



Innoinvest

Estudio sectorial de potencial de aplicación de nuevos productos y servicios energéticos

Julio, 2021

Autor:
David Arroyo Martín

Publicación:
Interna/externa

Código de Proyecto:
0605_INNOINVEST_4_E



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA

COPYRIGHT

© Copyright 2021 INNOINVEST

Este documento no puede ser copiado, reproducido o modificado en su totalidad o en parte para ningún propósito sin la autorización escrita del Proyecto INNOINVEST. Además, se deberá incluir crédito a los autores del documento y los textos sujetos a este copyright claramente referenciados.

Todos los derechos reservados.

Este documento puede cambiar sin aviso previo.

CONTROL DE VERSIONES

Ref. Documento: [INNOINVEST Doc](#) 06-10-2022

Versión	Fecha	Descripción
01	30/07/2021	Entrega inicial
02	06/10/2022	Actualización de estilo del documento
03		

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.	La eficiencia energética en los edificios públicos.....	6
1.2.	Metodología	6
1.2.1.	Análisis del parque de edificios públicos extremeño	6
1.2.2.	Mejoras energéticas	6
1.2.3.	Relación de demandas de intervención	6
2.	ANÁLISIS DEL PARQUE DE EDIFICIOS PÚBLICOS EXTREMEÑO	7
2.1.	Inventariado	8
2.2.	Caracterización arquitectónica	8
2.2.1.	Uso principal.....	8
2.2.2.	Características constructivas	9
2.2.3.	Tipologías edificatorias	11
2.2.4.	Número de plantas	12
2.2.5.	Intensidad de uso	13
2.3.	Caracterización energética	14
2.3.1.	Zona climática.....	14
2.3.2.	Calificación energética	15
2.3.3.	Demanda energética	17
2.4.	Edificios tipo	18
2.5.	Propuestas existentes de rehabilitación energética	20
3.	MEJORAS ENERGÉTICAS	22
3.1.	Grupos de mejora	22
3.2.	Materiales relacionados con la envolvente	22
3.2.1.	Huecos eficientes	22
3.2.2.	Cerramientos verticales.....	22
3.2.3.	Cerramientos horizontales.....	23
3.2.4.	Protección solar.....	24
3.2.5.	Otros aislamientos	24
3.3.	Almacenamiento	24
3.3.1.	Energía fotovoltaica.....	24
3.3.2.	Baterías y compensación.....	24
3.3.3.	Puntos de recarga.....	25
3.3.4.	Energía minieólica.....	25
3.3.5.	Iluminación eficiente	25
3.4.	Frío/Calor.....	26
3.4.1.	Aerotermia	26
3.4.2.	Solar térmica	27
3.4.3.	Biomasa	27

3.4.4.	Geotermia	28
3.4.5.	Otras energías renovables	28
3.4.6.	Otras tecnologías	29
3.5.	Potencial de aplicación de las nuevas tecnologías.....	30
3.6.	Mejoras energéticas por tipo de uso.....	32
3.7.	Análisis de ahorro	35
3.7.1.	Selección de edificios representativos	35
3.7.2.	Demandas y emisiones	36
3.7.3.	Ahorro de emisiones	37
3.8.	Conclusiones	40
	ANEJOS.....	41
A.1.	Tablas de mejoras por tipo de uso	41
A.2.	Fuentes consultadas	69

1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto INNOINVEST “Promoción de inversión empresarial en innovación de productos energéticos para edificación” tiene como objetivo impulsar el fomento de la I+D+i empresarial en productos y servicios energéticos relacionados con la construcción. Los objetivos específicos son:

- Objetivo 1: Proveer al espacio EUROACE de una estructura permanente de cooperación entre empresas y centros de investigación, denominada PROGRAMA DE ASESORAMIENTO INNOINVEST.
- Objetivo 2: Aumentar el número de empresas de la zona EUROACE que desarrollan nuevos productos y/o servicios innovadores energéticos para edificación, gracias a la cooperación en I+D+i con centros de investigación.
- Objetivo 3: Mejorar la cooperación empresas-centros de investigación de la zona EUROACE en



I+D+i hasta la fase de patentado de nuevos productos, componentes y servicios.

Figura 1.1. Regiones que delimitan la zona EUROACE

1.1. La eficiencia energética en los edificios públicos

La Comunidad Autónoma de Extremadura participa a través de la Dirección General de Arquitectura en el programa de Cooperación Territorial Europea INTERREG EUROPE. Este programa se concreta en el Programa Operativo Cooperación Transfronteriza España Portugal (POCTEP), que promueve proyectos de cooperación transfronteriza entre los dos países.

El 24 de mayo de 2019, la Dirección General de Arquitectura firma el “Acuerdo entre beneficiarios para el Proyecto 0605_INNOINVEST_4_E”. El objetivo del Proyecto POCTEP INNOINVEST (Promoción de Inversión empresarial en innovación de productos energéticos para edificación) es impulsar el fomento de la I+D+i empresarial en productos y servicios energéticos relacionados con la construcción.

Entre las tareas asignadas a la D.G. dentro de la “Actividad 1. Determinación del potencial de innovación empresarial en energética edificatoria”, concretamente dentro de la “Acción 1.3. Estudio Sectorial de Potencial de aplicación de nuevos productos y servicios energéticos de INNOINVEST”, se encuentra la de redactar el mencionado Estudio Sectorial.

Este documento elabora el Estudio Sectorial de Potencial de aplicación de nuevos productos y servicios energéticos de INNOINVEST en los edificios públicos de la Administración Regional de Extremadura (en adelante AREX) en base a tres campos diferenciados: específicos son:

- Análisis de datos de 750 edificios públicos de la Junta de Extremadura.
- Identificación para diferentes edificios tipo de propuestas de mejoras energéticas para limitar la demanda y el consumo energético de acuerdo a los tres campos de actuación definidos por INNOINVEST: envolvente, almacenamiento y generación de Frío/ Calor.
- Relación de demandas de edificios públicos con ofertas de 200 empresas (170 con sede en Extremadura y 30 con sede en Portugal) analizadas por AGENEX.

1.2. Metodología

1.2.1. Análisis del parque de edificios públicos extremeño

Se ha realizado un análisis del parque edificado de la Junta de Extremadura a partir del INVENTARIO EEPP. Este inventario recoge datos de más de 750 edificios públicos: información identificativa, arquitectónica y energética que permite estudiar individualmente o en conjunto los principales factores que inciden en la demanda y el consumo energético. Gracias a estos datos se han podido agrupar los edificios por uso y tipología para poder asignarles mejoras energéticas.

1.2.2. Mejoras energéticas

Tras el análisis y la agrupación de edificios se ha propuesto una serie de mejoras energéticas, tanto pasivas como activas. Las primeras son aquellas que actúan en la envolvente del edificio con el objetivo de disminuir la demanda energética. Las mejoras activas son aquellas que actúan sobre las instalaciones con el objetivo de disminuir el consumo energético, dando prioridad a las que usan energías renovables.

A partir de estas mejoras energéticas representativas se obtiene el porcentaje de ahorro de demanda energética, de consumos y la reducción de emisiones de CO₂.

1.2.3. Relación de demandas de intervención

Como se ha indicado anteriormente, el principal objetivo del Proyecto POCTEP INNOINVEST es impulsar el fomento de la I+D+i empresarial en productos y servicios energéticos relacionados con la construcción. Tras agrupar las propuestas de intervención en tres bloques: envolvente, almacenamiento y generación de Frío/Calor se podrá relacionar las demandas de edificios públicos con 200 empresas que ofertan productos y servicios energéticos para la edificación (170 con sede en Extremadura y 30 con sede en Portugal).

2. ANÁLISIS DEL PARQUE DE EDIFICIOS PÚBLICOS EXTREMEÑO

2.1. Inventariado

La Dirección General de Arquitectura y Calidad de la Edificación de la Junta de Extremadura dispone de un Inventario¹ de más de 750 centros de la Administración Regional, cuya última actualización data del presente año 2021 y está basado en el Inventario² de edificios e instalaciones del Patrimonio de todos los bienes y derechos del sector público autonómico. Este inventario incluye los centros de más de 250 m² construidos que tengan uso público, dejando fuera el uso Residencial Vivienda (pública de uso privado). Tampoco se tienen en cuenta las instalaciones con carácter eminentemente industrial³.

Para este documento interesa especialmente la información arquitectónica y energética que aporta el Inventario y que nos permite agrupar los centros en varios tipos a los que se les pueda aplicar de forma diferenciada propuestas de mejoras energéticas para limitar la demanda y el consumo energético de acuerdo a los tres campos de actuación definidos por INNOINVEST: envolvente, almacenamiento y generación de Frío/Calor.

Caracterización arquitectónica

El Inventario dispone de una caracterización arquitectónica para cada edificio, incluyendo:

- Uso principal.
- Año de construcción.
- Tipología edificatoria.
- Número de plantas.
- Intensidad de uso.

Caracterización energética

También recoge los principales datos que lo caracterizan a nivel energético a partir de las Certificaciones Energéticas realizadas. Hay que resaltar el bajo porcentaje de centros que cuentan con Certificación realizada, sólo el 20,59% (174 de 845):

- Zona climática.
- Calificación energética.

¹ Inventario EEPP 2021

² Creado en la Ley 2/2008, de 16 de junio, de Patrimonio de la Comunidad Autónoma de Extremadura, llevado por el órgano directivo competente en materia de gestión patrimonial.

³ Los casos más significativos son las estaciones ITV y los centros de transporte, donde existen espacios con usos complementarios y que requieran acondicionamiento térmico para el público.

- Demanda global de calefacción.
- Demanda global de refrigeración.

2.2. Caracterización arquitectónica

2.2.1. Uso principal

Una primera categoría de caracterización arquitectónica es la agrupación funcional o por usos principales. Dentro de un mismo uso se agrupan centros con dispares características arquitectónicas y energéticas, por lo que se han desglosado. Se trata de los usos Sanitario (entre centros de salud y centros hospitalarios) y Residencial Público (entre los centros con y sin pernoctaciones).

En la tabla 2.1 se muestra el total de número de centros públicos agrupados por uso principal:

USO PRINCIPAL DE LOS CENTROS	Nº CENTROS (SUP>250 M2)	ESTIMACIÓN M2	% TOTAL M2
Administrativo	150	326.535	11,43%
Sanitario (centro salud)	117	203.208	7,11%
Sanitario (hospitalario)	26	499.719	17,49%
Residencial Público (con pern.)	85	253.724	8,88%
Residencial Público (sin pern.)	50	55.065	1,93%
Docente	267	1.107.113	38,68%
Cultural	97	170.623	5,96%
Deportivo	16	159.226	5,56%
Transporte terrestre	26	32.094	1,12%
Mixto	11	55.164	1,93%
TOTAL	845	2.862.471	100%

Tabla 2.1. Estimación de número de centros públicos y superficie construida por usos principales de la AREX.
Elaboración propia.

Los usos con más número de centros son el Docente (267), el Administrativo (150) y el Sanitario – Centro de Salud (117). Sin embargo, cuando nos referimos a superficie, los usos con más proporción de metros cuadrados construidos con respecto al total son el Docente (38,68%), el Sanitario – Hospitalario (17,49%) y el Administrativo (11,43%).

2.2.2. Características constructivas

De forma simplificada, el año de construcción de los centros sirve para caracterizarlos en cuanto a las exigencias de aislamientos de la envolvente, acorde a la evolución de la tecnología y la aplicación de normativas en vigor en materia de aislamiento térmico o eficiencia energética. De esta forma se pueden establecer las siguientes etapas constructivas.

-Anterior a 1940: Edificación tradicional basada en cerramientos masivos principalmente de mampostería o fábricas de ladrillo con gran inercia térmica y sin aislamiento térmico.

-1941-1960: Edificación basada en estructuras de hormigón que permite espesores de cerramientos de fábrica de ladrillo inferiores a los de la etapa anterior. Carecen de aislamiento térmico.

-1961-1980: Edificación basada en estructuras de hormigón y cerramientos con una hoja exterior con fábrica de medio pie de ladrillo, cámara de aire y una hoja interior de fábrica de tabicón. Este cerramiento tipo carece de aislamiento térmico, aunque empiezan a cumplir ciertos valores mínimos de transmitancia térmica en consonancia con los exigidos para las viviendas de protección oficial⁴.

-1981-2007: Vigencia de la norma estatal NBE-CT/79, que obligaba a unas condiciones mínimas en los edificios para controlar la demanda energética, siendo necesario colocar aislamiento térmico en fachadas y cubiertas para el cumplimiento de la misma.

-2008-2013: Vigencia del Código Técnico de la Edificación, que superaba las exigencias de la normativa anterior buscando un diseño y construcción que tuviera presente la eficiencia energética en la edificación.

-A partir de 2014: Evolución del CTE con mayores exigencias de ahorro y consumo energético.

PERIODO TEMPORAL DE CONSTRUCCIÓN	Nº DE CENTROS (SUP>250 M2)	ESTIMACIÓN M2 CONSTRUIDOS	% TOTAL M2
≤ 1940	74	152.872	5,3%
1941 - 1960	84	282.162	9,9%
1961 - 1980	222	1.041.392	36,4%
1981 - 2007	339	1.014.952	35,5%
2008 - 2013	63	255.848	8,9%
≥ 2014	8	34.953	1,2%
s/d	55	80.292	2,8%
TOTAL	845	2.862.471	100%

Tabla 2.2. Periodos de construcción de los centros de la AREX. Fuente: DG de Catastro. Elaboración propia.

⁴ Se dividió España en dos zonas climáticas, exigiéndose un valor para las V.P.O. de cada una: para fachadas, una transmitancia térmica menor a 1,2 y 1,6 kcal/m²°C, para cubiertas inclinadas sobre zonas habitables, valores inferiores a 1,6 y 1,8 kcal/m²°C, y para cubiertas planas sobre zonas habitables, 1,2 y 1,8 kcal/m²°C.

Con esta clasificación se obtiene una estimación de los números de centros y la superficie construida asignados a cada época. Por número de centros destaca el periodo de 1981-2007, mientras que por superficie construida es la época entre 1960-1981 (un 36,4%), seguida de 1981-2007 (un 35,5%). Podemos observar también cuál es el periodo más habitual de construcción con más número de centros y superficie construida por cada uso principal:

USO PRINCIPAL	PERIODO DE CONSTRUCCIÓN POR N° DE CENTROS	PERIODO DE CONSTRUCCIÓN POR M2 CONSTRUIDOS
Administrativo	1981 - 2007	2008 - 2013
Sanitario (centro de salud)	1981 - 2007	1981 - 2007
Sanitario (hospitalario)	1961 - 1980	1961 - 1980
Residencial Público (con pernoct.)	1981 - 2007	1981 - 2007
Residencial Público (sin pernoct.)	1961 - 1980	1961 - 1980
Docente	1981 - 2007	1961 - 1980
Cultural	1981 - 2007	1981 - 2007
Deportivo	1961 - 1980	1961 - 1980
Transporte terrestre	1981 - 2007	1981 - 2007

Tabla 2.3. Periodos de construcción más habituales de los centros de la AREX. Fuente: DG de Catastro. Elaboración propia.

El periodo de construcción más común es el que comprende desde el año 1981 hasta el 2007, seguido de 1961-1980. Por tanto, nos encontramos con edificios con aislamiento térmico en su envolvente, atendiendo a las prescripciones de la Norma NBE-CT-79, pero una cantidad importante carece de aislamiento.

En general hay cierta correspondencia al comparar el periodo constructivo por número de centros y por m2 construidos, salvo en los usos Administrativo y Docente.

El valor más repetido en el uso Administrativo por número de centros se sitúa entre 1981-2007, mientras que por superficie construida entre 2008-2013. Se deduce de esta observación que en las últimas décadas se han ejecutado centros administrativos de grandes dimensiones.

Sucede lo contrario para el uso Docente. Por número de centros, se construyó más entre 1981-2007, mientras que por superficie construida se sitúan entre 1961-1980. Esto significa que en las décadas de los 80 y 90 se ejecutaron centros de menos superficie que en las décadas anteriores, pero en mayor número, es decir, centros más repartidos por la región.

2.2.3. Tipologías edificatorias

Las tipologías edificatorias que recoge el Inventario para los centros públicos son las siguientes:

-Aislada. Tipología de edificio aislado. Toda su envolvente vertical está en contacto con el aire exterior y se subdivide en las siguientes subtipologías: aislada exenta en parcela, aislada alineada a vial y aislada en parcela con alineación de alguna de sus fachadas a vial.

-Entre medianeras. Tipología de edificio entre medianeras. Sólo parte de su envolvente vertical está en contacto con el aire exterior.

-Local. Tipología de centro público en local. Sólo parte de su envolvente vertical está en contacto con el aire exterior y normalmente se trata de una única fachada.

Con esta clasificación se obtiene una estimación de los números de centros y la superficie construida asignados a cada tipología. Por número de centros y superficie construida destaca la tipología aislada (78,3% por porcentaje de número de centros y 93,1 % por porcentaje de superficie construida).

TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS	TOTAL N° CENTROS (S>250 M2)	% DE CENTROS	TOTAL S.C. (M2)	% DE M2
 AISLADA	662	78,3	2.663.797	93,1
 ENTRE MEDIANERAS	161	19,1%	186.404	6,5%
 LOCAL	9	1,1%	4.837	0,2%
 NO DISPONIBLE	13	1,5%	7.433	0,3%
 TOTAL	845	100%	2.862.471	100%

Tabla 2.4. Tipologías edificatorias de los centros de la AREX. Elaboración propia.

Dentro de la tipología aislada destaca la categoría aislada en parcela (49,8% por porcentaje de número de centros en tipología aislada y 73,4 % por porcentaje de superficie construida de centros en tipología aislada).

TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS	TOTAL N° CENTROS (S>250 M2)	% DE CENTROS	TOTAL S.C. (M2)	% DE M2
 AIS-parcela	421	49,8%	2.100.493	73,4%
 AIS-vial	78	9,2%	131.277	4,6%
 AIS-parcela+vial	163	19,3%	432.027	15,1%
 TOTAL AISLADA	662	78,3	2.663.797	93,1

Tabla 2.5. Categorías de la tipología edificatoria AISLADA de los centros de la AREX. Elaboración propia.

En cuanto a tipología más habitual por cada uso principal obtenemos igualmente que por número de centros y superficie construida destaca la tipología aislada, lo que posibilita actuar en toda la envolvente.

USO PRINCIPAL	TIPOLOGÍA POR N° DE CENTROS (S>250 M2)	TIPOLOGÍA POR M2 CONSTRUIDOS
Administrativo	AISLADA	AISLADA
Sanitario (centro de salud)	AISLADA	AISLADA
Sanitario (hospitalario)	AISLADA	AISLADA
Residencial Público (con pernoct.)	AISLADA	AISLADA
Residencial Público (sin pernoct.)	AISLADA	AISLADA
Docente	AISLADA	AISLADA
Cultural	AISLADA	AISLADA
Deportivo	AISLADA	AISLADA
Transporte terrestre	AISLADA	AISLADA

Tabla 2.6. Periodos de construcción de los centros de la AREX. Fuente: DG de Catastro. Elaboración propia.

2.2.4. Número de plantas

El número de plantas está ligado a la compacidad de los edificios y por lo tanto nos puede servir para conocer qué actuación en la envolvente es más prioritaria. En edificios de hasta 2 plantas puede considerarse que la pérdida de calor por la envolvente horizontal de la cubierta será más determinante que en edificios de gran altura, donde puede centrarse la intervención en la rehabilitación energética de la envolvente vertical.

El inventario define cuatro categorías de alturas para los centros:

NÚMERO DE PLANTAS	N° DE CENTROS PÚBLICOS (S > 250 M2)
Edificios de 1 planta (1)	252
Edificios de hasta 2 plantas	319
Edificios de hasta 3 plantas	173
Edificios de más de 3 plantas	74
(datos no disponibles)	27
Nota (1): Se incluyen los centros que se desarrollan en edificios con propiedad horizontal	

Tabla 2.7. Clasificación por número de plantas de los centros de la AREX. Elaboración propia.

En cuanto al número de plantas más habitual por cada uso principal obtenemos los datos reflejados en la tabla 2.8. Comparando las alturas por usos en cuanto a número de centros y a superficie construida las categorías se mantienen sólo en 5 de los 9 usos. De la clasificación por número de centros se desprende que la mayoría tienen 1 o 2 plantas de altura, salvo los pertenecientes al uso Sanitario – Hospitalario, donde el tipo más repetido es el de más de 3 plantas de altura, contando la región con edificios de hasta

12 niveles sobre rasante. Si se observan las categorías por superficie construida se obtiene que la mayoría de centros tiene más de 3 plantas de altura y aumenta en 4 usos: administrativo, docente, cultural y deportivo, significando que existe una gran cantidad de centros de poca superficie y baja altura y una baja cantidad de centros con mucha superficie y mayor altura.

USO PRINCIPAL	Nº DE PLANTAS POR Nº DE CENTROS (S>250 M2)	Nº DE PLANTAS POR M2 CONSTRUIDOS
Administrativo	1	> 3
Sanitario (centro de salud)	HASTA 2	HASTA 2
Sanitario (hospitalario)	> 3	> 3
Residencial Público (con pernoct.)	HASTA 2	HASTA 2
Residencial Público (sin pernoct.)	HASTA 2	HASTA 2
Docente	HASTA 2	HASTA 3
Cultural	1	> 3
Deportivo	1	> 3
Transporte terrestre	1	1

Tabla 2.8. Número de plantas de los centros de la AREX. Fuente: DG de Catastro. Elaboración propia.

2.2.5. Intensidad de uso

La determinación de la intensidad de uso de los centros públicos depende del grado de ocupación (influencia en la carga interna) y el perfil horario (tiempo de funcionamiento).

Carga interna

La carga interna es el conjunto de solicitudes generadas en el interior del edificio, debidas, fundamentalmente, a los aportes de energía de las fuentes internas (ocupantes, equipos eléctricos, iluminación, etc.)⁵.

Perfil Horario

Los perfiles horarios también se clasifican según las horas de funcionamiento.

El cálculo concreto de la carga interna requiere un estudio detallado de cada edificio público, ya que como se ha indicado, depende de múltiples factores. No obstante, en el Inventario se ha realizado una distribución preliminar de intensidades de uso asociada al uso principal del centro, para que pueda servir de orientación tanto en una evaluación, como en unas posibles actuaciones en materia de eficiencia energética.

⁵ CTE. Documento Básico Ahorro de Energía. Versión de diciembre de 2019.

USO PRINCIPAL DE LOS CENTROS	INTENSIDAD DE USO	
	NIVEL DE CARGA INTERNA	PERFIL HORARIO
Administrativo	Media	8h
Sanitario (centro de salud)	Alta	8h
Sanitario (hospitalario)	Alta	24h
Residencial Público (c. pernoct.)	Baja	24h
Residencial Público (s. pernoct.)	Media	12h
Docente	Media	12h
Cultural	Alta	12h
Deportivo	Media	16h
Transporte terrestre	Media	16h
Mixto (Adm.+Cult.)	Media	12h
Mixto (Adm.+Docente)	Media	12h
Mixto (Adm.+R.Público)	Media	24h
Mixto (R.Público+Cultural)	Media	24h

Tabla 2.9. Estimación intensidades de uso de centros públicos de la AREX. Elaboración propia.

2.3. Caracterización energética

2.3.1. Zona climática

La zona climática de los centros se ha establecido según la clasificación establecida en el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) del CTE en base a la ubicación y la alternativa del Proyecto CLIMEX basada en los registros climáticos de temperatura e insolación o de temperatura y radiación de series de datos diarios de una longitud mínima de 10 años.

PROVINCIA	Nº DE CENTROS PÚBLICOS EN ZONAS CLIMÁTICAS CTE (Sup. > 250 m ²)				Nº DE CENTROS PÚBLICOS EN ZONAS CLIMÁTICAS CLIMEX (Sup. > 250 m ²)			
	C3	C4	D3	E1	B4	C3	C4	D3
Badajoz	26	336	144	0	2	50	454	0
Cáceres	0	309	29	1	13	100	225	1
TOTAL EXTREMADURA	26	645	173	1	15	150	679	1

Tabla 2.10. Distribución de centros públicos de la AREX según zonas climáticas. Elaboración propia.

Comparando la asignación de las distintas zonas climáticas, se demuestra que la gran mayoría de los centros públicos se encuentran en lugares con severidades climáticas intermedias.

Podemos comprobar que esta diferencia es aún mayor si se asignan las zonas climáticas tabuladas desde CLIMEX, donde el 80,3% de los centros públicos se sitúan en la zona C4, y un 17,7% de ellos en zona C3. Los que se encuentran en zonas B4 y D3 son ya una cantidad testimonial.

2.3.2. Calificación energética

Para evaluar la eficiencia energética de los centros se ha extraído la calificación energética de los Certificados de Eficiencia Energética (CEE) realizados hasta la actualidad. Sin embargo, se trata de un dato poco fiable al no disponer de un número suficiente de Certificaciones.

Con los datos recopilados de los CEEs, en la tabla 2.11 se relaciona el número de certificados con los diferentes usos principales. Se observa unos datos aceptables para centros de uso administrativo y docente, y, sin embargo, valores más escasos para el resto de los usos.

USO PRINCIPAL DE LOS CENTROS PÚBLICOS (Sup. > 250 m ²)	TOTAL	TOTAL USO	% con CCE
Administrativo	36	150	24%
Sanitario (centro salud)	10	117	9%
Sanitario (hospitalario)	0	26	0%
Residencial Público (c. pernoct.)	11	85	13%
Residencial Público (s. pernoct.)	0	50	0%
Docente	107	267	40%
Cultural	5	97	5%
Deportivo	0	16	0%
Transporte terrestre	1	26	4%
Mixto	4	11	36%

Tabla 2.11. Distribución de certificados energéticos registrados respecto a usos principales. Elaboración propia.

Con el establecimiento de una letra de calificación energética respecto a las emisiones de CO₂ (kWh/m²año), podemos asignar a qué periodo constructivo pertenecen y así tener una orientación de la edad de la edificación.

PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	Letra A	Letra B	Letra C	Letra D	Letra E	Letra F	Letra G	(*)	TOTAL
≤ 1940	0	3	1	2	1	0	1	1	9
1941 - 1960	0	0	2	8	3	1	0	2	16
1961 - 1980	1	0	3	18	8	3	2	11	46
1981 - 2007	1	3	15	21	13	5	0	9	67
2008 - 2013	0	9	5	4	2	0	0	2	22
≥ 2014	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0 (ND)
sin determinar	0	3	5	5	0	1	0	0	14
TOTAL									174
(*) Se disponen de 25 certificados energéticos con datos incompletos o no representativos del edificio principal del centro.									

Tabla 2.12. Letras de calificación energética de centros públicos de la AREX según periodo constructivo. Elaboración propia.

Aunque la muestra es insuficiente para sacar conclusiones serias, se puede aventurar una clasificación tomando la siguiente medida: Excluir los periodos con un total de CEE inventariadas inferiores a 10. Esto excluye la muestra de los centros construidos hasta 1940 ya que presentan calificaciones propias de edificios con rehabilitación energética. También se excluyen los edificios construidos desde el año 2014 al no disponer el inventario de ninguna certificación de ese periodo. De esta forma podemos relacionar la calificación tipo por cada periodo constructivo, esté rehabilitado o no.

PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	CALIFICACIÓN	
	1ª MÁS HABITUAL	2ª MÁS HABITUAL
1941 - 1960	D	E
1961 - 1980	D	E
1981 - 2007	D	C
2008 - 2013	B	C

Tabla 2.13. Calificación energética más habitual de centros públicos de la AREX según periodo constructivo. Elaboración propia.

De forma análoga y advirtiendo de la escasa muestra de calificaciones analizadas, se puede asignar la letra obtenida para cada periodo a los usos principales que carecen de calificaciones (Sanitario – Hospitalario, Residencial Público - Sin pernoctaciones, Deportivo y Transporte terrestre):

USO PRINCIPAL	LETRA INVENTARIADA MÁS HABITUAL	LETRA ASIMILADA POR PERIODO DE CONSTRUCCIÓN Y POR N° DE CENTROS		LETRA ASIMILADA POR PERIODO DE CONSTRUCCIÓN Y POR SUPERFICIE CONSTRUIDA	
Administrativo	D	1981 - 2007	D	2008 - 2013	B
Sanitario (centro de salud)	B	1981 - 2007	D	1981 - 2007	D
Sanitario (hospitalario)	-	1961 - 1980	D	1961 - 1980	D
Residencial Público (con pernoct.)	B	1981 - 2007	D	1981 - 2007	D
Residencial Público (sin pernoct.)	-	1961 - 1980	D	1961 - 1980	D
Docente	D	1981 - 2007	D	1961 - 1980	D
Cultural	D	1981 - 2007	D	1981 - 2007	D
Deportivo	-	1961 - 1980	D	1961 - 1980	D
Transporte terrestre	-	1981 - 2007	D	1981 - 2007	D

Tabla 2.14. Calificación energética más habitual de centros públicos de la AREX según periodo constructivo y usos.
Elaboración propia.

En consecuencia, por el análisis realizado de datos aportados desde los CEEs, se desprende que no se tienen datos fiables por no cubrir todas las tipologías de usos y por el desconocimiento de datos exactos de su arquitectura e instalaciones, sin embargo, se puede deducir que la calificación más habitual es la D en la mayoría de todos los usos, se trate de edificios rehabilitados o no.

2.3.3. Demanda energética

Resultan de interés los valores recabados de demandas energéticas.

USO PRINCIPAL DE LOS CENTROS PÚBLICOS (Sup. > 250 m ²)	Demanda global de calefacción (kWh/m ² año)	Demanda global de refrigeración (kWh/m ² año)
Administrativo	81,81	42,36
Sanitario (centro salud)	88,12	27,68
Sanitario (hospitalario)	Sin datos	Sin datos
Residencial Público (c. pernoct.)	64,25	35,45
Residencial Público (s. pernoct.)	Sin datos	Sin datos
Docente	89,63	26,75
Cultural	Sin datos	Sin datos
Deportivo	Sin datos	Sin datos
Transporte terrestre	Sin datos	Sin datos
Mixto	105,73	36,29

Tabla 2.15. Promedio de demandas energéticas por usos principales de los centros públicos de la AREX. Elaboración propia.

Segregado por usos principales, se ha realizado un promedio de demandas de calefacción y refrigeración. Por resultar de mayor interés, los datos de la tabla 2.15 son los pertenecientes al registro de Edificios Existentes. Estos datos, una vez se tenga un porcentaje representativo serán clave para abordar actuaciones de mejora en la envolvente térmica, las cuales se traducirán en una reducción del consumo energético y de emisiones de CO₂.

2.4. Edificios tipo

Comparando las tablas anteriores se pueden agrupar los centros identificando las características más representativas para cada uso. De esta forma se podrá estudiar su comportamiento ante medidas de mejoras energéticas globales. Se ha excluido el uso denominado Uso mixto, por recoger casos especiales no representativos en el inventario. A partir de los valores más habituales analizando el número total de centros, los edificios tipo por uso y sus características se recogen en la tabla 2.16:

USO PRINCIPAL	PERIODO DE CONSTRUCCIÓN		TIPOLOGÍA	Nº PLANTAS		SUPERFICIE CONSTRUIDA MEDIA (M2)	INTENSIDAD DE USO	DEMANDA CALEFACCIÓN / REFRIGERACIÓN (kWh/m2año)
	Por nº de centros	Por m ² de centros		Por nº de centros	Por m ² de centros			
Administrativo	1981 - 2007	2008 - 2013	AISLADA	1	> 3	2.177	MEDIA 8 H	81,81 / 42,36
Sanitario (centro de salud)	1981 - 2007		AISLADA	HASTA 2		1.737	MEDIA 8 H	88,12 / 27,68
Sanitario (hospitalario)	1961 - 1980		AISLADA	> 3		19.220	MEDIA 24 H	Sin datos
Residencial Público (con pernoct.)	1981 - 2007		AISLADA	HASTA 2		2.985	MEDIA 24 H	64,25 / 35,45
Residencial Público (sin pernoct.)	1961 - 1980		AISLADA	HASTA 2		1.101	MEDIA 12 H	Sin datos
Docente	1981 - 2007	1961 - 1980	AISLADA	HASTA 2	HASTA 3	4.146	ALTA 12 H	89,63 / 26,75
Cultural	1981 - 2007		AISLADA	1	> 3	1.759	MEDIA 12 H	Sin datos
Deportivo	1961 - 1980		AISLADA	1	> 3	9.952	MEDIA 16 H	Sin datos
Transporte	1981 - 2007		AISLADA	1		1.234	MEDIA 12 H	Sin datos

Tabla 2.16. Caracterización tipo por usos principales de los centros públicos de la AREX. Elaboración propia.

Se observa que las pocas diferencias entre los datos tipo obtenidos por el número de centros y por m² de superficie construida se localizan en los periodos de construcción y en el número de plantas. Esto obedece a la lógica de un gran número de edificios de menor tamaño repartidos por todos los municipios mientras que en las capitales de la provincia y de la región se disponen las sedes centrales de gran superficie.

A la hora de seleccionar los periodos de construcción y el número de plantas se han tomado como más representativos los que están más presentes en más centros, en vez de la posible opción de acudir a la superficie construida. Esto se ha hecho así ya que el objeto del presente documento es asignar intervenciones de mejora energética a los tipos más repetidos evitando que edificios centrales de gran superficie y complejidad determinen las características del resto.

Periodo de construcción

El periodo de construcción más común es el que comprende desde el año 1981 hasta el 2007, seguido de 1961-1980. Por tanto, nos encontramos con edificios sin aislamiento térmico en su envolvente o con aislamiento atendiendo a las prescripciones de la Norma NBE-CT-79.

Tipología

La tipología más extendida es la aislada, y dentro de ésta, la de aislada en parcela. Esto implica que nos encontramos con edificios con toda su envolvente expuesta al ambiente exterior y que por tanto permiten actuar en general en toda la superficie de sus cerramientos.

Número de plantas

El número de plantas más habitual por el número de centros es de hasta 2, mientras que por superficie construida es mayor de 3. Esto indica que la superficie de la envolvente relativa a la cubierta es importante con respecto al de cerramientos verticales en los edificios con mucha superficie de planta.

Superficie construida

La mayoría de usos presenta una superficie construida media inferior a los 4.000 m², salvo el Uso Sanitario – Hospitalario, con casi 20.000 m² y el Deportivo, rozando los 10.000 m².

Intensidad de uso

La intensidad de uso más habitual es media con horarios de funcionamiento de 12 horas, aunque en este apartado nos encontramos con una casuística muy repartida.

Demanda calefacción / refrigeración

Aunque no se dispone de un porcentaje representativo de datos e incluso no hay ninguno para algunos usos, puede comprobarse que la demanda de calefacción es muy similar en los usos Administrativo, Sanitario – Centro de Salud y Docente.

2.5. Propuestas existentes de rehabilitación energética

En la actualidad, 114 centros recogidos en el Inventario de EEPP han participado en la recogida no vinculante de propuestas y actuaciones para el diseño y orientación del **Programa de Impulso a la Rehabilitación de Edificios Públicos (PIREP)**.

CONSEJERÍA	TOTAL DE PROPUESTAS PRESENTADAS
Cultura	21
Economía	6
Educación	2
Igualdad	15
Transporte, Movilidad y Vivienda	31
Sanidad y Servicios Sociales	39
Total	114

Tabla 2.17. Propuestas presentadas de Rehabilitación Energética de la AREX. Elaboración propia.

Este programa pertenece al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Gobierno de España. Pretende identificar posibles actuaciones de rehabilitación sostenible de edificios de titularidad pública y de uso público que pudieran contribuir a alcanzar ahorros medios del 30% sobre la energía primaria no renovable consumida, y cuya finalización de obra pueda garantizarse para antes de agosto de 2026.

Cruzando los datos de las distintas consejerías podemos agrupar dentro de cada grupo las siguientes mejoras:

- Materiales de la envolvente del edificio, limitando la demanda energética mediante la sustitución de carpinterías exteriores y la incorporación de aislamiento en la envolvente.
- Almacenamiento energético, mediante la colocación de paneles fotovoltaicos y la renovación del sistema de alumbrado por otro más eficiente.
- Producción Frío/Calor, mediante la colocación de paneles solares térmicos y la renovación del sistema de climatización.

Las propuestas de mejoras presentadas han sido identificadas en la siguiente tabla:

GRUPO	MEJORA ENERGÉTICA	TOTAL DE PROPUESTAS PRESENTADAS						
		Cultura	Economía	Educación	Igualdad	Transporte, Movilidad y Vivienda	Sanidad y Servicios Sociales	Total
Materiales de la Envolvente	Mejora de huecos exteriores	15	3	2	14	30	10	74
	Aislamiento en la envolvente	18	5	2	14	30	39	108
	Elementos de sombra	0	1	0	0	0	0	1
Almacenamiento	Energía fotovoltaica	20	0	0	0	0	0	20
	Renovación de alumbrado (LED)	9	0	0	0	20	10	39
Frío/Calor	Energía solar térmica	10	0	0	2	0	0	12
	Aerotermia	0	0	0	0	21	0	21
	Renovación de la climatización y uso de EERR no especificadas	14	5	0	14	31	39	103

Tabla 2.18. Propuestas presentadas de Rehabilitación Energética por usos principales en centros de la AREX.

Puede observarse que la estrategia de intervención está muy ligada a cada consejería. Así, mientras que las propuestas de los edificios pertenecientes a la Consejería de Cultura se tratan de actuaciones integrales recogidas en los tres grupos de mejoras, en los de Educación se centran en limitar la demanda y actuar en la envolvente.

Las mejoras más demandadas son la incorporación de aislamiento en la envolvente (108) y la renovación del sistema de climatización y uso de energías renovables no especificadas (103), seguidos de la mejora de la eficiencia energética de la carpintería y vidrios de los huecos exteriores (74). En general no se han especificado qué energías renovables se usarán. Cuando sí se hace, las más repetidas son la energía aerotérmica para la producción de ACS (21) y la energía solar fotovoltaica (20). Una tecnología muy demanda es la renovación del sistema de alumbrado con sistemas LED (39), especialmente en tres consejerías: Consejería de Cultura, Consejería de Transporte, Movilidad y Vivienda, y Consejería de Sanidad y Servicios Sociales. Para los edificios de las restantes Consejerías no se demanda en ningún caso, posiblemente por tratarse de intervenciones ya realizadas o porque sencillamente no se ha especificado en el resumen de las propuestas.

3. MEJORAS ENERGÉTICAS

3.1. Grupos de mejoras

El principal objetivo del Proyecto POCTEP INNOINVEST (Promoción de Inversión empresarial en innovación de productos energéticos para edificación) es impulsar el fomento de la I+D+I empresarial en productos y servicios energéticos relacionados con la construcción.

Tras agrupar las propuestas de intervención en tres bloques: materiales, almacenamiento y generación de Frío/Calor, se podrá relacionar las demandas de edificios públicos con 200 empresas que ofertan productos y servicios energéticos para la edificación (170 con sede en Extremadura y 30 con sede en Portugal).

3.2. MATERIALES RELACIONADOS CON LA ENVOLVENTE

En este grupo se describen los tipos de mejoras energéticas pasivas que se proponen en los edificios públicos de la Junta de Extremadura. Las mejoras energéticas pasivas son aquellas que actúan en la envolvente del edificio, principalmente fachadas y cubiertas, con el objetivo de disminuir la demanda energética y, con ella, el consumo de energía necesario para alcanzar las condiciones de confort de los usuarios.

3.2.1. Huecos eficientes

Se busca mejorar el comportamiento térmico del hueco reduciendo la transmitancia mediante la sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y el uso de vidrio bajo emisivo con control solar. Para ello se tomará como referencia los valores límite de transmitancia térmica que establece el CTE DB HE para el conjunto de carpintería, vidrio y, en su caso, cajón de persiana.

3.2.2. Cerramientos verticales

Se busca reducir las pérdidas de calor por transmisión, limitando la demanda del consumo de energía en climatización, añadiendo aislamiento térmico a los cerramientos verticales pertenecientes a la envolvente.

Aislamiento térmico por exterior de fachada

La solución más extendida en rehabilitación de edificios existentes es el sistema SATE, consistente en aislar térmicamente la fachada por el exterior. Este sistema permite solucionar problemas de humedad y de aislamiento a la vez que renueva la imagen del edificio.

Aislamiento térmico insuflado por interior de fachada

El aislamiento se instala insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes. Los aislantes empleados suelen basarse en celulosa, aunque también los hay en forma de perlas o trituraciones de lanas minerales

y otros. Tiene un relativo bajo coste y corto tiempo de ejecución, sin requerir obras de entidad, aunque no permite solucionar puentes térmicos y está condicionada a la existencia de la cámara de aire con el suficiente espesor.

3.2.3. Cerramientos horizontales

Se busca reducir las pérdidas de calor por transmisión, limitando la demanda del consumo de energía en climatización, añadiendo aislamiento térmico a la cubierta.

Aislamiento térmico insuflado de cubierta plana ventilada

El aislamiento se instala insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes. Los aislantes empleados suelen basarse en celulosa, aunque también los hay en forma de perlas o trituraciones de lanas minerales y otros. Como sucede con los aislamientos insuflados en fachadas, es una solución de bajo coste y baja entidad, pero condicionada a la existencia de un espesor de cámara de aire suficiente y a la comprobación del funcionamiento de la cubierta frente a problemas de condensaciones intersticiales al desaparecer la ventilación.

Aislamiento térmico de cubierta plana no ventilada

Si la cubierta carece de cámara ventilada y de aislamiento, puede realizarse una demolición o levantado del pavimento existente llegando hasta la capa de impermeabilización. Si el aislamiento es insuficiente o ha perdido capacidad aislante por el paso del tiempo y/o lesiones, se sustituye también. Comprobado el estado de la impermeabilización se dispondría sobre ésta un aislamiento rígido que soporte los pesos del pavimento y del uso, tipo Poliestireno Extruido (XPS) o similar. Este tipo de soluciones no son muy populares por su impacto económico limitándose a obras de rehabilitación integral que permiten solucionar problemas de humedad por filtración de agua.

Aislamiento térmico de cubierta inclinada por el exterior

Levantado de material de cobertura (principalmente teja) e incorporar aislante térmico con elementos tipo sándwich o aislamiento entre rastreles donde apoyar y fijar la cobertura de forma mecánica. Hay que disponer un aislamiento térmico indicado para soportar peso.

Aislamiento térmico de cubierta inclinada por el interior

Si existe bajo cubierta accesible se puede disponer el aislamiento por el interior. Dependiendo de las características propias, puede situarse el aislamiento bajo el plano inclinado de la formación de pendiente o sobre el plano horizontal del bajo cubierta. Si se sitúa bajo el plano inclinado lo ideal es disponer materiales que permitan el paso de vapor de agua y evitar de esta forma las condensaciones, tipo lana mineral y EPS. Si se sitúa sobre al plano horizontal de la cubierta, éste debe ser transitable para mantenimiento. Debe disponerse una protección y usar aislamientos que soporten pesos como el XPS.

Aislamiento térmico de suelos en contacto con el terreno o el aire

En rehabilitaciones integrales puede ser conveniente aislar térmicamente otros cerramientos horizontales como soleras, forjados sanitarios o forjados en contacto con el aire o el terreno con materiales resistentes que puedan soportar pesos como el XPS. Normalmente, sobre soleras se disponen cuartos de instalaciones,

almacenes y demás dependencias auxiliares no climatizadas por lo que esta intervención se estudiará de forma personalizada dando prioridad a otras mejoras.

3.2.4. Protección solar

La protección de los huecos tiene especial relevancia en régimen de verano, pero el dimensionamiento de los elementos de sombra debe realizarse con especial cuidado para evitar que se produzcan efectos no deseados en invierno, por lo que esta solución exige un estudio particular para cada edificio dependiendo de la orientación, dimensiones de los huecos y sombras arrojadas por otros elementos o edificios.

Hay todo tipo de soluciones, desde elementos constructivos anclados a la fachada y volando, ya sea en disposición horizontal o vertical, hasta toldos, parasoles y estores.

3.2.5. Otros aislamientos

El mercado ofrece cada vez más soluciones que se adaptan a todo tipo de casuística. Existen otros tipos de aislamientos novedosos como los reflexivos o con materiales de cambio de fase que son muy efectivos pero el desconocimiento técnico impide su mayor implementación.

3.3. Almacenamiento

Almacenamiento es el nombre con el que se ha designado al conjunto de mejoras energéticas activas que se proponen en los edificios públicos de la Junta de Extremadura relacionadas con la generación, almacenamiento y uso de la energía eléctrica.

3.3.1. Energía fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es renovable ya que transforma de forma directa la radiación solar en energía eléctrica mediante la conversión fotovoltaica efectuada en la celda fotovoltaica de los módulos. Cuando la luz solar incide en las celdas, la energía presente en los fotones se transforma por efecto fotovoltaico en energía eléctrica, debido al movimiento libre de los electrones. El material más utilizado en este tipo de tecnología es el silicio.

Las instalaciones solares fotovoltaicas se dividen en dos tipos: instalaciones aisladas, que son aquellas no conectadas a la red urbana eléctrica, e instalaciones conectadas a red, orientadas al autoconsumo, que a su vez puede generar excedentes y ser vertidos a la red.

La incertidumbre provocada por iniciativas legislativas como el conocido “impuesto al sol” o las, hasta hace poco, dificultades de interconexión con la red eléctrica, han provocado que una tecnología con muchas posibilidades en España no se haya extendido como debiera. Superados estos problemas, y gracias también a un coste de instalación cada vez más económico, es una tecnología que está teniendo en la actualidad mucha demanda.

3.3.2. Baterías y compensación

Se incluyen en este apartado los sistemas de almacenamiento eléctrico y los sistemas de compensación de energía reactiva, como pueden ser las baterías, bien de almacenamiento, bien de condensadores.

Baterías de almacenamiento

Las baterías de almacenamiento son necesarias cuando el consumo eléctrico se sigue produciendo fuera de las horas solares, evitando sobredimensionar el campo generador. Sin embargo, el rendimiento de las baterías hoy en día disminuye muy rápido con el tiempo, teniendo que sustituirse periódicamente. Por ello su uso se suele aconsejar para instalaciones aisladas de la red o con alto consumo de energía reactiva.

Baterías de condensadores

La energía reactiva es aquella consumida por los elementos de la instalación eléctrica y que no se convierte en trabajo útil, afectando a la eficiencia energética y a la factura eléctrica. Las baterías de condensadores permiten compensar la potencia reactiva en las instalaciones. La solución más habitual es la de instalar una batería de condensadores, situados entre el cuadro eléctrico y la carga, que genera energía reactiva en sentido inverso a la consumida por la instalación. Este ahorro puede llegar a ser de hasta un 30%.

3.3.3. Puntos de recarga

El creciente uso de coches eléctricos hace necesario considerar la instalación de puntos de recarga en edificios públicos para reducir las emisiones de CO₂ y para reducir la factura energética producida por los vehículos de la administración. Sin embargo, estos puntos de recarga no estarán solamente condicionados por la disponibilidad de espacio, sino también por la disposición por parte de la Junta de Extremadura de vehículos eléctricos en los edificios públicos aquí analizados.

Esta tecnología puede experimentar un rápido crecimiento si el coche eléctrico va subiendo en cuota de mercado y si las nuevas normativas establecen mínimos de puntos de recarga para nuevas construcciones o remodelaciones.

3.3.4. Energía minieólica

Las instalaciones de energía minieólicas o eólicas de pequeña potencia convierten la energía cinética del viento en energía eléctrica mediante el uso de turbinas. Por lo tanto, es un sistema de energía renovable al usar como fuente el viento.

Son menos complejas y más eficientes globalmente que las instalaciones eólicas de gran potencia, ya que al estar ubicadas en la misma parcela que el edificio, las pérdidas por el transporte y distribución se minimizan. De esta forma el mantenimiento también se simplifica.

Su uso está recomendado para el autoconsumo de edificaciones aisladas, siendo una alternativa a la energía solar fotovoltaica. Aunque por su dependencia de la presencia del viento es aconsejable utilizarla en combinación con paneles solares fotovoltaicos y baterías de almacenamiento. Es una tecnología poco extendida por el desconocimiento, el riesgo de ruido y los largos plazos de amortización.

3.3.5. Iluminación eficiente

En la actualidad existen diversas tecnologías que permiten reducir el consumo eléctrico relacionado con la iluminación. Pueden considerarse eficientes las siguientes tecnologías usadas en instalaciones de iluminación:

- Lámparas LED
- Control de presencia

- Regulación de intensidad según luz natural

Estas tecnologías están muy extendidas en el sector privado por su rápida amortización y por las transposiciones a la normativa española de directivas comunitarias que han venido prohibiendo tecnologías menos eficientes como las incandescentes y halógenas, y dada la amplia difusión de la tecnología de lámparas LED, que ha reducido significativamente sus costes.

3.4. Frío/calor

Las tecnologías de energía renovable para uso térmico son aquellas que dan respuesta de forma activa a la demanda de climatización de recintos y calentamiento del agua mediante fuentes renovables como la solar, la biomasa o la geotermia. Su utilización supone la disminución del consumo de energía primaria y de emisiones de CO₂ correspondientes a la fuente energética no renovable a la que sustituyen.

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo ⁶, define en su artículo 2 las “energías procedentes de fuentes renovables” como “la energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás”.

3.4.1. Aerotermia

La aerotermia es una tecnología de bomba de calor que aprovecha la energía almacenada en el aire exterior en la climatización de recintos.

La Directiva 2009/28/CE define⁷ la energía aerotérmica como “la energía almacenada en forma de calor en el aire ambiente”.

No es una tecnología 100% renovable ya que necesita un consumo eléctrico auxiliar importante. Sin embargo, el Parlamento Europeo⁸ considera que la energía aerotérmica, geotérmica e hidrotérmica capturada por las bombas de calor se contabilizará como energía renovable “siempre que la producción final de energía supere de forma significativa el insumo de energía primaria necesaria para impulsar la bomba de calor.”

La bomba de calor aerotérmica extrae calor del aire exterior a través del evaporador y lo transfiere al interior del edificio a través del condensador. En el caso habitual de que sea reversible, permite también bombear el calor del interior del edificio hacia el exterior del mismo. En usos discontinuos es conveniente la instalación de un depósito de inercia.

Es una tecnología que en combinación con la solar fotovoltaica en horarios ligados a las horas solares sale

⁶ Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

⁷ Artículo 2 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

⁸ Artículo 5.4 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

más rentable que la biomasa, al no tener que contabilizar el coste de la energía primaria. Sin embargo, cuando el horario del edificio demanda calefacción en horarios vespertinos y nocturnos, la bomba de calor aerotérmica tendrá que consumir electricidad de las baterías, y si no es suficiente, de la red eléctrica.

3.4.2. Solar térmica

La solar térmica es la tecnología renovable que transforma de forma directa la radiación solar en energía térmica mediante la transmisión de calor efectuada en el captador solar.

Su uso principal en el sector de la edificación es el de abastecer la demanda de agua caliente sanitaria y su uso está muy extendido, especialmente desde la aprobación en el año 2006 de la Sección 4 del CTE DB HE relativa a la Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

La evolución de esta tecnología permite en la actualidad un mantenimiento mínimo apoyado en sistemas de control remoto.

3.4.3. Biomasa

La biomasa es la tecnología que transforma la energía química contenida en la materia orgánica en energía térmica. En el origen mismo de esta energía está el sol, ya que las plantas transforman de forma directa la radiación solar en energía química mediante la fotosíntesis, y parte de esa energía queda almacenada en forma de materia orgánica.

La Directiva 2009/28/CE define⁹ la biomasa en general como “La fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales”.

Aunque la principal fuente de biomasa para uso en la edificación es de origen vegetal, también hay sustancias de origen animal, menos comunes. Dentro de los principales combustibles disponemos de astillas, pellets y huesos de aceituna.

La combustión se puede realizar a través de calderas, estufas o chimeneas. Las calderas son los únicos equipos capaces de dar al mismo tiempo calefacción y agua caliente sanitaria, mientras que las estufas y chimeneas se limitan a calentar el recinto donde se ubican. Estas instalaciones suelen ir acompañadas de depósitos de inercia que permiten un funcionamiento estable de la caldera en edificios donde la demanda no se mantiene constante.

El principal problema para la implantación de esta tecnología es la disponibilidad de espacio para ubicar el silo de almacenamiento frente a otros sistemas que no presentan este problema. Otra cuestión a tener en cuenta es el mantenimiento periódico para optimizar el funcionamiento de la caldera.

⁹ Artículo 2 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

3.4.4. Geotermia

La geotermia es una tecnología de bomba de calor que aprovecha la energía almacenada en el terreno para la climatización de recintos. Es una energía renovable ya que usa la fuente de calor almacenado en rocas, suelos y aguas subterráneas, cualquiera que sea su temperatura, profundidad y procedencia.

La Directiva 2009/28/CE define¹⁰ la energía geotérmica como “la energía almacenada en forma de calor bajo la superficie de la tierra sólida”.

Aunque existen recursos geotérmicos de alta temperatura (superiores a 150 °C), en el sector de la edificación se trata de sistemas a baja temperatura (próxima a los 30 °C), que se utilizan para realizar el salto térmico demandando en sistemas de calefacción, refrigeración y ACS.

Existen dos tipos según el método de intercambio: sistemas abiertos (captan el agua de un acuífero) y sistemas cerrados (utilizan intercambiadores enterrados horizontales o verticales, con un fluido termoportador en su interior que cede la energía del subsuelo a la bomba y viceversa). Este último tipo es el más habitual. Los intercambiadores horizontales son tuberías enterradas en el terreno a escasa profundidad mientras que los intercambiadores verticales son unas tuberías insertadas en sondeos de hasta 250 metros de profundidad.

Es una tecnología poco implantada por su alto coste de instalación y las dificultades de realizar perforaciones en suelo.

3.4.5. Otras energías renovables

3.4.5.1. Hidrotermia

La hidrotermia es una tecnología de bomba de calor que aprovecha la energía almacenada en las aguas superficiales para la climatización de recintos.

La Directiva 2009/28/CE la define¹¹ en general como: “la energía almacenada en forma de calor en las aguas superficiales”.

Es una tecnología relacionada con la Aerotermia, ya que ambas se basan en el intercambio de calor/frío con el entorno natural (aire, agua) mediante el uso de una bomba de calor. Y como sucede con la aerotermia, no es una tecnología 100% renovable ya que necesita un consumo eléctrico auxiliar elevado, pero aun así el Parlamento Europeo también la considera energía renovable.

El sistema se compone de una bomba de calor que transfiere calor desde un foco frío a uno caliente. En el caso de las bombas de calor hidrotérmicas, extraen calor del entorno natural (agua) a través del evaporador y lo transfiere al interior de un edificio a través del condensador. Si son reversibles, se invierte el ciclo y se transfiere el calor del interior del edificio impulsándolo al entorno natural. En usos discontinuos conviene la instalación de un depósito de inercia.

¹⁰ Artículo 2 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

¹¹ Artículo 2 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

Sin embargo, es una tecnología poco extendida en edificios públicos ya que necesita disponer en su cercanía de aguas superficiales y además conlleva un elevado coste de ejecución.

3.4.5.2. Biogás

El biogás es la tecnología que transforma la energía química contenida en algunos gases en energía térmica. La Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo, la incluye en el grupo de energías procedentes de fuentes renovables no fósiles¹².

El biogás es un gas renovable compuesto principalmente por metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), obtenidos a través de la degradación anaeróbica de materia orgánica. Las principales fuentes de biogás son los residuos ganaderos y agroindustriales, los lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas (EDARs) y la fracción orgánica de los residuos domésticos.

El biogás tiene la particularidad de que es la única energía renovable que puede usarse para cualquiera de las grandes aplicaciones energéticas: eléctrica, térmica o como carburante. Su uso en edificios se produce a través de la combustión en calderas.

Dado que el metano tiene un potencial de calentamiento global 21 veces superior al CO₂, el aprovechamiento apropiado del biogás tiene un gran potencial para contribuir a reducir emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta tecnología sólo suele considerarse en instalaciones capaces de autogenerar biogás como pueden ser las instalaciones ganaderas de cierta dimensión.

3.4.6. Otras tecnologías

3.4.6.1. Suelos radiantes

El suelo radiante está incluido dentro de las tecnologías de Innoinvest, aunque no es una energía renovable como tal, sino un sistema muy eficiente de climatización a baja temperatura donde el agua circula a través de una red de conductos instalados bajo el pavimento. Al circular el agua caliente a temperaturas entre 30 y 45° C el rendimiento y la eficiencia energética de la instalación es mucho mayor en comparación a otros sistemas donde el calor se intercambia con radiadores o mediante bombas de calor.

El suelo radiante puede emplearse en combinación con sistemas de energías renovables, tales como aerotermia, solar térmica, biomasa, geotermia, etc., siendo también recomendado con calderas de baja temperatura o condensación.

Es una tecnología limitada por su coste, más elevado frente a soluciones alternativas, y cuya instalación se limita prácticamente a nuevas edificaciones al ser de difícil implementación en reformas.

3.4.6.2. Domótica en climatización

Los sistemas de control y domótica aplicados a climatización permiten analizar los datos de temperatura y humedad exterior e interior, perfiles de uso, horarios, etc. para gestionar los sistemas de calefacción, ventilación y climatización regulando la temperatura ideal al tiempo que reducen los consumos

¹² Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

innecesarios. Estos sistemas pueden extenderse al control de estores, persianas, toldos o aperturas de ventilación.

Esta tecnología cada vez está más extendida puesto que las opciones de domótica suelen estar presentes en el equipamiento básico de los sistemas de calefacción inteligente.

3.4.6.3. Ventilación eficiente

Son sistemas de ventilación energéticamente eficientes aquellos que cuentan con dispositivos que permiten reducir el consumo energético, tal es el caso de los sistemas de enfriamiento gratuito o recuperadores entálpicos.

- Los sistemas de ventilación permiten reducir el consumo energético cuando la demanda de calor/frío se compensa simplemente introduciendo aire exterior filtrado. Esto sucede principalmente cuando las condiciones higrotérmicas del ambiente exterior son más favorables que las internas y especialmente cuando se trata de enfriar el espacio interior.
- Los recuperadores entálpicos permiten recuperar parte del calor/frío del aire que se extrae del local mejorando la eficiencia energética de la instalación y reduciendo el consumo energético.

Ambos sistemas son requeridos por la normativa vigente, por lo que su instalación puede estar pendiente en edificios construidos antes de la entrada en vigor de los reglamentos que lo exigían. El primer Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios del año 1998 ya exigía estos requerimientos. Anteriormente, el Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, aprobado por el Real Decreto 1618/1990, de 4 de julio también obligaba a ventilar y a recuperar el calor extraído. La versión anterior, aprobada el 16 de julio de 1981 sólo obligaba a ventilar. Por lo tanto, podemos establecer los siguientes intervalos:

- Edificios hasta 1981: Sin ventilación ni recuperación de calor.
- Edificios entre 1981 y 1990: Ventilación obligada.
- Edificios a partir de 1990: Ventilación y recuperación de calor obligada.

3.5. Potencial de aplicación de las nuevas tecnologías

AGENEX ha analizado para Innoinvest las demandas existentes en el mercado de nuevas tecnologías para evaluar el potencial de aplicación¹³. Para ello ha realizado encuestas con diversos agentes del sector de la construcción y de la rehabilitación energética donde se ha evaluado el conocimiento sobre las diferentes tecnologías, sobre la percepción que los agentes tienen sobre el interés de sus clientes y la factibilidad de realizar ciertas instalaciones. Estas empresas encuestadas están ubicadas o trabajan en la eurorregión EuroACE (Extremadura, Alentejo y Centro de Portugal).

La valoración de potencial de cada tecnología se obtiene del sumatorio de calificaciones (de 1 a 3 puntos, siendo el 3 el valor más favorable) para cada factor de potencial de aplicación: percepción de demanda de mercado, perspectivas regulatorias, evolución tecnológica y de costes y plazos de amortización. En la tabla 3.1 se reproduce la tabla realizada para dicho estudio.

¹³ AGENEX. Estudio Sectorial sobre el Potencial de aplicación de Nuevos Productos y Servicios Energéticos en la empresa. Código de Proyecto: 0605_INNOINVEST_4_E

Grupo de Tecnología	Tecnología	Percepción de demanda de mercado	Perspectivas regulatorias	Evolución tecnológica y de costes	Plazos de amortización	Valoración de potencial
Materiales	Huecos eficientes	2,41	3	2	2	9,41
Materiales	Cerramientos verticales	2,28	3	2	2	9,28
Materiales	Aislamientos insuflados	1,86	2	2	3	8,86
Materiales	Cerramientos horizontales	1,38	3	2	2	8,38
Materiales	Otros aislamientos	1,34	2	3	1	7,34
Almacenamiento	Energía fotovoltaica	2,21	3	3	2	10,21
Almacenamiento	Baterías y compensación	1,77	2	2	1	6,77
Almacenamiento	Puntos de recarga	1,48	3	3	1	8,48
Almacenamiento	Energía minieólica	1,18	2	2	2	7,18
Frío-Calor	Aeroterminia	2,40	2	2	3	9,40
Frío-Calor	Solar térmica	2,16	1	2	1	6,16
Frío-Calor	Suelos radiantes	2,04	2	2	1	7,04
Frío-Calor	Biomasa	2,00	3	2	3	10,00
Frío-Calor	Domótica climatización	1,88	2	3	2	8,88
Frío-Calor	Ventilación eficiente	1,64	2	2	2	7,64
Frío-Calor	Geotermia	1,12	2	1	1	5,12
Frío-Calor	Otras EERR	0,96	2	1	1	4,96

Tabla 3.1. Potencial de aplicación de nuevos servicios y productos. Fuente: Innoinvest.

Puede observarse que, dentro del grupo de materiales, las tecnologías mejor valoradas son las relativas a las mejoras de huecos y cerramientos verticales por el exterior, cuya clasificación coincide a su vez con la de las tecnologías más demandadas. Los aislamientos insuflados y las intervenciones en cerramientos horizontales también tienen una alta valoración.

En cuanto a almacenamiento, las tecnologías más valoradas son la solar fotovoltaica y los puntos de recarga, destacando la primera por percibirse una gran demanda de mercado. Las baterías y los sistemas de compensación de energía reactiva son los segundos más demandados, pero sin embargo no están muy bien valorados por el coste y la amortización.

Por último, en el grupo de Frío-Calor, destaca la biomasa, que es la más valorada y la aeroterminia, que es la más demandada. Esta última, al ser una tecnología más reciente es superada por la biomasa en cuanto

a la percepción de perspectivas regulatorias, pero ambas ofrecen una rápida amortización con respecto a otras tecnologías.

3.6. Mejoras energéticas por tipo de uso

Atendiendo a la caracterización de los edificios tipo por uso, el potencial de aplicación y el ahorro objeto se ha asignado una serie de mejoras que se recogen en el Anexo 1. Dichas mejoras se presentan en tablas donde se identifica:

- Uso principal del edificio tipo: administrativo, sanitario – centro de salud, sanitario – hospitalario, residencial público – con pernoctaciones, residencial público – sin pernoctaciones, docente, cultural y deportivo
- Grupo de mejoras.
 - Materiales.
 - Almacenamiento.
 - Frío-calor.
- Grado de prioridad de la intervención.
 - Prioritario.
 - Complementario.
- Implantación
 - Conveniencia.
 - Evolución tecnológica y de costes.
 - Amortización.

El uso principal del edificio tipo y la agrupación de mejoras son términos suficientemente analizados en los apartados anteriores. Se añaden nuevos conceptos que ayudan a sistematizar la aplicación de mejoras como el grado de prioridad de la intervención y la implantación.

El grado de prioridad de la intervención recomienda las actuaciones fundamentales para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones y de consumo de energía final definidos en el E4PAREX 2018-2030 y desarrollados en el apartado 3.7.3 Ahorro de Emisiones. De la misma forma se indica las intervenciones complementarias para mejorar aún más estos objetivos.

En el apartado de implantación se recogen los grupos principales de factores a tener en cuenta para la elección de la mejora: conveniencia, evolución tecnológica y de costes y amortización.

- Conveniencia: se resume la idoneidad de la tecnología desde el punto de vista funcional.
- Evolución tecnológica y de costes: califica la tendencia del desarrollo tecnológico de la mejora y la de sus costes. Una tecnología que se va optimizando y va siendo cada vez más eficiente y competitiva permitirá el aumento de la cuota de mercado frente a otras soluciones y el coste de la misma irá disminuyendo. La calificación de una estrella (☆) significa que la evolución tecnológica y de costes es desfavorable, dos estrellas (☆ ☆) expresa que es estable y tres estrellas (☆ ☆ ☆) que es favorable.
- Amortización: en este caso califica el tiempo que transcurre hasta que la cantidad ahorrada iguala a la cantidad invertida. La calificación de una estrella (☆) significa que la amortización es lenta, dos estrellas (☆ ☆) expresa que es media y tres estrellas (☆ ☆ ☆) que es rápida.

De forma simplificada, se recoge en la tabla 3.2 la relación entre edificios tipos y las mejoras asignadas.

MEJORA ENERGÉTICA		USO PRINCIPAL								
		Admn.	Sanitario		Residencial Público		Docente	Cultural	Deportivo	Transporte terrestre
			Centro de salud	Hospital	Con pernoct.	Sin pernoct.				
Materiales	Huecos eficientes	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Cerramientos verticales	...	...	...	...	...	...	..	..	...
	Cerramientos horizontales	.	.		...	...	.	..	..	.
	Protección solar	.	.	.	.	.	.		...	...
Almacenamiento	Solar fotovoltaica	...	...	...	...	...	...	..	..	...
	Baterías y compensación			.						
	Puntos de recarga	.								.
	Iluminación eficiente	...	.	.	.	.	.	.	...	...
Frío/Calor	Producción ACS Aerotermia / Solar térmica	...	...	.	...	...	.	.	...	
	Producción ACS y calefacción Aerotermia	.	.			.		...		
	Producción ACS y calefacción Biomasa			...	.		...			
	Domótica climatización y/o ventilación	.	.	.	.	.	.	.	...	...
	Ventilación	.	.	.	.	.	.	.	...	...
...										
...										
...										

Tabla 3.2. Mejoras energéticas recomendadas por usos principales en centros de la AREX. Elaboración propia.

Mejoras en el grupo Materiales

Las mejoras pasivas han de ser la prioridad en toda rehabilitación energética ya que limita la demanda energética y con ella el consumo de energía.

Se recomienda la mejora eficiente de los huecos y el aislamiento de los cerramientos verticales. Con estas actuaciones se alcanza un ahorro significativo en emisiones, alcanzando una reducción global del 30% y hasta un 80% en demandas de calefacción en algunos edificios tipo.

La mejora de cerramientos horizontales se recomienda en edificios cuyo ahorro sea insuficiente con las medidas anteriores. Hay que recordar que un exceso de aislamiento limita mucho la demanda de calefacción, pero aumenta la de refrigeración, que en cualquier caso puede compensarse con una ventilación controlada.

Además, hay que mencionar el caso de los edificios culturales; un alto porcentaje presenta fachadas singulares que impide actuar en la envolvente por el exterior e incluso por el interior, pues en ocasiones, esta cara también presenta un acabado a proteger. En estos casos habrá que hacer un análisis

personalizado y en el caso de que no se alcance un ahorro significativo actuando sobre la envolvente vertical se entenderá justificada la intervención sobre el cerramiento horizontal.

La última mejora de este grupo, la protección solar de los huecos mediante voladizos, toldos y estores, se recomienda como complementaria debido a la necesidad de realizar un estudio particular que arroje porcentajes de ahorro que recomienden o no su instalación para lograr alcanzar los objetivos marcados. Los usos con mayor proporción de huecos son el Administrativo, Sanitario – Hospitalario, Residencial Público y Docente.

Almacenamiento

El uso de energía solar fotovoltaica no sólo reduce las emisiones de CO₂ sino que también produce un ahorro muy significativo en la factura eléctrica, pudiendo alcanzar el 50% en edificios de tamaño medio con suficiente superficie de cubierta. El análisis de los edificios públicos señala que la mayoría de los edificios no alcanzan las 3 alturas, salvo los de uso hospitalario, por lo que disponen de una superficie suficiente de cubierta para la instalación de módulos fotovoltaicos. Ya dependiendo de cada caso particular, de la orientación e inclinación, podrá acelerarse o no la amortización de la inversión realizada. Conviene recordar de nuevo que una gran parte de edificios pertenecientes al uso Cultural dispone de envolventes singulares y que en su caso esta tecnología podría no ser aplicable.

Las baterías y la compensación de energía reactiva se recomiendan como mejora complementaria en edificios de gran dimensión y con un consumo eléctrico elevado, como puede ser el caso del uso Sanitario – Hospitalario. En otros usos habría que estudiar el espacio disponible para instalar dichos sistemas y su amortización.

Los puntos de recarga pueden instalarse como medida ejemplarizante para los ciudadanos y en aquellos centros donde los vehículos de los trabajadores sean de la administración. Es una tecnología reciente que irá demandándose cada vez más, pero podría instalarse en grandes centros administrativos y en centros de transporte terrestre.

Por último, la iluminación eficiente es siempre una mejora recomendable, pero debido a su facilidad de implantación ya se ha ido aplicando en muchos centros. En cualquier caso, se recomienda como medida complementaria para los centros que requieren un consumo elevado de electricidad debido a la iluminación, como sucede en los usos Administrativos, Sanitario – Hospitalario, Docente y Deportivo.

Frío/Calor

El uso de energías renovables (solar térmica, aerotermia) para la producción de agua caliente sanitaria se recomienda en edificios que tengan una demanda suficiente de la misma, descartando a priori usos como el administrativo, el cultural o el transporte terrestre.

Las tecnologías de energías renovables para calefacción y ACS suponen el último salto de ahorro de emisiones de CO₂. En la mayoría de los edificios analizados, se alcanza un ahorro del 50% con medidas pasivas, energía solar fotovoltaica y energías renovables para la producción de ACS. Por ello, la renovación de instalaciones de climatización mediante el uso de tecnologías renovables se recomendará en donde no se alcance dicho porcentaje y además donde la amortización sea atractiva. Estos usos serían el Sanitario-Hospitalario y el Docente, que además son los que presentan la superficie construida media más elevada, por lo que sería recomendable para los centros de mayor superficie de los usos Administrativo y Residencial Público con Pernoctaciones.

Por otro lado, hay usos como el Deportivo o el Transporte Terrestre donde no existen instalaciones de climatización o se limitan a recintos diferenciados anexos al espacio principal. En el caso del uso Deportivo esto se debe a que el ejercicio físico del usuario limita la demanda de calefacción necesaria para alcanzar el confort, y la demanda de refrigeración se compensa con el uso de la ventilación, debido al excesivo coste que tendría el enfriamiento de volúmenes edificados tan grandes. En el caso del uso Transporte Terrestre nos encontramos también con grandes volúmenes, en muchos casos con gran superficie de lucernarios donde el usuario está de paso y los accesos están continuamente abiertos. Como ya se comentó anteriormente, y en estos casos aún de forma más justificada, siempre hay que dar prioridad a intervenir en la envolvente.

3.7. Análisis de ahorro

3.7.1. Selección de edificios representativos

Se ha analizado el ahorro que supone la aplicación en un edificio tipo por cada uso, de una selección de mejoras adaptadas a sus características particulares. Estos edificios han sido simulados energéticamente mediante el programa informático CE3X, promovido por el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda, a través del IDAE y por el Ministerio de Fomento. Los datos de estos casos particulares se asimilarán al conjunto de edificios de su segmento tipo a partir del muestreo estadístico del que se dispone y sacando conclusiones globales en cuanto a demandas y ahorros.

Una vez tenemos definidos los edificios tipos y las soluciones, calcularemos los indicadores de demandas energéticas para cada tipo. Estos edificios necesitarían unas medidas pasivas para mejorar sus prestaciones; estudiaremos la incidencia de estas medidas en cuanto a demandas y su repercusión en emisiones de CO₂. Todas las instalaciones serán estimadas por igual, se pretende que las valoraciones se realicen en forma de porcentajes de mejoras. Los edificios seleccionados se indican en la siguiente tabla:

USO PRINCIPAL	Denominación	Localidad (provincia)	Sup. (m2)	Plantas sobre rasante	Año (periodo de construcción)
Administrativo	Centro de empleo	Almendralejo (BA)	1.472	2	2008 (2008 - 2013)
Sanitario - Centro de salud	Centro de Salud	Cordobilla de Lácara (BA)	1.531	2	1997 (1981 - 2007)
Sanitario - Hospitalario	Urgencias Zona Centro	Plasencia (CC)	3.208	6	1962 (1961 - 1980)
Residencial Público - Con pernoct.	Residencia de Ancianos "Ntra. Sra. De la Piedad"	Almendralejo (BA)	2.348	2	1998 (1981 - 2007)
Residencial Público - Sin pernoct.	Hogar de Mayores	Talarrubias (BA)	600	2	1970 (1961 - 1980)
Docente	I.E.S. "Profesor Hernández Pacheco"	Cáceres (CC)	4.626	3	1970 (1961 - 1980)
Cultural	Casa de Cultura	Talavera la Real (BA)	1.759	2	2006 (1981 - 2007)
Deportivo	Pabellón escuela deportiva	Plasencia (CC)	1.300	1	1971 (1961 - 1980)
Transporte terrestre	Estación de autobuses	Coria (CC)	1.355	1	1991 (1981 - 2007)

Tabla 3.3. Selección de edificios representativos por uso principal. Elaboración propia.

3.7.2. Demandas y emisiones

Resultan de interés los valores recabados de demandas energéticas. Segregado por usos principales, se ha realizado un promedio de demandas de calefacción y refrigeración.

USO PRINCIPAL	Demanda global de calefacción / refrigeración (kWh/m2año)		Emisiones de calefacción / refrigeración (kgCO2/m2año)
	Media por uso	Edificio analizado	Edificio analizado
Administrativo	81,81 / 42,36	34,1 / 26,8	10,06 / 5,7
Sanitario - Centro salud	88,12 / 27,68	89,7 / 16,3	28 / 3,5
Sanitario - Hospitalario	Sin datos	76,3 / 48,5	23,4 / 10,8
Residencial Público - C. pernoct.	64,25 / 35,45	76,2 / 43,6	23,5 / 9,7
Residencial Público - S. pernoct.	Sin datos	118,4 / 33,7	37,6 / 8,4
Docente	89,63 / 26,75	72,7 / 29	21,7 / 5,1
Cultural	Sin datos	62,1 / 23,3	19,2 / 5,5
Deportivo	Sin datos	101,3 / 38,1	31,6 / 6,3
Transporte terrestre	Sin datos	77,4 / 89,2	24,4 / 21

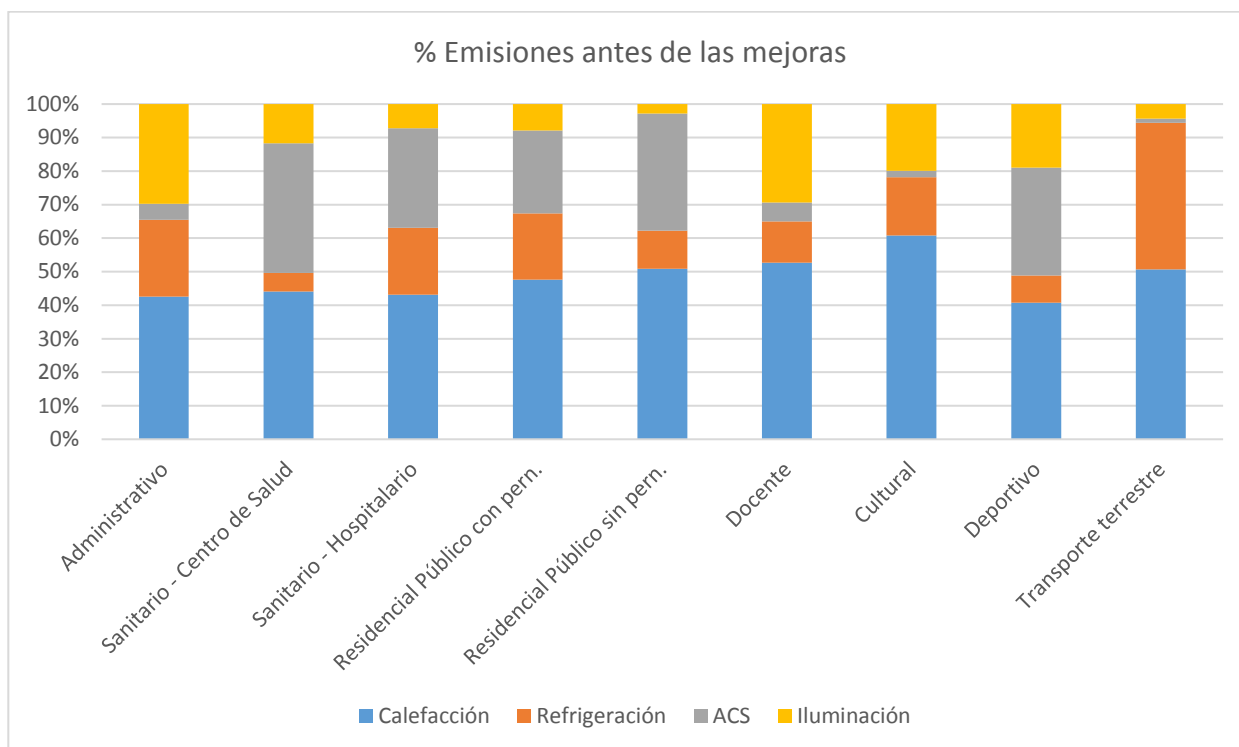
Tabla 3.4. Demandas y emisiones de edificios representativos por uso principal. Elaboración propia.

Si comparamos el porcentaje de emisiones antes de las mejoras de los edificios analizados, podemos detectar para cada uso las estrategias de actuación para conseguir los objetivos de ahorro (gráfica 3.1).

En primer lugar, el porcentaje de emisiones de CO₂ antes de las mejoras debido a la calefacción es la mayoritaria en todos los edificios, llegando a alcanzar el 50%. El porcentaje de emisiones debido a la refrigeración es insignificante en edificios con pocos huecos como sucede en el Centro de Salud y en el Polideportivo, y es muy elevado en la estación de Autobuses, que presenta una gran superficie de cubierta acristalada.

El porcentaje de emisiones de CO₂ debido a la producción de agua caliente sanitaria será mínimo en centros con poca demanda, como sucede en los edificios analizados de los usos Administrativo, Docente, Cultural y Transporte Terrestre.

Y, por último, la mejora de la eficiencia de la iluminación tendrá un papel relevante en edificios con un alto porcentaje de emisiones de CO₂, como sucede en los usos Administrativo, Docente, Cultural y Deportivo.



Gráfica 3.1. Porcentaje de emisiones de edificios representativos por uso principal antes de las mejoras. Elaboración propia.

3.7.3. Ahorro de emisiones

Por último, la información más relevante es la que refleja el porcentaje de ahorro de emisiones globales aplicando distintos tipos de mejora.

Las mejoras propuestas no suponen un prontuario de soluciones cerrado, sino que podrá y deberá adaptarse a las características propias de cada edificio marcando siempre como objetivos los porcentajes de ahorros definidos en el E4PAREX 2018-2030: reducir un 32 % el consumo de energía final, satisfacer con energías renovables el 29% del consumo de energía y reducir un 57% las emisiones de CO₂ en 2030.

ENVOLVENTE 1

- Aislamiento térmico por exterior de fachada.
- Mejora de carpintería y vidrios en huecos.

ENVOLVENTE 2

- Aislamiento térmico por exterior de fachada.
- Aislamiento térmico de cubierta.
- Mejora de carpintería y vidrios en huecos.

ENVOLVENTE + EERR 1

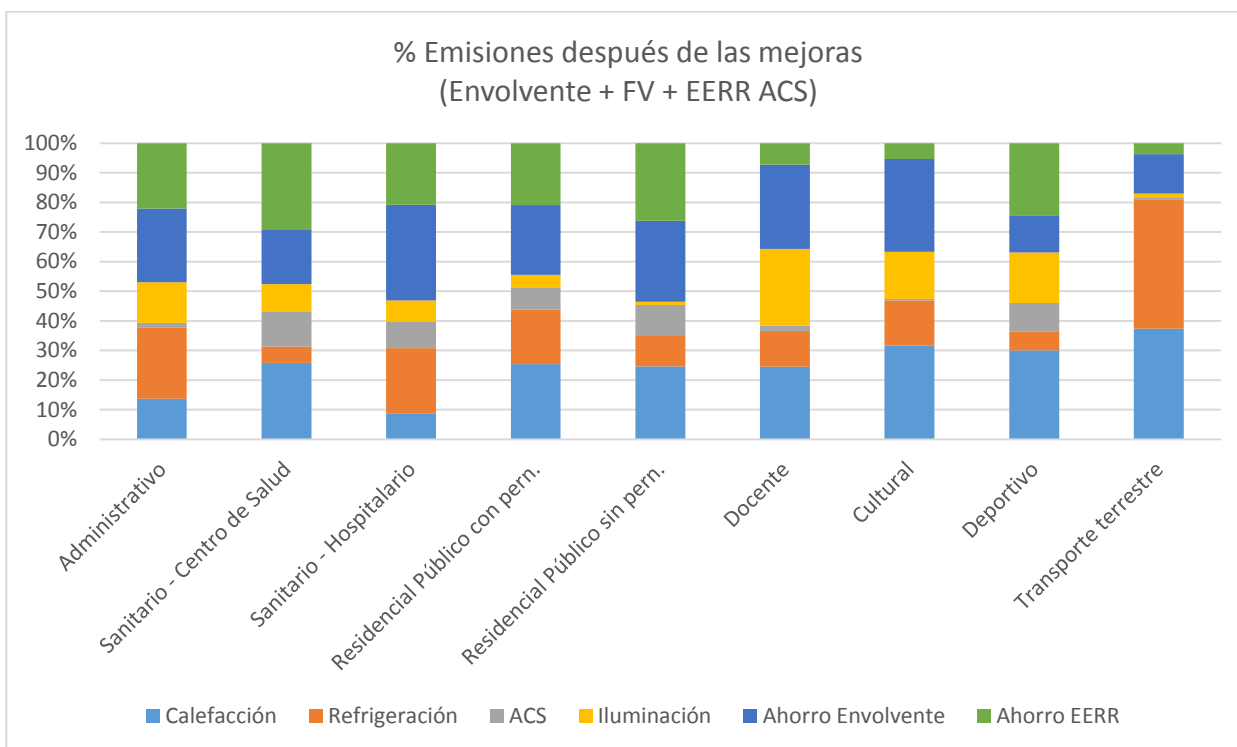
- Mejora de la envolvente.
- Producción de ACS mediante solar térmica o aerotermia.
- Producción de electricidad mediante sistema solar fotovoltaico.

ENVOLVENTE + EERR 2

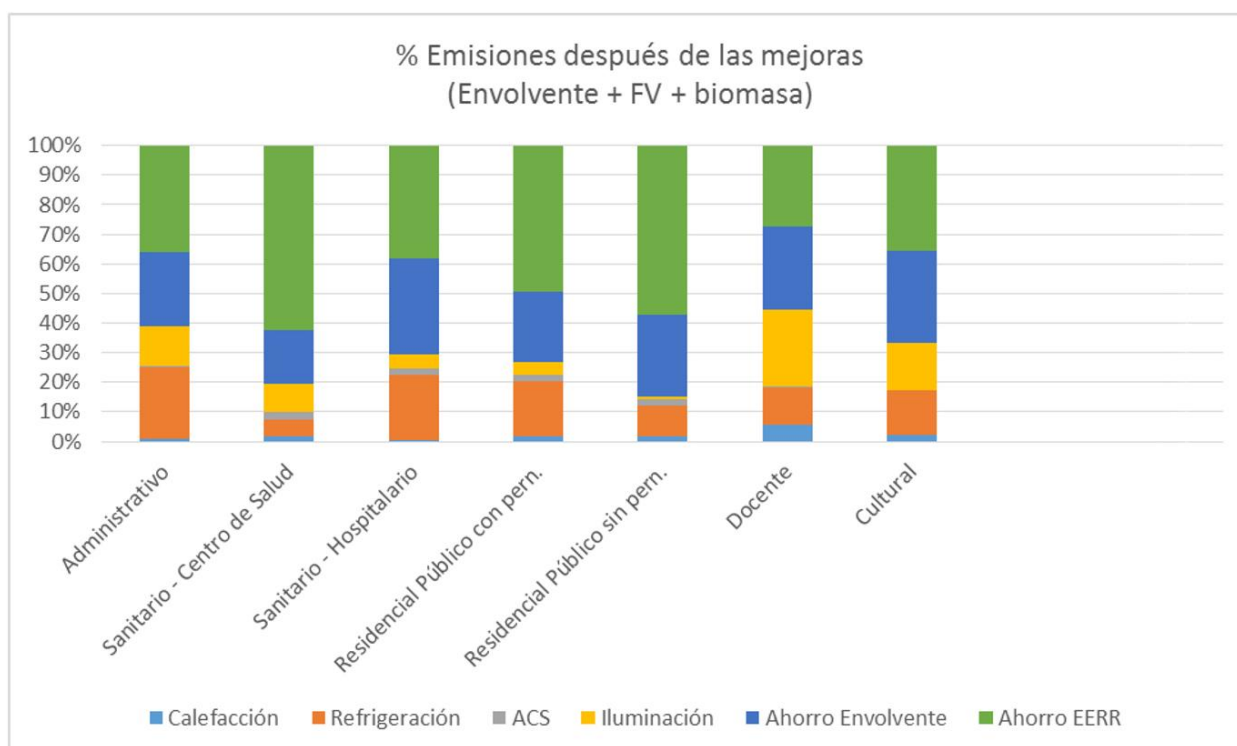
- Mejora de la envolvente.
- Producción de electricidad mediante sistema solar fotovoltaico.
- Producción de ACS y calefacción mediante biomasa.

USO PRINCIPAL	% Ahorro demanda global de calefacción / refrigeración (kWh/m ² año)		% Ahorro emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año)			
	MEJORAS ENVOLVENT E 1	MEJORAS ENVOLVENT E 2	MEJORAS ENVOLVENT E 1	MEJORAS ENVOLVENT E 2	MEJORAS ENVOLVENT E + EERR 1	MEJORAS ENVOLVENT E + EERR 2
Administrativo	58,6 / 0,0	68,2 / -5,1	25	28,0	43,9	61,7
Sanitario (centro salud)	41,4 / -1,1	63,4 / -14,0	18,2	27,2	51,2	86,2
Sanitario (hospitalario)	79,7 / -12,0	87,1 / -21,3	32	33,3	56,1	72,5
Residencial Público (c. pernoct.)	47 / 6,2	71,6 / -4,4	23,6	33,3	55,5	75
Residencial Público (s. pernoct.)	33,7 / 18,9	51,5 / 9,6	19,3	27,3	64,6	97,3
Docente	53,4 / 0,5	78,0 / -8,2	28,2	40,2	35,2	55,6
Cultural	35,1 / 10,9	47,9 / 11,8	23,2	31,2	42,8	72,8
Deportivo	22,9 / 7,8	26,2 / 21,8	10	12,4	40,4	77,4
Transporte terrestre	26,1 / 0,3	40,9 / -13,0	13,3	15,1	23	58,2

Tabla 3.5. Porcentaje de ahorro de demanda y de emisiones de edificios representativos por uso principal.
Elaboración propia.



Gráfica 3.2. Porcentaje de emisiones de edificios representativos por uso principal después de las mejoras (Envolvente + Fotovoltaica + Producción de ACS con energías renovables). Elaboración propia.



Gráfica 3.3. Porcentaje de emisiones de edificios representativos por uso principal después de las mejoras (Envolvente + Fotovoltaica + Producción de ACS y calefacción con biomasa). Elaboración propia.

3.8. Conclusiones

- El análisis del parque edificado de la Junta de Extremadura se ha realizado a partir de los datos identificativos, arquitectónicos y energéticos recogidos en el INVENTARIO EEPP. A pesar de que la muestra de centros con datos identificativos y arquitectónicos está bastante completa, la de centros con datos energéticos es insuficiente para analizarlos de forma específica.
- Agrupando los centros por uso principal se han podido analizar las características comunes que inciden en la demanda y el consumo energético, proponiendo las mejoras energéticas más eficientes para cada caso.
- El análisis energético de edificios reales cuyas características se corresponden con las medias para cada uso permite conocer de forma concreta cuáles son los porcentajes de ahorro de demanda energética, de consumos y de reducción de emisiones de CO₂ para los diferentes tipos de mejoras propuestas.
- Las mejoras propuestas no suponen un prontuario de soluciones cerrado, sino que podrá y deberá adaptarse a las características propias de cada edificio marcando siempre como **objetivos los porcentajes de ahorros definidos en el E4PAREX 2018-2030: reducir un 32 % el consumo de energía final, satisfacer con energías renovables el 29% del consumo de energía y reducir un 57% las emisiones de CO₂ en 2030.**
- Con actuaciones de mejoras pasivas (mejora de huecos y envolvente) no se consiguen alcanzar los objetivos de ahorro de emisiones de CO₂ del 57%. Para alcanzar dicha cifra habrá que incorporar también medidas activas mediante la implantación de instalaciones de energías renovables para la producción de electricidad, agua caliente sanitaria y calefacción.
- Los objetivos se alcanzan con el grupo de mejoras en la envolvente, producción de electricidad y agua caliente sanitaria con energías renovables en un único caso real analizado: Residencial Público sin pernoctaciones. El resto de edificios necesita implementar un sistema de producción de calefacción mediante energía renovable, principalmente biomasa.
- Los objetivos de ahorro hay que entenderlos en conjunto, ya que para edificios singulares será más difícil o incluso no estará permitido actuar en la envolvente como puede ser el caso de edificios que presentan unas soluciones constructivas y de acabados de gran valor.

ANEXO A1. TABLAS DE MEJORAS POR TIPO DE USO

EDIFICIO TIPO	1. USO ADMINISTRATIVO	
1. MATERIALES	MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos	
	Prioritaria	
	Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆
	MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales	
	Prioritaria	
	OPCIÓN A. Por el exterior de fachada	
	Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆ ☆
	OPCIÓN B. Por el interior de fachada	
	Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆ ☆
	MEJORA 1.3. Aislamiento térmico de cerramientos horizontales	
	Complementaria	
	Sistema de aislamiento térmico en cubierta según configuración de la misma: cubierta plana (ventilada, no ventilada), cubierta inclinada por el interior o por el exterior.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Soluciona problemas de humedad por filtración de agua.
	Evolución tecnológica y de costes	☆
	Amortización	☆ ☆
	MEJORA 1.4. Protección solar de huecos	
	Complementaria	
	Protección de los huecos frente a la radiación solar mediante elementos volados, toldos, estores, etc.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Posibilidad de uso para renovar la imagen del edificio.
	Evolución tecnológica y de costes	☆
	Amortización	☆ ☆

EDIFICIO TIPO	1. USO ADMINISTRATIVO		
2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Prioritaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.3. Puntos de recarga		Complementaria
	Instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆	

EDIFICIO TIPO	1. USO ADMINISTRATIVO	
---------------	-----------------------	--

3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Producción ACS con EERR		Prioritaria	
	OPCIÓN A. Energía solar térmica			
	Instalación solar térmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Demanda suficiente de ACS. • Disponibilidad de cubierta. • La ubicación del depósito acumulador de agua caliente en cubiertas exige un estudio estructural.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con solar fotovoltaica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	MEJORA 3.2. Producción de ACS y calefacción con EERR		Complementaria	
	OPCIÓN A. Biomasa			
	Caldera de biomasa con silo de almacenamiento para ACS/calefacción.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable. • Disponibilidad de espacio para ubicar la caldera y el silo de almacenamiento.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS/calefacción a baja temperatura.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con la solar fotovoltaica. • En rehabilitaciones integrales puede optimizarse con suelo radiante.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.3. Domótica climatización y ventilación		Complementaria	
	Sistema de domótica de climatización y ventilación.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.4. Ventilación		Complementaria	
	Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.			
	Implantación			
Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.			
Evolución tecnológica y de costes	☆☆			
Amortización	☆☆			

EDIFICIO TIPO	2. USO SANITARIO - CENTRO DE SALUD
---------------	------------------------------------

1. MATERIALES

MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos		Prioritaria
Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.	
Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆	
Amortización	☆ ☆	

MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales		Prioritaria
OPCIÓN A. Por el exterior de fachada		
Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio.	
Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆	
Amortización	☆ ☆ ☆	
OPCIÓN B. Por el interior de fachada		
Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad.	
Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆	
Amortización	☆ ☆ ☆	

MEJORA 1.3. Aislamiento térmico de cerramientos horizontales		Complementaria
Sistema de aislamiento térmico en cubierta según configuración de la misma: cubierta plana (ventilada, no ventilada), cubierta inclinada por el interior o por el exterior.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Soluciona problemas de humedad por filtración de agua.	
Evolución tecnológica y de costes	☆	
Amortización	☆ ☆	

MEJORA 1.4. Protección solar de huecos		Complementaria
Protección de los huecos frente a la radiación solar mediante elementos volados, toldos, estores, etc.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Posibilidad de uso para renovar la imagen del edificio.	
Evolución tecnológica y de costes	☆	
Amortización	☆ ☆	

EDIFICIO TIPO	2. USO SANITARIO - CENTRO DE SALUD		
---------------	------------------------------------	--	--

2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Complementaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	

EDIFICIO TIPO	2. USO SANITARIO - CENTRO DE SALUD	
---------------	------------------------------------	--

3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Producción ACS con EERR		Prioritaria	
	OPCIÓN A. Energía solar térmica			
	Instalación solar térmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Demanda suficiente de ACS. • Disponibilidad de cubierta. • La ubicación del depósito acumulador de agua caliente en cubiertas exige un estudio estructural.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con solar fotovoltaica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	MEJORA 3.2. Producción de ACS y calefacción con EERR			Complementaria
	OPCIÓN A. Biomasa			
	Caldera de biomasa con silo de almacenamiento para ACS/calefacción.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable. • Disponibilidad de espacio para ubicar la caldera y el silo de almacenamiento.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS/calefacción a baja temperatura.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con la solar fotovoltaica. • En rehabilitaciones integrales puede optimizarse con suelo radiante.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.3. Domótica climatización y ventilación			Complementaria
Sistema de domótica de climatización y ventilación.				
Implantación				
Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.			
Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆			
Amortización	☆☆			
MEJORA 3.4. Ventilación			Complementaria	
Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.				
Implantación				
Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.			
Evolución tecnológica y de costes	☆☆			
Amortización	☆☆			

EDIFICIO TIPO	3. USO SANITARIO - HOSPITALARIO	
1. MATERIALES	MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos	
	Prioritaria	
	Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆
	MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales	
	Prioritaria	
	OPCIÓN A. Por el exterior de fachada	
	Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆ ☆
	OPCIÓN B. Por el interior de fachada	
	Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆ ☆
	MEJORA 1.3. Protección solar de huecos	
	Complementaria	
	Protección de los huecos frente a la radiación solar mediante elementos volados, toldos, estores, etc.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Posibilidad de uso para renovar la imagen del edificio.
	Evolución tecnológica y de costes	☆
	Amortización	☆ ☆

EDIFICIO TIPO	3. USO SANITARIO - HOSPITALARIO		
---------------	---------------------------------	--	--

2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Complementaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.3. Baterías y compensación		Complementaria
	Almacenamiento de electricidad generada con la energía solar fotovoltaica y sistemas de compensación de energía reactiva.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆	

EDIFICIO TIPO	3. USO SANITARIO - HOSPITALARIO	
3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Producción ACS con EERR	Complementaria
	OPCIÓN A. Energía solar térmica	
	Instalación solar térmica para ACS.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Demanda suficiente de ACS. • Disponibilidad de cubierta. • La ubicación del depósito acumulador de agua caliente en cubiertas exige un estudio estructural.
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆
	Amortización	☆
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica	
	Bomba de calor aerotérmica para ACS.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con solar fotovoltaica.
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆
	Amortización	☆☆☆
	MEJORA 3.2. Producción de ACS y calefacción con EERR	Prioritaria
	Caldera de biomasa con silo de almacenamiento para ACS/calefacción.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Energía renovable. • Disponibilidad de espacio para ubicar la caldera y el silo de almacenamiento.
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆
	Amortización	☆☆☆
	MEJORA 3.3. Domótica climatización y ventilación	Complementaria
	Sistema de domótica de climatización y ventilación.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆
	Amortización	☆☆
	MEJORA 3.4. Ventilación	Complementaria
	Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆
	Amortización	☆☆

EDIFICIO TIPO	4. USO RESIDENCIAL PÚBLICO - CON PERNOCTACIONES	
1. MATERIALES	MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos	Prioritaria
	Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆
	MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales	Prioritaria
	OPCIÓN A. Por el exterior de fachada	
	Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆ ☆
	OPCIÓN B. Por el interior de fachada	
	Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆ ☆
	MEJORA 1.3. Aislamiento térmico de cerramientos horizontales	Prioritaria
	Sistema de aislamiento térmico en cubierta según configuración de la misma: cubierta plana (ventilada, no ventilada), cubierta inclinada por el interior o por el exterior.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Soluciona problemas de humedad por filtración de agua.
	Evolución tecnológica y de costes	☆
	Amortización	☆ ☆
	MEJORA 1.4. Protección solar de huecos	Complementaria
	Protección de los huecos frente a la radiación solar mediante elementos volados, toldos, estores, etc.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Posibilidad de uso para renovar la imagen del edificio.
	Evolución tecnológica y de costes	☆
	Amortización	☆ ☆

EDIFICIO TIPO	4. USO RESIDENCIAL PÚBLICO - CON PERNOCTACIONES		
2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Complementaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	

EDIFICIO TIPO	4. USO RESIDENCIAL PÚBLICO - CON PERNOCTACIONES	
---------------	---	--

3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Producción ACS con EERR		Prioritaria	
	OPCIÓN A. Energía solar térmica			
	Instalación solar térmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Demanda suficiente de ACS. • Disponibilidad de cubierta. • La ubicación del depósito acumulador de agua caliente en cubiertas exige un estudio estructural.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con solar fotovoltaica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	MEJORA 3.2. Producción de ACS y calefacción con EERR			Complementaria
	OPCIÓN A. Biomasa			
	Caldera de biomasa con silo de almacenamiento para ACS/calefacción.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable. • Disponibilidad de espacio para ubicar la caldera y el silo de almacenamiento.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS/calefacción a baja temperatura.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con la solar fotovoltaica. • En rehabilitaciones integrales puede optimizarse con suelo radiante.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.3. Domótica climatización y ventilación			Complementaria
	Sistema de domótica de climatización y ventilación.			
Implantación				
Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.			
Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆			
Amortización	☆☆			
MEJORA 3.4. Ventilación			Complementaria	
Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.				
Implantación				
Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.			
Evolución tecnológica y de costes	☆☆			
Amortización	☆☆			

EDIFICIO TIPO	5. USO RESIDENCIAL PÚBLICO - SIN PERNOCTACIONES	
1. MATERIALES	MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos	
	Prioritaria	
	Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆
	MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales	
	Prioritaria	
	OPCIÓN A. Por el exterior de fachada	
	Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆ ☆
	OPCIÓN B. Por el interior de fachada	
	Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad.
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆
	Amortización	☆ ☆ ☆
	MEJORA 1.3. Aislamiento térmico de cerramientos horizontales	
	Prioritaria	
	Sistema de aislamiento térmico en cubierta según configuración de la misma: cubierta plana (ventilada, no ventilada), cubierta inclinada por el interior o por el exterior.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Soluciona problemas de humedad por filtración de agua.
	Evolución tecnológica y de costes	☆
	Amortización	☆ ☆
	MEJORA 1.4. Protección solar de huecos	
	Complementaria	
	Protección de los huecos frente a la radiación solar mediante elementos volados, toldos, estores, etc.	
	Implantación	
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Posibilidad de uso para renovar la imagen del edificio.
	Evolución tecnológica y de costes	☆
	Amortización	☆ ☆

EDIFICIO TIPO	5. USO RESIDENCIAL PÚBLICO - SIN PERNOCTACIONES		
2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Complementaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	

EDIFICIO TIPO	5. USO RESIDENCIAL PÚBLICO - SIN PERNOCTACIONES	
---------------	---	--

3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Producción ACS con EERR		Prioritaria	
	OPCIÓN A. Energía solar térmica			
	Instalación solar térmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Demanda suficiente de ACS. • Disponibilidad de cubierta. • La ubicación del depósito acumulador de agua caliente en cubiertas exige un estudio estructural.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con solar fotovoltaica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	MEJORA 3.2. Producción de ACS y calefacción con EERR		Complementaria	
	OPCIÓN A. Biomasa			
	Caldera de biomasa con silo de almacenamiento para ACS/calefacción.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable. • Disponibilidad de espacio para ubicar la caldera y el silo de almacenamiento.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS/calefacción a baja temperatura.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con la solar fotovoltaica. • En rehabilitaciones integrales puede optimizarse con suelo radiante.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.3. Domótica climatización y ventilación		Complementaria	
	Sistema de domótica de climatización y ventilación.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.4. Ventilación		Complementaria	
	Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.			
	Implantación			
Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.			
Evolución tecnológica y de costes	☆☆			
Amortización	☆☆			

EDIFICIO TIPO	6. USO DOCENTE
---------------	----------------

1. MATERIALES

MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos		Prioritaria
Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.	
Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆	
Amortización	☆ ☆	

MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales		Prioritaria
OPCIÓN A. Por el exterior de fachada		
Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio.	
Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆	
Amortización	☆ ☆ ☆	
OPCIÓN B. Por el interior de fachada		
Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad.	
Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆	
Amortización	☆ ☆ ☆	

MEJORA 1.3. Aislamiento térmico de cerramientos horizontales		Complementaria
Sistema de aislamiento térmico en cubierta según configuración de la misma: cubierta plana (ventilada, no ventilada), cubierta inclinada por el interior o por el exterior.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Soluciona problemas de humedad por filtración de agua.	
Evolución tecnológica y de costes	☆	
Amortización	☆ ☆	

MEJORA 1.4. Protección solar de huecos		Complementaria
Protección de los huecos frente a la radiación solar mediante elementos volados, toldos, estores, etc.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Posibilidad de uso para renovar la imagen del edificio.	
Evolución tecnológica y de costes	☆	
Amortización	☆ ☆	

EDIFICIO TIPO	6. USO DOCENTE		
2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Complementaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	

EDIFICIO TIPO	6. USO DOCENTE	
---------------	----------------	--

3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Producción ACS con EERR		Complementaria	
	OPCIÓN A. Energía solar térmica			
	Instalación solar térmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Demanda suficiente de ACS. • Disponibilidad de cubierta. • La ubicación del depósito acumulador de agua caliente en cubiertas exige un estudio estructural.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con solar fotovoltaica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	MEJORA 3.2. Producción de ACS y calefacción con EERR		Prioritaria	
	OPCIÓN A. Biomasa			
	Caldera de biomasa con silo de almacenamiento para ACS/calefacción.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable. • Disponibilidad de espacio para ubicar la caldera y el silo de almacenamiento.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS/calefacción a baja temperatura.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con la solar fotovoltaica. • En rehabilitaciones integrales puede optimizarse con suelo radiante.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.3. Domótica climatización y ventilación		Complementaria	
	Sistema de domótica de climatización y ventilación.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.4. Ventilación		Complementaria	
	Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.			
	Implantación			
Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.			
Evolución tecnológica y de costes	☆☆			
Amortización	☆☆			

EDIFICIO TIPO	7. USO CULTURAL
---------------	-----------------

1. MATERIALES

MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos		Prioritaria
Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.	
Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
Amortización	☆☆	

MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales		Prioritaria
OPCIÓN A. Por el exterior de fachada		
Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio. • En fachadas singulares no se podrá implantar.	
Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
Amortización	☆☆☆	
OPCIÓN B. Por el interior de fachada		
Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad. • En fachadas con acabados singulares interiores estudiar si se puede implantar.	
Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
Amortización	☆☆☆	

MEJORA 1.3. Aislamiento térmico de cerramientos horizontales		Prioritaria
Sistema de aislamiento térmico en cubierta según configuración de la misma: cubierta plana (ventilada, no ventilada), cubierta inclinada por el interior o por el exterior.		
Implantación		
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Soluciona problemas de humedad por filtración de agua. • En cubiertas singulares no se podrá implantar.	
Evolución tecnológica y de costes	☆	
Amortización	☆☆	

EDIFICIO TIPO	7. USO CULTURAL		
2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta. • En cubiertas singulares no se podrá implantar.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Complementaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	

EDIFICIO TIPO	7. USO CULTURAL	
---------------	-----------------	--

3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Producción ACS con EERR		Complementaria	
	Bomba de calor aerotérmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con solar fotovoltaica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆		
	Amortización	☆ ☆ ☆		
	MEJORA 3.2. Producción de ACS y calefacción con EERR			Prioritaria
	OPCIÓN A. Biomasa			
	Caldera de biomasa con silo de almacenamiento para ACS/calefacción.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable. • Disponibilidad de espacio para ubicar la caldera y el silo de almacenamiento.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆		
	Amortización	☆ ☆ ☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS/calefacción a baja temperatura.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con la solar fotovoltaica. • En rehabilitaciones integrales puede optimizarse con suelo radiante.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆		
	Amortización	☆ ☆		
	MEJORA 3.3. Domótica climatización y ventilación			Complementaria
	Sistema de domótica de climatización y ventilación.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆ ☆		
	Amortización	☆ ☆		
	MEJORA 3.4. Ventilación			Complementaria
	Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.			
Implantación				
Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.			
Evolución tecnológica y de costes	☆ ☆			
Amortización	☆ ☆			

EDIFICIO TIPO	8. USO DEPORTIVO	
---------------	------------------	--

1. MATERIALES	MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos		Prioritaria	
	Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales			Prioritaria
	OPCIÓN A. Por el exterior de fachada			
	Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio. • En fachadas singulares no se podrá implantar.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	OPCIÓN B. Por el interior de fachada			
	Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad. • En fachadas con acabados singulares interiores estudiar si se puede implantar.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	MEJORA 1.3. Aislamiento térmico de cerramientos horizontales			Prioritaria
	Sistema de aislamiento térmico en cubierta según configuración de la misma: cubierta plana (ventilada, no ventilada), cubierta inclinada por el interior o por el exterior.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Soluciona problemas de humedad por filtración de agua. • En cubiertas singulares no se podrá implantar.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆		
Amortización	☆☆			
MEJORA 1.4. Protección solar de huecos			Prioritaria	
Protección de los huecos frente a la radiación solar mediante elementos volados, toldos, estores, etc.				
Implantación				
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Posibilidad de uso para renovar la imagen del edificio.			
Evolución tecnológica y de costes	☆			
Amortización	☆☆			

EDIFICIO TIPO	8. USO DEPORTIVO		
2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Prioritaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	

EDIFICIO TIPO	8. USO DEPORTIVO		
---------------	------------------	--	--

3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Producción ACS con EERR		Prioritaria	
	OPCIÓN A. Energía solar térmica			
	Instalación solar térmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Demanda suficiente de ACS. • Disponibilidad de cubierta. • La ubicación del depósito acumulador de agua caliente en cubiertas exige un estudio estructural.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆		
	OPCIÓN B. Energía aerotérmica			
	Bomba de calor aerotérmica para ACS.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Energía renovable en combinación con solar fotovoltaica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆		
	Amortización	☆☆☆		
	MEJORA 3.2. Domótica climatización y ventilación		Prioritaria	
	Sistema de domótica de climatización y ventilación.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.		
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆		
	Amortización	☆☆		
	MEJORA 3.3. Ventilación		Prioritaria	
	Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.			
	Implantación			
	Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.		
Evolución tecnológica y de costes	☆☆			
Amortización	☆☆			

EDIFICIO TIPO	9. USO TRANSPORTE TERRESTRE	
---------------	-----------------------------	--

1. MATERIALES	MEJORA 1.1. Sustitución de carpintería y vidrios en huecos		Prioritaria
	Sustitución de la carpintería existente por otra con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo con control solar.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Solución para problemas de estanqueidad de huecos.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 1.2. Aislamiento térmico cerramientos verticales		Prioritaria
	OPCIÓN A. Por el exterior de fachada		
	Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Rotura de puentes térmicos. • Solución para problemas de humedad. • Renovación de la imagen del edificio.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆☆	
	OPCIÓN B. Por el interior de fachada		
	Sistema de aislamiento térmico insuflado en el interior de las cámaras de aire existentes.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • No rompe los puentes térmicos. • Rápida ejecución. • Obras sin entidad.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆☆	
	MEJORA 1.3. Aislamiento térmico de cerramientos horizontales		Complementaria
	Sistema de aislamiento térmico en cubierta según configuración de la misma: cubierta plana (ventilada, no ventilada), cubierta inclinada por el interior o por el exterior.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Limita demanda energética. • Soluciona problemas de humedad por filtración de agua.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆	
Amortización	☆☆		
MEJORA 1.4. Protección solar de huecos		Prioritaria	
Protección de los huecos frente a la radiación solar mediante elementos volados, toldos, estores, etc.			
Implantación			
Conveniencia	• Limita demanda energética. • Posibilidad de uso para renovar la imagen del edificio.		
Evolución tecnológica y de costes	☆		
Amortización	☆☆		

EDIFICIO TIPO	9. USO TRANSPORTE TERRESTRE		
---------------	-----------------------------	--	--

2. ALMACENAMIENTO	MEJORA 2.1. Instalación solar fotovoltaica		Prioritaria
	Instalación fotovoltaica de autoconsumo con excedentes que estará conectada a red.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Demanda suficiente de electricidad durante las horas solares. • Disponibilidad de cubierta.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.2. Iluminación eficiente		Prioritaria
	Instalación de lámparas LED con dispositivos de control de presencia y regulación de intensidad según la iluminancia natural presente en el recinto.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 2.3. Puntos de recarga		Complementaria
	Instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Alta eficiencia energética.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆	

EDIFICIO TIPO	9. USO TRANSPORTE TERRESTRE		
---------------	-----------------------------	--	--

3. FRÍO-CALOR	MEJORA 3.1. Domótica climatización y ventilación		Prioritaria
	Sistema de domótica de climatización y ventilación.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Optimización del sistema de climatización mediante domótica.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆☆	
	Amortización	☆☆	
	MEJORA 3.2. Ventilación		Prioritaria
	Instalación de ventilación para aclimatar mediante el aire exterior.		
	Implantación		
	Conveniencia	• Limitación del consumo energético mediante la ventilación.	
	Evolución tecnológica y de costes	☆☆	
	Amortización	☆☆	

ANEXO A2. FUENTES CONSULTADAS

DG de Patrimonio y Contratación centralizada (Consejería de Hacienda y Administración Pública). Inventario de edificios e instalaciones patrimonio de la Administración Regional de Extremadura. (Febrero de 2020).

DG de Catastro. Ministerio de Hacienda.

Instituto Nacional de Estadística. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.

DG de Arquitectura (Consejería de Sanidad y Políticas Sociales) y Agencia Extremeña de la Energía. Estrategia de Eficiencia Energética en Edificios Públicos de la Administración Regional de Extremadura 2018-2030 (E4PAREX)

DG de Industria, Energía y Minas. Registro de Certificados de Eficiencia Energética.

Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

AAVV. Proyecto Edea-Renov. Programa Life+

AGENEX. Estudio Sectorial sobre el Potencial de aplicación de Nuevos Productos y Servicios Energéticos en la empresa. Código de Proyecto: 0605_INNOINVEST_4_E