

Depósito Legal:

M-7168-2023

Edita:

Federación Española de Municipios y Provincias
Red Española de Ciudades por el Clima

Dirección:

C/ Nuncio 8. 28005 Madrid

Contacto:

red.clima@femp.es



INDICE

CENTRO EDUCATIVO

ENVOLVENTE DEL EDIFICIO	5
1. Reparación de fisuras y grietas en cerramiento vertical	5
2. Reparación de cubiertas para mejora del confort	7
3. Adecuación de huecos para mejora del confort - Sellado de huecos	10
INTERIOR DEL EDIFICIO	
4. Contratación energética	12
5. Protocolos de mantenimiento y calibrado de las instalaciones Centro	15

ADMINISTRACIÓN

ENVOLVENTE DEL EDIFICIO	17
6. Disposición de aislamiento Cerramiento vertical	17
7. Aislamiento e impermeabilización de cubierta para mejora del confort	20
8. Renovación de huecos - Sustitución de ventanas, lucernarios y puertas	24
9. Renovación de huecos - Doble ventana	28
10. Adecuación de huecos para mejora del confort - Protecciones	30
11. Jardines verticales en fachadas o cubiertas	32
12. Jardines de azotea	35
13. Pintado de fachadas y cubiertas	37
14. Uso de pinturas fotocatalíticas	39
15. Rehabilitación frente a inundaciones	41
INTERIOR DEL EDIFICIO	44
16. Redistribución interior de espacios	44
17. Rehabilitación circular	46
18. Plan de gestión de residuos en las obras de construcción	48
INSTALACIONES DE VENTILACIÓN	50
19. Ventilación natural	50
20. Instalación de ventilador/es de techo	52
21. Sistema de ventilación híbrida	54
22. Sistema de ventilación mecánica controlada	56



INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN/ACS	59
23. Control de instalación de calefacción	59
24. Mejora de aislamiento de tuberías	61
25. Instalación de radiadores y valvulería	63
26. Instalación de biomasa	65
27. Caldera de alta eficiencia	68
28. Instalación de geotermia	70
29. Instalación de aerotermia	72
30. Instalación solar térmica	74
31. Bomba de calor convencional	76
INSTALACIONES DE REFRIGERACIÓN	79
32. Control de la instalación de climatización	79
33. Equipo partido de expansión directa tipo solo frío	81
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	84
34. Optimización de la luz natural	84
35. Control de instalación de iluminación	86
36. Renovación de iluminación interior	88
OTRAS INSTALACIONES	91
37. Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo	91
38. Instalación minieólica	93
39. Sistema Free - cooling	97
40. Recuperador entálpico	99
41. Instalación de hidrotermia	101
42. Muros trombe	103
43. Enfriamiento evaporativo	105
44. Frío por absorción	107



ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

REPARACIÓN DE FISURAS Y GRIETAS EN CERRAMIENTO VERTICAL

Es necesario prestar atención a los puntos débiles de la envolvente² vertical de la edificación para reparar daños en los cerramientos, como pueden ser grietas, fisuras, corrección de encuentros entre voladizos, porches, etc.

La reparación mejora la durabilidad de las estructuras, garantiza el comportamiento funcional y reduce las posibles molestias que afectan al confort ambiental.

* La envolvente de un edificio es la parte que se encuentra en contacto con el aire exterior y se compone de todos los cerramientos, horizontales y verticales, los huecos y los puentes térmicos del edificio. Por así decirlo, es como la piel del edificio, ese elemento que lo envuelve y a través del cual notamos los cambios de temperatura ambiental.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión €

Descripción de la actuación

Una efectiva reparación, aunque sea de una pequeña ranura en el cerramiento, puede evitar daños mayores, como la aparición de humedades o condensaciones. El tipo de reparación dependerá de si se actúa sobre una fisura o una grieta.

Para determinarlo, se recomienda la colocación de testigos y realizar el seguimiento de su evolución en el tiempo. Cuando la ranura es estable, podemos repararla, pero si se observa crecimiento deberemos analizar las posibles causas.



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

01

Para su reparación, además de limpiar la zona afectada (manual y/o mecánicamente), se seguirán las siguientes pautas:



Fisura: abertura pequeña, mayoritariamente a nivel superficial que requiere inyección de mortero, ya sea con jeringuillas o mediante la realización de pequeños orificios desde los que insertar boquillas para inyectar el mortero. El mortero deberá ser suficientemente fluido, de carácter expansivo, y contener resinas epoxi para mejorar la adherencia.



Grieta: abertura de mayor tamaño, que por lo general afecta a todo el material del cerramiento. A lo largo de la misma se aplican grapas para unir ambas partes, aplicando mortero reforzado con fibras para una mayor resistencia mecánica y sellado de la grieta. En relación con las grapas se prefieren elementos galvanizados, aunque se podrían proteger frente a la corrosión con un pasivador o pintura epoxi.

Incidencia detectada

- Identificación de grietas o fisuras estables en los cerramientos.

Normativa

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

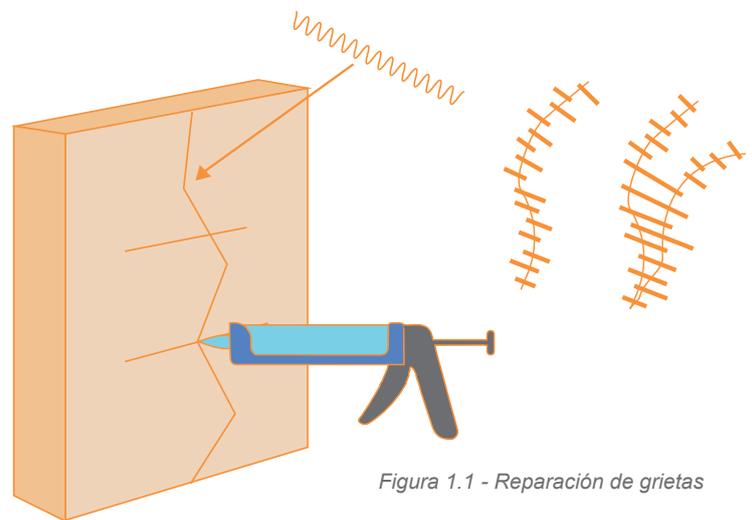


Figura 1.1 - Reparación de grietas

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Las grietas o fisuras son un síntoma, no una patología, por lo que su reparación no corrige la causa que las originó. Sobrecarga de la estructura, descenso del nivel freático o la existencia de vegetación próxima al edificio, son algunos de los factores que pueden hacer que se manifiesten grietas o fisuras, por lo que antes de repararlas es conveniente detectar las posibles causas de su aparición. Además, la reparación restablece las propiedades del cerramiento, pero no las mejora, por lo que, cuando se actúe sobre envolventes obsoletas o inadecuadas a la región climática, se deberán valorar otras medidas.
- Toda reparación debe quedar sujeta al seguimiento y monitorización de su estado, para corroborar que no afloran de nuevo las grietas o fisuras.



Contribución a los ODS

13 ACCIÓN POR EL CLIMA



17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS





REPARACIÓN DE CUBIERTAS PARA MEJORA DEL CONFORT

El cerramiento de cubierta, ya sea plana o inclinada, es el elemento más expuesto a los agentes climáticos, como la radiación solar, el viento y el agua, por lo que tiende a deteriorarse. De ahí que el seguimiento de estas estructuras para prevenir incidencias o actuar ante la presencia de afecciones resulte clave, ya que una buena cubierta contribuye notoriamente a la mejora de la resistencia térmica con una menor demanda energética.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad
<input type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión €

Descripción de la actuación

La actuación parte del estudio en profundidad de la cubierta, la cual puede ser plana o inclinada (inclinaciones superiores al 10%), siendo las patologías más comunes las siguientes:

Cubiertas planas



Grietas en los revestimientos de cubierta: actuación mediante juntas de dilatación para retirar el material afectado y sellar las grietas con productos impermeabilizantes y aislantes.



Grietas verticales en petos o aleros*: actuaciones que contemplan desde la disposición de juntas en estos puntos hasta el apuntalamiento de la zona, según la causa motivante de la grieta.



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

02



Fisuras en petos: colocación de revocos con bajos coeficientes de absorción o sellantes que rellenen las fisuras.



Fisuras en material de cubrición: levantamiento de la cubierta por paños y la colocación de juntas de dilatación.



Fallos en encuentros: adecuación de los puntos de encuentro consistente en el saneado e impermeabilización de la zona para posteriormente sellar el punto de unión.



Agua estancada: incremento de la pendiente para canalizar el agua hacia su correspondiente red de saneamiento pluvial. En ocasiones, los estancamientos se deben a atascos, por lo que una buena limpieza puede ser suficiente para resolver este problema.



Un alero es aquella parte del tejado que sobresale de la pared para proteger esta de la lluvia.

Un peto es un pequeño muro construido en la parte exterior de tejados planos que sirve principalmente para evitar caídas.

Cubiertas inclinadas



Desprendimiento o rotura de tejas: ya sea por factores climatológicos o por la acción de fauna (nidos) ante la caída o rotura deberá comprobarse la integridad de las tejas colindantes y reponer las necesarias.



Filtraciones por líneas de encuentros: diagnóstico del estado y grado de solapamiento de las estructuras para garantizar el aislamiento e impermeabilización. Basándose en este diagnóstico se puede determinar la necesidad de sustituir elementos (panales, faldones, caballetes, remates...), aplicar sellantes, ampliar aleros, colocar vierte aguas, etc.



Obstrucción de los canalones o bajantes de saneamiento: limpiezas periódicas y sustitución de porciones dañadas.



Deterioro o daños en soportes estructurales y elementos sobresalientes: estudio de los agentes causantes y sustitución por elementos más adecuados.



Aparición de moho: revisión de los puntos de circulación de agua y aplicación de tratamiento antifúngico.



Cubierta plana

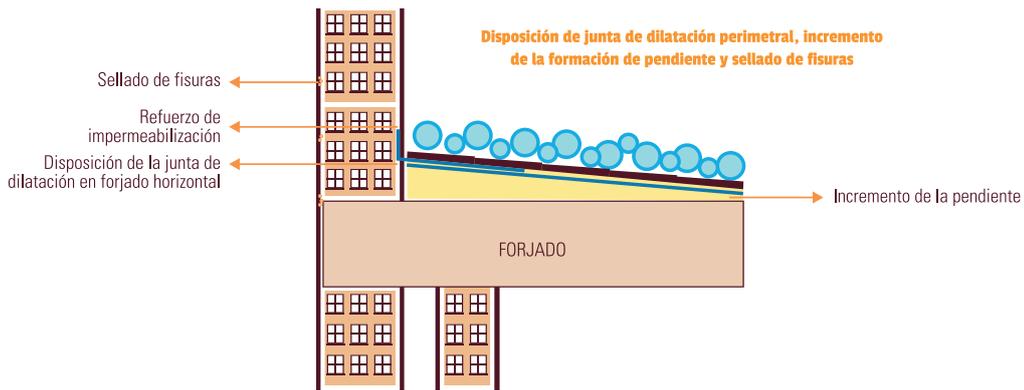


Figura 1.4 - Disposición de junta de dilatación perimetral, incremento de la formación de pendiente y sellado de fisuras

Cubierta Inclinada



Figura 1.5 - Adecuación de cubierta

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Para garantizar la durabilidad de la reparación, se deberá actuar previamente sobre el agente causante.
- Es aconsejable valorar la longitud de aleros y disposición de petos para proteger las fachadas verticales.
- La canalización de agua deberá ser la adecuada al nivel de precipitación de la región, siendo suficiente para prevenir las venidas de golpes de agua.
- En cubiertas planas siempre debe disponerse impermeabilización. En casos de cubiertas inclinadas, aunque la pendiente pueda actuar como agente impermeabilizante, es muy recomendable en soluciones como cubiertas calientes o ventiladas colocar una membrana impermeabilizante.
- El seguimiento de la instalación es clave para asegurar un adecuado estado de limpieza y estabilidad de las reparaciones.

Incidencia detectada

- Presencia de grietas o fisuras en los cerramientos horizontales, petos o encuentros.
- Aparición de moho o verdín.
- Rotura o caída de teja.
- Aparición de humedades en fachada vertical motivadas por la ausencia o insuficiente longitud de alero.

Normativa

- **CTE - DB HE 1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **CTE-DB HS 1**
Protección frente a la humedad.
- **CTE-DB HR**
Protección frente al ruido.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT - SELLADO DE HUECOS

Para evitar filtraciones de aire y mejorar las condiciones de confort ambiental, sin tener que actuar sobre el cerramiento completo, podemos contemplar acciones sobre los huecos para mejorar su estanqueidad.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión €

Descripción de la actuación

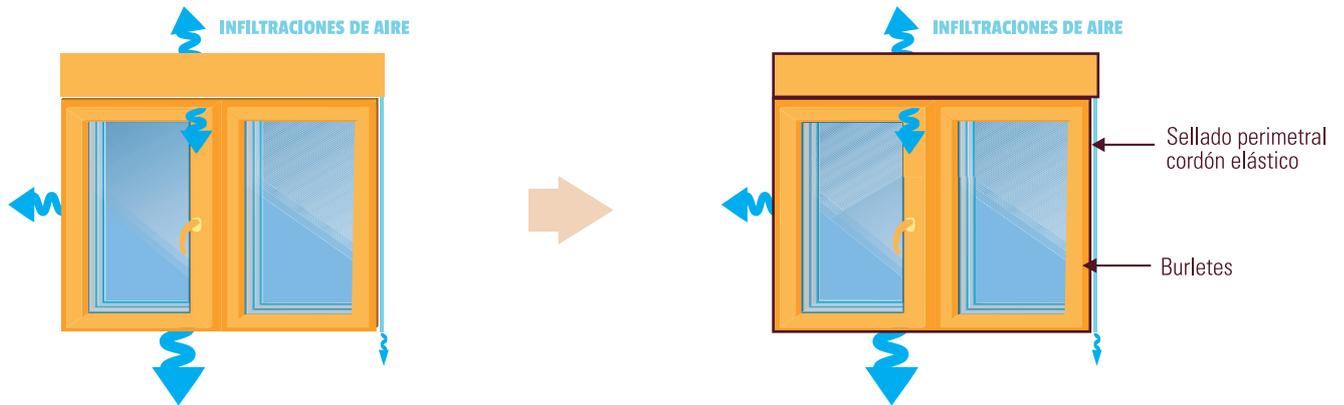
De entre los distintos elementos que constituyen la envolvente, los huecos son los puntos por donde, proporcionalmente, se produce un mayor flujo energético. Una mala elección de materiales, unida a su deterioro, favorecen las filtraciones de aire del exterior, incidiendo negativamente sobre el confort y el consumo energético.

Si la causa es debida a la mala elección de materiales, deberemos plantearnos la sustitución completa del hueco. En cambio, cuando las filtraciones se originan por el deterioro, si este no es muy acusado, podremos plantear acciones de mejora para garantizar la estanqueidad de los huecos. Algunas de estas actuaciones son:

- **Actuaciones sobre junta perimetral:** sellado con un cordón elástico de junta perimetral exterior entre la carpintería y el paramento.
- **Actuaciones sobre cajas de persianas:** sellado de las cajas de persiana y colocación de aislamiento en las mismas.



● **Actuaciones en rendijas:** los cambios de temperatura y humedad modifican la estructura de materiales, originando rendijas que pueden ser fácilmente corregidas con la instalación de burletes o cordones autoadhesivos.



Infiltraciones de aire en hueco

Adecuación de huecos para mitigar infiltraciones

Figura 1.12 - Actuaciones en rendijas

● **Actuaciones sobre vidrio:** instalación y correcto sellado de cámaras de aire para evitar fenómenos de condensación en interior.

● **Actuación sobre mecanismos:** desajustes en mecanismos de apertura y cierre condicionan el perfecto encaje de las hojas, por lo que es muy recomendable llevar a cabo un correcto mantenimiento sobre estos elementos.

Incidencia detectada

- Deterioro de los huecos.

Normativa

- **CTE - DB HE 1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **CTE-DB HS 1**
Protección frente a la humedad.
- **CTE-DB HR**
Protección frente al ruido.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Acciones tan simples como el engrasado de herrajes pueden marcar la diferencia en un perfecto encaje.
- El seguimiento del sellado es clave, especialmente, en aquellos elementos más expuestos a los factores climatológicos, como el viento y las lluvias.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



13 ACCIÓN POR EL CLIMA





INTERIOR DEL EDIFICIO

CONTRATACIÓN ENERGÉTICA

La elección de la mejor opción de contratación energética en función de las condiciones del suministro y necesidades del centro tiene una repercusión importante en la optimización de recursos económicos asignados a los centros docentes.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad

Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad

Mantenimiento adicional

Inversión **€**

Descripción de la actuación

El correcto ajuste de los parámetros de contratación del suministro energético (electricidad, gas natural, gasóleo y biomasa) para adecuarlos a las necesidades del centro puede suponer un importante ahorro económico, resultando por ello fundamental un conocimiento conciso de los procesos de facturación y la oferta del mercado por parte del responsable de contratación.

El ajuste de la contratación deberá efectuarse una vez al año, pudiendo acortarse estos plazos en las siguientes circunstancias:

- En los centros de nueva construcción, entre el primer y segundo año para validar que las prescripciones teóricas se ajustan a las reales.
- En los centros con modificaciones sustanciales de consumo (instalación de nuevos equipos).



A continuación, se recogen algunas consideraciones a tener en cuenta a la hora de ajustar la contratación:

Suministro eléctrico

Ajuste de la potencia contratada: excesos de potencia demandada (potencia demandada >105% de la potencia contratada en cada periodo) generan recargos. Cuando se observen episodios de exceso de potencia o cuando se instalen nuevos equipos que hagan prever una mayor necesidad de potencia, se deberá revisar este parámetro.

Corrección del factor de potencia: excesos en el consumo de energía reactiva conllevan una penalización económica. Elementos como lámparas de descarga, motores, compresores y transformadores inciden sobre el consumo de energía reactiva, por lo que si se detecta episodios de exceso se recomienda analizar los consumos y elementos consumidores para evaluar la idoneidad de instalar una batería de condensadores que disminuya la energía reactiva que se demanda a la red de distribución.

Momento de consumo: una planificación de los horarios, tanto docentes como operativos, puede inclinar las horas de consumo hacia momentos valle o llanos, en lugar de periodos de hora punta.

Negociación: posición de fuerza frente a las comercializadoras, bien por hacerlo al amparo de un acuerdo marco colectivo con mejores condiciones o por disponer de información detallada sobre las mejores ofertas del mercado. En la web de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia encontraremos información relevante, como el listados de comercializadores, distribuidores de energía eléctrica y consumidores directos en mercado eléctrico. (<https://www.cnmcc.es/ambitos-de-actuacion/energia/mercado-electrico#listados>).

Gas natural

Tamaño del centro: el mercado libre en la comercialización convive también con un mercado regulado que constituye el Suministro de Último Recurso, este último reservado solo para centros pequeños.

Negociación: al igual que ocurre con la electricidad, la web de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia nos ofrece información acerca de las comercializadoras de gas existentes en España. <https://www.cnmcc.es/ambitos-de-actuacion/energia/mercado-gas>.

Gasóleo

Recepción de pedidos: al tratarse de un suministro discreto, es aconsejable controlar los siguientes parámetros para cada suministro a fin de adecuar el consumo a la necesidad real:

- Stock inicial
- Stock final (tras la descarga)
- Cantidad suministrada (litros). Recogida de albarán
- Lectura de contador de la instalación (litros acumulados)

Biomasa

Servitización: si bien la compra de biomasa se había efectuado como una compra de combustible convencional, en la actualidad, impulsados por modelos de negocio circular se están habilitando nuevas fórmulas de pago orientadas a servicios energéticos, donde el contrato va ligado normalmente al suministros de energía útil y/o de condiciones de confort y operativas en un edificio.

Comparativa: para establecer la diferencia entre marcas de pellets atender al parámetro de coste energético unitario €/kWh.

Gestión de la contratación: aprovechar su carácter poco volátil en precio para fijar contratos a medio plazo con el suministrador (mínimo anual y deseable plurianual) para asegurarnos el suministro en momentos de alta demanda y disponer de un precio unitario de la energía estable a medio plazo.



Incidencia detectada

- Ausencia de ajuste de la contratación o modificación de las necesidades del centro.

Normativa

- **Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.**
- **Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.**
- **Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público.**
- **Real Decreto-ley 23/2021, de 26 de octubre, de medidas urgentes en materia de energía para la protección de los consumidores y la introducción de transparencia en los mercados mayorista y minorista de electricidad y gas natural.**
- **Ley 3/2013, de 4 de junio, de creación de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.**
- **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.**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Determinadas comunidades autónomas disponen de acuerdos marco para el suministro energético (electricidad, gas natural, etc.) cuyas condiciones son más ventajosas que las ofrecidas a centros individuales. Conocer la existencia de estos acuerdos puede reportar importantes ahorros al centro.
- La Central de Contratación de la FEMP cuenta con Acuerdos Marcos vigentes para la contratación del suministro de electricidad y de gas natural con condiciones ventajosas para las Entidades Locales y sus entes dependientes. centraldecontratacionfemp.com



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES



13 ACCIÓN POR EL CLIMA





PROTOCOS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRADO DE LAS INSTALACIONES CENTRO

Un mal calibrado o un deficiente mantenimiento de las instalaciones conllevan un despilfarro energético que puede ser fácilmente solventado con la aplicación de protocolos de actuación.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción

Durabilidad

Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad

Mantenimiento adicional

Inversión

Descripción de la actuación

Independientemente de la función (calefacción, refrigeración, ventilación), del sistema (centralizado o descentralizado) o de la tipología del equipo (caldera, Split) el rendimiento viene en parte determinado por su adecuado estado y ajuste a las condiciones climatológicas y de uso del centro escolar, especialmente en aquellas instalaciones con cierta antigüedad.

Debemos tener presente que, aún con un mantenimiento preventivo adecuado, se puede producir cierto desgaste y fallos en las piezas del sistema, además de que las condiciones de calibrado de fábrica en equipos antiguos no son necesariamente las más recomendables en la actualidad.

Disponer de un protocolo de mantenimiento y calibrado de las actuaciones nos permitirá fijar una programación adecuada a los valores climatológicos y de uso, cumplir con las consideraciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) en cuanto a las inspecciones periódicas, advertir incidencias y determinar si las labores de reparación

pueden ser ejecutadas por el personal propio del centro o deben derivarse a empresas especializadas, entre otros aspectos.

Aunque pueda parecer sorprendente, las auditorías energéticas en centros educativos revelan que, motivado por una inadecuada programación, son muchos los sistemas que se activan en horas donde el centro permanece cerrado o en estancias en desuso. Una simple actualización de la programación a la actividad del centro conlleva importantes ahorros energéticos y económicos.



Incidencia detectada

- Personal debidamente formado para desarrollar el plan.

Normativa

- **CTE - DB HE 1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **CTE-DB HS4**
Suministro de agua.
- **CTE-DB SI**
Seguridad en caso de incendio.
- **CTE-HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **CTE-HE3**
Condiciones de las instalaciones de iluminación.
- **CTE-HS2**
Recogida y evacuación de residuos.
- **CTE-HS3**
Calidad del aire interior.
- **CTE-HS5**
Evacuación de aguas.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Actualizar los manuales de uso y guías de eficiencia energética, pues en pocos años se ha avanzado mucho en esta materia, dejando obsoletos muchos documentos.
- Instalar sistemas de control y domóticos que permitan una mayor automatización del sistema en función de las variables climatológicas externas.
- Conservar las instrucciones en un sitio visible pero seguro frente al deterioro.
- Contar siempre con empresas autorizadas para el mantenimiento obligatorio.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



13 ACCIÓN POR EL CLIMA





ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

DISPOSICIÓN DE AISLAMIENTO | CERRAMIENTO VERTICAL

La instalación de aislamiento sobre elementos constructivos en los centros escolares, ya sea desde el interior o desde el exterior, proporciona una mejora sustancial del comportamiento térmico, reduciendo la demanda energética al tiempo que conjuga criterios estéticos.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad
<input type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión

Descripción de la actuación

Los aislantes térmicos se caracterizan por su alta resistencia térmica, ejerciendo de barrera al paso del calor entre dos medios (interior y exterior del edificio), que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura.

Las ventajas derivadas del uso de aislantes exteriores son diversas y dependen de la tipología del material. Así, por ejemplo, los materiales con alta reflectividad (capacidad del material para reflejar la radiación solar) y alta emisividad (capacidad para liberar el calor acumulado), reducen la demanda térmica del centro, disminuyendo los puentes térmicos* gracias a la continuidad del aislamiento. Sus beneficios pueden ir más allá del confort térmico, ya que la reducción de la oscilación térmica entre el día y la noche disminuye la fatiga de los materiales debida a las dilataciones y contracciones, lo que se manifiesta en una mayor durabilidad de la construcción, especialmente en lo que respecta a la impermeabilización. Igualmente, este tipo de aislamientos contribuyen a la calidad acústica del edificio.

* Los puentes térmicos son aquellos puntos de la envolvente por los que el calor se transmite más fácilmente hacia otras estancias. Estos suelen deberse al uso de un material más conductor o bien a la existencia de elementos estructurales que están en contacto a la vez con el aire exterior e interior del edificio.



SECCIÓN DE CERRAMIENTO CON SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR

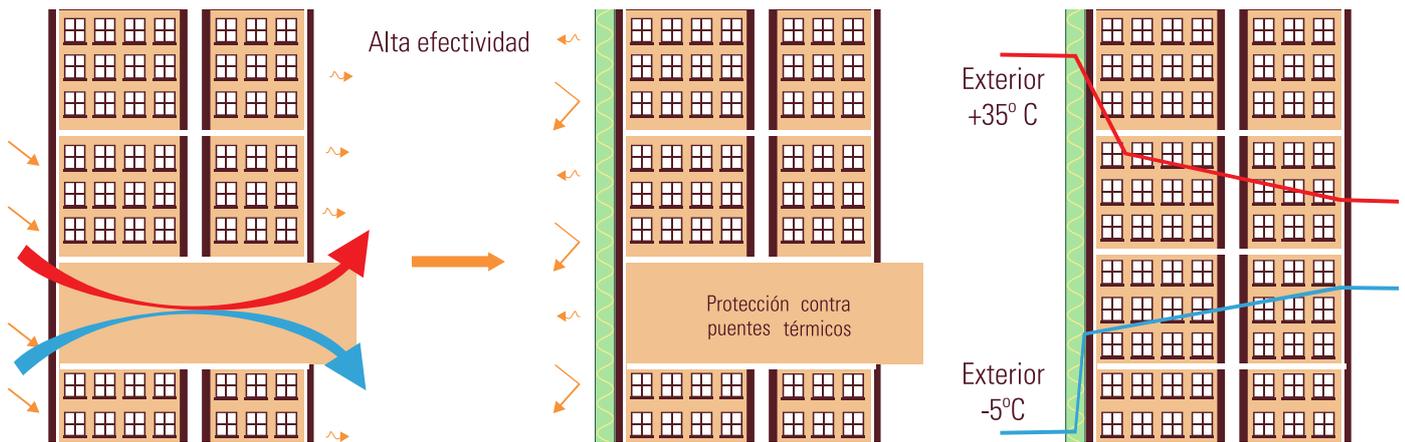


Figura 1.2 - Protección contra puentes térmicos

Entre las intervenciones más habituales para exterior, cabe destacar:

- **Sistema Aislante Térmico Exterior (SATE):** adhesión de un panel aislante el muro, mediante fijación con adhesivo y mecánica. Como medida de protección se aplica un revestimiento constituido por una o varias capas de morteros, una de las cuales lleva una malla como refuerzo.
- **El aislamiento proyectado:** pulverización de materiales aislantes sobre la superficie a tratar para crear una capa homogénea que dé cobertura térmica, acústica e impermeabilizante.

Si bien cualquier modalidad de aislamiento reporta beneficios, el aislamiento interior es la opción menos preferible, pues presenta algunas desventajas:

- Actúa únicamente sobre la capa que se encuentra en contacto con el interior, ya que se aplica sobre la cara caliente del cerramiento, dejando al descubierto las demás capas.
- Resta superficie.
- Es discontinuo, dejando puntos débiles de la envolvente sin tratar (ej. puentes térmicos).
- Es susceptible de episodios de condensación, tanto superficial como intersticial.
- La debilidad de los materiales (placas de yeso, tableros...) lo convierten en una solución poco recomendable para centros escolares, debido a su baja resistencia ante impactos.

No obstante, cuando el aislamiento exterior o en combinación con otras soluciones no sea posible, se optará por esta solución, ya que mejora el confort térmico y acústico del edificio; se puede aplicar tanto en cerramientos, como en zonas interiores de los centros y permite realizar los trabajos por recintos.

SECCIÓN DE CERRAMIENTO CON SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL INTERIOR

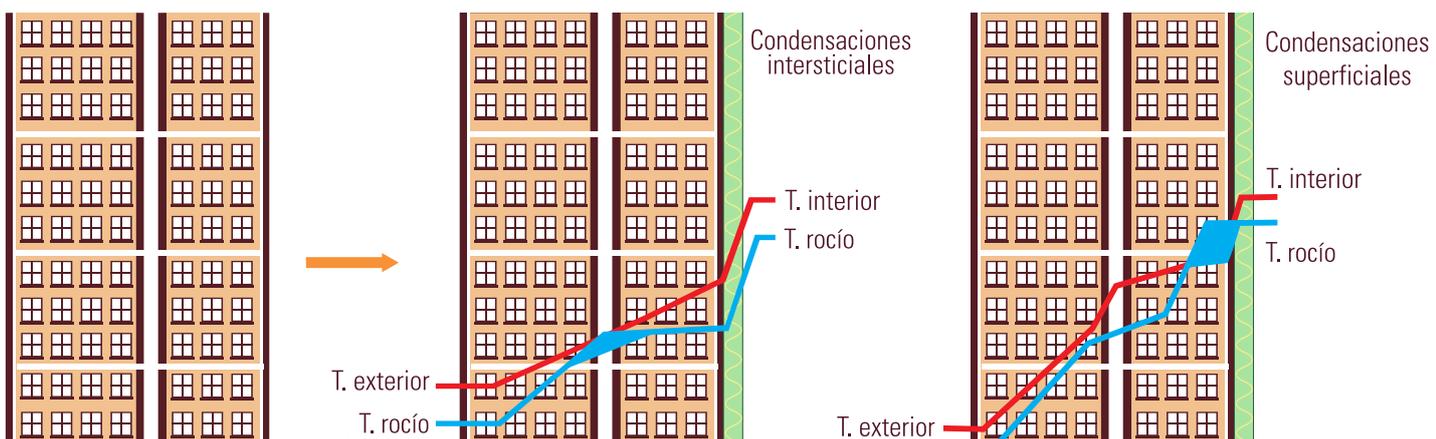


Figura 1.3 - Cerramiento con aislamiento por el interior



Incidencia detectada

- Ausencia o deterioro del aislamiento.

Normativa

● CTE - DB HE 1

Condiciones para el control de la demanda energética.

● CTE-DB HR

Protección frente al ruido.

● DIRECTIVA 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios

● CTE-DB SI

Seguridad en caso de incendio.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Las planchas de SATE se consideran la solución más eficaz para el aislamiento térmico de los edificios.
- En instalaciones exteriores, es importante que los acabados atiendan tanto a las incidencias climatológicas, como las actuaciones y comportamientos de los usuarios del centro escolar, como, por ejemplo, posibles actos vandálicos.
- En estancias con aislamiento interior, aunque aparentemente pueda parecer una pared, se deberá evitar la colocación de elementos al mismo, ya que estos debilitarían el aislamiento.
- El insuflado, al aplicarse entre dos hojas, no condiciona la seguridad del edificio ante incendios y no requiere mantenimiento, pero queda condicionado por el espacio de la cámara que limita el espesor del aislamiento y ante oclusiones, puede darse el caso de que no se dé una cobertura completa. En el caso de situarse en el interior de una cámara ventilada, debe garantizar la reacción mínima al fuego definida por la normativa.
- Atendiendo a los principios de economía circular en la edificación, se priorizará el uso de materiales aislantes locales, como puede ser el corcho en las regiones con alcornocales.
- Plantear planes de mantenimiento y revisiones quinquenales de los sellados para evaluar el grado de deterioro y ensuciamiento.

Para saber más acerca de soluciones de aislamiento consultar la guía de Sistema de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envoltura Térmica de los Edificios, (2012), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12300_Guia_SATE_A2012_accesiblesedan_df06746b.pdf



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA PARA MEJORA DEL CONFORT

El aislamiento e impermeabilización del cerramiento horizontal, ya sea plano o inclinado, repercute de manera positiva en la resistencia térmica, disminuyendo la demanda energética del centro escolar.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad
<input type="checkbox"/> Implantación fases	<input checked="" type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión

Descripción de la actuación

Aunque la finalidad es la misma (mejorar la resistencia térmica) las actuaciones varían en función de si estas se llevan a cabo sobre cerramientos horizontales o inclinados. Asimismo, la disposición de aislamiento y/o impermeabilización en el cerramiento horizontal depende del elemento de actuación (cubierta plana o losa), considerándose las siguientes modalidades:

Aislamiento en cerramiento horizontal

La disposición de aislamiento y/o impermeabilización en el cerramiento horizontal depende del elemento de actuación (cubierta plana o losa).

Aislamiento en cubierta plana: Se establecen dos categorías en función de la impermeabilización, de modo que hablamos de cubierta plana convencional cuando el aislamiento se dispone bajo la impermeabilización, y de cubierta invertida cuando el aislamiento se dispone sobre la impermeabilización.

Cubierta plana convencional: Se establecen dos categorías en función de la impermeabilización, de modo que hablamos de cubierta plana convencional cuando el aislamiento se dispone bajo la impermeabilización, y de cubierta invertida cuando el aislamiento se dispone sobre la impermeabilización.



Cubierta plana tradicional: la capa de aislamiento térmico reposa sobre la formación de pendiente, colocándose un elemento separador que actuará de base para la membrana impermeabilizante y un geotextil antipunzonamiento sobre el que se coloca la protección pesada. Esta protección pesada puede ser desde una capa de mortero con solería, para las cubiertas transitables hasta una capa de grava de al menos 5 cm. para las no transitables. Este tipo de soluciones, además de ser la más extendida, se comporta muy bien en regiones con episodios de dilatación muy marcados por las temperaturas.

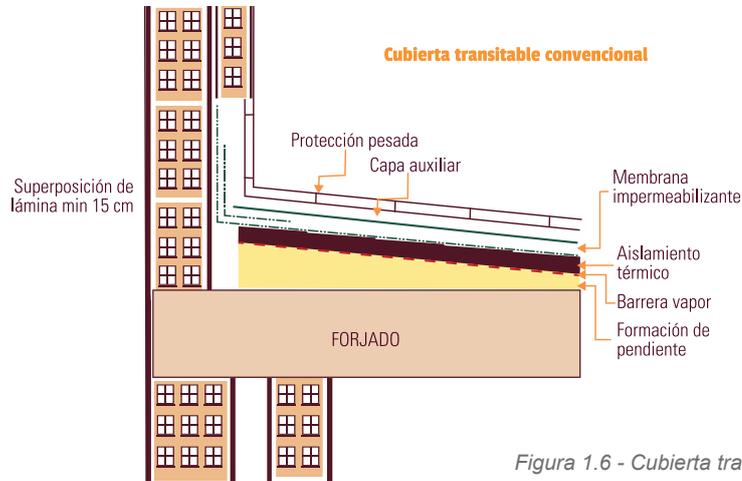


Figura 1.6 - Cubierta transitable convencional

Cubierta plana invertida: al colocarse el aislamiento sobre la membrana impermeabilizante, esta solución solo es adecuada para cubiertas no transitables, debiéndose fijar o lastrar convenientemente el aislamiento para evitar su desajuste. Como ventaja, podemos considerar al aislamiento como una protección añadida para la membrana de impermeabilización.

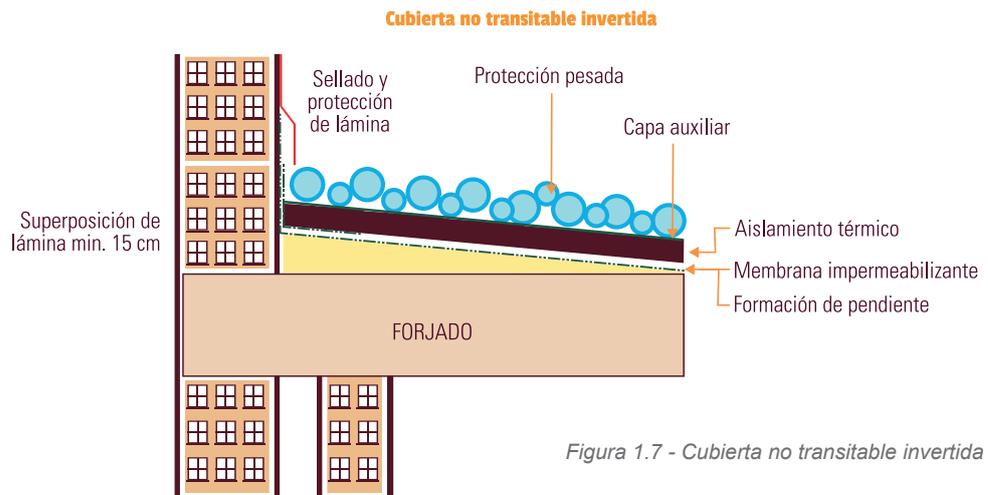


Figura 1.7 - Cubierta no transitable invertida

Aislamiento de losa

Los suelos constituyen uno de los puntos débiles del edificio en cuanto a pérdidas energéticas, pues no en vano hasta un 20% de las mismas se producen a través de estos. En función del aislamiento (poliestireno, lana mineral...), se determinarán los elementos necesarios más allá del mortero y la propia losa. Así, por ejemplo, el uso de lana mineral, por su especial vulnerabilidad ante filtraciones, requiere una membrana impermeable y capa separadora de polietileno, que la protegerá del pavimento.

Si se dispone de altura libre suficiente, se puede optar por soleras ventiladas sobre el propio forjado del edificio, mejorando las condiciones térmicas y evitando humedades por capilaridad.

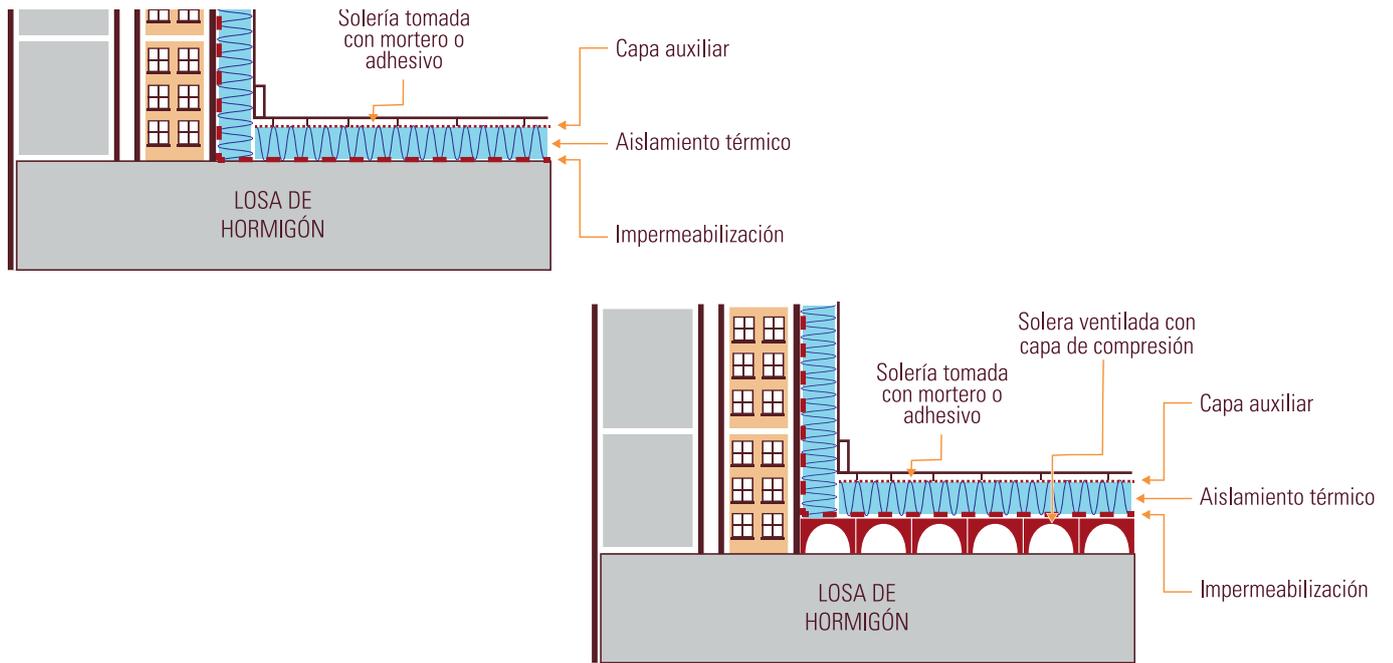


Figura 1.8 - Mejora del aislamiento en losa de cimentación mediante solera ventilada

Aislamiento en cerramiento inclinado

Por su parte, en el cerramiento horizontal inclinado las características higrotérmicas del espacio inferior condicionan la solución constructiva recomendada, llevándose a cabo la caracterización de las cubiertas inclinadas en relación con el comportamiento térmico que posean, contemplándose dos opciones en función de la composición y ubicación de sus elementos.

Cubiertas calientes: Están compuestas por una sola hoja formada por varias capas, que separa el interior del edificio del exterior, sin existir una cámara de aire intermedia, dando cobertura a locales con características de habitabilidad. Carecen de ventilación, por lo que es importante disponer de barreras de vapor para evitar episodios de condensación, resultando muy recomendables para reparar grietas o fisuras existentes en la cara exterior, eliminar puentes térmicos y ganar inercia térmica. Algunos de los aislantes más comunes son los de poliestireno expandido (EPS), paneles sándwich tipo teja, proyectado de poliuretano o corcho, entre otros.

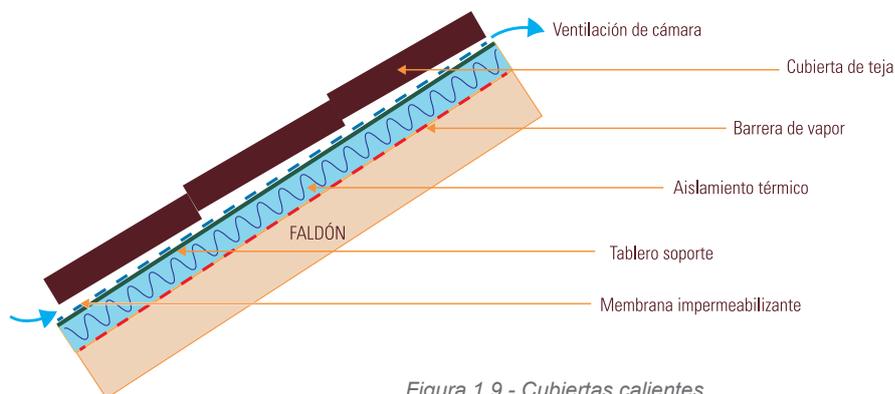


Figura 1.9 - Cubiertas calientes

Cubiertas frías: Disponen de una cámara de aire ventilada entre la capa superior y la capa inferior, para ventilar y evitar las condensaciones y daños por la humedad, dando cobertura a recintos no habitados, constituyendo una cámara de aire para ventilar y evitar las condensaciones y daños por la humedad. Al trabajar desde el interior, no se da solución a la problemática de los puentes térmicos. No obstante, su ejecución es más simple y puede ser una alternativa en aquellos edificios cuyo exterior se encuentre sujeto a algún tipo de protección. Con respecto a la ubicación del aislamiento, se puede disponer tanto adherido a los faldones como sobre el último forjado horizontal.

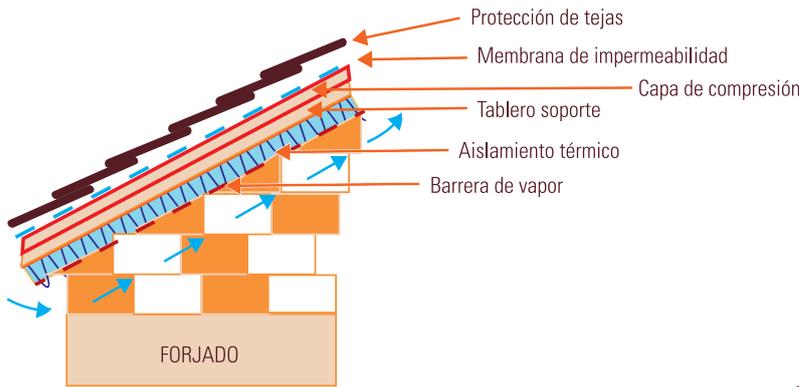


Figura 1.10 - Cubierta fría con aislamiento en cara inferior de faldón

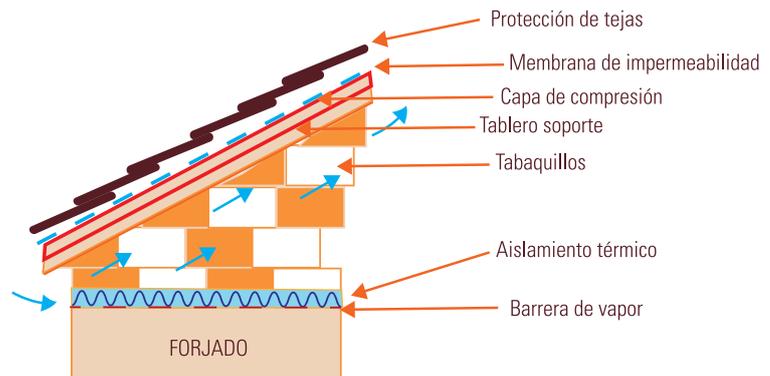


Figura 1.11 - Cubierta fría con aislamiento sobre forjado

En el mercado podemos encontrar otras soluciones de impermeabilización de una menor durabilidad que las anteriores opciones, pudiendo proveer de cierta impermeabilización mientras se proponen actuaciones más firmes. Algunas de estas opciones son:

- **Pinturas impermeabilizantes:** cubrición con pinturas para prevenir filtraciones y goteras, siendo desaconsejable su uso en superficies con grandes grietas, mohosas o de tránsito habitual.
- **Poliuretano líquido:** aplicación de poliuretano líquido, que una vez solidificado se comporta como una membrana impermeable y resistente a la radiación ultravioleta.
- **Caucho de etileno propileno dieno o EPDM:** láminas flexibles con muy buenas propiedades frente al paso del agua y a los agentes atmosféricos, de alta elasticidad y resistencia, lo que lo convierte en un material muy indicado para la impermeabilización de todo tipo de superficies.

Incidencia detectada

- Ausencia o deterioro del aislamiento.
- Ausencia o deterioro de impermeabilización.

Normativa

- **CTE - DB HE 1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **CTE-DB HS 1**
Protección frente a la humedad.
- **CTE-DB HR**
Protección frente al ruido.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Especialmente si se opta por soluciones menos duraderas, se deberá prever un acceso fácil a la cubierta para su mantenimiento, disponiéndose, en su caso, los elementos de protección necesarios.
- La canalización de agua deberá ser la adecuada al nivel de precipitación de la región, siendo suficiente para prevenir las precipitaciones fuertes.
- El seguimiento del estado de la cubierta es clave para asegurar un adecuado nivel de limpieza, estancamientos, dilataciones y solapes en puntos de encuentro.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





RENOVACIÓN DE HUECOS - SUSTITUCIÓN DE VENTANAS, LUCERNARIOS Y PUERTAS

La sustitución de los elementos existentes por otros con mejores prestaciones térmicas, podrá llevarse a cabo de forma parcial (vidrios) o integral (ventana, lucernarios y puertas), proporcionando una mejora de la eficiencia energética y el confort ambiental, al dar respuesta a filtraciones de aire, altas transmitancias térmicas e incidencia de la radiación solar sobre los huecos.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad	<input type="range" value="80"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input checked="" type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad	<input type="range" value="30"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión:	€ - € € €

Descripción de la actuación

El vidrio ocupa la mayor superficie expuesta de los huecos, constituyendo un buen elemento sobre el que actuar para mejorar la eficiencia energética y confort, sirviendo a su vez el acristalamiento para ganar en aislamiento acústico. Es por ello que, cuando el estado de las carpinterías sea aceptable y las características energéticas las adecuadas a las condiciones climatológicas, podremos proponer solo la sustitución del acristalamiento por vidrios aislantes que permitan una disminución en la transmitancia. Las opciones disponibles en el mercado según el número de láminas de vidrio, su emisividad y la configuración de la cámara son:

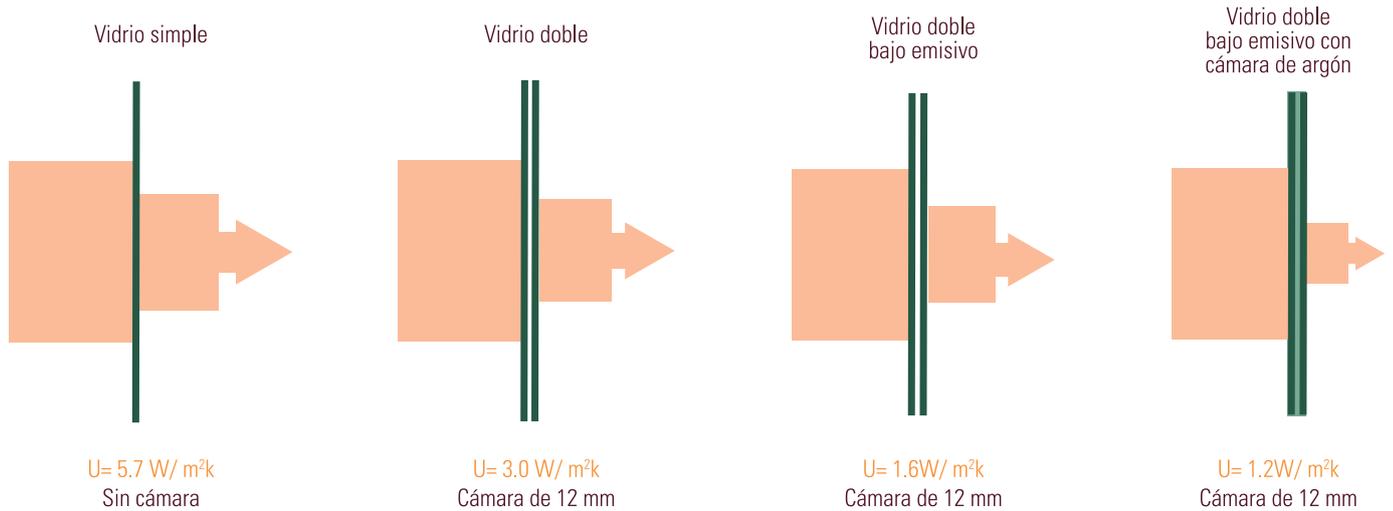


Figura 1.13 - Características de vidrios comerciales

- **Vidrio simple (monolítico):** constituido por una hoja o dos hojas sin cámara de aire (vidrios laminares).
- **Vidrio doble (UVA):** constituido por dos o más láminas de vidrio con cámaras de aire deshidratado (UVA) intermedias.
- **Vidrio de baja emisividad:** constituido por vidrios monolíticos con una capa fina de óxidos metálicos que actúa como aislante.
- **Cámara de argón:** constituido por vidrios dobles entre los que se inyecta argón como relleno de la cámara.

Cuando debido al mal estado, o a la mala elección de los materiales de los elementos que conforman el hueco no se pueda garantizar unas adecuadas condiciones de confort y eficiencia energética, se procederá a la sustitución integral de las ventanas/ puertas / lucernarios / existentes por otros con mejor rendimiento, de tal manera que se produzca un incremento del aislamiento térmico del hueco y la disminución de las filtraciones de aire, de las condensaciones y de la demanda energética.

Para determinar qué modelo es el adecuado para nuestro centro docente, deberemos atender por separado a sus elementos constituyentes:



Vidrios: se deberá valorar entre las distintas soluciones disponibles en el mercado.



Carpinterías: se deberá valorar su comportamiento térmico, el cual depende del material y de las características de su sección (espesor, cámaras, sistemas de rotura de puente térmico), resultando las carpinterías de madera y PVC las más aislantes. De acuerdo con la norma UNE-EN ISO 10077-1, podemos establecer las siguientes transmitancias, según la tipología.

MATERIAL DEL PERFIL	Transmitancia térmica U (W/m2K)
Metálico	5,7
Metálico RPT $d \geq 12\text{mm}$	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

Tabla 1.1 - Transmitancia térmica según material del perfil en carpinterías



Elementos de protección solar: se deberá valorar entre los distintos sistemas regulables (persianas, láminas...) y su combinación con elementos fijos, como aleros. Para más información, consultar la ficha 1.8. "ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT – PROTECCIONES SOLARES".

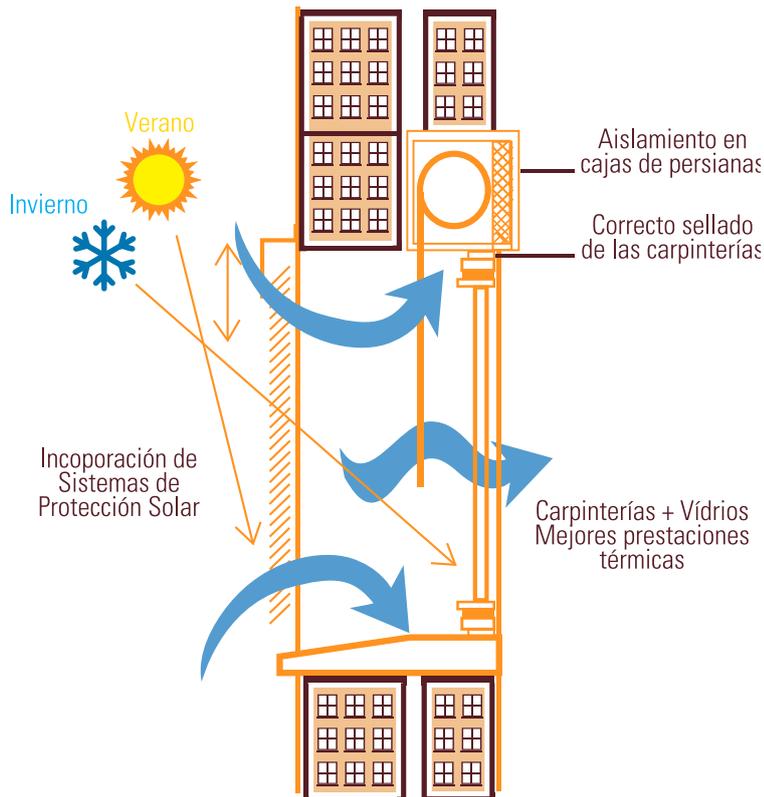


Figura 1.14 - Esquema de renovación de hueco en su conjunto

Incidencia detectada

- Materiales inadecuados o de bajas prestaciones térmicas.

Normativa

- **CTE - DB HE 1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **CTE-DB HS 1**
Protección frente a la humedad.
- **CTE-DB HR**
Protección frente al ruido.
- **CTE-DB SUA1**
Seguridad frente al riesgo de caídas.
- **CTE-DB SUA2**
Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.
- **CTE-DB SE**
Seguridad Estructural.
- **Código Estructural**
- **Normativas UNE-E de vidrios y carpinterías exteriores**

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Para una sustitución parcial, el acristalamiento elegido debe ser compatible con la carpintería existente.
- Una alternativa a la sustitución de vidrios, es la instalación de láminas de control solar como medida para mejorar su aislamiento térmico, la protección solar, el deslumbramiento y la resistencia frente a roturas.
- El acristalamiento elegido debe reportar beneficios superiores a los límites establecidos en el CTE HE1 para la zona climática de invierno.
- El acristalamiento dispuesto en zonas para el alumnado, especialmente en aquellas de alta actividad, debería ser de seguridad.
- Valorar que el sistema de apertura de las carpinterías no condicione el uso de los espacios del centro o suponga un riesgo para el alumnado.
- Los acristalamientos dobles con cámara de aire son muy recomendables a nivel general para elementos exteriores.
- Las persianas con cable y manivela resultan una buena elección. Evitar las de acción motorizada por su mayor consumo energético, salvo que sistemas domóticos así lo aconsejen.
- En relación con la limpieza, tanto de vidrios como de la carpintería, los detergentes no alcalinos resultan más favorables.
- En aquellos centros escolares ubicados en zona de paso de aves que dispongan de amplias zonas acristaladas en altura, será recomendable colocar elementos disuasorios, como vinilos de rapaces, para evitar la colisión.



Para saber más acerca de soluciones para el acristalamiento consultar las 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. https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guia_soluciones_de_acristalamiento_y_cerramiento_acristalado_febrero2019_web.pdf



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



13 ACCIÓN POR EL CLIMA



Según la teoría de la ventana rota, conforme mayor es el deterioro de las ventanas de un edificio, menores son las posibilidades de prosperar de sus ocupantes. Esta teoría fue puesta a prueba por el psicólogo Philip Zimbardo, mediante un sencillo experimento, abandonar un coche en un barrio tranquilo con y sin las ventanillas rotas. Mientras que en el caso del vehículo con las ventanillas rotas, el coche era desvalijado en pocos días, cuando era abandonado con las ventanillas intactas apenas sufría daños, lo que vino a confirmar que una simple ventana rota es todo lo que se necesita para aumentar el grado de vandalismo en un entorno, incidiendo no solo en el acelerado deterioro del edificio, sino también en la calidad educativa, inclusividad y prosperidad socioeconómica de sus ocupantes. Por ello, debemos entender la reparación de ventanas no solo como una labor de mantenimiento del edificio, sino también como un compromiso con los ODS.



RENOVACIÓN DE HUECOS - DOBLE VENTANA

La colocación de una doble ventana puede incidir positivamente sobre la eficiencia energética y el confort ambiental del centro escolar, disminuyendo las filtraciones de aire, las altas transmitancias térmicas y la radiación solar.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="radio"/> Permiso necesario	Complejidad
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión € €

Descripción de la actuación

Cuando se precise la renovación del hueco completo debido al deterioro o mal comportamiento térmico de sus elementos, pero no sea posible su sustitución, como ocurre en el caso de edificios con protección, se podrá optar por la colocación de una segunda ventana en el mismo hueco, preferentemente de vidrio doble y bastidores diferentes para asegurar una correcta estanqueidad.

En cualquier caso, dada su facilidad de instalación puede ser una opción para complementar las ventanas existentes sin ejecutar grandes reformas.

De este modo, se genera una cámara que actúa de colchón térmico, tanto a nivel estacional (alta protección frente al calor en verano y al frío en invierno) como diaria (bajas pérdidas de calor durante la noche).

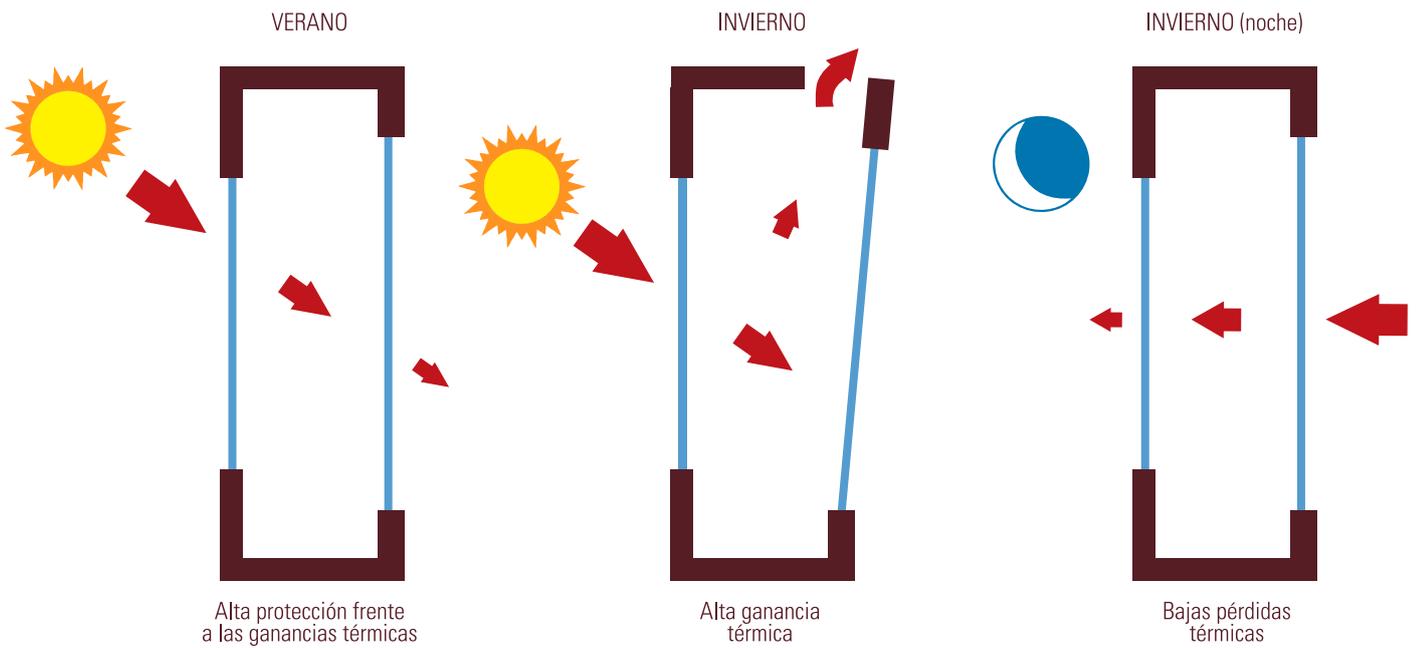


Figura 1.15 - Funcionamiento de hueco con doble ventana

Incidencia detectada

- Alto grado de deterioro de los elementos constituyentes del hueco.
- Materiales inadecuados o de bajas prestaciones térmicas.
- Ventanas existentes de tipo correderas.

Normativa

- **CTE - DB HE 1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **CTE-DB HS 1**
Protección frente a la humedad.
- **CTE-DB HR**
Protección frente al ruido.
- **CTE-DB SUA1**
Seguridad frente al riesgo de caídas.
- **CTE-DB SUA2**
Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.
- **Normativas UNE-E de vidrios y carpinterías exteriores**

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Valorar que el sistema de apertura de las carpinterías no condicione el uso de los espacios del centro o suponga un riesgo para el alumnado.
- En relación a la limpieza, tanto de vidrios como de la carpintería, los detergentes no alcalinos resultan más favorables.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



13 ACCIÓN POR EL CLIMA





ADECUACIÓN DE HUECOS PARA MEJORA DEL CONFORT - PROTECCIONES SOLARES

Ante las posibles incomodidades derivadas de una intensa radiación solar, se contempla la instalación de elementos de protección solar con la finalidad de actuar sobre los deslumbramientos y minimizar el asoleo en periodos estivales.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

✓ Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad <input type="checkbox"/>
✓ Implantación fases	✓ Permiso necesario	Complejidad <input type="checkbox"/>
✓ Mantenimiento adicional		Inversión €

Descripción de la actuación

Uno de los efectos más notorios del cambio climático en buena parte del territorio nacional es la prolongación del periodo estival, con primaveras y otoños especialmente cálidos, lo que redundará en un mayor número de días con alta radiación solar. La instalación de sistemas regulables como celosías, sistemas de lamas verticales o persianas en la parte exterior del hueco contribuye a la disminución de las ganancias térmicas (sobrecalentamiento de espacios interiores) producidas a través de las superficies acristaladas. Es importante incidir en la adopción de sistemas regulables, pues los fijos no permiten aprovechar la ganancia gratuita de calor en invierno, con la salvedad de los aleros como instalación fija, que se recomienda en combinación con sistemas regulables, ya que reporta importantes beneficios al hueco en su conjunto.

Algunos de los sistemas de protección solar exterior más habituales son:

- Retranqueo:** solo para proyectos de nueva construcción o sustitución completa del hueco, esta solución de diseño constructivo reporta importantes beneficios, sobre todo en muros gruesos. En climas fríos, es recomendable colocar la carpintería alineada a la cara exterior del cerramiento para aprovechar la ganancia térmica por efecto invernadero. En cambio, en climas cálidos ocurre todo lo contrario y se debe colocar en la cara interior.
- Persianas exteriores:** elemento de protección de uso muy generalizado, cuyo mantenimiento es vital para su funcionamiento. No se debe abusar de este recurso, pues reduce la iluminación natural.
- Light shelf:** Es un sistema de protección que además de reducir la radiación solar, permite iluminar el interior del espacio con



luz difusa.

- **Lamas regulables:** sistema de protección que reduce la radiación solar en verano sin comprometer la entrada de luz natural en los espacios interiores durante el invierno.
- **Aleros / Voladizos:** sistema complementario a los regulables, pues su eficacia depende en gran medida de la orientación y altura del sol.

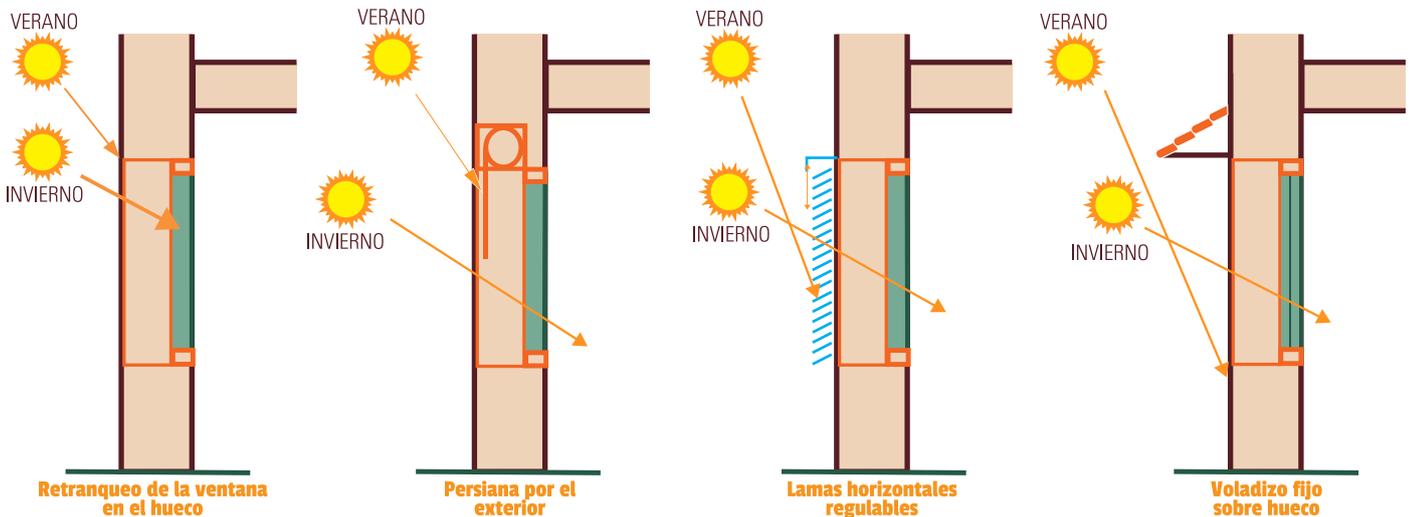


Figura 1.16 - Esquema de ganancias y pérdidas térmicas

Los elementos de protección frente a la radiación solar en verano conllevan un ahorro del consumo para refrigeración de estancias como aulas del orden del 10-20%, lo que supone un importante ahorro económico, especialmente en regiones calurosas.

Incidencia detectada

- Carpintería en estado aceptable.
- Variación térmica en el aula por la incidencia solar.

Normativa

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



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA



Consideraciones y recomendaciones adicionales

- En caso de optar por persianas, las de aluminio ofrecen un mejor rendimiento. Además, prestaremos especial interés al aislamiento de los cajones.
- En caso de optar por lamas, estas deben permitir cubrir el mayor número de ángulos posibles y ser de fácil mantenimiento, colocando el dispositivo de accionamiento en el interior.
- Este tipo de soluciones debe permitir la limpieza del acristalamiento, debiendo guardar para ello un espacio mínimo de separación entre la protección y el vidrio.

Para saber qué solución es óptima, se pueden seguir las siguientes pautas:

- Aleros o voladizos: Cuando la construcción lo permita, disminuye la incidencia solar, principalmente en orientaciones este y sur.
- La solución de lamas o celosías, ya sean regulables o no, presentan un comportamiento diferente según su orientación, siendo recomendable en orientación sur una solución horizontal mientras que, a oeste, debido a que el sol presenta mayor horizontalidad, se recomienda la instalación de lamas o celosías verticales.
- El principal inconveniente de lamas o celosías, ya sean regulables o no, es que afectan a las condiciones de iluminación interior, dado que funcionan como elemento opaco colocado directamente en el hueco, por ello, podemos optar por una última opción descrita en la siguiente ficha.



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

11

JARDINES VERTICALES EN FACHADAS O CUBIERTAS

Con un alto valor estético, los jardines verticales son una interesante opción para regular la temperatura y capturar CO₂, especialmente en aquellos centros con espacio limitado, sirviendo para explorar otras formas de cultivo.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Incremento de la temperatura



Pérdida de biodiversidad

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire



Mejora de los recursos hídricos



Aumento de la Biodiversidad



Mejora de la calidad del suelo, estabilidad y erosión



Almacenamiento de carbono

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores



Mejora del confort acústico

Económicos



Reducción del consumo



Revalorización del espacio urbano

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción **A C**

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



Descripción de la actuación

Los jardines verticales son verdaderos ecosistemas donde plantas de diversas especies se cultivan a lo largo de estructuras habilitadas para este fin. Se considera una solución natural para contribuir a la mejora de la calidad del aire y acústica del edificio, proporcionando una mayor estabilidad térmica al mitigar el efecto isla de calor, así como un recurso paisajístico que favorece la conectividad ecológica urbana y la sensibilidad ambiental de la comunidad escolar.

En la actualidad, existe una gran variedad de modelos que podemos clasificar en función de la menor o mayor complejidad. Así, por ejemplo, podemos encontrar centros que mediante la elaboración de macetas con botellas de plástico unidas por cuerdas están desarrollando propuestas básicas de jardinería vertical. Para desplegar todo el potencial de este tipo de medidas, se recomienda la instalación de modelos industriales que incorporan estructuras de riego y que requieren un sustrato especial o preparado hidropónico para nutrir y mantener las plantas.



En las soluciones verticales de complejidad media o superior, es importante ponernos en manos de expertos, pues se requieren conocimientos en materia de botánica, ingeniería e hidroponía.

Durante los periodos cálidos los jardines verticales bloquean la radiación directa, actuando como elemento de sombreado, y contribuyendo a reducir la temperatura interior hasta 5 °C. En invierno, en cambio, reducen la velocidad del viento, lo que minimiza el enfriamiento de las fachadas, colaborando también en la reducción de las pérdidas energéticas hacia el exterior. En regiones de frío intenso los jardines de enredaderas caducifolias posibilitan un enfriamiento en verano, desapareciendo en invierno para dejar paso a la máxima incidencia del sol sobre el muro.

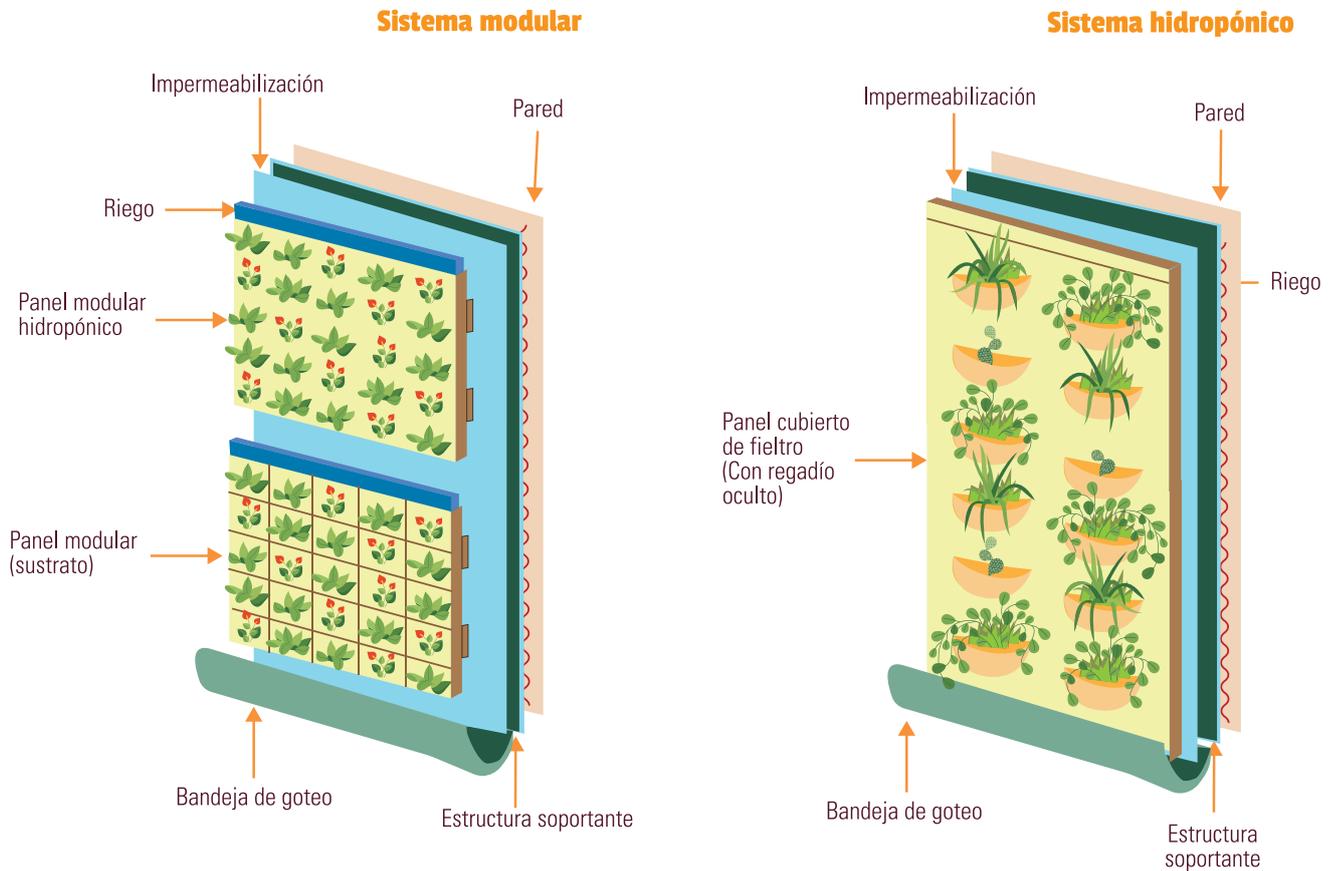


Figura 1.18 - Sistemas de jardinería vertical

Los principales sistemas de jardinería vertical, ya sean modulares o no, se dividen en 2 grandes grupos:

- **Jardines verticales hidropónicos:** todo el aporte nutricional se produce por riego, enraizando los cultivos sobre un medio inerte: fieltro no tejido (poliamida, polietileno, poliéster, etc.), lana de roca, espumas técnicas (poliuretano, poliurea, etc.) En algunos modelos, la solución nutritiva puede discurrir a través de tubos.
- **Jardines verticales con sustrato:** los cultivos se asientan sobre un medio granular con porcentaje orgánico más o menos elevado, empleando mezclas de sustrato ligeras, como pueden ser arlita, perlita, sphagnum, espumas técnicas, entre otros, para maximizar la capacidad de retención de agua, aireación y drenaje. Los nutrientes vía riego actúan como complemento, no siendo determinantes en el desarrollo a corto plazo.

Por su parte, las cubiertas vegetales pueden ser intensivas o extensivas.

- **Extensivas:** sustrato de 10-20 cm, acogen una diversidad de plantas menor y, por tanto, resultan menos exigentes en mantenimiento y riego.
- **Intensivas:** sustratos de 20-60 cm, acogen ecosistemas más complejos, exigiendo tareas de mantenimiento más complejas.



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

11

La elección de un modelo u otro vendrá determinada por los siguientes criterios:

1. Vegetación adecuada al clima, a la orientación y al medio que la soporta.
2. Solución constructiva del cerramiento soporte del jardín vertical.
3. Necesidades de mantenimiento del jardín vertical.
4. Medidas de ahorro en el consumo de agua.

Normativa

- CTE-DB SE
Seguridad Estructural.
- Código Estructural

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Aunque en los modelos industriales suele venir incorporado, en las opciones de autoconstrucción conviene disponer de algún elemento aislante en la parte posterior para aislar la pared de la humedad.
- En este tipo de sistemas las plantas crecen unas sobre otras, por lo que la ubicación de cada plantón, más allá de factores estéticos, debe responder a las necesidades de luz y sombra de cada variedad, de tal manera que coloquemos debajo aquellas que demandan más sombra.
- Para el mantenimiento de jardines verticales se necesitan herramientas de mango corto y ergonómico.
- Generalmente la capacidad de los jardines verticales prefabricados es de 2-3 litros por planta, así que podemos plantar aromáticas y hortícolas para darle un uso como huerto.
- En la actualidad existen diversos dispositivos para recircular el agua, consiguiendo con ello un enfoque más circular y sostenible para nuestro jardín.



Contribución a los ODS

11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



13 ACCIÓN POR EL CLIMA



15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES





ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

12

JARDINES DE AZOTEA

La naturalización de azoteas es una forma de aislar las edificaciones, constituyendo un recurso educativo en aquellos centros en los que el acceso a las mismas esté habilitado y no se disponga de espacio para un huerto convencional.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar



Pérdida de biodiversidad



Obesidad

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire



Mejora de los recursos hídricos



Aumento de la Biodiversidad



Mejora de la calidad del suelo, estabilidad y erosión



Almacenamiento de carbono

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores



Mejora de la condición física



Mejora del confort acústico

Económicos



Reducción del consumo



Revalorización del espacio urbano

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A** **C**

Durabilidad



Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Ante la falta de espacio físico, algunos centros escolares han puesto sus miras en las azoteas como espacios para el cultivo. A los factores determinantes de cualquier cultivo (agua, luz, viento, etc.) en el caso del cultivo en azoteas, debemos añadir la seguridad y el peso. Este último, dependerá del forjado del edificio: un informe técnico de cargas que analice el peso por metro cuadrado que puede soportar la cubierta será de gran ayuda, recomendándose por lo general no superar los 300 kg/m². También debemos comprobar la estanqueidad de la cubierta para garantizar que la colocación del huerto no produzca humedades por filtración.



En el mercado disponemos de todo tipo de equipamiento para el cultivo en azotea, como mesas de cultivo, macetas o jardineras de diversas dimensiones. Los más habituales son los contenedores de plástico resistente, aislantes, impermeables y ligeros; provistos de ruedas para desplazarlos según la disponibilidad de luz estacional y de un orificio de desagüe en su base para aliviar el agua sobrante.

En el interior del contenedor depositaremos 3 capas de materiales ligeros, las cuales se corresponden con la capa de drenaje, la capa de sustrato y la capa de compost. No obstante, en la actualidad se están desarrollando interesantes experiencias de huertos bajo hidroponía, una técnica que cultiva sin suelo, utilizando soluciones nutritivas para las plantas, lo que reduce el peso sobre la estructura del edificio, y de aeroponía, donde, las raíces suspendidas en el aire cuelgan sobre un sistema especializado que las rocía con una mezcla de agua y nutrientes. Se considera que este último método es el que menos agua y energía consume por metro cuadrado de cultivo, reduciendo aún más el peso sobre la cubierta del edificio, aunque requiere un mayor grado de automatización.

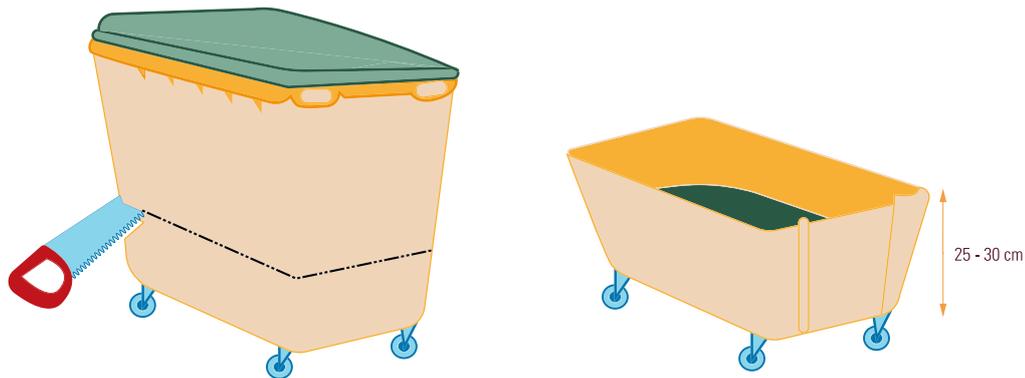


Figura 1.19 - Reconversión de contenedores en soportes de cultivo

Los contenedores obsoletos o en mal estado, pueden ser reconvertidos en soportes de cultivo para azoteas.

Este tipo de iniciativas permiten con el refuerzo de las relaciones entre la comunidad educativa y la educación ambiental, reducir las emisiones de CO₂, e incluso el rendimiento energético del edificio.

Incidencia detectada

- Disponibilidad de espacio accesible y seguro.
- Toma de agua para riego.
- Comprobación de la estructura, según el grado de cultivo.

Normativa

- CTE-DB SE
Seguridad Estructural.
- Código Estructural



Contribución a los ODS

11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



13 ACCIÓN POR EL CLIMA



15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES



CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- La orientación del huerto hacia el sur le proporcionará más horas de luz natural al día.
- Aunque es interesante que el alumnado participe de las labores de cuidado del huerto, para hacer un uso más eficiente del agua es recomendable optar por sistemas automatizado de riego por goteo.
- La protección del viento es vital, tanto para proteger el propio cultivo como para evitar la pérdida del sustrato.
- Se recomienda en edificios con cierta antigüedad, previo a la instalación de estos sistemas en cubierta, la comprobación de resistencia de la estructura portante del edificio.
- Es muy recomendable habilitar un protocolo de acceso al huerto para garantizar la seguridad del alumnado.



PINTADO DE FACHADAS Y CUBIERTAS

La elección del color adecuado en función de las condiciones climatológicas es una medida de larga tradición, que incluso ha dado lugar a denominaciones, como los pueblos blancos del mediterráneo. Además, es muy relevante para mantener la calidad paisajística, especialmente en centros del ámbito rural.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad <input type="range" value="80"/>
<input type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="range" value="20"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión €

Descripción de la actuación

La radiación solar se comporta de forma diferente sobre los materiales según el color; así los tonos claros, especialmente el blanco, tienen un mayor índice de reflexión de la luz solar y, por tanto, absorben menos calor. Esto es importante no solo para la climatización del edificio, sino también para su mantenimiento en general. Las fachadas pintadas con colores oscuros sufren un incremento de la temperatura superficial del paramento exterior, el cual puede llegar a alcanzar los 80°C, lo que provoca deformaciones en el aislamiento.

Para evitar estas situaciones, especialmente en climas cálidos, es importante optar por tonalidades claras o, en caso de que por cuestiones paisajísticas sea necesario emplear tonalidades oscuras, usar pinturas con pigmentos reflectantes para que no se produzca un aumento de la temperatura.

De forma generalizada, para evaluar el grado de reflexividad en fachadas, recurrimos al Índice de luminancia (Y) o valor de reflexión luminosa, que proporciona información sobre la cantidad de luz reflejada por el revestimiento. Su valor oscila entre el 0 del negro y el 100 del blanco puro, y debe ser superior a 20 para fachadas con Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE).

Esta variable muestra ciertas limitaciones, ya que solo atiende al espectro visible, por lo que, aunque resulta más complejo, es más preciso usar la TSR (Reflexión Solar Total), que tiene en cuenta en su medición radiación visible, UV e infrarroja. En las fachadas aisladas el valor TSR debe ser superior a 25.



ESPECTRO SOLAR



Figura 1.20 - Espectro solar

Además del color, es importante priorizar el uso de pinturas libre de tóxicos. Las pinturas que contengan minio o sustancias crómicas aumentan el riesgo de que los metales pesados (plomo y cromo) sean liberados al medio. Algunas alternativas a este tipo de tratamientos pasan por el uso de:

- Pinturas que contengan fosfatos de zinc epóxico o polvos de zinc epóxico.
- En cubiertas, se puede usar como acabado la propia imprimación de la impermeabilización con tono claro y reflectante, evitando la capa de pintura
- Imprimaciones sintéticas anticorrosivas, a base de resinas alquídicas modificadas y pigmentos anticorrosivos.
- Clorocauchos.
- Pinturas a base de resinas de poliuretano.
- Resinas vinílicas.
- Convertidores de óxido.

De este modo, gracias al uso de pinturas menos contaminantes, especialmente aquellas libres de metales pesados, estaremos contribuyendo positivamente al aumento de la biodiversidad.

Incidencia detectada

- Deterioro de la pintura exterior.

Normativa

- **CTE - DB HE 1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **Normas UNE-EN ISO 16773-3:2009, UNE-EN ISO 16773-4:2009 y UNE-EN 1062-3:2008**
- **CTE-DB HS 1**
Protección frente a la humedad.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Es recomendable optar por pinturas de mayor durabilidad.
- En la actualidad existen pinturas a base de pigmentos ecológicos que tienen un menor impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida.
- Considerar la pintura como un elemento multifunción, en tanto que puede actuar como impermeabilizante, superficie autolimpiadora, etc.
- En cubiertas planas, se puede aplicar la propia impermeabilización como acabado, esta solución cuenta con una amplia gama cromática y acabados de alta reflectancia, lo que permite disminuir la absorción térmica y la utilización de productos químicos perjudiciales, ahorrando de este modo material.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





USO DE PINTURAS FOTOCATALÍTICAS

Las pinturas fotocatalíticas anticontaminación son unas pinturas que absorben y depuran los contaminantes que hay en el aire, como los óxidos de nitrógeno y otros gases contaminantes de la industria y el tráfico rodado, contribuyendo así a la calidad del aire en centros escolares.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Almacenamiento de carbono

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del confort acústico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo



Revalorización del espacio urbano

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



Descripción de la actuación

Las pinturas fotocatalíticas se activan en presencia del aire y de la luz solar para iniciar el proceso de oxidación que descompone las sustancias contaminantes que entran en contacto con la superficie fotocatalítica en compuestos inertes, los nitratos (NO₃), que son eliminados del material por efecto de la lluvia o gravedad. Por medio de la fotocatalisis se puede eliminar:

- Gases contaminantes generados por industrias y tráfico rodado, como los óxidos de nitrógeno (NO, NO₂)
- Gases contaminantes generados en interiores, procedentes de emisiones de muebles y moquetas, o bien de la propia respiración (CO₂).
- Partículas de suciedad orgánicas y suciedades grasas.
- Bacterias y esporas de hongos.

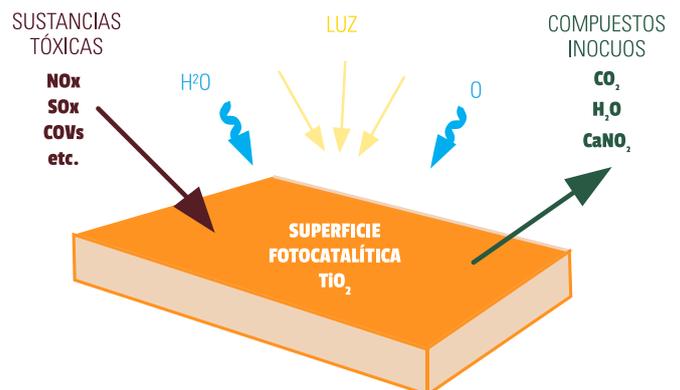


Figura 1.21 - Esquema del proceso catalítico



Por su contribución a la calidad del aire y propiedades antisépticas, cada vez son más habituales las experiencias en centros educativos, encontrándose en el mercado diferentes modalidades en función del ligante empleado, siendo los más recomendable los productos a base de ligante de silicato.

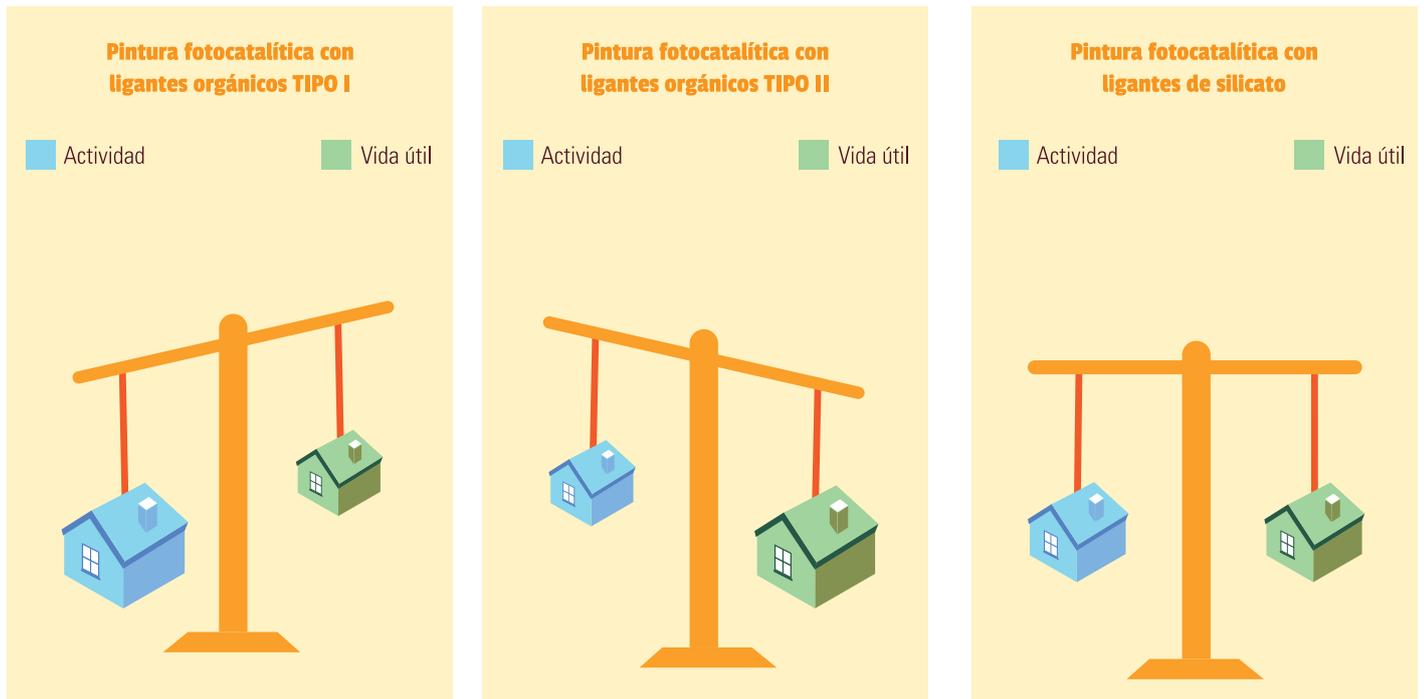


Figura 1.22 - Comparación de pinturas fotocatalíticas

Su aplicación no dista mucho de una pintura convencional y se limitará a garantizar que las superficies de aplicación se encuentren secas, firmes, bien adheridas y exentas de cualquier impureza como mohos, algas u otras sustancias.

Incidencia detectada

- Deterioro de la pintura existente.

Normativa

- Ensayo ISO 22197-1

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Ante la presencia de mohos y humedades en las superficies, antes de pintar es recomendable identificar las causas para evitar que se reproduzcan tras el pintado.
- Si la superficie presenta desconchados, abolsamientos o desprendimientos, se aconseja raspar las zonas deterioradas y repararlas.
- Antes de pintar se aconseja proteger las superficies de vidrio y metálicas.
- Se respetarán las consideraciones del fabricante en cuanto a tiempos de secado.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR



11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES





REHABILITACIÓN FRENTE A INUNDACIONES

Por su situación junto al mar o cerca de cursos de agua, determinados centros escolares pueden quedar dentro de zonas de afección por inundaciones de acuerdo a los nuevos registros climáticos, siendo la instalación de elementos de adaptación una obligación para garantizar la seguridad de las personas, de la estructura, del equipamiento y de los servicios y bienes.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Inundaciones por desbordamiento



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de los recursos hídricos



Mejora de la calidad del suelo, estabilidad y erosión

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del confort acústico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad

Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad

Mantenimiento adicional

Inversión € €

Descripción de la actuación

Aunque para dar solución a inundaciones, especialmente si estas comienzan a ser recurrentes, se requiere una adaptación a nivel de territorio, los centros escolares pueden adoptar una serie de medidas encaminadas a evitar la entrada de agua en zonas interiores o minimizar los daños, quedando para casos muy extremos la retirada del edificio hacia ubicaciones más seguras.

Para evitar la entrada del agua al centro escolar podemos optar por la colocación de taludes debidamente compactados a modo de barrera en las zonas exteriores o en el caso de centros con limitaciones de espacio, la construcción de diques y muros estancos. Aunque pueda parecer una obviedad, debemos prestar especial atención a los elementos de paso de estas estructuras, como por ejemplo las puertas, garantizando la estanqueidad de las mismas. Pudiendo utilizarse barreras metálicas mecanizadas, ya sea de forma manual o automática. Cuando el riesgo de inundación sea puntual, se podrá recurrir a barreras temporales como sacos, bloques hinchables o modulares, que requieren suficiente tiempo de respuesta frente a la avenida, además de la adecuada formación para su montaje. Si se opta por este sistema deberá contemplarse la necesidad de un lugar de almacenamiento cercano y la posibilidad de realizar pruebas de montaje a modo de simulacro.

Para evitar la entrada de agua al propio edificio podemos proceder a la impermeabilización con láminas asfálticas, poliméricas, morteros hidrófugos impermeabilizantes, resinas epoxi o pinturas impermeabilizantes. Ventanas, puertas, rejillas, sistemas de ventilación y pasos de instalaciones situados por debajo de la cota máxima de inundación deben ser desplazados y, si no es posible, sellados con materiales resistentes al agua y juntas de neopreno.

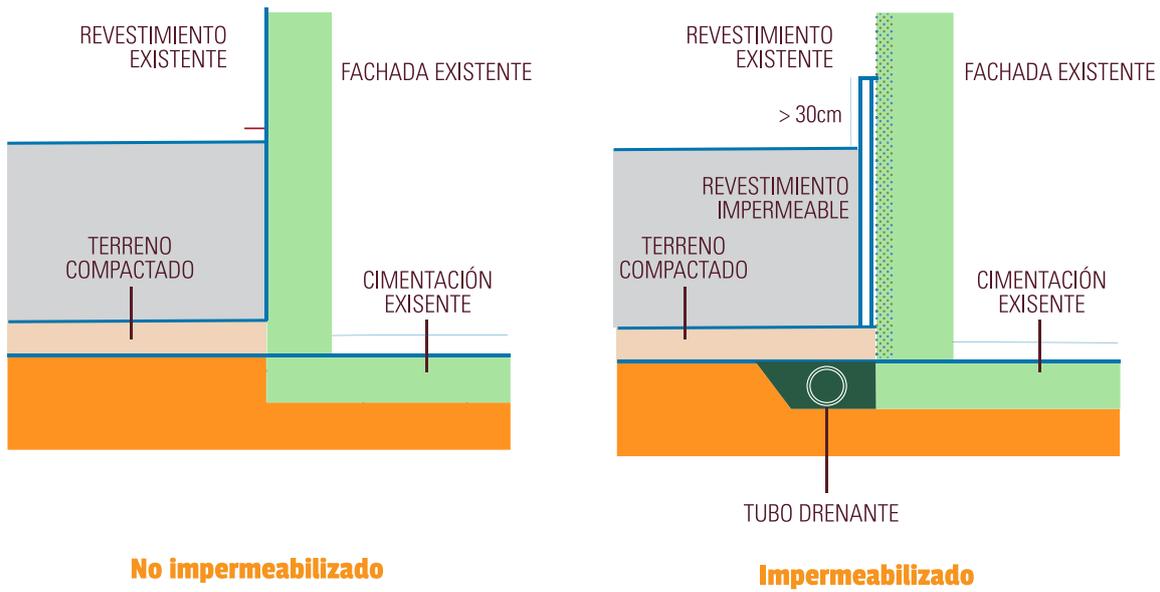


Figura 1.23 - Esquema de rehabilitación frente a inundaciones

Si se observan filtraciones a través de la solera durante los episodios de inundación, se deberá impermeabilizar el suelo, siendo aconsejable retirar el pavimento y la solera, disponer una capa drenante (arenas o gravas) y una lámina impermeable, y volver a colocar la solera y el pavimento.

Paralelamente, trabajaremos para reducir el daño en caso de inundación redistribuyendo los espacios interiores y evitando las aulas en planta baja; estos espacios se destinarán a administración, zona de recreo, cafetería, etc. Además, se reorganizará el plan de evacuación de acuerdo con la nueva cota de inundación.

Cuando estas medidas no sean suficientes, se deberá contemplar la posibilidad de habilitar unas nuevas instalaciones en un emplazamiento propicio para el uso educativo..

Para saber más, puedes consultar las guías de “recomendaciones para la construcción y rehabilitación de edificaciones en zonas inundables” (https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-recomendaciones-construccion-y-rehabilitacion-edificaciones-zonas-inundables_tcm30-503724.pdf) y la “guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones”, editadas por el MITECO. https://www.consortseguros.es/web/documents/10184/48069/guia_inundaciones_completa_22jun.pdf

Incidencia detectada

- Ubicación en terreno inundable.

Normativa

- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- CTE-DB HS 1
Protección frente a la humedad.





Consideraciones y recomendaciones adicionales

- La altura de los elementos de barrera debe superar en al menos 30 cm a la cota máxima de inundación.
- En suelos muy permeables, la construcción de barreras se complementará con la colocación de tubos drenantes o zanjas.
- Para proteger sótanos se aconseja proyectar una excavación perimetral y aplicar la impermeabilización por el exterior.
- Se recomienda no colocar instalaciones o aparatos electrónicos en las plantas bajas, siendo preferible ubicar las instalaciones eléctricas en la cubierta o en una planta técnica, nunca en sótanos.
- Se recomienda instalar válvulas anti retorno en todas las tuberías de abastecimiento y saneamiento situadas por debajo de la cota de inundación, reservando las zonas menos vulnerables para la ubicación de acometidas y arquetas.

Al evitar el cierre de centros escolares por riesgo de inundación, estaremos contribuyendo a la igualdad de género y condiciones dignas de trabajo, ya que todavía es muy común que sean las mujeres quienes se queden al cuidado de sus hijos.



Contribución a los ODS

5 IGUALDAD DE GÉNERO



13 ACCIÓN POR EL CLIMA





INTERIOR DEL EDIFICIO

REDISTRIBUCIÓN INTERIOR DE ESPACIOS

Ante espacios de grandes volúmenes de difícil gestión, expuestos a alta radiación solar y con tendencias a acentuar corrientes molestas, la redistribución de los espacios interiores, para asegurar la correcta orientación de las aulas, y su compartimentación, para facilitar la gestión de espacios interiores, puede resultar una opción muy atractiva.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción C	Durabilidad <input type="range"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input checked="" type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="range"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión € €

Descripción de la actuación

La gestión de los espacios interiores no solo juega un papel destacado en términos energéticos, sino que redundará en el confort y correcto desarrollo de la labor docente.

Esta gestión va a depender de la disponibilidad de espacios para poder elegir de al menos 2,5m. de fondo, para minimizar las corrientes de aire.

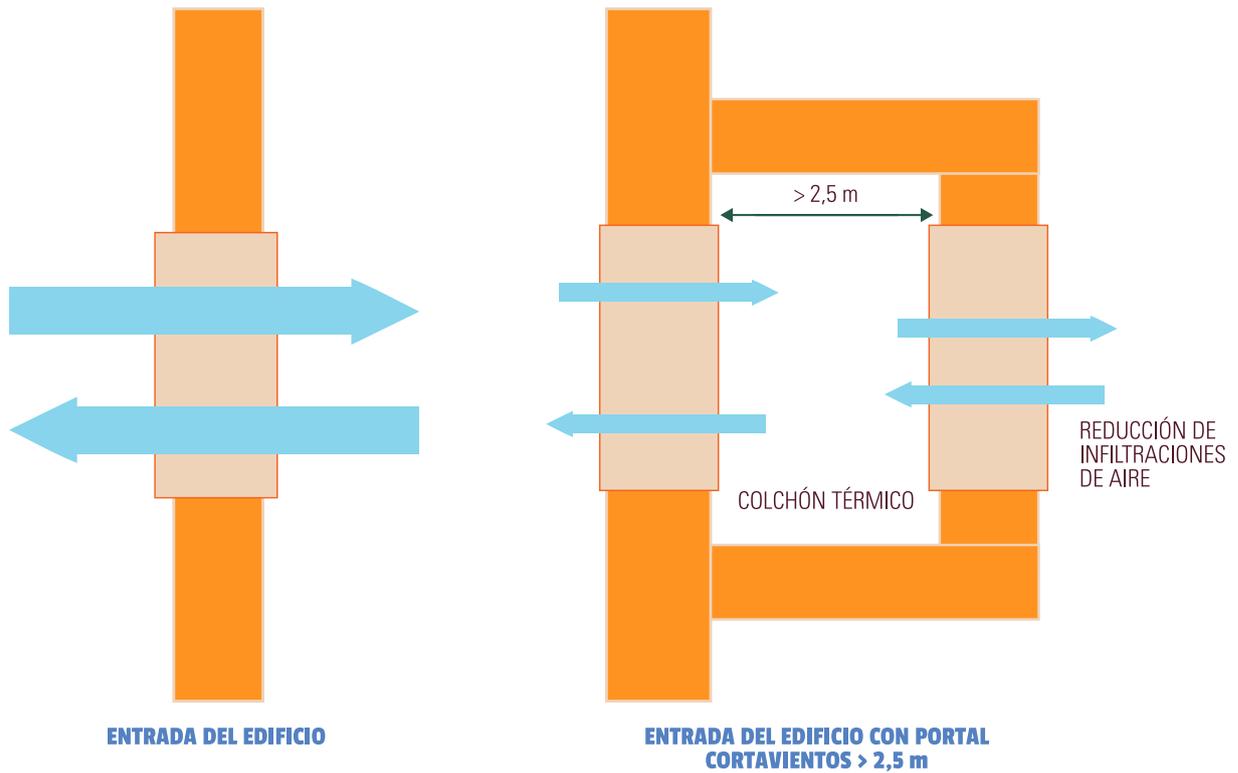


Figura 1.24 - Redistribución de espacio de entrada

Incidencia detectada

- Existencia de espacios libres o de módulos flexibles cuya redistribución sea posible.

Normativa

- CTE - DB HE 1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- CTE-DB SI**
Seguridad en caso de incendio.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- La redistribución de espacios libres para adecuarlos a los requisitos solares debe constituir un objetivo para el centro; con ello se puede evitar la adopción de otras medidas, como la instalación de protecciones solares, sin coste alguno.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





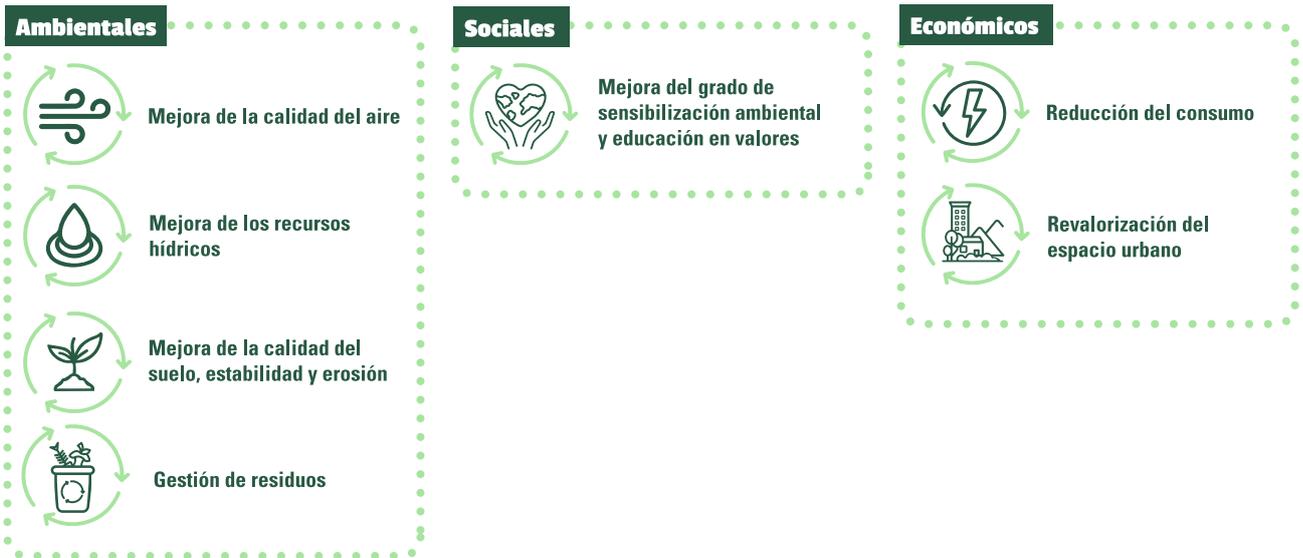
REHABILITACIÓN CIRCULAR

Ante actuaciones de carácter constructivo sobre el edificio, podemos aprovechar para integrar los criterios de sostenibilidad y economía circular entre las variables exigibles en las propuestas de rehabilitación, de tal manera que prioricemos el uso de materiales de construcción más respetuosos con el medio y procesos de construcción avalados por modelos de gestión ambiental.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



CO-BENEFICIOS AMBIENTALES



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input type="radio"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción	A	Durabilidad	
<input type="radio"/> Implantación fases	<input checked="" type="checkbox"/> Permiso necesario		Complejidad	
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional			Inversión	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Aquellas actuaciones, que por su carácter integral, requieran de obras que abarquen una parte sustancial del edificio, deberán incluir criterios ambientales, siendo recomendable que los responsables de las mismas tengan implantado un sistema de gestión ambiental que permita un seguimiento sobre su correcta actuación, así como otras posibles certificaciones ambientales, tales como Residuo 0. A la hora de valorar las diferentes propuestas constructivas, junto a los criterios económicos y de calidad, se deberán sopesar las cuestiones ambientales, incidiendo sobre aspectos tales como generación de residuos (reciclado/reutilización), ahorro de energía, ausencia de componentes tóxicos, disponibilidad de materiales de construcción locales... Para ello, resulta de gran ayuda considerar la información sobre los materiales de construcción, especialmente, si esta viene avalada a través de una declaración ambiental de producto.

Entre los aspectos a valorar en términos constructivos, cabe destacar:



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

17

- El uso de materiales reciclados, pues con ello se reduce el consumo de materias primas y el coste energético de su producción, lo que supone una importante reducción a su vez de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- El uso de materiales reciclables, lo que permite su posterior aprovechamiento y la reducción de la carga sobre vertederos de los residuos de demolición y construcción.
- El uso de materiales de baja toxicidad, lo que se traduce en una mejora de la calidad del aire, con un impacto muy positivo tanto a nivel de contaminación atmosférica, como en términos de mejora del confort, bienestar y salud de los ocupantes del centro escolar.
- El uso de materiales con baja tasa energética, de tal manera que en su producción se use la menor cantidad de energía posible.
- El uso de materiales locales, evitando con ello los costes ambientales del transporte.

Los materiales de construcción anteriormente descritos tienden a permanecer dentro del ciclo productivo, por lo que los edificios, siguiendo los principios de la economía circular, han pasado a considerarse como “bancos de materiales”. De este modo, una vez finalizada su vida útil pueden recuperarse los materiales para otras aplicaciones. En este sentido, se están desarrollando diversas iniciativas que abogan por el “pasaporte de edificio”, un documento donde se indiquen los materiales empleados y el estado de los mismos.

Incidencia detectada

- Necesidad de ejecución de obras de carácter integral.

Normativa

- Norma ISO 20887:2020 Sostenibilidad en edificación y obra civil.
- Código técnico de edificación.

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Si optamos por el uso de materiales reciclados, es recomendable que al menos un 25% de materia prima sea de origen reciclado.
- A la hora de reutilizar materiales para garantizar la seguridad del edificio, debemos tener en cuenta la legislación vigente y garantizar el cumplimiento de las prestaciones exigidas en la normativa de aplicación. En cuanto a la reutilización de productos debemos prestar especial atención a aquellos que reglamentariamente requieran marcado CE, en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1630/1992 y su modificación RD 1329/1995.



Contribución a los ODS

12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES



13 ACCIÓN POR EL CLIMA



14 VIDA SUBMARINA



15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES





PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Ante la aplicación de aquellas medidas que requieran de la ejecución de obras o construcciones se dispondrá de un plan de gestión de residuos de construcción y demolición para estimar la naturaleza y cantidad de los residuos que se vayan a generar y proponer así, la alternativa más sostenible para su gestión.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



CO-BENEFICIOS

Ambientales

- Mejora de la calidad del aire
- Mejora de los recursos hídricos
- Mejora de la calidad del suelo, estabilidad y erosión
- Gestión de residuos

Sociales

- Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos

- Reducción del consumo
- Revalorización del espacio urbano

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción	<input checked="" type="checkbox"/> A	Durabilidad	<input type="range"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="checkbox"/> Permiso necesario		Complejidad	<input type="range"/>
<input type="checkbox"/> Mantenimiento adicional			Inversión	<input type="range"/>

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La naturaleza de los residuos de construcción y demolición es tan variada como lo son los propios edificios y las actuaciones de rehabilitación sobre los mismos, por lo que los planes de gestión de residuos de construcción y demolición son específicos para cada proyecto. No obstante, hay una serie de consideraciones comunes que deben atenderse durante la redacción de dicho plan. Estas consideraciones son:

- Respetar el principio de jerarquía de residuos, es decir, priorizar la prevención de residuos, la reutilización de los mismos, el reciclaje, la valorización y sólo en última instancia, contemplar su vertido.
- Considerar desde las etapas iniciales del proyecto, la cantidad y tipología de los residuos a generar, para posteriormente valorar la gestión más sostenible para los mismos. Esta medida no solo es vital para reducir el impacto ambiental, sino que tiene un impacto muy positivo sobre la gestión de costes, al facilitar la logística y la gestión de los residuos.
- Disponer de los recursos necesarios para la adecuada separación de los residuos, tales como contenedores y zonas de acopio.



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

En el caso, de aquellos reutilizables, su almacenamiento deberá hacerse en condiciones que eviten su deterioro.

- Formar al personal de obra sobre la adecuada gestión de los residuos.
- Contemplar la separación de las siguientes fracciones:
 - Residuos Peligrosos (definidos por la legislación).
 - Papel y cartón.
 - Materiales pétreos (restos de hormigón, ladrillos, mampostería...).
 - Plásticos en general.
 - Madera no tratada (procedente principalmente de embalajes).
 - Productos de yeso.
 - Madera tratada (principalmente elementos de carpintería y encofrados).
 - Metales.
 - Otros.

De este modo, no solo estaremos cumpliendo con los requisitos legales en materia de residuos de construcción y demolición, sino que podremos devolver al mercado materiales de alto valor o reutilizar elementos decorativos, evitando así que acaben de forma prematura en vertederos.

Incidencia detectada

- Producción de residuos de construcción y demolición.

Normativa

- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.**
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Los residuos de construcción y demolición tienen tan buena acogida en el mercado. Existen numerosas páginas web de compra-venta para los mismos, las cuales resultan de gran ayuda para rentabilizar económicamente su gestión sostenible.



Contribución a los ODS

12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES



13 ACCIÓN POR EL CLIMA



14 VIDA SUBMARINA



15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES





INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

VENTILACIÓN NATURAL

Las estrategias de los sistemas de ventilación natural se apoyan en la acción del viento y en las diferencias de presiones generadas en el edificio para garantizar la calidad del aire interior de las aulas y otros espacios sin consumir electricidad.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores



Mejora del confort acústico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción

Durabilidad

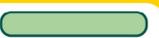
Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad

Mantenimiento adicional

Inversión



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La ventilación natural es una de las fórmulas más eficientes, sencillas y económicas para garantizar la calidad del aire en los espacios interiores, siempre que las dimensiones y diseño del edificio lo permitan. Depende de factores como el viento y la temperatura exterior para inducir un flujo natural de aire exterior que entra en las estancias a través de ventanas, puertas, y otras aberturas y sale por otras.

Si bien es la opción más recomendable, en ocasiones no es suficiente para garantizar un adecuado nivel de calidad del aire interior, por ello es importante la monitorización de los ambientes, la medición del CO₂ es relativamente económica y sencilla y podría servir de indicador (el RITE fija límites en función de IDA 2, de máximo 900 ppm). Lo ideal es que el centro disponga de al menos un equipo de medición, de tal manera que puedan realizarse mediciones pasada una hora desde la ocupación del aula, donde la ventilación esté más limitada y lejos de las entradas de aire fresco (ventanas) para establecer el grado de ventilación y la necesidad o no de equipos de ventilación forzada.



Para la ventilación natural del centro, debemos atender a una serie de consideraciones previas como:

- Realizar un análisis del clima para establecer una estrategia de ventilación natural adecuada y adaptada a distintos periodos.
- Definir la estrategia de ventilación natural: por ejemplo, optar por una ventilación nocturna y un edificio cerrado durante el día, para evitar el ingreso de calor en climas muy cálidos con gran variación de temperaturas día/noche, o por una ventilación natural durante todo el día y un esquema de edificio abierto, si el clima es caluroso pero húmedo.
- Estudiar la orientación del edificio y su encaje con los vientos para adecuar los flujos a las necesidades del centro.
- Valorar los elementos de diseño:
 - Disponer las salidas de aire en la parte alta y en la pared opuesta a las entradas y separadas horizontalmente para favorecer el barrido del aire.
 - Emplear recursos como rejillas en la base de puertas para mejorar la ventilación en determinados espacios.
- Establecer un protocolo de apertura y cierre de puertas y ventanas: previa formación al profesorado, habilitar una serie de pautas para mejorar la ventilación con recomendaciones como:
 - Abrir las estancias en paralelo, es decir, habilitar una entrada y una salida para formar el flujo de aire.
 - Evitar la ventilación en las horas de máxima concentración de contaminantes, en situaciones atmosféricas desfavorables y en situaciones de alerta y activación del protocolo de contaminación. En núcleos urbanos densos, los máximos de contaminación por NO₂ en invierno, suelen ser entre las 07:00 y 10:00 y entre las 19:00 y 22:00.
 - Comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas (ventanas, puertas y rejillas).
 - Comprobar el estado de limpieza (revisar que no haya obstrucciones en las rejillas).
 - Automatizar el proceso, con dispositivos de alerta mediante reclamo luminoso, para informar a los docentes de la idoneidad de abrir ventanas para mejorar la calidad del aire.

Incidencia detectada

- Calidad del aire interior inadecuada.

Normativa

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE.
- CTE-DB HR
Protección frente al ruido.

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- En zonas rurales o cercanas a zonas verdes, la apertura de ventanas puede originar problemas con insectos, que pueden ser fácilmente resueltos con la colocación de mosquiteras.
- Para maximizar la ventilación y permitir una atenuación térmica en el flujo de aire, podemos colocar obstrucciones vegetales, como árboles, que permiten disminuir la temperatura del aire de forma adiabática, mientras que en invierno reducen la intensidad del viento, según su diseño y especies.
- Para evitar corrientes de aire, siempre que sea posible, se recomienda la apertura de las oquedades superiores.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR



7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





INSTALACIÓN DE VENTILADOR/ES DE TECHO

Los ventiladores de techo favorecen la circulación del aire, homogeneizando la temperatura de la estancia y proporcionando al alumnado y profesorado sensaciones térmicas de hasta 5°C menos, contribuyendo así al confort y eficiencia energética.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



Descripción de la actuación

El giro de las aspas hace circular el aire de la sala, cuyo flujo va a depender proporcionalmente del tamaño del dispositivo y de la inclinación de las aspas (ángulo de ataque). En función de la sala, el diámetro de las aspas se corresponderá con:

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

Tabla 1.2 - Diámetro de aspas según superficie

La estratificación del aire provoca malestar entre los usuarios, activando procesos fisiológicos como la sudoración para tratar de compensar el aumento de la temperatura en la sala. Con la disposición de ventiladores se impiden los fenómenos de estratificación en las estancias, al tiempo que se generan corrientes de convección que reducen la temperatura corporal y proporcionan sensaciones térmicas en varios grados inferiores a la temperatura real.



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

20

Aunque el punto de instalación más generalizado suele ser el techo, podemos encontrar en el mercado modelos alternativos que cumplen la misma función, siendo alguna de las tipologías más habituales de ventiladores para centros escolares las siguientes:



Ventiladores de sobremesa y columna



Ventiladores de torre



Ventiladores de pared



Circuladores de aire



Ventiladores Box Fan

De estas tipologías, las menos recomendables son aquellas que no son fijas, que son principalmente las de suelo, debido a que por su diseño su alcance en un aula o uso educativo no es óptimo y no permite un reparto equilibrado de los flujos de aires, de igual modo su conexión a la red puede resultar peligroso frente a caídas.

Antes de realizar la instalación de estos sistemas, debe comprobarse las existencias de tomas de corriente suficientes y que su utilización no afecte al funcionamiento de la clase. En el caso de no existir ventilación forzada, estos equipos mueven constantemente el aire viciado situado en el interior del aula junto a sus partículas, al no contar con un sistema de filtrado.

Estrechamente relacionado con los procesos fisiológicos, el flujo de aire vendrá determinado por la actividad física desarrollada en la estancia, siendo recomendables velocidades de rotación de las aspas de entre 50 y 100 rpm, para aulas o despachos, y de entre 100 y 200 rpm, para espacios de actividad moderada, como talleres.

Con un bajo coste, este tipo de dispositivos presentan un bajo consumo energético (entre 15 W y 100 W), escaso nivel de ruido y mejoran la aireación del entorno, además de reducir la presencia de insectos.

Si bien activan flujos de aire, para que el aire se renueve y mejore su calidad, se deben abrir puertas y ventanas, de tal manera que los ventiladores potencien la entrada y salida de aire de las estancias.

Incidencia detectada

- Disponer de altura libre de techo definida por la normativa. (Valor orientativo 2,80 m).
- Garantizar una distancia de seguridad de 1 m, con las paredes, puertas, muebles o cualquier otro elemento que pudiera colisionar con las aspas.
- Disponer de techo firme y en buen estado.
- Mantener una distancia de al menos 0,25 m, entre el techo y las aspas del ventilador.

Normativa

- **CTE-DB HEO**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HS3**
Calidad del aire interior.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **Normativa Autonómicas Propias para centros educativos**

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Valorar la idoneidad de los elementos accesorios, como luz, mandos programables, etc.
- El etiquetado energético es una valiosa herramienta para decidir sobre el aparato más conveniente, en función de su consumo.
- Es importante conservar toda la documentación de los aparatos y seguir las recomendaciones de limpieza y mantenimiento.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





SISTEMA DE VENTILACIÓN HÍBRIDA

Los edificios de consumo de energía casi nulo, NZEB según el acrónimo de la definición en inglés “Nearly Zero Energy Building”, son un tipo de edificación con un nivel de eficiencia energética muy alto y un consumo mínimo de energía, es decir, en los que se prioriza la utilización de ventilación natural. En el caso de que ésta no sea suficiente, los sistemas de ventilación mecánica pueden contribuir a mejorar la calidad del aire en los centros escolares.

La ventilación híbrida utiliza sistemas de renovación del aire naturales y mecánicos. Eso significa que la instalación hará uso de la ventilación natural siempre que le sea posible y, cuando la situación no sea favorable, utilizará los ventiladores para renovar el aire de manera automática.

La ventilación se lleva a cabo aprovechando las condiciones naturales del exterior (viento) de tal manera que los equipos motorizados sólo actúan en caso necesario. Se consigue de esta forma mantener unas condiciones óptimas de confort con un menor consumo energético.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input type="radio"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="radio"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión € - € €

Descripción de la actuación

En respuesta a la calidad del aire por la alta ocupación de los centros escolares, este tipo de sistemas aprovechan las condiciones de presión y temperatura exterior para generar flujos de aire y ventilar las estancias. Cuando las condiciones naturales no son las adecuadas, se activa la extracción de aire forzada por un motor (extractor) que por depresión, provoca la entrada de aire desde rendijas. El flujo de aire circula a través de conductos, pudiendo ser fácilmente monitorizado con sensores y otros mecanismos de control, siendo en este caso especialmente relevantes los sensores de control del viento. El tamaño de los conductos vendrá determinado por el RITE.

En la medida que se pretende complementar la ventilación natural, pueden constituir una buena opción para mejorar la calidad de los centros escolares, en tanto que una buena ventilación es vital para evitar problemas de salud (como dolores de cabeza, irritación de mucosas, etc.) y para la concentración del alumnado.



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), lo que supone 12.5 en dm^3/s por persona o 45 m^3/h .

En el caso contar con uso educativos como guardería, deberá cumplir una calidad del aire interior tipo IDA 1.

Incidencia detectada

- La ventilación híbrida demanda mayores secciones de conductos que la forzada, por lo que se deberá planificar la instalación atendiendo al funcionamiento por ventilación natural.
- Disponer de espacio suficiente para todas las conducciones.
- Posibilidad de paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.
- Disponer de aberturas para cada zona con uso diferenciado.
- Habilitar sistemas complementarios de ventilación para cocinas y comedores.

Normativa

- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **CTE-DB HS3**
Calidad del aire interior.
- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energética.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Este tipo de sistemas requiere una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- Al depender de las condiciones climatológicas se trata de sistemas más complejos que los sistemas de ventilación simple.
- Es preferible, siempre que sea posible, el uso de conductos rígidos.
- El sistema de extracción no deberá producir molestias como corrientes de aire o ruidos.
- La instalación de sondas de control de CO_2 resulta muy recomendable.
- En cuestión de mantenimiento, se estará sujeto a lo dispuesto en el RITE. IT 3.3.
- No se deberá colocar ningún elemento que pudiera obstaculizar la entrada y salida de aire.
- A efectos de recirculación y expulsión los aseos, y cocinas se consideran de alto nivel de contaminación.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA

En este caso, la ventilación nunca se apaga. Los ventiladores se adaptan a las necesidades reales de renovación del aire en todo momento y nunca dejan de ventilar. La extracción se adapta a las necesidades reales de ventilación, de tal manera que se mejora la calidad ambiental y confort del edificio.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad

Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad

Mantenimiento adicional

Inversión



Descripción de la actuación

Los centros escolares son espacios de alta ocupación, lo que se traduce en un deterioro de la calidad del aire, que debe ser renovado y depurado con aire exterior para garantizar unas adecuadas condiciones de ventilación. Una labor que puede desempeñarse mediante sistemas mecánicos en formato simple o doble.

Los sistemas de ventilación mecánica controlada simple (V.M.C.S.) se fundamentan en la extracción de aire forzada por un motor (extractor) que, por depresión, activa la entrada de aire desde rendijas. El flujo de aire circula a través de conductos, pudiendo ser fácilmente monitorizado con sensores y otros mecanismos de control.

La ventilación natural depende en gran medida de factores externos, lo que la hace menos controlable, y el diseño y la distribución de un edificio desempeñan un papel crucial a la hora de maximizar su eficacia. En los sistemas mecánicos los costes de instalación y mantenimiento son generalmente más elevados, lo que los convierte en una inversión importante, y consumen cantidades significativas de energía, lo que genera mayores facturas de servicios públicos y emisiones de carbono. La elección de uno u otro sistema depende de varios factores, incluido el clima, el diseño del edificio y el presupuesto.

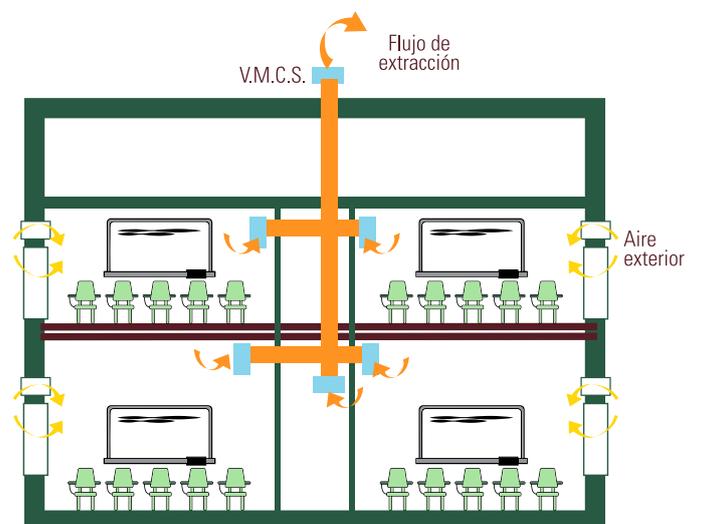


Figura 1.25 - Esquema de sistemas de ventilación mecánica controlada simple



En el caso de en los sistemas de ventilación mecánica controlada doble (V.M.C.D.) tanto la extracción como la impulsión de aire se realiza mecánicamente mediante extractores, canalizando los flujos por conductos horizontales flexibles, que en caso de caudales de aire expulsado superiores a 1.800 m³/h son conectados, de forma obligatoria según los preceptos de RITE, en un recuperador para favorecer el intercambio térmico entre sendas corrientes de aire. De este modo, la temperatura del aire que entra se ajusta a la del interior, reduciendo así la dependencia de otros sistemas de climatización.

El aire nuevo o de impulsión es canalizado desde las zonas más secas a las más húmedas, mientras que la extracción se lleva a cabo en las estancias más húmedas. A lo largo de todo el sistema se implementan sensores para un adecuado control del funcionamiento y calidad del aire. En ambos sistemas el tamaño de los conductos vendrá determinado por el RITE, pudiéndose optar por sistemas de extracción centralizada o descentralizada según el proyecto.

Estos sistemas, además de garantizar un elevado cumplimiento del RITE, permiten una mayor regulación de los caudales, confort de los ocupantes, calidad ambiental y ahorros en la demanda de climatización.

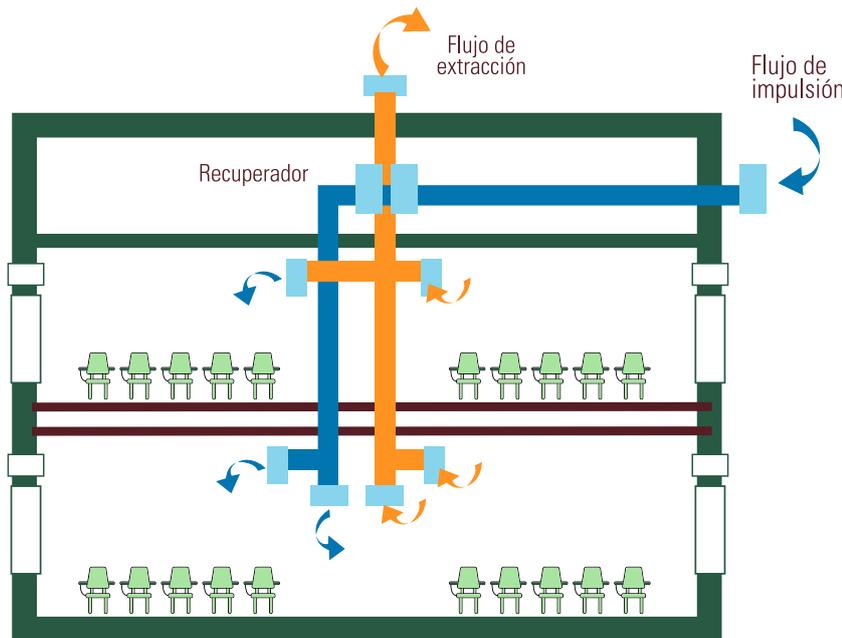


Figura 1.26 - Esquema de sistemas de ventilación mecánica controlada doble

Si queremos complementar este tipo de sistemas (V.M.C.S.) con criterios bioclimáticos, podemos aplicar la técnica del denominado pozo canadiense/provenzal, de tal manera que el aire circula por una red de conductos subterráneos con algo de pendiente y a una profundidad de entre 2 y 5 metros para aprovechar el intercambio de calor con el terreno (más frío). Si bien esta aplicación subterránea conlleva una serie de condicionantes, como el filtrado del aire antes de la entrada al edificio o limitaciones de emplazamiento para colocar las bocas de entrada de captación, su impacto sobre la demanda energética y confort del centro escolar es tan acentuado que la convierten en una opción muy a valorar en proyectos de nueva construcción o de alto grado de rehabilitación.

Incidencia detectada

- Disponer de espacio suficiente para todas las conducciones.
- Posibilidad de paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.
- Cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en el RITE.
- Disponer de aberturas para cada zona con uso diferenciado.
- Habilitar sistemas complementarios de ventilación para cocinas y comedores.

Normativa

- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **CTE-DB HS3**
Calidad del aire interior.
- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energética.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Estos sistemas requieren una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE (Código Técnico de la Edificación) y RITE, pudiendo derivar en costes adicionales.
- Es preferible, siempre que sea posible, el uso de conductos rígidos para los sistemas simples.
- En sistemas dobles, las rejillas de impulsión y de extracción se colocarán enfrentadas, para garantizar el mejor barrido del interior de las estancias.



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

22

- La disposición de las conducciones será en sentido de circulación de zonas secas a húmedas, contemplando cierta pendiente para evitar la condensación y el acceso para labores de mantenimiento.
- El sistema de extracción no deberá producir molestias como corrientes de aire o ruidos.
- La instalación de sondas de control de CO₂ resulta muy recomendable.
- En cuestión de mantenimiento, se estará sujeto a lo dispuesto en el RITE. IT 3.3.
- No se deberá colocar ningún elemento que pudiera obstaculizar la entrada y salida de aire.
- Los sistemas de V.M.C.S. pueden provocar desequilibrios de temperatura en algunas zonas.
- A efectos de recirculación y expulsión, los aseos y cocinas se consideran de alto nivel de contaminación, por lo que no se podrá mezclar aires de distintas tipologías, contemplándose por tanto sistemas de ventilación independientes para cada uno.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR



7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



Los niños no solo respiran dos veces más rápido que los adultos, sino que su sistema respiratorio e inmune está en desarrollo, sufriendo un mayor impacto ante el empeoramiento de la calidad del aire. La instalación de una solución de ventilación en aulas puede aumentar el rendimiento de los alumnos hasta en un 12 %, por lo que una adecuada ventilación, ya sea natural o forzada, es clave para alcanzar tanto los objetivos sanitarios como educativos.



INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN/ACS

CONTROL DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Los dispositivos de control han evolucionado mucho en los últimos años, resultando esenciales para optimizar el funcionamiento de los sistemas de calefacción y garantizar su eficiencia energética, siendo considerados una inversión de fácil retorno.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción	Durabilidad
<input type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión

Descripción de la actuación

Para ajustar la energía térmica que suministran las calderas a las necesidades reales del alumnado y profesorado es necesario disponer de mecanismos de control y sensores que permitan conocer en todo momento la temperatura a lo largo de los circuitos de reparto. La normativa (RITE) recoge 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 ...”. Sin embargo, son escasas las instalaciones que cuentan con sistemas de control operativos o ubicados adecuadamente. El sistema está constituido por un dispositivo de control de regulación de la instalación de calefacción centralizado para el control de la temperatura de los circuitos en función de las condiciones externas y de sondas (sonda exterior y sondas de inmersión en cada circuito de reparto). A este respecto, conviene destacar que los termómetros de medición deben colocarse a 1,5 m del suelo y nunca sobre la pared del radiador.

21 ° C se considera la temperatura umbral de confort, ya que a partir de ésta, el consumo energético aumenta un 7% por cada grado de sobre-calefacción.

Con el auge de la digitalización, al incorporar aplicaciones de Big Data e internet de las cosas, se puede alcanzar una mayor automatización, gestión de consumos y adaptación a las necesidades climatológicas y de uso del centro, especialmente si se trata de instalaciones centralizadas, lo que permite ahorros de hasta un 70% en el consumo eléctrico.



Incidencia detectada

- El sistema de calefacción debe permitir la regulación de los caudales para actuar sobre estos en función de los datos del controlador y la regulación automática sectorizada.

Normativa

- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **CTE-DB SI**
Seguridad en caso de incendio.
- **CTE-HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.

Para saber más acerca del procedimiento de inspección consultar la guía técnica: procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas. IDAE. https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/10540_procedimientos_inspeccion_calderas_a2007.pdf



Consideraciones y recomendaciones adicionales

- La instalación se zonificará según la orientación, la distribución y las diferentes áreas.
- Es recomendable disponer de un sistema de control del gasto energético de las calderas.
- En materia de inspecciones se atenderá a lo establecido en el RITE.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.
- Comprobar mensualmente el consumo, pues un aumento de este puede ser indicativo de un desajuste.
- Revisar semestralmente el circuito de humos, estado del material refractario, calderas, sistema de control, radiadores, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Realizar anualmente limpieza de conductos de humos y chimenea, revisión del aislamiento térmico, comprobación de la estanqueidad de los ramales de distribución.
- Se deberá evaluar la idoneidad de compaginar el sistema de control con el de otros dispositivos: iluminación, climatización y ventilación, medición de consumos, aparatos elevadores, elementos de sombreado, control de acceso y sistemas de vigilancia y control de incendios, para crear una verdadera plataforma de seguimiento.

Aunque en la actualidad se habla mucho del impacto del consumo de la calefacción en la tasa de emisiones de CO₂ a la atmósfera, este no es ni mucho menos un problema nuevo. Pues ya en 1272, el rey Eduardo I de Inglaterra se vio en la necesidad de regular el uso de chimeneas domésticas, ante periodos de uso masivo durante olas de frío, para librar a la ciudad de Londres del humo, pues ya incluso en esa época, eran conscientes de los problemas de salud derivados de la contaminación. Así pues, aunque han pasado ya varios siglos y los sistemas de calefacción han evolucionado hacia la eficiencia, hay una cosa que no ha cambiado: el consumo responsable es la mejor estrategia para luchar contra la contaminación de nuestro entorno.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR



7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





MEJORA DE AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

Consiste en la aplicación de un recubrimiento con propiedades aislantes sobre tuberías y depósitos para minimizar las pérdidas térmicas en la red de distribución y con ello, conseguir un importante ahorro económico.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input type="radio"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad <input type="range"/>
<input type="radio"/> Implantación fases	<input type="radio"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="range"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión €

Descripción de la actuación

Uno de los puntos más habituales de fugas de energía en la red de calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS) lo constituyen los daños en el aislamiento (coquillas) de los elementos de reparto y almacenamiento de agua caliente, así como la existencia de aislamientos obsoletos. Hay que tener presente que la regulación en materia de aislamientos se ha hecho mucho más restrictiva en los últimos años, considerándose un elemento vital para el ahorro. Por ello, las inspecciones deben valorar tanto la adecuación a los actuales estándares normativos, como el estado de la red.

Entre las opciones de aislamiento para tuberías y depósitos que ofrece el mercado, podemos destacar las siguientes:

- **Espuma elastomérica:** caucho sintético flexible y de fácil instalación.
- **Lana mineral (de vidrio y de roca):** tejido fibroso, generalmente recubierto por una capa de aluminio, que se emplea tanto en envolventes como instalaciones térmicas.
- **Polietileno:** polímero utilizado en coquillas para tuberías por su buen ajuste a formas y diámetros.

La elección del tipo de coquilla viene determinada por su resistencia térmica y su espesor, fijado por el RITE en función de la temperatura de trabajo y los diámetros de la tubería.

Para un ahorro efectivo, el aislamiento deberá dar soporte tanto a las tuberías como a los componentes hidráulicos accesibles, abarcando la sala de calderas, los trayectos a través de huecos técnicos, patinillos o falsos techos, con especial énfasis en exteriores (cubiertas, fachadas y terrazas).



Incidencia detectada

- Cumplimiento en cuanto a la reacción al fuego, de 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.
- Cumplimiento de los requisitos de aislamiento de las tuberías de diámetro mayor marcados por el RITE.

Normativa

- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **CTE-DB HS4**
Suministro de agua.
- **CTE-HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Cuando técnicamente no sea posible cumplir con el espesor recomendado por el RITE, se tendrá presente que el mayor porcentaje de ahorro se produce con los primeros 10 mm de espesor, valorando materiales de mayor resistencia térmica.
- Un análisis termográfico puede facilitar la identificación de puntos vulnerables.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE
Y NO CONTAMINANTE





INSTALACIÓN DE RADIADORES Y VALVULERÍA

Los radiadores obsoletos o fuera de servicio podrán ser sustituidos por modelos con mejores prestaciones ambientales y de confort, asegurando de esta manera el bienestar de los usuarios con la menor huella ecológica posible.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input type="radio"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="radio"/> Permiso necesario	Complejidad
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión €

Descripción de la actuación

Los centros educativos suelen presentar sistemas de calefacción con calderas convencionales de gasóleo o gas natural que proyectan el agua a través del circuito de reparto hasta los radiadores, más económicos que otras opciones y de sencilla instalación.

Aunque los radiadores responden a un principio físico muy sencillo, como es la transmisión del calor del agua que circula por su interior, existen modelos con prestaciones ambientales muy superiores a la de los modelos del siglo pasado. Por lo que una buena manera de aumentar el confort y rendimiento térmico de los centros escolares pasa por la sustitución de los emisores térmicos actuales por otros que cumplan la instrucción IT 02.11.2.2 del RITE, que recoge expresamente que “en instalaciones de calefacción dotadas de radiadores o conveectores 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 ...”.

Podemos elegir entre radiadores de aluminio o de chapa de acero, según nuestras necesidades, pues si bien los de chapa son más resistentes y duraderos, los de aluminio se calientan más rápidamente y permiten diseños más estéticos.

Por su parte, las válvulas termostáticas posibilitan el control de la temperatura de entrada al radiador adecuándola a la temperatura ambiente de cada sala, regulando el paso de más o menos agua caliente. Aunque existen modelos manuales, lo ideal es que se instalen válvulas de cabezal termostático que permiten un control más preciso de la temperatura del aula o despacho.



Incidencia detectada

- Disponibilidad de espacio.

Normativa

- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **CTE-DB SI**
Seguridad en caso de incendio.
- **CTE-HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Es necesaria una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- Es altamente recomendable cerrar las llaves de los radiadores de las estancias que no se encuentren en uso habitualmente.
- Es recomendable disponer de distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona, así como una conexión de retorno invertido.
- En los espacios interiores no será necesaria la colocación de aislamiento en los tubos, pues actuarán como emisores de calor. En cambio, es necesaria cuando los tubos pasen por zonas exteriores, ya que de lo contrario se producirán pérdidas.
- La instalación se zonificará según la orientación, la distribución y las diferentes áreas.
- Es recomendable disponer de un sistema de control del gasto energético de las calderas.
- En materia de inspecciones se atenderá a lo establecido en el RITE.
- Semestralmente se revisará el sistema de control, radiadores, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Anualmente se revisará la revisión el aislamiento térmico y estanqueidad de los ramales de distribución.
- El mantenimiento obligatorio lo realizarán empresas autorizadas.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR



7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





INSTALACIÓN DE BIOMASA

Con unas altas prestaciones ambientales, al ser un recurso renovable, autóctono y con balance de emisiones neutro, las instalaciones térmicas de biomasa se han erigido en una excelente alternativa para cubrir las necesidades de calefacción y ACS en centros educativos.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



Descripción de la actuación

Las calderas de biomasa son aparatos que proporcionan solo calefacción o calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) mediante la combustión de desechos orgánicos, siendo los más comunes:

● **Pellets:** 4,03 c€/kWh

● **Astillas:** 2,46 c€/kWh

● **Residuos agroindustriales (Huesos de aceituna y cáscaras de frutos secos):** 1,92 c€/kWh

Si bien las instalaciones de biomasa pueden dar cobertura completa a los centros escolares, pueden combinarse con las ya implantadas para reducir el impacto de la inversión inicial.

Este tipo de instalaciones contribuyen sensiblemente a la lucha contra el cambio climático en tanto que no emiten gases de efecto invernadero, presentan una vida útil elevada (>30 años), contribuyen a la economía local, refuerzan los valores ético-ambientales del centro y mejoran la calificación ambiental del edificio.



Para su instalación se necesitan salas de calderas de mayor tamaño, ya que las calderas suelen ser más grandes que las convencionales y contar con elementos accesorios (como depósito de inercia o área de mantenimiento) así como el emplazamiento para el almacenamiento del combustible, debiendo este ser accesible para su recarga y cercano a la sala de calderas. Para su cálculo, los fabricantes disponen de tablas de equivalencias, para estimar el volumen de combustible en función de las necesidades: para una instalación de 70 kW que opere 1.000 horas/año se necesita de 14 t/año (20 m³) de pellets o 20 t/año (100 m³) de astilla. Además, entre las tareas de mantenimiento cabe destacar la retirada periódica (2-3 veces por temporada) de las cenizas producidas, aunque los últimos modelos disponibles en el mercado ya desarrollan esta labor de forma automatizada.

La elección de la potencia del equipo, irá en función a las características del edificio (superficie, ubicación, materiales de construcción...), el uso y el volumen de inercia.

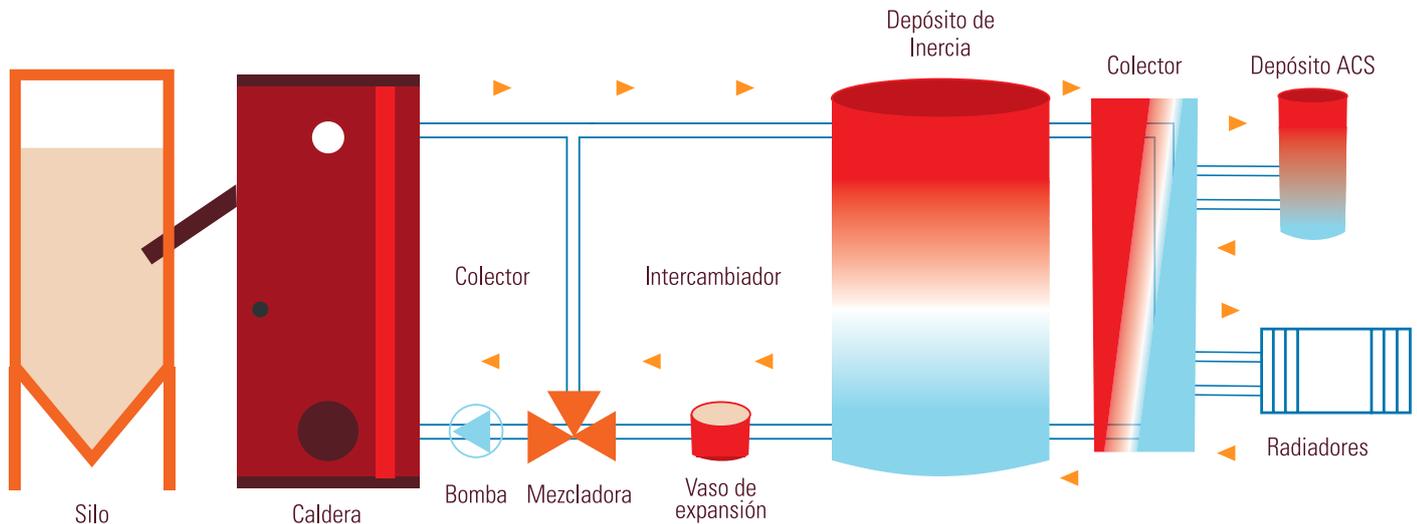


Figura 1.30 - Esquema de instalación de biomasa

Incidencia detectada

- Disponer de espacio suficiente tanto para la caldera como para elementos auxiliares.
- Disponer de espacio suficiente y accesible para el almacenamiento del combustible.
- Disponer de suministro garantizado de combustible a menos de 50 Km.
- Para cubrir variaciones rápidas en la demanda térmica habrá que disponer de acumulación de inercia (se recomienda 20-30 l/kW aproximadamente).

Normativa

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE
- CTE-DB HS4
Suministro de agua.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT
- CTE-DB SI
Seguridad en caso de incendio.
- CTE-HE2
Condiciones de las instalaciones térmicas.



CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Este tipo de sistemas requiere una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- Es recomendable disponer de suficiente acumulación de inercia para responder a variaciones rápidas de la demanda térmica, considerándose 20-30 l/kW una buena cobertura.
- Es recomendable disponer de distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona, así como una conexión de retorno invertido.
- En los espacios interiores no será necesario colocar aislamiento en los tubos, pues estos actuarán como emisores de calor. Si será necesario, en cambio, cuando los tubos pasen por zonas exteriores, ya que de lo contrario se producirán pérdidas.
- La instalación se zonificará según la orientación, la distribución y las diferentes áreas.
- Es recomendable disponer de un sistema de control del gasto energético de las calderas y de programadores automáticos.
- Mensualmente se comprobará el consumo de combustible, consumo de energía, consumo de agua, emisión de CO₂, estanqueidad del quemador, fugas de combustible, tiro de la caldera, bombas de circulación.
- Semestralmente, 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.
- Anualmente, limpieza de conductos de humos y chimenea, revisión del aislamiento térmico, comprobación de la estanqueidad de los ramales de distribución.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE
Y NO CONTAMINANTE



13 ACCIÓN
POR EL CLIMA





CALDERA DE ALTA EFICIENCIA

Las calderas de alta eficiencia (de condensación o de baja temperatura) son, hoy por hoy, una de las mejores alternativas para obtener calefacción y/o agua caliente sanitaria, proporcionando el máximo grado de confort con un importante ahorro energético, por lo que poco a poco reemplazarán a las tradicionales.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión:



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La mayoría de centros educativos disponen de calderas convencionales a base de combustibles fósiles, muchas de las cuales se instalaron con anterioridad a la aparición del RITE, por lo que los criterios de eficiencia energética no tuvieron un gran peso en su elección, encontrándonos con rendimientos que oscilan entre el 60% y 80%.

Esto se traduce no solo en una mayor incidencia ambiental, sino también en un mayor consumo de combustible, por lo que en los últimos años se han explorado nuevos materiales y diseños para hacer más eficientes las calderas, siendo dos las propuestas desarrolladas:

- Calderas de baja temperatura que operan con temperaturas de retorno de agua muy bajas (40°C), sin que la condensación que se produce en el cuerpo de la caldera las dañe.
- Calderas de condensación que aprovechan gran parte del calor latente en forma de vapor de agua en el humo de la combustión para la condensación.

Adecuadas tanto para calefacción como ACS, su eficiencia energética ronda el 98%, lo que supone un ahorro energético de hasta el 50% y una reducción de emisiones contaminantes de hasta el 70%.



Incidencia detectada

- Cumplimiento de la normativa actual, en caso de sustitución de las calderas convencionales por modelos de alta eficiencia.
- Valorar la oportunidad de proponer modelos bajo fuentes energéticas renovables.

Normativa

● CTE-DB HE0

Limitación del consumo energético.

● CTE-DB HE1

Condiciones para el control de la demanda energéticas.

● CTE-DB HE2

Condiciones de las instalaciones térmicas.

● Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE

● Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.

● Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

● Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Para la instalación de estos sistemas es preciso una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- Es recomendable disponer de distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona, así como una conexión de retorno invertido.
- En los espacios interiores no será necesario la colocación de aislamiento en los tubos, pues actuarán como emisores de calor. Sí será necesario en cambio, cuando los tubos pasen por zonas exteriores, ya que de lo contrario se producirán pérdidas.
- La instalación se zonificará según la orientación, la distribución y las diferentes áreas.
- Es recomendable disponer de un sistema de control del gasto energético de las calderas y de programadores automáticos.
- Se llevará a cabo de forma semestral la limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





INSTALACIÓN DE GEOTERMIA

La energía geotérmica es aquella energía que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor interior de la tierra. La energía geotérmica de muy baja temperatura se regenera constantemente por efecto del sol, la lluvia y el calor interno de la Tierra, de tal manera que puede aprovecharse en cualquier territorio todos días del año, dando cobertura tanto en régimen de frío como de calor y ACS a través de fancoils o suelo radiante.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión:



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El funcionamiento de las instalaciones de geotermia responde a un intercambio de temperatura con el medio externo (suelo por debajo de 25 m). Para ello, se articula un sistema compuesto por el captador o conjunto de tubos horizontales o verticales por cuyo interior circula agua, la bomba de calor geotérmica (máquina termodinámica que adecúa la energía captada a las necesidades de uso) y los elementos emisores (suelo radiante o/y fan-coils). De este modo, en invierno el terreno cede calor para calefacción, mientras que en verano es la instalación la que revierte el calor al terreno.

A la hora de elegir un sistema u otro, es recomendable optar por los de intercambiadores verticales, pues ofrecen mejores rendimientos, contando con simulaciones y test de respuesta térmica para, en función de las demandas del centro escolar y de las características del terreno, determinar el diseño del campo de captadores: número, profundidad y disposición de los sondeos.

Este tipo de instalaciones ofrecen altos rendimientos, aunque pueden necesitar apoyos para proporcionar temperaturas de ACS de 60°C. No obstante, por su baja tasa de emisiones, universalidad, durabilidad e impacto positivo sobre la calificación energética del edificio, son una alternativa a considerar para avanzar hacia la sostenibilidad de los centros escolares.

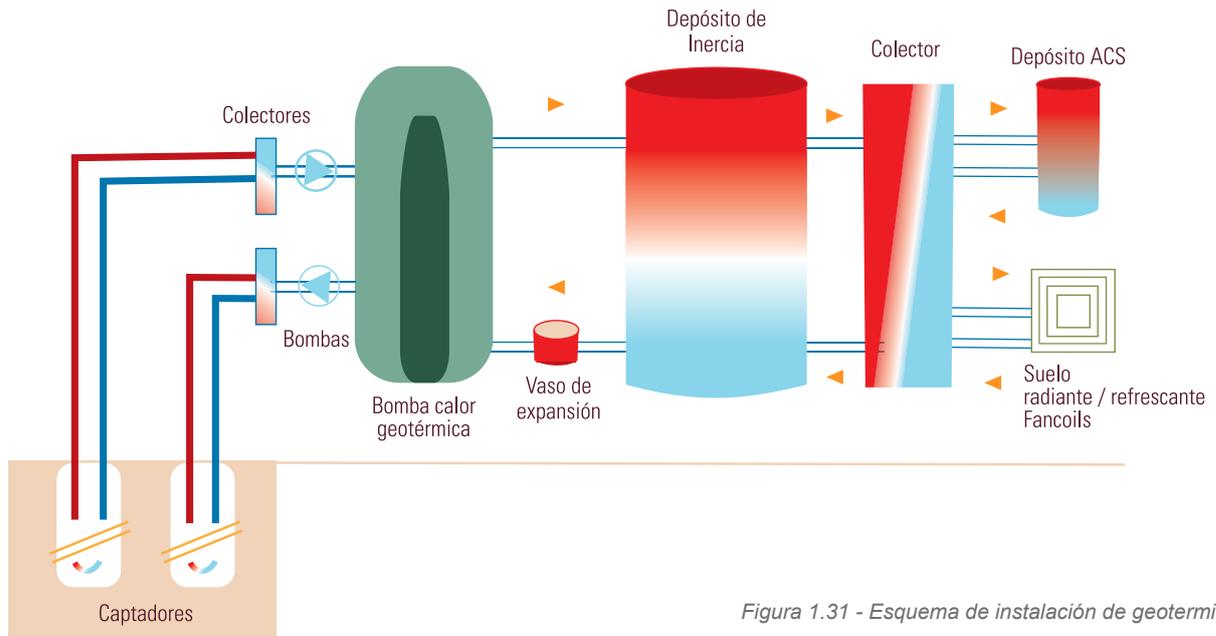


Figura 1.31 - Esquema de instalación de geotermia

Incidencia detectada

- Disponer de evaluación mediante Test de Respuesta Térmica (TRT) para definir las características de la instalación.
- Disponer de espacio suficiente.
- Autorización de las administraciones competentes.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energéticos.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **CTE-DB HS4**
Suministro de agua.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Este sistema requiere una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- Es recomendable disponer de distribución bitubular con trazado en línea general y sublínea por planta y zona, así como una conexión de retorno invertido.
- En los espacios interiores no será necesario la colocación de aislamiento en los tubos, pues estos actuarán como emisores de calor. Sí será necesario, en cambio, cuando los tubos pasen por zonas exteriores, ya que de lo contrario se producirán pérdidas.
- La instalación se zonificará según la orientación, la distribución y las diferentes áreas.
- Es recomendable disponer de programadores automáticos.
- Se comprobará mensualmente el consumo de energía, consumo de agua, fugas, bombas de circulación.
- Se realizará semestralmente la revisión general de los equipos, revisión del sistema de control, revisión general de unidades terminales, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Anualmente se revisará el aislamiento térmico y se comprobará la estanqueidad de los ramales de distribución.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





INSTALACIÓN DE AEROTERMIA

La aerotermia es un sistema de climatización que permite, mediante el intercambio de calor, obtener energía del aire exterior para convertirla en calefacción, refrigeración o ACS, incrementando entre un 350% y un 450% el rendimiento de sistemas de calefacción tradicionales, considerándose una alternativa respetuosa con el medio ambiente.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

✓ Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



✓ Implantación fases

✓ Permiso necesario

Complejidad



✓ Mantenimiento adicional

Inversión:



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El mecanismo de la climatización por aerotermia se fundamenta en un ciclo frigorífico, capaz de generar tanto frío como calor. De esta forma, cuando se encuentra en modo calefacción, el medio exterior (aire) sube la temperatura en la etapa fría de este ciclo, la evaporación. Por el contrario, cuando se encuentra en modo refrigeración, se invierte el ciclo y el aire reduce la temperatura en la etapa de compresión. El frío o calor generado se transfiere al agua mediante un intercambiador de calor para, posteriormente, impulsar el agua a través del sistema de calefacción / refrigeración o ACS. Por sus especificaciones técnicas, son instalaciones adecuadas para edificios pequeños y medianos, pudiéndose contemplar en grandes centros escolares para edificaciones auxiliares. Si bien su vida útil es inferior a otras alternativas, del orden de 20 años, su instalación sencilla y aprovechamiento de recursos renovables la convierten en una opción para mejorar la calificación energética del edificio.

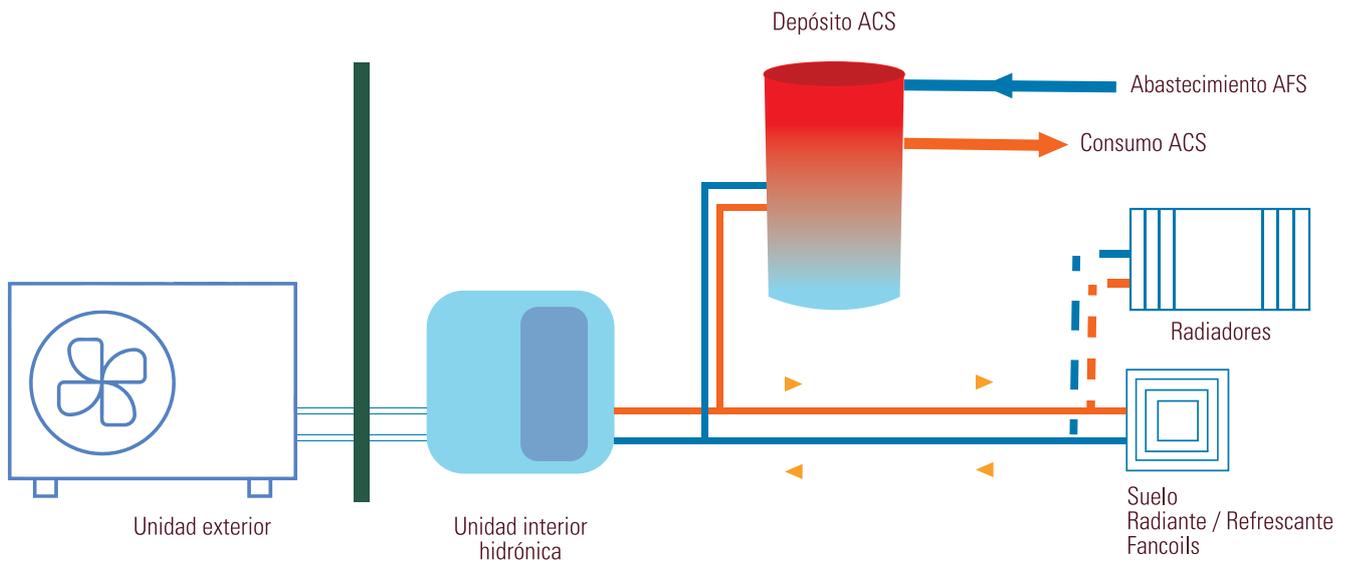


Figura 1.32 - Esquema de instalación de aerotermia

Incidencia detectada

- Disponer de espacio suficiente.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **CTE-DB HS4**
Suministro de agua.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Supone una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- Para demandas energéticas variables, se recomienda integrar un depósito de inercia en paralelo.
- Para una climatización en régimen de frío y calor se recomienda como unidades terminales fancoils o suelo radiante.
- Es recomendable optar por sistemas de calefacción de baja temperatura.
- Los fluidos refrigerantes deberán ser normalizados.
- Se trata de una instalación que se compagina muy bien con sistemas de autoconsumo por placas fotovoltaicas.
- Es recomendable disponer de programadores automáticos.
- Mensualmente se comprobará el consumo de energía, consumo de agua, fugas, bombas de circulación.
- Semestralmente la revisión general, revisión del sistema de control, revisión general de unidades terminales, válvulas, purgadores y puntos de consumo.
- Anualmente la revisión del aislamiento térmico y la comprobación de la estanqueidad de los ramales de distribución.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

En regiones con una alta radiación solar, las instalaciones solares térmicas mediante colectores planos para la generación de energía térmica proporcionan una energía limpia y renovable para la producción, por lo general, de ACS.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad

Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad

Mantenimiento adicional

Inversión:

€ € - € € €

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Estas instalaciones generalmente se usan para la producción de ACS, aunque también se pueden utilizar para la calefacción de baja temperatura (suelo radiante, fancoil) calentando agua entre 40 y 60 °C.

El funcionamiento es bastante sencillo, ya que la radiación solar impacta sobre los captadores planos ubicados sobre la cubierta del edificio, calentando el fluido de su interior (habitualmente agua glicolada). El calor es transmitido al ACS mediante un intercambiador, pudiéndose almacenar en un depósito para su posterior uso. Como se trata de un sistema sujeto a las condiciones climatológicas, cuenta con un sistema de apoyo (caldera) para dar cobertura en momentos de pico de consumo o durante periodos de baja radiación solar.

Con una vida útil que ronda los 20 años, no emiten Gases de Efecto Invernadero (GEI), contribuyendo así a una mejor calificación energética, al tiempo que reducen el consumo energético de fuentes convencionales.

La sección HE 4 del CTE marca una contribución mínima de energía renovable, tanto para los edificios de nueva construcción como para los reformados íntegramente, de al menos el 70% de la demanda energética anual para ACS, incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

En el dimensionado de la instalación deberemos atender al volumen del depósito acumulador y al área total de captadores, dependiendo la relación entre estos dos factores de la radiación solar de la zona. Dada su instalación en altura, se prestará especial atención a que no se produzcan pérdidas por mala orientación, inclinación o sombreado, quedando en todo momento sujeto a lo dispuesto en el CTE DB SE, siendo las dimensiones aproximadas de un captador plano de 2 m² y un peso aproximado de 40 kg.

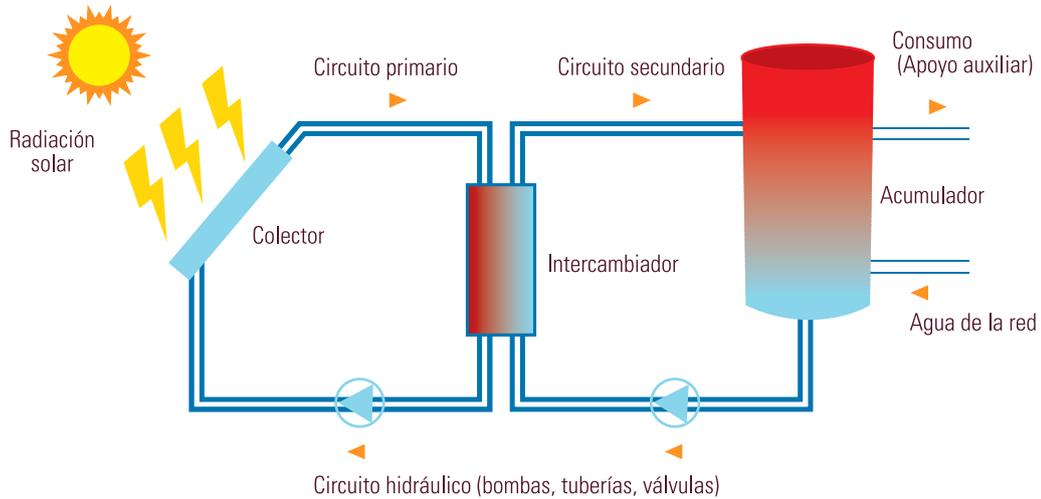


Figura 1.33 - Esquema de instalación solar térmica

Incidencia detectada

- Disponer de instalación de ACS centralizada.
- Disponer de un sistema de apoyo auxiliar para dar cobertura ante la necesidad de un mayor consumo.
- Dimensionar la instalación para alcanzar temperaturas anti-bacterias (legionela).
- Disponer de espacio suficiente y buena recepción solar.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energética.
- **CTE-DB HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **CTE-DB HE4**
Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.
- **CTE-DB HS4**
Suministro de agua.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Estos sistemas exigen una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- Por lo general, los centros educativos presentan una demanda de ACS muy baja, del orden de 4 litros por persona y día a 60°C, por lo que este tipo de instalaciones se emplean más en aquellos centros con instalaciones específicas con una mayor demanda, como los pabellones deportivos con duchas.
- La instalación deberá prevenir problemas tanto de sobrecalentamiento en épocas estivales, como de posibles heladas.
- Se dispondrán sistemas de control integrado, a ser posible automatizados e integrados con otros dispositivos del centro.
- La temperatura de los grifos no deberá superar los 50°C.
- Es recomendable, la regulación del termostato por lo menos en 60°C grados en sistemas de energía auxiliar con acumulación, para evitar riesgos sanitarios.
- Durante periodos vacacionales superiores a un mes, es importante cerrar los circuitos hidráulicos, la alimentación eléctrica (excepto para los elementos protección contra sobretensiones) y vaciar depósitos de acumulación, siendo recomendable además, el vaciado de captadores y/o tapado de los mismos.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





BOMBA DE CALOR CONVENCIONAL

Una bomba de calor frío/calor es un sistema reversible y modulable de uso muy extendido para climatizar aulas, ya que operan tanto en frío como con calor, para mejorar el confort de estas estancias.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Aunque las bombas de calor aire-aire pueden ser compactas (package), las más habituales son partidas (split), brindando climatización a las aulas mediante la inversión del flujo en el ciclo frigorífico gracias a un fluido refrigerante, cuyo cambio de estado de gaseoso a líquido o viceversa es lo que permite enfriar o calentar.

Este tipo de sistemas se compone de una unidad interior que se instala en el propio aula y una externa, que se debe de colocar en cubierta lo más cercana al aula para actuar como condensador en ciclo de frío y como evaporador en ciclo de calor. De forma paralela, la unidad interior se comporta como evaporador en ciclo de refrigeración y como condensador en ciclo de calor. El vertido del aire puede ser directo (propia estancia) o indirecto (conductos de aire), pudiéndose colocar en suelos, paredes y falsos techos. Por las características de los centros educativos, se suele optar por equipos centralizados, donde una unidad exterior da soporte a las distintas unidades interiores de cada aula.

Estos sistemas tienen una vida útil de unos 10 años, con un mantenimiento que se limita a la limpieza anual de filtros y que, en relación a su sencillez de instalación, ofrecen buenos rendimientos.

Para la elección de un equipo adecuado es recomendable contar con el asesoramiento de un profesional, pues además de las dimensiones de la sala a climatizar, inciden otras variables, como el uso, orientación, aislamiento o ventanas.

Deberemos prestar especial atención a la eficiencia energética del mismo, debiendo valorar dos parámetros:

● **EER (rendimiento en refrigeración):** relación entre la capacidad frigorífica y la potencia eléctrica consumida en refrigeración.

● **COP (rendimiento en calefacción):** relación entre la capacidad calorífica y la potencia eléctrica consumida en calefacción.

Aunque los valores de estos parámetros se evalúan por sus correspondientes valores estacionales, denominados: SEER y SCOP.



El etiquetado energético puede ayudar a seleccionar el equipo en función de su calificación energética normalizada:

Clasificación energética	EERR	SEERR	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			

Tabla 1.3 - Etiquetado energético de bomba de calor convencional (split frío/calor)

En los últimos años, han proliferado los equipos con tecnología “inverter” que proporcionan ahorros de hasta el 40% de energía, en relación al uso como aire acondicionado.

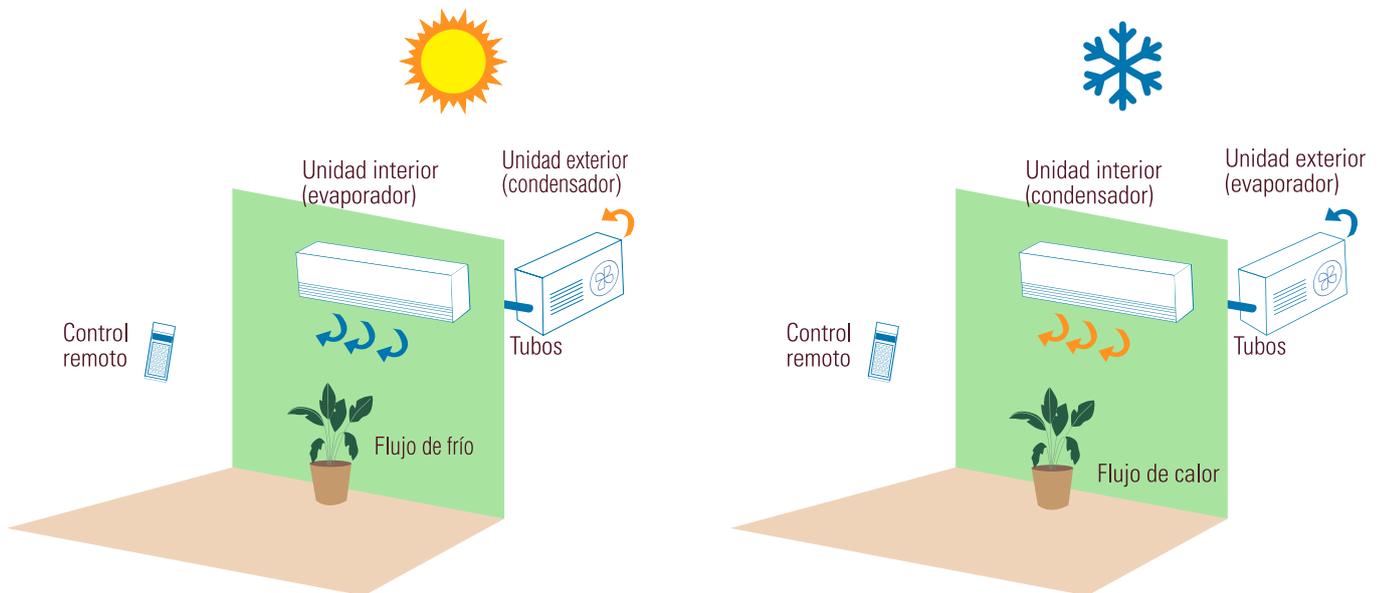


Figura 1.34 - Esquema de tecnología inverter

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Para su instalación es preciso una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- La sustitución de los refrigerantes queda regulada por la normativa. En la actualidad, existen equipos más circulares, que al ser recargables permiten que el refrigerante pueda ser retirado y tratado para servir en otras aplicaciones, convirtiendo un residuo peligroso en una materia prima.
- Es recomendable disponer de sondas y elementos de control lo más automatizables posible para una adecuada gestión del equipamiento.
- Se llevará a cabo de forma semestral la limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.



Incidencia detectada

- Cumplir con los límites establecidos por el fabricante para la longitud máxima de tubería de conexión entre unidades internas y externas. Por lo general, no más de 15m en horizontal y 10m en vertical.
- Disponer de desagües de condensados de ambas unidades.
- Disponer de toma de suministro eléctrico para cada unidad.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR





INSTALACIONES DE REFRIGERACIÓN

CONTROL DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

El desarrollo tecnológico de los últimos años, con desarrollos como el denominado internet de las cosas o la inteligencia artificial, permiten optimizar la eficiencia de los sistemas de climatización desde el control en tiempo real de múltiples variables, lo que supone una mejora del confort ambiental con un menor consumo energético.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La prioridad de los sistemas de control pasa por adecuar el consumo a la demanda real y en todo momento, tanto del edificio en su conjunto como de las estancias por separado. Aunque 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”, debemos entender este tipo de soluciones como una oportunidad más que como una obligación por normativa, pues permiten grandes ahorros de consumo, facilitan el mantenimiento y contribuyen a una mayor sensación de confort en las estancias.

Para sacar el máximo partido a este tipo de dispositivos, lo ideal es que se planteen desde plataformas de control, integrando en ellas el máximo de elementos (control de climatizadores, ventanas, protectores solares...) de tal manera que en base a los registros de sensores distribuidos por todo el centro educativo, el control active los elementos que permitan un mayor rendimiento con un menor consumo.

La irrupción del internet de las cosas y de la inteligencia artificial no solo ha simplificado su instalación, sino que ha aumentado su interactividad, enviando alertas al móvil de los responsables asignados, ante posibles incidencias, recomendaciones o sugerencias, como por ejemplo, recomendar al profesorado abrir las ventanas del aula si el ambiente de la sala supera ciertos niveles. Además, la recopilación de datos en espacios de alta ocupación como son los centros escolares, son vitales para las aplicaciones de Big Data que dan soporte a la toma de decisiones en las ciudades inteligentes.



Incidencia detectada

- Disponer de climatizadores relativamente recientes que permitan el control automatizado.

Normativa

- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Plantear formación práctica dirigida al profesorado y personal de mantenimiento para la interpretación y manejo de los sistemas de control.
- Conservar las instrucciones de los dispositivos.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





EQUIPO PARTIDO DE EXPANSIÓN DIRECTA (SOLO FRÍO)

Para salas puntuales, como pueden ser los despachos o salas de profesorado que solo requieran refrigeración en momentos puntuales, por su simplicidad y operatividad individual se pueden instalar equipos de expansión directa tipo Split, contribuyendo así al confort de los usuarios.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad <input type="range" value="10"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="radio"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="range" value="5"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión: €

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Frente a los “Split” reversibles, que ofrecen soluciones de calefacción y refrigeración, los equipos de expansión directa solo ofrecen la posibilidad de refrigerar. En ellos, el refrigerante recorre un circuito de tuberías de cobre pasando de estado líquido a gaseoso en el interior y de gaseoso a líquido en el exterior, lo que permite extraer calor de la sala y liberarlo al exterior del edificio.

Se compone de una unidad interior que se instala en el despacho o sala y una externa, que se suele colocar en cubierta lo más cercana a la estancia para actuar como condensador. El vertido del aire puede ser directo (propia estancia) o indirecto (conductos de aire), pudiéndose colocar en suelos, paredes y falsos techos. Por las características de los centros educativos, se suele optar por equipos centralizados, donde una unidad exterior da soporte a distintas unidades interiores para cada sala.

Su vida útil es de 10 años aproximadamente, con un mantenimiento que se limita a la limpieza anual de filtros y que en relación a su sencillez de instalación, ofrecen buenos rendimientos.

Para la elección de un equipo adecuado, es recomendable contar con el asesoramiento de un profesional, pues además de las dimensiones de la sala a climatizar, inciden variables, como el uso, orientación, aislamiento o ventanas.

Deberemos prestar especial atención a la eficiencia energética del mismo, debiendo valorar la eficiencia energética puntual de un sistema de aire acondicionado, es decir, relación entre la capacidad frigorífica y la potencia eléctrica consumida en refrigeración (EER), aunque habitualmente se trabaja con sus correspondientes valores a lo largo de una temporada completa de refrigeración, denominado SEER.

El etiquetado energético puede ayudar a seleccionar el equipo en función de su calificación energética normalizada:



Clasificación energética	EER	SEERR
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	

Tabla 1.4 - Etiquetado energético de equipo partido de expansión directa tipo split (solo frío)

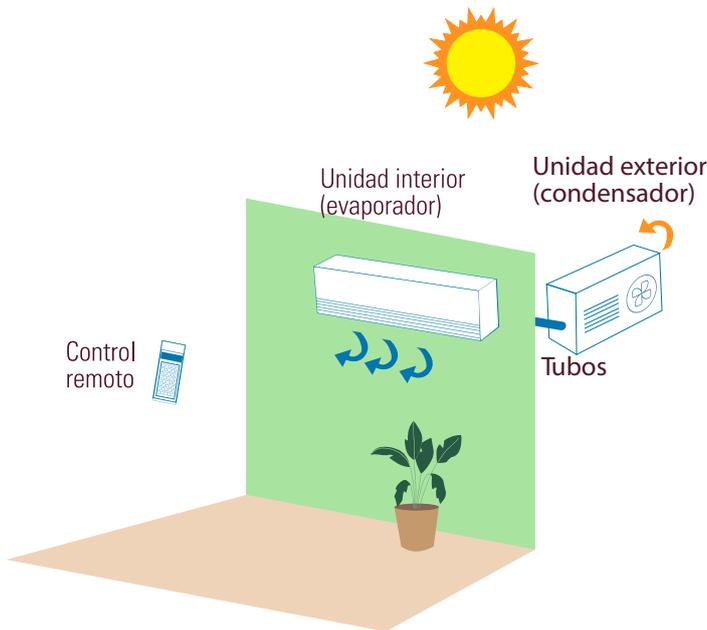


Figura 1.39 - Equipo partido de expansión directa tipo split

En los últimos años, han proliferado los equipos con tecnología “inverter” que proporcionan ahorros de hasta el 40% de energía, en relación al uso como aire acondicionado.

Incidencia detectada

- Cumplir con los límites establecidos por el fabricante para la longitud máxima de tubería de conexión entre unidades internas y externas. Por lo general, no más de 15m en horizontal y 10m en vertical.
- Disponer de desagües de condensados de ambas unidades.
- Disponer de toma de suministro eléctrico para cada unidad.

Normativa

- **CTE-DB HEO**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**



CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Para su instalación es precisa una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- La sustitución de los refrigerantes queda regulada por la normativa. En la actualidad, existen equipos más circulares, que al ser recargables permiten que el refrigerante pueda ser retirado y tratado para servir en otras aplicaciones, convirtiendo un residuo peligroso en una materia prima.
- Es recomendable disponer de sondas y elementos de control lo más automatizables posible para una adecuada gestión del equipamiento.
- Se llevará a cabo de forma semestral la limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE
Y NO CONTAMINANTE





INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

OPTIMIZACIÓN DE LA LUZ NATURAL

El uso de la luz natural, en ocasiones infrautilizada, no solo supone un importante ahorro en materia de consumo, sino que tiene importantes beneficios fisiológicos y psicológicos para los ocupantes del centro, debiéndose en todo momento priorizar su uso frente a fuentes artificiales.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Sociales



Económicos



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción

Durabilidad

Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad

Mantenimiento adicional

Inversión €

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La luz natural presenta un alto índice reproducción cromática e implicación en los procesos fisiológicos donde, por ejemplo, nuestro cuerpo necesita los rayos del sol para crear vitamina D, la cual participa de la fijación de calcio a nuestros huesos, tan importante en la fase de crecimiento de nuestros escolares. Además, la luz de ambiente contribuye a conformar ambientes de estudio agradables y estimulantes, siempre que se disponga de suficiente confort visual como para no requerir un sobre esfuerzo visual. A este respecto es importante, disponer de suficientes superficies acristaladas o de programar actividades en zonas exteriores en horarios adecuados. En función de las zonas, podemos considerar los siguientes niveles de iluminación como aceptables:

ESTANCIAS	NIVEL DE ILUMINACIÓN
Circulaciones	100 lux
Aulas y espacios docentes	300 lux
Bibliotecas y zonas de lectura	500 lux
Gimnasio	300 lux
Aseos	200 lux
Cocina	500 lux

Tabla 1.5 - Niveles de iluminación recomendados por estancias



La disposición de mamparas, tabiques translúcidos u otros elementos que permitan el aprovechamiento de la luz natural, solo deberá realizarse si sustituye a elementos opacos que limitan significativamente el uso de la luz natural. En aquellas estancias sin ventanas, que requieran estar iluminados solo durante las horas del día, se pueden instalar tubos solares de luz natural. Su mecanismo consiste en un cilindro hueco con interior reflectante que se instala en el tejado o en la fachada del edificio, de tal manera que capta la luz solar a través de una cúpula y la transporta por el tubo al interior de la estancia de forma difuminada a través de un plafón cóncavo. De este modo, se consigue iluminación sin consumo eléctrico y sin complejas obras.

Una de las acciones que mayor rendimiento puede arrojar, en relación con su bajo coste, es un buen diseño de los edificios y de la redistribución de los elementos para optimizar la entrada de luz natural, pues en buena parte de los centros educativos la luz natural está infrautilizada por no estar bien compaginada con los elementos estructurales, o por no integrar adecuadamente la programación escolar. Así, por ejemplo, planificar al inicio de curso las actividades exteriores, como pueden ser las actividades extraescolares, en horarios de mayor luminosidad exterior, reportará un importante ahorro en consumo energético, además de proveer de la carga solar diaria necesaria a nuestro alumnado.

Un papel destacado juega en este sentido los sistemas de automatización, pues sorprendería saber cuántos centros activan la iluminación artificial aún en condiciones de luz natural aceptables, por lo que una adecuada formación del personal de mantenimiento del centro y ajuste de los sistemas de control a las circunstancias reales es otro punto importante de actuación.

Incidencia detectada

- Disponer de superficies acristaladas que permitan el paso de la luz a las estancias interiores.

Normativa

- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE3**
Condiciones de las instalaciones de iluminación.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **Normas UNE correspondientes.**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Es altamente recomendable disponer de un 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 espacios de uso esporádico se pueden instalar sistemas de encendido y apagado por detección de presencia temporizado o por un sistema de pulsador temporizado.
- A la hora de redistribuir espacios interiores, es importante considerar la posibilidad de deslumbramientos que dificulten visualizar elementos como las pizarras.
- En espacios como las aulas, los puntos más cercanos a las ventanas gozarán de mayor iluminación, lo que podemos solventar encendiendo solo las luces de los puntos más alejados a estas.

Para profundizar en la materia se recomienda la lectura de Documento de referencia: Guía técnica: Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. IDAE. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10055_GT_aprovechamiento_luz_natural_05_ff12ae5a.pdf



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR





CONTROL DE INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Para un uso lo más eficiente posible de los sistemas de iluminación resulta fundamental disponer de sistemas de control que adecuen el consumo a la demanda real, en función del uso y de la ocupación de los distintos espacios del centro escolar.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción <input checked="" type="radio"/>	Durabilidad <input type="range" value="80"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="radio"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="range" value="20"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión <input checked="" type="radio"/>

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Aunque existen modelos tanto manuales como automáticos, son preferibles los segundos por ser más constantes. Entre las variables a considerar para regular el sistema de iluminación cabe destacar el horario de uso del centro escolar, el aporte de luz natural, el nivel de ocupación de la estancia y su uso, ya que, no se requiere la misma intensidad de luz para una sala de lectura que para un aseo.

Los sistemas de control se pueden clasificar en función de su complejidad, estableciéndose los siguientes:

- Control individual: una unidad de control para cada luminaria.
- Control por circuito: una unidad de control da soporte a las luminarias del mismo circuito.
- Control de sala: una unidad de control da soporte a todas las luminarias de una estancia.
- Control por cuadros: una unidad de control actúa desde los cuadros y subcuadros eléctricos, dando soporte a distintos circuitos de iluminación.
- Control de edificio: una unidad de control da soporte a todos los circuitos de iluminación del centro escolar.



Para sacar el máximo partido a los sistemas de control, es interesante contar con determinados sistemas auxiliares, tales como:

- Sensores de luminosidad: instalados a 3 m de las ventanas, informan de la posibilidad de aprovechamiento de luz natural.
- Detectores de presencia: instalados en zonas de ocupación limitada en el tiempo, como pasillos de acceso.
- Pulsadores temporizados: instalados en aseos o salas con escasa ocupación esporádica.
- Reguladores de iluminación: instalados en espacios de trabajo con necesidades específicas.
- Interruptores crepusculares y programadores astronómicos: instalados para el máximo aprovechamiento de la luz solar.

Gracias a los sistemas de control, se producen ahorros nada desdeñables, jugando un papel muy importante en materia de sensibilización.

Incidencia detectada

- 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).*
- Garantizar que el alumbrado de vigilancia será de un 15% del alumbrado general, y el de limpieza del 50%.

Normativa

- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE3**
Condiciones de las instalaciones de iluminación.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **Normas UNE correspondientes.**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Los sistemas de control permiten un mayor margen de trabajo, pudiendo, por ejemplo, programar encendidos diferentes para las luces próximas a ventanas y el interior.
- Es recomendable que el encendido de espacios comunes se ejecute desde un cuadro de mando instalado en el área de conserjería.
- Se deberá prestar especial atención a la seguridad, quedando los cuadros de protección fuera del alcance del alumnado y protegidos con llave.
- Ante periodos de inactividad prolongada se recomienda desconectar la instalación con interruptor general en el cuadro general.
- Cualquier tipo de manipulación deberá ser efectuada por personal especializado.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





RENOVACIÓN DE ILUMINACIÓN INTERIOR

Para mejorar la eficiencia energética del edificio se puede plantear la sustitución de los sistemas de iluminación por dispositivos que utilicen fuentes de luz como LED, fluorescencia, halogenuros metálicos, inducción magnética u otras de eficiencia energética similar o superior, de tal manera que se consiga una importante reducción de la huella de carbono del edificio y una disminución del consumo.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Las exigencias de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación vienen definidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE DB HE3), garantizando, para su ajuste a la ocupación real y para el aprovechamiento de la luz natural respectivamente.

En función de las zonas, podemos considerar los siguientes niveles de iluminación como aceptables:

ESTANCIAS	NIVEL DE ILUMINACIÓN
Circulaciones	100 lux
Aulas y espacios docentes	300 lux
Bibliotecas y zonas de lectura	500 lux
Gimnasio	300 lux
Aseos	200 lux
Cocina	500 lux

Tabla 1.6 - Niveles de iluminación recomendados por estancias

En los centros escolares dependiendo de las necesidades de cada estancia, se pueden emplear distintos tipos de lámparas, como fluorescentes, de descarga, de halogenuros metálicos, LED...



ACCIÓN POR EL CLIMA EN CENTROS EDUCATIVOS

Línea 1: Mejora de la eficiencia energética, ventilación y salud en los edificios educativos

36

La elección del tipo de lámpara depende de su eficacia, cualidades cromáticas, flujo luminoso, vida media, equipo necesario y aspectos medioambientales, entre otros. Por tanto, para elegir la opción más adecuada, deberemos seguir la siguiente secuencia:

- Acotar aquellas lámparas que cumplan los parámetros tono de luz o temperatura de color (K) e índice de reproducción cromática (Ra) recomendados para la estancia de aplicación.
- De entre las anteriores, optar por la de mayor eficacia, es decir, la que promedie mayor valor lm/vatio.
- Elegir el modelo de mayor durabilidad y menores necesidades de mantenimiento.

Siendo por lo general la mejor elección la tecnología LED, pues ofrecen un 20% más de iluminación con un ahorro del 40% en el consumo, a lo que debemos sumar el ahorro en mantenimiento, pues presentan una vida útil de aproximadamente 50.000 horas.

A título orientativo del importante ahorro que supone esta medida, ofrecemos el siguiente ejemplo:



Tabla 1.7 - Comparativa instalación iluminación convenciones e iluminación LED

Incidencia detectada

- 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),*
- Disponer de una altura mínima de 2,5 m para la colocación de la iluminación interior de aulas y de más de 5 m para espacios tipo gimnasio y SUM (Salas de Usos Múltiples), debiendo en estos últimos, estar protegidas contra impactos y caídas.
- Garantizar que el alumbrado de vigilancia será de un 15% del alumbrado general, y el de limpieza del 50%.

Normativa

- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE3**
Condiciones de las instalaciones de iluminación.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **Normas UNE correspondientes.**



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR





CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Es recomendable disponer de sistemas de control automatizados para optimizar el rendimiento de las lámparas, así como de balastos para mantener un flujo de corriente estable.
- Se llevará a cabo de forma anual la limpieza general y prueba de buen funcionamiento. Anualmente, reponiendo las láminas y lámparas defectuosas.
- Se llevará a cabo de forma bianual la comprobación de fijaciones a forjado o falso techo.
- Se llevará a cabo cada 5 años la inspección periódica por organismos de control.
- Llevar a cabo la limpieza de las lámparas siempre con estas apagadas.
- Cualquier tipo de manipulación deberá ser efectuada por personal especializado.
- Las luminarias empleadas en cocina, deberán además, presentar un elevado grado de estanqueidad, con protectores plásticos que impidan la caída de cristales por la rotura de alguna lámpara.

Para plantear la sustitución de luminarias por LED y cumplir con los parámetros de iluminación y los criterios de calidad, diseño, instalación, explotación, mantenimiento y gestión, se recomienda consultar 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). https://www.idae.es/sites/default/files/general_content/Eficiencia%20Energ%C3%A9tica%20Iluminacion%20Centros%20Docentes.pdf





OTRAS INSTALACIONES

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO

La instalación de energía solar fotovoltaica, más allá de mostrar el compromiso del centro por las energías renovables, es una solución técnica para reducir el coste del suministro eléctrico, generando parte de la energía consumida.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo



Revalorización del espacio urbano

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión:



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Los paneles fotovoltaicos se fundamentan en el efecto fotoeléctrico para generar energía eléctrica a partir de la luz solar, siendo especialmente efectivos en centros escolares, donde los picos de mayor demanda suelen coincidir con los de mayor insolación. El sistema se configura a través de un conjunto de módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo que captan la energía solar que, por medio de un inversor, se transforma en corriente alterna para su uso en las instalaciones. Habitualmente, se disponen elementos de control y medición para una mayor optimización de su rendimiento.

En materia de autoconsumo, a tenor de lo dispuesto en el Real Decreto 244/2019 podemos establecer dos modalidades en función de si se produce excedente o no, pudiendo elegir si el excedente se usa para compensar la facturación o se vende en el mercado eléctrico.

Para planificar su instalación es muy importante disponer de espacio, en tanto que se necesiten 10-12 m² de radiación directa por kW de potencia instalada. Estas estructuras, con una vida útil de unos 25 años, aunque tienen un peso relativamente ligero (20 Kg) presentan una gran resistencia a los vientos, por lo que en su instalación, en materia de seguridad se registrará por lo dispuesto en el CTE DB SE, así como a la orientación, inclinación y sombreado estipuladas en el CTE HE5.



Incidencia detectada

- Disponer de suficientes espacios libres de sombras.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE5**
Generación mínima de energía eléctrica.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.**
- **Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.**
- **REBT- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.**
- **CTE-DB SE**
Seguridad Estructural.
- **Código Estructural**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Un buen diseño puede integrar los sistemas fotovoltaicos de tal manera que cumplan otras funciones, como por ejemplo la de voladizos.
- Se deberá prestar especial atención a la seguridad, quedando los cuadros de protección fuera del alcance del alumnado y protegidos con llave.
- Ante periodos de inactividad prolongada se recomienda desconectar la instalación con interruptor general en el cuadro general.
- Cualquier tipo de manipulación deberá ser efectuada por personal especializado.
- Pueden integrarse en una comunidad energética local, con participación de la Entidad Local.

Para saber más acerca de autoconsumo te invitamos a consultar la [Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo. IDAE \(Edición V.3\)](https://www.idae.es/publicaciones/guia-profesional-de-tramitacion-del-autoconsumo). <https://www.idae.es/publicaciones/guia-profesional-de-tramitacion-del-autoconsumo>



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





INSTALACIÓN MINIEÓLICA

En centros escolares que por su ubicación geográfica permitan el aprovechamiento de la energía eólica, la instalación de equipos minieólicos será una opción a contemplar como apoyo al suministro energético del centro.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo



Revalorización del espacio urbano

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión:



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La energía minieólica aprovecha los recursos eólicos mediante la utilización de aerogeneradores que tienen un área de barrido inferior a 300 m² y están conectados a redes de baja tensión por debajo de los 100 kW, constituyendo una buena solución para reducir los consumos en energía eléctrica en centros aislados de pequeño tamaño.

Además de ser una fuente renovable, generan energía próxima al punto de consumo, por lo que se evitan las pérdidas por transporte de la generación distribuida. Instalables tanto en suelos, como en cubiertas, en los últimos años han resuelto muchos de los problemas que presentaban en sus orígenes, como la generación de ruidos, vibraciones y turbulencias.

La potencia que puede suministrar un aerogenerador depende del área de barrido, del número y diseño de las palas que forman el rotor. Aunque el mercado ofrece cada vez más modelos alternativos, en general podemos clasificarlos en dos grupos de aerogeneradores:



Eje horizontal

El rotor puede orientarse en la dirección de incidencia del viento (delante de la torre) o en la dirección dominante del viento (detrás de la torre), en cuyo caso no se necesita un sistema de orientación.



Figura 1.40 - Instalación minieólica eje horizontal

Eje vertical

Orientados a la dirección predominante del viento, no necesitan una gran altura ni una estructura de torre tan poderosa como los modelos verticales, comenzando a girar con una menor velocidad de viento, aunque por lo general son menos eficientes.

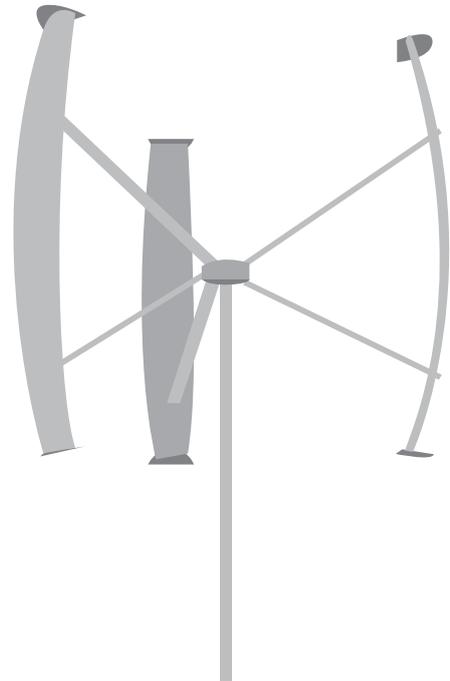


Figura 1.41 - Instalación minieólica eje vertical

Para contemplar su instalación, deberemos:

- Identificar la media de viento que hay en una localidad concreta, contando para ello con el Atlas Eólico de España que encontrarás en la página web del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). <https://www.mapaeolicoiberico.com/map:latitude=42.81953;longitude=-1.63290;altura=50;dato=micro>





- Estudiar la disponibilidad de espacio, tanto del dispositivo en sí como para una circulación de los vientos libre de obstáculos (árboles, edificios, etc.).
- Valorar el modelo de miniturbina eólica que mejor se ajuste a nuestras necesidades energéticas.

Por sus ventajas, pero limitaciones de distribución, este tipo de tecnologías aplicadas a centros escolares deben considerarse como un complemento, especialmente a otras energías renovables como la fotovoltaica.

Incidencia detectada

- Disponer de suficientes espacios para la instalación y libre circulación de vientos.
- Adecuada media de vientos en la zona.

Normativa

- CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- CTE-DB HE5**
Generación mínima de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- REBT- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Su instalación no deberá reducir en modo alguno las condiciones de seguridad, habitabilidad y funcionalidad de la edificación, por lo que no se podrán cubrir patios o claraboyas que sirvan de ventilación o iluminación a las dependencias del centro escolar.
- Se recomienda un retranqueo mínimo del aerogenerador de 1,1 veces la altura del mismo con respecto de las fachadas y medianeras vistas de carácter permanente del edificio sobre el que se sitúa.
- Cualquier tipo de manipulación deberá ser efectuada por personal especializado.

Para saber más acerca de autoconsumo te invitamos a consultar la Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo. IDAE (Edición V.3). <https://www.idae.es/publicaciones/guia-profesional-de-tramitacion-del-autoconsumo>

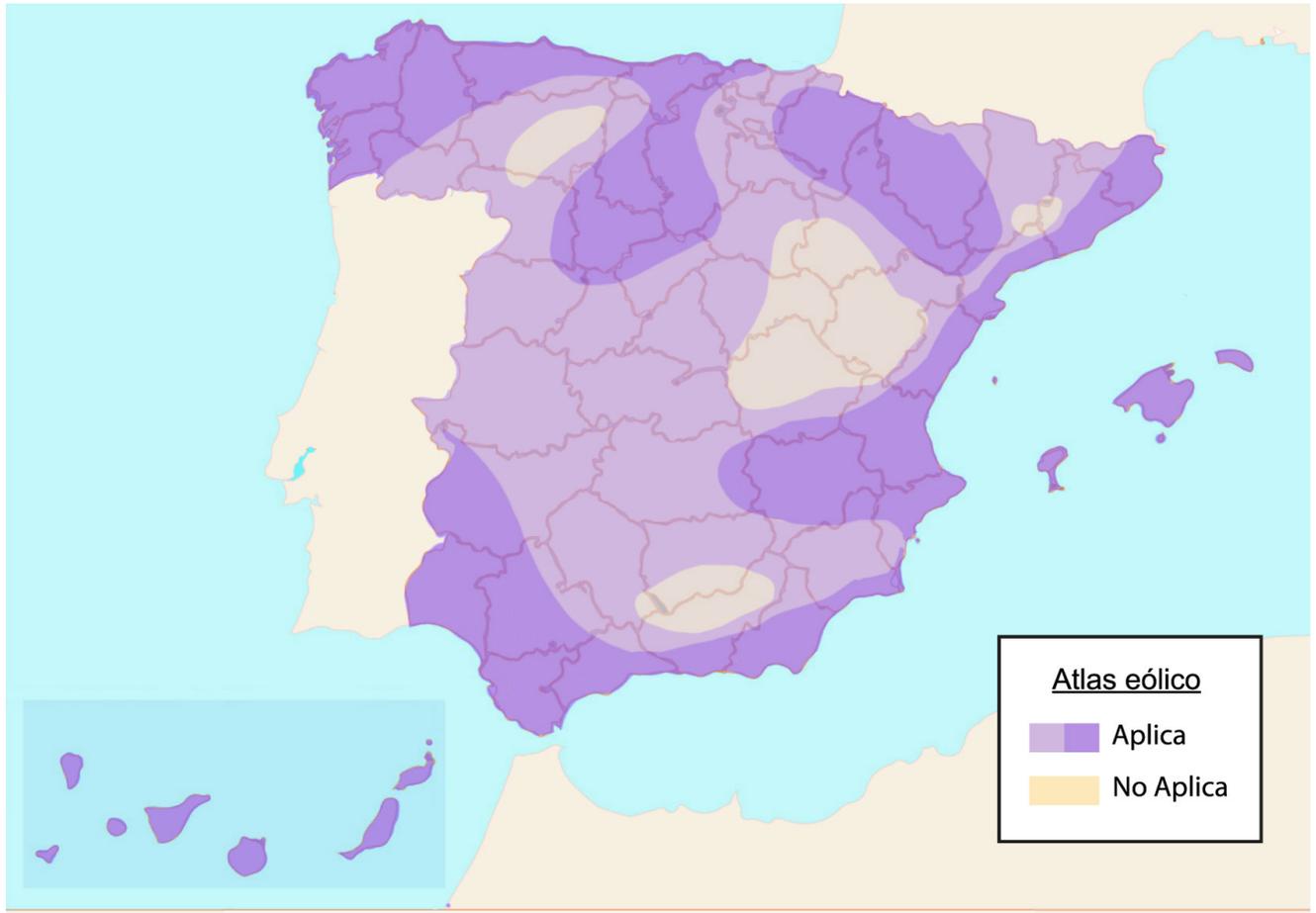


Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





Mapa 1.2 - Atlas eólico



SISTEMA FREE - COOLING

El free-cooling es un sistema que aprovecha el aire exterior, previo filtrado, para enfriar un espacio interior. Este tipo de dispositivos permiten reducir el gasto de los equipos de climatización y disminuir su uso, contribuyendo sensiblemente a la mejora en la calidad del aire interior.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción A	Durabilidad <input type="range" value="80"/>
<input type="checkbox"/> Implantación fases	<input type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="range" value="20"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión <input type="range" value="50"/>

Descripción de la actuación

Los centros escolares demandan refrigeración durante todo el año, pues incluso en invierno, la acumulación de personas en estancias cerradas invita a enfriarlas. Es en estos momentos, cuando se necesita refrigerar el ambiente, los sistemas free-cooling entran en juego, pues aprovechan el aire más frío del exterior para un enfriamiento gratuito de las estancias. Para ello, el aire extraído del exterior es filtrado y regulado mediante un sistema de apertura y cierre de tres compuertas automatizadas, dirigidas por un controlador con un sensor exterior e interior.

Así, cuando la temperatura exterior es elevada, la compuerta by-pass se abre al máximo mientras que las compuertas de expulsión y toma de aire se cierran para reducir el caudal de aire de renovación del centro escolar al mínimo fijado por normativa. En cambio, cuando las temperaturas bajan las compuertas de expulsión y toma de aire se abren y se cierra la de by-pass. Este tipo de sistemas es muy interesante tanto a nivel estacional, como diario, pues pueden ser empleados como mecanismos de refrigeración nocturna (Night Purge o Night Cooling), dando salida al calor remanente del interior de las estancias durante la noche.

Entre sus prestaciones cabe destacar el ahorro del consumo energético sin comprometer el confort de los usuarios, especialmente durante las primeras horas de los días más cálidos. Además, favorecen una distribución homogénea del aire exterior que, gracias a su filtrado, garantiza unas buenas condiciones de calidad.

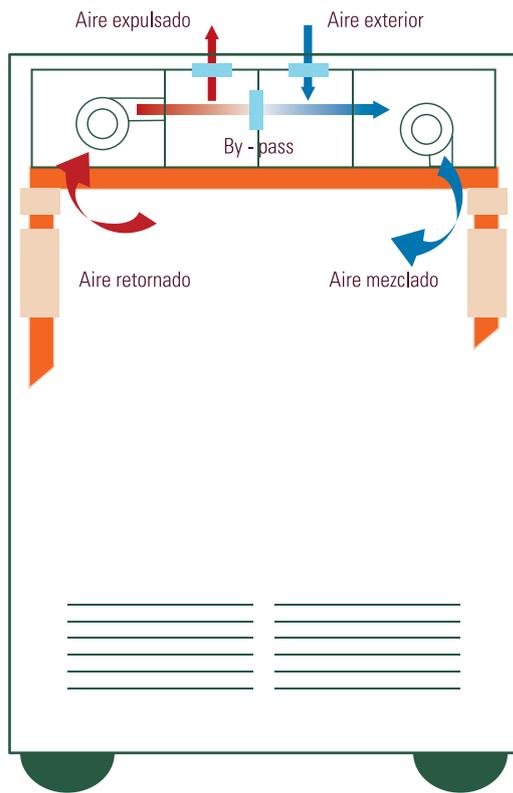


Figura 1.28 - Esquema de sistemas free-cooling

Incidencia detectada

- Solo es aplicable a sistemas de climatización por aire.
- Disponer de espacio suficiente para los equipos y las conducciones.
- Posibilidad de paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.

Normativa

- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **CTE-DB HS3**
Calidad del aire interior.
- **CTE-DB HEO**
Limitación del consumo energético.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energética.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Este tipo de sistemas exige una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- El sistema no deberá producir molestias como corrientes de aire o ruidos.
- En cuestión de mantenimiento, se estará sujeto a lo dispuesto en el RITE. IT 3.3.
- Es un sistema de gran compatibilidad con las instalaciones de ventilación de doble flujo.
- Por normativa, los equipos que consumen más de 30W por motor deberán disponer de by-pass.
- Por normativa, los sistemas de climatización de potencia útil nominal mayor que 70kW deberán incorporar subsistemas free-cooling en régimen de frío.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





RECUPERADOR ENTÁLPICO

El recuperador entálpico es un aparato que recupera la energía sensible y la energía latente, de tal manera que se aprovecha el calor generado a partir de la diferencia de temperatura y tasa de humedad que hay entre el ambiente interior y exterior.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



Descripción de la actuación

Este dispositivo se integra en la instalación de ventilación, de modo que los flujos de entrada y salida puedan intercambiar energía calorífica, de manera que el aire nuevo se enfría y se deshumidifica en épocas de calor y se calienta y humidifica durante periodos fríos.

Frente a los ventiladores recuperadores de calor, que recuperan únicamente calor sensible (temperatura), los recuperadores entálpicos recuperan calor sensible y latente (temperatura y humedad) ofreciendo rendimientos superiores a los anteriores.

El modelo de recuperador va a depender, por un lado, del tipo de instalación, en cuyo caso podemos hablar de:

- **Recuperador para instalación horizontal**
- **Recuperador para instalación vertical**
- **Recuperador para instalación en falso techo (horizontal)**

Y por otro, de la disposición de los flujos:

- **Recuperador de flujos cruzados** (generalmente horizontal): eficiencia entre el 50% y el 85%.
- **Intercambiador de flujos paralelos** (generalmente horizontal): eficiencia de hasta el 95%.
- **Intercambiador rotativo** (generalmente vertical): eficiencia de hasta el 85%.



El dispositivo consta de:

- 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 (un filtro en la aspiración de aire y dos filtros en la impulsión).

Gracias a este tipo de aparatos podemos alcanzar un elevado grado de confort con ahorros importantes en la demanda de climatización.

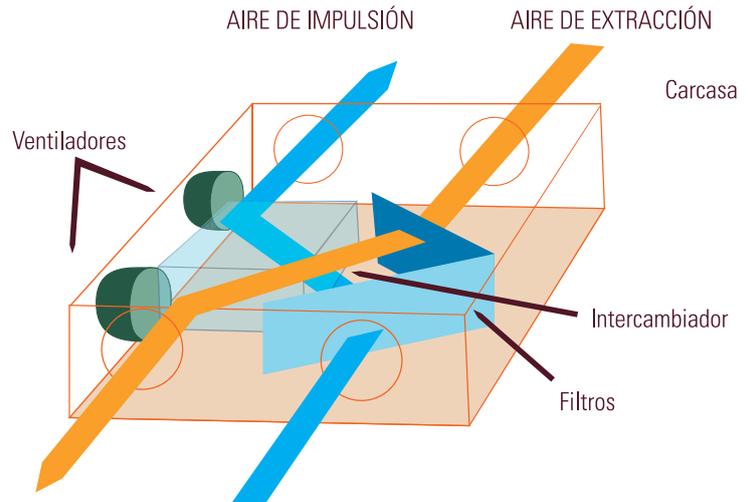


Figura 1.29 - Esquema de recuperador entálpico

Incidencia detectada

- Contemplar la disposición de sistemas de drenaje del agua para las condensaciones.
- Disponer de espacio suficiente.
- Proveer de aislamiento tanto el recuperador como los conductos.
- Disponer de sistemas regulables, que permitan adaptar los caudales de impulsión y extracción a las condiciones de demanda.
- Ubicar las unidades interiores alejadas de las puertas.

Normativa

- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **CTE-DB HS3**
Calidad del aire interior.
- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energética.

Consideraciones y recomendaciones adicionales

- Este tipo de sistemas requiere una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- Se recomienda trabajar en rangos de entre 1.500 y 2.200 m³/h.
- Contemplar solo cuando exista gran diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior del edificio.
- El sistema no deberá producir molestias como corrientes de aire, ruidos...
- La instalación de sondas de control de CO₂ resulta muy recomendable.
- En cuestión de mantenimiento, se estará sujeto a lo dispuesto en el RITE. IT 3.3.
- A efectos de recirculación y expulsión los aseos y cocinas se consideran de alto nivel de contaminación.



Contribución a los ODS

3 SALUD Y BIENESTAR

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE





INSTALACIÓN DE HIDROTERMIA

Las instalaciones de hidrotermia para la generación de agua caliente sanitaria e incluso climatización y calefacción, recuperan parte del excedente energético de las aguas grises que desperdiciamos en las duchas, aprovechándolas para inodoros, con lo que se consigue un ahorro de energía y de agua.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN



Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases



Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión:



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Estos dispositivos son capaces de extraer la energía contenida en las aguas grises generadas en el edificio, logrando extraer el excedente energético que contienen y reutilizarlas para suministro en inodoros o zonas comunes ajardinadas. Gracias a estos dispositivos se pueden alcanzar ahorros de hasta un 85% en la generación de ACS y hasta un 33% en el suministro de agua, además de una gran disminución en las emisiones de CO₂. Los modelos más completos, pueden suministrar tanto ACS como climatización y calefacción por suelo radiante / refrescante, aerotermos o radiadores de baja temperatura. A diferencia de otras propuestas, como la aerotermia, su rendimiento no depende de la zona climática o las condiciones meteorológicas del lugar.

Su funcionamiento está en alta consonancia con los principios de la economía circular, pues el agua usada en duchas y lavabos conserva cierto calor, que en condiciones normales se pierde a través del desagüe. En este caso, el equipo recoge el ACS usada para filtrarla y desinfectarla y, posteriormente, extraer y almacenar el excedente de energía, para aprovecharlo en calentar ACS de nuevo, cerrando así el ciclo energético. Por último, el agua reutilizada, ya enfriada, se recicla a cisternas u otros elementos para su posterior uso.

Su instalación es bastante sencilla, realizándose una canalización de las aguas grises a una arqueta, en la cual se encuentran unos sensores instalados y calibrados para regular la acumulación de agua en la arqueta y enviar la señal al equipo para que ponga en funcionamiento sus bombas de aspiración e iniciar la extracción de la energía y recirculación del fluido.

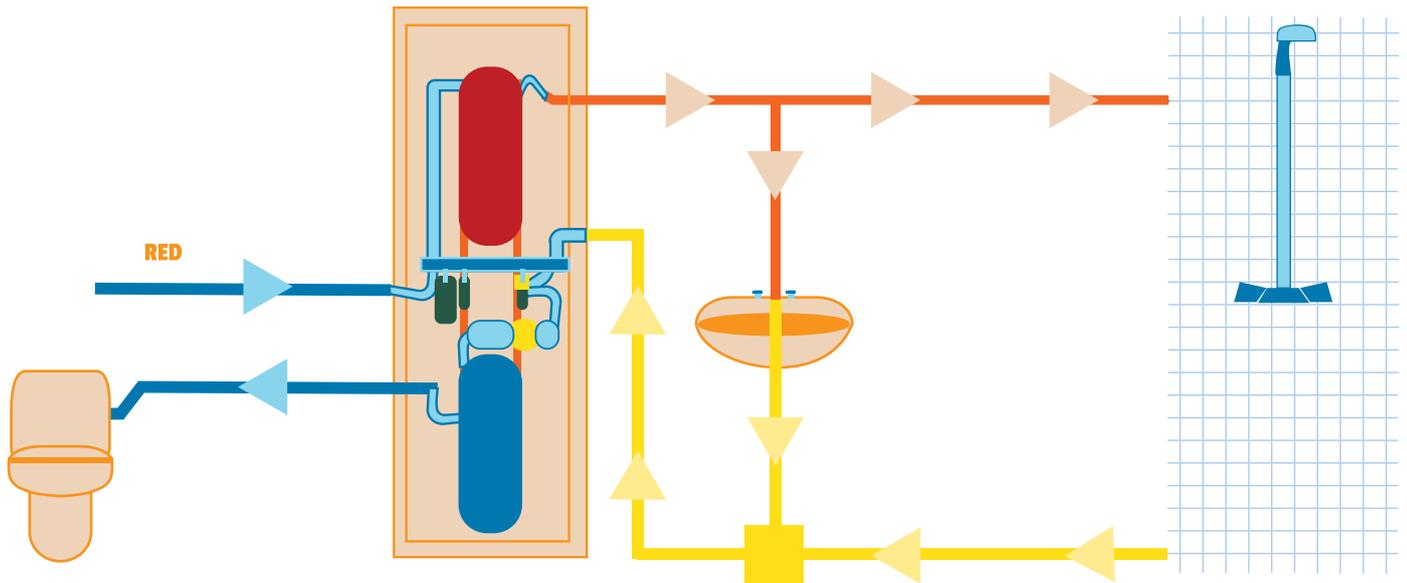


Figura 1.35 - Esquema de instalación de hidrotérmia

Incidencia detectada

- Disponer de espacio suficiente.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **CTE-DB HS4**
Suministro de agua.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- La elección del recorrido apropiado para la red de recogida de aguas grises debe ser según itinerario de menor resistencia, pudiendo ser tanto superior (por ejemplo por el propio falso techo), como inferior.
- Los centros escolares suelen presentar una baja demanda de ACS, por lo que este sistema no es muy habitual, debiendo considerarse en rehabilitaciones integrales y valorando la recuperación del agua.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





MUROS TROMBE

El muro trombe es un tipo de fachada diseñada para aprovechar la radiación solar que apenas necesita mantenimiento, actuando como un sencillo sistema de calefacción indirecto.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Olas de frío



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico



Mejora del grado de sensibilización ambiental y educación en valores

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad

Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad

Mantenimiento adicional

Inversión:

€ - € €

Descripción de la actuación

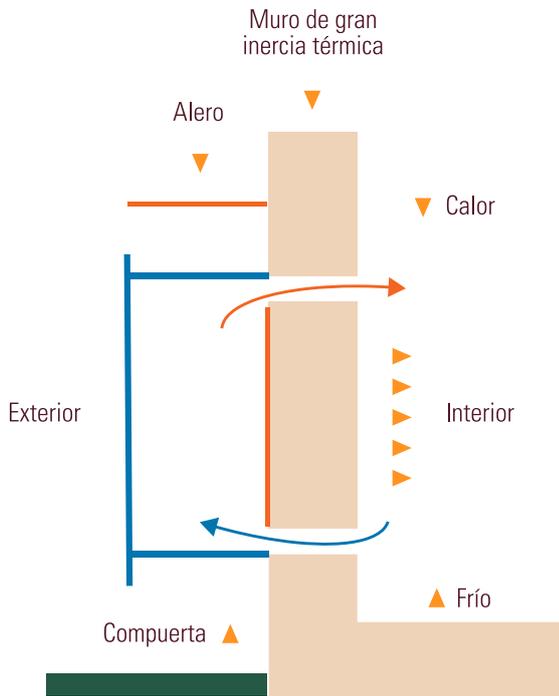
El muro Trombe es un sistema pasivo de aprovechamiento de la radiación solar integrado en la fachada de los edificios, construido con materiales que le permitan absorber el calor como masa térmica, como el hormigón, la piedra o el adobe. Su funcionamiento se apoya en tres principios básicos: la inercia térmica del muro, el efecto invernadero y la termocirculación. Su comportamiento es distinto en los meses de verano e invierno: durante los periodos fríos, actúa como sistema de calefacción, donde la radiación solar que incide en el muro a través del vidrio es absorbida por éste, contribuyendo a calentar el aire de la cámara por el efecto invernadero. La diferencia de densidades entre el aire frío y caliente, hace que el aire más caliente tienda subir, generando un movimiento de aire llamado termocirculación, lo que activa la circulación del aire caliente al interior de la estancia a través de las trampillas y orificios situados en el muro. Además, el calor acumulado por el muro durante este proceso se transmitirá por radiación al interior de la estancia. En cambio, durante el verano, la función del muro puede ser la de extraer aire de la estancia para ventilarla, actuando como una chimenea solar.

Aunque existen distintos modelos, con mayor o menor grado de sofisticación, todos comparten los siguientes elementos:

- Un muro interior de gran inercia térmica.
- Una lámina de vidrio lo más espesa posible.
- Un alero superior que proteja el espacio interior.
- Un espacio intermedio delimitado por el muro y el vidrio.



Muro Trombe Uso en Invierno



Muro Trombe Uso en Verano

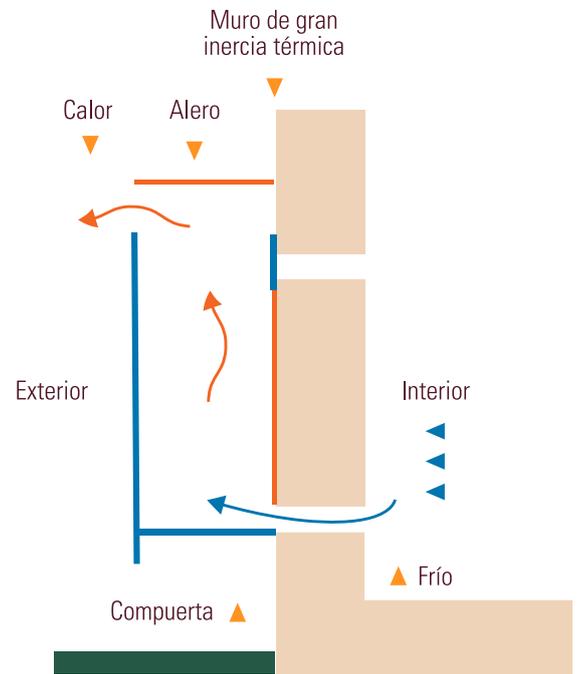


Figura 1.36 - Esquema de muros trombe

Si bien este tipo de sistemas presenta limitaciones como la orientación al sol y las fluctuaciones en los aportes, al irradiar el calor a través de infrarrojos, más penetrante y agradable que los sistemas tradicionales de calefacción de aire forzado, el grado de confort es mayor, reduciendo las necesidades de calefacción entre un 70 y un 85%.

Incidencia detectada

- Disponer de una fachada amplia con buena orientación al sur.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energéticos.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- Ordenanza y Normas de Planeamiento Urbanístico municipal de aplicación
- **CTE-DB SE**
Seguridad Estructural.
- Código Estructural

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- La dificultad de la limpieza de la parte posterior del vidrio es un aspecto a tener en cuenta a la hora de diseñar el plan de mantenimiento.
- Muy expuestos a actos vandálicos u accidentes, por lo que en centros escolares, se recomienda su instalación en áreas de poca concurrencia del alumnado.
- Para maximizar el efecto invernadero, es recomendable optar por vidrio **bajo-emisivo** (no deja salir el calor).
- La termocirculación es un proceso demasiado aleatorio, lo que dificulta predecir el grado de confort obtenido.
- Al no emplearse aislantes, se exponen a la aparición de condensaciones.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

13 ACCIÓN POR EL CLIMA





ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

Los sistemas de evaporación adiabática del agua proponen un enfriamiento evaporativo de las estancias, al hacer circular el aire por una cortina de agua, de tal manera que este invierte su calor en evaporar el agua, proporcionando un mayor confort en las estancias.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS



CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

<input type="checkbox"/> Compatible usuarios	Promotor de la acción	Durabilidad <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Implantación fases	<input checked="" type="checkbox"/> Permiso necesario	Complejidad <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento adicional		Inversión:

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El enfriamiento adiabático se fundamenta en un principio termodinámico muy simple, como la tendencia que tiene el aire de absorber la humedad, reduciendo su temperatura en el proceso. De este modo, se consigue una corriente de aire frío con un aumento de su humedad relativa, siendo un proceso que puede darse de forma directa, indirecta o mixta. En la modalidad directa, se introduce el aire exterior en las baterías de humectación donde recibe una ducha de agua recirculada. Por el contrario, la modalidad indirecta dispone de un intercambiador para transmitir el calor entre los circuitos independientes de agua y aire.

El equipamiento es bastante sencillo, incluyendo un elemento de humectación, un ventilador (generalmente centrífugo), un depósito inferior, una bomba de circulación que facilita la presión necesaria para la pulverización y un filtro antibacteriano.

Se considera una solución muy recomendable para aumentar la eficiencia de los sistemas de enfriamiento por aire, permitiendo un uso más eficiente del agua y la energía. Frente a sistemas de aire acondicionado convencionales, permiten ahorros del orden del 70%. Además, al no emplear refrigerantes, evita un potencial residuo peligroso, lo que unido a su bajo coste de implantación hace que cada vez sean más habituales en regiones de clima cálido seco, donde son instalados en las cubiertas de los centros escolares.

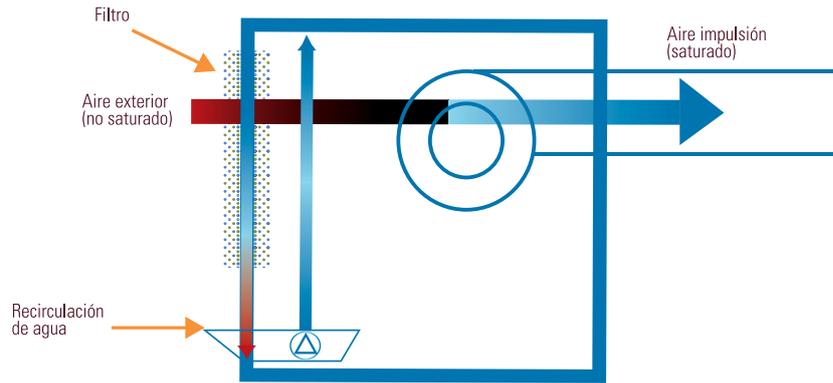


Figura 1.37 - Esquema de enfriamiento evaporativo

Incidencia detectada

- Cumplir con los criterios de seguridad para la dispersión de agua, especialmente en relación a la legionela.
- Disponer de toma de agua y desagües para la unidad exterior.
- Disponer de una toma de suministro eléctrico para la unidad exterior.
- Disponer de espacio suficiente para todos los conductos de grandes magnitudes.
- Posibilidad de paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Para su instalación es preciso una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- La instalación se zonificará según la orientación, la distribución y las diferentes áreas.
- Es recomendable disponer de sensores y sistema de control automatizados, preferiblemente compatibles con otros dispositivos del centro.
- Se llevará a cabo de forma semestral la limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.
- En climas cálidos, no son adecuados porque genera condensación.
- Este sistema, presenta dos grandes inconvenientes en su instalación y uso, en primer lugar, necesita grandes dimensiones de conductos, lo que afecta de forma notable a la altura libre y composición del edificio.
- No es adecuado en climas cálidos debido a que puede presentar graves problemas de condensaciones y humedades en las aulas.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



Para saber más acerca del ahorro y recuperación energética consultar la guía técnica: Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización. IDAE. https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_09_guia_tecnica_ahorro_y_recuperacion_de_energia_en_instalaciones_de_climatizacion_dd65072a.pdf



FRÍO POR ABSORCIÓN

El sistema de refrigeración por absorción es un medio de producir frío que se fundamenta en la capacidad de las sustancias de absorber calor al pasar de estado líquido a gaseoso, mediante un compresor térmico constituido por un absorbedor y un generador térmico de origen renovable.

AMENAZAS CLIMÁTICAS Y SOCIALES ABORDADAS



Incremento de la temperatura



Fracaso escolar

CO-BENEFICIOS

Ambientales



Mejora de la calidad del aire

Sociales



Mejora del confort térmico



Mejora del rendimiento académico

Económicos



Reducción del consumo

CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTACIÓN

Compatible usuarios

Promotor de la acción **A**

Durabilidad



Implantación fases

Permiso necesario

Complejidad



Mantenimiento adicional

Inversión



DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

El ciclo de enfriamiento por absorción se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias de absorber otra sustancia en fase de vapor. Aunque se trata de una técnica con un largo recorrido, a lo largo del cual se ha experimentado con diversas parejas de fluidos, en la actualidad, solo se encuentran comercialmente dos opciones: la formada por el agua como refrigerante y bromuro de litio como absorbente, y la que utiliza el amoníaco como refrigerante y agua como absorbente, siendo la propuesta de bromuro de litio la más eficiente, y por tanto, más usada.

En los equipos de bromuro de litio, el agua (refrigerante) recorre un circuito a baja presión donde se evapora en un intercambiador de calor, llamado evaporador, el cual reduce la temperatura de un fluido secundario, que enfriará las estancias. A continuación, el vapor es absorbido por el bromuro de litio (absorbente) en el absorbedor, produciendo una solución concentrada. La solución pasa al generador, donde se separan disolvente y soluto por medio de calor procedente de una fuente externa, que se recomienda que sea de origen renovable. Posteriormente el agua vuelve al evaporador, y el bromuro al absorbedor para reiniciar el ciclo. Para disipar el calor sobrante se suele disponer de una torre de enfriamiento.

Aunque estos equipos tienen un rendimiento bajo, pueden ser una opción cuando el coste de la generación térmica sea muy bajo o provenga de fuentes renovables, contribuyendo así a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

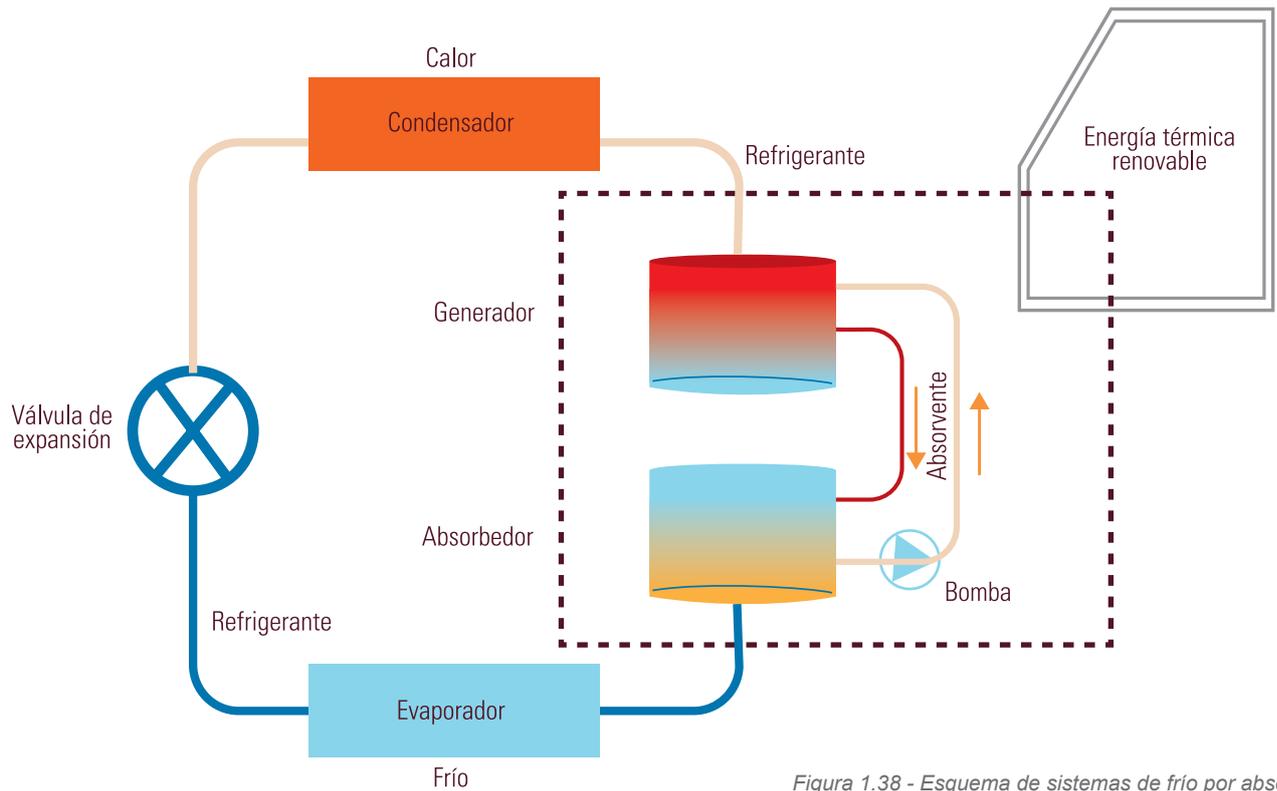


Figura 1.38 - Esquema de sistemas de frío por absorción

Incidencia detectada

- Disponer de una fuente de calor de bajo coste o de origen renovable.

Normativa

- **CTE-DB HE0**
Limitación del consumo energético.
- **CTE-DB HE1**
Condiciones para el control de la demanda energéticas.
- **CTE-DB HE2**
Condiciones de las instalaciones térmicas.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE**
- **Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - REBT**

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Para su instalación es preciso una modificación sustancial del edificio o de sus instalaciones, lo que puede conllevar la actualización de otros elementos para cumplir con las actuales especificaciones del CTE y RITE, lo que puede derivar en costes adicionales.
- La instalación se zonificará según la orientación, la distribución y las diferentes áreas.
- Es recomendable disponer de sensores y sistema de control automatizados, a ser preferible compatibles con otros dispositivos del centro.
- Se llevará a cabo de forma semestral la limpieza de filtros, revisión general del equipo, revisión del sistema de control, revisión general de aislamientos y conductos.
- Se contará con empresas autorizadas para llevar a cabo el mantenimiento obligatorio.



Contribución a los ODS

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



