas deberán colocarse sobre bancadas de hormigón, de espesor mínimo de 15 cm.*
- En edificios de obra nueva se deberá garantizar:
 - La estanqueidad, aislamiento térmico y acústico según CTE DB HE y CTE DB HR.
 - No se aceptará la existencia de lucernarios horizontales ya que son un punto de radiación directa y en muchos casos conllevan problemas de filtraciones y humedades. Solamente se permitirá la disposición de claraboyas prefabricadas colocadas sobre un zócalo que sobresalga un mínimo de 15 cm por encima del acabado final de la cubierta. *
 - En todo caso será admisible la existencia de lucernarios verticales.
 - La solución de cubierta metálica se restringirá a geometrías regulares y sencillas, excepto para grandes luces como en pabellones deportivos, gimnasios o talleres.
- Se preverá siempre un acceso fácil a cubierta, previendo los elementos de protección necesarios para realizar el mantenimiento. *
- Las pendientes deben ser superiores al 2% en cubiertas de tipo tradicional.
- El número de sumideros mínimo por cubierta vendrá determinado por el CTE DB HS 5.
- Las láminas impermeabilizantes no se podrán colocar como acabado final de la cubierta. *
- No se admitirán láminas de PVC como impermeabilización.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se deberán limpiar los sumideros de saneamiento para evitar estancamiento de agua en cubierta.
- Deberá supervisarse el estado de la cubierta para corroborar su óptimo estado. (Revisión de los solapes en los encuentros, espesores de la capa de protección,...)

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.5	Adecuación de cerramiento para mejora del confort - Cubierta plana
-------	--

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.5	Adecuación de cerramiento para mejora del confort - Cubierta plana
-------	--

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

CERRAMIENTO

5.2.8

DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN – CERRAMIENTO HORIZONTAL INCLINADO

Las cubiertas inclinadas tienen diferentes soluciones constructivas en función de las características higrotermicas que posea el espacio inferior al que protegen.

Inicialmente se pueden encontrar cubiertas con cámaras cuyo uso forma parte del edificio, teniendo los faldones condiciones de impermeabilización y aislamiento suficientes para que se puedan realizar actividades.

También existen cubiertas inclinadas cuyas cámaras forman parte de la composición de la envolvente, teniendo que cumplir requisitos diferentes a las anteriores.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.1. Cerramiento Horizontal

2 EFECTOS

CONFORT

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



EFICIENCIA

- ☒ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

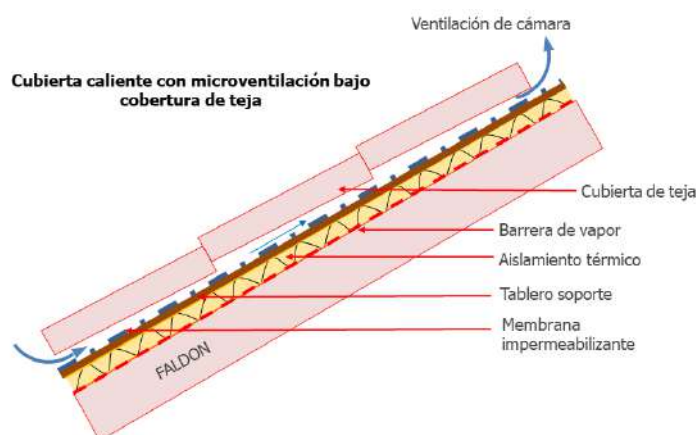
- ☒ Compatible usuarios
- ☒ Comunicación previa
- ☐ Implantación fases
- ☒ Licencia de obras
- ☒ Mantenimiento adicional
- ☐ Legalización

- Durabilidad
- Complejidad
- Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Las cubiertas inclinadas pueden clasificarse en dos tipologías dependiendo del comportamiento térmico que posean, distinguiendo dos respuestas en función de la composición y ubicación de sus elementos.

- Las cubiertas calientes son aquellas que no se encuentran ventiladas y donde los locales inferiores poseen características de habitabilidad. Este tipo son más propensas a sufrir condensaciones debido a que no tienen ventilación, y para ello se deberá disponer barrera de vapor antes del aislamiento térmico.



Este tipo de soluciones son óptimas para solucionar temas de grietas o fisuras existentes en la cara exterior, además de eliminar puentes térmicos y ganar inercia térmica al edificio, se deberá de contar con accesibilidad a la cubierta para poder ejecutarlas o disponer de acceso a través de equipamiento complementario, como andamios, o elementos de elevación.

Tipos de aislamiento a emplear:

- Aislamiento subyacente a la cubierta de teja:

Poliestireno expandido (EPS): Se planteará el uso de este tipo de aislamiento en cubiertas donde sea necesario levantar las tejas, por algún tipo de deterioro existente. Disponiendo las planchas de poliestireno y anclándose con clavos de fijación.

Otra alternativa si el coste de la sustitución de tejas es muy elevado sería la disposición de un panel sandwich tipo teja, el cual iría anclado al soporte existente.

- Aislamiento proyectado sobre la cubierta de teja:

Proyectado de poliuretano sobre las tejas: No es una intervención común debido a la complejidad de ejecución, ya que se necesita un acceso completo a la cubierta. El método consiste en proyectar espuma de poliuretano por el exterior de espesores entre 5-7 mm sobre las tejas existentes y posteriormente emplear una pintura impermeabilizante.

Proyectado de corcho sobre las tejas: Es un material ecológico formado por corcho triturado al cual se le adhieren diferentes aditivos tales como resinas, grasas vegetales y agua. Es un producto transpirable e impermeable, el cual cierra fisuras y elimina humedades, además de evitar sobrecalentamientos de la cubierta en verano.

■ Las cubiertas frías, son aquellas cuyo recinto inferior no se encuentra habitado, conformando una cámara de aire a través de la cual se produce la ventilación, siendo necesaria para evitar las condensaciones y los deterioros producidos por la humedad.

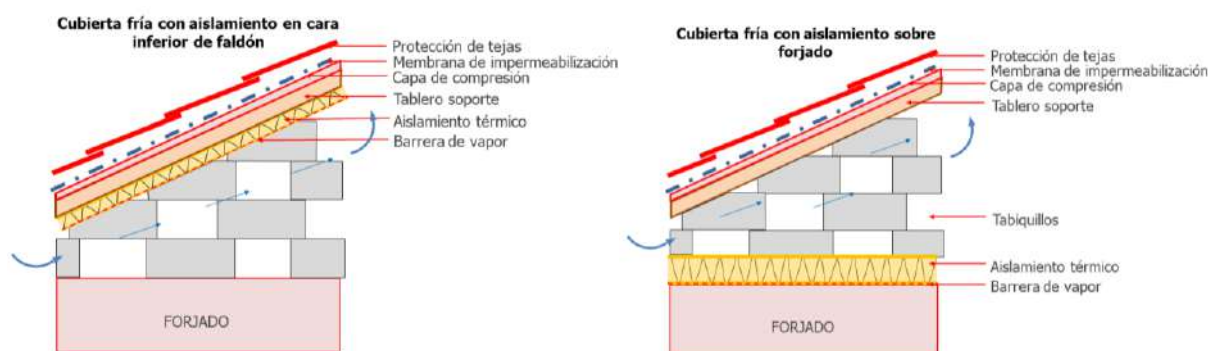
La ventaja de disponer aislamiento en este tipo de cubiertas es la accesibilidad, ya que se puede realizar desde el interior del edificio, no haciendo falta la existencia de ningún tipo de andamiaje, además de no ser necesario el levantamiento de la cubierta. Siendo esta opción la más adecuada cuando no se pueda actuar por el exterior debido al grado de protección que posea el centro.

Como inconveniente principal es destacable la existencia de puentes térmicos ya que no es posible la actuación en la continuidad de la cubierta por la existencia de tabiquillos.

Opciones de ubicación del aislamiento:

- Se puede colocar adherido a los faldones por su cara interior disponiendo de una barrera de vapor en la cara caliente del aislamiento para evitar de esta forma las condensaciones intersticiales.

- Ubicado sobre el último forjado horizontal, disponiéndose la barrera de vapor hacia abajo, debiéndose ventilar la cámara de aire entre lana y tablero para evitar sobrecalentamiento y humedades de condensación.



La impermeabilización de este tipo de cubiertas (tanto calientes como frías) se llevará a cabo siempre,

colocándose una membrana de impermeabilización debajo de la teja existente.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Inexistencia de aislamiento o insuficiente.
- ☑ Inexistencia de impermeabilización o deficiente.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética
CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad.

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- En edificios de obra nueva se deberá disponer las pendientes mínimas establecidas por el CTE DB HS1 Protección frente a la humedad.
- Aunque no sea preceptivo por CTE, se deberá colocar una membrana impermeabilización independientemente de la pendiente que posea la cubierta. *
- Se deberá evitar en la medida de lo posible las limas en cubiertas inclinadas. *
- Los desagües se realizarán mediante canalones horizontales y se situarán fuera del perímetro de la cubierta. *
- Se preverá siempre un acceso fácil a cubierta, previendo los elementos de protección necesarios para realizar el mantenimiento. *
- Las canales de las cubiertas inclinadas deberán de dimensionarse de tal forma que posean sección suficiente para prevenir las venidas de golpes de agua.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Deberá supervisarse el estado de la cubierta para corroborar su óptimo estado. (Revisión del estado de las tejas, estado del aislamiento,...)
- Se limpiarán los canalones periódicamente para evitar los atascos y permitir la correcta circulación del agua.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.6	Adecuación de cerramiento para mejora del confort - Cubierta inclinada
-------	--

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.6	Adecuación de cerramiento para mejora del confort - Cubierta inclinada
-------	--

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

HUECOS

5.2.9

**ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT –
SELLADO DE HUECOS**

Propuestas para la adaptación del cerramiento del hueco que corrijan ineficiencias energéticas asociadas a las infiltraciones de aire sin tener que actuar sobre el conjunto completo y que simultáneamente corrijan o mitiguen incomodidades y molestias que afecten al confort ambiental. Estas consisten en actuaciones específicas sobre alguno de los elementos que configuran la solución de cerramiento del hueco con el fin de mejorar su estanqueidad.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.3. Ventanas, lucernarios y puertas

2 EFECTOS

CONFORT

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



EFICIENCIA

- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad

- ☒ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

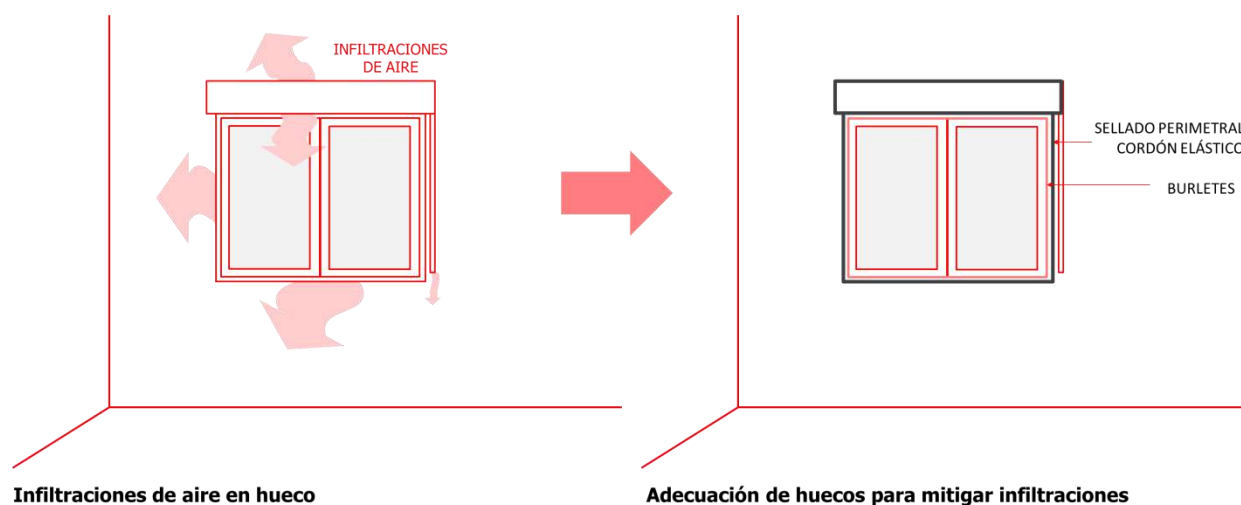
Inversión **4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN**

Los huecos son los elementos de la envolvente por los que proporcionalmente se sufren más pérdidas y ganancias de energía siendo sus valores de transmitancias mayores a los de fachadas opacas o cubiertas. Las configuraciones de huecos con materiales con bajas prestaciones térmicas unidas al mal estado que estos pueden presentar pueden dar lugar a infiltraciones de aire del exterior, generando problemas de confort en espacios como aulas o despachos, a parte de un incremento del consumo energético.

Cuando los huecos presenten deficiencias mínimas debidas al mal estado de los elementos que lo conforman y no se considere la actuación sobre el hueco completo, se propondrán actuaciones de mejora con el fin de garantizar la estanqueidad de los huecos y eliminar las posibles infiltraciones de aire. A continuación se incluyen algunas actuaciones a tener en cuenta:

- Se debe garantizar el correcto sellado de junta perimetral exterior entre cualquier tipo de carpintería y el paramento, mediante la adición de un cordón elástico. Con esta solución se eliminarían las posibles infiltraciones de aire entre la carpintería y el cerramiento que pudiesen producir pérdidas y ganancias energéticas y corrientes excesivas de aire. Para ello, se debe proceder a la limpieza de la junta previa a la aplicación del material de sellado. Además, se debe considerar también el correcto sellado de las cajas de persianas y/o la adición de aislamiento para corregir los puentes térmicos que se puedan presentar en la misma.

- Las infiltraciones se producen en ocasiones por rendijas que se forman cuando los materiales que conforman el hueco se hinchan y contraen, debido a los cambios de temperatura y humedad ambiental. Este problema se puede solucionar mediante la instalación de burletes o cordones autoadhesivos, evitando las infiltraciones de aire tanto en invierno como el verano.



- Cuando en el vidrio presente condensaciones en su cara interior se deben disponer cámaras de aire correctamente selladas para evitar la presencia de agua en su interior.
- El mal estado de los mecanismos de cierre puede dificultar la apertura/cierre del elemento ocasionando infiltraciones continuas de aire. Por ello, cuando el grado de deterioro de la carpintería es mínimo, se debe considerar la reparación de la carpintería "in situ", mediante la corrección de descuadres y sustitución de herrajes deteriorados.

Estas medidas pueden complementarse con las actuaciones de adecuación de huecos relativas a la mitigación de la radiación solar consiguiendo una configuración de huecos más eficiente que la existente.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☒ El grado de deterioro de los huecos debe ser mínimo

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Si el hueco presenta múltiples deficiencias se debe considerar la renovación completa del hueco para solucionar problemas de transmitancias térmicas e infiltraciones de aire.
- En el caso que la renovación completa del hueco no sea necesaria, se deberán solucionar las deficiencias detectadas previamente a la rehabilitación energética del edificio con el fin de garantizar el confort interior, eliminando las infiltraciones de aire y garantizando la estanqueidad del hueco.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se engrasarán los herrajes de cierre y giro.
- No se deben apoyar en la carpintería pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, acondicionadores de aire, etc.
- Se evitarán los golpes y cierres bruscos.
- Deberá vigilarse de forma continuada el sellado de las juntas entre la carpintería y los paramentos para evitar la entrada de agua, especialmente con el vierteaguas.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.11.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Protección solar
5.2.10.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sustitución de vidrios

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.12.	Renovación de huecos – Sustitución de ventanas, lucernarios y puertas
---------	---

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

HUECOS

5.2. 10

ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT – SUSTITUCIÓN DE VIDRIOS

Propuestas para la adaptación del cerramiento del hueco que corrijan ineficiencias energéticas asociadas a la transmitancia térmica sin tener que actuar sobre el conjunto completo y que simultáneamente corrijan o mitiguen incomodidades y molestias que afecten al confort ambiental. Estas actuaciones consisten en la sustitución del acristalamiento para mejorar el aislamiento del hueco.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.3. Ventanas, lucernarios y puertas

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad

- ☒ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

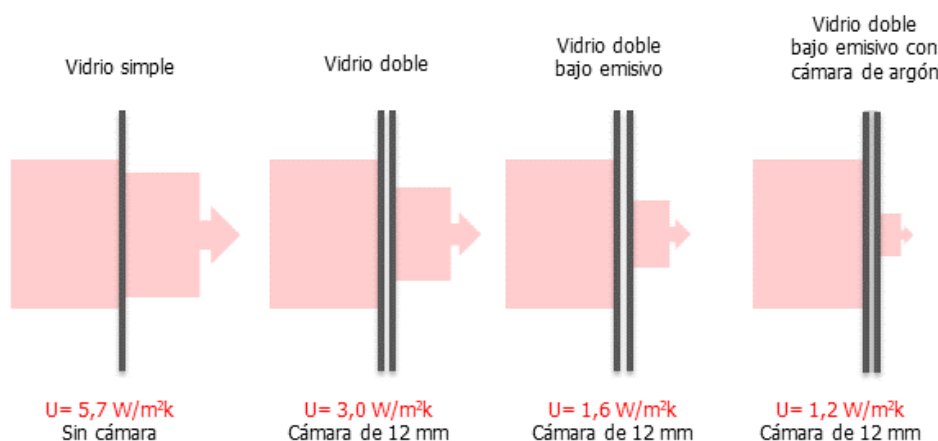
- ☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los huecos son los elementos de la envolvente por los que proporcionalmente se sufren más pérdidas y ganancias de energía siendo sus valores de transmitancias mayores a los de fachadas opacas o cubiertas. Las configuraciones de huecos con materiales con bajas prestaciones térmicas pueden dar lugar a altas transmitancias, pérdidas energéticas en invierno y ganancias en verano, generando problemas de confort en espacios como aulas o despachos, a parte de un incremento del consumo energético.

Quando las carpinterías estén en buen estado, características energéticas aceptables y no se contemple la actuación sobre el hueco completo, se puede considerar la sustitución del acristalamiento por otros de mejores prestaciones (vidrios aislantes) con el objetivo de reducir las transmitancias térmicas.



En la imagen anterior se muestra la disminución de transminancias en función de diferentes tipologías de vidrios, clasificados a partir del número de láminas de vidrio, su emisividad y la configuración de la cámara:

- Vidrio simple (monolítico): formado por una hoja o dos hojas sin cámara de aire (vidrios laminares). ($U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$; Factor solar=0,83)
- Vidrio Doble (UVA): Los vidrios aislantes constan de dos o más láminas de vidrio dejando entre ellas cámaras de aire deshidratado (UVA). El incremento del espesor de cámara proporciona un mayor aislamiento térmico (límite en torno a los 17 mm), con transmitancia de $3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ para configuraciones de espesores 4/6/4 mm. Su comportamiento puede mejorarse mediante la incorporación de vidrios de baja emisividad o el relleno de la cámara con algún gas inerte como puede ser el argón.
- Vidrio de baja emisividad: Son vidrios monolíticos con una capa fina de óxidos metálicos proporcionando mejor capacidad de aislamiento térmico.

El coste de la medida es bajo obteniendo resultados de ahorro interesantes además de ser una medida fácil y rápida. En el caso de sustitución por vidrio doble el precio es en torno a 45 €/m^2 de vidrio y 55 €/m^2 si se rellena la cámara con gas de argón. Sin embargo, en el caso de usar vidrios bajo emisivos el precio asciende a 130 €/m^2 .

Si se va a cometer sólo la sustitución del acristalamiento, se debe comprobar que el acristalamiento propuesto es válido para la carpintería existente.

Otra medida relativa a la mejora de los vidrios, alternativa a su sustitución, es la incorporación de láminas de control solar sobre los mismos. Esta medida no solo incrementa su aislamiento térmico sino que también mejora la protección solar, la protección contra el deslumbramiento y la seguridad frente a la rotura del vidrio. La incorporación de estas láminas reduce en torno al 70% la radiación solar incidentes con factor solar entre 0.3 y 0.6.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☒ La carpintería debe estar en buen estado y tener características energéticas aceptables
- ☒ El nuevo vidrio debe ser válido para la carpintería existente

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Se debe optar por soluciones que mejoren los límites establecidos en el CTE HE1 para la zona climática de invierno que corresponda.
- Se recomienda que todos los vidrios exteriores sean dobles con cámara de aire de un mínimo de 10 mm. Todos los vidrios colocados en el centro serán de seguridad, como mínimo laminados de espesor $3 + 3 \text{ mm}$. En el caso de vidrios con cámara el laminado será a las dos caras.*
- La posibilidad de utilizar vidrios doble bajo emisivos sin control solar solo se admite en orientaciones distintas a la Sur (S, SO y SE) donde se recomienda el uso de vidrios dobles.
- En elementos no accesibles de cubierta se podrá admitir el policarbonato celular con acabado exterior de protección a los rayos ultravioleta. Estará colocado de manera que quede protegido para garantizar la mínima degradación provocada por los agentes externos.*

Para más información:

Guías técnicas para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios: Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado, Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía, IDAE

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Los vidrios deben limpiarse con agua jabonosa o detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.11.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Protección solar
5.2.9.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sellado de huecos

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.12.	Renovación de huecos – Sustitución de ventanas, lucernarios y puertas
5.2.13.	Renovación de huecos – Doble ventana

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

HUECOS

5.2. 11

ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT – PROTECCIONES SOLARES

Propuestas para la adaptación del cerramiento del hueco que corrijan ineficiencias energéticas asociadas a la radiación solar sin tener que actuar sobre el conjunto completo y que simultáneamente mitiguen incomodidades y molestias que afecten al confort interior. Estas consisten en actuaciones específicas relativas a los elementos de protección solar con el fin de reducir el asoleo en verano y los posibles deslumbramientos.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.3. Ventanas, lucernarios y puertas

2 EFECTOS

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☒ Implantación fases

- ☒ Licencia de obras (Edif. protegido)

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión **4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN**

La incorporación de sistemas de protección solar en los huecos de los centros docentes puede contribuir notablemente a la disminución de las ganancias térmicas producidas a través de las superficies acristaladas en época estival, dada la climatología de Extremadura.

La colocación de sistemas regulables como celosías, sistemas de lamas verticales o persianas en la parte exterior del hueco reduce el sobrecalentamiento de los espacios interiores impidiendo la incidencia directa de la radiación sobre los vidrios. En la medida del posible se recomienda la instalación de sistemas que no sean fijos para poder adaptarlos a las necesidades de invierno, permitiendo ganancias térmicas gratuitas gracias a la radiación solar, y las de verano reduciendo la radiación directa.

Sin embargo, en ocasiones se recomienda la instalación de elementos fijos como pueden ser los aleros cuya combinación con los sistemas regulables mejora el comportamiento del hueco.

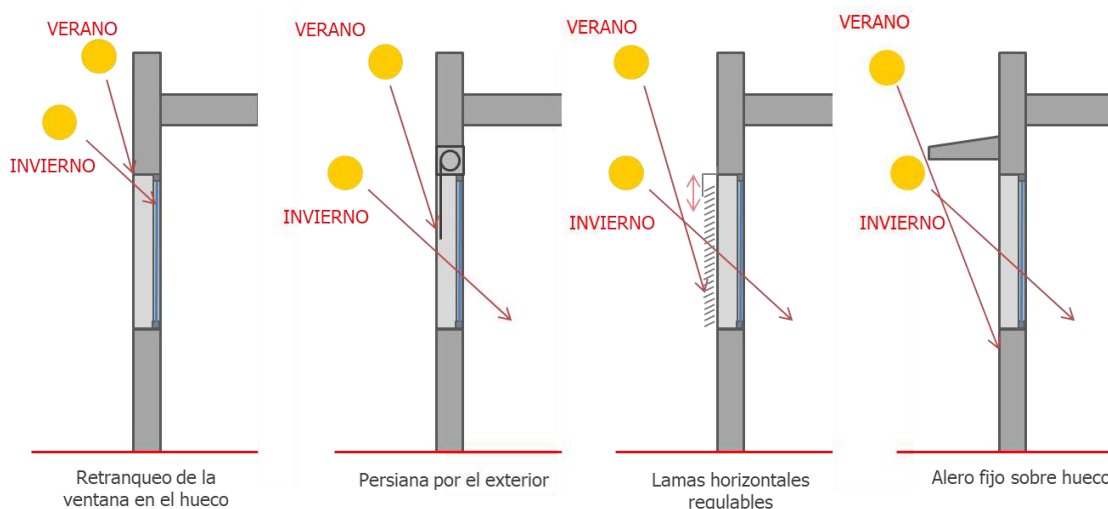
A continuación se muestran diferentes soluciones de sistemas de protección solar por el exterior:

- Retranqueo de la ventana el hueco. Esta solución puede ser considerada en el caso de sustitución del hueco en su conjunto o en proyectos de nueva construcción. Más que una medida de rehabilitación, es una consideración de diseño constructivo del hueco que mejora su comportamiento con respecto a la radiación solar, sobre todo en muros de grandes espesores consiguiendo un comportamiento similar al alero sobre hueco.

- Persiana por el exterior. En la mayoría de las soluciones de hueco disponen de persianas regulables. Las persianas protegen al vidrio de la radiación directa permitiendo además la regulación de la iluminación interior en el caso de deslumbramientos o de querer oscurecer las aulas. Sin embargo, la protección solar mediante este sistema implica la reducción de la iluminación natural interior en la

mayoría de los casos necesaria para el eficiente desarrollo de la actividad docente. En los edificios docentes donde existan persianas pero se encuentren en mal estado dificultando su uso, se contemplarán medidas de reparación y adecuación de las mismas.

- Lamas regulables. Las lamas regulables permiten la reducción de la radiación solar en verano y su aprovechamiento en invierno sin impedir la entrada de luz natural en los espacios interiores.
- Elemento horizontal fijo, alero. Este elemento protege del sol en verano y permite las ganancias en invierno en orientaciones sur (sur, sureste y suroeste). Sin embargo, las protecciones solares pasivas como elementos horizontales fijas no funcionan a estas orientaciones, cuando el sol está más bajo. Los porches o aleros no son eficaces en estas orientaciones.



La utilización de elementos de protección frente a la radiación solar en verano permite ahorros en el consumo de refrigeración en torno al 10-20%.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ La carpintería debe estar en buen estado

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Se utilizarán preferentemente persianas de aluminio y cajones de persiana aislados térmicamente.
- La tapa del capitalzado debe permitir el registro de forma fácil, pueden utilizarse bisagras en su unión al cajón. *
- La protección solar se situará en el exterior de los espacios a proteger. Si la protección se hace a través de lamas, éstas deben ser móviles con el fin de proteger el máximo de ángulos de llegada del sol. El sistema de accionamiento debe ser simple, poderse hacer desde el interior y su mantenimiento debe ser el menor posible.
- Aparte de un porche exterior, las aulas de infantil deben contar con un elemento de control lumínico interior de las aulas (cortina con guía o similar).
- Recomendaciones* según las orientaciones:
 - En la orientación norte (franja comprendida entre el noreste y el noroeste) no es necesario ningún tipo de protección.
 - En las orientaciones sur hay que controlar la incidencia sesgada del sol tanto en su subida como en la bajada.

- Orientaciones este y oeste: Las protecciones solares pasivas como elementos horizontales fijos no funcionan a estas orientaciones, cuando el sol está más bajo. Los porches o aleros no son eficaces en estas orientaciones.
- Las orientaciones cercanas a noreste y noroeste también necesitan elementos puntuales exteriores que controlen la incidencia solar en las horas extremas del día.

■ Hay que controlar que el espacio entre las protecciones solares y las carpinterías sea suficiente para permitir la limpieza de los cristales con comodidad.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

■ En épocas prolongadas no deberán cerrarse herméticamente las persianas, debido a que una excesiva concentración de calor puede dañar sus lamas. Deberá dejarse una pequeña holgura entre ellas.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.9	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sellado de huecos
5.2.10	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sustitución de vidrios
5.2.12	Renovación de huecos – Sustitución de ventanas, lucernarios y puertas
5.2.13	Renovación de huecos – Doble ventana

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.1.1	Adecuación del entorno para el confort – Protección solar
-------	---

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

EDIFICIOS

ENVOLVENTE

HUECOS

5.2.12

RENOVACIÓN DE HUECOS – SUSTITUCIÓN DE VENTANAS, LUCERNARIOS Y PUERTAS

Propuestas para la renovación completa del hueco que corrijan ineficiencias energéticas asociadas a las infiltraciones de aire, altas transmitancias térmicas y radiación solar asociadas a las deficientes prestaciones de los materiales que conforman el hueco, que simultáneamente mitiguen incomodidades y molestias que afecten al confort ambiental. Estas consisten en la renovación del hueco mediante la sustitución de los elementos existentes por otros de mejores prestaciones térmicas.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.3. Ventanas, lucernarios y puertas

2 EFECTOS

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☒ Implantación fases

- ☒ Licencia de obras (Edif. Protegido)

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los huecos son los elementos de la envolvente por los que proporcionalmente se sufren más pérdidas y ganancias de energía siendo sus valores de transmitancias mayores a los de fachadas opacas o cubiertas. Las configuraciones de huecos con materiales con bajas prestaciones térmicas unidas al mal estado que estos pueden presentar pueden dar lugar a infiltraciones de aire del exterior, altas transmitancias térmicas y radiación solar, generando problemas de confort en espacios como aulas o despachos, a parte de un incremento del consumo energético.

Cuando los huecos presenten deficiencias generalizadas debidas al mal estado de los elementos que lo conforman y a sus bajas prestaciones energéticas, se propondrá la renovación del hueco completo, con actuaciones como la de sustitución de las ventanas/lucernarios/puertas existentes por otros con mejor comportamiento energético.

A la hora de proponer una nueva conformación de hueco, se debe tener en cuenta las diferentes soluciones para cada elemento que lo conforman, vidrios, carpinterías y persianas, detallados a continuación:

■ Vidrios

En relación a la elección de vidrios aislantes y con mejores prestaciones frente a la radiación solar, en la ficha correspondiente "5.2.10. Adecuación de los huecos para el confort - Sustitución de vidrios" se detallan las diferentes soluciones de vidrios: vidrio simple, vidrio doble, vidrio doble bajo emisivo, vidrio doble con cámara de argón o vidrio con lámina de control solar; así como las consideraciones adicionales sobre cada uno de ellos mismos.

■ Carpinterías

Las carpinterías o marcos ocupan en torno a un 20-30% de la superficie del hueco. Por este motivo sus prestaciones térmicas influyen considerablemente en el comportamiento energético del conjunto de elementos que conforman el hueco.

Sus propiedades aislantes varían dependiendo de los materiales y de las características de su sección (espesor, cámaras, sistemas de rotura de puente térmico,...), siendo las carpinterías más aislantes las de madera y PVC mientras que las de peor comportamiento térmico son las metálicas sin rotura de puente térmico.

A continuación se detalla la transmitancia térmica de los perfiles según la norma UNE-EN ISO 10077-1:

Material del perfil	Transmitancia térmica U (W/m ² K)
Metálico	5,7
Metálico RPT d≥12mm	3,2
Madera dura ($\rho = 700 \text{ Kg/m}^3$ y 60 mm de espesor)	2,2
Perfiles huecos de PVC (2 cámaras)	2,2
Perfiles huecos de PVC (3 cámaras)	1,8

■ Persianas y/o elementos de protección solar

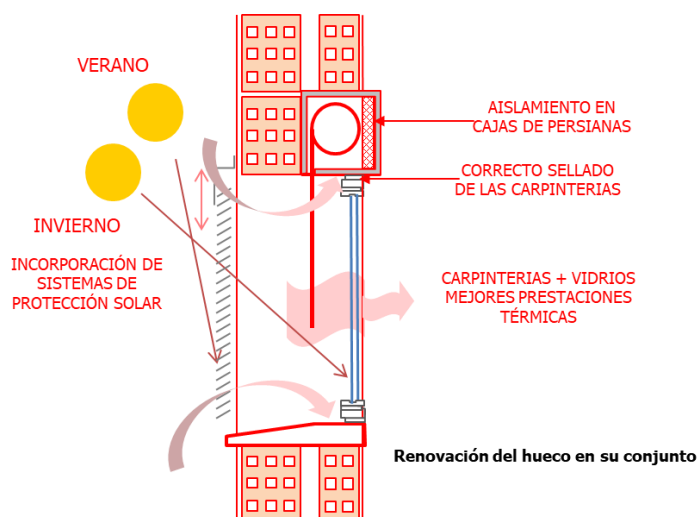
En cuanto a las persianas y/o sistemas de protección solar del hueco se debe consultar la ficha específica (5.2.11. Adecuación de huecos para el confort - Protección solar).

■ Ventajas

- Incremento del aislamiento térmico del hueco, reducción de las posibles infiltraciones de aire.
- Disminución del riesgo de condensaciones.
- Disminución de la demanda energética.

■ Inconvenientes

- Es una medida costosa con altos periodos de retorno, aproximadamente 450 €/m² de hueco, para la rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente y sustitución por carpintería de aluminio, con rotura de puente térmico, vidrio doble 6/10/8 mm.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☒ El estado de los elementos que conforman el hueco es deficiente así como sus prestaciones térmicas

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- En las obras de reforma, los elementos de la envolvente térmica que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente, cumplirán el valor límite (U_{lim}) establecido en la tabla 3.1.1.a-HE1. Asimismo, en reformas se podrán superar los valores 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.
- En centros escolares de Extremadura, las carpinterías exteriores deben ser de aluminio de espesor mínimo 1.5 mm, o PVC y preferentemente con rotura de puente térmico.* Se evitarán materiales costosos y que precisen tareas de mantenimiento frecuentes o complejas.
- El sistema de apertura de las carpinterías no condicionará el uso del espacio en centros escolares. *
- Se recomienda que todos los vidrios exteriores sean dobles con cámara de aire de un mínimo de 10 mm. Todos los vidrios colocados en el centro serán de seguridad, como mínimo laminados de espesor mínimo 3 + 3 mm. (En el caso de vidrios con cámara el laminado será a las dos caras).* Se recomienda por motivos acústicos que los espesores de los dos vidrios sean diferentes entre sí, optando por soluciones como por ejemplo 6+10+8 mm.
- En la zona climática de Extremadura solo se recomienda la colocación de vidrios doble bajo emisivos en orientaciones distintas a la Sur (S, SO y SE) donde se recomienda el uso de vidrios dobles.
- En elementos no accesibles de cubierta se podrá admitir el policarbonato celular con acabado exterior de protección a los rayos ultravioleta. Estará colocado de manera que quede protegido para garantizar la mínima degradación provocada por los agentes externos.
- Se recomienda usar persianas de aluminio con cajón independiente. Se utilizarán preferentemente persianas de aluminio con cajón independiente. El accionamiento de las persianas será de cable y torno accionado con manivela. La tapa del capialzado debe permitir el registro de forma fácil, pueden utilizarse bisagras en su unión al cajón.*
- En orientaciones distintas a la norte, se debe considerar la incorporación de sistemas de protección solar descritos en la ficha 5.2.11. Adecuación de huecos para el confort – Protección solar.

Para más información:

Guías técnicas para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios: Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado, Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía, IDAE

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitarán los golpes y cierres bruscos.
- Los vidrios deben limpiarse con agua jabonosa o detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.
- El aluminio se debe limpiar con detergentes no alcalinos y agua caliente.
- En épocas prolongadas no deberán cerrarse herméticamente las persianas, debido a que una excesiva concentración de calor puede dañar sus lamas. Deberá dejarse una pequeña holgura entre ellas.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.11.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Protección solar
---------	---

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.9.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sellado de huecos
5.2.10.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sustitución de vidrios
5.2.13.	Renovación de ventanas, lucernarios y puertas – Doble ventana

() Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.*

RENOVACIÓN DE HUECOS - DOBLE VENTANA

Propuestas para la renovación completa del hueco que corrijan ineficiencias energéticas asociadas a las infiltraciones de aire, altas transmitancias térmicas y radiación solar asociadas a las deficientes prestaciones de los materiales que conforman el hueco, que simultáneamente mitiguen incomodidades y molestias que afecten al confort ambiental. Estas consisten en la renovación del hueco mediante la introducción de una doble ventana.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.3. Ventanas, lucernarios y puertas

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios
- ☒ Comunicación previa
- ☒ Implantación fases
- ☐ Licencia de obras
- ☒ Mantenimiento adicional
- ☐ Legalización

Durabilidad

Complejidad

Inversión

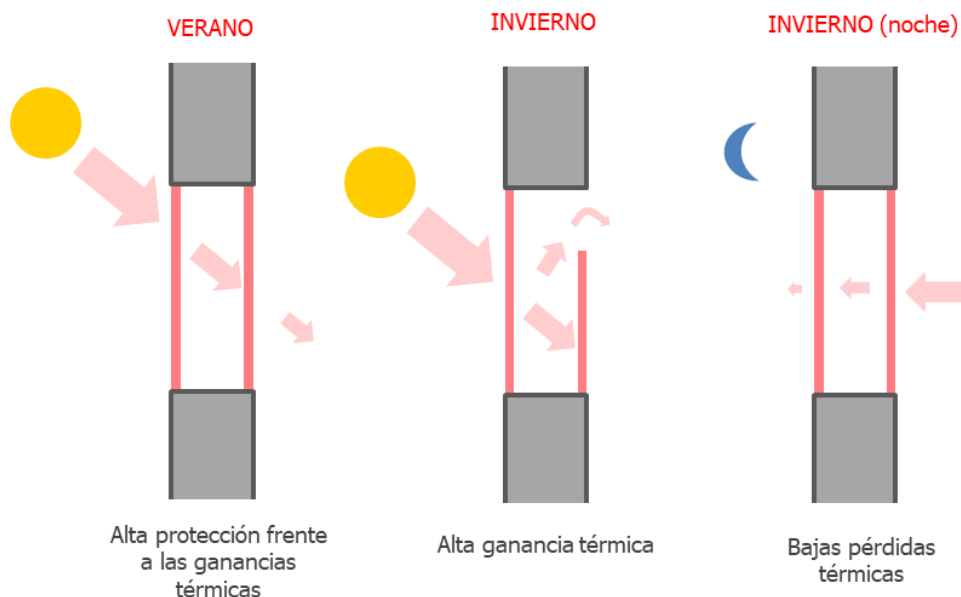
4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los huecos son los elementos de la envolvente por los que proporcionalmente se sufren más pérdidas y ganancias de energía siendo sus valores de transmitancias mayores a los de fachadas opacas o cubiertas. Las configuraciones de huecos con materiales con bajas prestaciones térmicas unidas al mal estado que estos pueden presentar pueden dar lugar a infiltraciones de aire del exterior, altas transmitancias térmicas y radiación solar, generando problemas de confort en espacios como aulas o despachos, a parte de un incremento del consumo energético.

Cuando los huecos presenten deficiencias generalizadas debidas al mal estado de los elementos que lo conforman y a sus bajas prestaciones energéticas, se propondrá la renovación del hueco completo, con actuaciones como la instalación de una doble ventana, sin eliminar el elemento existente. Esta solución suele ser adecuada en rehabilitaciones de edificios protegidos ya que permite mantener la estética del edificio dejando en el exterior la ventana original, proporcionando alto aislamiento térmico y acústico. En otras ocasiones se opta por esta solución por la facilidad de instalación, sin eliminar el elemento existente, y por el buen comportamiento térmico y acústico de la nueva configuración del hueco.

La medida consiste en la instalación de una ventana adicional, preferentemente vidrio doble (dos bastidores diferentes), sin retirar el elemento.

La cámara que se genera entre una ventana y otra sirve de colchón térmico, proporcionando alta protección frente al calor en verano y alta ganancia de calor solar en invierno, además de bajas pérdidas de calor durante la noche. Con la colocación de este elemento se garantiza la estanqueidad del hueco minimizando las infiltraciones de aire.



■ Ventajas

- Gran aislamiento térmico y acústico, colchón térmico.
- Alta protección frente al calor en verano.
- Alta ganancias térmicas durante el día / bajas pérdidas térmicas durante la noche en invierno.
- Minimiza las infiltraciones de aire.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ El estado de los elementos que conforman el hueco es deficiente así como sus prestaciones térmicas
- ☑ Ventanas existentes correderas

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- En las obras de reforma, los elementos de la envolvente térmica que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente, cumplirán el valor límite (U_{lim}) establecido en la tabla 3.1.1.a-HE1. Asimismo, en reformas se podrán superar los valores 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.
- En centros escolares de Extremadura, las carpinterías exteriores deben ser de aluminio de espesor mínimo 1.5 mm, o PVC y con rotura de puente térmico.* Se evitarán materiales costosos y que precisen tareas de mantenimiento frecuentes o complejas.
- El sistema de apertura de las carpinterías no condicionará el uso del espacio en centros escolares. *
- Todos los vidrios colocados en el centro serán de seguridad, como mínimo laminados de espesor mínimo 3 + 3 mm. En el caso de vidrios con cámara el laminado será a las dos caras. *
- En orientaciones distintas a la norte, se debe considerar la incorporación de sistemas de protección solar descritos en la ficha 5.2.11. Adecuación de huecos para el confort – Protección solar.

Para más información: Guías técnicas para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios: Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado, IDAE

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitarán los golpes y cierres bruscos.
- Los vidrios deben limpiarse con agua jabonosa o detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.
- El aluminio se debe limpiar con detergentes no alcalinos y agua caliente.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.9	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sellado de huecos
5.2.11	Adecuación de huecos para mejora del confort – Protección solar

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.9.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sellado de huecos
5.2.10.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Sustitución de vidrios
5.2.12.	Renovación de huecos – Sustitución de ventanas, lucernarios y puertas

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

REDISTRIBUCIÓN INTERIOR DE ESPACIOS

Propuestas para la corrección de ineficiencias energéticas asociadas a las corrientes molestas originadas por la existencia de aulas / espacios de gran volumen no compartimentados y/o alta radiación solar asociadas a la inadecuada orientación de las aulas, que simultáneamente corrijan o mitiguen incomodidades y molestias que afecten al confort interior. Estas consisten, en la medida de lo posible, en la redistribución de los espacios interiores con el objetivo de garantizar la correcta orientación de las aulas, así como la compartimentación de espacios interiores para reducir los grandes volúmenes difíciles de acondicionar.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.2.4. Espacios interiores

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☒ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☒ Implantación fases

- ☒ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

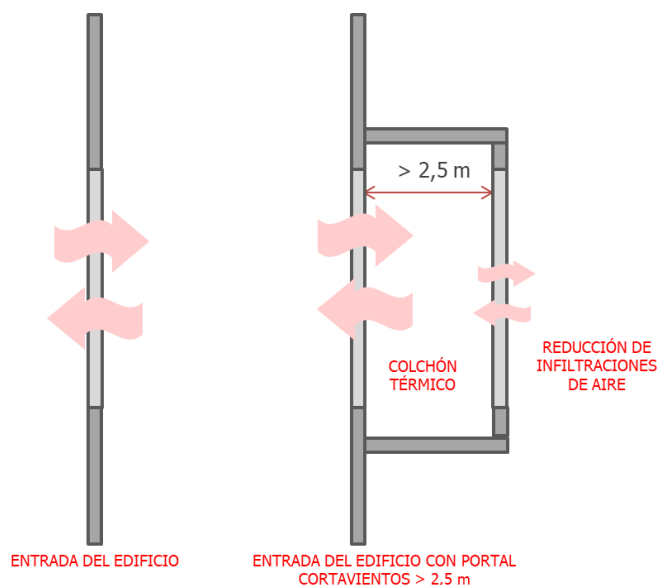
Los espacios interiores de los centros educativos tienen un papel fundamental en el correcto desarrollo de la labor docente. Desde el punto de vista energético, la correcta orientación de la aulas/espacios y sus proporciones y volúmenes son relevantes para garantizar el confort ambiental interior.

En relación a la orientación de las aulas, ésta debe permitir disponer de ventanas orientadas principalmente al norte si se desea evitar la necesidad de protecciones solares y al deslumbramiento, propias de otras orientaciones como la sudeste, y disfrutando igualmente un buen rendimiento luminoso. En la medida de lo posible se procurará replantear una distribución interior que garantice la correcta orientación de las aulas. En el caso de que esta medida no sea posible, se tendrán en cuenta las actuaciones de protección solar recogidas en la ficha "5.2.11. Adecuación de huecos para el confort. Protección solar" y 5.1.1. Adecuación del entorno para el confort – Protección solar.

Con respecto a las disfuncionalidades ocasionadas por la existencia de grandes volúmenes, se estudiará la compartimentación de los mismos y/o cierre para conseguir espacios más reducidos, respetando siempre las dimensiones mínimas necesarias para cada uso. El objetivo de esta medida es corregir las posibles corrientes molestas producidas en espacios diáfanos y/o aulas con grandes tamaños.

Cuando la existencia de techos muy elevados ocasiona problemas energéticos, corrientes molestas y/o dificultad de climatización, se considerará la reducción de su altura mediante la construcción de falsos techos más bajos, permitiendo la reducción de su volumen.

En ocasiones, las corrientes vienen ocasionadas por la inexistencia de un portal cortavientos en la entrada del edificio. En estos casos se instalará un portal cortavientos con un fondo mínimo de 2,50 m.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Existencia de módulos flexibles cuya redistribución sea factible

6 NORMATIVA

CTE - DB HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Se debe sopesar la complejidad en la obra y el coste que generarán los cambios distribución (mover un tabique, puede motivar una sucesión de acciones de importante alcance).
- Cuando se opte por compartimentación de los espacios, se debe mantener las dimensiones mínimas de las aulas, sus proporciones y su altura libre. En el caso de Extremadura, los criterios(*) para centros escolares de nueva construcción son los siguientes:
 - La altura estándar del espacio docente será de 2,85 m libres, admitiendo por debajo de los elementos estructurales una altura libre de 2,60 m. El área de infantil podrá tener una altura libre de 2,50 m, el gimnasio tendrá que disponer de una altura libre mínima de 5,00 m; todas las salas de usos múltiples de 100 m² de aquellos centros que no cuenten con un gimnasio tendrá una altura mínima de 3,50 m.
 - Las aulas tendrán su lado menor superior a 6 m, conviniendo que su profundidad no sobrepase los 7,50 m. En los casos en los que la profundidad sobrepase los 7,50 m, se deberá disponer de iluminación natural en los dos paramentos opuestos.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- No se proponen recomendaciones específicas para esta actuación

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.11.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Protección solar
---------	---

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.2.11.	Adecuación de huecos para mejora del confort – Protección solar
5.1.1.	Adecuación del entorno para el confort – Protección solar

() Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.*



5.3 Instalaciones

INSTALACIÓN DE VENTILADOR/ES DE TECHO

Los ventiladores de techo contribuyen a forzar la circulación del aire de una sala procurando una temperatura más homogénea y, aunque no bajan la temperatura del aire, generan una sensación térmica de hasta 5°C menos en la zona donde se instale.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.1. Ventilación

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☐ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El ventilador de techo está compuesto esencialmente por un motor eléctrico (generalmente de corriente alterna) que lleva acoplado a su rotor un conjunto de aspas con cierta inclinación (ángulo de ataque).

El flujo de aire movido dependerá proporcionalmente del ángulo de ataque de las aspas y del diámetro del ventilador. Este último, determinará la conveniencia del aparato en función de la superficie de la zona donde actúe.

Superficie de la zona	Diámetro de aspas
< 10m ²	75cm- 100cm
10m ² - 25m ²	100cm-125cm
25m ² - 35m ²	125cm-150cm

Cuando una estancia alcanza una determinada temperatura el aire se estratifica, se agrava la sensación de incomodidad o malestar y el cuerpo activa el proceso de sudoración para evacuar el calor interno y reducir su temperatura.

En estos casos, los ventiladores de techo impiden la estratificación y favorecen el proceso de evacuación de calor del cuerpo por convección reduciendo la temperatura corporal y produciendo una sensación térmica de varios grados menos.

Aunque para su instalación en aulas o salas de centros educativos la ubicación a priori más indicada se localiza en el techo, el mercado ofrece otros tipos de ventiladores con aplicaciones similares:

- Ventiladores de sobremesa y columna
- Ventiladores de pared
- Ventiladores Box Fan
- Ventiladores de torre
- Circuladores de aire

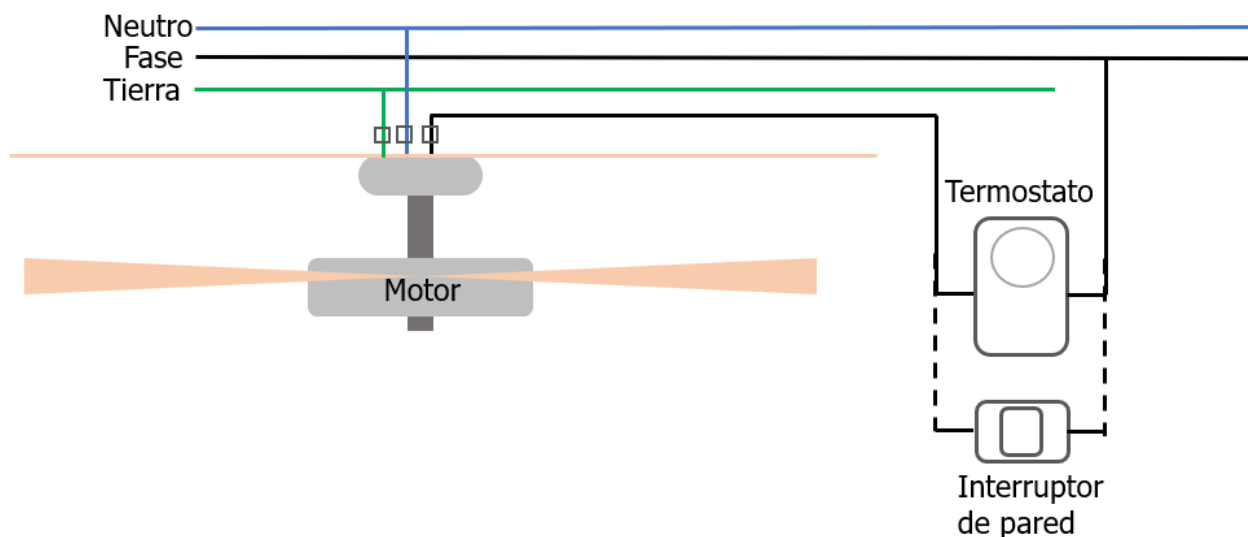
Teniendo en cuenta que cada estancia, en función de la actividad que en ella se realice, requiere un flujo de aire y por ende una velocidad de rotación de las aspas, se puede considerar que una velocidad entre 50 y 100 rpm puede ser la adecuada para ventiladores instalados en aulas o despachos. Si la estancia fuese un taller con actividad moderada la velocidad podría estar entre 100 y 200rpm.

Estos dispositivos presentan las siguientes ventajas:

- Bajo coste.
- Ahorro energético por bajo consumo eléctrico.
- Posibilidad de ventilar a baja velocidad proporcionando una eficaz aireación de las estancias
- El nivel de ruido es muy bajo.
- Evita la concentración de humedad en baños.
- Evitan la presencia de insectos.
- Mantenimiento relativamente bajo.

El consumo eléctrico de los ventiladores de techo oscila entre 15 W y 100 W en función de la velocidad seleccionada. Orientativamente, si se considera un curso lectivo con 300 h/año de funcionamiento a un régimen de 50W, el consumo total sería de 15 kWh.

Los ventiladores de mayor eficiencia son los de Calificación energética ultra eficiente Etiqueta A+++



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Comprobar que altura del techo es como mínimo de 2,5 m. para que el flujo de aire sea adecuado.
- ☑ Comprobar que hay una distancia de seguridad de 1 m. con las paredes, puertas o muebles más próximos.
- ☑ Comprobar que el techo es firme y no está dañado o agrietado.
- ☑ La distancia entre el techo y las aspas del ventilador será al menos a 0,25 m.

6 NORMATIVA

CTE – DB HE0

CTE – DB HS3

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Estos aparatos pueden tener además otros complementos; luz, mando a distancia, etc.
- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- El sistema de ventilación evitará sensaciones de corriente de aire, ruidos, etc.*
- Aseos y cocinas se considera de alto nivel de contaminación (A3) a efectos de recirculación y expulsión.*
- Se facilitará la ventilación cruzada en las particiones interiores separadoras de pasillos y aulas.*
- Documento de referencia: Reglamento (UE) Nº 1254/2014 que complementa la Directiva 2010/30/UE respecto al etiquetado energético de las unidades de ventilación residenciales.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Seguir las instrucciones que aporte el fabricante, tanto para la instalación, como para el correcto funcionamiento.
 - Es recomendable realizar una limpieza anual siguiendo las especificaciones del fabricante.
- Cuando la humedad relativa de los locales sea elevada, y la temperatura exterior baja, se procederá a la ventilación natural de las estancias, mediante la apertura controlada de las ventanas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
 - Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.2.	Sistema de ventilación mecánica controlada simple (V.M.C.S.)
5.3.3.	Sistema de ventilación híbrida (V.H.)
5.3.4.	Sistema de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D.)
5.3.5.	Recuperador entálpico
5.3.6.	Free – cooling

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA SIMPLE (V.M.C.S.)

Este sistema de ventilación elimina el aire interior contaminado de una zona del edificio y lo reemplaza por aire fresco del exterior mediante una extracción forzada y una admisión por depresión.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.1. Ventilación

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☐ Compatible usuarios

☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases

☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional

☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El aire viciado con vapor de agua, olores, dióxido de carbono y otros contaminantes debe ser renovado y depurado con aire exterior mediante filtros adecuados. Este tipo de instalaciones proporcionan la extracción de aire de tipo forzada mediante un motor eléctrico que actúa como extractor. La entrada de aire se produce a consecuencia de depresión provocada por la actuación del motor a través de huecos y rejillas de entrada.

El diseño de este tipo de sistemas tendrá en cuenta que el aire debe circular desde las zonas más secas a las más húmedas.

Los elementos que componen una instalación de ventilación de este tipo son:

- Sistemas de extracción de aire;
 - Extractores
 - Entradas de aire (estancias secas)
 - Bocas de extracción (estancias húmedas)
- Sistemas de conducción; conductos o plenums.
- Sistemas de regulación y control; sensores, mecanismos de actuación, etc.

El tipo de proyecto determinará si la configuración de la extracción es centralizada o descentralizada y el dimensionado de los conductos deberá permitir que se mantenga la velocidad máxima que establezca el RITE. En función de esto habrá que seleccionar el diámetro y el caudal para cada conducto.

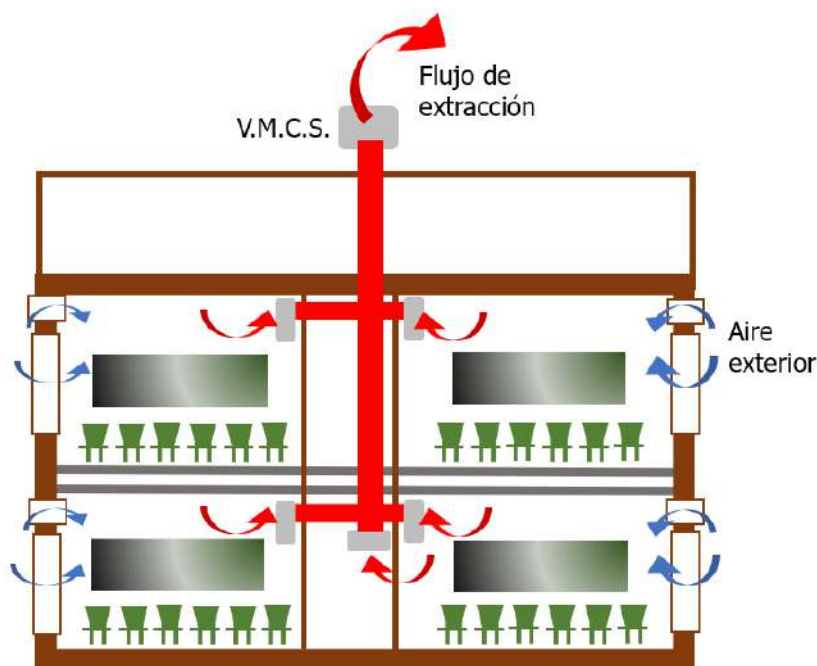
El control de la ventilación a través de este sistema puede ser a caudal constante y permanente en todas las zonas del edificio o a caudal variable en función de la tasa de humedad que existe en la zona donde

se sitúa el sensor de humedad.

Cuando el sistema de ventilación es de tipo simple, como en este caso, el flujo de aire exterior entra en el edificio directamente dando lugar a posibles desequilibrios de temperatura en algunas zonas.

Los sistemas de ventilación mecánica controlada simple (V.M.C.S) presentan las siguientes ventajas:

- Menor coste y complejidad que otros sistemas
- Posibilidad de ventilar por zonas
- Mantenimiento relativamente bajo
- Evita problemas de salud (dolores de cabeza, irritación de mucosas, etc.)



Una técnica compatible y de carácter bioclimático consiste en la utilización de pozo canadiense/provenzal. Resulta una aplicación eficiente y sostenible que hace circular el aire por una red de conductos subterráneos que discurren con algo de pendiente a poca profundidad (entre 2 y 5 metros) para atemperar el aire antes de introducirlo en el edificio por intercambio de calor con el terreno que, por su gran inercia térmica, a esa profundidad se mantiene en un rango más estrecho de temperaturas y que resultan más suaves que las del ambiente exterior. Para ello el suelo debe presentar unas características de conductividad térmica apropiadas. El aire debe filtrarse antes de entrar en el edificio y la boca de captación de aire debe situarse en una zona y a una altura suficiente para evitar la entrada de contaminantes.

El consumo de energía de este sistema es muy pequeño y sin embargo logra una reducción significativa de la demanda energética en edificios climatizados y una importante mejora del confort térmico y en la calidad del aire. Su principal inconveniente respecto de un sistema convencional son los costes de instalación, por la red de conductos necesaria, pero los costes de mantenimiento son muy bajos. Combinado con un sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor mejora todavía más su eficiencia energética. Su implantación es más sencilla en edificios de nueva construcción porque permite compatibilizar el trazado de la red de conductos y las necesidades de diseño del edificio.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ El sistema de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D) debe considerarse primera opción.
- ☑ Debe preverse espacio suficiente para todas las conducciones necesarias.
- ☑ Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición

horizontal.

- ☑ El caudal de ventilación mínimo será el que establezca el RITE. IT 1.1.4.2.2.
- ☑ En cada zona destinada a un uso diferente se debe disponer de aberturas correspondientes.
- ☑ Las cocinas y comedores deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural.

6 NORMATIVA

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HS3

CTE – DB HE0

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- Siempre que sea posible, optar por la opción de control higrorregulable.
- Se recomienda el uso de conductos rígidos minimizando en lo posible las pérdidas de carga.
- Los conductos tendrán una pendiente para eliminar posibles condensaciones.
- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- El aire debe circular desde las zonas secas a las húmedas.
- El sistema de ventilación evitará sensaciones de corriente de aire, ruidos, etc.*
- Aseos y cocinas se considera de alto nivel de contaminación (A3) a efectos de recirculación y expulsión.*
- La distribución debe permitir el registro para el mantenimiento incluso en falsos techos.*
- Se facilitará la ventilación cruzada en las particiones interiores separadoras de pasillos y aulas.*
- Se recomienda la instalación de sondas de control de CO₂.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, están establecidas en el RITE. IT 3.3. para este tipo de sistemas y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.
- Cuando la humedad relativa de los locales sea elevada, y la temperatura exterior baja, se procederá a la ventilación natural de las estancias, mediante la apertura controlada de las ventanas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- La entrada y salida de los conductos deberán permanecer libres de obstáculos.
- No se acometerá a los conductos de ventilación ninguna evacuación de humos ni de gases.
- No se taladrará ninguna parte del conducto.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías.	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.1.	Instalación de ventilador/es de techo
5.3.3.	Sistema de ventilación híbrida (V.H.)
5.3.4..	Sistema de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D.)
5.3.5.	Recuperador entálpico
5.3.6.	Free – cooling

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

SISTEMA DE VENTILACIÓN HÍBRIDA (V.H.)

En esos sistemas la extracción de aire se realiza de forma natural mientras las condiciones de viento exterior sean favorables, y cuando la ventilación natural no es suficiente entra en funcionamiento el extractor con motor eléctrico, para garantizar la ventilación mínima necesaria.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.1. Ventilación

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- | | |
|---|--|
| ☐ Compatible usuarios | ☐ Comunicación previa |
| ☐ Implantación fases | ☐ Licencia de obras |
| ☒ Mantenimiento adicional | ☒ Legalización |

Durabilidad

Complejidad

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La característica de estos sistemas es que varían su funcionamiento en función de las condiciones de presión y temperatura exterior y cuando las condiciones exteriores no son suficientes el mecanismo hace uso de la ventilación forzada para realizar la renovación del aire.

La puesta en marcha del extractor eléctrico se realiza mediante sensores de control de viento, especialmente diseñados para esta aplicación.

El diseño de este tipo de sistemas tendrá en cuenta que la extracción del aire se hará siempre de las estancias más húmedas.

Los elementos que componen una instalación de ventilación de este tipo son:

- Sistemas de extracción de aire;
 - Extractores
 - Entradas de aire (estancias secas)
 - Bocas de extracción (estancias húmedas)
- Sistemas de conducción; conductos o plenums.
- Sistemas de regulación y control; sensores, mecanismos de actuación, etc.

El dimensionado de los conductos deberá permitir que se mantenga la velocidad máxima que establezca el RITE. En función de esto habrá que seleccionar el diámetro y el caudal para cada conducto.

Los sistemas de ventilación mecánica controlada doble (V.H) presentan las siguientes ventajas:

- Extracción de alto rendimiento.
- Menor consumo energético que los sistemas V.M.C.D. y V.M.C.S.
- Posibilidad de ventilar por zonas.
- Mantenimiento relativamente bajo
- Evita problemas de salud (dolores de cabeza e irritación de mucosas, etc.)
- Ahorro de la demanda de climatización.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Se tomará como base de diseño, el sistema funcionando por ventilación natural y con las mínimas pérdidas de carga posible, lo que redundará en que las secciones de los conductos sean mayores que para una ventilación forzada.
- ☑ Debe preverse espacio suficiente para todas las conducciones necesarias.
- ☑ Según RITE. IT 1.1.4.2.2. La categoría de calidad del aire interior para aulas de enseñanza y asimilables es IDA 2 (aire de buena calidad) a lo que corresponde 12.5 en dm³/s por persona.
- ☑ Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.
- ☑ En cada zona destinada a un uso diferente se debe disponer de aberturas correspondientes.
- ☑ Las cocinas y comedores deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural.

6 NORMATIVA

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HS3

CTE – DB HE0

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- La ejecución de este sistema es más complejo que el sistema de ventilación mecánica y al depender de las condiciones climatológicas, será difícil determinar el consumo energético de la extracción mecánica.
- Valorar si la dificultad de ejecución respecto a la V.M.C.S., compensa los ahorros energéticos que se consiguen.
- Se recomienda el uso de conductos rígidos minimizando en lo posible las pérdidas de carga.
- Los conductos tendrán una pendiente para eliminar posibles condensaciones.
- El aire debe circular desde las zonas secas a las húmedas.
- El sistema de ventilación evitará sensaciones de corriente de aire, ruidos, etc.*
- Aseos y cocinas se considera de alto nivel de contaminación (A3) a efectos de recirculación y expulsión.*
- La distribución debe permitir el registro para el mantenimiento incluso en falsos techos.*
- Se facilitará la ventilación cruzada en las particiones interiores separadoras de pasillos y aulas.*

- Se recomienda la instalación de sondas de control de CO₂.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, están establecidas en el RITE. IT 3.3. para este tipo de sistemas y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.
- Cuando la humedad relativa de los locales sea elevada, y la temperatura exterior baja, se procederá a la ventilación natural de las estancias, mediante la apertura controlada de las ventanas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- La entrada y salida de los conductos deberán permanecer libres de obstáculos.
- No se acometerá a los conductos de ventilación ninguna evacuación de humos ni de gases.
- No se taladrará ninguna parte del conducto.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías.	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling.
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado.

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.1.	Instalación de ventilador/es de techo
5.3.2.	Sistema de ventilación mecánica controlada simple (V.M.C.S.)
5.3.4.	Sistema de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D.)
5.3.5.	Recuperador entálpico
5.3.6.	Free – cooling

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA DOBLE (V.M.C.D.)

Este sistema de ventilación elimina el aire interior contaminado de una zona del edificio y lo reemplaza por aire fresco del exterior realizando simultáneamente y de manera mecánica la extracción del aire hacia el exterior y la introducción del aire renovado.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.1. Ventilación

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- | | |
|---|--|
| ☐ Compatible usuarios | ☐ Comunicación previa |
| ☐ Implantación fases | ☐ Licencia de obras |
| ☒ Mantenimiento adicional | ☒ Legalización |

Durabilidad

Complejidad

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El sistema de ventilación mecánica controlada doble o de doble flujo (V.M.C.D.) también extrae el aire viciado del edificio y lo renueva con aire limpio pero, a diferencia del sistema simple, en este caso tanto el flujo de extracción como el de impulsión se canalizan por conductos y se conectan en un recuperador (obligatorio según RITE. IT 1.2.4.5.2 si caudal de aire expulsado >1.800 m³/h). En este recuperador se lleva a cabo un flujo cruzado entre las corrientes de entrada y salida favoreciendo el intercambio térmico.

Al pasar por el recuperador, la impulsión del aire nuevo en la estancia se realiza a una temperatura próxima a la temperatura interior, y esto repercute en el confort de los ocupantes porque se estabiliza la temperatura de la zona, pero además mejora considerablemente la eficiencia de la instalación si se está climatizando con otro sistema.

El diseño de este tipo de sistemas tendrá en cuenta que el aire nuevo o de impulsión debe circular desde las zonas más secas a las más húmedas. Por el contrario, el aire viciado se extrae siempre de las estancias más húmedas.

La canalización del aire de extracción y del aire de aportación se realizará por conductos horizontales flexibles que desembocaran en dos conductos (aportación y extracción) hasta el recuperador. Desde el recuperador partirán dos conductos independientes hasta el exterior.

Los elementos que componen una instalación de ventilación de este tipo son:

- Sistemas de extracción de aire;
 - Extractores
 - Entradas de aire (estancias secas)
 - Bocas de extracción (estancias húmedas)
- Sistemas de conducción; conductos o plenums.
- Recuperador (puede incorporar los motores de extracción e impulsión).
- Sistemas de regulación y control; sensores, mecanismos de actuación, etc.

Se puede utilizar un extractor para extracción y otro para la admisión o utilizar una central de aire para realizar simultáneamente la extracción y la admisión de aire. El tipo de proyecto determinará si la configuración de la admisión y de la extracción es centralizada o descentralizada.

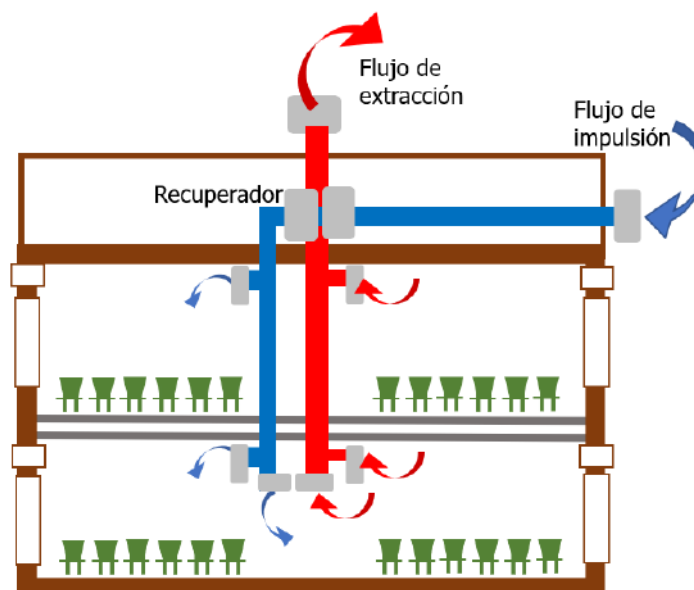
El dimensionado de los conductos deberá permitir que se mantenga la velocidad máxima que establezca el RITE. En función de esto habrá que seleccionar el diámetro y el caudal para cada conducto.

El control de la ventilación a través de este sistema puede ser a caudal constante y permanente en todas las zonas de la vivienda o a caudal variable, en función de la tasa de humedad que existe en la zona donde se sitúa el sensor de humedad.

Los sistemas de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D) presentan las siguientes ventajas:

- Máximo cumplimiento del RITE.
- Regulación de caudales más precisa.
- Mayor confort de los ocupantes al estabilizar la temperatura de la zona.
- Posibilidad de ventilar por zonas.
- Mantenimiento relativamente bajo.
- Evita problemas de salud (dolores de cabeza e irritación de mucosas, etc.).
- Ahorro de la demanda de climatización.

Según RITE. IT 1.1.4.2.2. La categoría de calidad del aire interior para aulas de enseñanza y asimilables es IDA 2 (aire de buena calidad) a lo que corresponde 12.5 en dm^3/s por persona.



El coste de referencia de las instalaciones de ventilación es difícil de definir ya que depende de la distribución de cada caso. Considérense orientativo entre 70 y 80€/m².

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ El sistema de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D) debe considerarse primera opción.
- ☑ Debe preverse espacio suficiente para todas las conducciones necesarias.
- ☑ Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.
- ☑ El caudal de ventilación mínimo será el que establezca el RITE. IT 1.1.4.2.2.
- ☑ En cada zona destinada a un uso diferente se debe disponer de aberturas correspondientes.
- ☑ Las cocinas y comedores deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural.

6 NORMATIVA

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HS3

CTE – DB HE0

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- El aire debe circular desde las zonas secas a las húmedas.
- Las rejillas de impulsión y de extracción deben estar enfrentadas, para producir un barrido eficaz del interior de los recintos.
- El sistema de ventilación evitará sensaciones de corriente de aire, ruidos, etc. *
- Aseos y cocinas se considera de alto nivel de contaminación (A3) a efectos de recirculación y expulsión.* No se mezclarán aires de distintas tipologías, diseñándose por tanto sistemas de ventilación independientes para cada uno.
- La distribución debe permitir el registro para el mantenimiento incluso en falsos techos.*
- Se facilitará la ventilación cruzada en las particiones interiores separadoras de pasillos y aulas.*
- Se recomienda la instalación de sondas de control de CO₂.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, están establecidas en el RITE. IT 3.3. para este tipo de sistemas y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.
- Cuando la humedad relativa de los locales sea elevada, y la temperatura exterior baja, se procederá a la ventilación natural de las estancias, mediante la apertura controlada de las ventanas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- La entrada y salida de los conductos deberán permanecer libres de obstáculos.
- No se acometerá a los conductos de ventilación ninguna evacuación de humos ni de gases.
- No se taladrará ninguna parte del conducto.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado
5.3.5.	Recuperador entálpico

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.1.	Instalación de ventilador/es de techo
5.3.2.	Sistema de ventilación mecánica controlada simple (V.M.C.S.)
5.3.3.	Sistema de ventilación híbrida (V.H.)
5.3.6.	Free-cooling

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

RECUPERADOR ENTÁLPICO

El recuperador entálpico es un dispositivo capaz recuperar la energía sensible y la energía latente en el flujo cruzado entre las corrientes de aire de entrada y salida del local aprovechando la energía ya introducida en el sistema con la climatización.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.1. Ventilación

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☐ Compatible usuarios

☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases

☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional

☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Se integra en la instalación de ventilación de tal manera que el flujo cruzado entre las corrientes de aire de entrada y salida del edificio intercambian energía calorífica a partir de la diferencia de temperatura y tasa de humedad que existe entre el ambiente exterior y el interior.

Esto se produce por el tratamiento higroscópico del rotor del recuperador que capta agua del flujo más húmedo y la cede al flujo más seco. De esta forma el aire nuevo se enfría y se deshumidifica durante la época de calor y se calienta y se humidifica en los días fríos.

El RITE contempla dos tipos de recuperadores: los ventiladores recuperadores de calor y los recuperadores entálpicos. Los primeros recuperan únicamente calor sensible (temperatura) con rendimientos hasta del 70%. Los recuperadores entálpicos recuperan calor sensible y latente (temperatura y humedad) y presentan rendimientos superiores.

El mercado ofrece una gran variedad de tipologías que ayudan al proyectista a diseñar su integración en el edificio. Así, en función del tipo de instalación se pueden encontrar:

- Para instalación horizontal
- Para instalación vertical
- Para instalación en falso techo (horizontal)

Por otro lado, atendiendo a la disposición de los flujos, los recuperadores pueden alcanzar distinto nivel de eficiencia:

- Recuperador de flujos cruzados; Normalmente en horizontal. Eficiencia entre el 50% y el 85%.
- Intercambiador de flujos paralelos; Normalmente en horizontal. Eficiencia de hasta el 95%.

- Intercambiador rotativo; Normalmente en vertical. Eficiencia de hasta el 85%.

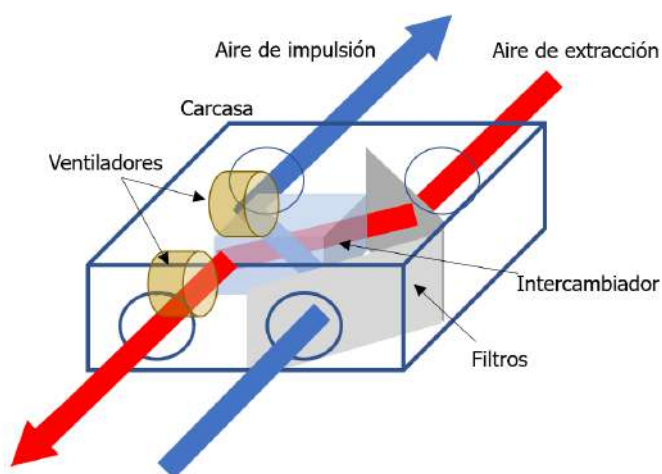
El recuperador físicamente está compuesto por:

- Estructura formada por perfiles cerrados de aluminio y envolvente de acero galvanizado con aislamiento termoacústico.
- Bocas de entrada y salida configurables.
- Bandeja de condensados en acero inoxidable.
- Ventiladores plug-fans.
- Portafiltros preparados para albergar un filtro en la aspiración de aire y dos filtros en la impulsión.

Los recuperadores entálpicos presentan las siguientes ventajas:

- Máximo cumplimiento del RITE.
- Mayor confort de los ocupantes al estabilizar la temperatura y la humedad de la zona.
- Ahorro en el consumo de climatización por incremento del rendimiento.
- Ahorro de la demanda de climatización.

En relación con el dimensionado de estos sistemas, se recomienda trabajar en rangos de entre 1.500 y 2.200 m³/h. Mayores caudales requerirán equipos excesivamente voluminosos y de difícil integración en la mayoría de los casos. Orientativamente, el coste de recuperadores entálpicos de este rango oscilan entre 4.000 y 5.000 €.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Se deben prever sistemas de drenaje del agua originada por las condensaciones.
- ☑ Se debe prever suficiente espacio para los equipos y las conducciones.
- ☑ Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.
- ☑ Tanto el recuperador como los conductos han de estar debidamente aislados.
- ☑ Se optará por ventiladores de caudal variable, capaces de adaptar los caudales de impulsión y extracción a las condiciones de demanda.
- ☑ Se ha de garantizar el mayor rendimiento energético.
- ☑ Según RITE. IT 1.1.4.2.2. La categoría de calidad del aire interior para aulas de enseñanza y asimilables es IDA 2 (aire de buena calidad) a lo que corresponde 12.5 en dm³/s por persona.
- ☑ Las unidades interiores se deben colocar tan lejos de las puertas como sea posible.

6 NORMATIVA

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HS3

CTE – DB HE0

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- Se recomienda esta actuación cuando haya grandes caudales y tiempos de utilización.
- Se recomienda esta actuación cuando exista gran diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior del edificio.
- El sistema de ventilación evitará sensaciones de corriente de aire, ruidos, etc.*
- Aseos y cocinas se considera de alto nivel de contaminación (A3) a efectos de recirculación y expulsión.*
- La distribución debe permitir el registro para el mantenimiento incluso en falsos techos.*
- Se facilitará la ventilación cruzada en las particiones interiores separadoras de pasillos y aulas.*
- Se recomienda la instalación de sondas de control de CO₂.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, están establecidas en el RITE.IT 3.3. para este tipo de sistemas y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.
- Cuando la humedad relativa de los locales sea elevada, y la temperatura exterior baja, se procederá a la ventilación natural de las estancias, mediante la apertura controlada de las ventanas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- La entrada y salida de los conductos deberán permanecer libres de obstáculos.
- No se acometerá a los conductos de ventilación ninguna evacuación de humos ni de gases.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías.	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.1.	Instalación de ventilador/es de techo
5.3.2.	Sistema de ventilación mecánica controlada simple (V.M.C.S.)
5.3.3.	Sistema de ventilación híbrida (V.H.)
5.3.4.	Sistema de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D.)
5.3.6.	Free – cooling

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

FREE – COOLING

Este sistema permite ventilar y climatizar sin aporte de energía térmica ya que aprovecha directamente sin pasar por la unidad las condiciones exteriores cuando son cercanas a los parámetros de confort.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.1. Ventilación

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad



- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad



- ☒ Mantenimiento adicional

- ☒ Legalización

Inversión



4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Lo habitual es que en invierno la demanda del edificio sea de calefacción, sin embargo, hay estancias que por lo general, poseen una elevada carga latente y sensible, por ejemplo en especial en las que hay gran volumen de personas. En estos casos, si las condiciones del aire exterior son adecuadas, resultará más eficaz utilizar este aire del exterior para el proceso de enfriamiento que el poner en funcionamiento un sistema de convencional por compresión mecánica.

Los sistemas free-cooling extraen el aire del exterior filtrándolo para reutilizarlo integrándolo en el caudal de impulsión. Esto evita recircular el aire de retorno con la consiguiente mejora en la calidad del aire interior, lo cual repercute en reducir el gasto de los equipos y disminuir su uso.

La regulación de las proporciones de aire se realiza mediante un juego de apertura y cierre de tres compuertas sincronizadas automáticamente, comandadas por un controlador con un sensor exterior e interior.

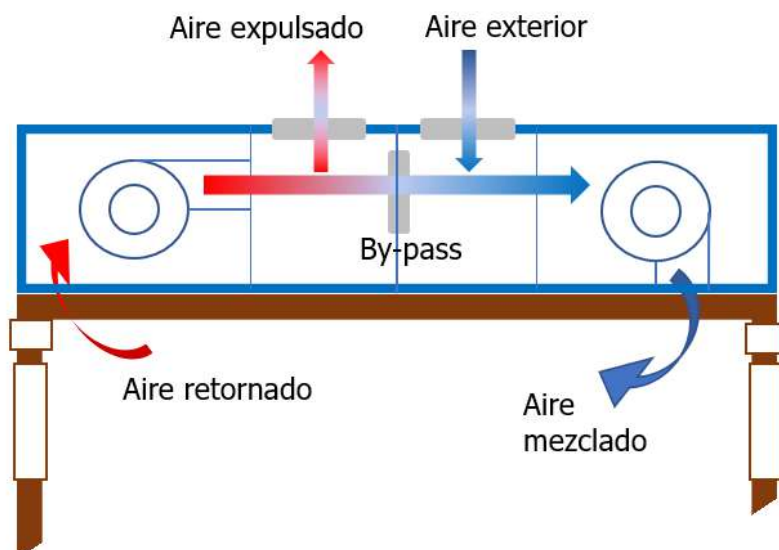
En régimen de verano, la compuerta by-pass se abre al máximo mientras que las bocas compuertas de expulsión y toma de aire se cierran para procurar un mínimo caudal de aire de renovación del edificio de acuerdo a lo establecido por normativa.

Si las condiciones (temperatura y humedad) del aire exterior son adecuadas, se abren las compuertas de expulsión y toma de aire y se cierra la de by-pass.

Este tipo de sistemas es especialmente interesante en buena parte de los edificios educativos extremeños empleado como refrigeración nocturna (Night Purge o Night Cooling) para reducir las cargas térmicas de los mismos. De esta manera, el calor remanente del interior de las estancias es captado y extraído por el aire de expulsión durante la noche. Durante el día, cuando las temperaturas son elevadas, la demanda de refrigeración será mucho más reducida y el sistema de refrigeración mecánica del edificio (si existe) afrontará una carga pico menor, con el consiguiente ahorro energético.

Los sistemas free cooling presentan las siguientes ventajas:

- Mayor confort de los ocupantes a primeras horas de los días de más calor.
- Ahorro de la demanda de climatización.
- Ahorro del uso de los equipos de climatización.
- Ahorro del consumo energético de los equipos de climatización.
- Permite una distribución homogénea del aire exterior que puede ser filtrado y, eventualmente, acondicionado.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Es necesario que los sistemas de climatización de los locales sean por aire y que las unidades de tratamiento de aire estén equipadas con compuertas, ventiladores y control, adecuados.
- ☑ Se debe prever suficiente espacio para los equipos y las conducciones.
- ☑ Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.

6 NORMATIVA

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HS3

CTE – DB HE0

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- El free-cooling o by-pass es un sistema fácilmente aplicable a instalaciones de ventilación de doble flujo.
- La normativa europea, exige que los equipos que consumen más de 30W por motor dispongan de by-pass.
- Según el RITE en todos los sistemas de climatización todo aire de potencia útil nominal mayor que 70kW es obligatoria la incorporación de subsistemas free-cooling en régimen de frío.

- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- La distribución debe permitir el registro para el mantenimiento incluso en falsos techos.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, están establecidas en el RITE.IT 3.3. para este tipo de sistemas y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- La entrada y salida de los conductos deberán permanecer libres de obstáculos.
- No se acometerá a los conductos de ventilación ninguna evacuación de humos ni de gases.
- No se taladrará ninguna parte del conducto.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías.	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.1.	Instalación de ventilador/es de techo
5.3.2.	Sistema de ventilación mecánica controlada simple (V.M.C.S.)
5.3.3.	Sistema de ventilación híbrida (V.H.)
5.3.4.	Sistema de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D.)
5.3.5.	Recuperador entálpico

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

INSTALACIONES

CALEFACCIÓN-ACS

ADECUACIÓN

5.3.7

REPARACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN ACTUAL

Ante cualquier indicio de funcionamiento anormal de la instalación de calefacción es necesario dar parte de la incidencia por los cauces establecidos a los técnicos correspondientes para llevar a cabo su reparación y/o puesta en marcha.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☐ Compatible usuarios☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los edificios públicos extremeños que cuentan con calefacción centralizada se caracterizan por emplear mayoritariamente calderas convencionales de gasóleo con reparto a radiadores. Además, en la mayoría de las ocasiones, estas instalaciones tienen una antigüedad considerable, lo cual debería corresponderse con protocolos de mantenimiento preventivo más estrictos y un control exhaustivo de los parámetros de combustión que no se ciñan a la expedición del informe periódico obligatorio.

Durante la vida útil de los equipos que componen la instalación, aún con un mantenimiento preventivo adecuado, se pueden originar problemas o fallos que en la mayoría de las ocasiones -no en todas- se manifestarán o detectarán en forma de respuestas insuficientes o directamente en fuera de servicio.

Algunas incidencias leves quizá puedan subsanarse por parte del personal del centro, pero es importante que se establezcan pautas de actuación en casos de avería o fallos que eviten poner en riesgo a las personas, y por tanto, aunque a continuación se revisan los problemas más frecuentes que pueden encontrarse en las instalaciones, esta actuación fundamentalmente señala la necesidad de poner en mano de los instaladores profesionales su reparación y/o su puesta en marcha.

Por otro lado, el RITE establece que las instalaciones térmicas y, en particular, sus equipos de generación de calor se inspeccionarán periódicamente a lo largo de su vida útil. El mantenimiento preventivo se hará de acuerdo con lo establecido en el apartado IT 3.3.

El origen de las incidencias más frecuentes en las instalaciones de calefacción de los edificios educativos son las siguientes:

Incidencia	Posible causa
No hay señal de encendido.	El equipo está desconectado de la red. La alimentación eléctrica está cortada desde el cuadro de la sala o en el cuadro principal.
Fallo eléctrico repetitivo.	El cable de alimentación eléctrica está deteriorado. Algunas protección eléctrica actúa por otra causa.
Se aprecia agua junto a los radiadores	Fugas por corrosión o antigüedad de los radiadores. La válvula de purgado no está bien cerrada.
Se detecta pérdida de eficacia anormal en el sistema y/o ruidos en algunos equipos hidráulicos.	La instalación tiene aire y es necesario realizar un purgado. La caldera no trabaja con la presión correcta (normalmente entre 1 y 2 bar)
Ruidos intermitentes en la sala de calderas	Posible avería en las bombas
La instalación se calienta y enfría rápidamente de forma anormal.	
La caldera está encendida pero no funciona.	Los parámetros de funcionamiento están desprogramados. Hay problemas de alimentación de combustible. Hay avería en alguna bomba o equipo hidráulico.
La temperatura de los radiadores difiere mucho de unas estancias a otras.	Es un problema de diseño que puede corregirse con regulación individual.
La instalación tiene un consumo de combustible anormalmente alto.	La combustión no es correcta. El quemador no actúa correctamente o la salida de humos no es adecuada.
Las estancias tardan mucho tiempo en calentarse.	La programación del encendido es incorrecta. Las sondas de temperatura no actúan correctamente.
La instalación sigue encendida una vez acaba la actividad del centro.	
La temperatura de los radiadores no se ajusta a las necesidades de los ocupantes.	

5 REQUISITOS PREVIOS

No se contemplan requisitos previos

6 NORMATIVA

CTE – DB HE1

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

Sala de calderas: RITE IT.1.3. y el CTE DB SI

Fontanería: CTE - DB HS4

Tuberías y conductos: RITE IT 1.2.4.2

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- Se recomienda distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona.*
- Se recomienda la conexión de radiadores con el retorno invertido.*
- Los tubos en el interior del local a calefactar se instalarán a la vista y sin aislamientos.*
- Los tubos en zonas no calefactadas o en el exterior se aislarán térmicamente para evitar pérdidas caloríficas.*
- En espacios de gran volumen (Gimnasio-SUM) la calefacción se realizará por agua caliente <90° C

hasta los radiadores y aerotermos.*

- La calefacción de las aulas se resolverá preferentemente con radiadores.*
- Se deberá prever el circuito de anticondensación para evitar corrosión en la caldera.*
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas.*
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada.*
- La calefacción del gimnasio, SUM y vestuarios funcionará mediante circuito independiente al resto del centro.*

Se han de considerar los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa establecidos directamente por el RITE. IT 1. Diseño y dimensionado.

- El sistema de regulación automática realizará, como mínimo, las siguientes funciones*:
 - Temperatura de la impulsión de agua caliente en función de la temperatura exterior.
 - Arrancada previa de la instalación, programada en función de la temperatura exterior.
 - Parada de la instalación con anticipación al horario de salida del centro en función de la temperatura exterior.
 - La instalación permitirá realizar la parada de forma automática.*
 - Se contará con un sistema de control del gasto energético de las calderas.*
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*
- Guía técnica: procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas. IDAE.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- La instalación de calefacción se mantendrá llena de agua, incluso sin funcionamiento.
- No se deberán cubrir los radiadores con mobiliario.
- La conexión de la instalación de calefacción deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- La sala de caldera estará permanentemente cerrado a toda persona ajena y bien ventilado.
- La sala de caldera no se utilizará como almacén de objetos.
- Las instrucciones de servicio se colocarán en sitio visible de la sala de calderas.
- Comprobaciones cada mes: Consumo de combustible, consumo de energía, consumo de agua, emisión de CO, estanqueidad del quemador, fugas de combustible, tiro de la caldera, bombas de circulación.
- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza del circuito de humos, estado del material refractario, revisión general de calderas, revisión del sistema de control, revisión general de radiadores, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Comprobaciones cada año: limpieza de conductos de humos y chimenea, revisión del aislamiento térmico, comprobación de la estanqueidad de los ramales de distribución.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX	UNIDAD
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.10.	Instalación de radiadores y valvulería
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.9.	Control de instalación de calefacción

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
--------	-----------------------------------

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

MEJORA DE AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

Con esta actuación se pretende reducir las pérdidas térmicas en la red de distribución ocasionadas por la falta del aislamiento en las tuberías y depósitos principalmente.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☐ Compatible usuarios

☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases

☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional

☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Una de las actuaciones más efectivas para conseguir ahorros de energía significativos en las instalaciones de calefacción y ACS pasa por inspeccionar los elementos de reparto y almacenamiento de agua caliente asegurando el correcto estado de sus aislamientos térmicos.

En numerosas ocasiones el estado de las coquillas de las instalaciones, especialmente en instalaciones de cierta antigüedad, no aseguran las propiedades de aislamiento para las que se pensaron. Por otro lado, hay que subrayar que las normativas previas al RITE eran menos estrictas con este tipo de elementos.

Estas deficiencias se detectarán con mayor frecuencia en tuberías exteriores, pero a veces también en tuberías interiores de la sala de caldera. Como consecuencia, habrá que actuar para que se mantengan las condiciones de temperatura reduciendo en lo posible las pérdidas sin olvidar la importancia de asegurar también las condiciones de seguridad para las personas que puedan entrar en contacto con la instalación.

El mercado ofrece gran número de soluciones técnicas para el aislamiento de tuberías que tienen en común su baja conductividad térmica. Las coquillas más comúnmente utilizadas son:

- Espuma elastomérica: es un caucho sintético que se utiliza en aislamiento de tuberías y conductos de climatización. Se caracteriza por su flexibilidad y facilidad de instalación.
- Lana mineral (de vidrio y de roca) aunque se emplean como aislamiento en cerramientos también tiene uso en instalaciones térmicas, generalmente cubiertas de una capa de aluminio.
- Polietileno; este polímero es otro material que se emplea en coquillas para tuberías. Es flexible y permite adaptarse a distintas formas y diámetros.

La selección del tipo de coquilla se realizará en función de su resistencia térmica y su espesor: cuanto mayor sea la resistencia térmica (menor su conductividad térmica), mejor será el aislamiento térmico del material y cuanto mayor sea el espesor, lógicamente mejor aislará el calor. El RITE fija los espesores a emplear en función de la temperatura de trabajo y los diámetros de la tubería.

La aplicación del aislamiento se llevará a cabo en la totalidad de los tramos de tuberías e incluirá también los componentes hidráulicos accesibles, tanto de la sala de calderas, los trayectos a través de huecos técnicos, patinillos o falsos techos y especialmente en los exteriores (cubiertas, fachadas, terrazas, etc.) Cuando no sea posible técnicamente aislar con el espesor recomendado por el RITE, habrá que considerar que el mayor porcentaje de ahorro se produce con los primeros 10 mm de espesor.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ La clasificación en cuanto a la reacción al fuego, debe ser la correspondiente a la norma UNE EN 13501-1:2007+A1:2010 y los requerimientos exigidos en el documento básico DB SI del Código Técnico de la Edificación
- ☑ Los depósitos y otros equipos deberán cumplir los requisitos de aislamiento de las tuberías de diámetro mayor que aparecen en el RITE.

6 NORMATIVA

Código Técnico de la Edificación – CTE –. Sección DB HE1
 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE
 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT
 Fontanería: CTE - DB HS4
 Tuberías y conductos: RITE IT 1.2.4.2

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- El RITE actual establece una obligación de carácter prestacional relativa al diseño de aislamiento de las redes de distribución.
- El reglamento propone además un procedimiento simplificado de diseño de aislamiento recomendado para cada diámetro de tubería y para una conductividad del material preestablecida.
- La termografía aplicada a la inspección de tuberías puede contribuir tanto a detectar defectos como a comprobar la correcta ejecución de esta actuación.
- En espacios de gran volumen (Gimnasio-SUM) la calefacción se realizará por agua caliente <90° C hasta los radiadores y aerotermos.*
- La calefacción de las aulas se resolverá preferentemente con radiadores.*
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas. *
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada. *
- La calefacción del gimnasio, SUM y vestuarios funcionará mediante circuito independiente al resto del centro.

Se han de considerar los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa establecidos directamente por el RITE. IT 1. Diseño y dimensionado.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Comprobaciones cada año: limpieza de conductos, revisión del aislamiento térmico.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.10.	Instalación de radiadores y valvulería
5.3.7.	Reparación y puesta en marcha de la instalación actual
5.3.9.	Control de instalación de calefacción

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.7.	Reparación y puesta en marcha de la instalación actual
--------	--

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

CONTROL DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

El objetivo de estos sistemas es optimizar el control y la eficiencia energética de las instalaciones de calefacción del edificio.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad



- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad



- ☒ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión



4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Las instalaciones de calefacción de los edificios educativos extremeños cuentan en la práctica generalidad con calderas convencionales de gasóleo, aunque en algunos edificios nuevos o recientemente reformados se puede haber optado por calderas de gas natural.

La mayoría de estas instalaciones carecen de sistemas de regulación y control o estos son obsoletos e insuficientes para realizar una función eficaz en las zonas calefactadas. Lo más frecuente en los centros es impulsar el agua desde la sala de calderas a través de un circuito de reparto (dos si el edificio es muy grande) que recorre todas las estancias sin discriminar ocupación ni temperatura interior.

En estas condiciones los sistemas de calefacción no pueden adaptar las condiciones térmicas al bienestar de alumnos y profesores y es necesario actuar para gestionar correctamente el calor generado.

Por otro lado, la instrucción IT 02.11.2.2 del RITE indica expresamente que *"en instalaciones de calefacción dotadas de radiadores o convectores se dispondrá, para cada circuito de zona del edificio, un sistema centralizado para control de la temperatura del agua en función de la temperatura exterior y válvulas termostáticas en todos los radiadores ..."*

La primera recomendación en este tipo de instalaciones pasa por ajustar la energía térmica que suministran las calderas a las necesidades reales de los ocupantes. Para ello, se puede disponer de uno o varios termómetros para verificar las temperaturas en las diferentes zonas del centro. Las mediciones se deben realizar a una altura de 1'5 metros sobre el suelo y en una pared en la que no esté situado ningún radiador. Una temperatura de 21 °C es más que suficiente para mantener el confort y no debería superarse ese valor ya que el consumo energético aumenta un 7% por cada grado de sobre-calefacción.

En cuanto al ajuste individual o en la zona, la actuación de implantación más sencilla sobre las instalaciones de calefacción con radiadores es el control termostático modulante en los emisores de las

distintas dependencias. Esta medida se desarrolla en la actuación 5.3.10. Instalación de radiadores y valvulería.

Una actuación centralizada que puede complementar a la anterior es la automatización del control de la calefacción mediante la regulación del caudal de impulsión del circuito primario condicionando el funcionamiento de la bomba actual a la temperatura de una zona climatizada de referencia y de la temperatura exterior.

Esta medida comprendería la instalación de un control centralizado de la instalación de calefacción compuesto por una central electrónica de regulación para el control de la temperatura de los circuitos en función de las condiciones exteriores. Esta central actuaría sobre la bomba de circulación en función de la señal de una sonda exterior y sondas de inmersión en cada circuito de reparto.

El beneficio real se obtiene cuando la bomba con variador de frecuencia y regulación de la velocidad mantiene la presión diferencial constante, ya que esto producirá ahorros de hasta un 70% en el consumo eléctrico de las bombas y disminuirá las pérdidas térmicas en el circuito debido a la circulación innecesaria de caudal, aunque la principal ventaja de esta actuación es su repercusión sobre el confort y automatización del sistema.

En un nivel de control y gestión superior se englobarían las plataformas de monitorización energética, que son herramientas para la medición e intervención que facilitan en gran medida el mantenimiento de las instalaciones, el diseño de estrategias y la toma de decisiones de los gestores energéticos.

En los centros educativos, estas herramientas son de un especial interés ya que éstos presentan pautas de comportamiento energético marcadas y la visualización de los parámetros de confort por parte de alumnos y profesores puede contribuir a sensibilizar en el uso adecuado de las instalaciones.

Además, en base a las posibilidades que ofrecen las TICs se puede integrar este control al de otros sistemas presentes en los edificios: iluminación, climatización y ventilación, medición de consumos, aparatos elevadores, elementos de sombreado, control de acceso y sistemas de vigilancia, control de incendios, etc.

5 REQUISITOS PREVIOS

☒ La bombas del circuito primario de calefacción deben estar dotadas de variador de frecuencia para poder actuar sobre ellas.

6 NORMATIVA

Código Técnico de la Edificación – CTE –. Sección DB HE1
Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE
Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT
Sala de calderas: RITE IT.1.3. y el CTE DB SI

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas.*
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada.*
- La calefacción del gimnasio, SUM y vestuarios funcionará mediante circuito independiente al resto del centro.*

Se han de considerar los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa establecidos directamente por el RITE. IT 1. Diseño y dimensionado.

- El sistema de regulación automática realizará, como mínimo, las siguientes funciones*:
 - Temperatura de la impulsión de agua caliente en función de la temperatura exterior.
 - Arrancada previa de la instalación, programada en función de la temperatura exterior.
 - Parada de la instalación con anticipación al horario de salida del centro en función de la temperatura exterior.

- La instalación permitirá realizar la parada de forma automática.*
- Se contará con un sistema de control del gasto energético de las calderas.*
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Los periodos de inspección para el mantenimiento preventivo de las nuevas instalaciones serán los establecidos por el RITE.
- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- Las instrucciones de servicio se colocarán en sitio visible de la sala de calderas.
- Comprobaciones cada 6 meses: revisión del sistema de control, revisión general de radiadores, válvulas.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.10	Instalación de radiadores y valvulería
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.7.	Reparación y puesta en marcha de la instalación actual
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.21.	Control de instalación de climatización
---------	---

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

INSTALACIÓN DE RADIADORES Y VALVULERÍA

Esta medida consiste en sustituir los radiadores obsoletos o fuera de servicio por otros nuevos que cumplan la función de adaptar las condiciones térmicas de la instalación de calefacción al bienestar de los ocupantes de la estancia dotándolos además de un sistema de regulación adecuado.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☐ Compatible usuarios

☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases

☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional

☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Las instalaciones de calefacción de la mayoría del parque de edificios educativos cuentan con calderas convencionales de gasóleo (o gas natural en algunos casos) que impulsan el agua a través del circuito de reparto por todas las estancias sin discriminar ocupación ni temperatura interior. En cada aula o despacho se distribuyen los radiadores que actúan como elementos terminales de la instalación.

Aunque su funcionamiento es sencillo y se limita a radiar calor procedente del agua caliente que circula por su interior, en muchas ocasiones los radiadores están obsoletos o fuera de servicio; en otras carecen de cualquier tipo de sistema de regulación y, en definitiva, no cumplen con la función de adaptar las condiciones térmicas al bienestar de alumnos y profesores y es necesario actuar para gestionar correctamente el calor generado.

Se plantea en estos casos la necesidad de efectuar una sustitución de los emisores térmicos actuales por otros que cumplan la instrucción IT 02.11.2.2 del RITE, que indica expresamente que *"en instalaciones de calefacción dotadas de radiadores o convectores se dispondrá, para cada circuito de zona del edificio, un sistema centralizado para control de la temperatura del agua en función de la temperatura exterior y válvulas termostáticas en todos los radiadores ..."*

La cantidad de calor que emiten los radiadores depende de la superficie de intercambio y se refleja en su potencia característica. Los fabricantes indican la potencia calorífica de los radiadores en Vatios (W) y/o kcal/h para un salto térmico de 50°C (según la norma UNE-EN 442).

En principio la potencia calorífica de los radiadores en una sustitución deberá mantenerse siempre que las condiciones de diseño y uso del edificio no varíen sustancialmente.

La clasificación de los radiadores de calefacción atiende principalmente al tipo material con el que están fabricados y a la temperatura del agua:

- Radiadores de aluminio: formado por un conjunto de módulos de aluminio ensamblados según la potencia del radiador.
- Radiadores de chapa de acero: formado por un panel de chapa de acero de distintas longitudes en función de la potencia de este.

Los anteriores pueden ser:

- Radiadores de alta temperatura: es el radiador de las instalaciones convencionales por los que circula el agua (a 70º-80ºC) procedente de la caldera.
- Radiadores de baja temperatura: propio de instalaciones modernas y eficientes que trabajan con una impulsión de aproximadamente 50ºC.

Al incorporar radiadores de mejor eficiencia, la temperatura del circuito puede ser menor, con lo que la eficiencia de la caldera aumentará sensiblemente. De todos modos, habrá que procurar mantenerlos limpios y sin obstáculos cercanos para optimizar la transmisión térmica.

Las ventajas de los radiadores de aluminio y de chapa:

- Tienen poca inercia térmica por lo que el tiempo de emisión es corto.
- Son económicos frente a otras opciones.
- Son ligeros y de fácil instalación.

Las válvulas termostáticas permiten controlar la temperatura de entrada al emisor en función de la temperatura ambiente de cada estancia, permitiendo el paso de más o menos agua caliente y siendo recomendable cerrar las llaves de los radiadores de las zonas que no se utilicen en cada momento.

La variedad de tipologías se encuentra en las diferentes opciones de cabezal que puede tener la válvula: puede ser manual, pero es conveniente que sea de tipo termostático, ya que permite un control más preciso al seleccionar exactamente la temperatura que se desea en la estancia.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☒ Ninguno especial.

6 NORMATIVA

Código Técnico de la Edificación – CTE –. Sección DB HE1
 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE
 Fontanería: CTE- DB HS4
 Tuberías y conductos: RITE IT 1.2.4.2

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- Se recomienda distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona.*
- Se recomienda la conexión de radiadores con el retorno invertido.*
- Los tubos en el interior del local a calefactar se instalarán a la vista y sin aislamientos.*
- Los tubos en zonas no calefactadas o en el exterior se aislarán térmicamente para evitar pérdidas caloríficas*.
- En espacios de gran volumen (Gimnasio-SUM) la calefacción se realizará por agua caliente <90º C hasta los radiadores y aerotermos.*

- La calefacción de las aulas se resolverá preferentemente con radiadores.*
- Se deberá prever el circuito de anticondensación para evitar corrosión en la caldera.*
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas.*
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada.*
- La calefacción del gimnasio, SUM y vestuarios funcionará mediante circuito independiente al resto del centro.*

Se han de considerar los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa establecidos directamente por el RITE. IT 1. Diseño y dimensionado.

- El sistema de regulación automática realizará, como mínimo, las siguientes funciones*:
 - Temperatura de la impulsión de agua caliente en función de la temperatura exterior.
 - Arrancada previa de la instalación, programada en función de la temperatura exterior.
 - Parada de la instalación con anticipación al horario de salida del centro en función de la temperatura exterior.
- La instalación permitirá realizar la parada de forma automática.*
- Se contará con un sistema de control del gasto energético de las calderas.*
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- La instalación de calefacción se mantendrá llena de agua, incluso en sin funcionamiento.
- No se deberán cubrir los radiadores con mobiliario.
- La conexión de la instalación de calefacción deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- Comprobaciones cada 6 meses: revisión del sistema de control, revisión general de radiadores, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Comprobaciones cada año: revisión del aislamiento térmico, comprobación de la estanqueidad de los ramales de distribución.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.11.	Instalación de biomasa
5.3.13.	Instalación de aerotermia
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.7.	Reparación y puesta en marcha de la instalación actual
5.3.9.	Control de instalación de calefacción

5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado
---------	------------------------------------

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.15	Bomba de calor convencional (Split)
--------	-------------------------------------

() Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.*

INSTALACIÓN DE BIOMASA

Una instalación térmica de biomasa puede cubrir las mismas necesidades de calefacción y ACS que cualquier instalación convencional (gas, gasoil...) con la diferencia de que la biomasa es de origen renovable, autóctono y el balance de emisiones es neutro. Las características del circuito secundario o de reparto no se ven afectadas en una integración o sustitución de este tipo.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

2 EFECTOS



CONFORT

- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



EFICIENCIA

- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☒ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☒ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☒ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El principio de funcionamiento de una caldera de biomasa no difiere mucho de otra convencional. La diferencia fundamental está en el combustible que quema y por consiguiente en su coste. La biomasa es materia orgánica susceptible de aprovechamiento energético:

- Pellets; procesados industrialmente. Biomasa de alta densidad, fácil gestión y coste aproximado: 4,03 c€/kWh (-36% Gasóleo C)

- Astillas: de madera forestal. Baja densidad y coste aproximado: 2,46 c€/kWh (-60,9% Gasóleo C)

- Residuos agroindustriales: principalmente hueso de aceituna. Alta densidad, disponibilidad más compleja y coste aproximado: 1,92 c€/kWh (-69,5% Gasóleo)

Las instalaciones de biomasa no precisan ningún tipo de generación de apoyo para cubrir la producción de calefacción y ACS, aunque su integración en paralelo con calderas existentes puede optimizar considerablemente la rentabilidad económica de la propuesta, ya que se dimensionaría para cubrir la base de la demanda.

La principal diferencia de una instalación de biomasa de una convencional es la necesidad de mayor espacio en la sala de calderas (calderas de mayor tamaño, depósito de inercia, espacio de mantenimiento...) y habilitar un silo de almacenamiento mayor que los depósitos de combustibles convencionales con acceso para su recarga y pareado a la sala de calderas.

En relación con el mantenimiento, hay que prever la retirada periódica (2-3 veces por temporada) de las cenizas producidas. Si bien las calderas actuales disponen de alimentación y limpieza automatizada. Se recomienda, por tanto, incluir un sistema de control y regulación que optimice el correcto funcionamiento

de la instalación y su posible comunicación con otros sistemas.

La potencia de la caldera de biomasa irá en función de la demanda a través de:

- El edificio: superficie, antigüedad, aislamientos,...
- Usos térmicos (ACS, calefacción...)
- Volumen de inercia.

Estas instalaciones tienen las siguientes ventajas:

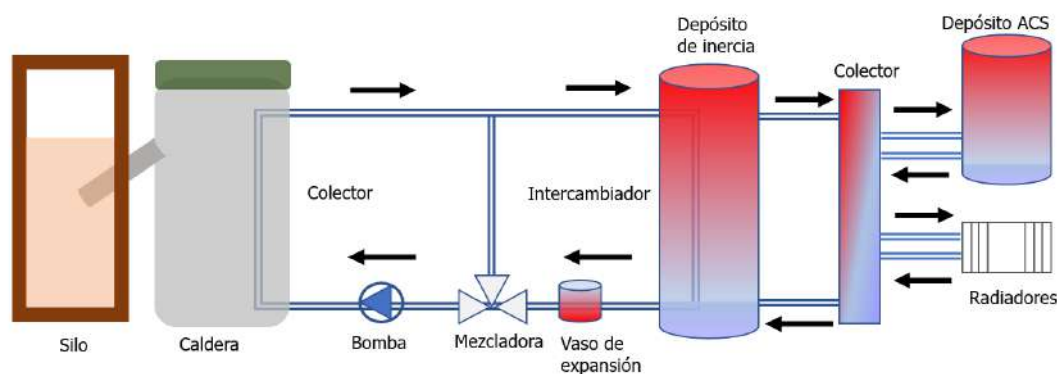
- Vida útil media superior a 30 años
- No emite emisiones de CO₂ y otros G.E.I.
- Sensibiliza desde la demostración de la protección ambiental y el desarrollo sostenible.
- Es un recurso autóctono y su demanda dinamiza la economía local.
- Mejorar la Calificación energética del edificio.
- Mantenimiento relativamente bajo.

La inversión de referencia para instalaciones de 50kW a 100 kW es de 550 €/kW aproximadamente. Para redes de calor (District Heating) el coste de referencia es de 300€/kW aproximadamente.

A modo orientativo, una instalación de 70 kW que cubra 1.000 horas/año precisa de:

14 t/año (20 m³) de pellets (PCI=4.300 Kcal/Kg)

20 t/año (100 m³) de astilla (PCI= 3.000 Kcal/Kg)



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Disponibilidad de espacios en la sala de caldera para calderas, depósitos y equipos auxiliares según RITE.
- ☑ Disponibilidad de espacio para el silo de biomasa en función de la densidad del combustible y la autonomía de diseño.
- ☑ Disponibilidad de suministro periódico de combustible en un radio <50 Km.
- ☑ Posibilidad de acceso y maniobra para efectuar las recargas.
- ☑ Para cubrir variaciones rápidas en la demanda térmica habrá que disponer de acumulación de inercia. (Se recomienda 20-30 l/kW aproximadamente).

6 NORMATIVA

Código Técnico de la Edificación – CTE – DB HE

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

Sala de calderas: RITE IT.1.3. y el CTE DB SI

Fontanería: CTE- DB HS4

Tuberías y conductos: RITE IT 1.2.4.2

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

Ordenanza municipal correspondiente.

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- El mercado ofrece una gran gama de calderas con rendimientos entre el 90% al 105%
- En este tipo de instalaciones el ciclo de CO₂ es neutro. No repercuten en la atmosfera.
- Para mejorar el rendimiento de la caldera se procurarán encendidos largos a régimen nominal.
- Las horas de demanda de calefacción en los centros educativos son muy pocas. Por tanto, habrá que considerar este hecho para no sobredimensionar la caldera de biomasa.
- Se recomienda distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona.*
- Se recomienda la conexión de radiadores con el retorno invertido.*
- Los tubos en el interior del local a calefactar se instalarán a la vista y sin aislamientos. *
- Los tubos en zonas no calefactadas o en el exterior se aislarán térmicamente para evitar pérdidas caloríficas. *
- En espacios de gran volumen (Gimnasio-SUM) la calefacción se realizará por agua caliente <90º C hasta los radiadores y aerotermos.*
- La calefacción de las aulas se resolverá preferentemente con radiadores.*
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas. *
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada. *
- Se han de considerar los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa establecidos directamente por el RITE. IT 1. Diseño y dimensionado.
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- La instalación de calefacción se mantendrá llena de agua, incluso sin funcionamiento.
- No se deberán cubrir los radiadores con mobiliario.
- La conexión de la instalación de calefacción deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- La sala de caldera estará permanentemente cerrada a toda persona ajena y bien ventilada.
- La sala de caldera no se utilizará como almacén de objetos.
- Las instrucciones de servicio se colocarán en sitio visible de la sala de calderas.
- Comprobaciones cada mes: Consumo de combustible, consumo de energía, consumo de agua, emisión de CO, estanqueidad del quemador, fugas de combustible, tiro de la caldera, bombas de circulación.
- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza del circuito de humos, estado del material refractario, revisión general de calderas, revisión del sistema de control, revisión general de radiadores, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Comprobaciones cada año: limpieza de conductos de humos y chimenea, revisión del aislamiento térmico, comprobación de la estanqueidad de los ramales de distribución.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.

- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX	UNIDAD
001E Capacidad de producción de energía renovables	[kWh/año]
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías.	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.27.	Instalación solar térmica
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.9.	Control de instalación de calefacción
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.12.	Instalación de geotermia
5.3.13.	Instalación de aerotermia

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

INSTALACIÓN DE GEOTERMIA

La energía geotérmica somera o de baja entalpía se aprovecha en suelos a poca profundidad (entre 0 y 300 m) en forma de calor a baja temperatura (entre 15° y 25°C) que pueden aprovecharse en los edificios de Extremadura para climatizar a través de fancoils o suelo radiante, tanto en régimen de frío como de calor y ACS.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

4.3.3. Refrigeración

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☒ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☒ Compatible usuarios

☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases

☒ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional

☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Dependiendo de las propiedades litológicas del suelo -principalmente su conductividad térmica- se puede aprovechar la temperatura constante del terreno por debajo de 25 m mediante agua canalizada en un circuito (primario) cerrado de ida y retorno en sondeos de 100 a 200m realizando un intercambio de calor a través la bomba de calor geotérmica (BCG) por ciclo de Carnot, que trabaje contra un depósito de acumulación de inercia.

En invierno, el terreno transfiere el calor que se utiliza para calefacción, ya que la bomba geotérmica (agua-agua) eleva su temperatura en la compresión. En verano, el ciclo se invierte transfiriendo el calor de la instalación al terreno. Todo ello con rendimientos superiores al 400% (COP 4-4,5), aunque para proporcionar temperaturas de ACS de 60°C la BCG consumirá electricidad en un sistema auxiliar.

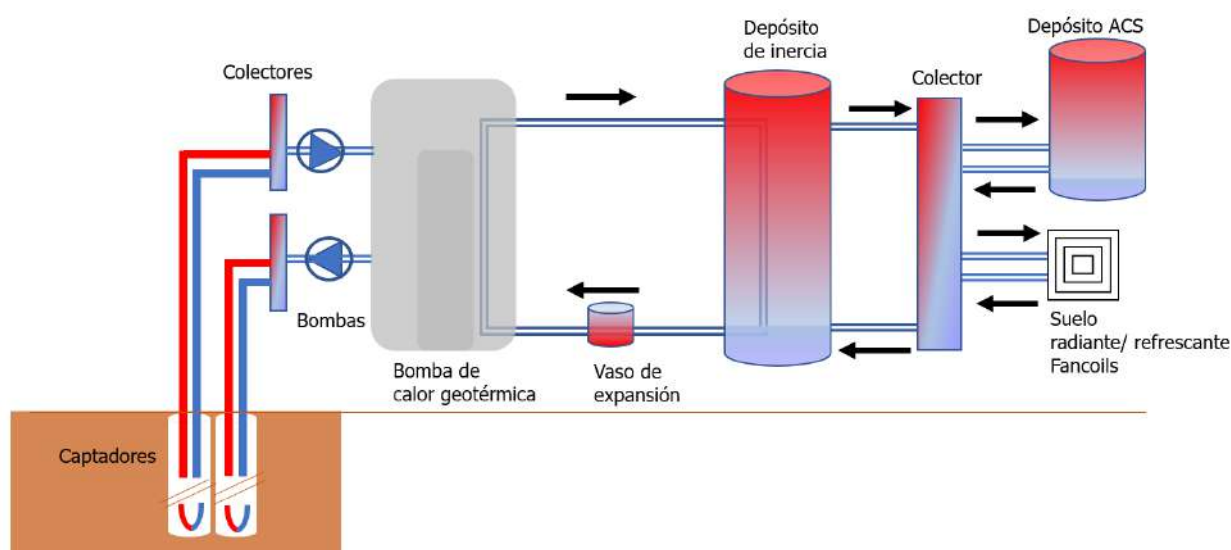
Aunque existen diversos sistemas de captación, se recomienda el formado por intercambiadores verticales ya que proporcionan mayor rendimiento; 50 W de potencia por metro lineal aproximadamente.

El diseño del campo de captadores; número, profundidad y disposición de los sondeos se calcula en base a la demanda térmica del edificio, y la capacidad térmica del terreno. Esto último se puede determinar mediante simulaciones a partir de datos geológicos de la parcela o de manera más precisa mediante un Test de Respuesta Térmica (TRT).

Estas instalaciones tienen las siguientes ventajas:

- Rendimientos elevados.
- Producción de frío y calor.
- Vida útil media superior a 30 años
- No emite emisiones de CO₂ y otros G.E.I.
- Sensibiliza desde la demostración de la protección ambiental y el desarrollo sostenible.
- Mejorar la Calificación energética del edificio.
- Mantenimiento relativamente bajo.

La inversión necesaria es aproximadamente de 2.000 €/kW incluyendo la ejecución de los sondeos del campo de captación.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Estimación de la capacidad del terreno: en la medida de lo posible mediante Test de Respuesta Térmica (TRT).
- ☑ Disponibilidad de espacios en la sala de caldera para la bomba de calor geotérmica, depósito y equipos auxiliares. Según RITE.
- ☑ Autorizaciones de la administración competente de Minas.

6 NORMATIVA

Código Técnico de la Edificación – CTE – DB HE
 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE
 Sala de calderas: RITE IT.1.3. y el CTE DB SI
 Tuberías y conductos: RITE IT 1.2.4.2
 Instalación eléctrica: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT
 Fontanería: CTE- DB HS4
 Ordenanza municipal correspondiente.

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- El campo de captación es la parte más compleja de esta actuación desde el punto de vista del diseño, ejecución y presupuesto.

- Comprobación preliminar de la disponibilidad de espacios para el campo de sondeos estimado (orientativamente 50W/m).
- Diseño y dimensionado de la instalación (sondeos de captación y parte hidráulica) según RITE.
- El aprovechamiento debe realizarse en régimen de calor y de frío para garantizar el correcto equilibrio energético del terreno.
- Se recomienda distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona.*
- Se recomienda la conexión de radiadores con el retorno invertido.*
- Los tubos en el interior del local a calefactar se instalarán a la vista y sin aislamientos. *
- Los tubos en zonas no calefactadas o en el exterior se aislarán térmicamente para evitar pérdidas caloríficas. *
- En espacios de gran volumen (Gimnasio-SUM) la calefacción se realizará por agua caliente <90° C hasta los radiadores y aerotermos.*
- La calefacción de las aulas se resolverá preferentemente con radiadores.*
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas. *
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada. *
- Se han de considerar los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa establecidos directamente por el RITE. IT 1. Diseño y dimensionado.
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- La instalación de calefacción se mantendrá llena de agua, incluso sin funcionamiento.*
- La conexión de la instalación de calefacción deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- La sala de maquinas estará permanentemente cerrada a toda persona ajena y bien ventilada.
- La sala de maquinas no se utilizará como almacén de objetos.
- Las instrucciones de servicio se colocarán en sitio visible de la sala de maquinas.
- Comprobaciones cada mes: Consumo de energía, consumo de agua, fugas, bombas de circulación.
- Comprobaciones cada 6 meses: revisión general de los equipos, revisión del sistema de control, revisión general de unidades terminales, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Comprobaciones cada año: revisión del aislamiento térmico, comprobación de la estanqueidad de los ramales de distribución.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

001E Capacidad de producción de energía renovables	[kWh/año]
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.27.	Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.9.	Control de instalación de calefacción
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.11.	Instalación de biomasa
5.3.13.	Instalación de aerotermia

() Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.*

INSTALACIÓN DE AEROTERMIA

La instalación aerotérmica capta la energía contenida en la atmósfera y la traslada al interior de los edificios a través de una bomba de calor aire-agua utilizándola después tanto para climatizar el aire como para calentar agua con una elevada eficiencia energética.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

4.3.3. Refrigeración

2 EFECTOS



CONFORT

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



EFICIENCIA

- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☒ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☒ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad



- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad



- ☒ Mantenimiento adicional

- ☒ Legalización

Inversión



4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

En invierno el equipo exterior actúa como evaporador cediendo frío al ambiente y la unidad interior actúa como condensador aportando calor al agua de la instalación. En verano se invierte el ciclo.

La aerotermia se podría utilizar teóricamente para aportar calor a un sistema de radiadores convencionales, sin embargo, su aplicación está más indicada en la calefacción mediante radiadores de baja temperatura, suelo radiante, fancoils, el pretratamiento con batería e intercambiador, así como para la generación de ACS.

Las bombas de calor para aerotermia están diseñadas y construidas para obtener el máximo rendimiento en condiciones climáticas severas, tanto en invierno, como en verano, aunque se recomienda que el sistema de calefacción sea de baja temperatura. Para ello, los equipos basados en esta tecnología son capaces de cubrir la demanda utilizando el 25% de aporte eléctrico y el 75% de energía captada al aire exterior, por tanto, renovable.

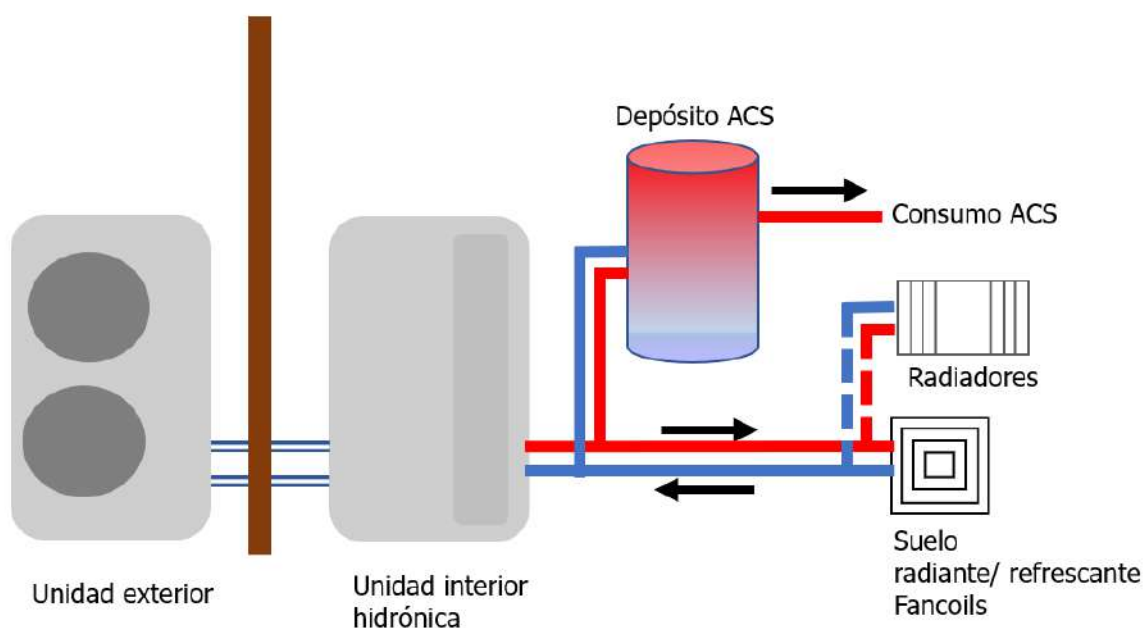
Los sistemas de aerotermia son adecuados para climatizar edificios medianos y pequeños. Al plantear la aerotermia en rehabilitación energética de edificios se estudia el conjunto de una instalación centralizada con bombas de calor aerotérmicas y depósitos de inercia (5 l/W aproximadamente) y acumulación (para ACS), pero también es factible plantear un sistema individual adecuado para cubrir las necesidades específicas de algunas zonas.

Estas instalaciones tienen las siguientes ventajas:

- Rendimientos elevados (COP>4).

- Producción de frío y calor de forma flexible.
- Vida útil media superior a 20 años
- Instalación sencilla.
- Mejorar la Calificación energética del edificio.
- Mantenimiento relativamente bajo.

La inversión necesaria de una instalación para climatizar (frío/calor) es aproximadamente de 700 €/kW. Esto no incluye depósito de ACS ni instalación de reparto.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Disponibilidad de espacios en la sala de caldera para unidad interior, depósito y equipos auxiliares. Según RITE.

6 NORMATIVA

Código Técnico de la Edificación – CTE – DB HE
 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE
 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT
 Fontanería: CTE- DB HS4
 Tuberías y conductos: RITE IT 1.2.4.2
 Estructura soporte: – CTE – DB SE
 Ordenanza municipal correspondiente

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- La necesidad de integrar un depósito de inercia en paralelo con la bomba de aerotermia vendrá ocasionada por una demanda energética variable.
- El aprovechamiento de climatización en régimen de frío y calor implica que las unidades terminales

estén compuestas por fancoils o suelo radiante.

- El fluido de intercambio debe ser gas refrigerante normalizado
- Es un sistema muy adecuado para ser utilizado con instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- La instalación de calefacción se mantendrá llena de agua, incluso en sin funcionamiento.
- La conexión de la instalación de calefacción deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- Comprobaciones cada mes: Consumo de energía, consumo de agua, fugas, bombas de circulación.
- Comprobaciones cada 6 meses: revisión general, revisión del sistema de control, revisión general de unidades terminales, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Comprobaciones cada año: revisión del aislamiento térmico, comprobación de la estanqueidad de los ramales de distribución.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

001E Capacidad de producción de energía renovables	[kWh/año]
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.27.	Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.9.	Control de instalación de calefacción
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.11.	Instalación de biomasa
5.3.12.	Instalación de geotermia

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

Las instalaciones solares térmicas mediante colectores planos permiten la generación de energía térmica a partir de la radiación solar. Por tanto, se trata de una energía limpia y renovable que puede ser implementada en cualquier geografía de Extremadura. Su aprovechamiento en edificios se centra en la producción de ACS (agua caliente sanitaria).

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

2 EFECTOS



CONFORT

- ☐ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



EFICIENCIA

- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☒ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☒ Compatible usuarios

☒ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases

☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional

☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Estas instalaciones utilizan energía solar para producir ACS, aunque con menor frecuencia se puede aplicar la energía solar térmica a la calefacción de baja temperatura (suelo radiante, fancoils...) producen agua en un rango de temperaturas entre 40 y 60°C.

La radiación solar incide sobre los captadores planos (colocados en la cubierta) y calientan el fluido que circula por el interior de estos (generalmente agua glicolada). Posteriormente, el calor se transmite al ACS de consumo a través de un intercambiador, pudiéndose ésta acumular en un depósito para su uso posterior. El sistema de apoyo auxiliar (caldera) conectados a los depósitos acumuladores tienen la misión de ayudar a suministrar la energía necesaria en los momentos en los que no existe suficiente radiación solar o en puntas de consumo puntuales.

Estas instalaciones tienen las siguientes ventajas:

- Vida útil media de 20 años
- No emite emisiones de CO₂ y otros G.E.I.
- Sensibiliza desde la demostración de la protección ambiental y el desarrollo sostenible.
- Mejorar la Calificación energética del edificio.
- Reducción del consumo de energías convencionales

La sección HE 4 del CTE establece que, por lo general, la contribución mínima de energía renovable tanto los edificios de nueva construcción como para los existentes que se reformen íntegramente (bien el edificio en sí, o bien la instalación de generación térmica), cubrirá al menos el 70% de la demanda energética anual para ACS, incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

El volumen (V) del depósito acumulador vendrá determinado por la carga de consumo diaria del edificio y el valor de este definirá el área total de captadores (A) que se precisa instalar. La relación V/A dependerá de la radiación solar de la zona, para Extremadura se recomienda un valor entre 70 l/m² y 90 l/m².

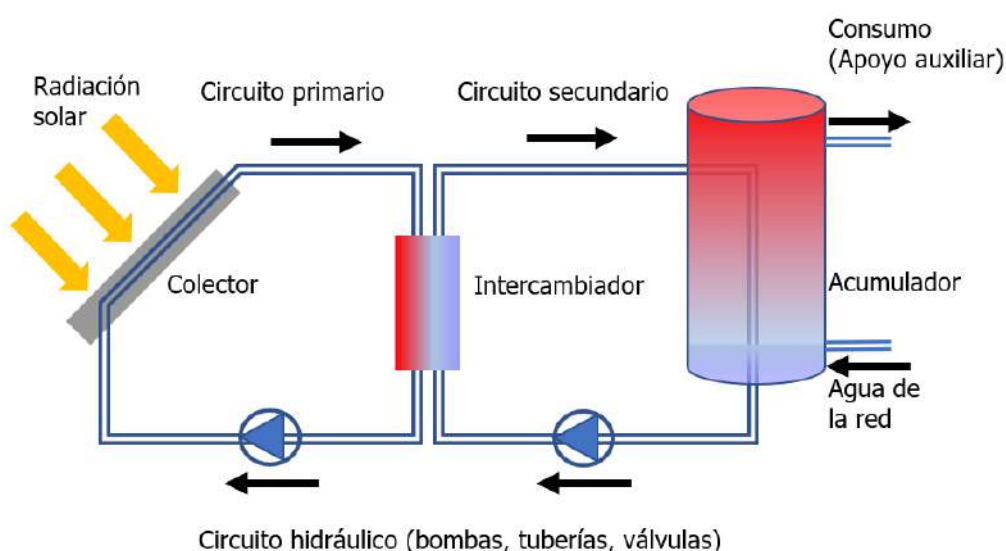
Las características estructurales de la ubicación deberán asegurar el cumplimiento del CTE DB SE teniendo en cuenta que un captador plano tiene unas dimensiones aproximadas de 2 m² y un peso aproximado (lleno de fluido) de unos 40 kg.

En relación con la colocación de los captadores, se recomienda que las pérdidas totales (orientación, inclinación y sombreado) sean las mínimas posibles (hasta 10% en caso general y hasta 15% en superposición) siendo el rendimiento de la instalación proporcional a la irradiación solar recibida.

La inversión necesaria por m² está entre 700 y 850 €/m²

El periodo de retorno de la inversión es inversamente proporcional al consumo de ACS.

Se recomienda incluir un sistema de control y regulación que optimice el correcto funcionamiento de la instalación y su posible comunicación con otros sistemas.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ La producción de ACS es centralizada: los puntos de consumo deben formar parte de la misma red.
- ☑ Es necesario que la instalación esté conectada a un sistema de apoyo que actúe cuando sea necesario.
- ☑ La instalación debe contar con protección contra sobrecalentamientos y heladas.
- ☑ La instalación debe permitir alcanzar temperaturas para evitar la legionela.
- ☑ Se debe contar con espacio suficiente para ubicar los depósitos acumuladores.
- ☑ En ningún caso se harán pasar los conductos de fluidos por el interior de falsos techos.*
- ☑ Todos los materiales deben ser de materiales autorizados y homologados.
- ☑ Se adoptarán todas las medidas necesarias para evitar la corrosión de los elementos.
- ☑ Se contará con un sistema de control del gasto de ACS.

6 NORMATIVA

Código Técnico de la Edificación – CTE –. Sección DB HE4 Contribución Solar mínima de ACS

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

Instalación eléctrica: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

Fontanería: CTE DB HS4

Tuberías: RITE IT 1.2.4.2

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- La demanda de ACS suele ser muy baja en centros educativos (según CTE, 4 litros por persona y día a 60°C). Si bien, si hay demandas más altas, habrá de estudiarse pues pudiera ser interesante el uso de solar térmica en muchos casos.
- La red debe cumplir los requerimientos de presión y estanqueidad establecidos en la normativa.*
- En ningún caso se harán pasar los conductos de fluidos por el interior de falsos techos.*
- Todos los materiales deben ser de materiales autorizados y homologados.*
- Se adoptarán todas las medidas necesarias para evitar la corrosión de los elementos.*
- Se contará con un sistema de control del gasto de ACS.*
- Documento de referencia: Guía ASIT de la energía solar térmica, documento reconocido del RITE.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- La temperatura de salida en los grifos no puede superar los 50°C.
- Para evitar los riesgos de proliferación bacteriológica, la regulación del termostato debe estar por lo menos en 60 grados en sistemas de energía auxiliar con acumulación.
- En caso de fuera de uso más de un mes, cerrar los circuitos hidráulicos, la alimentación eléctrica (excepto de las bombas de primario si hay protección contra sobretensiones) y vaciar depósitos de acumulación. Sopesar el vaciado de captadores y/o tapado de los mismos.
- Muy importante utilizar sistemas de protección contra sobretensiones. Dadas las altas temperaturas de verano y coincide con uso nulo en centros escolares.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

001E Capacidad de producción de energía renovables	[kWh/año]
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.9.	Control de instalación de calefacción
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.11.	Instalación de biomasa
5.3.13.	Instalación de aerotermia

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y

INSTALACIONES

CALEFACCIÓN-ACS

CONVENCIONALES

5.3.15

BOMBA DE CALOR CONVENCIONAL (SPLIT FRÍO/CALOR)

Una bomba de calor frío/calor es un sistema reversible y modulable que permite climatizar una estancia del tamaño de un aula tanto en régimen de calor como frío. Conlleva una instalación sencilla y requiere un mantenimiento mínimo.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

4.3.3. Refrigeración

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los equipos de climatización por bomba de calor aire-aire pueden ser compactos (package) o partidos (split). El "Split" es sin duda la bomba de calor aire-aire más comúnmente utilizada para climatizar estancias, pudiendo proporcionar calefacción o refrigeración a una habitación mediante la inversión del flujo en el ciclo frigorífico (a través del refrigerante con el que se carga el sistema y recorre un circuito de tuberías de cobre cambiando de estado de gaseoso a líquido y viceversa) mediante una válvula de 4 vías controlada por un termostato. El cambio de estado del refrigerante es el que permite extraer el flujo calor de una zona (o exterior) y llevarlo a otra.

Los gases refrigerantes son fluidos con características especiales que facilitan el transporte de energía calorífica y deben cumplir el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (RSIF).

Atendiendo a la inversión térmica que es capaz de realizar la máquina, este tipo de splits son reversibles: proporcionan frío y calor (según el régimen) gracias a la inversión del ciclo del ciclo frigorífico anteriormente mencionado.

En estos sistemas, la unidad interior se sitúa en la estancia a climatizar y la unidad exterior en la parte exterior, normalmente en la fachada más cercana. La unidad exterior actúa como condensador en ciclo de frío y de evaporador en ciclo de calor. Complementariamente, la unidad interior actúa como evaporador en ciclo de refrigeración y como condensador en ciclo de calor.

Estos equipos se denominan de expansión directa, el intercambio es directo entre el aire y el refrigerante; el aire se enfría por la expansión directa de un refrigerante, por tanto, no utilizan agua como fluido caloportador.

Atendiendo al tipo de descarga, las bombas de calor de este tipo pueden ser de descarga directa a la estancia o descarga indirecta, a través de conductos de aire.

También se pueden distinguir por la ubicación de la unidad interior:

- De suelo.
- De pared.
- De techo u horizontal.
- De cassette (integrada en el falso techo)

Aunque en la mayoría de los casos cada unidad exterior presta servicio a una unidad interior, el mercado ofrece la posibilidad de contar con varias unidades interiores para una misma máquina exterior. En este caso la bomba de calor se denomina "centralizada" o "multisplit".

Las bombas de calor o splits tienen las siguientes ventajas:

- Rendimientos elevados
- Producción de frío y calor de forma flexible.
- Vida útil media superior a 10 años
- Instalación sencilla.
- Mantenimiento relativamente bajo (limpieza anual de filtros).
- Bajo nivel de ruidos.

Para elegir el equipo adecuando se deben calcular la demanda calorífica y frigorífica que es necesario absorber o ceder. El correcto dimensionamiento de una instalación de este tipo hace necesario un cálculo profesional que tendrá en cuenta factores técnicos, normativos y económicos. El resultado dependerá entre otros factores de la zona climática del centro y la orientación de la estancia a climatizar. Otro factor determinante es el nivel de aislamiento y el número de ventanas que tenga el edificio.

En la práctica común, y como referencia meramente orientativa se utiliza como base del cálculo de frigorías 100-150 fg/m² cuadrado de superficie (1fg =1,163W). Otra opción es aplicar 50fg/m³ cuando la estancia tiene una forma o distribución peculiar (techos altos, planta no rectangular, etc).

Desde el punto de vista del rendimiento o la eficiencia energética, estas bombas de calor ofrecen en sus características dos parámetros: el EER y el COP:

- EER: Rendimiento en refrigeración o relación entre la capacidad frigorífica y la potencia eléctrica consumida en refrigeración.
- COP: Rendimiento en calefacción o relación entre la capacidad calorífica y la potencia eléctrica consumida en calefacción.

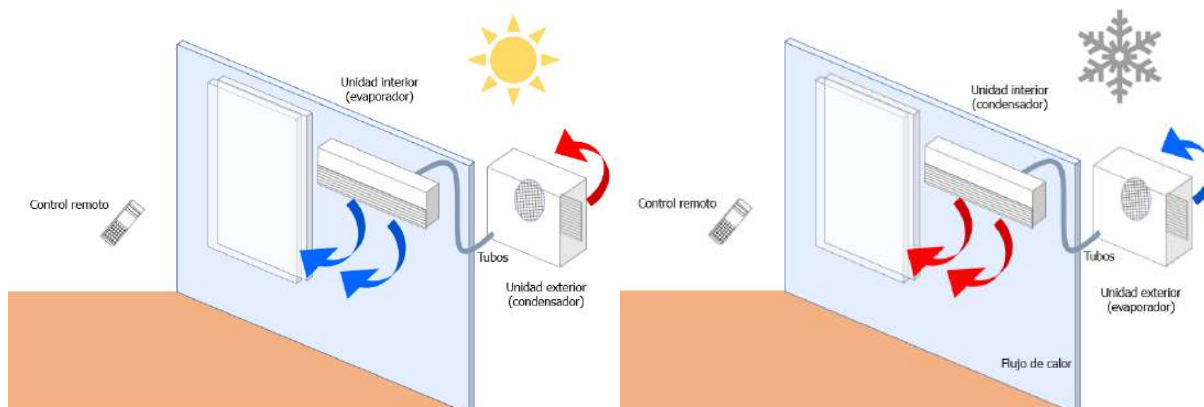
Sin embargo, es más preciso evaluarlos por sus correspondientes valores estacionales; SEER y SCOP como establece el Reglamento Delegado 626/2011.

El etiquetado energético puede ayudar a seleccionar el equipo en función de su calificación energética normalizada:

Clasificación energética	EERR	SEER	COP	SCOP
A+++	>4,10	>8,50	>4,60	>5,10
A++	3,60 - 4,10	6,10 – 8,50	4,10 - 4,60	4,60 – 5,10
A+	3,10- 3,60	5,60 – 6,10	3,60 - 4,10	4,00 - 4,60
B (o inferiores)	No se recomienda			

Por otro lado, la tecnología “inverter” regula el mecanismo del aire acondicionado mediante el cambio de la frecuencia de ciclo eléctrico regulando la velocidad del compresor. Esta tecnología es muy recomendable ya que permite ahorros hasta el 40% de energía.

Orientativamente el coste de un equipo instalado se puede situar aproximadamente en 250 €/kW.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ La longitud máxima de tubería (entre la unidad interior y la unidad exterior) será la que establezca el fabricante. Orientativamente: 15m en horizontal y 10m en vertical.
- ☑ Deben preverse los desagües de condensados de ambas unidades.
- ☑ Debe preverse una toma de suministro eléctrico para cada unidad pudiendo ser la misma.

6 NORMATIVA

CTE – DB HE1

Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (2019) – RSIF

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HR

Reglamento Delegado 626/2011

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- Estos equipos requieren perforar la pared para conectar los tubos de la unidad exterior con la interior e instalar un desagüe para la evacuación de los condensados en ambas unidades.
- La normativa para gases refrigerantes (Reglamento UE Nº 517/2014 del parlamento europeo) fija un calendario de eliminación gradual de uso de refrigerantes “peligrosos”, en el que se fijan las cuotas de comercialización de HFCs.
- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- La calefacción de las aulas se resolverá preferentemente con radiadores.*
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas. *
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada. *
- Se han de considerar los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa establecidos directamente por el RITE. IT 1. Diseño y dimensionado.
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*
- Legalización de instalaciones de potencia térmica nominal mayor o igual a 5kW.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- La conexión de la instalación deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.27.	Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.9.	Control de instalación de calefacción
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.11.	Instalación de biomasa
5.3.12.	Instalación de geotermia
5.3.13.	Instalación de aerotermia

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

CALDERA DE ALTA EFICIENCIA

Las calderas de alta eficiencia (de condensación o de baja temperatura) son desde hace unos años una alternativa eficiente y limpia en la sustitución de las calderas existentes por sus elevados rendimientos energéticos.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.2. Calefacción y ACS

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los sistemas de calefacción de un edificio constituyen una de las mayores partidas de consumo energético del mismo. Su finalidad es mantener unas condiciones de confort en invierno dentro del edificio. Sin duda, el elemento más relevante de una instalación de calefacción es el generador térmico o caldera. La caldera a su vez está compuesta esencialmente por los siguientes elementos:

- Quemador: elemento acoplado a su carcasa donde se produce la mezcla de un combustible fluido (gas, gasóleo, biomasa...) con un comburente (aire u oxígeno).
- Hogar o cámara de combustión: donde se produce la combustión de los anteriores y por ende la parte donde se genera la llama y el calor.
- Intercambiador: donde se aprovecha el calor de la llama (por radiación) y de los humos (por convección) transmitiéndose al fluido caloportador del circuito primario.
- Chimenea: Conducto estanco por donde salen los productos procedentes de la combustión.
- Elementos de control: encargados de medir los parámetros (temperatura, presión, humedad, etc.) con los que trabaja la instalación.
- Circuito anticondensación: En calderas convencionales es necesario evitar las condensaciones que pueda provocar el agua de retorno (<50°C) porque estas no están preparadas para evitar la posible corrosión interna. Para ello, se invierte parte del caudal de impulsión en aumentar la temperatura del retorno.

Las instalaciones de calefacción de los edificios educativos extremeños cuentan en la práctica generalidad con calderas convencionales de gasóleo, aunque en algunos edificios nuevos o recientemente reformados

se ha optado por calderas de gas natural. El rendimiento estacional real de este tipo de calderas difiere mucho de una instalación a otra en función de su antigüedad, grado de aislamiento, mantenimiento, etc. Pero en la mayoría de las instalaciones actuales oscila entre el 60% y un 80% debido a que gran parte del calor latente generado se escapa con los humos que pueden alcanzar los 120°C.

Para corregir esta ineficiencia energética y económica, el mercado ofrece desde hace unos años dos nuevas tecnologías de calderas consideradas de alta eficiencia que pueden sustituir perfectamente a las calderas actuales:

- Calderas de baja temperatura
- Calderas de condensación

Las calderas de baja temperatura pueden trabajar con temperaturas de retorno de agua relativamente fría (40°C), sin que la condensación que se produce en el cuerpo de la caldera las dañe.

Las calderas de condensación por su lado, tienen la capacidad de aprovechar gran parte del calor latente que antes se perdía en forma de vapor de agua en el humo de la combustión y ahora se aprovecha en la condensación (los humos salen a 40-50°C) proporcionando un rendimiento extra que se traduce en un ahorro energético entre el 25 y 50% y una reducción de emisiones del GEI en torno al 70% según el tipo y uso de instalación.

Por tanto, una caldera se considera de condensación cuando está diseñada para poder condensar de forma permanente una parte importante de los vapores de agua contenidos en los gases de la combustión cumpliendo con las exigencias normativas actuales.

Este tipo de calderas de alta eficiencia son adecuadas para cualquier tipo de instalación y su rentabilidad será mayor cuanto mayor sea el consumo de calefacción y ACS de la instalación.

Algunas de las principales ventajas de este tipo de calderas son:

- Eficiencia energética óptima superior al 98%
- Ahorros energéticos hasta del 50%
- Reducción de emisiones contaminantes en hasta en 70%
- Bajo nivel de ruidos.
- Mantenimiento mínimo.
- Larga vida útil.
- Totalmente compatibles con las instalaciones actuales.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☒ Se priorizará el uso de alternativas renovables sobre combustibles fósiles siempre que sea posible.
- ☒ En caso de sustitución habrá que prevér el cumplimiento de los equipos con la normativa actual (R.D. 187/2011.)

6 NORMATIVA

Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

CTE - DB HE1

Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (2019) – RSIF

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HR

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio puede implicar el

cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.

- La ventilación natural es imprescindible en todos los espacios que estén normalmente ocupados.*
- Se recomienda distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona.*
- Se recomienda la conexión de radiadores con el retorno invertido.*
- Los tubos en el interior del local a calefactar se instalarán a la vista y sin aislamientos. *
- Los tubos en zonas no calefactadas o en el exterior se aislarán térmicamente para evitar pérdidas caloríficas. *
- En espacios de gran volumen (Gimnasio-SUM) la calefacción se realizará por agua caliente <90° C hasta los radiadores y aerotermos.*
- La calefacción de las aulas se resolverá preferentemente con radiadores.*
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas. *
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada. *

Se han de considerar los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa establecidos directamente por el RITE. IT 1. Diseño y dimensionado.

- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- La conexión de la instalación de calefacción deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.27.	Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.9.	Control de instalación de calefacción
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.11.	Instalación de biomasa
5.3.12.	Instalación de geotermia
5.3.13.	Instalación de aerotermia

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y

INSTALACIONES

REFRIGERACIÓN

5.3.17

INSTALACIÓN DE NEBULIZACIÓN

La refrigeración evaporativa mediante nebulización consiste en evaporar agua de la zona a climatizar obteniendo un microclima que reduzca la sensación térmica en espacios exteriores como patios, porches o toldos, donde no es factible otro tipo de climatización.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.3. Refrigeración

2 EFECTOS



CONFORT

- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



EFICIENCIA

- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☒ Compatible usuarios☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los sistemas de nebulización basan su principio de funcionamiento en la gran cantidad de calor necesaria para evaporar el agua líquida (539 cal/g) y comparten con el enfriamiento evaporativo su base termodinámica, ya que en ambos sistemas se invierte el calor del aire ambiente en vaporizar el agua que se aporta, en este caso, pulverizada.

Este sistema de refrigeración por nebulización, pulverización o humidificación es por tanto un tipo de climatización evaporativa especialmente indicado para crear un microclima capaz de reducir la sensación térmica entre 5 y 10°C (con una humedad entre 40% y 80%) en espacios abiertos como son los porches o patios exteriores de los centros educativos. Como en el caso del enfriamiento evaporativo, este sistema aumenta su efectividad con la temperatura exterior y la reduce con la humedad relativa del aire.

Para que una instalación de este tipo sea efectiva, debe suministrar agua a alta presión (70 bar aprox.) con objeto de obtener un tamaño uniforme de gota entre 5 y 15 µm. Esta presión la proporciona un grupo de bombeo (previo filtrado del agua) que impulsa el agua a través de los tubos de nylon o poliamida instalados sobre las fachadas o estructuras de los espacios a climatizar mediante hilos de acero como soporte. El final de la instalación lo componen las toberas de inyección de 0,1 a 0,5mm que convenientemente distribuidas, se encargan de pulverizar el agua.

Los elementos que componen una instalación de ventilación de este tipo son:

- Sistemas de filtrado y limpieza del agua
- Bomba de alta presión

- Tubos y racorería de alta presión
- Toberas de nebulización

Los sistemas de nebulización presentan las siguientes ventajas:

- Reducen la sensación térmica entre 5 y 10°C en espacios abiertos.
- Permiten que la actividad al aire libre sea soportable en meses cálidos.
- Limpian el ambiente de polvo, polen u otras partículas en suspensión.

Para determinar el número de toberas se puede considerar como referencia una interdistancia entre 0,5 y 1 m. Orientativamente para climatizar 100m² se precisarán entre 30 y 60 toberas.

El caudal necesario para dimensionar la bomba tendrá en cuenta la suma de caudales de todas las toberas instaladas, siendo el caudal de cada tobera de entre 0,1 y 0,2 litros por minuto en función del tamaño de estas.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Debe preverse una toma de agua que proporcione entre 300 y 1000 litros/hora a una presión de red entre 2 y 5 bar
- ☑ Debe preverse una toma de suministro eléctrico para la unidad de bombeo.
- ☑ Si se prevé que el contenido de cal en el agua de la red es alto (agua dura) será necesario instalar un filtro antical.
- ☑ Se debe garantizar que agua de suministro está libre de agentes patógenos.
- ☑ Se evitará abastecer la instalación con agua almacenada en aljibes, pozos, depósitos, etc.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE1

Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (2019) – RSIF

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HR

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- El tiempo y efectividad del sistema depende de la altura de la línea de toberas y las dimensiones de la zona. Será necesario hacer pruebas partiendo de una altura entre 2,5 y 3m.
- Se valorará la conveniencia de aplicación en zonas ventosas ya que el sistema pierde efectividad si el agua se desplaza con el viento.
- La unidad de bombeo se ubicará en un lugar limpio y seco, a ser posible alejado de aulas o cualquier estancia que pueda verse afectada por el ruido de las bombas.
- Se aconseja dotar cada instalación de la correspondiente automatización que evite su actuación cuando no se precisa.
- Se deberá tener especial atención en el tratamiento anti Legionela del agua a pulverizar.
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas.*
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada.*
- La instalación permitirá realizar la parada de forma automática.*
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- La conexión de la instalación deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.

- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX	UNIDAD
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.27.	Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.15	Bomba de calor convencional (Split de frío)
5.3.12.	Instalación de geotermia
5.3.13.	Instalación de aerotermia
5.3.19.	Enfriamiento evaporativo
5.3.20.	Frio por absorción

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

EQUIPO PARTIDO DE EXPANSIÓN DIRECTA TIPO SPLIT (SOLO FRÍO)

Instalación de equipos de expansión directa tipo split en recintos como oficinas, despachos, aulas, salas de apoyo,... con necesidades puntuales de refrigeración. Estos equipos de tipo split no cuentan con un ciclo reversible y solo aportan refrigeración. Permiten refrigerar este tipo de estancias y disponen de un control individual. La instalación es sencilla y requieren un mantenimiento mínimo.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.3. Refrigeración

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El "Split" es un equipo frecuentemente utilizado. Puede proporcionar refrigeración a una habitación mediante el ciclo frigorífico en el que el refrigerante con el que se carga el sistema recorre un circuito de tuberías de cobre cambiando de estado de líquido a gaseoso en el interior y de gaseoso a líquido en el exterior. Este ciclo permite extraer el flujo calor de la estancia y llevarlo al exterior del edificio.

Los gases refrigerantes son fluidos con características especiales que facilitan el transporte de energía calorífica que deben cumplir el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (RSIF).

Este tipo de splits son irreversibles, es decir, el ciclo sólo funciona en un sentido y por ende, el flujo de calor también; solo pueden proporcionar aire frío. El intercambio es directo entre el aire y el refrigerante; no utilizan agua como fluido caloportador.

En estos sistemas, la unidad interior se sitúa en la estancia a climatizar y la unidad exterior fuera del edificio, normalmente en la fachada o azotea más cercana. La unidad exterior actúa como condensador.

Atendiendo al tipo de descarga, pueden ser de descarga directa a la estancia o descarga indirecta, a través de conductos de aire.

También se pueden distinguir por la ubicación de la unidad interior:

- De suelo.
- De pared.
- De techo u horizontal.

- De cassette (integrada en el falso techo)

Aunque en la mayoría de los casos cada unidad exterior presta servicio a una unidad interior, el mercado ofrece la posibilidad de contar con varias unidades interiores para una misma máquina exterior. En este caso la unidad se denomina “centralizada” o “multisplit”.

Estos equipos tienen las siguientes ventajas:

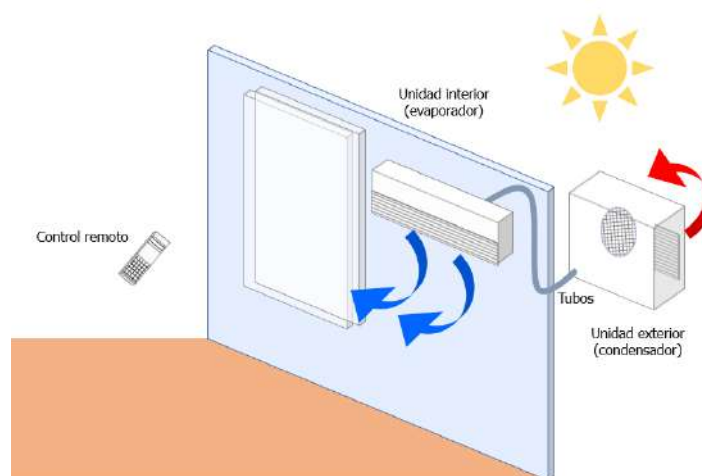
- Rendimientos elevados ($EER > 4$).
- Producción de frío y calor de forma flexible.
- Vida útil media superior a 10 años
- Instalación sencilla.
- Mantenimiento relativamente bajo (limpieza anual de filtros).
- Bajo nivel de ruidos.

Para elegir el equipo adecuado se debe calcular la carga térmica de la estancia. El correcto dimensionamiento de una instalación de este tipo hace necesario un cálculo profesional que tendrá en cuenta factores técnicos, normativos y económicos. El resultado dependerá entre otros factores de la zona climática del centro, la orientación de la estancia a climatizar, el nivel de aislamiento, el número y las características de las ventanas que tenga la sala.

Desde el punto de vista del rendimiento o la eficiencia energética, estos equipos ofrecen en sus características el EER o rendimiento de refrigeración, que es la relación entre la capacidad frigorífica y la potencia eléctrica consumida en refrigeración. Sin embargo, es más preciso evaluarlos por su valor estacional; SEER como establece el Reglamento Delegado 626/2011.

El etiquetado energético puede ayudar a seleccionar el equipo en función de su calificación energética normalizada:

Clasificación energética	EER	SEER
A+++	$>4,10$	$>8,50$
A++	3,60 - 4,10	6,10 – 8,50
A+	3,10- 3,60	5,60 – 6,10
B (o inferiores)	No se recomienda	



Por otro lado, la tecnología “inverter” regula el mecanismo del aire acondicionado mediante el cambio de la frecuencia de ciclo eléctrico regulando la velocidad del compresor. Esta tecnología es muy recomendable ya que permite ahorros hasta el 40% de energía.

Orientativamente el coste de un equipo instalado se puede situar aproximadamente en 200 €/kW.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ La longitud máxima de tubería (entre la unidad interior y la unidad exterior) será la que establezca el fabricante. Orientativamente: 15m en horizontal y 10m en vertical.
- ☑ Deben preverse los desagües de condensados de ambas unidades.
- ☑ Debe preverse una toma de suministro eléctrico para cada unidad pudiendo ser la misma.

6 NORMATIVA

Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (2019) – RSIF
 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE
 CTE – DB HR
 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT
 Reglamento Delegado 626/2011

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- Estos equipos requieren perforar la pared para conectar los tubos de la unidad exterior con la interior e instalar un desagüe para la evacuación de los condensados en ambas unidades.
- La normativa para gases refrigerantes (Reglamento UE Nº 517/2014 del parlamento europeo) fija un calendario de eliminación gradual de uso de refrigerantes “peligrosos”, en el que se fijan las cuotas de comercialización de HFCs.
- Legalización de instalaciones de potencia térmica nominal mayor o igual a 5kW.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.27.	Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.12.	Instalación de geotermia
5.3.13.	Instalación de aerotermia
5.3.19.	Enfriamiento evaporativo
5.3.20.	Frío por absorción

() Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.*

ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

En el enfriamiento evaporativo se produce por la evaporación adiabática del agua. El aire, pasa por una cortina de agua y experimenta un enfriamiento y un incremento de humedad. Es decir, el aire invierte su calor en evaporar agua.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.3. Refrigeración

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☐ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Este sistema de enfriamiento se basa en la conversión del calor sensible del aire no saturado en calor latente que se invierte en evaporar el agua. El proceso tiene lugar hasta que el aire se satura y las temperaturas del aire y del agua se igualan, es decir, hasta que se alcanza la temperatura de saturación adiabática que supone el máximo enfriamiento posible. Dicho proceso se conoce como saturación adiabática.

El enfriamiento que se proporciona por este sistema variará inversamente con el nivel de humedad del aire. Por otro lado, la temperatura del agua permanece constante, toda la evaporación se invierte en enfriar el aire, no el agua.

El enfriamiento evaporativo prescinde de refrigerantes ya que no se rige por el ciclo frigorífico con lo cual tampoco precisa compresor, con el consiguiente ahorro energético. Este proceso se puede producir en sistemas directos, en sistemas indirectos, o por una combinación de ambos. En proceso en el sistema directo se da en las baterías de humectación en las que se introduce el aire exterior y se le somete a una ducha de agua recirculada, de forma que el aire a su salida llegue a saturación.

En la variante de enfriamiento evaporativo indirecto, la evaporación del agua se produce en un circuito independiente al de la corriente de aire de impulsión y donde el calor se transmite a través de un intercambiador.

Las climatizadoras de estos sistemas se ubican generalmente en la cubierta del edificio y se componen en esencia de un elemento de humectación, un ventilador (generalmente centrífugo), un depósito inferior y una bomba de circulación que proporciona la presión necesaria para la pulverización

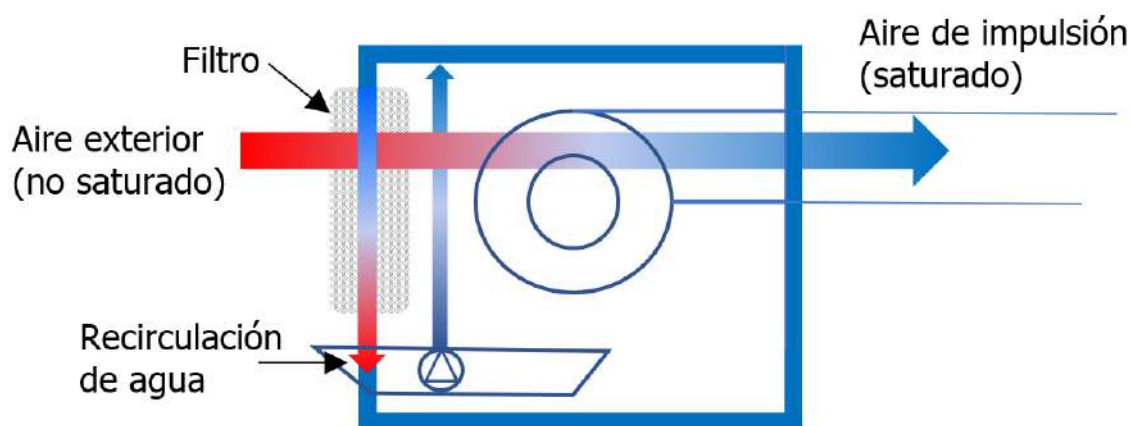
Esta forma de refrigerar puede aplicarse en estancias de la generalidad de tipologías de edificios públicos

y es especialmente interesante en zonas de calor seco por los resultados de la refrigeración que proporciona. Su aplicación en centros educativos es ya una opción en otras regiones donde las altas temperaturas que se alcanzan en los últimos meses del curso son similares a las de los centros extremeños.

Por otro lado, el enfriamiento evaporativo es muy interesante desde el punto de vista económico y no solo por su implantación y mantenimiento; al prescindir de compresor, si se compara este sistema con su equivalente en aire acondicionado de ciclo frigorífico, su consumo energético alcanza sólo un 30% que el convencional.

Por tanto, las instalaciones de enfriamiento evaporativo tienen las siguientes ventajas:

- Su tecnología es sencilla, eficiente y ecológica.
- Su coste de implantación es considerablemente menor que otros sistemas.
- Consume el 30% de energía que la refrigeración por compresor.
- En las regiones secas proporcionan una confortable refrigeración.
- El mantenimiento es relativamente sencillo.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Habrá que asegurarse evitar la salida del proceso de aerosoles capaces de difundir la legionella y pulverizar la cantidad de agua que asegure su evaporación total en la corriente de aire.
- ☑ Deben preverse toma de agua y desagües para la unidad exterior.
- ☑ Debe preverse una toma de suministro eléctrico para la unidad exterior.
- ☑ Debe preverse espacio suficiente para todas las conducciones necesarias.
- ☑ Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.

6 NORMATIVA

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE
CTE – DB HR
Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas.*

- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada.*
- La instalación permitirá realizar la parada de forma automática.*
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*
- Documento de referencia: Guía técnica: Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización. IDAE.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- La conexión de la instalación deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.27.	Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo
5.3.13.	Instalación de aerotermia
5.3.8.	Mejora de aislamiento de tuberías
5.3.21.	Control de instalación de climatización.

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.18	Equipo partido de expansión directa tipo split (solo frío)
5.3.12.	Instalación de geotermia
5.3.13.	Instalación de aerotermia

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

FRIO POR ABSORCIÓN.

Se trata de aprovechar la generación de energía renovable para cubrir la demanda de refrigeración del edificio justo en las épocas de mayor demanda de frío. Aunque esto podría llevarse a cabo mediante una instalación solar fotovoltaica (actuación 5.3.27. Instalación Solar Fotovoltaica) en este caso se aborda mediante refrigeración por absorción, donde se sustituye el compresor mecánico del ciclo frigorífico convencional por un compresor térmico compuesto por un absorbedor y un generador térmico de origen renovable.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE**4.3.3. Refrigeración****2 EFECTOS**

- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☒ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- | | |
|---|--|
| ☒ Compatible usuarios | ☐ Comunicación previa |
| ☐ Implantación fases | ☐ Licencia de obras |
| ☒ Mantenimiento adicional | ☒ Legalización |

Durabilidad Complejidad Inversión **4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN**

En un ciclo de enfriamiento convencional (de compresión) se aprovechan las propiedades de compresión y expansión de un fluido refrigerante para extraer calor de un entorno y llevarlo a otro. El ciclo de enfriamiento por absorción no difiere en esencia de esto, la diferencia está en la forma en la que se consiguen esa diferencia de presiones. En la tecnología de absorción se prescinde de la compresión mecánica para basarse exclusivamente en las propiedades del fluido.

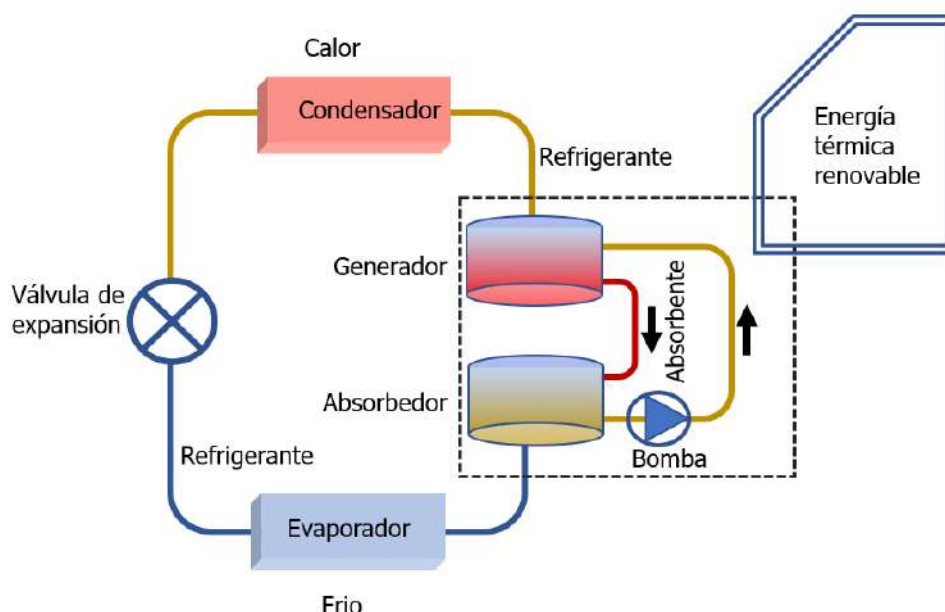
Este fluido está compuesto por una mezcla de refrigerante y absorbente (agua con amoníaco o bromuro de litio). Al absorber calor en un generador ambas sustancias se separan, el refrigerante se evapora y recorre el circuito con la presión adquirida por el incremento de temperatura hasta el llegar al condensador donde cede la energía al ambiente, que en este caso representa el foco caliente, para retornar después al evaporador ubicado en la estancia interior y completar el ciclo.

El sistema de enfriamiento por absorción que se propone utiliza energía térmica de origen renovable para suministrar el calor necesario al generador.

En aplicaciones con alta temperatura se utiliza el denominado ciclo de doble efecto con agua/bromuro de litio y se consiguen COP de hasta 1,3, pero en aplicaciones de baja temperatura el ciclo es de doble efecto, utiliza amoníaco/agua y no suele superar el rendimiento de 0,8.

La principal ventaja de este tipo de tecnología es que se complementa perfectamente con las instalaciones solares térmicas o de biomasa instaladas en los edificios, de tal forma que en las épocas de inactividad de la caldera o de mayor radiación solar la demanda original puede ser sustituida por la

demanda de calor de la máquina de absorción.



5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Disponer de una instalación solar térmica suficiente para abastecer las necesidades térmicas del sistema.

6 NORMATIVA

Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (2019) – RSIF

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE

CTE – DB HR

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Es importante valorar que realizar una modificación sustancial en el edificio o sus instalaciones puede implicar el cumplimiento de CTE y RITE y por consiguiente tener asociado un coste adicional en otras instalaciones.
- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas.*
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada.*
- La instalación permitirá realizar la parada de forma automática.*
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- La conexión de la instalación deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.6.	Free – cooling
5.3.27.	Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo
5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado
5.3.11.	Instalación de biomasa
5.3.14.	Instalación solar termica
5.3.12.	Instalación de geotermia

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.18	Equipo partido de expansión directa tipo split (solo frío)
5.3.12.	Instalación de geotermia
5.3.13.	Instalación de aerotermia
5.3.19.	Enfriamiento evaporativo

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

CONTROL DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

El objetivo de estos sistemas es optimizar el control y la eficiencia energética de las instalaciones de climatización del edificio.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.3. Refrigeración

2 EFECTOS



- ☒ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☒ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad



- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad



- ☒ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión



4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

A la hora de gestionar la energía de los edificios de forma eficiente habrá que procurar primeramente que el consumo se adecue a la demanda y ésta a las necesidades de los ocupantes en cada momento. En este sentido, el RITE en su IT 1.2.4.3.1. Control de las instalaciones de climatización establece que:

"Todas las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica".

El primer paso es el ahorro, es decir, demandar la energía estrictamente necesaria, y esto en climatización pasa prioritariamente por la ventilación natural siempre que sea posible. Un sistema eficiente habrá de procurar también una distribución adecuada de la climatización por las diferentes estancias. Finalmente, el sistema deberá asegurar su eficiencia energética tratando de reducir el consumo eléctrico de los sistemas de ventilación y climatización, bombas, etc.

En los sistemas convencionales, el control de la temperatura, de la humedad relativa y del caudal de ventilación se realiza de modo independiente mediante reguladores PID y lazos de control.

Un regulador PID calcula la desviación entre el parámetro real y su valor de consigna y entrega una señal proporcional a la diferencia entre ambas señales con la que el sistema actuará sobre la máquina.

Este tipo de controladores no coordina simultáneamente, por tanto, unos parámetros con otros y ocasiona mayor tensión sobre las válvulas y las bombas cuando las oscilaciones son frecuentes, dando origen a un mayor consumo energético.

Por el contrario, los sistemas de gestión centralizada basan el control en algoritmos complejos para evaluar las variables y evitan así las desventajas de los PID aumentando la eficiencia de los sistemas al

precisar menos energía.

Por otro lado, la opción de regulación mediante radiofrecuencia es muy interesante en este tipo de edificios ya que permiten disponer de un control de la climatización sin practicar obras y a un coste relativamente económico permitiendo ahorros superiores al 20% en algunas zonas.

Las plataformas de monitorización energética son herramienta para la medición de parámetros que facilitan en gran medida el mantenimiento del edificio, el diseño de estrategias y la toma de decisiones de los gestores energéticos.

En los centros educativos, estas herramientas son de un especial interés ya que éstos presentan pautas de comportamiento energético marcadas y la visualización de los parámetros de confort por parte de alumnos y profesores puede contribuir a sensibilizar en el uso adecuado de las instalaciones.

Sin duda integración de las TICs en los sistemas de automatización, seguridad y gestión de energía permiten centralizar la gestión de los diferentes sistemas presentes en los edificios: iluminación, climatización y ventilación, medición de consumos, aparatos elevadores, elementos de sombreado, control de acceso y sistemas de vigilancia, control de incendios, etc.

Con la combinación de estas soluciones en el control centralizado de los edificios, sería posible obtener información relativa a la demanda de energía, facilitando el uso eficiente de la misma a través de la evaluación y mejora de la eficiencia energética de las instalaciones y la optimización de los procesos de mantenimiento.

5 REQUISITOS PREVIOS

☒ Evaluar los costes y ahorros en función de un estudio previo que contemple parámetros de consignas y parámetros horarios para los distintos subsistemas.

6 NORMATIVA

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios – RITE
Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas.*
- La zona ha de permitir la fragmentación del funcionamiento y la regulación automática sectorizada.*
- La instalación permitirá realizar la parada de forma automática.*
- La regulación automática y eficiente ha de mantener una temperatura adecuada en función de las condiciones exteriores y las circunstancias internas.*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se evitará un uso despreocupado o negligente que pueda originar daños y/o gastos económicos.
- La conexión de la instalación deberá regularse con programadores automáticos ajustados al horario de funcionamiento del centro.
- Comprobaciones cada 6 meses: limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- El mantenimiento obligatorio deberá llevarse a cabo por empresas debidamente autorizadas.
- Deberá guardarse en el Centro toda la documentación técnica de los equipos y su gestión.
- Cualquier anomalía de funcionamiento que se observe deberá ser puesta en conocimiento del responsable de mantenimiento.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX	UNIDAD
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado
---------	------------------------------------

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

	No se contemplan
--	------------------

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

INSTALACIONES

ILUMINACIÓN

5.3.22

OPTIMIZACIÓN DE LA LUZ NATURAL

Siempre que sea factible debe obtenerse el mayor rendimiento posible de la luz natural, por su calidad, el bienestar que implica, el ahorro energético que conlleva su uso, así como la necesidad psicológica de contacto con el exterior.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.4. Iluminación

2 EFECTOS



CONFORT

- ☐ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



EFICIENCIA

- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☒ Compatible usuarios☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Una buena iluminación proporciona a los estudiantes y profesores, un ambiente agradable y estimulante, es decir un confort visual que les permite seguir su actividad sin demandar de ellos un sobre esfuerzo visual. En este sentido, la luz natural debe ser la primera opción por el evidente ahorro en el consumo de energía, pero también y más importante, por su alto índice reproducción cromática y sus beneficiosos efectos para la salud y el ritmo biológico de los usuarios.

La mayoría de los centros educativos extremeños cuentan con suficientes superficies acristaladas para asegurar un aporte de luz natural importante, y este hecho contribuye por lo general a un significativo ahorro energético en iluminación, pero aunque el aporte de luz natural proporcionado por el diseño de las aulas y la superficie de ventanas se pueda considerar adecuados, la actividad que se desarrolla en ellas requiere unos niveles de iluminación que hacen difícil prescindir del uso de iluminación artificial, especialmente para iluminar las zonas más alejadas de las ventanas o satisfacer las necesidades de luz a ciertas horas del día.

En estos casos, habrá de recurrir a sistemas de iluminación artificial complementarios que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente según las actividades que se van a desarrollar y que a su vez sean energéticamente eficientes, como los que desarrollan en la actuación 5.3.23. Sustitución por tecnología eficiente (LEDs).

Aun así, para un máximo aprovechamiento de la utilización de la luz natural es importante asegurar que la iluminación artificial se apague cuando el aporte de luz natural alcance una iluminación adecuada. Esto se consigue con las siguientes acciones:

1. Conociendo los efectos de la luz natural sobre personas y objetos

2. Diseñando el ambiente luminoso: distribuciones, uniformidades, deslumbramientos...
3. Diseñando la captación y el control de la luz natural
4. Diseñando la integración de la luz artificial
5. Aplicación de sistemas de control (actuación 5.3.24. Control de instalación de iluminación).

5 REQUISITOS PREVIOS

☑ Las instalaciones de iluminación de cada zona dispondrán de sistema de control y de regulación para cada zona que incluya un sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico, y un sistema de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. En zonas de uso esporádico el sistema de encendido por horario centralizado en cada cuadro se puede sustituir por un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado o por un sistema de pulsador temporizado.

☑ En actuaciones que afecten a instalaciones de iluminación dentro del ámbito de aplicación del CTE DB HE3 se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural que regulen, automáticamente y de forma proporcional al aporte de luz natural, el nivel de iluminación de las luminarias situadas a menos de 5 metros de una ventana y de las situadas bajo un lucernario, cuando se cumplan las condiciones indicadas en dicha normativa.

6 NORMATIVA

CTE - DB HE3

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

Aparatos de iluminación: Normas UNE correspondientes.

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Se controlará especialmente que las luces de las pizarras no provoquen deslumbramientos directos.
- En relación a los niveles de iluminación serán los siguientes*:

Zonas	Nivel de iluminación
Circulaciones	100 lux
Aulas y espacios docentes, sobre plano de trabajo	300 lux
Gimnasio	250 lux
Lavabos y servicios	200 lux

- En las aulas, se puede prever encendidos diferentes para las luces próximas a ventanas y el interior.
- Documento de referencia: Guía técnica: Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. IDAE.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado
5.3.26.	Optimización de la facturación eléctrica
5.3.23.	Sustitución por tecnología eficiente (LEDs)
5.3.24.	Control de instalación de iluminación

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.23.	Sustitución por tecnología eficiente (LEDs)
5.3.24.	Control de instalación de iluminación

() Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.*

INSTALACIONES

ILUMINACIÓN

5.3.23

SUSTITUCIÓN POR TECNOLOGÍA EFICIENTE (LEDs)

En relación a la instalación de iluminación de los centros educativos la solución que tiene mayor repercusión en la eficiencia energética pasa por reemplazar las lámparas y luminarias por su equivalente en tecnología LED.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.4. Iluminación

2 EFECTOS



- ☐ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☒ Comunicación previa

Durabilidad



- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad



- ☒ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión



4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El Código Técnico de la Edificación en su DB-HE3: Condiciones de las instalaciones de iluminación, establece que el sistema de iluminación de los edificios no deberá superar un determinado Valor de Eficiencia Energética (VEEI) y deberá contar también con un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural.

Esta medida propone mejorar la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior existentes de los centros educativos de forma que cumplan, al menos, con las exigencias mínimas que fija dicho documento, reduciendo su consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono.

Las actuaciones energéticas que se pueden implantar en los edificios para contribuir al cumplimiento de estas exigencias son múltiples y en muchas ocasiones compatibles:

- Sistemas de control y monitorización de la iluminación (véase la actuación 5.3.24).
- Reubicación de los puntos de luz (luminarias)
- Sistemas de aprovechamiento de la luz natural (véase la actuación 5.3.23)

Pero en la actualidad, sin duda, la mejor solución es reemplazar las lámparas y luminarias es la tecnología LED. Es la opción más eficiente para reducir el gasto energético, ya que ofrecen un 20% más de iluminación con un ahorro del 40% en el consumo, además dichas luminarias tienen una vida útil de 50.000 horas. Con la iluminación LED se mejora el bienestar y el confort visual en las aulas, además de reducirse drásticamente los gastos de mantenimiento e incrementarse la vida útil del nuevo alumbrado.

Los equipos que se instalen deberán cumplir con los parámetros de iluminación y los criterios de calidad, diseño, instalación, explotación, mantenimiento y gestión, recogidos en la Guía Técnica de Eficiencia

Energética en Iluminación. Centros docentes” del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el Comité Español de Iluminación (CEI).

Como ejemplo orientativo de la repercusión de la sustitución de lámparas actuales por su equivalente técnico en LED, considérese como orientativo el siguiente ejemplo:

Edificio educativo de 2000m ²	
Situación actual	
Potencia instalada(W)	17.897,40
Consumo (kWh/año)	14.209,78
Coste asociado (€/año)	3.893,48
Situación futura	
Potencia instalada (W)	6.472,00
Consumo (kWh/año)	5.973,28
Coste asociado (€/año)	1.636,68
Resultados	
Inversión (€) ⁽¹⁾	6.498,09
Ahorro €/año	1.235,48
P.R.S. (años)	5,26
<i>(1) Considerando materiales, mano de obra, impuestos y beneficios correspondientes.</i>	

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ Todos los materiales deben ser de materiales autorizados y homologados.
- ☑ La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas.*
- ☑ La iluminación en las aulas deberá garantizar un valor de Deslumbramiento (UGR) alrededor de 19 y un valor de Eficiencia Energética (VEEI) igual o inferior a 3,5 (Actualizado con CTE DB HE3).*
- ☑ La iluminación interior del centro se realizará mediante equipos situados a una altura mínima de 2,50 m.*
- ☑ La iluminación del gimnasio y la SUM, será de proyección a una altura mayor a 5 m y estarán protegidas contra impactos y caídas.*
- ☑ Se preverá protección de las luces situadas en los espacios de circulación de personas y también en las cocinas y comedores.*
- ☑ Las lámparas deberán estar homologadas y proporcionar buena reproducción cromática.*
- ☑ Los aparatos de incandescencia se utilizarán en situaciones especiales debidamente justificadas.*
- ☑ En la cocina, los vestuarios, la sala de calderas, STR y limpieza se preverán luces estancas.*
- ☑ Se controlará que las luces de las pizarras no provoquen deslumbramientos directos.*
- ☑ Los mecanismos eléctricos se instalarán a 1,20 m del suelo y los enchufes a 0,40 m.*
- ☑ En las zonas comunes, se preverán tres encendidos diferenciados: general, vigilancia y limpieza.*
- ☑ El alumbrado de vigilancia será de un 15% del alumbrado general, y el de limpieza del 50%.*
- ☑ La implantación integral de esta medida deberá incluir el Plan de Mantenimiento de las instalaciones de alumbrado.*
- ☑ Se dispondrá de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.*
- ☑ En las aulas, se puede prever encendidos diferentes para las luces próximas a ventanas y el interior. *
- ☑ Se recomienda que el encendido de espacios comunes se realice en un cuadro de mando ubicado en el área de conserjería.*
- ☑ Las aulas se podrán encender y apagar con interruptores locales y por grupos o plantas desde el cuadro de mando de conserjería.*
- ☑ En los aseos, los encendidos se harán por pulsador temporalizado o de detección de presencia, excepto el baño adaptado (SUA).*

6 NORMATIVA

CTE – DB HE 3

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

Cuadro de mando y protección: REBT ITC-BT-17

Aparatos de iluminación: Normas UNE correspondientes.

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- En las aulas de infantil de primer ciclo se recomienda luz indirecta o dotada de difusores.*
- En relación a los niveles de iluminación serán los siguientes*:

Zonas	Nivel de iluminación
Circulaciones	100 lux
Aulas y espacios docentes, sobre plano de trabajo	300 lux
Gimnasio	250 lux
Lavabos y servicios	200 lux

- En relación a la instalación eléctrica se tendrá en cuenta*:
 - Se debe cumplir el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
 - El suministro se realizará en baja tensión
 - Deben salir los diferentes circuitos dotados de los correspondientes interruptores automáticos. Cada uno de estos circuitos debe alimentar únicamente un subcuadro de zona o de planta.
 - La distribución por plantas se hará por bandejas vistas o similar, fácilmente registrables por mantenimiento.
 - La distribución interior de los espacios se podrá hacer por falso techo.
 - Los interruptores magnetotérmicos y los interruptores diferenciales de cada circuito se deben colocar los cuadros de zona o de planta.
- Documento de referencia: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación de Centros Docentes. IDAE.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se realizará limpieza general y prueba de buen funcionamiento anualmente.
- Reposición de lámparas y luminarias defectuosas anualmente.
- Comprobación de fijaciones a forjado o falso techo, cada 2 años.
- Inspección periódica por organismos de control cada 5 años.
- La limpieza de las luminarias se efectuará siempre con ellas apagadas.
- No se deben conectar aparatos y/o encender luminarias con las manos mojadas.
- Cualquier manipulación que se efectúe en esta instalación deberá realizarla personal especializado.
- No se anularán ningún elemento de los cuadros de Protección.
- Todos los cuadros de protección quedarán fuera del alcance de los alumnos y protegidos con llave.
- En caso de inactividad prolongada se deberá desconectar la instalación con interruptor general en el cuadro general.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX	UNIDAD
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado
5.3.26.	Optimización de la facturación eléctrica

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.22.	Optimización de la luz natural
5.3.24.	Control de instalación de iluminación

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

CONTROL DE INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Los sistemas control de la iluminación permiten ajustar los niveles de iluminación artificial a las necesidades de los usuarios evitando el encendido excesivo o innecesario y por consiguiente, reduciendo el consumo eléctrico del edificio.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.4. Iluminación

2 EFECTOS



CONFORT

- ☐ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



EFICIENCIA

- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☒ Estético/funcional
- ☐ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☒ Compatible usuarios

☐ Comunicación previa

Durabilidad



☒ Implantación fases

☐ Licencia de obras

Complejidad



☒ Mantenimiento adicional

☐ Legalización

Inversión



4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los sistemas de control de iluminación (manuales o automáticos) en este tipo de edificios funcionan principalmente en base al nivel de iluminación (cantidad de luz, flujo luminoso) y la distribución de la luz y actúan en función de:

- Horario
- Aporte de luz natural
- Ocupación.

Atendiendo al principio de control, la intervención se puede realizar mediante la regulación de flujo continua, regulación por escalones o encendido/apagado.

Atendiendo al nivel de control, como cualquier instalación eléctrica, la de alumbrado puede ser controlada en distintos niveles. De menor a mayor complejidad:

- Control individual: cada luminaria tiene su propio sistema de control.
- Control por circuito: una unidad de control atiende a las luminarias del mismo circuito
- Control de sala: todas las luminarias de una estancia son controladas por la misma unidad de control.
- Control por cuadros: desde los cuadros y subcuadros eléctricos es posible actuar sobre los distintos de circuitos de iluminación que parte de él. Pero se debe evitar el uso manual de este sistema.
- Control de edificio: todos los circuitos de iluminación de un edificio. Son controlados desde un

sistema central. Son los de mayor capacidad y complejidad.

Lo ideal es que los sistemas de control respondan actuando con el máximo aprovechamiento de la luz natural asegurando que la iluminación artificial se apague cuando el aporte de luz natural alcance un nivel adecuado.

Una solución de este tipo consiste en la instalación en los 3 primeros metros junto a las ventanas unos sensores de luminosidad que permitan que se aporte la cantidad de luz artificial que sumada a la natural alcanza el nivel de iluminación deseado para una habitación. Es importante señalar que es necesario instalar para ellos lámparas regulables. Si al control de luz constante se añade la detección encendido se obtiene el sistema que más eficiencia energética puede ofrecer.

Otras soluciones que se pueden implementar son:

- Detectores de presencia: especialmente en zonas de ocupación limitada en el tiempo.
- Pulsadores temporizados: en aseos o salas con escasa ocupación esporádica.
- Reguladores de iluminación: en espacio de trabajo con necesidades específicas.

Por otro lado, el sistema de control debe tender a la modularidad, es decir, debería poder actuar de forma escalonada sobre los controles más básicos a los más completos, incluso abarcando el resto de instalaciones del edificio.

En este sentido, las plataformas de monitorización energética son herramientas para la medición y control de parámetros, permiten conocer en todo momento las condiciones de confort y la idoneidad de las actuaciones realizadas y facilitan en gran medida el mantenimiento del edificio, el diseño de estrategias y la toma de decisiones de los gestores energéticos.

En los centros educativos, estas herramientas son de un especial interés ya que éstos presentan pautas de comportamiento energético marcadas.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☑ La instalación se ha de zonificar en función de la orientación, la distribución y las diferentes áreas. *
- ☑ La iluminación en las aulas deberá garantizar un valor de Deslumbramiento (UGR) alrededor de 19 y un valor de Eficiencia Energética (VEEI) igual o inferior a 3,5 (Actualizado con CTE DB HE3).*
- ☑ Todos los materiales deben ser de materiales autorizados y homologados.*
- ☑ Se controlará que las luces de las pizarras no provoquen deslumbramientos directos.*
- ☑ Los mecanismos eléctricos se instalarán a 1,20 m del suelo y los enchufes a 0,40 m.*
- ☑ En las zonas comunes, se preverán tres encendidos diferenciados: general, vigilancia y limpieza. *
- ☑ El alumbrado de vigilancia será de un 15% del alumbrado general, y el de limpieza del 50%.*
- ☑ En las aulas de infantil de primer ciclo se recomienda luz indirecta o dotada de difusores.*

6 NORMATIVA

CTE – DB HE3

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

Aparatos de iluminación: Normas UNE correspondientes.

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- En relación a los niveles de iluminación serán los siguientes*:

Zonas	Nivel de iluminación
Circulaciones	100 lux
Aulas y espacios docentes, sobre plano de trabajo	300 lux
Gimnasio	250 lux
Lavabos y servicios	200 lux

■ En relación a la instalación eléctrica se tendrá en cuenta*:

- Se debe cumplir el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- El suministro se realizará en baja tensión
- Deben salir los diferentes circuitos dotados de los correspondientes interruptores automáticos. Cada uno de estos circuitos debe alimentar únicamente un subcuadro de zona o de planta.
- La distribución por plantas se hará por bandejas vistas o similar, fácilmente registrables por mantenimiento.
- La distribución interior de los espacios se podrá hacer por falso techo.
- Los interruptores magnetotérmicos y los interruptores diferenciales de cada circuito se deben colocar los cuadros de zona o de planta.

■ Se dispondrá de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.*

■ En las aulas, se puede prever encendidos diferentes para las luces próximas a ventanas y el interior.*

■ Se recomienda que el encendido de espacios comunes se realice en un cuadro de mando ubicado en el área de conserjería.*

■ Las aulas se podrán encender y apagar con interruptores locales y por grupos o plantas desde el cuadro de mando de conserjería.*

■ En los aseos, los encendidos se harán por pulsador temporalizado o de detección de presencia, excepto el baño adaptado (SUA).*

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- No se deben conectar aparatos y/o encender luminarias con las manos mojadas.
- Cualquier manipulación que se efectúe en esta instalación deberá realizarla personal especializado.
- No se anularán ningún elemento de los cuadros de Protección.
- Todos los cuadros de protección quedarán fuera del alcance de los alumnos y protegidos con llave.
- En caso de inactividad prolongada se deberá desconectar la instalación con interruptor general en el cuadro general.
- La inspección periódica de la instalación corresponde al Organismo de Control Autorizado.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.25.	Sensibilización en el uso adecuado
5.3.26.	Optimización de la facturación eléctrica

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.22.	Optimización de la luz natural
5.3.23.	Sustitución por tecnología eficiente (LEDs)

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

SENSIBILIZACIÓN EN EL USO ADECUADO

Mejorar el grado de concienciación y sensibilización de los usuarios de los edificios en materia de ahorro y eficiencia energética a través de actividades de formación, información y sensibilización.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

4.3.1. Ventilación

4.3.2. Calefacción-ACS

4.3.3. Refrigeración

4.3.4. Iluminación

2 EFECTOS



CONFORT

- ☒ Confort higrotérmico
- ☒ Calidad del aire
- ☐ Otros



EFICIENCIA

- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



EMISIONES

- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



USUARIOS

- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

☒ Compatible usuarios☐ Comunicación previa

Durabilidad

☐ Implantación fases☐ Licencia de obras

Complejidad

☒ Mantenimiento adicional☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La mayoría de los currículos que se desarrollan en los centros educativos extremeños incorporan aspectos relacionados con la importancia de una correcta gestión de los recursos energéticos. Mediante esta actuación, se abre por tanto la posibilidad de hacer partícipe a la comunidad educativa extremeña de la puesta en práctica de estos aprendizajes.

Por tanto, se pretende concienciar a los usuarios de los edificios, y en especial al alumnado, de sus capacidades individuales ante el reto energético, capacitándolos para proceder dentro de sus posibilidades de actuación. Y aunque el alumnado es sin duda el colectivo protagonista de esta actuación, no se puede obviar el importante papel que ejerce el profesorado y el resto de los trabajadores y trabajadoras del Centro. Por ello, cualquier medida que se diseñe debe estar dirigida también al personal público que trabaja en los edificios ya que sin duda utiliza energía en el desarrollo de su actividad profesional diaria.

En este sentido, las campañas de ahorro y eficiencia energética han demostrado ser un canal efectivo para dar a conocer el beneficio que se obtiene a través de la unión de esfuerzos individuales y cambiar pequeños hábitos de consumo o de uso. Una campaña de sensibilización bien diseñada aporta las siguientes ventajas:

Desde el punto de vista energético:

- Optimiza energéticamente el uso de equipos e instalaciones.
- Reduce la demanda del edificio y por tanto el consumo eléctrico y térmico.

Desde el punto de vista educativo:

- Contribuye al desarrollo de la práctica totalidad de las Competencias clave:
 - Comunicación lingüística CCL.
 - Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología CMCT.
 - Competencia digital CD.
 - Aprender a aprender CPAA.
 - Competencias sociales y cívicas CSC.
 - Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor SIE.
 - Conciencia y expresiones culturales CEC.

El diseño de una campaña de concienciación y sensibilización comprendería las siguientes fases:

1. Diseño de los objetivos generales de la campaña.
2. Diseño de la estrategia de comunicación en materia de ahorro y eficiencia energética.
3. Definir los contenidos y los materiales.
4. Puesta en marcha de las acciones.
5. Seguimiento de acciones.
6. Valoración de los resultados.

5 REQUISITOS PREVIOS

No existen

6 NORMATIVA

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Las campañas de información y sensibilización sobre energía son eficaces ya que consiguen reducir el consumo de energía del público objetivo en un 7,4% de media.
- Las campañas en las que se informa a los individuos sobre su propio consumo de energía y se ofrecen consejos para reducirlo son las más efectivas llegando a una reducción del 13,5% de media.
- Otra estrategia consiste en proporcionar datos comparativos del consumo de individuos en situaciones similares. En este caso, el consumo medio se reducía en un 11,5%.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

No procede

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX

UNIDAD

009S Número de ciudadanos y ciudadanas impactadas por las actuaciones de difusión y sensibilización	[Personas]
010S Número de profesionales, trabajadores y trabajadoras impactadas por las actuaciones de difusión y sensibilización	[Personas]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

Todas

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.9.	Control de instalación de calefacción
5.3.24.	Control de instalación de iluminación
5.3.22.	Optimización de la luz natural

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA

Esta actuación identifica los distintos tipos de costes asociados al consumo eléctrico en el método de facturación actual para elegir la mejor opción de contratación según las condiciones del suministro con el fin de minimizar los costes asociados al consumo de eléctrico del Centro.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

2 EFECTOS



- ☐ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☐ Reducción consumo
- ☒ Otros



- ☐ Reducción Emisiones CO₂
- ☐ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☐ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☐ Licencia de obras

Complejidad

- ☐ Mantenimiento adicional

- ☐ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Paralelamente a las actuaciones dirigidas al ahorro y la eficiencia energética que se ejecuten en los edificios o sus instalaciones se puede, en muchas ocasiones, efectuar mejoras en términos económicos ajustando los parámetros de contratación del suministro eléctrico con la comercializadora para aproximarlos a las necesidades concretas que tiene el Centro.

Actualmente la factura eléctrica se compone esencialmente de los siguientes términos:

1. La facturación de potencia, que comprende el término de potencia de la tarifa de acceso (resultado de multiplicar la potencia facturada por el precio del término de potencia del peaje de acceso y los días del periodo facturado) y un margen de comercialización. No obstante, una oferta competitiva de precios no facturará por potencia más que lo que corresponda a la tarifa de acceso.
2. La facturación de energía se determina como el producto del consumo eléctrico en cada periodo horario por el precio de la electricidad en dicho periodo. El término de energía incluye el correspondiente peaje por energía de la tarifa de acceso, e incluye también un margen de comercialización.
3. Recargo por exceso de consumo de energía reactiva, en su caso, que factura la energía reactiva consumida en exceso al precio regulado para dicho concepto.
4. Alquiler del equipo medida (en caso de que no sea en propiedad).
5. Impuestos; que comprenden el Impuesto Especial de la Electricidad (IEE) y el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA).

Las tarifas de acceso constituyen el peaje por el uso de las redes de transporte y distribución e incluyen otros cargos relacionados indirectamente con el suministro eléctrico. Estas tarifas se estructuran según

los niveles de tensión y periodos tarifarios. Las tarifas de acceso representan una parte importante del coste final del suministro eléctrico que paga el consumidor.

En general, los ahorros económicos que se pueden derivar de la corrección de la facturación eléctrica son los relativos a los siguientes parámetros:

Potencia contratada

La potencia demandada queda registrada en el equipo de medida. Los excesos de potencia demandada (>105% de la potencia contratada en cada periodo) generan recargos. Para evitarlos la potencia contratada debe ajustarse a los valores reales demandados por el edificio a lo largo de un año. En centros educativos, la sustitución de equipos por otros de diferente potencia eléctrica debería ir acompañada de un ajuste de este parámetro.

Corrección del factor de potencia

Los excesos en el consumo de energía reactiva por parte de una instalación serán penalizados económicamente por la compañía eléctrica. Lámparas de descarga, motores, compresores y transformadores están relacionados con el consumo de energía reactiva. En caso de detectar facturación significativa de energía reactiva habrá que realizar un estudio más detallado de la instalación y los elementos consumidores para valorar la instalación de una batería de condensadores que disminuya la energía reactiva que se demanda a la red de distribución.

Precio de la energía

Las diferentes ofertas de precios del mercado (término energía) varían significativamente de unas comercializadoras a otras y el titular del contrato puede elegir dentro del mercado eléctrico aquella comercializadora que le proporcione la mejor oferta económica sin que la contratación con una nueva comercializadora suponga variación alguna en la calidad del suministro eléctrico, ya que esta es competencia de la distribuidora eléctrica de la zona. Los centros dependientes de la administración educativa extremeña pueden aprovechar las condiciones ventajosas que ofrecen los contratos basados en acuerdo marco para el suministro eléctrico en dependencias de la Junta de Extremadura.

5 REQUISITOS PREVIOS

☒ Para el análisis de la facturación eléctrica se han de tomar como base los consumos y parámetros de contratación de las facturas facilitadas correspondientes a los últimos doce meses como mínimo.

6 NORMATIVA

Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Resolución de 23 de mayo de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece el contenido mínimo y el modelo de factura de electricidad.

Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Ley 3/2013, de 4 de junio, de creación de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.

Real Decreto 1718/2012, de 28 de diciembre, por el que se determina el procedimiento para realizar la lectura y facturación de los suministros de energía en baja tensión con potencia contratada no superior a 15 kW.

Real Decreto 1435/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y de acceso a las redes en baja tensión.

Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- La contratación del suministro eléctrico debería revisarse al menos anualmente, independientemente de que haya sido ya optimizado o no.

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Una vez optimizada la factura eléctrica, se recomienda revisar las condiciones de contratación si se producen modificaciones significativas en las instalaciones eléctricas o en los hábitos de consumo actuales o en todo caso bienalmente.

9 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

	Todas
--	-------

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

5.3.21.	Control de instalación de climatización
5.3.9.	Control de instalación de calefacción
5.3.24.	Control de instalación de iluminación
5.3.22.	Optimización de la luz natural

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO

Esta medida se fundamenta en la energía solar fotovoltaica como solución técnica para autoproducir parte de la energía eléctrica que consume el edificio y, por tanto, reducir el coste de la factura a la compañía eléctrica.

1 DEFICIENCIAS QUE CORRIGE

2 EFECTOS



- ☐ Confort higrotérmico
- ☐ Calidad del aire
- ☐ Otros



- ☐ Reducción demanda
- ☒ Reducción consumo
- ☐ Otros



- ☒ Reducción Emisiones CO₂
- ☒ Incorporación renovables
- ☐ Otros



- ☒ Estético/funcional
- ☒ Demostrativo/bioclimático
- ☐ Otros

3 CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

- ☒ Compatible usuarios

- ☐ Comunicación previa

Durabilidad

- ☐ Implantación fases

- ☒ Licencia de obras

Complejidad

- ☒ Mantenimiento adicional

- ☒ Legalización

Inversión

4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Las instalaciones solares fotovoltaicas mediante módulos o paneles fotovoltaicos permiten la generación de energía eléctrica a partir del efecto fotoeléctrico que produce la luz solar sobre estos. Por tanto, se trata de una energía limpia y renovable de especial aprovechamiento en Extremadura. Su aplicación en edificios docentes se centra en la autoproducción de la energía eléctrica para cubrir la base de la curva de la demanda en las horas de actividad del centro, ya que por lo general esto coincide con las horas de más luz solar.

Los elementos principales que conforman una instalación de fotovoltaica son:

- Sistema de generación; compuesto por el conjunto de módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo.
- Inversor, que transforma la corriente continua generada en corriente alterna apta para su consumo.
- Sistemas auxiliares (cableado, elementos de protección, equipos de medida).

A la producción de electricidad para el consumo propio se le denomina autoconsumo de energía eléctrica. Las modalidades de autoconsumo definidas en el Real Decreto 244/2019 son dos:

Autoconsumo SIN excedentes. Impidiendo (a través de mecanismos anti-vertido) la inyección de energía eléctrica en la red. Si es de menos de 100 kW sólo se precisa comunicación de puesta en servicio a la Dirección General de Industria.

Autoconsumo CON excedentes, que permiten inyectar energía excedentaria en la red. Esta modalidad, a su vez, se divide a su vez en:

- Acogido a compensación entre la energía consumida de la red y la energía vertida a la red.

(Contrato de compensación).

- No acogido a compensación, que implica la venta de la energía excedentaria en el mercado eléctrico.

Estas instalaciones tienen las siguientes ventajas:

- Vida útil media superior a 25 años
- No emite emisiones de CO₂ y otros G.E.I.
- Sensibiliza desde la demostración de la protección ambiental y el desarrollo sostenible.
- Mejorar la Calificación energética del edificio.
- Mantenimiento relativamente bajo.

La superficie aproximada de un módulo fotovoltaico de 250 Wp (32V, 9A) es de 1,7 m². El área necesaria por kW de potencia instalada es de aproximadamente 10-12 m², teniendo en cuenta la superficie de las sombras proyectadas que habrá que evitar.

Las características estructurales de la ubicación deberán asegurar el cumplimiento del CTE DB SE teniendo en cuenta que cada módulo tiene un peso aproximado de 20 kg a lo que habrá que sumar el peso de la estructura soporte y el esfuerzo de viento correspondiente.

La colocación de los módulos implicará que las pérdidas totales (orientación, inclinación y sombreado) sean inferiores a los límites estipulados en el CTE HE5.

La producción energética estimada en Extremadura es 1500 kWh/kWp (valor orientativo).

Para instalaciones de tamaño mediano la inversión necesaria ronda aproximadamente los 1,6-1,8 €/W.

El periodo de retorno de la inversión depende de la coexistencia entre las curvas de demanda eléctrica del edificio y la de producción de la instalación. Si bien puede ser muy interesante para los colegios la tipología de compensación de excedentes.

Se recomienda incluir un sistema de control y regulación que optimice el correcto funcionamiento de la instalación y su posible comunicación con otros sistemas.

5 REQUISITOS PREVIOS

- ☒ La demanda eléctrica principal será la que corresponde al horario aproximado de 8h a 16h.
- ☒ Disponibilidad de espacios libres de obstáculos sombras. Normalmente en cubiertas.

6 NORMATIVA

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – REBT

CTE – DB HE

Contribución fotovoltaica: CTE DB HE5

Estructura soporte: – CTE – DB SE

Ordenanza municipal correspondiente

Autoconsumo: Real Decreto 244/2019

Autoconsumo: Decreto 66/2016 de 24 de mayo, y Órdenes de desarrollo.

Autoconsumo: Reglamentación de seguridad industrial de aplicación. R.D. 1699/2011

7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Los módulos fotovoltaicos también pueden cumplir algunas funciones estructurales, por ejemplo, como voladizos.
- Las estructuras soporte pueden ser metálicas, de hormigón o prefabricadas de plástico resistente.
- Documento de referencia: Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo. IDAE (Edición V.2).

8 RECOMENDACIONES DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Cualquier manipulación que se efectúe en esta instalación deberá realizarla personal especializado.
- No se anulará ningún elemento de los cuadros de Protección.
- Todos los cuadros de protección quedarán fuera del alcance de los alumnos y protegidos con llave.
- En caso de inactividad prolongada se desconectará la instalación con interruptor general en el cuadro general.
- La inspección periódica de la instalación corresponde al Organismo de Control.

9 INDICADORES RELACIONADOS CON LA E4PAREX**UNIDAD**

001E Capacidad de producción de energía renovables	[kWh/año]
005E Número de Edificios que optimizan su Calificación energética	[Edificios]
006E Número de Edificios que optimizan su consumo energético	[Edificios]
011E Número de proyectos, informes de viabilidad, estudios o guías.	[Número]
013M Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI)	[teCO ₂ /año]
014E Reducción del consumo anual de energía final en edificios públicos	[kWh/año]

10 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.3.13.	Instalación de aerotermia
5.3.15.	Bomba de calor convencional (split frío/calor)
5.3.18.	Equipo partido de expansión directa tipo split (solo frío)

11 ACTUACIONES ALTERNATIVAS

	Ninguna
--	---------

(*) Basado en las consideraciones generales de diseño y criterios de construcción para la Redacción del Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud de centros escolares, precisadas por el Servicio Regional de Obras y Proyectos de la Consejería de Educación y Empleo.

6. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el Comité Español de Iluminación (CEI). (s.f.). Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. Centros docentes.

ASIT. (2010). *Guía ASIT de la Energía Solar Térmica*.

Departamento Solar del IDAE Grupo de Trabajo de Autoconsumo de ENERAGEN. (Noviembre de 2019). Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo (edición v2.1).

DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética. (2018). Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios. (2002). Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética. (2012). BOE.

IDAE. (2012). Guía Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios.

IDAE. (s.f.). GUÍAS TÉCNICAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CLIMATIZACIÓN.

IDAE. (s.f.). GUÍAS TÉCNICAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DE LOS EDIFICIOS.

IDAE. (s.f.). Manuales de Energías Renovables.

Junta de Extremadura. (s.f.). Estrategia de Eficiencia Energética en los Edificios Públicos de la Administración Regional de Extremadura 2018-2030 (E4PAREX 2018-2030).

Ministerio de Fomento. (2019). Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. BOE.

Ministerio de Industria, E. y. (2016). Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedo. BOE.

Ministerio De La Presidencia. (2007). REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Termicas en los Edificios. BOE.

Ministerio de la Presidencia. (2013). Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. BOE.

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (1997). 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. BOE.

- Ministerio de Vivienda. (2006). REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2019). Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. BOE.
- Presidencia de la Junta. (2019). LEY 4/2019, de 18 de febrero, de mejora de la eficiencia energética y las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos extremeños. DOE.
- Proyecto E4R. Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo. Gobierno de Extremadura. (s.f.). Guía metodológica de la rehabilitación energética de edificios existentes. Herramientas de evaluación de la eficiencia energética de los edificios. Rehabilitación dentro del programa SUDOE.

7. ANEXO I: FICHA REGISTRO DE INFORMACIÓN RELEVANTE PARA ANÁLISIS DE CENTROS EDUCATIVOS

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del centro	
Tipología de centro	
Referencia catastral	
Año de construcción	
Localización	
Zona climática	
Numero de usuarios	
Horario de ocupación	
Actuaciones previas realizadas	
Grado de protección	

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Temperatura exterior (°C)	
Temperatura interior (°C) (indicación por plantas)	
Humedad (%)	
Fecha/Hora toma de datos	

ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Superficie de la parcela	
Superficie del edificio	
Número de edificios	
Número de plantas	
Superficie por planta	
Tipología edificatoria	

Definición por fachada	CERRAMIENTOS				HUECOS				
	Orientación	Longitud	Altura	Sup.	Tipo	Longitud	Altura	Nº huecos	Sup. Huecos
Fachada 1									

EXTERIORES Y ENTORNO

Patios localización / m ²	
Arbolado existente Tipos / ubicación	
Elementos complementarios Porches, pergolas, obstáculos... Localización /orientación / dimensiones	

DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

Cerramientos verticales	
Cerramientos horizontales	
Carpinterías	
Vidrios	
Capialzados	
Elementos de protección solar	

COMPROBACIONES IN SITU

Elemento	ESTADO / OBSERVACIONES
Cerramientos verticales	
Cerramientos horizontales	
Carpinterías	
Vidrios	
Capialzados	
Elementos de protección solar	
Medición de infiltraciones	
Identificación de puentes térmicos (termografía)	

SISTEMAS TÉRMICOS, MECÁNICOS Y ELECTRICOS (Productores y consumidores)

Potencia total contratada en el edificio.	
Potencia total consumida (kWh/m ²)	
Aportación de facturación	
Equipos auxiliares existentes en el centro (ordenadores, fotocopiadores, máquinas,...)	

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Tipo					
Equipos productores de calefacción		COP		EER	
Equipos productores de refrigeración		COP		EER	
Unidades terminales (Emisores)					
Estado de las tuberías (Existencia de aislamiento o no y su estado)					
Sistema de gestión de climatización					

SISTEMA DE A.C.S.

Descripción y estado	
----------------------	--

SISTEMA DE VENTILACIÓN

Sistema de ventilación (Sí/No)	
Verificación de cumplimiento del RITE	

SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Iluminación dispuesta	
Potencia instalada	

Luminarias instaladas	Tipo	Nº	Potencia	Temperatura	Ubicación
Tipo 1					

Sistema de control de iluminación	
Medida de la intensidad lumínica existente	
Sistema de mantenimiento	
Limpieza de las lámparas	

SISTEMA DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO

Existencia de grupos de presión	
Potencia grupos de presión (kW)	
Estado de los grupos de presión	
Equipamiento: Ascensores,... (estado, mantenimiento, etc)	

OTROS SISTEMAS EXISTENTES

--	--

OTRAS OBSERVACIONES / ESQUEMAS / BOCETOS

Empty space for observations, schemas, or sketches
--

