

---

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

---

**DTIE 19.01  
EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO.  
PARTE TEÓRICA**

**Autores:**

**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. Presidente del Comité Técnico de Atecyr y Vicepresidente de la Junta Directiva de Atecyr.

**Manuel J. Romero Rincón,**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Máster en Instalaciones Térmicas y Eléctricas en Edificios. Profesor Asociado de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Gerente de ETRES Consultores.

**Revisor:**

**José Manuel Pinazo Ojer.**

**Conoce al Comité Técnico de Atecyr:**

**Presidente:** Pedro G. Vicente Quiles

**Presidente de honor:** José Manuel Pinazo Ojer

**Vicepresidente:** Ricardo García San José

**Secretario técnico:** Arcadio García Lastra

**Miembros honoríficos:**

Rafael Úrculo Aramburu, Ramón Velázquez Vila, José María Cano Marcos, Antonio Vegas Casado, Enrique Torrella Alcaraz y Juan José Quixano Burgos

**Vocales:**

Francisco Javier Rey Martínez

José Manuel Cejudo López

José Fernández Seara

Juan Travesí Cabetas

Víctor Manuel Soto Francés

Miguel Ángel Navas Martín

José Luis Barrientos Moreno

Adrián Gomila Vinent

Paulino Pastor Pérez

Manuel Sánchez Marín Flores

Justo García Sanz-Calcedo

Ignacio Leiva Pozo

Gorka Goiri Celaya

Nicolás Bermejo Presa

Vidal Díaz Martínez

Ángel Barragán Cervera

Alberto Jiménez Martín

César Martín Gómez

Marta San Román Cruz

Paloma Virseda Chamorro

Ramón Cabello López

Pedro Romero Jiménez

Pedro Coya Alonso

Ramón Puente Varela

José Antonio Fernández Benítez

Manuel Gallardo Salazar

Manuel Ruiz de Adana Santiago

Emilio José Sarabia Escrivá

Simón Aledo Vives

Francisco Javier Aguilar Valero

**Depósito Legal:** M-24716-2020

**ISBN:** 978-84-95010-73-5

©ATECYR

**Edita:** ATECYR

**Agastia 112 A - 28043 Madrid**

**Producción y Realización:** ATECYR

***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 1.500 ingenieros y profesionales relacionados con los sectores de calefacción, refrigeración, ventilación y aire acondicionado.

ATECYR cumple al pie de la letra con su carácter asociativo y transforma, fielmente, los fines que figuran en sus estatutos en objetivos a cumplir y en forma de trabajar.

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.

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 para la Transición Ecológica, 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 contabilización de consumos o las Auditorías Energéticas. Colaboramos con el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en la Subdirección

General de Calidad y Seguridad Industrial en el desarrollo de la modificación del Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas. Así mismo participamos con un gran número de Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones provinciales con que contamos.

En el campo normativo es digno de resaltar la adjudicación del concurso restringido convocado por el IDAE para la revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), en diciembre de 2003 y que se aprobó y publicó el 20 de julio de 2007, Real Decreto 1027/2007 y la secretaría y coordinación de las 26 asociaciones representativas del sector, para proponer al ministerio la modificación de este reglamento que se ha publicado en el año 2013, RD 238/2013.

Destacamos el desarrollo de 3 cursos propios, que se imparten de manera semipresencial, desarrollados por el Comité Técnico de ATECYR y que cuentan con los más prestigiosos profesores del sector que son:

- El Curso de Experto en Climatización de 300 horas
- El Curso de Experto en Refrigeración de 168 horas.
- El Curso de Experto Auditor y Gestor Energético en la Edificación y la Industria de 256 horas.

Además, ATECYR ha organizado junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid el Congreso de tecnologías de la refrigeración, Tecnofrío'16, Tecnofrío'17, Tecnofrío'18 y Tecnofrío'19 y junto con AFEC y FEDECAI el I Congreso de Calidad de Aire Interior.

ATECYR es miembro y participa activamente en REHVA, Federación Europea de Asociaciones de Profesionales del Sector de Instalaciones Mecánicas, en FAIAR, Federación de Asociaciones Iberoamericanas de Aire Acondicionado y Refrigeración y en ASHRAE, Asociación Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. Además ha participado junto con REHVA y otras asociaciones en el Proyecto Europeo PROF TRAC y actualmente está participando en el Proyecto Europeo U-CERT.

En sus más de cuarenta y cinco 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.

La actividad de la asociación descansa en dos pilares fundamentales: Las Agrupaciones como grandes generadoras de nuestra actividad y como instrumentos que nos permitan 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, han marcado las tendencias y la forma de hacer las cosas en los últimos años y que se constituye como el gran dinamizador de toda nuestra actividad.

El Comité Técnico de ATECYR viene trabajando desde hace años, en la elaboración de una valiosa 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.

Esta colección de documentos consta de guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, dirigidas a técnicos que trabajan 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.

Desde 2016 Atecyr ofrece gratuitamente a los técnicos del sector [www.calculaconatecyr.com](http://www.calculaconatecyr.com) que es el portal a través del cual se distribuyen gratuitamente para todos los técnicos del sector 8 programas de cálculo y dimensionamiento de las instalaciones térmicas. ATECYR, a través de la Fundación ATECYR ha adquirido la licencia de distribución del Software desarrollado y adaptado a las necesidades del mercado y normativa vigentes por un grupo de profesores de la UPV del Grupo de Ingeniería Térmica del Departamento de Termodinámica Aplicada.

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

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.

En el sector de la edificación, los nuevos requisitos de eficiencia se materializan en los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. La aprobación del nuevo Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) deja claro cuales deben de ser los consumos, tanto de energía primaria como de energía primaria no renovable, para que así sea considerado un edificio.

En este DTIE se explica con detalle este DB HE, realizando varios ejemplos y analizando el peso específico que cada subsistema y el propio edificio (su envolvente térmica) tienen sobre estos consumos totales de energía primaria. En el documento se analizan todos los servicios evaluados por la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios, es decir, tanto la calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria como la iluminación. También se dedica un apartado específico sobre la producción de energía eléctrica in situ y cómo se realiza el balance neto entre el consumo de energía y la producción in situ para realizar el cómputo neto de consumo del edificio.

Sólo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE, **Vaillant**, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto y presentar este nuevo DTIE 19.01 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Parte Teórica.

Miguel Ángel Llopis Gómez

Presidente de ATECYR

## Relación de 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
- \*2.06 Sistemas de filtración y purificación del aire
- \*2.07 Las instalaciones de climatización, SARS CoV 2 y la calidad de aire

### **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
- \*7.07 Metodología BIM en la climatización

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

- \*8.01 Recuperación de energía en sistemas de climatización
- \*8.02 Bomba de calor para calefacción

- \*8.03 Instalaciones solares térmicas para producción de Agua Caliente Sanitaria
- \*8.04 Energía solar térmica. Casos prácticos
- \*8.05 Bombas de calor para producción de ACS

### **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
- \*9.07 Cálculo y selección de equipos primarios
- \*9.08 Bombas de calor a gas
- \*9.09 Sistemas de climatización radiante

### **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
- \*11.03 Contaje de energía de acuerdo al RITE en sistemas de agua para calefacción y ACS

### **SERIE 12: Aislamiento térmico**

- \*12.01 Cálculo del aislamiento térmico de conducciones y equipos
- \*12.02 Aplicación de aislamientos en la edificación y las instalaciones. Casos prácticos

### **SERIE 13: Difusión de aire**

- \*DTIE 13.01 Generalidades sobre Difusión de Aire

### **SERIE 14: Acumulación de energía térmica**

### **SERIE 15: Salas de máquinas**

- \*15.01 Salas de calderas

### **SERIE 16: Puesta en marcha, recepción y mantenimiento**

- \*16.01 Criterios de calidad en el montaje de las instalaciones de climatización y ACS
- \*16.02 Etiquetado y ecodiseño

**SERIE 17: Varios**

- \*17.01 Análisis económico de sistemas eficientes. Estudio de casos
- \*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
- \*18.04 Auditorías energéticas. Casos prácticos.

**SERIE 19: Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo**

- \*19.01 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Parte teórica
- \*19.02 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Casos prácticos

\*Editadas



# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	11
1.1	INDICADORES ENERGÉTICOS	11
1.2	ENERGÍA FINAL Y ENERGÍA PRIMARIA	13
1.3	CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO A PARTIR DE LOS USOS	15
1.4	LAS NORMAS CEN	16
1.5	INDICADORES EN LA DEFINICIÓN DE ECECN EN ESPAÑA	17
1.6	FUTURAS EXIGENCIAS A LOS ECECN	20
2	DEFINICIÓN DE ECECN EN ESPAÑA: EXIGENCIAS DEL CÓDIGO TÉCNICO 2019	21
2.1	SECCIÓN HE 0 LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO	21
2.1.1	Limitaciones para los ECECN de uso residencial privado	21
2.1.2	Limitaciones en edificios no residenciales establecidas para los ECECN	25
2.2	SECCIÓN HE 1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	28
2.3	SECCIÓN HE 2 CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS	33
2.4	SECCIÓN HE 3 CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	36
2.5	SECCIÓN HE 4 CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA	38
2.6	SECCIÓN HE 5 GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	40
3	CONTROL DE LA DEMANDA EN EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO	41
3.1	COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR K	41
3.2	INCREMENTO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS HUECOS POR INTERCALARIOS	55
3.3	CONTROL SOLAR $q_{sol;jul}$	56
4	EFICIENCIA EN EL TRANSPORTE DE AIRE	69
4.1	UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE	70
4.2	UNIDADES TERMINALES	71
4.3	VENTILACIÓN DE VIVIENDAS	74
5	EFICIENCIA EN EL BOMBEO	75
5.1	ACCIONES A REALIZAR PARA MEJORAR LA EFICIENCIA	76
5.2	POTENCIA ELÉCTRICA DE LA BOMBA	78
5.3	CONSUMO ENERGÉTICO DE CIRCUITOS A CAUDAL CONSTANTE	80
5.4	CONSUMO ENERGÉTICO DE CIRCUITOS A CAUDAL VARIABLE	83
5.5	CÁLCULO PRÁCTICO CONSUMO ENERGÉTICO EN BOMBEO	87
6	EFICIENCIA EN LA ILUMINACIÓN	95
6.1	CÁLCULO PRÁCTICO CONSUMO ENERGÉTICO EN ILUMINACIÓN	97

7	EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE ACS _____	101
	7.1 PRODUCCIÓN DE ACS EN TERCARIO _____	101
	7.2 PRODUCCIÓN DE ACS EN VIVIENDAS _____	105
	7.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN RENOVABLE DE ACS _____	106
8	APORTE DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA _____	119
	8.1 EL AUTOCONSUMO DE ENERGÍA _____	119
	8.2 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA _____	120
9	EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS _____	125
	9.1 CALDERAS _____	125
	9.2 ENFRIADORAS, BOMBAS DE CALOR _____	129
	9.3 EQUIPOS DE EXPANSIÓN DIRECTA _____	132
	9.4 EQUIPOS DE AIRE. ROOFTOP _____	136
	BIBLIOGRAFÍA _____	137
	LEYENDA _____	139

# 1 INTRODUCCIÓN

Los países miembros de la UE se han comprometido a trazar una hoja de ruta para conseguir un sistema energético sostenible, competitivo, seguro y descarbonizado. Se ha adquirido un compromiso firme de reducir un 40% las emisiones de gases de efecto invernadero en 2030 (% reducción respecto 1990). Se ha marcado un camino claro hacia la descarbonización de las instalaciones de los edificios en 2050, instando a que se apliquen medidas efectivas a corto plazo, esto es, para 2030.

Es interesante considerar que la Directiva 2010/31/UE indica que no se exigirá a los Estados miembros que establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética que no resulten rentables a lo largo del ciclo de vida útil estimada. Por tanto, la transición energética puede y debe realizarse con criterios económicos, asegurando en todo momento la rentabilidad de las nuevas exigencias.

En el sector de la edificación, los nuevos requisitos de eficiencia se materializan en los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (ECECN), definidos a nivel europeo como “edificios con un nivel de eficiencia energética muy alto, donde la cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno.”

A partir de esta definición “vaga”, se establece que la definición “detallada” de edificio de consumo de energía casi nulo, la establecerá cada Estado miembro en función de sus condicionantes, incluyendo un indicador numérico de uso de energía primaria expresado en kWh/m<sup>2</sup> al año.

Además, establece que los Estados miembros se asegurarán de que:

- a) a más tardar el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo, y de que
- b) después del 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.

Las exigencias de eficiencia energética se establecen en una serie de valores límite de determinados indicadores energéticos que se irán endureciendo con los años.

## 1.1 INDICADORES ENERGÉTICOS

Los indicadores energéticos son valores cuantitativos que permiten analizar las interacciones existentes entre la actividad económica, el consumo de energía primaria o final y las emisiones de contaminantes.

Los indicadores permiten a quienes diseñan los edificios, tomar decisiones encaminadas al ahorro energético en base a criterios de eficiencia cuando el edificio sea explotado. Además, los indicadores de eficiencia energética pueden también ser utilizados en la modelización y la predicción de la demanda o consumo futuro de un edificio.

La energía final (combustibles, electricidad, etc.) es una magnitud fácilmente medible. Sin embargo, los servicios que la consumen incluyen actividades muy diversas difícilmente cuantificables: enfriar un local, iluminar un edificio.

Los indicadores básicos utilizados en los documentos legislativos españoles para analizar la eficiencia energética de los edificios se centran en el comportamiento en los

siguientes ámbitos medioambientales clave en la eficiencia energética y sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Cada uno de los indicadores básicos está compuesto de:

- una cifra A, que indica el impacto/consumo total anual en el campo considerado,
- una cifra B, que indica la producción anual global de la organización, y
- una cifra R, que indica el propio indicador A/B.

Cada documento legislativo determina, bien el valor R del indicador final de forma directa o bien las componentes A o B para, de forma indirecta, también delimitar el indicador R.

El impacto/consumo total anual en el edificio (cifra A) se contabilizará:

1. Sobre el consumo de energía: Generalmente en consumo anual de energía final o energía primaria en kWh/año.
2. Sobre las emisiones: Las emisiones anuales totales de gases de efecto invernadero (GEI), incluidas al menos las emisiones de CO<sub>2</sub> y HFC, expresadas en kg equivalentes de CO<sub>2</sub>.

La producción anual global del edificio (cifra B) es función de su tipo de actividad, y se determinará como sigue:

3. Para los consumos de energía final, consumos de energía primaria y emisiones de GEI se utilizará la superficie útil de los espacios considerados en m<sup>2</sup>.
4. Para el caso de consumos de agua caliente sanitaria se indicará por usuario.

Como veremos más adelante, el propio CTE DB HE utiliza para legislar los valores R en función del consumo de energía primaria, el RD 56/2016 sobre auditorías energéticas utiliza el mismo valor R pero sobre el consumo de energía final del edificio y la certificación energética de los edificios y el Reglamento de seguridad en instalaciones frigoríficas utilizan además el valor R en función de las emisiones de GEI asociadas.

La relación entre consumo de energía y la variable de actividad considerada (dependiendo del servicio y edificio analizado) se utiliza como principal indicador energético (ratio energético).

$$IE = \frac{\text{Consumo de energía}}{\text{Variable de la actividad considerada}}$$

Si un indicador energético está bien definido, menor intensidad energética implicará mayor eficiencia. La definición, clasificación y cuantificación de los servicios a considerar en el edificio es clave para discutir los ahorros energéticos y si la disminución de un consumo (ahorro) conlleva un aumento de la eficiencia.

Ejemplo: Un edificio situado en Madrid consume lo mismo que un edificio situado en Estocolmo. ¿Son entonces igual de eficientes?

Seguramente no, pero deberán hacerse al menos estas preguntas para asegurar que la comparación sea similar:

¿Tienen la misma superficie? Quizá no, pero el indicador se suele dar por unidad de superficie: por ejemplo, 100 kWh/m<sup>2</sup> de energía primaria no renovable.

¿Qué superficie se considera? Debe quedar claro si es la útil habitable, habitable y climatizada, toda la útil, podría ser la construida

¿Las condiciones climatológicas son similares? La eficiencia debe valorarse en función de las severidades climáticas de invierno y de verano.

¿Es el uso de los edificios similar? A efectos de realizar comparaciones, hay que considerar de alguna forma el horario de funcionamiento y las cargas internas.

¿Se usan las mismas consignas? Si nos comparamos con cálculos realizados en otros países habría que preguntar las consignas que se consideran. Además, si se permiten o no horas en condiciones interiores fuera de confort y cuantas. En países del centro y norte de Europa no consideran refrigeración, permitiéndose el sobrecalentamiento de los espacios.

¿Cuáles son los requisitos de ventilación? A efectos comparativos, debería considerarse si las exigencias de calidad de aire consideradas son similares.

¿Tenemos la misma metodología de cálculo? El enfriamiento nocturno se considera en algunos países como un aporte de energías renovables, mientras que en otros países es una reducción de demanda. Esto afectaría al cálculo de un % de energías renovables.

¿Estamos considerando los mismos consumos finales? Generalmente se considera ventilación, calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria (de existir) y en algunos casos la iluminación interior, pero algunos indicadores consideran el consumo total del edificio.

¿Qué factores de paso empleamos? Si el factor de paso de energías finales a energías primarias es distinto, entonces los indicadores serán distintos.

Por tanto, las condiciones de contorno del problema afectan de forma importante a la solución, y en este sentido resulta establecer claramente:

Las condiciones operacionales: Temperaturas de consigna, horarios y calendario

Los perfiles de uso: Cargas internas de iluminación, equipos y personas según horario

Las ventilaciones y la estimación de infiltraciones

## 1.2 ENERGÍA FINAL Y ENERGÍA PRIMARIA

La energía final es la energía tal como se usa en los puntos de consumo, por ejemplo, la electricidad, gas propano, gasóleo C o biomasa utilizados en las instalaciones del edificio y por la que pagamos a la distribuidora o comercializadora energética.

La energía primaria es la energía contenida en los combustibles y otras fuentes de energía e incluye la energía necesaria para generar la energía final consumida, incluyendo las pérdidas por su transporte hasta el edificio, almacenamiento, etc.

Energía primaria = Energía final + Pérdidas en transformación + Pérdidas en transporte



Figura 1. Conversiones entre energía primaria, final y útil