

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE  
INSTALACIONES EN LA  
EDIFICACIÓN DTIE



# DTIE 18.03

INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES  
EN LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
DE LOS EDIFICIOS

PATROCINA



EDITA



---

# **DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN: DTIE**

---

## **DTIE 18.03 INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS**

**Autor:**

D. Pedro G. Vicente Quiles  
Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular de Universidad del Área de Máquinas y Motores  
Térmicos de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Miembro de la Junta Directiva y del  
Comité Técnico de ATECYR

**Revisor:**

Cosme Segador Vegas

**RELACIÓN DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO DE ATECYR**

Presidente: D. JOSÉ MANUEL PINAZO OJER

Vicepresidente: D. RICARDO GARCÍA SAN JOSÉ

Vocales:

- D. Alberto Viti
- D. Alejandro Cabetas Hernández
- D. José María Cano Marcos
- D. José Antonio Rodríguez Tarodo
- D. Rafael Úrculo Aramburu
- D. Antonio Vegas Casado
- D. Ramón Velázquez Vila
- D. José Luis Esteban Saiz
- D. Pedro G. Vicente Quiles
- D. Agustín Maíllo Pérez
- D. Antonio García Laespada
- D. Víctor Manuel Soto Francés
- D. Iñaki Morcillo Irastorza
- D. Antonio Paniego Gómez
- D. Francisco Javier Rey Martínez
- D. Adrián Gomila Vinent
- D. Paulino Pastor Pérez
- D. José Manuel Cejudo López
- D. José Fernández Seara
- D. Juan Travesí Cabetas
- D. Pedro Torrero Gras
- D. José Luis Barrientos Moreno
- D. Miguel Ángel Navas Martín
- D. Manuel Sánchez Marín Flores
- D. Justo García Sanz-Calcedo
- D. Ignacio Leiva Pozo
- D. Gorka Goiri Celaya
- D. Arcadio García Lastra

©ATECYR

**Edita:** ATECYR  
Agastia 112 A  
28043 Madrid

Producción y Realización:  
ATECYR

Impresión:  
GRÁFICAS ELISA, S.L.  
ISBN: 978-84-95010-48-3  
Dep. Legal: M-36269-2013

\*Queda prohibida la total o parcial reproducción del contenido de este documento salvo expresa autorización de Atecyr.

## PRESENTACIÓN DTIE

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), entidad sin ánimo de lucro fundada en 1974, agrupa a más de 1.600 ingenieros y profesionales relacionados con los sectores de calefacción, refrigeración, ventilación y Aire Acondicionado.

Los Estatutos que rigen nuestra Asociación definen como fines de ATECYR:

- El estudio, en todas sus vertientes y manifestaciones, de la problemática, la ordenación, la reglamentación, y la protección y desarrollo de las técnicas de climatización, en su más amplio sentido, comprendiendo en tales, y sin carácter limitativo, la calefacción refrigeración, ventilación y acondicionamiento de aire en cualquiera de sus manifestaciones técnicas, así como en todo lo relacionado con el frío industrial, fontanería, uso racional de la energía, gestión de la energía, eficiencia energética, energías renovables, y, en particular la energía solar, térmica, eólica y biomasa, cogeneración, ingeniería del medio ambiente, y de cualesquiera otras actividades directa o indirectamente relacionadas con las mismas.
- La creación, recopilación y divulgación de información científica relacionada con estas tecnologías en España respecto a estas técnicas, cuyo objeto es el entorno ambiental del hombre, la sostenibilidad y el desarrollo de la misma, así como el fomento y desarrollo del interés por el diseño y equipamiento de este entorno, a fin de mejor cumplir su función social.
- La investigación, realización de estudios y análisis relativos a esta temática, así como la recomendación de planes de actuación y Transferencia de Tecnología.
- La organización de Cursos, Seminarios, Simposios, Conferencias y, en general, de cuantas actividades vayan encaminadas a la formación y divulgación, en su más amplio sentido, en el ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad, desde la propia Asociación o en colaboración con Entidades u Organismos públicos o privados nacionales o extranjeros de similares o complementarios campos de actuación.
- La certificación y acreditación de la capacitación de profesionales y de personal, en el ámbito de actuación material en el que la Asociación desarrolla su actividad.
- Potenciar la colaboración y realizar acuerdos con cualesquiera otras entidades de cualquier naturaleza, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, en el desarrollo del ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad.
- Colaborar con las Administraciones Central, Autonómicas o Locales así como con cualquier otro organismo o entidad pública o privada, asesorándolas o prestándolas la asistencia necesaria para la confección, desarrollo y/o interpretación de la normativa y reglamentación relativa al ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad.

En este ámbito, lo más destacado, en los últimos tiempos, es el desarrollo de 2 nuevos cursos propios presenciales con los que el Comité Técnico de Atecyr, ha querido dar respuesta a las necesidades actuales de nuestros técnicos y que cuentan con los más prestigiosos profesores del sector que son:

- El Curso de Experto en Climatización de 300 horas.
- El Curso de Auditor y Gestor Energético de 256 horas.

Para la consecución de sus fines, ATECYR lleva a cabo una intensa actividad de colaboración con entes públicos y privados, mediante la participación en grupos de trabajo para la elaboración de distintas normas; con el Ministerio de Fomento, con el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, como miembro de pleno derecho en la Comisión Asesora de Certificación Energética y del RITE, así como asesor técnico en casos de tanta relevancia como la normativa sobre la prevención de la Legionelosis. Colabora con un gran número de Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones Provinciales con que contamos y con otras asociaciones del sector.

Es digno de resaltar la participación en la elaboración del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), publicado en 1998, así como la adjudicación del concurso restringido convocado por el IDAE para la revisión de este mismo reglamento, en diciembre de 2003 y que se aprobó y publicó el 20 de julio de 2007, Real Decreto 1027/2007.

Actualmente Atecyr coordina la secretaria del grupo de las 26 asociaciones que han trabajado en la modificación del RITE aprobada bajo el Real Decreto 238/2013 y que están trabajando en próximas modificaciones.

Desde el punto de vista internacional y desde 1975 ATECYR ha representado y representa a los técnicos del sector en dicho ámbito y es miembro de REHVA, Asociación Europea que agrupa a las asociaciones de técnicos del sector, y de ASHRAE, su homónima americana, con que se han alcanzado acuerdos para la divulgación de documentos on-line.

Además, hemos promovido, el Congreso Mediterráneo de Climatización CLIMAMED, en el que participan las asociaciones de España, Portugal, Francia, Italia y Turquía y que se celebra cada 2 años. La última edición tuvo lugar los días 3 y 4 de octubre de 2013 en Estambul, Turquía y el Congreso Iberoamericano de Aire Acondicionado CIAR, en el que participan las asociaciones de Climatización de República Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, España, México, Perú, Uruguay, Estados Unidos, Venezuela, Costa Rica, Panamá, Chile y Portugal y que se celebra cada 2 años. La última edición tuvo lugar los días 22, 23 y 24 de julio de 2013 en Cartagena de Indias, Colombia. La próxima edición se celebrará en 2015 en España.

En sus más de treinta y nueve años de vida, ATECYR no sólo ha participado en gran número de proyectos, sino que se ha convertido en un referente para todos los técnicos del sector de climatización y refrigeración.

ATECYR cuenta con un grupo de socios comprometidos con los fines de la asociación, que han trabajado y trabajan de una forma desinteresada por mantener el nivel y el prestigio, de alguna forma heredado, evolucionando hacia las nuevas tendencias técnicas, tecnológicas y de mercado.

La actividad de la asociación descansa en dos pilares fundamentales: Las Agrupaciones como grandes generadoras de la actividad y como instrumentos que permiten la cercanía y el servicio al socio, y el Comité Técnico, compuesto por un grupo de expertos muy respetados en nuestro sector, que, de alguna manera, marcan las tendencias y la forma de hacer las cosas. Dicho Comité es el gran dinamizador de toda nuestra actividad.

El Comité Técnico de ATECYR viene trabajando desde hace años, en la elaboración de una ingente documentación de divulgación científico-técnica sobre temas relacionados con el sector de climatización y refrigeración. Entre esta documentación, se encuentran traducciones de libros y artículos considerados de interés y bibliografía propia.

La colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIE) nace como una respuesta a la necesidad detectada de agrupar y ordenar la información técnica sobre una serie de temas específicos mediante la elaboración de unas guías donde se reúna toda la información que el técnico precisa sobre el tema en cuestión para desarrollar su labor.

Se trata de ofrecer al técnico una herramienta útil para la realización de su trabajo, sin tratar de condicionar su creatividad, incluyendo la última tecnología y tendencias, dejando a su interpretación las cuestiones normativas.

Esta colección de documentos pretende constituirse como guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, dirigidas a técnicos que trabajen o que tengan inquietudes en este ámbito y se han convertido en la documentación imprescindible en los cursos de formación de las Instalaciones en la Edificación.

ATECYR es autor junto al IVE de CERMA que es Documento Reconocido para la certificación de eficiencia energética tanto de edificios nuevos como existentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 235/2013, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios.

Tras la aprobación RD de certificación de edificios existentes y la Ley de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, se considera interesante ofrecer a los técnicos una nueva serie de documentos que ayuden a su cumplimiento, serie de REHABILITACIÓN.

En este documento se analiza la integración de las energías renovables en el edificio, como sistemas disminuyen el consumo de energía primaria del edificio. Se trata de sistemas susceptibles de ser implementados en la rehabilitación de los edificios y en la reforma de sus instalaciones.

Solo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE a VAILLANT, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto y presentarle este nuevo DTIE sobre Integración de energías renovables en la rehabilitación energética de los edificios.

D. Javier Moreno de la Cuesta

Presidente de ATECYR

## **Serie ATECYR de DTIE - Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación**

### SERIE 1: Instalaciones sanitarias

- \*1.01 Preparación de agua caliente para usos sanitarios
- \*1.02 Calentamiento de agua de piscinas
- 1.03 Cálculo de redes de distribución de agua sanitaria
- 1.04 Cálculo de redes de evacuación y ventilación
- \*1.05 Prevención de la corrosión interior de las instalaciones de agua
- \*1.06 Instalación de climatización en hospitales

### SERIE 2: Condiciones de diseño

- \*2.01 Calidad del ambiente térmico
- \*2.02 Calidad de aire interior
- \*2.03 Acústica en instalaciones de aire
- \*2.04 Acústica en instalaciones de Climatización: Casos prácticos
- \*2.05 Calidad del aire exterior: mapa ODAs de las principales capitales de provincias de España

### SERIE 3: Psicrometría

- \*3.01 Psicrometría

### SERIE 4: Tuberías

- \*4.01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño. (Edición revisada)
- \*4.02 Circuitos hidráulicos y selección de bombas

### SERIE 5: Conductos

- \*5.01 Cálculo de conductos

### SERIE 6: Combustible

- \*6.01 Combustión
- 6.02 Diseño y cálculo de chimeneas
- 6.03 Redes de distribución de gas, diseño y cálculo

### SERIE 7: Cálculo de carga, demanda y consumo

- \*7.01 Cálculo de carga y demanda térmica
- 7.02 Cálculo de consumo de energía: simulación de sistema
- \*7.03 Entrada de datos a los programas LIDER y Calener VyP
- \*7.04 Entrada de datos al programa CALENER GT
- \*7.05 cálculo de cargas térmicas
- \*7.06 Procedimientos simplificados para la certificación de viviendas de nueva construcción: Cerma, Ce2, CES

### SERIE 8: Fuentes de energía de libre disposición

- \*8.01 Recuperación de energía en sistemas de climatización
- 8.02 Bomba de calor
- \*8.03 Instalaciones Solares Térmicas para producción de Agua Caliente Sanitaria

\*8.04 Energía Solar Térmica. Casos Prácticos

SERIE 9: Sistemas de acondicionamientos de aire

\*9.01 Tipos de sistemas

\*9.02 Relación entre el edificio y el sistema de climatización

\*9.03 Sistemas de climatización para viviendas, residencias y locales comerciales

\*9.04 Sistema de suelo radiante

\*9.05 Sistemas de climatización

\*9.06 Selección de equipos secundarios según el sistema

SERIE 10: Sistemas de calefacción

10.01 Tipos de sistemas

10.02 Aplicaciones para edificios residenciales

\*10.03 Calderas individuales

\*10.04 Piscinas cubiertas climatizadas con aire exterior como único medio deshidratante

\*10.05 Principios básicos de las calderas de condensación

\*10.06 Piscinas cubiertas. Sistemas de climatización deshumectación y ahorro de energía mediante bombas de calor

SERIE 11: Control

11.01 Esquemas de control

\*11.02 Regulación y control de instalaciones de climatización

\*SERIE 12: Aislamiento térmico

SERIE 13: Difusión de aire

SERIE 14: Acumulación de energía térmica

SERIE 15: Salas de máquinas

SERIE 16: Puesta en marcha, recepción y mantenimiento

SERIE 17: Varios

17.01 Análisis económico de sistemas

\*17.02 Responsabilidad Civil del Ingeniero

\*17.03 Contenidos de proyecto y memoria técnica

\*17.04 Instrumentación y Medición

SERIE 18: Rehabilitación Energética y Reforma

\*18.01 Rehabilitación Energética de la Envolvente Térmica de los Edificios.

18.02 Rehabilitación Energética de las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

\*18.03 Integración de Energías Renovables en la Rehabilitación Energética de los Edificios.

\*Editadas

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN .....	11
1.1	ENERGÍAS RENOVABLES Y NORMATIVA .....	11
1.2	ENERGÍA PRIMARIA, FINAL Y USOS DE LA ENERGÍA .....	12
1.2.1	Energía primaria .....	12
1.2.2	Energía final .....	13
1.2.3	Uso de la energía .....	13
1.3	OBTENCIÓN DE ENERGÍA FINAL A PARTIR DE ENERGÍA PRIMARIA .....	15
1.3.1	Obtención de combustibles.....	15
1.3.2	Producción de electricidad en centrales.....	16
1.4	PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN LOS EDIFICIOS .....	19
1.4.1	Producción de electricidad en los edificios.....	20
1.4.2	Producción de calor en los edificios .....	20
1.5	COEFICIENTES DE PASO (FACTORES DE CONVERSIÓN) .....	21
1.6	ANÁLISIS DE SISTEMAS TÍPICOS.....	23
1.6.1	Producción de calor para calefacción mediante caldera de gasóleo C.....	23
1.6.2	Producción de calor para calefacción mediante bomba de calor.....	24
1.6.3	Producción de ACS mediante el sistema de referencia .....	25
1.6.4	Producción de ACS mediante bomba de calor .....	26
1.6.5	Análisis de la cogeneración.....	28
1.6.6	Análisis de una enfriadora situada en Canarias.....	29
1.6.7	Análisis de una instalación solar fotovoltaica situada en Baleares.....	30
1.6.8	Análisis de una máquina de absorción .....	31
1.7	AHORROS ECONÓMICOS .....	32
2	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA .....	33
2.1	SITUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA.....	33
2.2	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA .....	34
2.2.1	Ahorros económicos de la instalación solar .....	34
2.2.2	Costes de la instalación solar.....	37
2.2.3	Costes de mantenimiento de la instalación solar .....	38
2.2.4	Rentabilidad de la instalación solar térmica.....	39
2.3	CONDICIONANTES PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN REHABILITACIONES.....	41
2.4	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA .....	45

2.4.1	Selección de los captadores solares térmicos .....	45
2.4.2	Selección del acumulador .....	48
2.4.3	Dimensionado de la instalación solar térmica .....	50
2.4.4	Selección del resto de componentes de la instalación solar térmica .....	54
2.4.5	Realizar el esquema de principio de la instalación solar térmica .....	54
2.4.6	Determinar el espacio necesario para la instalación solar .....	55
2.5	CONCLUSIONES FINALES SOBRE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	57
2.5.1	Viabilidad Técnica y Comercial .....	57
2.5.2	Ventajas de las IST frente a otras instalaciones.....	58
2.5.3	Inconvenientes de las IST. Barreras .....	59
3	BIOMASA .....	61
3.1	TIPOS DE BIOMASA.....	62
3.2	TIPOS DE CALDERAS, COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA. ....	65
3.3	TRANSPORTE DE LA BIOMASA A LA CALDERA.....	66
3.3.1	Transporte mediante tornillos sinfín .....	66
3.3.2	Transporte mediante sistema neumático.....	67
3.3.3	Llenado manual de la caldera .....	69
3.4	ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN DE LA BIOMASA .....	69
3.4.1	Almacenamiento de astillas en silos.....	70
3.4.2	Almacenamiento de pellets.....	73
3.5	CONDICIONANTES PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN REHABILITACIONES.....	75
3.6	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA.....	78
3.6.1	Dimensionado de la caldera .....	79
3.6.2	Dimensionado del depósito de inercia .....	82
3.6.3	Espacio necesario en la sala de calderas .....	84
3.6.4	Espacio necesario para el almacenamiento de combustible.....	85
3.7	VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA BIOMASA.....	86
4	MICROCOGENERACIÓN .....	87
4.1	ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA MICROCOGENERACIÓN .....	88
4.2	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA MICROCOGENERACIÓN.....	93
4.2.1	Ahorro en los costes de la energía.....	93
4.2.2	Costes de mantenimiento.....	94
4.2.3	Costes de inversión.....	94
4.2.4	Amortización de la inversión .....	95

4.2.5	Comentarios finales, conclusiones sobre los aspectos económicos.....	95
4.3	TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN MICROCOGENERACIÓN .....	96
4.3.1	Motores de combustión interna alternativos.....	96
4.3.2	Motores Stirling .....	98
4.3.3	Pilas de Combustible.....	99
4.3.4	Ciclos Orgánicos.....	99
4.3.5	Turbinas de Gas .....	100
4.4	ANÁLISIS DE LA POSIBILIDAD DE EMPLEAR MICROCOGENERACIÓN .....	100
4.5	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE MICROCOGENERACIÓN.....	103
4.5.1	Selección del equipo de microgeneración .....	103
4.5.2	Cálculo del volumen de acumulación .....	105
4.5.3	Esquemas de conexión de la microgeneración.....	107
4.5.4	Espacio necesario para instalar el grupo de microgeneración .....	113
4.6	EJEMPLO PRÁCTICO DE ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DE UN GRUPO DE MICROCOGENERACIÓN .....	113
4.7	CONCLUSIONES FINALES SOBRE MICROCOGENERACIÓN .....	116
5	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	119
5.1	FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.....	120
5.2	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA .....	124
5.2.1	Ahorros económicos de la instalación fotovoltaica.....	124
5.2.2	Costes de mantenimiento.....	125
5.2.3	Costes de ejecución .....	125
5.2.4	Rentabilidad de la inversión .....	125
5.3	ANÁLISIS DE LA POSIBILIDAD DE EMPLEAR ENERGÍA FOTOVOLTAICA .....	126
5.4	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	129
5.4.1	ISF de autoconsumo conectada a red sin vertido de excedentes. ....	130
5.4.2	ISF de autoconsumo conectada a red con vertido de excedentes. ....	134
5.5	CONCLUSIONES FINALES SOBRE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	137
5.5.1	Viabilidad Técnica y Comercial .....	137
5.5.2	Ventajas de las ISF frente a otras instalaciones.....	137
5.5.3	Inconvenientes de las ISF. Barreras .....	138
6	PRODUCCIÓN DE FRÍO CON FUENTES RENOVABLES.....	139
6.1	PRODUCCIÓN DE FRÍO A PARTIR DE UNA FUENTE DE CALOR .....	139
6.1.1	Funcionamiento de las máquinas de absorción de agua caliente .....	140

6.1.2	Viabilidad de la propuesta. Ventajas, inconvenientes y barreras.....	142
6.2	PRODUCCIÓN DE FRÍO MEDIANTE COMPRESIÓN MECÁNICA.....	143
6.2.1	Contribución fotovoltaica a los equipos de expansión directa.....	144
6.2.2	Equipos de expansión directa con contribución fotovoltaica.....	146
6.3	CONCLUSIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FRÍO CON EE.RR. ....	147
7	CASO PRÁCTICO. HOTEL DE PLAYA DE 87 HABITACIONES.....	149
7.1	SITUACIÓN INICIAL.....	149
7.1.1	Instalaciones térmicas existentes .....	149
7.1.2	Consumo de energía eléctrica .....	152
7.1.3	Consumo de combustible para calor .....	154
7.2	OPCIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	156
7.3	OPCIÓN BIOMASA.....	159
7.4	OPCIÓN MICROCOGENERACIÓN .....	166
7.5	OPCIÓN INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	170
ANEXO A	.....	177
COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA	.....	177
A.1	PROCESO DE COMBUSTIÓN .....	177
A.2	INICIO DE LA COMBUSTIÓN.....	178
A.3	PROBLEMAS DE LA COMBUSTIÓN CON LA HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE .....	179
A.4	QUEMADORES DE BIOMASA .....	179
ANEXO B	.....	185
RENDIMIENTOS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE LA COGENERACIÓN.....		185
B.1	RENDIMIENTO DE REFERENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE CALOR .....	185
B.2	RENDIMIENTO DE REFERENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD.....	185
B.3	EJEMPLOS DE APLICACIÓN .....	187
ANEXO C	.....	189
TABLAS DE IRRADIACIÓN SOLAR .....		189
BIBLIOGRAFÍA	.....	197

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento analiza las posibilidades de utilizar energías renovables en la rehabilitación de los edificios. El objetivo es mejorar la eficiencia energética de los edificios, es decir, disminuir el consumo de energía primaria de origen no renovable en los edificios, así como las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del consumo de energía.

La Directiva 27/2012 define “eficiencia energética” como la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía, y el gasto de energía.

En el contexto de la edificación, se puede establecer que mejorar la eficiencia energética de un edificio es disminuir el consumo de energía primaria no renovable de un edificio, satisfaciendo sus requisitos de habitabilidad y bienestar.

## 1.1 ENERGÍAS RENOVABLES Y NORMATIVA

El concepto mismo de energía renovable está actualmente en entredicho pues hay discrepancias entre organismos y países sobre la energía que puede o no contabilizarse como renovable.

La eficiencia energética puede considerarse como equivalente a un sistema renovable si se establece claramente una referencia sobre la que basarse y unos parámetros clave para realizar esta comparación. El Documento HE4 del Código Técnico de la Edificación [13], establece la obligación de realizar una instalación solar térmica en los edificios. La actualización del documento [14] ha establecido claramente que las soluciones alternativas que se puedan plantear deben ser equivalentes desde el punto de vista del consumo de energía primaria de origen no renovable y desde el punto de vista de la Emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Es necesario disponer de factores de conversión de las energías finales a energía primaria y a emisiones de CO<sub>2</sub>. Asimismo debe estar claro el sistema de referencia, es decir, se debe conocer exactamente la solución de referencia sobre la que debemos comparar nuestra solución prestacional. Es de esperar que las metodologías y parámetros que intervienen en el cálculo sean los mismos en soluciones prestacionales del Código Técnico de la Edificación, de la Certificación Energética y del Reglamento de las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

La normativa española, basada en un procedimiento prestacional, choca con el Anexo VII de la Directiva 2009/28/CE, donde se establece que la cantidad de energía aerotérmica, geotérmica o hidrotérmica capturada por bombas de calor que debe considerarse energía procedente de fuentes renovables, se calculará de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$E_{RES} = Q_{USABLE} \times (1 - 1/SPF),$$

Siendo:

$Q_{\text{USABLE}}$ , el calor útil total estimado proporcionado por bombas de calor. Solo se tendrán en cuenta las bombas de calor para las que  $\text{SPF} > 1,15 \times 1/\eta$ ,

SPF, el factor de rendimiento medio estacional estimativo para dichas bombas de calor. Se trata de un  $\text{COP}_M$  (medio estacional) que depende de la zona climática, del sistema concreto y de las temperaturas de funcionamiento.

$\eta$  el cociente entre la producción total bruta de electricidad y el consumo primario de energía para la producción de electricidad, y se calculará como una media de la UE basada en datos de Eurostat.

La Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE) estableció el valor para el coeficiente  $\eta = 45,5\%$ , por lo que las bombas de calor se considerarán como renovables si su SPF es

$$\text{SPF} > 1,15 \times 1/\eta; > 1,15 \times 1/0,455 = 2,5.$$

Además, se establecen las directrices para que los Estados miembros estimen los valores de  $Q_{\text{USABLE}}$ , y SPF para las diferentes tecnologías y aplicaciones de las bombas de calor, teniendo en cuenta las diferencias de las condiciones climáticas, especialmente en climas muy fríos.

En este momento España no ha establecido la metodología necesaria para la estimación de los parámetros necesarios para la consideración o no de parte de la energía útil proporcionada por las bombas de calor como energía renovable.

Ejemplo de aplicación de la ecuación:

Supongamos que tenemos un edificio de  $1000 \text{ m}^2$  con una demanda de calefacción anual de  $10 \text{ kWh/m}^2$ , esto es, de  $10\,000 \text{ kWh}$ . Si tenemos una bomba de calor con un  $\text{COP} = 2,5$ , la energía eléctrica consumida sería de  $4000 \text{ kWh}$ . La energía renovable sería:

$$E_{\text{RES}} = 10000 \times (1 - 1/2,5) = 10000 \times 0,6 = 6000 \text{ kWh}$$

La metodología sólo permite su aplicación en el caso de que se cuente con una bomba de calor "eficiente" esto es, eficiencia media estacional  $\text{SPF} > 2,5$ .

## **1.2 ENERGÍA PRIMARIA, FINAL Y USOS DE LA ENERGÍA**

### **1.2.1 Energía primaria**

La energía primaria es la energía procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación. Es la energía contenida en los combustibles y otras fuentes de energía tal y como se encuentran en origen (O). Se puede distinguir entre energía primaria renovable y no renovable.

Energía primaria no renovable (EPnR): Energía almacenada en la naturaleza a lo largo de muchos años:

- Carbón en origen (O)
- Petróleo
- Gas natural en origen (O)
- Nuclear

Al utilizarlas, disminuimos su disponibilidad a las futuras generaciones.

Energía primaria de origen renovable (EPR): Energía producida en la naturaleza de forma instantánea o almacenada en un corto espacio de tiempo:

- Hidráulica
- Solar
- Biomasa (O)
- Eólica
- Geotermia
- Hidrotermia
- Aerotermia
- Biogás, gases de vertedero, gases de plantas de depuración.

Su utilización no disminuye su disponibilidad a futuras generaciones.

### **1.2.2 Energía final**

Es la energía tal y como se utiliza en los puntos de consumo (PC). Es la que usan los consumidores, en forma de electricidad, carburantes u otros combustibles usados de forma directa:

- Electricidad (PC)
- Gas natural (PC)
- Carbón doméstico (PC)
- Gasóleo-C (PC)
- Gases licuados del petróleo (GLP)
- Biocarburantes
- Biomasa (PC)
- Solar
- Aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica

### **1.2.3 Uso de la energía**

Es la utilidad o servicio que pretendemos obtener del uso de la energía. En el contexto de la edificación, solamente se tiene en cuenta los usos necesarios para satisfacer los requisitos de habitabilidad y bienestar del edificio:

- Iluminación
- Calor (a una temperatura dada superior al ambiente)
- Frío (calor a una temperatura dada inferior al ambiente)
- Ventilación