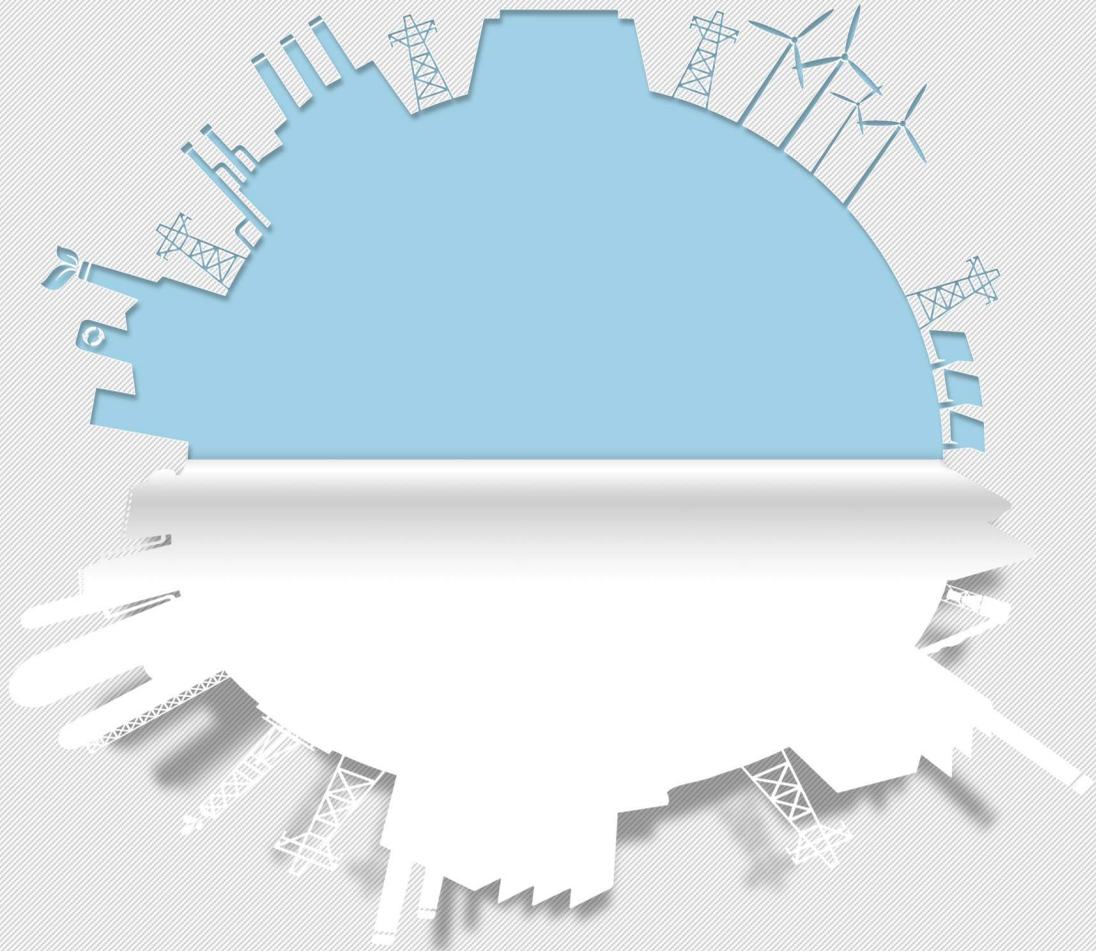


# Diseño de Centros Sanitarios Eficientes

# 5

AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA



**Edita:**

Agencia Extremeña de la Energía

**Elabora:**

Agencia Extremeña de la Energía

**Autor:**

Justo García Sanz-Calcedo

**Revisor:**

Cosme Segador Vegas

**Dep. Legal:**

Agencia Extremeña de la Energía

**Maquetación e impresión:**

Agencia Extremeña de la Energía

**ISBN:**

978-84-695-7618-2

**Año de edición:**

2014

# Presentación

---

El proyecto ALTERCEXA II, aprobado en el marco de la primera convocatoria del Programa Operativo de Cooperación Territorial Transfronteriza España- Portugal (2007- 2013), tiene como objetivo identificar, analizar, evaluar y aprovechar los recursos energéticos disponibles y mejorar su uso en las regiones de Centro, Alentejo y Extremadura, con el fin de abordar conjuntamente problemáticas comunes de forma adecuada a través de la propuesta de soluciones innovadoras y eficaces.

La presente guía es una de las nueve publicaciones del proyecto que la Agencia Extremeña de la Energía ha editado con el fin de fomentar mejores técnicas e investigación en energías alternativas, eficiencia energética y promover la movilidad y el transporte sostenible.

Otras de las acciones de la agencia en ALTERCEXA II, pasan por la propuesta de soluciones de diseño y construcción de edificios públicos energéticamente eficientes, la creación de un software de gestión energética de edificios y diversas jornadas de divulgación sobre eficiencia energética y energías renovables.

AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA



# Índice

---

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                         | <b>11</b> |
|           | SOSTENIBILIDAD EN CENTROS SANITARIOS.....        | 11        |
|           | EL CENTRO DE SALUD.....                          | 13        |
|           | ACTIVIDADES DEL CENTRO DE SALUD.....             | 14        |
|           | TIPOLOGÍA DE CENTROS DE SALUD.....               | 15        |
| <b>2.</b> | <b>DIMENSIONADO .....</b>                        | <b>17</b> |
|           | ESTRUCTURA ASISTENCIAL DEL CENTRO DE SALUD.....  | 17        |
|           | CARTERA DE SERVICIOS DE UN CENTRO DE SALUD ..... | 18        |
|           | PLAN FUNCIONAL .....                             | 20        |
|           | ACCESIBILIDAD DEL CENTRO DE SALUD .....          | 21        |
|           | OPTIMIZACIÓN DEL DIMENSIONADO .....              | 26        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>3.</b> | <b>DEMANDA ENERGÉTICA .....</b>            | <b>29</b> |
|           | ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA .....             | 29        |
|           | DEMANDA ENERGÉTICA HORARIA ESTACIONAL..... | 31        |
|           | INFLUENCIA DE PARÁMETROS CLIMÁTICOS .....  | 31        |
|           | POTENCIA INSTALADA.....                    | 33        |
|           | CONSUMO DE FONDO.....                      | 34        |
|           | RATIOS DE DEMANDA ENERGÉTICA .....         | 34        |
| <b>4.</b> | <b>CRITERIOS CONSTRUCTIVOS.....</b>        | <b>35</b> |
|           | INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.....            | 35        |
|           | INSTALACIÓN DE RIEGO .....                 | 36        |
|           | CUBIERTAS .....                            | 37        |
|           | FACHADAS .....                             | 39        |
|           | ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS .....            | 41        |
|           | ESTRATEGIAS PASIVAS DE CALEFACCIÓN.....    | 44        |
|           | AISLAMIENTO TÉRMICO .....                  | 45        |
|           | IMPERMEABILIZACIÓN .....                   | 47        |

|  |           |
|--|-----------|
| VIDRIOS Y CARPINTERÍAS .....               | 47        |
| PUENTES TÉRMICOS .....                     | 50        |
| ELEMENTOS DE ACCESO .....                  | 50        |
| <b>5. ILUMINACIÓN .....</b>                | <b>53</b> |
| EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN ..... | 53        |
| ILUMINACIÓN NATURAL .....                  | 55        |
| CONTROL DE LA ILUMINACIÓN .....            | 57        |
| <b>6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....</b>       | <b>59</b> |
| ACOMETIDA ELÉCTRICA.....                   | 59        |
| DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN .....         | 60        |
| CIRCUITOS Y PROTECCIONES.....              | 60        |
| PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES .....     | 61        |
| COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA.....   | 62        |
| ATENUACIÓN DE ARMÓNICOS .....              | 63        |
| EQUIPOS DE TRANSFORMACIÓN.....             | 64        |
| SUMINISTRO COMPLEMENTARIO.....             | 66        |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| TARIFAS ELÉCTRICAS .....              | 67        |
| ENERGÍA FOTOVOLTAICA .....            | 68        |
| INSTALACIONES PRIORITARIAS .....      | 71        |
| <b>7. CLIMATIZACIÓN .....</b>         | <b>75</b> |
| SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN .....       | 75        |
| SECTORIZACIÓN.....                    | 76        |
| ANÁLISIS DE COSTES .....              | 78        |
| CONFORT TÉRMICO.....                  | 79        |
| ESPACIO OCUPADO .....                 | 79        |
| MANTENIMIENTO.....                    | 80        |
| INSTALACIONES CON GAS NATURAL .....   | 81        |
| INSTALACIONES DE BIOMASA.....         | 82        |
| INSTALACIONES DE GEOTERMIA .....      | 86        |
| RECUPERACIÓN DE CALOR .....           | 87        |
| <b>8. INSTALACIONES HÍDRICAS.....</b> | <b>89</b> |
| INSTALACIÓN HIDRÁULICA .....          | 89        |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
|            | CRITERIOS TÉCNICOS .....                       | 90         |
|            | RED DE DISTRIBUCIÓN .....                      | 93         |
|            | SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICO .....       | 94         |
|            | ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE ..... | 95         |
|            | GRIFERÍA DE BAJO CONSUMO .....                 | 96         |
| <b>9.</b>  | <b>VENTILACIÓN .....</b>                       | <b>99</b>  |
|            | VENTILACIÓN .....                              | 99         |
|            | CALIDAD DE AIRE AMBIENTAL .....                | 99         |
|            | HUMEDAD .....                                  | 100        |
|            | FILTRACIÓN .....                               | 101        |
|            | ESTRATEGIAS PASIVAS DE VENTILACIÓN .....       | 104        |
| <b>10.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                      | <b>107</b> |



# 1. Introducción

---

## Sostenibilidad en centros sanitarios

La sostenibilidad del sistema sanitario público está muy cuestionada, sobre todo desde el inicio de la actual crisis. Los datos de España, sitúan el gasto sanitario público, incluyendo gasto de cuidados de larga duración, en 63.768 millones de euros, lo que supone un 71,8% del gasto sanitario total del país, que asciende a 88.828 millones de euros. Como porcentaje del PIB, el gasto sanitario total en España es de 8,5%, de los que el gasto sanitario público [1] representa el 6,1% del PIB y supone un gasto por habitante de 1.421 €.

La sanidad pública es para muchas Comunidades Autónomas la mayor empresa tanto en número de trabajadores como en presupuesto de gasto. El sector público supone más de un 5% del PIB, emplea a más de un millón de personas y gestiona un presupuesto de casi 60.000 millones de euros, cantidad similar al total del gasto público en países como Irlanda o Portugal.

La responsabilidad de los gestores públicos debe extenderse más allá del control de resultados para asumir un papel más activo en aspectos como la gestión de la energía, las emisiones medioambientales o el aprovechamiento efectivo de los recursos, pues es necesario establecer medidas de ahorro y eficiencia energética en todos los sectores de consumo, entre ellos el sector sanitario, cuyos edificios son hiperconsumidores de energía [2]. Sólo su consumo en iluminación en a nivel nacional en este sector, es de unos 1.000 GWh/año, que representa el 0,6%

del consumo eléctrico nacional y es responsable de la emisión de 600.000 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales [3].

Cualquier medida para mejorar la eficiencia energética de un Centro de Salud, debe tener en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades locales, así como el entorno ambiental interior, la relación coste-eficacia y no deben contravenir otros requisitos esenciales aplicables a este tipo de edificios, tales como la accesibilidad, la seguridad y la fiabilidad de sus instalaciones.

El Centro de Salud es un edificio altamente transitado, pues cada usuario utiliza el Centro una media de 15 veces por año, para consultas de medicina general, enfermería o pediatría [4]. Es decir, en un Centro de Salud con una población de referencia de 15.000 habitantes, se efectuarán una media de 225.000 asistencias sanitarias anuales, por lo que es un edificio que puede servir de público referente de buena gestión energética para la sociedad.

Los Centros de Salud son espacios de uso público, de difícil control de los hábitos de los usuarios y de uso muy continuado. Estas características hacen que, en este tipo de edificios, la utilización de las tecnologías que garanticen un control de las cargas energéticas y de sus costes, sea más importante que en otros tipo de sectores.

El ahorro de energía es una prioridad, tanto por la necesidad de reducir costes de explotación como por la aportación que esta reducción de la carga energética hace a la conservación del medio ambiente. El parque de edificios destinados a uso sanitario ha ido creciendo de forma constante a lo largo de los últimos años, estando hoy en día muy consolidado y en constante proceso de renovación tecnológica [5].

El potencial de ahorro derivado del diseño y de la gestión energética de un Centro de Salud, no ha sido estudiado de forma sistemática y con suficiente amplitud, existiendo mínimos precedentes, aún cuándo las perspectivas reales de

ahorro son elevadas, habida cuenta que en España [6] funcionaban 2.956 Centros de Salud en el año 2010.

## El centro de salud

la Ley General de Sanidad (LGS) toma como marco territorial organizativo para la Atención Primaria de Salud, la Zona de Salud. Dentro de la Zona de Salud, las actividades propias de éste nivel de atención se desarrollan, de forma integral y coordinada, en los Centros de Salud [7]. El Centro de Salud puede definirse como la estructura física y funcional en la que se desarrollan las actividades propias de la Atención Primaria de Salud en los terrenos de la promoción, prevención, curación y rehabilitación de la salud a los habitantes de la Zona Básica de Salud, así como el de participación comunitaria que, a tal efecto, están dotados de los medios humanos y materiales necesarios para el cumplimiento de estas funciones (art. 63 LGS).

Se trata de una estructura sanitaria incardinada en el medio social del usuario, y por lo tanto, muy próxima al mismo, cuyas principales señas de identidad son la accesibilidad y la capacidad de resolución de los problemas de salud de la población a la que atiende desde una perspectiva de atención integral que engloba aspectos preventivos, terapéuticos y rehabilitadores.

La primera misión que debe cumplir un Centro de Salud, es facilitar el desarrollo de las funciones que tiene encomendadas que, entre otras, son la promoción y prevención de la salud, asistencial, reinserción social, educación para la salud, docencia, investigación y participación comunitaria.

El Centro de Salud asume funciones de prevención y promoción, que hacen referencia a actuaciones sanitarias programadas sobre individuos o grupos de población específicos o de riesgo, integrándolas con actuaciones de carácter puramente asistencial. El edificio, debe procurar satisfacer no solo las necesidades técnicas (eficacia, efectividad, adecuación,...) sino también otros aspectos relativos a la calidad percibida por el usuario: seguridad, fiabilidad, accesibilidad, capacidad de respuesta o empatía [8].

El Centro de Salud es un edificio de pública concurrencia, normalmente gestionado por administraciones públicas, donde un equipo de trabajo multidisciplinar trabaja en horario continuo pero no homogéneo, en unas condiciones higiénicas rigurosas (renovaciones hora, humedad, temperatura, iluminación,...), con un nivel de ocupación fragmentado, que por la peculiaridad de su uso, debe reunir unas condiciones de confortabilidad tales que consiga ser agradable y amigable tanto para los profesionales como para los usuarios del mismo.



Figura 1.1. Centro de Salud Nuevo Cáceres (Cáceres)

## Actividades del centro de salud

Las actividades que se realizan en un centro de salud, se pueden clasificar en cuatro grandes áreas: actividades clínicas, preventivas, docentes y de investigación.

Las actividades clínicas que habitualmente se realizan en el centro de salud, consisten en consultas, a demanda o programada, consultas a domicilio y prevención primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

Las actividades preventivas, que tienen por objetivo el fomento y defensa de la salud y la prevención de las enfermedades, mediante actuaciones que inciden sobre las personas como el consejo antitabaco, la obesidad, el programa de vacunación,... que han demostrado ser mucho más efectivas que la técnica basada en los cribados.

Las actividades docentes consisten en sesiones clínicas, formación continuada, educación sanitaria (divulgación) y formación de residentes en Medicina Familiar y Comunitaria.

Las actividades de investigación consisten en la realización de estudios científicos, publicaciones en revistas, libros, etc., asistencia y organización de congresos, seminarios, jornadas y actividades relacionadas con la administración y gestión.

## Tipología de centros de salud

Hay centros de salud situados en núcleos urbanos y en núcleos rurales. Los primeros se caracterizan por estar ubicados en ciudades, en las que en función de la población puede haber uno o varios, y pueden o no tener punto de atención continuada (PAC) en horario continuo, 24 horas al día, o en horario de 8:00 a 22:00 horas de lunes a viernes.

El número de unidades básicas asistenciales y de unidades de apoyo que conforman la cartera de servicios de un centro de salud es variable, dependiendo del número de usuarios a los que se asiste, de la política sanitaria vigente, de la dispersión geográfica de la zona de salud, etc.

El horario de apertura de un centro de salud, la actividad asistencial que se realiza y la superficie que está operativa a lo largo del día, son factores determinantes a la hora de dimensionar adecuadamente las instalaciones bajo un criterio de eficiencia y sostenibilidad. El partir de unos datos reales y adecuados a la

utilización de un edificio permite minimizar los costes operativos del mismo [9] y optimizar el régimen de trabajo de los elementos que componen sus instalaciones.

La gran diversidad de centros de salud, hace muy difícil caracterizar un centro de salud tipo, pues cada edificio se debe adaptar a las necesidades propias de la asistencia sanitaria que en él se preste. A lo largo del texto se expondrán las características fundamentales de los centros de salud, en función de las distintas condiciones de uso.

## 2. Dimensionado

---

### Estructura asistencial del centro de salud

Los Centros de Salud están compuestos por Unidades Básicas Asistenciales y por Unidades de Apoyo. Se entiende como Unidad Básica Asistencial, UBA, la unidad que presta atención sanitaria en un Centro de Salud, compuesta por el médico de familia o pediatra y el personal de enfermería que tiene asignado cada usuario. Esta unidad trabaja con objetivos comunes, con delimitación de responsabilidades y funciones diferenciadas, siendo unidad de referencia para el usuario.

En cada Centro de Salud, hay un número de Unidades Básicas Asistenciales en función de la población de referencia del Centro de Salud. Actualmente en Extremadura, se asignan 1.800 tarjetas sanitarias a cada UBA, correspondiendo cada tarjeta sanitaria un usuario del sistema sanitario público.

En cada consultorio local, a tiempo completo o durante un horario determinado, la UBA atiende a la población en horario diurno, excepto en algunas localidades, que por el tamaño y el número de habitantes, están dotados de un servicio de atención continuada durante las 24 horas del día.

Se consideran unidades de apoyo, aquellas unidades que de forma independiente y contando con recursos humanos y técnico-asistenciales propios, prestan una asistencia sociosanitaria a una población de referencia, en un Centro de Salud, y que entre otras, son Radiología (UBR), Fisioterapia (UBF), Salud Mental

(USM), el Centro de Orientación y Planificación Familiar (COPF) y el Centro de Atención a la Drogodependencia (CEDEX),... aunque no todas estas unidades, forman parte de la cartera de servicios del Centro de Salud.

Se consideran unidades complementarias, aquéllas propias de la cartera de servicio de los Centros de Salud que habitualmente están incorporadas en cada uno de ellos, independientemente del número de usuarios o de la superficie del mismo; por ejemplo Salud Pública (Vigilancia Epidemiológica, Seguridad Alimentaria, Salud Medioambiental y Salud Comunitaria), Farmacia, Trabajador Social,...

Otra consideración tiene aquellos espacios relacionados con la docencia, que permiten la formación de postgrado de médicos residentes en medicina familiar y comunitaria en las dependencias del propio centro de salud.

## **Cartera de servicios de un centro de salud**

La Cartera de Servicios, es el conjunto de prestaciones que desde el Centro de Salud se ofertan a la sociedad, en el ámbito de la Atención Primaria de la Salud. Está integrada por dos grupos, el primero dedicado fundamentalmente a la atención del individuo y a la familia, y el segundo dedicado a la atención de la Salud Pública.

En lo que respecta a la atención del individuo y a la familia, el contenido de la Cartera de Servicios, se compone de:

1. Atención a la Salud Infantil y del Adolescente
2. Atención al Joven
3. Atención a la Mujer
4. Atención al Adulto, Ancianos, Grupos de Riesgos y Enfermos Crónicos
5. Atención al Paciente en Cuidados Paliativos
6. Atención a la Salud Mental

7. Actividades en materia de Prevención, Promoción de la Salud, Atención Familiar y Atención Comunitaria
8. Rehabilitación Básica
9. Procedimientos Terapéuticos

En lo referente a la Atención a la Salud Pública, el contenido de la cartera de servicios es el siguiente:

10. Vigilancia Epidemiológica
11. Seguridad Alimentaria
12. Salud Medioambiental
13. Salud Comunitaria

Las unidades funcionales de apoyo, necesarias para desarrollar la mencionada Cartera de Servicio, son:

- Unidad de Radiología Básica (UBR)
- Unidad Básica de Fisioterapia (UBF)
- Psicoprofilaxis Obstétrica (PPO)
- Centro de Orientación y Planificación Familiar (COPF)
- Salud Bucodental (USB)
- Centro de Atención a la Drogodependencia (CEDEX)
- Salud Mental (USM)
- Punto de Atención Continuada (PAC)

No todos los Centros de Salud disponen de todas éstas unidades de apoyo. En Zonas de Salud pequeñas o con bajo número de usuarios, los servicios sanitarios prestados en las unidades de apoyo se realizan en otros Centros de Salud próximos, pertenecientes a otra Zonas o en el hospital de referencia.

## Plan funcional

El objetivo de un Plan Funcional es establecer las bases e identificar los determinantes que configuran y concretan las necesidades y demandas previsibles de los ciudadanos, garantizando unos niveles adecuados de servicios y de calidad. El Plan Funcional permite establecer la cartera de servicios y el dimensionamiento de las estructuras precisas para llevar adelante la actividad sanitaria previamente planificada.

En la realización de un Plan Funcional existen una serie definida de elementos, cuyo análisis es imprescindible para la determinación de la estructura final propuesta. De esta manera el análisis del entorno externo e interno, los objetivos y líneas de actuación previstas en el Plan de Salud, la definición del tamaño de la población y la accesibilidad geográfica al recurso propuesto, la identificación de la oferta y demanda asistencial previa así como la demanda insatisfecha, los escenarios previsibles a corto, medio y largo plazo, la coordinación con otros recursos ya existentes, etc., constituyen la base un plan funcional.

El proceso de construcción se inicia con el Plan Funcional del Centro de Salud, verdadero embrión del proyecto de edificación, que define los espacios, áreas y dependencias, la Cartera de Servicios y la previsión de plantilla. En la implantación en la parcela, debe definirse el “Plan de Crecimiento del Edificio”, evitando así futuros crecimientos “tumorales”, tradicionalmente avalados por la necesidad de flexibilidad propia de éstos espacios y su encorsetamiento de partida.

En la distribución de los espacios hay que primar la horizontalidad sobre la verticalidad, pero sin perder las ventajas de ésta. Se conciben accesos independientes en Urgencias, el Centro de Drogodependencias (CEDEX) y la zona de servicio si lo justifica el número de usuarios del edificio. Todas las dependencias deben tener ventilación e iluminación natural, colores y texturas agradables, que bajo el criterio de arquitectura humanizada y sensible al usuario, impacte positivamente en el estado anímico de todos.

La polivalencia de los espacios es un factor determinante para el diseño de un centro de salud eficiente. Hay que analizar minuciosamente la cartera de servicios, para detectar qué espacios pueden compartirse. Las consultas de urgencias y la sala de curas pueden utilizarse durante el horario diurno, mientras que la sala de extracciones puede utilizarse como sala de electrocardiografía (EKG), o de enfermería.

Los aseos de público y las esperas se sitúan estratégicamente para que permitan un uso compartido con el Punto de Atención Continuada (urgencias). La Unidad de Psicoprofilaxis Obstétrica (PPO) y la Cinesiterapia (UBF) pueden compartir espacios comunes, en función de la demanda asistencial del Centro de Salud.

## Accesibilidad del centro de salud

Entre los principales requisitos de diseño que los usuarios de un centro de salud más valoran, está la accesibilidad, tanto al interior y a los diferentes despachos del centro sin barreras arquitectónicas [10], como al tráfico rodado, es especial, de ambulancias.

En el diseño de un edificio sanitario, hay que tener en cuenta que cualquier persona, con independencia de su edad o grado de capacidad, pueda acceder y realizar las acciones de deambulación (acción de desplazarse de un sitio a otro), aprehensión (acción de coger o asir alguna cosa), localización (acción de averiguar el lugar preciso en el que está algo o alguien) y comunicación (acción de intercambio de la información necesaria para el desarrollo de una actividad). Todas estas acciones están directamente relacionadas con las actividades desarrolladas en un centro de salud.



Figura 2.1. Fotografía aérea del Centro de Salud San Roque (Badajoz)

Las **personas alérgicas** reaccionan con síntomas de enfermedad al tener contacto con diferentes materias. Pueden padecer de rinitis, dermatitis de contacto asma, dolor de cabeza, etc. La alergia se desarrolla a menudo a través de contactos con ciertos materiales [11]. Para que el medio físico sea accesible para una persona que padece alergia, éste debe tener algunas condiciones:

- Buena ventilación.
- Evitar humedad excesiva (moho)
- Espacios fáciles de limpiar (asepsia)
- Materiales: de fácil limpieza, lisos, sin ángulos y rincones.

Además, se debe evitar contacto con materias, materiales y plantas provocadoras de alergia, como formaldehídos (presentes en algunas maderas aglomeradas), isocianato (aislantes, pegamentos y pinturas), níquel, polvo, moho, humo del tabaco, polución ambiental, perfumes, epitelio de animales, polen, abedules, plátanos orientales y otros no coníferos y arbustos con perfumes fuertes (jazmín, jacintos, lilas, crisantemos, etc.)

Las personas con **discapacidad cognitiva** tienen una menor posibilidad de entender la información abstracta, como por ejemplo información escrita, números y letras. Algunos tienen incluso dificultad para apreciar la distancia y dirección, lo que les impide tener una percepción clara del espacio.

Para que el medio físico sea accesible para un discapacitado intelectual, hay que diseñar pequeñas unidades con diseños lógicos. Esto significa ángulos rectos, que los espacios faciliten una visión general, que todas las funciones estén donde se espera y que no haya necesidad de cambiar de dirección muchas veces para acceder a funciones más importantes.

Un medio variado con puntos de orientación fáciles de reconocer y recordar, puntos que se diferencien del resto del medio a través del color o la forma, de modo que la persona no requiera entender cifras y textos para saber donde está, señalización clara con símbolos, dibujos o colores y no depender exclusivamente de letras y números, palancas, botones y tableros que tengan un diseño simple, lógico y consecuente, posibilidad de acceder a servicio personalizado de orientación y sistemas de flujos con los menores cambios posibles.

Las personas con **disminución auditiva** tienen dificultad para entender y separar los diferentes ruidos en locales de mala acústica o bulliciosos. Las personas que utilizan audífonos son especialmente sensibles a los ruidos de fondo, como ruidos producidos por los equipos de ventilación o ruido de sillas que se arrastran en el piso. Tienen dificultades para entender las charlas con micrófono o a través de un aparato telefónico o para sostener una conversación o recibir una instrucción verbal en sitios ruidosos. Requerimientos:

- Buena acústica. En un recinto debe haber una resonancia muy breve para poder escuchar al que habla y paredes acústicas para absorber y dirigir el sonido, sobre todo en salas de espera.
- Buen aislamiento acústico en paredes, suelo, cielo, ventanas y puertas para atenuar el ruido exterior.

- Bajo nivel de emisión sonora en los sistemas de ventilación y aire acondicionado. No es recomendable la instalación de televisores en lugares en donde se entregue información oral a las personas, situación que es habitual en lugares próximos a salas de espera.
- Buen sonido en los sistemas de información (monitores o pantallas con textos, etc.).
- Teléfonos con dispositivo para aumento del volumen.
- Sistemas de alarma óptico-sonoros (alarma de incendios, etc.).

Las personas **discapacitadas visuales** pueden ser dos tipos: personas con limitaciones visuales o personas ciegas.

Las primeras, tienen dificultades para desarrollar sus actividades normalmente, por tres grandes causas: a) Disminución de la agudeza visual, que hace que este grupo de personas puede desplazarse y desenvolverse si las ayudas externas son efectivas. b) Disminución del campo visual que hace que este grupo de personas tenga dificultades para ubicarse en el entorno de la visión normal y c) La combinación de ambas situaciones.

Muchas de estas personas son muy sensibles al deslumbramiento, que puede producirse por diversos efectos, como la luz artificial excesiva, la luminancia excesiva de algunos materiales sobre los cuales incide iluminación artificial o insolación directa, la reflexión de la luz solar,...

Las personas ciegas se orientan con la ayuda del oído, el tacto y el olfato, combinado con un pensamiento lógico. La variedad en las estructuras y dureza del suelo se siente en los pies y se escucha con el bastón a través de la marcha por diferentes materiales. Una persona entrenada puede descubrir obstáculos y espacios que se abren (pasillos lateral es por ejemplo) con la ayuda del eco de sus propios pasos. Pero para eso el lugar no debe ser muy bullicioso ni muy absorbente acústicamente hablando.

Los ciegos usan a menudo un bastón que les sirve de ayuda para sentir los desniveles y barreras hasta la altura de la cintura, detectando con él texturas y formas del espacio, también para escuchar y sentir las diferencias entre los materiales y obtener información del medio, incluso, pueden hacerlo a través de las variaciones diferenciales de la presión del aire.

Las personas con discapacidad visual, al desplazarse se encuentran, esencialmente, con dos tipos de dificultades: dificultades en la orientación que le impiden determinar en forma correcta su posición dentro de un espacio físico construido y dificultades en la movilidad por la presencia de obstáculos. Además, tienen dificultades para detectar obstáculos ubicados a la altura de su torso hacia arriba, para detectar barreras y tabiques de vidrio transparente, para detectar muros sin diferenciación de contraste entre piso y muros o elementos verticales, para interpretar correctamente advertencias de peligro fundadas exclusivamente en el color, en caso del grupo de personas con **daltonismo**, y saber en qué lugar se está y en qué dirección orientarse.

Para facilitar la lectura de carteles y señalética en personas disminuidas visualmente, deben estar situados de modo que puedan acercarse y que no supongan un obstáculo para las personas ciegas, deben ser iluminados, de forma que no produzcan reflejos, los caracteres de los rótulos nítidos, con una coloración viva y contrastada con el fondo y las letras grandes y con una separación proporcionada entre ellas.

Los caminos y senderos deben estar identificados a través de bordes, contrastes de color y texturas. Todos los pavimentos deben ser antideslizantes y sin resaltes que pudiesen producir tropiezos, pueden utilizarse diferentes texturas siempre que pueda distinguirse la diferencia entre ellos. No deben ser reflectantes ni tener brillos que molesten, su color debe contrastar con el de los muros. Los sonidos que producen los recubrimientos de los pavimentos y muros al andar, mientras se golpean con el bastón de movilidad, facilitan la localización e identificación de obstáculos.

Las vitrinas, tabiques, separaciones y puertas vidriadas, deben señalizarse con franjas de colores contrastantes, para advertir su presencia a nivel de zócalo y entre 90 y 120 cm de altura.

El uso del sistema de *escritura Braille* puede favorecer la entrega de información al grupo de personas discapacitadas visuales, a través de placas con mensajes colocadas en los objetos con los cuales sea previsible que ellos se pongan en contacto, como por ejemplo: un pasamanos de un pasillo o una escalera que conducen a un lugar determinado, la botonera de un ascensor, el apoya-brazos de un asiento, una barra de apoyo, un mostrador de información, etc.

Respecto a los discapacitados físicos **con dificultad motora**, la adaptación de los espacios se realiza en cumplimiento de la actual normativa de accesibilidad, por lo que se remite al lector a lo estipulado en el REAL DECRETO 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones y el resto de disposiciones técnico-legales que al respecto están vigentes.

Existen además otros grupos de discapacitados, tales como **hemofílicos y epilépticos**, que necesitan que no existan bordes ni suelos muy duros donde se puedan herir. Los **sordo-ciegos**, cuyas exigencias al medio coinciden con la de ambos grupos homólogos. Las personas de **estatura reducida**, que tienen problemas con las puertas, gradas y escaleras, y acceso al uso de mobiliario. Las personas **ostomizadas**, que requieren baños que les permitan efectuar el procedimiento de limpieza de sus elementos de recolección y hacerlo con el espacio y la privacidad apropiada. Los **adultos mayores** además pueden ver sus capacidades físicas disminuidas a causa de la edad.

## Optimización del dimensionado

Una de las premisas de diseño relacionada con la ecoeficiencia de un centro de salud, es construir la superficie realmente necesaria para el uso asistencial al que se

destina el edificio. Se establece pues una relación óptima entre la superficie por usuario y el número de usuarios [12], que debe tenerse en cuenta a la hora de proceder al diseño o a la realización del programa funcional de un centro de salud. Esta relación se ha representado en la figura 2.2.

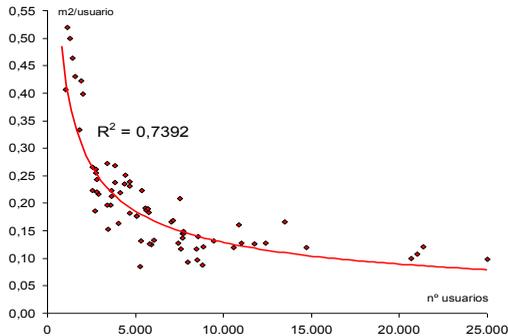


Figura 2.2. Relación entre la superficie por usuario y el número de usuarios

Se observa que a menor número de usuarios, es necesario disponer de más espacio por cada uno de ellos. Esto es debido a que hay ciertas unidades asistenciales que tienen una superficie mínima independiente del número de usuarios, siendo los centros de salud con menor número de usuarios los que necesitan una mayor superficie construida por usuario.

Es decir, un centro de salud de menos de 5.000 usuarios necesita mayor espacio por usuario que otro centro con mayor número de usuarios, por lo que desde el punto de vista de la eficiencia, el primero es menos “ecoficiente”.



## 3. Demanda energética

---

### Estimación de la demanda

La potencia instalada es la suma de las potencias nominales de todos los dispositivos eléctricos de la instalación. Esta no es en la práctica la potencia absorbida realmente, como por ejemplo sucede en el caso de los motores eléctricos, en los que la potencia nominal se refiere a la potencia de salida en el eje principal.

Las lámparas fluorescentes y de descarga asociadas a resistencias de estabilización son otros casos en los que la potencia nominal indicada en la lámpara es inferior a la potencia consumida por la lámpara y su resistencia.

Normalmente se asume que la potencia aparente instalada es la suma aritmética de la potencia aparente de las cargas individuales. Se tiene que tener en cuenta que, hablando de un modo estricto, los kVA totales de potencia aparente no son la suma aritmética de los kVA calculados de las cargas individuales (a no ser que todas las cargas tengan el mismo factor de potencia). Sin embargo, es normal realizar una suma aritmética simple, cuyo resultado dará un valor de kVA que supera el valor real.

Todas las cargas individuales no operan necesariamente a su potencia nominal máxima, ni funcionan necesariamente al mismo tiempo. Los factores  $k_u$  y  $k_s$  permiten la determinación de las demandas de potencia máxima y de potencia aparente realmente necesarias para dimensionar la instalación.

En condiciones normales de funcionamiento, el consumo de potencia de una carga es a veces inferior que la indicada como potencia nominal, una circunstancia bastante común que justifica la aplicación de un *factor de utilización* ( $k_u$ ) en la estimación de los valores reales. Este factor se le debe aplicar a cada carga individual, con especial atención a los motores eléctricos, que pocas veces funcionan a carga completa.

En un motor, este factor se puede estimar en una media de 0,80 y para cargas de luz incandescente, el factor siempre es igual a 1. Para circuitos con tomas de corriente, los factores dependen totalmente del tipo de aplicaciones a las que ofrecen suministro las tomas implicadas.

El funcionamiento simultáneo de todas las cargas instaladas de una instalación determinada nunca se produce en la práctica. Es decir, siempre hay cierto grado de variabilidad y este hecho se tiene en cuenta a nivel de estimación mediante el uso del *factor de simultaneidad* ( $k_s$ ).

El factor de simultaneidad se aplica a cada grupo de cargas. El diseñador es el responsable de la determinación de estos factores, ya que precisa un conocimiento detallado de la instalación y de las condiciones en las que se van a explotar los circuitos individuales. En la tabla 3.1 se muestran algunos valores típicos para éste y se pueden aplicar a todos los consumidores con suministro de 230/400 V.

| usuarios      | $K_s$ |
|---------------|-------|
| 0-2.500       | 0,90  |
| 2.501-5.000   | 0,85  |
| 5.001-10.000  | 0,80  |
| 10.001-15.000 | 0,75  |
| 15.001-20.000 | 0,70  |
| >20.000       | 0,65  |

Tabla 3.1 Valores típicos del factor de simultaneidad en centros de salud

## Demanda energética horaria estacional

La demanda horaria media de un centro de salud se ha representado en la figura 3.1. Para calcular el consumo energético final, se ha transformado el consumo energético correspondiente de energía térmica, a energía eléctrica; para ello, se estableció una correspondencia en función del Coeficiente de Operación (COP) de la Bomba de Calor, que se supuso un valor de 2,6. De ésta forma, se calcula el consumo energético final, en kWh eléctricos, referido en todos los casos a un periodo de tiempo de un año [13].

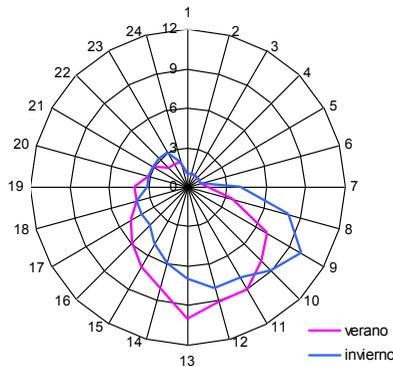


Figura 3.1. Demanda energética horaria estacional de un centro de salud

Se observa que la demanda energética por horas de un centro de salud es distinta según se trate de verano o de invierno. En invierno, la demanda es superior a primeras horas de la mañana, mientras que en verano, la mayor demanda de energía coincide con las horas de mayor radiación solar.

## Influencia de parámetros climáticos

La situación geográfica y las condiciones climáticas afectan a la demanda energética de un centro de salud. En el caso de Extremadura, se consideran los tres sectores climáticos diferenciados que se muestran en la figura 3.2.

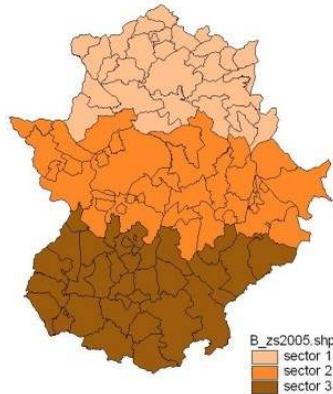


Figura 3.2. Distribución de sectores climáticos en Extremadura

El sector climático nº 1, también denominado sector norte, corresponde a las Zonas de Salud del norte de la provincia de Cáceres, limítrofes con la provincia de Salamanca y Ávila y Este de Portugal.

El sector climático nº 2, denominado sector centro, incluye a las Zonas de Salud del Sur de la provincia de Cáceres, el Norte de la de Badajoz y Este de Portugal.

El sector climático nº 3, denominado sector sur, corresponde a las Zonas de Salud del Sur de la provincia de Badajoz, limítrofes con las provincias de Huelva, Sevilla, Córdoba y Este de Portugal.

Se ha estudiado el consumo medio mensual de energía final, en condiciones normales de ocupación y funcionamiento, calculando la curva de consumo medio

por sector climático que se muestra la figura 3.3. Se puede observar como los edificios situados en el sector 1 tienen una demanda energética superior en invierno que en verano, mientras que en los situados en el sector 3 sucede justo lo contrario.

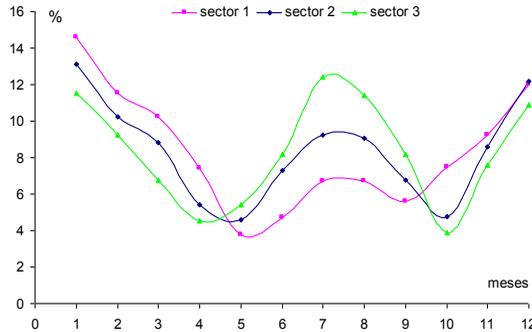


Figura 3.3. Curva anual de demanda energética media por sector climático

## Potencia instalada

La potencia eléctrica de los Centros de Salud está directamente relacionada con la superficie del mismo, el grado de electrificación y el sistema de climatización instalado. En la Tabla 3.1 se ha representado los ratios habituales de potencias en un centro de salud, con instalación de climatización de tipo bomba de calor convencional de condensación por aire.

| Superficie                 | Instalada | Maxímetro | Contratada |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|
| < 1.000 m <sup>2</sup>     | 50-70 kW  | 25-45 kW  | 30-50 kW   |
| 1.000-2.000 m <sup>2</sup> | 70-90 kW  | 45-65 kW  | 50-70 kW   |
| 2.000-3.000 m <sup>2</sup> | 90-130 kW | 65-85 kW  | 70-90 kW   |
| > 3.000 m <sup>2</sup>     | > 130 kW  | 85-105 kW | 90-110 kW  |

Tabla 3.1. Potencia eléctrica media de un Centro de Salud

## Consumo de fondo

El consumo de fondo, definido como aquel que se presenta cuando no hay uso alguno en el centro de salud y supuestamente el edificio se encuentra en situación de apagado, está directamente relacionado hoy en día con el stand-by de los aparatos electrónicos y electromédicos, sobre todo material de ofimática. Supone entre el 0,6 y 1,1% del consumo anual de energía eléctrica de un centro de salud de tamaño medio.

## Ratios de demanda energética

En la Tabla 3.2 se ha representado los ratios habituales de la demanda energética media, en función de la zona climática de un centro de salud situado en Extremadura.

| Zona climática | Demanda calefacción<br>(kWh año/m <sup>2</sup> ) | Demanda refrigeración<br>(kWhaño/m <sup>2</sup> ) | Demanda bruta ACS<br>(kWhaño/m <sup>2</sup> ) |
|----------------|--|---|---|
| Norte          | 62   | 26  | 12  |
| Centro         | 55   | 35  | 10  |
| Sur            | 48   | 42  | 10  |

Tabla 3.2. Ratios de demanda energética media de un Centro de Salud

# 4. Criterios constructivos

---

Los criterios constructivos que se deben tener en cuenta a la hora del diseño de un centro de salud, deben partir de la base de que los recursos existentes para el mantenimiento y la conservación del edificio son reducidos, el criterio de elección de materiales, soluciones técnicas y definición de las instalaciones debe estar basado en los principios de racionalidad, reciclabilidad, buena mantenibilidad y alta fiabilidad, con un coste energético y medioambiental de producción bajo, teniendo en cuenta que la mano de obra necesaria para su montaje y reparación no sea excesivamente especializada [14].

A continuación se exponen clasificados por instalaciones, distintas medidas y criterios constructivos que mejoran la eficiencia de un centro de salud, disminuyendo sus emisiones al medioambiente.

### **Instalación de saneamiento**

La principal medida de eficiencia y de ahorro energético relacionada con la instalación de saneamiento, es evitar la instalación de sistemas de bombeo para evacuación de aguas, pluviales o fecales. El bombeo de aguas fecales y/o pluviales puede suponer un consumo energético del orden del 0,5% del consumo total del edificio y representa una de las instalaciones que más averías producen durante la vida útil del edificio, y por tanto, una de las instalaciones que más recursos consumen de mantenimiento, sobre todo las dedicadas a la evacuación de aguas fecales.

Otra de las medidas encaminadas a la eficiencia medioambiental, es utilizar sistemas separativos de aguas, que permiten la reutilización de aguas pluviales para el riego. Las aguas pluviales, libres de contaminantes disueltos que se recogen en superficies pavimentadas, ya sea tejados, patios interiores o terrazas, están limpias. Con una adecuada filtración para separar los sólidos más gruesos, el agua pluvial se puede reutilizar para baldeos y riego de zonas ajardinadas.

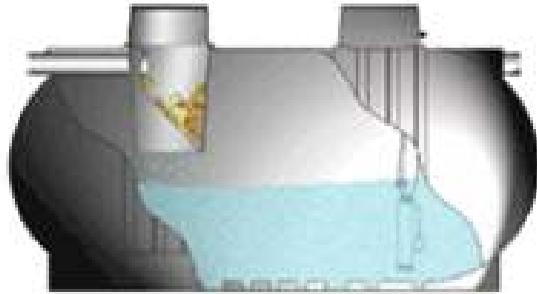


Fig. 4.1. Depósito de recogida de aguas pluviales

Fuente: Aguas del Mare Nostrum S.L.

En zonas de recogida de agua susceptibles de contener hidrocarburos, por ejemplo aparcamientos o viales con tráfico, será necesario la instalación previa de un sistema separador de hidrocarburos. Si el agua se queda estancada más de 3 meses, se recomienda la adición de hipoclorito sódico o algún biocida dentro del depósito, para desinfectar y evitar proliferación de microorganismos en su interior.

## Instalación de riego

Los centros de salud habitualmente disponen de espacios ajardinados, bien en la parcela donde se ubican, bien en patios interiores. Cualquier espacio ajardinado o arbolado, necesita una instalación de riego, normalmente automatizada, con tecnología basada en el goteo. El elevado consumo de agua y de energía para el bombeo, sobre todo en la zona sur de España, hacen de la instalación de riego un importante elemento consumidor de energía.

Los sistemas de bombeo solar se diseñan para suministrar agua para riego de jardines, extrayendo el agua de un pozo de sondeo, que tiene la ventaja de no tener que utilizar agua de la red de suministro, evitando su transporte y tratamiento, y a la vez, disminuyendo los costes operativos del edificio. Además, en estos equipos al utilizar energía solar como fuente de alimentación, coinciden los períodos de más calor e insolación (más necesidad de agua) con los períodos de más rendimiento del sistema.

Hay dos sistemas de bombeo solar: el bombeo solar directo, en el que el agua se extrae del pozo durante el tiempo de radiación solar únicamente, almacenándose en un depósito y evitando los costes asociados a las baterías. Si las necesidades de extracción de agua son muy precisas o se necesita asegurar el suministro, puede instalarse baterías para los periodos de baja irradiación solar, mediante bombeo con baterías.

## Cubiertas

Aunque las cubiertas resueltas mediante soluciones tradicionales son buenas debido a su facilidad de mantenimiento y conservación, las cubiertas planas se hacen imprescindibles a efectos de su aprovechamiento para la ubicación de instalaciones, sobre todo de climatización y para su uso como elemento de sustentación de las instalaciones de energía renovables.

La cubierta de un edificio es de los elementos más importante y debe ser objeto de especial cuidado en el diseño arquitectónico, pues es uno de los elementos que más influyen en su eficiencia energética.



Figura 4.2. Vista aérea del Centro de Salud de Ciudad Jardín (Badajoz)

La cubierta invertida, en la que el aislante térmico protege a la lámina impermeabilizante, permite la colocación y el mantenimiento de instalaciones cuando son del tipo transitable. Las soluciones habituales se construyen con losas filtrantes autoprotegidas (placas de poliestireno con una protección adosada de hormigón) o mediante pavimentos *flotantes*, que consisten en losas pétreas o hidráulicas elevadas sobre soportes.

Las cubiertas ajardinadas, son cubiertas invertidas, en las que sobre el aislante se dispone una capa de tierra vegetal, sobre la que crece vegetación, pues la tierra vegetal en sí, constituye un buen aislante térmico, aunque debe cuidarse la agresión que puedan realizar las raíces de las plantas sobre el aislante.

Las cubiertas ventiladas presentan un comportamiento termohigrotérmico mucho más adecuado para las condiciones climáticas. Además de eliminar el riesgo de condensaciones en invierno, presentan un comportamiento térmico en verano superior a las cubiertas no ventiladas.



Figura 4.3. Vista aérea del Centro de Salud de Jerez de los Caballeros (Badajoz)

## Fachadas

La fachada debe ser objeto de especial cuidado en el diseño arquitectónico, pues al ser la única parte del edificio percibida desde el exterior, muchas veces es prácticamente el único recurso disponible para expresar o caracterizar la construcción. Sin embargo, es uno de los elementos que más influyen en la eficiencia energética de un centro de salud, junto a las cubiertas.

Los centros de salud funcionan 24 horas durante 365 días al año. Disponer de cerramientos con elevada masa y con un buen aislamiento, aumenta la inercia térmica del edificio. Esto reduce las puntas de la instalación de climatización, al hacer que no coincida la punta de temperatura exterior y de radiación solar con las pérdidas por transmisión a través de los cerramientos.

Las fachadas pesadas, abarcan todas las fachadas tradicionales, ya sean de ladrillo visto, enfoscados, aplacados, de piedra, de madera u otras, además de las trasventiladas y las prefabricadas.

Las fachadas prefabricadas están compuestas por módulos de pared realizados en taller, ensamblándose unos a otros en obra. Dependiendo del nivel de prefabricación pueden incluso montarse paredes de fachada con las ventanas o la puerta ya instaladas. El material más utilizado en prefabricación es el hormigón, aunque también está extendido el uso de madera, y otros materiales. Los sistemas de unión entre los distintos módulos ya vienen incorporadas en las propias piezas, de modo que suelen ser construcciones de *junta seca*. Las ventajas de este método residen en un mayor control de calidad, al fabricarse las piezas en taller, y en un proceso de montaje muy rápido que no demanda mucha mano de obra.

Las fachadas ligeras funcionan como una piel colgada del edificio. Como su propio nombre indica, son ligeras, y no contribuyen a la estabilidad de la estructura. Debido a su poca masa, son malos aislantes del ruido, por lo que no son aplicables para edificios que requieran ambientes silenciosos y tampoco suelen funcionar bien como aislantes térmicos, exigiendo generalmente un gasto extra en calefacción o aire acondicionado. Sin embargo, su reducido peso, su gran capacidad para permitir la entrada de luz, y su rapidez de montaje las hacen idóneas para rascacielos. En función de si es continua o se interrumpe en cada forjado, las fachadas ligeras se clasifican en *muros cortina* o *fachada panel*, respectivamente.

La fachada trasventilada [15] es un sistema constructivo de cerramiento exterior constituido por una hoja interior, una capa aislante, y una hoja exterior no estanca. Este tipo de fachada por lo general permite acabados duraderos y de gran calidad y ofrece buenas prestaciones térmicas. La existencia de juntas entre las piezas de fachada evita los problemas típicos de la dilatación. La hoja exterior también amortigua los cambios de temperatura tanto en el aislante térmico como en el impermeabilizante, prolongando su vida útil y ayudando a reducir las pérdidas térmicas del edificio: en los meses de verano la parte exterior se calienta creando un efecto convectivo que hace circular el aire en el interior de la cámara, desalojando el aire caliente y renovándolo con aire más frío. En los meses de invierno el aire en la cámara se calienta, pero no lo suficiente como para crear el mismo efecto y conservando así el calor.

Otra opción eficiente es utilizar envolventes vegetales, especialmente en edificios diseñados bajo criterios de sostenibilidad, que permite mejorar el microclima exterior, proporcionando temperaturas más bajas durante el verano y regulando la humedad.

La utilización de fachadas fotovoltaicas, permite la integración arquitectónica de los paneles fotovoltaicos. Hay un amplio margen de inclinaciones y orientaciones en las que las pérdidas respecto a la posición óptima son bajas [16].

Si el módulo fotovoltaico forma parte del cerramiento del edificio, debe tener un bajo coeficiente de transmisión térmica. En estos casos, puede recurrirse a la configuración de estructuras de doble aislamiento con cámara de aire, con un espesor optimizado para minimizar la transmisión térmica, que puede llegar hasta  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . También puede utilizarse en la cara posterior de la estructura un vidrio coloreado o con una textura determinada, para reducir o matizar la transmitancia de luz a través de los huecos entre células.



Figura 4.4. Epidermis fotovoltaica

## Estrategias bioclimáticas

La luz siempre ha estado vinculada al bienestar y la salud. Los ambientes luminosos siempre se han considerado más sanos y confortables que los oscuros.

En la actualidad está perfectamente comprobado que hay una autentica relación entre la iluminación y la salud [17]. Estos aspectos y otros vinculados al color de la luz y la apreciación de las formas nos llevan a desear los ambientes iluminados de forma natural.

Además, la radiación solar incidente tiene una fracción infrarroja que es capaz de aportar energía calorífica. Por ello podemos disponer una serie de estrategias que permitan capturarla, almacenarla y utilizarla, acondicionando de este modo nuestro ambiente interior. Para ello, tan sólo hay que exponer el habitáculo a ésta radiación, orientándolo adecuadamente y permitiendo su constante soleamiento, y conocer la posición del sol a lo largo del año, parámetro variable que depende de la latitud y del día que tomemos en consideración, utilizando para ello un diagrama de trayectoria solar, como el mostrado en la figura 4.5.

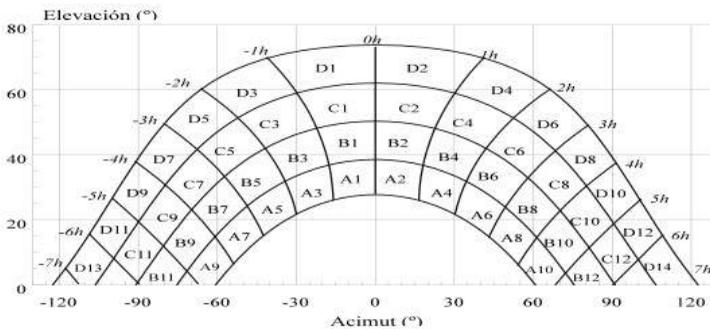


Figura 4.5. Diagrama de trayectoria solar. Fuente: CTE

Durante el verano aumenta el ángulo de incidencia en función de la trayectoria más elevada, con lo que dificultará el paso del sol al interior y contribuirá a evitar el sobrecalentamiento de los espacios servidos. Si además se colocan elementos de protección solar, tales como parasoles, pérgolas, marquesinas, etc., se contribuye a potenciar el efecto de refrigeración. La fachada que mayor radiación solar recibe durante el invierno es la de orientación sur, siendo al mismo tiempo la que menos recibe durante el período estival.

Una vez que tenemos aportes solares, hay que almacenar esa energía y utilizarla. Para ello, hay que analizar en que zonas del espacio interior (suelos, techos o paredes) el sol impacta, y dispondremos en ellas material capaz de acumular esa energía.

Esta secuencia de aporte, acumulación y restitución será diferente en tiempo y en cantidad, y tendrá respuestas más o menos adecuadas a las necesidades de confort. Si se potencia la utilización de materiales pesados (piedras naturales, piedras artificiales, cerámicos,...) habrá abundante masa, con buena capacidad de acumulación térmica y restitución retardada en el tiempo.

La secuencia de funcionamiento en este caso sería: durante el día el sol impactaría en la superficie del paramento calentando paulatinamente la masa térmica expuesta y almacenándose en ella. Cuando el sol deje de actuar, la temperatura del ambiente bajará y el muro, que tiene una temperatura superior, empezará a emitir al ambiente hasta que descargue el almacén térmico. La restitución de esa energía almacenada, calefactando el ambiente interior y reduciendo, cuando no excluyendo, los aportes energéticos derivados de la utilización de energías convencionales.

El otro factor a tener en cuenta es el de la textura de los muros. Si ésta tiene un carácter especular, con un acabado pulido por ejemplo, la componente reflexiva aumenta y por tanto disminuir el porcentaje de radiación absorbida. También resulta trascendente el ángulo de incidencia de la radiación solar y el color del paramento.

Dos factores influyen en esta fase de modo determinante: la cantidad de energía que va a ser transferida al ambiente (hasta que se alcance el equilibrio térmico), y el tiempo que va a tardar en comenzar a efectuarse la transferencia calorífica, o dicho de otro modo: el desfase que va a existir entre el comienzo de la captación y el comienzo de la restitución.

Es una buena solución para situaciones climáticas donde se producen grandes variaciones entre las temperaturas diurnas y las nocturnas, incluso entre las de verano y las de invierno, ya que la inercia térmica corrige y suaviza estos extremos y es recomendable para aquellos usos de carácter permanente y continuado –es el caso del centro de salud–, donde las condiciones de confort deben permanecer estables durante todos los días del año.

## Estrategias pasivas de calefacción

Existen tres estrategias pasivas para la captación y almacenamiento de calor con técnicas naturales: la captación directa, la indirecta y la semidirecta.

La captación directa a través de huecos vidriados, consiste en el aprovechamiento del efecto invernadero para el calentamiento directo del aire interior de las estancias y sus correspondientes elementos constructivos. La energía solar directa (de onda corta) atraviesa el vidrio y calienta el aire interior de la estancia; a su vez el aire caliente emite onda larga (a la cual el vidrio es opaco), calentando muros, forjados y elementos constructivos interiores, en función de sus características físicas.

La captación indirecta se realiza sobre elementos ciegos de la edificación que acumulan y ceden calor en función de su inercia térmica.

La captación semidirecta o de invernadero. Se utilizan los dos anteriores sistemas de captación, mediante un elemento de vidrio o invernadero, previo a la edificación propiamente dicha. Se produce captación directa en el invernadero e indirecta en los muros ciegos colocados tras el mismo. En este sistema de captación se produce un espacio tampón, intermedio entre el medio externo y el interno calentándose el cerramiento del edificio por radiación directa y por convección.

Hay sistemas de calefacción y refrigeración que utilizan conductos enterrados que aprovechan la propiedad del suelo a poca profundidad, que mantiene la temperatura prácticamente constante [18]. El sistema consiste en hacer pasar aire

exterior por un circuito de conductos enterrados para elevar o bajar su temperatura e introducirlo en la edificación elevando o disminuyendo la temperatura del aire interior según la época del año. En la figura 4.6 se ha representado el esquema de funcionamiento de un intercambiador tierra-aire.

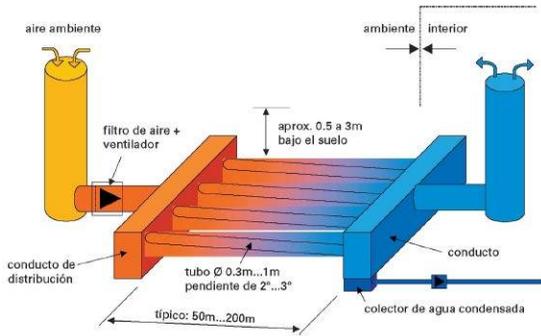


Figura 4.6. Intercambiador tierra-aire

La inercia térmica la hemos mostrado como un receptor de energía calorífica, por lo que en condiciones de verano asume las mismas funciones, toma el calor del ambiente cálido y por tanto contribuye a bajar la temperatura interior. Resulta vital que el sol no penetre de ninguna manera en la estancia y que el paramento encargado de acoger el calor se encuentre en disposición de no hacerlo, esto es, sombreado y frío. Pensando en el muro como almacén energético, resultaría beneficioso su descarga durante la noche, abriendo ventanas que permitan la circulación del aire, disipando el calor almacenado y preparándolo para el día siguiente.

## Aislamiento térmico

La radiación ocupa hasta el 75% del total de la transferencia de calor de un edificio, mientras que la conducción y convección, ocupan el 25% restante.

Diferentes tipos de aislamiento, protegen de forma diferente contra diferentes tipos de transferencia de calor.

La eficacia del sistema está determinado por la emitancia de los materiales y el tamaño de las cámaras de aire, pues cuánto menor sea ésta, menor transferencia habrá de calor por convección.

Para aminorar el flujo de calor por convección, se puede colocar un aislamiento reflectivo entre los huecos de construcción, tales como cámaras de aire, etc. De esta forma se reducen las cámaras al tiempo que se obtiene espacio útil en el edificio, reduciendo así la transferencia de calor convectivo.

Un sistema de aislamiento reflectivo está normalmente formado por capas de aluminio o materiales de baja emitancia y envuelto por cámaras de aire que proveen cavidades de alta reflectividad o baja emitancia, adyacentes a zonas calientes. Algunos sistemas aislantes reflectivos también hacen uso de materiales como papel, plástico o fibras vegetales para formar espacios adicionales de aire.

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 4.1 (Documento Básico HE1 del Código Técnico de la Edificación), en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

| <b>Cerramientos y particiones interiores</b>   | <b>ZONAS<br/>A</b> | <b>ZONAS<br/>B</b> | <b>ZONAS<br/>C</b> | <b>ZONAS<br/>D</b> | <b>ZONAS<br/>E</b> |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno | 1,22               | 1,07               | 0,95               | 0,86               | 0,74               |
| Suelos <sup>(2)</sup>  | 0,69               | 0,68               | 0,65               | 0,64               | 0,62               |
| Cubiertas <sup>(3)</sup>   | 0,65               | 0,59               | 0,53               | 0,49               | 0,46               |
| Vidrios y marcos   | 5,70               | 5,70               | 4,40               | 3,50               | 3,10               |
| Medianerías  | 1,22               | 1,07               | 1,00               | 1,00               | 1,00               |

Tabla 4.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos interiores de la envolvente térmica en W/m<sup>2</sup>K

## Impermeabilización

Los materiales habitualmente empleados como impermeabilizantes, son los que presentan un mayor impacto ambiental: las láminas de PVC y tela asfáltica. La impermeabilización de cimientos o zonas en contacto con el terreno tienen en la bentonita un material alternativo y de menor impacto medioambiental. Las láminas de bentonita [19] tienen la ventaja de que son autorreparables en caso de perforación o punzonamiento.

Para cubiertas, la opción más viable desde un punto de vista medioambiental, son las láminas de caucho sintético (EPDM) y las de polipropileno.

## Vidrios y carpinterías

Según el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía de España (IDAE), entre el 25% y el 30% de nuestras necesidades de calefacción son debidas a las pérdidas de calor que se originan en las ventanas. El aislamiento térmico de una ventana depende de la calidad del vidrio y del tipo de carpintería del marco. Los sistemas de doble cristal o doble ventana reducen prácticamente a la mitad la pérdida de calor con respecto al acristalamiento sencillo y, además, disminuyen las corrientes de aire, la condensación del agua y la formación de escarcha.

La correcta elección del tipo de carpintería es determinante: algunos materiales como el hierro o el aluminio se caracterizan por su alta conductividad térmica, por lo que permiten el paso del calor con mucha facilidad. Por ello se debe utilizar carpinterías denominadas con rotura de puente térmico (RPT). En la Tabla 4.2 se relaciona la transmitancia térmica de los distintos tipos de cerramientos de huecos habituales.

| MATERIAL                            | $W/m^2K$ |
|-------------------------------------|----------|
| PVC 3 cámaras                       | 1,8      |
| Madera 500 kg/m <sup>3</sup> -60 mm | 2,0      |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| PVC 2 cámaras                       | 2,2 |
| Madera 700 kg/m <sup>3</sup> -60 mm | 2,2 |
| Poliuretano > 5 mm                  | 2,8 |
| Metálico con RPT 12 mm              | 3,2 |
| Metálico con RPT 4 mm               | 4,0 |
| Metálico sin RPT                    | 5,7 |

Tabla 4.2. Transmitancia térmica de distintos tipos de cerramientos de huecos

En un centro de salud, los vidrios deben ser de tipo armados o de seguridad en el interior y los huecos accesibles de fachada, si no tienen rejas, celosías o algún otro elemento de protección, deben ser de seguridad al menos en la cara exterior.

Además, hay que tener en cuenta que en el caso de los centros de salud, que los vidrios tintados o las películas reflectantes no sirven como elemento de protección de la intimidad del paciente debido al efecto psicológico que produce la posibilidad de visión desde el interior, aunque desde un punto de vista de protección solar puedan ser una opción eficaz.



Figura 4.7. Centro de salud de Alconchel (Badajoz)

En general, desde un punto de vista trmico, es menor la efectividad de las protecciones solares de los vidrios comparados con los parasoles o la incorporacin de elementos que produzcan sombreado en verano. En todo caso, hay que evitar la proliferacin de huecos acristalados innecesarios, sobre todo en orientaciones donde no se van a producir ganancias trmicas en periodos no estivales, como por ejemplo, los fachadas orientadas al norte o a patios interiores sombreados. La transmitancia trmica de un mal cerramiento de mampostería puede ser de  $0,70 \text{ W/ m}^2\text{K}$  mientras que la de un buen acristalamiento es de  $2 \text{ W/ m}^2\text{K}$ , siendo el coste de este último hasta 8 veces superior.

Dependiendo de la relacin entre la superficie acristalada y las superficies interiores del local (paredes, techos y suelos), el nivel de acristalamiento de un edificio puede clasificarse segun la Tabla 4.3.

| Clasificacin | Superficie acristalada |
|--------------|------------------------|
| Muy bajo     | < 1%                   |
| Bajo         | 1% - 4%                |
| Medio        | 4% - 10%               |
| Elevado      | 10% - 25%              |
| Muy elevado  | > 25%                  |

Tabla 4.3. Nivel de acristalamiento de un centro de salud

Como regla general, un acristalamiento elevado o muy elevado puede provocar problemas de control trmico y deslumbramiento. Un acristalamiento bajo o muy bajo puede producir niveles de iluminacin excesivamente bajos, especialmente donde predominan los cielos cubiertos o donde los edificios adyacentes reducen la disponibilidad de luz natural.

Desde el punto de vista de la permeabilidad al aire, funcionan mejor las carpinterías del tipo batiente u oscilobatiente que las de tipo corredera, por lo que en la medida de lo posible, debe priorizarse la utilizacin de las primeras.

## Puentes trmicos

La eficiencia trmica de un centro de salud, est condicionada por la existencia de puentes trmico, es decir, zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variaci3n de la uniformidad de la construcci3n, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por elementos constructivos con diferente conductividad, etc. que conlleva una disminuci3n de la resistencia trmica respecto al resto de los cerramientos.

Los puentes trmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producci3n de condensaciones superficiales, en invierno o épocas frías. La humedad por condensaci3n se origina por la diferencia de temperatura entre un interior cálido y el exterior frío. Este contraste entre la temperatura exterior e interior, provoca la condensaci3n del exceso de vapor de agua ambiental y se puede manifestar en forma de colonias de hongos.

Así por ejemplo, una fábrika de albañilería que sea interrumpida por un pilar o una viga, experimentará un puente trmico en esa zona, pues el pilar o viga, transmiten mejor el calor, provocando una pérdida y apareciendo un “punto frío” que puede provocar condensaci3n, y como consecuencia, un foco de proliferaci3n de hongos.

## Elementos de acceso

El acceso al Centro de Salud, suele consistir en una primera puerta, habitualmente de dos hojas, seguida de un cortaviento, normalmente de puerta doble y est comprobado que una de las principales pérdidas trmicas en salas de espera y pasillos, tiene lugar cuando la entrada principal permanece abierta.

En el caso de edificios que no disponen de puertas de apertura automáticas, el vestíbulo previo es insuficiente para contener las infiltraciones exteriores, permitiendo que las puertas exteriores permanezcan abiertas de forma continua e

impidiendo el efecto cortavientos. Este hecho implica también una disminución del confort de los usuarios provocado por las corrientes molestas que se originan.

En la figura 4.8 se muestra el coste acumulado mensual, de un centro de salud de 1.000 m<sup>2</sup> en función del tiempo que a lo largo de la jornada de trabajo permanecen abiertas las puertas de entrada al edificio. Se puede observar como el coste acumulado mensual aumenta conforme más infiltraciones se dan en el Centro de Salud, sobre todo en los periodos de invierno.

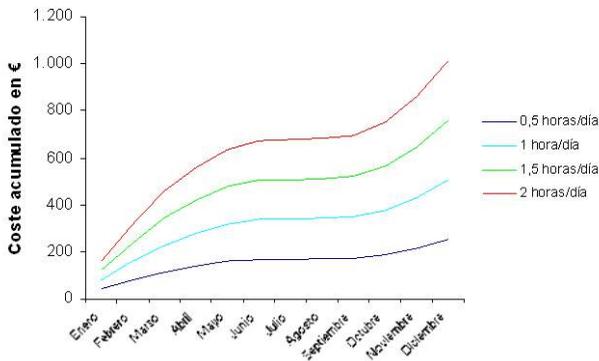


Figura 4.8. Coste anual acumulado derivado de infiltraciones de aire

Cuando la distancia entre las puertas automáticas es insuficiente, la apertura de las mismas se acopla y no funcionan como vestíbulo. La distancia está relacionada con la velocidad de apertura y cierre de las puertas y la velocidad con la que el usuario entra al edificio.



Figura 4.9. Vista aérea del Centro de Salud de Llerena (Badajoz)

## 5. Iluminación

---

### **Eficiencia energética en iluminación**

Desde el punto de vista energético y medioambiental, el consumo energético en iluminación en el sector sanitario en España es de unos 1.000 GWh/año, lo que representa el 0,6% del consumo eléctrico nacional y la emisión a la atmósfera de 600.000 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales. Por tanto, es muy importante la utilización de una iluminación eficiente, a base de luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo, aprovechando las ventajas derivadas de que todas las dependencias dispongan de iluminación natural.

Para realizar el diseño de una instalación de iluminación en un centro de salud, se debe tener en cuenta dos aspectos: el estético, principalmente cualitativo, y el ingenieril, de carácter cuantitativo. El aspecto estético asegura que el espacio tenga un ambiente agradable y que la luz y la sombra estén bien organizados. Los aspectos ingenieriles aseguran que se respeten las necesidades de cantidad de luz para las actividades en cada lugar o edificio.

Los niveles de iluminación recomendados, para las distintas dependencias de un centro de salud, así como el índice de deslumbramiento y el índice de reproducción cromática, se detallan en la tabla 5.1.

| Nivel de iluminación   |          |                  |    |                  |
|------------------------|----------|------------------|----|------------------|
| Dependencia            | Em (lux) | UGR <sub>L</sub> | Ra | Localizada (lux) |
| Vestíbulo              | 200      |                  |    |                  |
| Consulta medicina      | 500      | 19               | 90 | 750              |
| Consulta de enfermería | 500      | 19               | 90 | 750              |
| Sala de curas          | 1.000    | -                | 90 | 1.000            |
| Administración         | 500      | 19               | 80 | 500              |
| Dormitorios            | 50       | 22               | 80 | 200              |
| Estar de personal      | 100      | 22               | 80 | 300              |
| Sala de Observación    | 500      | 19               | 90 | 1.000            |
| Sala de juntas         | 500      | 20               | 80 |                  |
| Locales técnicos       | 200      |                  |    |                  |
| Sala de curas          | 500      | 19               | 90 | 1.000            |
| Sala de extracciones   | 500      | 19               | 80 | 750              |
| Salas de espera        | 200      | 22               | 80 |                  |
| Almacenes              | 100      | 25               | 60 |                  |

Tabla 5.1. Niveles de iluminación por dependencias en edificios sanitarios

Como regla general, es preferible una iluminación general baja, con un alumbrado localizado alto en las zonas de trabajo, evitando sombras y deslumbramientos.

Los centros sanitarios en general son espacios de uso público, de difícil control de los hábitos de los usuarios y de uso muy continuado. Estas características obligan, en este tipo de edificios, a la utilización de tecnologías que por su propia implantación garanticen un control de las cargas energéticas. Algunas de estas tecnologías son la sectorización del control de la iluminación y la temporización del control de la iluminación.

En la figura 5.1 se puede observar la distribución típica del sistema de iluminación de un Centro de Salud en función del tipo de luminaria.

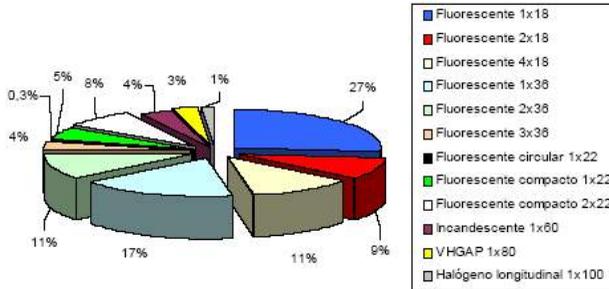


Figura 5.1. Tipología de los sistemas de iluminación en un Centro de Salud

Como se puede observar en la anterior figura, la mayoría de lámparas utilizadas en la iluminación de los Centros de Salud son del tipo fluorescente, vapor de mercurio en baja presión. La eficiencia energética de este tipo de lámparas ha ido aumentando progresivamente en los últimos años, siendo una realidad la utilización de tecnología de iluminación basada en LEDs.

Dentro de los parámetros de confort ambiental, el confort lumínico es fundamental para adecuar el espacio a su uso. Intervienen tres factores: nivel de iluminación, el deslumbramiento y el color de la luz.

## Iluminación natural

La luz natural es gratis y es una tecnología renovable. Los inconvenientes principales son la carga térmica que puede llevar a las ventanas y su impredecibilidad. El ahorro total posible de energía en un edificio utilizando luz natural es una combinación de ahorros de energía sobre el alumbrado artificial. La calidad y la cantidad de la luz que entra por las aperturas varía en función de:

1. El acceso a la luz: pueden existir obstáculos como edificaciones o sombras proyectadas.
2. Las dimensiones y disposición del espacio a iluminar.
3. La forma (incide sobre el reparto de la luz hacia el interior).
4. Las protecciones solares y complementos que reducen la cantidad de luz, pero controlan el deslumbramiento.

En climas extremos y en orientaciones adversas, para optimizar la captación de luz natural sin aumentar la superficie de vidrio, se deben utilizar soluciones constructivas del tipo jambas en chaflán, dinteles hasta el techo o bandejas de luz o pantallas horizontales reflectantes colocadas en el exterior para reflejar la luz hacia el interior.

Para solucionar el acceso a la luz natural directa en los espacios interiores que no tienen aperturas, hay soluciones constructivas como por ejemplo los conductos de sol y de luz, que permiten vincular el interior del edificio con el exterior. Son conductos con recubrimiento interior especular que captan la luz natural en la parte superior de edificio y mediante reflexiones interiores, la conducen a zonas internas del edificio. Una cúpula similar a una claraboya convencional, situada en una zona bien soleada durante el mayor tiempo del día, remata el conducto en cubierta.



Figura 5.2. Sección de edificio con conductos de luz

También están los patios interiores, en los que la cantidad de luz que captan, depende de las dimensiones y de los acabados interiores del patio. Cuanto más profundo sea el patio, menor luz, y al contrario, con superficies lisas y colores claros entrará mas luz a las ventanas de plantas inferiores.

Para garantizar el acceso de las estancias la luz natural, se utiliza el Factor de Luz Natural (FLN), que se define según la ecuación 5.1.

$$FLN = \frac{V\vartheta T}{A(1-R^2)} \quad (5.1)$$

Siendo  $V$ , el área total de ventanas,  $\vartheta$ , el ángulo de cielo visible, medido en un plano vertical perpendicular a la ventana, desde el punto central de la ventana,  $T$  el factor de transmisión del cristal,  $A$  el área total de todas las superficies de la estancia y  $R$  la reflectancia media de éstas superficies.

Para conseguir un nivel suficiente de acceso a la luz natural hay que diseñar las estancias y las superficies de las ventanas de forma que se consiga un FLN igual o superior al 2% para consultas, 1,5 % para salas de espera y 1 % para despachos.

La iluminación de los edificios tiene relación directa con la orientación del edificio, ya que ésta permite que la luz natural penetre en el mismo, lo que aumenta tanto el confort de los usuarios, como la eficiencia energética del Centro de Salud, al disminuir el consumo de energía eléctrica para iluminación. La disponibilidad de luz natural en pasillos y vestíbulos, crea ambientes interiores más agradables, reduciendo los costes derivados del consumo eléctrico [20].

## Control de la iluminación

Un sistema de control puede ser manual o automático, y puede funcionar sobre parámetros diferentes de la instalación de alumbrado, como el nivel de iluminación, la distribución de luz, la distribución espectral,... El control de

alumbrado automático puede estar basado en sistemas de control en respuesta a la luz natural, ausencia de personas o tiempo de encendido [21].

El control del nivel de luz puede ser conseguido mediante la regulación de flujo continua, regulación de flujo por escalones o encendido/apagado. De acuerdo con la posición del detector, los sistemas de regulación de flujo luminoso pueden ser un sistema de control de “bucle abierto” o de bucle cerrado.

En un sistema de control en respuesta a la luz natural se puede ahorrar hasta el 80% de la energía de alumbrado. Las combinaciones disponibles reales con detectores de presencia, pueden mejorar fuertemente estos ahorros. Sin embargo, el ahorro real de energía mediante sistema de control en respuesta a la luz natural está bastante restringido, cuando se priorizan la utilización de luminarias de alto rendimiento.

La actual tecnología permite integrar el sistema de control de alumbrado con un Sistema de Gestión de Edificios. En este caso es posible que el ordenador central vigile el control de alumbrado o acoplar la iluminación con otros sistemas del edificio. Esto puede ser útil cuando, por ejemplo, las luces son apagadas en periodos de vacaciones, en función del horario de apertura o las prestaciones de los sistemas de calefacción y alumbrado son ajustados para complementarse entre sí.

El control de apantallamiento es también una forma de control basado en el edificio, cuando las pantallas o toldos exteriores son ajustados automáticamente por controladores. Algunas veces este tipo de control automático es también utilizado para un apantallamiento interior que está localizado en una posición de difícil acceso, tal como en una claraboya o en ventanas altas.

Un aspecto importante de la instalación, muy a menudo pasado por alto, es la formación del personal de mantenimiento y ocupantes del edificio en el funcionamiento y propósito de los sistemas de control que responden a la luz natural.

## 6. Instalación eléctrica

---

### Acometida eléctrica

La acometida eléctrica de un centro de salud, se puede realizar en Media Tensión o en Baja Tensión, por lo que para elegir cual es el mejor sistema a emplear, es necesario un estudio pormenorizado de las alternativas viables de enganche, que incluirá un análisis de los derechos de extensión y acometida que hay que abonar a la compañía responsable del suministro eléctrico en la zona. Para ello, se debe solicitar a la compañía suministradora un punto de enganche y las condiciones técnico-económicas necesarias para atender el suministro.

En caso de elegir el suministro en Media Tensión, se tendrá que construir y equipar un centro de transformación de abonado. Este centro de transformación puede ser una instalación realizada en el interior del edificio o preferentemente en el exterior. Lo normal es que las instalaciones de extensión de red sean cedidas al distribuidor de la zona, extremo este que es obligatorio cuando hay más de un consumidor.

A partir de una potencia instalada 50 kVA, las compañías distribuidoras exigen la instalación de un centro de transformación y que el suministro eléctrico se realice en Media Tensión. En Baja Tensión, la instalación se conectará a la red local de suministro eléctrico y el consumo de la instalación se abonará según las tarifas de Baja Tensión, menos económicas que las de Media/Alta Tensión.

## Distribución en Baja Tensión

La distribución en Baja Tensión se inicia a la salida de los transformadores de Media Tensión y del grupo electrógeno, desde la que parten líneas eléctricas hasta los cuadros eléctricos de Baja Tensión [22]. En función del tamaño del centro de salud suele existir un Cuadro de Distribución Principal que alimenta a los Cuadros Generales de Baja Tensión de los diferentes edificios o usos. El Cuadro de Distribución Principal es el punto de la instalación donde se realizan la conmutación entre las líneas de suministro normal procedentes de los centros de transformación y del suministro complementario.

Este sistema de distribución y asignación de cargas entre los centros de transformación o los grupos electrógenos puede requerir un control sobre maniobras de deslastre y entrada selectiva de cargas, que se puede realizar mediante autómatas programables o sistemas de gestión.

Es importante que el diseño de este esquema aporte la necesaria flexibilidad a la instalación eléctrica, de forma que cualquier maniobra de mantenimiento, reposición o ampliación futura que afecte a parte de las instalaciones, no comprometa el funcionamiento normal del resto de los servicios del centro de salud.

## Circuitos y protecciones

Una vez determinada previamente la conexión a tierra (TT, IT o TN), deben implementarse los dispositivos protectores apropiados para lograr una protección contra los riesgos de contacto directo o indirecto. A partir de las corrientes nominales de las cargas, el nivel de la corriente de cortocircuito y el tipo de dispositivo protector, se puede determinar la sección de los cables conductores del circuito.

Antes de adoptar la sección del conductor, es necesario comprobar que la caída de tensión cumple con la norma correspondiente, esté resuelto el problema de arranque de motores y esté asegurada la protección frente a las descargas eléctricas. En este caso, se determina a continuación la corriente de cortocircuito y se comprueba la capacidad de resistencia térmica y electrodinámica del circuito.

## Protección contra sobretensiones

Las caídas de rayos directas o indirectas, pueden dañar el equipo eléctrico a una distancia de varios kilómetros. Las sobretensiones de maniobra y las sobretensiones transitorias de frecuencia industrial también pueden producir las mismas consecuencias. El equipo electromédico instalado en el centro de salud es sensible a estas situaciones, por lo que se debe de proteger utilizando para ello un limitador de sobretensiones, dispositivo que limita las sobretensiones transitorias y dispersa las ondas de corriente a tierra para reducir la sobretensión y hacerla segura para las instalaciones y los equipos eléctricos.

Normalmente, el limitador de sobretensiones dispone de un dispositivo de protección térmico interno que evita que se queme al final de su vida útil. Gradualmente, con el uso normal y tras soportar sobretensiones, envejece y se convierte en un dispositivo conductor. Un indicador visual informa al usuario de la proximidad del fin de su vida útil. En la figura 6.1 se muestra un limitador de sobretensiones.



Figura 6.1. Dispositivo limitador de sobretensiones

## Compensación de la energía reactiva

La corrección del factor de potencia en las instalaciones eléctricas se lleva a cabo de modo local, global o combinando ambos métodos, instalando la correspondiente batería automática de condensadores una vez puesta en marcha la instalación y realizadas las correspondientes mediciones. Una estrategia que da buen resultado es dimensionar adecuadamente el número de escalones de compensación.



Figura 6.2. Condensadores para compensación de energía reactiva

La implementación de dispositivos de medida junto a un sistema de comunicación adecuado dentro de la instalación eléctrica, puede generar grandes beneficios al centro de salud, como es la reducción en el consumo energético y la reducción en costos de energía.

La elección del lugar de ubicación de los equipos de compensación queda a elección del proyectista, en función de las características de la instalación, aunque es recomendable su ubicación lo más próxima posible al Cuadro General de Mando y Protección.

La compensación de una instalación puede permitir disponer de una potencia suplementaria en bornes del transformador. Es por ello, que es aconsejable compensar también las pérdidas inductivas del transformador en Baja Tensión. Si

se realiza la contratación de potencia en Media Tensión, se incorpora un equipo de compensación fija en los bornes de baja del transformador, de tal manera que la instalación quede sobrecompensada en la parte de Baja Tensión.

## Atenuación de armónicos

Los armónicos que circulan por las redes de distribución reducen la calidad de la alimentación eléctrica, provocando una serie de efectos negativos, entre los que se pueden destacar:

- Sobrecargas en las redes de distribución debido al aumento en la corriente.
- Sobrecargas en los conductores neutros debido al aumento acumulativo en los armónicos de tercer orden creados por cargas monofásicas.
- Sobrecargas, vibración y envejecimiento prematuro de generadores, transformadores y motores
- Aumento del ruido del transformador.
- Sobrecargas y envejecimiento prematuro de los condensadores utilizados en la corrección del factor de potencia.
- Distorsión de la tensión de alimentación.
- Perturbaciones en las redes de comunicación y en las líneas telefónicas.

Los armónicos tienen importantes consecuencias económicas, pues ocasionan el envejecimiento prematuro del equipo hace que se tenga que sustituir con más frecuencia, a menos que se sobredimensione desde el principio. Las sobrecargas en la red de distribución pueden necesitar niveles de contratación de potencia superiores y aumentar las pérdidas y la distorsión de las ondas de corriente, produce disparos intempestivos que pueden provocar interrupciones del suministro eléctrico.

Los armónicos más frecuentes en las redes de distribución trifásicas son los impares. Las amplitudes de los armónicos normalmente disminuyen a medida que aumenta la frecuencia. Por encima del armónico de rango 50°, los efectos son insignificantes y las mediciones ya no son significativas. Se obtienen mediciones

suficientemente precisas midiendo los armónicos hasta el rango 30°, aunque es suficiente mejorar los niveles armónicos de los rangos más inferiores, hasta 13°.

Para eliminar los armónico y sus consecuencias, es necesario equipar la instalación con sistemas de filtrado. Para ello, hay tres tipos de filtros: pasivos, activos e híbridos que se deben instalar una vez puesta en marcha la instalación y realizadas las correspondientes mediciones.



Fig. 6.3 Filtros para la atenuación de armónicos

La elección del lugar de ubicación de los equipos queda a elección del proyectista, en función de las características de la instalación, aunque su ubicación debe ser lo más cercana posible al Cuadro General de Mando y Protección.

## Equipos de transformación

A partir de una potencia instalada 50 kVA, las compañías distribuidoras exigen la instalación de un centro de transformación y que el suministro eléctrico se realice en Media Tensión, normalmente 15-20 kV, y a partir de 250 kVA los gastos derivados de la acometida eléctrica en media tensión corren por cuenta del promotor.

Los transformadores, según el tipo de refrigeración que utilizan, se pueden clasificar en dos tipos: con fluido aislante y seco. Como fluido aislante se puede utilizar aceites, siliconas, hidrocarburos o bencenos clorinados. En lo que concierne a los transformadores secos, pueden ser de tipo impregnado o de tipo encapsulado. En la figura 6.4 se pueden observar una imagen con los mencionados tipos.



Figura 6.4. a) Transformador en fluido aislante. b) Transformador seco

El rendimiento de un transformador depende del régimen de funcionamiento a que esté trabajando, aunque no todos los transformadores tienen el mismo rendimiento en función de la carga nominal, como se aprecia en la figura 6.5.

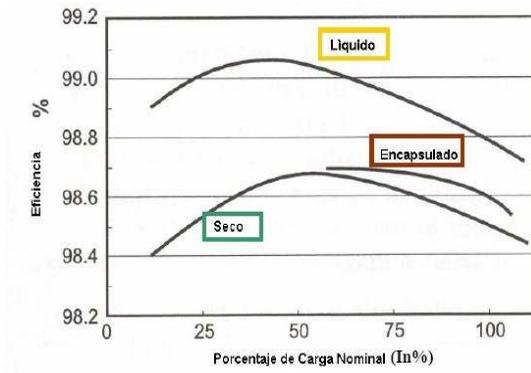


Figura 6.5. Rendimiento de transformadores en función de la carga nominal

La proliferación de transformadores de tipo “seco”, en sustitución de los de aceite y otros fluidos, ha incrementado el consumo eléctrico en edificios que necesitan poca potencia, como es el caso de los Centros de Salud. En la figura 6.6 se pueden observar las pérdidas eléctricas en los transformadores en función del tipo de elemento aislante.

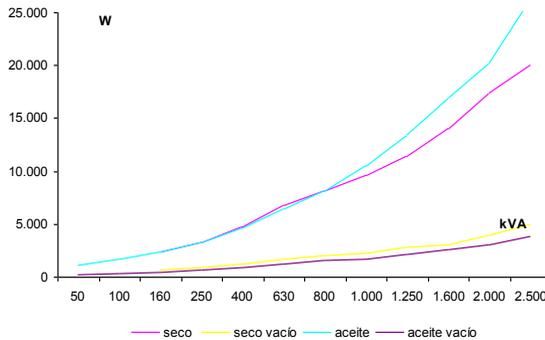


Figura 6.6 Pérdidas en transformadores, según UNE-21428

La utilización de transformadores secos conlleva mayores pérdidas energéticas, tanto en carga como en vacío, que los transformadores de aceite, por lo que su utilización debe estar limitada a casos donde el transformador esté ubicado en el interior del edificio cerca del núcleo asistencial del mismo y se quiera minimizar el riesgo y las consecuencias de un incendio.

## Suministro complementario

Los centros de salud deben contar con suministro complementario de reserva para un mínimo de 25% de la potencia total contratada, según obliga el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la ITC-BT-28. En la mayoría de casos el suministro complementario se aporta mediante grupos electrógenos, normalmente de gasóleo aunque cada vez se utilizan más los de gas natural.

Hace unos años, la tendencia era utilizar este suministro en su mínima expresión, de forma que únicamente se consideraban las cargas que por normativa, fueran necesarias. Sin embargo, en algunos edificios de tipo asistencial, entre los que se encuentran los centros de salud, hay una tendencia a considerarlo como un suministro duplicado, a excepción de las cargas correspondientes a climatización. Este concepto prevé que la instalación se diseñe para toda la potencia, a excepción de la producción de frío y calor, habilitando así al edificio para afrontar situaciones de catástrofes, por ejemplo fenómenos naturales, que requieren que los edificios asistenciales estén plenamente operativos.

Una configuración utilizada en edificios en los que se realiza actividad quirúrgica y hospitalización, es la implantación de dos grupos electrógenos trabajando en paralelo con el 50% de la carga, en redundancia 2N, de forma que si uno de ellos fallase, el otro podría absorber la totalidad de la potencia.

Para un correcto arranque y funcionamiento de los grupos se debe contar con un sistema de deslastrado de cargas que permita mantener el suministro en las instalaciones. Para ello, mediante la utilización de sistemas de gestión o autómatas programables combinados con interruptores motorizados, se permite la entrada selectiva de cargas.

En centros de salud de tipo urbano, sin servicio de urgencia de 24 horas, hay veces que es suficiente con disponer de una doble acometida eléctrica.

## Tarifas eléctricas

Actualmente en España, en régimen ordinario, coexisten el mercado libre, que ofrece la posibilidad de negociar el precio de la energía con las comercializadoras eléctricas y una tarifa fijada por el gobierno, la Tarifa Último Recurso (TUR). Los comercializadores adquieren la energía a generadoras eléctricas, asumiendo el coste de la energía y la tarifa de acceso a redes y la venden a los consumidores o a otros comercializadores mediante libre comercialización o tarifa de último recurso [23].

Es necesario tener información sobre las estructuras de tarifas locales para elegir la mejor opción de conexión a la red de alimentación, en alta o baja tensión. Cada tarifa eléctrica puede tener varios periodos tarifarios (dos, tres o seis), en lo que el término de potencia y el término de energía toman valores diferentes. En la Tabla 6.1 se muestra un resumen de las vigentes tarifas de energía eléctrica.

| TENSIÓN   |                  | DENOMINACIÓN  | POTENCIA   | DISCR. HORARIA | REACTIVA             |
|---|------------------|---|------------|----------------|----------------------|
| BAJA TENSIÓN                                      | ≤ 1.000 V        | TUR   | ≤ 10 kW    | SI             | NO                   |
|   |                  | 2.0A  |            | NO             | NO                   |
|   |                  | 2.0DHA  |            | 2 PERIODOS     | NO                   |
|   |                  | 2.1A  | ≤ 15 kW    | NO             | SI                   |
|   |                  | 2.1DHA  |            | 2 PERIODOS     | SI                   |
|   |                  | 3.0A  | SIN LIMITE | 3 PERIODOS     | SI                   |
| 3.1A  | ≤ 450 kW         | (NO PERIODO 3)  |            |                |                      |
| ALTA TENSION                                      | < 36 kV          | 6.1   | SIN LIMITE | 6 PERIODOS     | SI<br>(NO PERIODO 6) |
|   | < 36 kV          | 6.2   |            |                |                      |
|   | < 72,5 kV        | 6.3   |            |                |                      |
|   | < 145 kV         | 6.4   |            |                |                      |
|   | 145 kV ≤         | 6.5   |            |                |                      |
|   | Conex. Internac. | 6.5   |            |                |                      |
| <b>TEMPORADAS ELÉCTRICAS PARA LA PENÍNSULA</b>    |                  |   |            |                |                      |
| TEMPORADA ALTA                                    |                  | NOVIEMBRE   | DICIEMBRE  | ENERO          | FEBRERO              |
| TEMPORADA MEDIA                                   |                  | MARZO   | ABRIL      | JULIO          | OCTUBRE              |
| TEMPORADA BAJA                                    |                  | MAYO  | JUNIO      | AGOSTO         | SEPTIEMBRE           |
| <b>TIPOS DE DÍAS ELÉCTRICOS PARA LA PENÍNSULA</b> |                  |   |            |                |                      |
| TIPO A  |                  | Lunes a Viernes NO festivos de Temporada Alta                 |            |                |                      |
| TIPO B  |                  | Lunes a Viernes NO festivos de Temporada Media                |            |                |                      |
| TIPO C  |                  | Lunes a Viernes NO festivos de Temporada Baja, excepto Agosto |            |                |                      |
| TIPO D  |                  | Sábados, Domingos, Festivos y Agosto                          |            |                |                      |

Tabla 6.1. Resumen de tarifas de energía eléctrica. Fuente: ATECYR

## Energía fotovoltaica

Una instalación de energía solar fotovoltaica aprovecha la luz del sol para producir energía eléctrica por medio de células fotovoltaicas, dispositivos electrónicos basado en semiconductores normalmente de silicio, que generan una corriente eléctrica de forma directa al recibir luz solar, por medio del efecto fotoeléctrico.

Las células fotovoltaicas se combinan en serie, para aumentar la tensión o en paralelo, para aumentar la corriente, dando lugar a los paneles comerciales que suelen incorporar varias decenas de células individuales encapsuladas en un mismo

marco. Los paneles a su vez pueden combinarse en serie y paralelo para conseguir los voltajes y potencias adecuados a cada necesidad.

El conjunto de paneles solares fotovoltaicos conectados se denomina *campo fotovoltaico*. Lo que obtenemos de un campo fotovoltaico al incidir la luz, es un voltaje y una corriente eléctrica, que mediante un dispositivo electrónico de potencia, denominado *inversor*, podemos acondicionar la potencia eléctrica obtenida del campo fotovoltaico y modificarla de manera que sea igual que la que circula por las líneas de baja tensión que alimentan.

La instalación fotovoltaica es obligatoria en centros de salud de más de 4.000 m<sup>2</sup> construidos, según el Documento Básico del Código Técnico de la Edificación, HE, al asimilarse a edificios de uso administrativo. Sin embargo en clínicas y en hospitales, su instalación es obligatoria a partir de 100 camas.

El autoconsumo con energía fotovoltaica será plenamente rentable en España, sin necesidad de ayudas, en los próximos años, pues el coste de fabricación de los módulos fotovoltaicos se ha abaratado un 80% en los últimos cinco años y la tarifa eléctrica sigue subiendo debido al alza del precio del gas y del petróleo.

Por eso, generar electricidad fotovoltaica para autoconsumo en un centro de salud, cada vez saldrá más rentable y ya es viable desde un punto de vista legislativo, aunque todavía está pendiente una regulación del balance neto (*net metering*) en la modalidad de autoconsumo, que debe marcar una adecuada retribución para la electricidad fotovoltaica excedentaria que el usuario venda a la red.

El vacío legal creado, al estar pendiente de aprobación la regulación que autorice el autoconsumo con balance neto, ya que la Disposición Adicional Segunda del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de pequeña potencia no fija las condiciones administrativas, técnicas y económicas del consumo de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo si este a su vez dispone de enganche a la red eléctrica con suministradores exteriores.

No obstante, hay equipos que ajustan la potencia de producción de los inversores fotovoltaicos a lo que se está consumiendo en cada momento, y de esta forma se asegura la inyección cero a la red, aunque lo ideal desde un punto de vista de eficiencia energéticas, es desplazar ciertas cargas al periodo de generación de energía fotovoltaica.

La potencia pico a instalar, se calcula en función de la superficie construida del centro de salud, aunque la mínima será de 6,25 kWp con un inversor de potencia mínima de 5 kW. La potencia instalada podrá disminuirse o suprimirse justificadamente, en los siguientes casos:

- a) Cuándo se cubra la producción mediante otras fuentes de energías renovables.
- b) Cuándo el emplazamiento no cuente con suficiente acceso al sol.
- c) En rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración del edificio existente o de la normativa.
- d) Cuándo existan limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística.
- e) Cuándo así lo determine el órgano competente en materia de protección histórico-artística.

La implantación del edificio en la parcela y el diseño del mismo deben permitir la captación solar en condiciones óptimas, favoreciendo además la integración arquitectónica con las mínimas pérdidas. En la figura 6.7 se puede observar el porcentaje de energía respecto al máximo posible, consecuencia de pérdidas por orientación e inclinación.

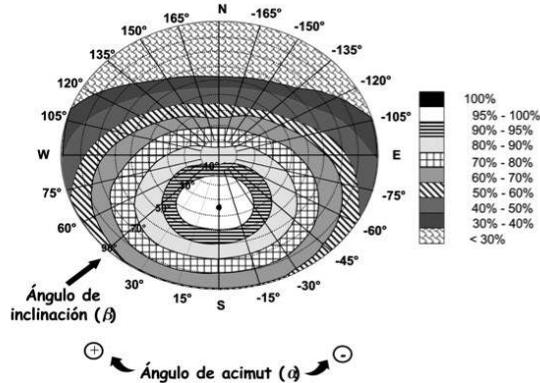


Figura 6.7 Porcentaje de energía respecto al máximo consecuencia de pérdidas por orientación e inclinación. Fuente CTE.

## Instalaciones prioritarias

Las instalaciones prioritarias son aquellas que prestan servicios en los que debe mantenerse la alimentación eléctrica de forma prioritaria frente a otros servicios en los que una interrupción momentánea no es tan importante.

Ejemplos de instalaciones prioritarias comunes a muchas actividades, podrían ser las instalaciones de seguridad, instalaciones informáticas, voz-datos, sistemas de gestión técnica de edificios... En un centro sanitario existen instalaciones prioritarias específicas, tales como las de áreas de riesgo, quirófanos, salas de intervención, Unidades de Cuidados Intensivos,...

La principal necesidad de las instalaciones prioritarias es la continuidad del suministro eléctrico sin corte, manteniendo la autonomía de funcionamiento necesaria en cada caso. Los sistemas de alimentación ininterrumpida se están convirtiendo en una solución estándar que garantiza la continuidad del suministro, existiendo diferentes posibilidades de alimentación e instalación.

Para las cargas prioritarias habituales (seguridad, voz-datos o sistemas informáticos), puede ser suficiente garantizar la autonomía necesaria para la transferencia sin corte desde que se detecta un fallo en el suministro normal hasta el arranque de los grupos electrógenos. Sin embargo, para las cargas prioritarias hospitalarias, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión obliga a una autonomía de funcionamiento de dos horas en las salas de intervención. De esta forma se llega a definir dos sistemas de SAI independientes, uno para los servicios esenciales habituales (seguridad, informática...) y otro para las salas de intervención [24], como por ejemplo los quirófanos, en los cuales el suministro mediante SAI cubre la totalidad de la potencia.

Otra solución al problema de la continuidad para estas instalaciones sería la utilización de SAIs dinámicos. Estos equipos utilizan inercia acumulada para realizar la función de SAI a la que se les añade la potencia de larga duración de un grupo electrógeno acoplado. Un sistema como éste, añadido al suministro complementario, cumpliría con los requisitos normativos. Los DRUPS (generadores rotativos de alimentación ininterrumpida), combinan la funcionalidad de un SAI de baterías y generadores de gasóleo. Cuando el suministro de la red eléctrica se encuentra dentro de las especificaciones, funciona un generador eléctrico como motor para almacenar la energía cinética.



Figura 6.8 Equipo generador de alimentación ininterrumpida

El generador eléctrico funciona como filtro activo para todo tipo de problemas de calidad de energía, como armónicos, RFI, variaciones de frecuencia, etc. Cuando el suministro de la red eléctrica se interrumpe, la energía almacenada en el volante es liberada para impulsar el generador eléctrico, que a su vez suministra la energía a la carga sin interrupción. Al mismo tiempo el motor diesel se pone en marcha. Después de 2-3 segundos el motor diesel se hace cargo del volante para accionar el generador eléctrico para crear la electricidad necesaria.



## 7. Climatización

---

### Sistemas de climatización

La correcta elección del sistema de climatización puede ser un tema complejo y conlleva muchas horas de trabajo. Se hace necesario evaluar muchos criterios, como tamaño de la instalación, características constructivas del edificio, experiencia de mantenimiento, el costo inicial del sistema y sus costes operacionales. El sistema de climatización utilizado habitualmente en un centro de salud, puede ser de los siguientes tipos:

- Sistema partido
- Sistema compacto (roof-top)
- Sistema todo aire a caudal constante con planta enfriadora y caldera de gas o gasóleo.
- Sistema caudal de refrigerante variable
- Sistema de fan-coil a 2 tubos con red de aire primario, con planta enfriadora y caldera
- Sistema de fan-coil a 4 tubos con red de aire primario, con planta enfriadora y bomba de calor o enfriadora y caldera

La elección de uno u otro sistema, está en manos del técnico proyectista de la instalación, que en función de su ubicación, de la configuración arquitectónica del edificio, de las condiciones termohigrométricas y otras variables [25], determinará

el sistema que optimice el rendimiento y las condiciones de confort. Para elegir el sistema de climatización óptimo de un centro de salud, desde un punto de vista técnico y económico, se deben considerar al menos los siguientes aspectos: coste, confort alcanzado, flexibilidad, espacio ocupado y posibilidades de mantenimiento.

## Sectorización

Se entiende por zona, el espacio que es climatizado por un único sistema y el concepto está asociado al control que se ejerce sobre el sistema a partir de la medida de una variable, generalmente la temperatura, en el espacio climatizado [26]. En un Centro de Salud, una zona está constituida por los espacios que tienen un comportamiento térmico homogéneo y unas condiciones de uso y funcionamiento similares.

Una misma instalación satisface más a los usuarios de un espacio si estos pueden graduarla a su voluntad. Es decir, podría llegarse a tener al 100 % de los usuarios satisfechos si todos y cada uno de ellos pudieran gobernar a su criterio la temperatura de su consulta o despacho, aunque desde el punto de vista de la eficiencia energética no suele ser una solución adecuada.

La primera decisión para elegir un sistema de climatización es zonificar el edificio de forma lógica, en función de las características constructivas y sobre todo del uso. Esta zonificación depende de que hayan zonas perimetrales con elevada transmitancia, que provocan pérdidas en invierno y ganancia en verano (vidrios en fachadas por ejemplo) y de su ocupación, que influye en las ganancias sensibles y latentes de la zonas. En el caso de centros de salud hay que cuidar especialmente las zonas de espera y los vestíbulos.

Puede haber zonas con ganancia solar, que se produce en fachadas con distinta orientación de un mismo edificio y en las últimas plantas, donde la ganancia solar a través del techo eleva la demanda de refrigeración.

En el caso de edificios sanitarios, determinada iluminación focalizada, por ejemplo lámparas de curas de tipo incandescente, pueden aumentar la carga térmica de las dependencias donde se ubiquen, así como hay zonas con ganancia interna, especialmente en zonas donde se concentren equipos informáticos, por ejemplo, sala de procesos de datos, dependencias con equipos electromédicos, salas de exploración radiológica...

Por otro lado, como consecuencia del uso de los espacios, los niveles de ventilación pueden ser diferentes y esa diversidad debe ser resuelta mediante el correcto dimensionado del sistema de ventilación.

Una adecuada zonificación de un Centro de Salud, en base a las distintas unidades que prestan servicio asistencial, contribuye a mejorar la eficacia del edificio, pues permite diseñar y calcular de forma óptima sus instalaciones y adoptarlas al horario de funcionamiento de cada área. Las zonas en las que se deben tener en consideración son:

- Zona de accesos, recepción, administración y archivos
- Área de consultas
- Área de Psicoprofilaxis Obstétrica
- Unidad Básica de Fisioterapia
- Zona de gestión y docencia
- Área de servicio
- Área de Atención Continuada (Urgencias)
- Unidad Básica de Radiología

La ocupación media diaria de un centro de salud, puede estimarse entre 0,8 y 1,2 personas por metro cuadrado y día, pudiendo llegar en determinadas horas punta a 0,3 personas/m<sup>2</sup> en una hora.

## Análisis de costes

Los costes de los elementos de un sistema, el de los equipos de transporte y distribución representa una parte importante que depende de la configuración del edificio. Los costes del mantenimiento a lo largo de la vida útil de la instalación, también hay que tenerlos en cuenta en el momento de la elección del sistema de climatización que se instale en el centro de salud.

Respecto a los costes de mantenimiento, los equipos centralizados presentan menores costes de mantenimiento que los individuales, entre otras cosas, por la mejor ubicación de los equipos que permite un mejor acceso al personal de mantenimiento. El coste de mantenimiento supone entre un 2% y un 10% de la inversión inicial del equipo, dependiendo de la complejidad del sistema.

En la Tabla 7.1 se muestran los costes medios de inversión, la relación de la inversión y de los costes de mantenimiento de una instalación con 5 años comparada con una instalación compuesta por sistema de fan-coil a 2 tubos con red de primario, planta enfriadora y caldera de gas natural.

| Sistema   | Inversión<br>€/kW | Relación<br>inversión | Relación<br>mantenimiento |
|---|-------------------|-----------------------|---------------------------|
| Sistema partido unizona todo-nada   | 450               | 0,45                  | 0,68                      |
| Sistema partido unizona inverter  | 600               | 0,60                  | 0,70                      |
| Sistema partido multiinverter   | 750               | 0,75                  | 0,90                      |
| Sistema compacto (Roof-top)   | 850               | 0,85                  | 0,85                      |
| Sistema de fan-coil a 2 tubos con red de primario, planta enfriadora y caldera de gas | 1.000             | 1,00                  | 1,00                      |
| Sistema todo aire caudal constante, con planta enfriadora y caldera gas natural       | 1.100             | 1,10                  | 2,24                      |
| Caudal de refrigerante variable   | 1.200             | 1,20                  | 1,1                       |

|  |       |      |      |
|--|-------|------|------|
| Sistema todo aire caudal variable, con planta enfriadora y caldera gas natural     | 1.250 | 1,25 | 1,35 |
| Sistema de fan-coil a 4 tubos con red de primario, planta enfriadora y bomba calor | 1.300 | 1,30 | 1,48 |
| Sistema de bomba de calor individual en anillo de agua atemperada                  | 1.700 | 1,70 | 2,2  |

Tabla 7.1. Relación de costes de distintos sistemas de climatización

### Confort térmico

Además de las necesarias condiciones de confort de los usuarios es importante tener en cuenta que la temperatura y la humedad ambiental afecta a la tasa de infecciones nosocomiales. Los microorganismos perviven mas tiempo en condiciones de humedad extrema en ambos sentidos, es decir en ambientes muy secos o muy húmedos. El rango de humedad ambiental más adecuado para minimizar la pervivencia ambiental de la mayoría de los microorganismos, oscila entre el 40 y 60%.

Un ambiente muy seco puede reseca las vías respiratorias de los usuarios retirando la capacidad natural de retención de partículas por la capa húmeda interna de los tejidos y por tanto incrementa la probabilidad de infecciones respiratorias, mientras que un ambiente muy húmedo permite la pervivencia durante más tiempo de los aerosoles líquidos en suspensión al no secarse fácilmente.

### Espacio ocupado

El coste por metro cuadrado de edificio construido ha ido aumentando de forma progresiva en los últimos años, y aunque en estos momentos se haya estabilizado, en un futuro volverá a incrementarse. Es por ello, que el espacio que necesitan las

instalaciones es muy importante y un elemento decisivo a la hora de tomar la decisión sobre que tipo de sistema de climatización emplear.

En general, ocupan más superficie útil los sistemas *todo aire*. Aunque la central térmica puede ser igual que un sistema *aire-agua*, los climatizadores y el tendido de conductos pueden ocupar espacios muy considerables [27]. Las Unidades de Tratamiento de Aire (UTAs), de por sí son muy voluminosas, pues la velocidad de paso del aire a través de las baterías está muy limitada para evitar el arrastre de gotas de agua.

Sin embargo el sistema *todo aire* no ocupa espacio en las dependencias, cosa que ocupan los sistema aire-agua cuando se colocan en su forma habitual: de pie y ocupando una franja perimetral de unos treinta centímetros de anchura, excepto en el caso de que se coloquen en el techo, que en este caso supondría mayores dificultades de mantenimiento.

Por otro lado, con la normativa municipal de casi toda España, ni la maquinaria instalada en la cubierta ni muchas veces las salas de máquinas computan como espacio construido. Aun así, son espacios que ocupan sitio en la parcela y que en función de la disponibilidad de espacio pueden o no utilizarse.

En la gran mayoría de las ocasiones, la disponibilidad de espacio tanto en planta como en falsos techos, condiciona la elección de las instalaciones. La altura libre de los falsos techos, es un factor clave para conseguir unos niveles de sonoros adecuados, y sin embargo, esta altura habitualmente se reduce al máximo con objeto de disminuir los costes de construcción del centro de salud.

## Mantenimiento

En la elección de un equipo o instalación, hay que encontrar un equilibrio entre las prestaciones, el coste de adquisición y las necesidades de mantenimiento; es por ello que éstas deben elegirse en función de su diseño, de sus especificaciones, de su precio y de su facilidad de mantenimiento [28].

El valor de todos los equipos desciende con el paso del tiempo. Sin embargo, con un adecuado mantenimiento es posible que la depreciación de los mismos se reduzca, e incluso mediante actualizaciones periódica de los equipos se aumente o al menos se mantenga.

## Instalaciones con gas natural

El gas natural extraído de los yacimientos, es un producto incoloro e inodoro, no tóxico y más ligero que el aire. Procede de la descomposición de los sedimentos de materia orgánica atrapada entre estratos rocosos y es una mezcla de hidrocarburos ligeros en la que el metano (CH<sub>4</sub>) se encuentra en grandes proporciones, acompañado de otros hidrocarburos y gases cuya concentración depende de la localización del yacimiento.

Una ventaja del gas natural es que es muy limpio y su combustión tiene un nivel bajo de emisiones, posee un poder calorífico elevado y su combustión es muy eficiente debido a que se mezcla casi instantáneamente con el aire en las cámaras de combustión de las calderas.

El gas natural no contiene azufre en su composición, por lo que su combustión no emite los óxidos correspondientes, principales responsables de la lluvia ácida. Asimismo, la tecnología de combustión desarrollada permite reducir sensiblemente la temperatura de la llama, lo que se traduce en una reducción del orden del 40% en la producción de óxidos de nitrógeno, en relación a otros combustibles.

Al tener una gran proporción de metano es su composición, debido a su composición molecular, un átomo de carbono por cuatro de hidrógeno, los óxidos de carbono producidos por la combustión del gas natural son de un 50% a un 70% de los producidos por otros combustibles. Además, los humos, no contienen cenizas ni otros residuos sólidos.

La comercialización del gas natural fue liberalizada en 2003 por lo que es posible el suministro con empresas comercializadoras o incluso importar directamente el gas, pagando los peajes establecidos por el uso de las instalaciones de transporte. Igual que con la tarifa eléctrica, es posible la opción de acogerse a la tarifa último recurso o al mercado libre. La tarifa se divide en dos términos, el término fijo, cantidad constante en función de la tarifa contratada y término variable, en función del consumo mensual de gas natural.

## Instalaciones de biomasa

La instalación de sistemas basados en la generación de energía térmica con biomasa en edificios del sector terciario, es uno de los actuales retos a los que se enfrenta el sector de las energías renovables, que ha despegado en lo referente a captación de energía solar, pero que aún está en fase de desarrollo en lo correspondiente a la biomasa, aunque la tecnología existente en la conversión energética mediante biomasa asegura el funcionamiento eficiente de estas instalaciones.

Una medida que contribuye a la implantación de la biomasa, es realizar instalaciones de que sirvan de demostración de las bondades de esta tecnología, prioritariamente en edificios públicos, que sean visitados frecuentemente por gran cantidad de usuarios. Este es el caso de los centros de salud, edificios que habitualmente funcionan ininterrumpidamente y que son altamente frecuentados.

La utilización de la biomasa como combustible permite la utilización de una energía renovable de la que se dispone en gran abundancia en España y Extremadura, aprovechando fuentes autóctonas y convirtiendo un residuo en recurso, gracias a su aprovechamiento energético.

Los tipos de biomasa que se pueden utilizar están condicionados a la disponibilidad del mercado, siendo los más comunes el hueso de aceituna, la poda del olivar y de frutales para hacer astillas, los recortes de madera procedentes de industrias, la cáscara de frutos secos, los residuos forestales, los concentrados de la

vid y los “pellets”. En la figura 7.1 se pueden observar los tipos utilizadas habitualmente en instalaciones automatizadas.



Figura 7.1. Biomasa habitualmente utilizada en instalaciones automatizadas

El coste económico por kilowatio hora relativo al empleo de distintos combustibles, considerando los costes derivados del transporte al punto de suministro, y comparando con los costes de combustibles no renovables (gasóleo y gas natural), teniendo en cuenta los precios de mercado (diciembre 2010) para un consumo equivalente al previsto anualmente en un edificio sanitario. En la figura 7.2 se han representados los costes de distintos combustibles expresados en céntimos de euro por unidad de kWh de energía calorífica producida. Se puede observar que el hueso de aceituna es un 20% más económico que el “pellet”, un 41% que el gas natural y un 50% que el gasóleo C, todo ello suponiendo que el rendimiento de las calderas de combustibles sólidos sea inferior en un 6% al resto de calderas.

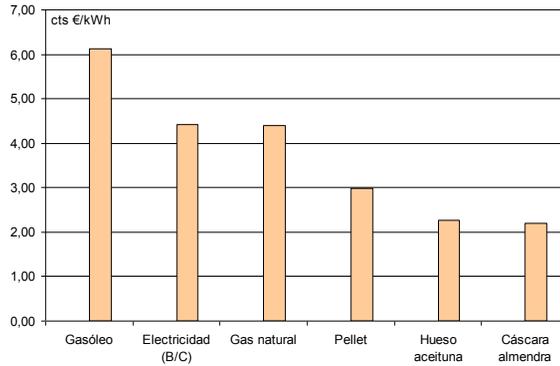


Figura 7.2. Coste medio por kWh de energía térmica producida por distintos combustibles

Sin embargo, las tareas de mantenimiento preventivo de la instalación de biomasa se incrementan un 120% respecto a instalaciones similares de producción de energía térmica mediante gasóleo y/o gas natural, debido a operaciones de limpieza, regulación y vaciado del cenicero, que suponen una tarea adicional media de 60 minutos/día, aunque es proporcional al grado de automatización y de la potencia de la caldera.

Por otro lado, la tecnología aplicada a las calderas de biomasa, tiene una menor fiabilidad que las utilizadas en calderas de gas natural y de gasóleo, sobre todo en el periodo inicial de funcionamiento de la misma. Es por ello que la disponibilidad de la instalación es inferior, por lo que conviene duplicar las instalaciones y/o disponer de unidades de apoyo con otro combustible.

En la figura 7.3 se puede observar el coste medio debido a las operaciones de mantenimiento necesarias en función del tipo de combustible utilizado en la producción de calor.

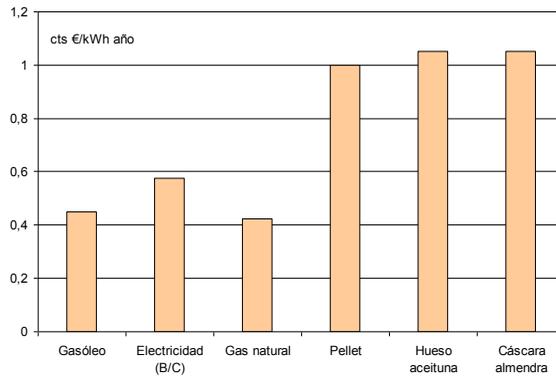


Figura 7.3. Coste medio anual por kWh de mantenimiento por combustible

Esta tecnología necesita de un silo de almacenamiento en una habitación distinta a la sala de calderas y dedicada exclusivamente a ese fin. Desde el silo, en superficie o subterráneo, el combustible es transportado hasta la caldera. El sistema de almacenamiento tiene una influencia directa sobre el tipo de transporte y los sistemas de suministro. Los silos sobre el terreno necesitan vehículos de suministro que puedan descargar lanzando el combustible sobre la pila mientras que los silos subterráneos con trampilla de acceso se podrían llenar con cualquier tipo de vehículo volquete, o caja basculante.

Los tipos de almacenamiento pueden dividirse en almacenamientos prefabricados y almacenamientos de obra, ya sean de nueva construcción o habitaciones existentes previamente adaptadas para su nuevo uso. Los prefabricados se utilizan normalmente para biomásas de pequeño tamaño, como el pélet y el hueso de aceituna, mientras que los de obra se utilizan también para astillas o cáscaras de frutos secos.

## Instalaciones de geotermia

Los sistemas de bomba de calor agua-agua con fuente de disipación geotérmica de baja entalpía utilizan la capacidad de fuentes naturales como pozos, lagos o la propia corteza terrestre para ceder o absorber el calor tomado o aportado al ambiente en locales climatizados.

Cuando se utilizan equipos condensados por agua, se pueden conectar dichas unidades a bucles de agua o lazos hidráulicos energéticos (LHE), o a grandes fuentes naturales de energía, como geotermia, agua de mar o ríos, etc., que eviten medios auxiliares (torres de refrigeración y/o calderas o equipos) para mantener las temperaturas operativas óptimas del LHE (aprox. 27-30 °C), lo que consigue valores elevados de EER/COP cuando las cargas están compensadas.

Otra opción, es realizar e intercambio geotérmico por medio de un circuito cerrado instalado en los sondeos que perforan el terreno junto al centro de salud. De esta forma, se produce un intercambio de calor entre el agua-anticongelante que circula y la tierra. En invierno, la tierra transfiere al agua el calor que almacena y se utiliza para calefacción. En verano, el agua transfiere al terreno el calor. El refrigerante que circula puede ser conducido a una bomba de calor geotérmica, que genera la energía suficiente para climatizar el espacio. En la figura 7.4 se observa el esquema de funcionamiento de una bomba de calor geotérmica.

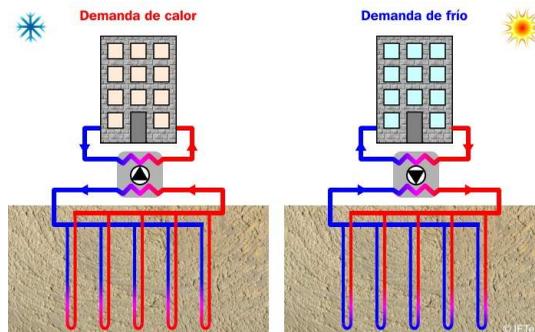


Figura 7.4. Esquema de bomba de calor con geointercambio

En el subsuelo, a partir de unos 5 metros, los materiales geológicos permanecen a una temperatura estable, independientemente de la estación del año o de las condiciones meteorológicas, siendo en España la temperatura media es de 15°C. El inconveniente de esta tecnología es el precio de las perforaciones, que depende del tipo de terreno donde se efectúe.

## Recuperación de calor

El sistema de enfriamiento gratuito por aire exterior, comúnmente conocido como “free-cooling”, es una opción que mejora la eficiencia energética de una instalación de climatización. Consiste en utilizar aire del exterior, normalmente filtrado, en vez de recircular aire del retorno, por tener unas características energéticas que le hacen más eficiente energéticamente que el aire procedente del retorno.

Aunque las situaciones más habituales son aquellas en las que las características que se precisan para que el aire de impulsión sea capaz de vencer las cargas internas de los locales, están más próximas a las que posee el aire del retorno que a las del aire exterior, siendo más ventajoso energéticamente utilizar aire recirculado, aparecen a lo largo del año diferentes situaciones que pueden hacer más conveniente la utilización de aire del exterior que no recircular aire, lo que reduce los consumos energéticos y a la calidad del aire interior que se consigue en los locales.

Según diferentes autores la clasificación de los recuperadores de calor puede hacerse por subgrupos atendiendo a los medios que transfieren energía, la separación de los fluidos, el tipo de calor recuperado, el contenido de humedad de las corrientes de aire o el elemento de intercambio empleado. Los principales tipos de recuperadores utilizados en las instalaciones de climatización por aire, para recuperar la energía del aire de expulsado al exterior del edificio climatizado son:

- Recuperador de placas.

- Recuperador rotativo.
- Tubos de calor (heat pipe).
- Doble batería de agua.
- Batería exterior.
- Batería en bucle de agua.
- Recuperación activa por circuito frigorífico.

Todos estos equipos permiten intercambiar energía entre las corrientes de aire exterior y de expulsión, pero igualmente todos, introducen una pérdida de carga adicional que provocará un aumento en el consumo energético de los ventiladores para mantener los mismos caudales en circulación, sobredimensionado así el sistema de climatización.

Si el recuperador, además de recuperar el calor del aire, recupera el del agua contenida en el aire, se denominan recuperador entálpico. En estos recuperadores entálpicos no hay cruce en la circulación del aire, pero sí puede haber transferencia de vapor de agua (dependiendo del uso puede ser inadecuado, por ejemplo en hospitales). El rendimiento de estos equipos puede llegar hasta el 75%, y son muy adecuados para la utilización en zonas no críticas de un centro de salud. En la figura 7.5 se observa un recuperador de calor entálpico.



Figura 7.5. Recuperador de calor entálpico rotativo

## 8. Instalaciones hídricas

---

### Instalación hidráulica

La red hidráulica deberá llevar agua a todos los receptores, a la presión y caudales adecuados, con la economía máxima posible y es una instalación que tiene una influencia importante en la eficiencia energética de un edificio. Está compuesta por un conjunto de tuberías, equipo y accesorios que permiten la conducción del agua procedente de la red municipal, hasta los lugares donde se requiera y consta de una red de agua fría y otra de agua caliente.

Los sistemas de Agua Caliente Sanitaria (ACS) son aquellos que distribuyen agua de consumo sometida a algún tratamiento de calentamiento y por ello, además de cumplir las especificaciones del Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, deben cumplir los requisitos del Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero, que establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y el Real Decreto 1120/2012, de 20 de julio que se modifica al anterior.

Se diferencia por los dispositivos que emplean las instalaciones de agua caliente, para elevar la temperatura del líquido que proviene de la red de agua fría y conducir, a partir de dichos dispositivos, el agua caliente hasta los receptores que la requieran, a la cantidad, calidad y temperatura adecuada.

## Criterios técnicos

En los circuitos de agua caliente sanitaria, los criterios de actuación se deben basar en el control de la temperatura del agua, de forma que alcance al menos 60°C en los depósitos o acumuladores finales.

El caudal instantáneo demandado por la instalación de ACS varía de forma extremadamente brusca de un instante a otro. Estas variaciones obligan generalmente a disponer de una reserva acumulada que sea capaz de compensar la demanda de un determinado momento.

El sistema más utilizado en las instalaciones de agua caliente sanitaria incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003 es el centralizado, en el cual los focos caloríficos son calderas centrales instaladas en Salas de Calderas, pudiendo funcionar mediante combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. El agua caliente sanitaria se obtiene por calentamiento indirecto en intercambiadores de calor, a donde llega un circuito primario desde la caldera, que va cediendo el calor al agua contenida en el secundario del mismo.

El sistema de producción centralizado conlleva un conjunto de instalaciones necesarias para la producción del ACS, su almacenamiento y distribución hasta los diferentes puntos de consumo (lavabos, duchas, grifos, etc.), lo que da lugar a una instalación compuesta por una serie de elementos variados, unido a una red de tuberías ampliamente ramificadas por todo el edificio, y con unas temperaturas del agua caliente tales, que el conjunto puede constituir una instalación propicia para la proliferación de Legionella.

La producción centralizada de ACS se obtiene mediante el intercambio térmico entre un fluido caliente primario y un circuito secundario recorrido por agua, que tras calentarse a la temperatura requerida, constituirá lo que denominamos agua caliente sanitaria. Para ello se emplean los llamados intercambiadores de calor, que son dispositivos utilizados para transferir energía térmica de un fluido a otro.

El intercambiador tiene la limitación técnica de que la temperatura del ACS producida depende del caudal de consumo demandado, por lo que cuando la demanda es grande, la temperatura del ACS baja. La producción centralizada de ACS con acumulación, dispone de un volumen de reserva para compensar la demanda de un determinado momento y mantener la temperatura del agua en el valor deseado.

Los sistemas de acumulación deben ser diseñados de manera que se tenga en cuenta el fenómeno de la estratificación de la temperatura del agua, con el fin de suministrar agua caliente sanitaria a una temperatura constante. El agua caliente en un depósito que está siendo consumida viene reemplazada por agua fría que normalmente entra por la parte baja del depósito y hace que su temperatura media disminuya. El agua a temperatura más elevada, por convección, se acumula en la parte superior del depósito, siendo ocupada la parte inferior del mismo por el agua fría de alimentación.

Es recomendable diseñar depósitos acumuladores de pequeño diámetro y gran altura e instalarlos en posición vertical. En caso de que se proyecten dos o más depósitos, éstos deben conectarse en serie sobre el circuito de agua caliente, ya que de esta forma la zona de agua mezclada a menor temperatura afectará principalmente al primer depósito, aunque existirá un volumen de acumulación que no es aprovechable por estar a una temperatura inferior a la mínima de uso y que, por tanto, deberá ser tenido en cuenta en el momento de calcular el volumen total de acumulación.

Un sistema de producción acumulada puede suministrar un caudal de agua caliente en un periodo de tiempo determinado que depende del volumen acumulado de agua y de su nivel de temperatura de almacenamiento. La temperatura de llegada del agua caliente sanitaria a la grifería debería ser la más próxima posible a la temperatura de utilización para evitar problemas de quemaduras por error en la maniobra de los grifos y lograr una reducción del consumo de agua caliente y del consumo de energía. Sin embargo, para prevenir el desarrollo de Legionella, se requiere calentar el agua mínimo a 60°C.

Sin embargo, el problema más grave que origina la adopción de temperaturas elevadas es el de la precipitación de algunas sales disueltas en el agua y el de la corrosión. La incrustación que se adhiere con mayor frecuencia, dependiendo de la composición del agua de aporte, es el carbonato cálcico, que se precipita de la solución bajo ciertas condiciones fisicoquímicas del agua (dureza, alcalinidad y pH) cuando ésta se calienta. La capa de carbonatos que se forma sobre las superficies de intercambio térmico, dura y homogénea, no solamente perturba la circulación del agua porque aumenta la pérdida de carga, con reducción de diámetros de tuberías, sino que también reduce el coeficiente de transmisión de calor.

La precipitación de las sales disueltas en el agua se puede ver favorecida con el aumento de la temperatura del agua, particularmente aumenta bruscamente por encima de los 50°C. Debido a la necesidad de producir agua caliente a 60°C o más, es conveniente que, si el agua fría tiene carácter incrustante puede ser sometida a un tratamiento adecuado para la prevención de incrustaciones calcáreas (por ejemplo, tratamiento de descalcificación, dosificación de inhibidores o tratamientos físicos).

En la tabla 8.1 se exponen los consumos medios anuales de agua fría por unidad de superficie.

| superficie                 | l/usuario año | m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> año |
|----------------------------|---------------|-------------------------------------|
| < 1.000 m <sup>2</sup>     | 650           | 2                                   |
| 1.000-2.000 m <sup>2</sup> | 500           | 1,9                                 |
| 2.000-3.000 m <sup>2</sup> | 350           | 1,8                                 |
| > 3.000 m <sup>2</sup>     | 200           | 1,7                                 |

Tabla 8.1. Ratios de consumo medios anuales de un centro de salud

## Red de distribución

Cuando se proyecte o efectúe una instalación de conducción de agua, se debe realizar una correcta selección del material de las tuberías y, en general, de los circuitos, puesto que hay aguas cuya composición puede ser corrosiva. Para determinar el mejor material, el proyectista debe tomar en consideración las normas UNE-EN 12499 sobre protección catódica interna y UNE 112076 acerca de la prevención de la corrosión en circuitos de agua.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores para las tuberías pueden emplearse materiales como el cobre o algunos plásticos (polietileno, polibutileno, polipropileno,...), evitando el uso del acero galvanizado, pues en función de la composición química del agua, se pueden presentar procesos de corrosión a partir de 50°C y más aceleradamente hasta los 70°C (UNE 112076).

En el diseño de instalaciones de agua, no se deben instalar tuberías de cobre que precedan a las tuberías de acero galvanizado, a fin de evitar que el cobre soluble se deposite aguas abajo sobre el acero galvanizado y cause ataques galvánicos.

Hay que diseñar un circuito de retorno, para transportar el agua de vuelta desde los puntos más alejados de la red de suministro hasta el acumulador. Su objeto es mantener un nivel aceptable de temperatura del agua caliente en toda la red de suministro, aún cuando los elementos terminales no demanden consumo durante largos periodos de tiempo y es útil para efectuar el tratamiento de la legionella. Se debe evitar el estancamiento del agua ya que favorece la proliferación de microorganismos, especialmente en tuberías de derivación, equipos y aparatos en reserva, tramos de tuberías con fondo ciego, etc. Según el CTE, tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión y en los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno. Se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o “gemelas”. El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

La temperatura en los depósitos, o al menos en el último (cuando haya varios conectados en serie) no debe disminuir de 60°C. La temperatura en los grifos y elementos terminales no debe disminuir de 50°C y como máximo se debe alcanzar en un período aproximado de 1 minuto, con el fin de evitar acumulaciones de agua estancada a temperaturas de riesgo de proliferación de bacterias. En los sistemas que disponen de válvula mezcladora, se deberá garantizar al menos 50°C antes de la propia válvula. Esta temperatura es un compromiso entre la necesidad de ofrecer un nivel de temperatura aceptable para el usuario, para prevenir el riesgo de quemaduras, y la de alcanzar una temperatura suficiente para reducir la multiplicación de la bacteria.

## Sistema de distribución hidráulico

En instalaciones con distribución hidráulica, la energía necesaria llega a los equipos terminales en forma de agua fría para refrigeración, agua caliente para calefacción y ACS. Los caudales de agua destinados a este cometido deben ser los correctos, sin sobrecaudales y sin subcaudales. Es por ello que hay que conseguir que lleguen a todos los elementos consumidores los caudales de diseño, realizando un adecuado equilibrado de la instalación. El RITE establece la necesidad de equilibrado de las instalaciones hidráulicas, único medio para conseguir que circulen los caudales de diseño por todos y cada uno de los terminales.

El sobredimensionado de la altura manométrica de la bomba a caudal constante supone un aumento importante en el consumo, por lo que conviene considerar siempre la utilización de un variador de frecuencia aunque la instalación no sea a caudal variable. Las instalaciones a caudal variable de agua permiten un ahorro muy importante en los costes de bombeo en comparación con las de caudal constante del orden del 50%.

Si, además, se coloca el sensor de presión diferencial en el centro de la distribución, el ahorro es aún mayor, aunque hay que determinar la ubicación para que la instalación pueda funcionar sin pérdida considerable de prestaciones.

## Energía solar térmica para agua caliente

En la actualidad la energía solar térmica ofrece una solución idónea para la producción de agua caliente sanitaria, al ser una tecnología completamente madura y rentable. Entre las razones que hacen que esta tecnología sea muy apropiada para este tipo de usos, cabe destacar los niveles de temperaturas que se precisan alcanzar (entre 40°C y 45°C), coinciden con los más adecuados para el buen funcionamiento de los sistemas solares estándar que se comercializan en el mercado, además de su uso ininterrumpido en el centro de salud durante todo el año.

Con los sistemas de energía solar térmica hoy en día se llega a cubrir el 100% de la demanda de agua caliente durante el verano y entre el 50% y el 80% del total a lo largo del año, porcentaje que puede ser superior en zonas con muchas horas de sol al año, como por ejemplo el sur de España.



Figura 8.1. Instalación energía solar térmica sobre cubierta

## Grifería de bajo consumo

Una importante medida de ahorro de agua en un centro sanitario, es la utilización de grifos de bajo consumo, que suelen llevar un filtro para evitar salpicaduras (rompeaguas o aireadores), disponiendo de tecnologías punteras, como los perlizadores y eyectores, que reducen el consumo de agua un mínimo del 50% en comparación con los equipos tradicionales, y que aportan otras ventajas, como una mayor eficacia con los jabones, por su chorro burbujeante y vigoroso, a la vez que son anticalcáreos y antibloqueo.

Las tecnologías existentes permiten acelerar el agua y crear turbulencias sin aportación de aire en los cabezales de ducha, lo cual mejora el confort al generar una sensación de hidro-masaje por turbulencias, consumiendo mucha menos agua que con los sistemas tradicionales de masaje por cantidad y presión de agua, economizando hasta el 65% del agua que consumen algunos equipos. Variando la salida del agua mediante múltiples chorros muy finitos o perlizadores de altas prestaciones, se pueden disminuir los consumos de agua a caudales de 4 l/min, incluso 2 l/min, lo que puede suponer hasta un 75% de los consumos habituales.

En la Figura 8.2, se observa las curvas comparativas del consumo de un equipo tradicional y otros economizadores, domésticos (*Sanicus*) y profesionales (*Long Life*) [29].

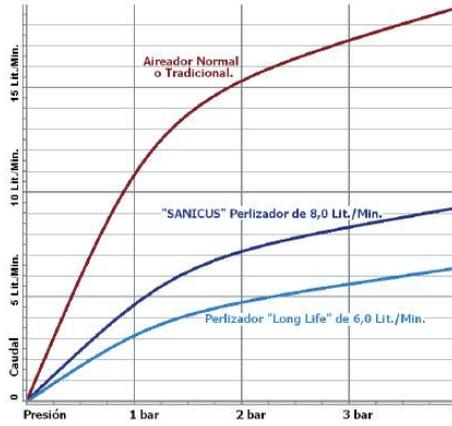


Figura 8.2. Consumos de griferías normales y ecológicas con perlizadores.



## 9. Ventilación

---

### Ventilación

La ventilación sustituye el aire interior contaminado por el exterior, en general más limpio, aunque no siempre en las condiciones deseables. Aunque una ventilación excesiva conlleva un consumo energético innecesario, la renovación insuficiente del aire de un centro de salud fomenta el desarrollo de enfermedades, pudiendo dar lugar a lo que actualmente se denominan *edificios enfermos*.

Mediante la sustitución del aire se consigue aportar oxígeno, eliminar humos de combustión, eliminar olores, renovar el aire en el caso de fugas de gases, eliminar el aire sobrecalentado y evitar las condensaciones.

Sin embargo, todos estos efectos favorables llevan acarreados dos aspectos negativos: la pérdida de energía en la invertida en el aire ya acondicionado pero contaminado que se expulsa y la entrada de ruido desde el exterior a través de los huecos de ventilación, incrementando por tanto el ruido de fondo del edificio.

### Calidad de aire ambiental

Los sistemas de climatización de un ambiente sanitario deben asegurar el control de la temperatura y la humedad ambiental dentro de rangos de confort, controlar la presencia de olores, evitar la dispersión incontrolada de contaminantes y proteger a los usuarios frente a la presencia de biocontaminantes ambientales.

Si en cualquier edificio la climatización es una instalación importante para asegurar unas buenas condiciones de habitabilidad, en un centro sanitario, es una instalación crítica que si no está bien diseñada, mantenida y operada puede dar lugar a la aparición de infecciones que siempre suponen un grave inconveniente y que en un cierto porcentaje acaba la muerte de los pacientes.

Las técnicas a aplicar para controlar los contaminantes en centros de salud consisten en el control por dilución mediante la ventilación con aire limpio, la purificación del aire mediante la filtración física (sistema pasivo) o el empleo de sistemas de eliminación activa de contaminantes como la radiación UV o la fotocatalisis. Además hay que extremar la higiene para evitar la proliferación y dispersión de contaminantes y garantizar el control de contaminantes en los focos de generación mediante flujos de aire controlado.

## Humedad

Además de la influencia de la humedad en el confort de los usuarios, es importante valorar el hecho de que la temperatura y la humedad ambiental también afecta a la tasa de infecciones nosocomiales. Los microorganismos perviven mas tiempo en condiciones de humedad extrema en ambos sentidos, es decir en ambientes muy secos o muy húmedos [30].

Diversos estudios nos muestran que un rango de humedad relativa ambiental entre el 40% y 60% es el más adecuado para minimizar la pervivencia ambiental de la mayoría de los microorganismos y virus, como se puede observar en el gráfico de la figura 9.1.

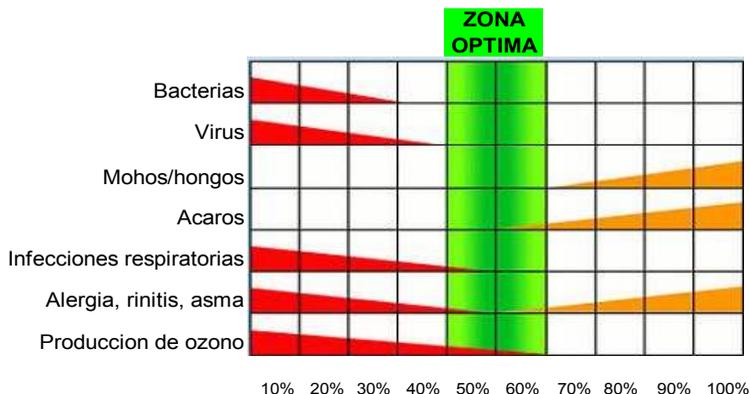


Figura 9.1 Relación entre la humedad relativa y la proliferación de contaminantes. Fuente: Ashrae

Por otra parte un ambiente muy seco puede reseca las vías respiratorias de los usuarios retirando la capacidad natural de retención de partículas por la capa húmeda interna de los tejidos y por tanto incrementa la probabilidad de infecciones respiratorias. Además, un ambiente muy húmedo permite la pervivencia durante más tiempo de los aerosoles líquidos en suspensión al no ser posible secarse fácilmente.

## Filtración

La filtración mecánica permite la retención física de contaminantes en un elemento filtrante que se inserta en la corriente de aire. El filtro debe ser capaz de retener la contaminación procedente del exterior y la contaminación generada en el interior por las actividades de las personas o procedente de materiales, instalaciones u otros focos. La calidad de los filtros la especifica la norma UNE-EN-779 para filtros convencionales y la UNE -EN-1822-1 para filtros especiales.

El nivel de filtración del aire exterior, viene determinado por la calidad del aire exterior, que el Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican

determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios divide en 3 niveles.

El aire exterior de ventilación, se debe introducir filtrado en el edificio y la calidad del aire exterior (ODA) se clasifica de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo con polen).
- ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y/o de partículas (ODA 3P).

En un centro de salud se considera en función del uso del edificio, que la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se debe alcanzarse como mínimo IDA 1 (aire de óptima calidad) en las zonas asistenciales, salas de curas y salas de intervenciones menores e IDA 2 (aire de buena calidad) en la zona de oficinas, zonas comunes, sala juntas, radiología básica,... La Tabla 9.1 resume los cuatros métodos de cálculo que permite el RITE para alcanzar la categorías de aire IDA 1 e IDA 2.

| Categoría | Tasa de ventilación por persona<br>(L/s) | Método olfativo (CR 1752)<br>(dp) | Concentración CO <sub>2</sub> (sobre aire EXT)<br>(ppm) | Tasa de ventilación por unidad de superficie<br>(L/[s·m <sup>2</sup> ]) |
|-----------|--|-----------------------------------|---|---|
| IDA 1     | 20                                       | 0,8                               | 350   | No aplicable  |
| IDA 2     | 12,5                                     | 1,2                               | 500   | 0,83  |

Tabla 9.1 Métodos de determinación de la calidad del aire interior

Las clases de filtración de partículas se establecen según la Tabla 9.2

|              | <b>IDA 1</b> | <b>IDA 2</b> | <b>IDA 3</b> | <b>IDA 4</b> |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>ODA 1</b> | F9           | F8           | F7           | F5           |
| <b>ODA 2</b> | F7+F9        | F6+F8        | F5+F7        | F5+F6        |
| <b>ODA 3</b> | F7+GF+F9     | F7+GF+F9     | F5+F7        | F5+F6        |

Tabla 9.2 Clases de filtración de partículas. Fuente RITE

La clasificación se realiza mediante ensayos en bancos de pruebas. Los filtros de clase G son para partículas gruesas y se ensayan con un polvo artificial, mientras que los de clase F son para partículas finas y se ensayan con polvo natural atmosférico.

La Norma UNE EN 13779:2008 indica que por razones higiénicas, el aire que entra debería filtrarse en dos etapas para IDA 1 e IDA 2. El primer filtro del aire que entra (prefiltro) debería ser como mínimo de clase F5, y preferentemente, de clase F7. El segundo nivel de filtración se debe efectuar con un filtro como mínimo de clase F7, y preferentemente de clase F9. Si sólo se coloca un filtro, la clase mínima requerida es F7.

Además, en los sistemas de recuperación de calor se debería proteger siempre con un filtro de clase F6 o superior. Las fugas en una sección del filtro reducen significativamente la eficiencia de filtración, por lo que es importante cumplir los requisitos de estanqueidad al aire y a las fugas en las derivaciones, que define la Norma EN 1886.

## Estrategias pasivas de ventilación

Las consecuencias de los movimientos del aire, tanto si son de ámbito geográfico (el viento) como si se producen en el interior del hábitat (la ventilación), pueden ser utilizadas como estrategia pasiva en actuaciones encaminadas a la refrigeración ambiental. Si nos centramos en la capacidad de aireación del espacio interior, las disposiciones en «ventilación cruzada», con el aprovechamiento de las diferencias de presión y temperatura entre fachadas opuestas, la colocación de chimeneas que promuevan la convección natural de corrientes de aire (inducido o no por el calentamiento del aire en el entorno del conducto), o la ubicación de patinillos en zonas interiores de la vivienda, consiguen el saneamiento e higiene del alojamiento por renovación del aire y proponen sistemas efectivos que mitigan los efectos del sobrecalentamiento de los habitáculos.

Las chimeneas solares son dispositivos que permiten ventilación convectiva. Se utiliza la radiación solar para calentar aire de tal manera que, al subir, escape al exterior, teniendo que ser sustituido por aire más frío, lo cual provoca una renovación de aire. En la figura 9.2 se puede observar el efecto producido por una chimenea solar.

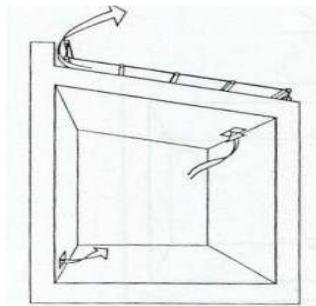


Figura 9.2. Chimenea solar

Las chimeneas eólicas son dispositivos que permiten recoger los vientos dominantes y los pone a circular en el interior del edificio, a través de un espacio

habitado. El problema fundamental es que no se garantiza la necesaria renovación de aire en el edificio, debido a la falta de continuidad en su funcionamiento. En la figura 9.3 se puede observar un extractor eólico.



Figura 9.3. Extractor eólico

También se puede recurrir a estrategias denominadas de enfriamiento latente o *enfriamiento evaporativo*, y que consisten en reunir las prestaciones que se pueden obtener del movimiento del aire y del concurso del agua. Si hacemos pasar una corriente de aire seco por una zona húmeda, bien sea por la presencia de vegetación o por la ubicación de fuentes o estanques, el aire se humectará –con lo que ganará en calidad– y se enfriará, con lo que contribuirá a bajar unos grados la temperatura ambiente. Sin embargo, en centros de salud hay que ser prudente con estas técnicas y minimizar las posibilidades de contaminación por legionela.



## 10. Bibliografía

---

- [1] IDAE. “Plan de ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020”. España. 2011.
- [2] GARCÍA SANZ-CALCEDO J. *Análisis del potencial de ahorro energético en Centros de Salud*. *Revistaesalud* 7-27 (2011) p. 1-10.
- [3] IDAE. Guía Técnica de Eficiencia Energéticas en iluminación: Hospitales y Centros de Atención Primaria. 2001.
- [4] SISTEMA NACIONAL DE SALUD. Sistema de información de Atención Primaria. Informe resumen Actividad Asistencial Atención Primaria 2007-2008. Madrid (2009).
- [5] FERRER ARAGÜELES, J.L.; PERAL, D. *El Centro de Salud. Su evolución en Extremadura*. *Revista de Estudios Extremeños* 63 (2007) 73-104.
- [6] GARCÍA SANZ-CALCEDO, J.; CUADROS, F.; LÓPEZ-RODRÍGUEZ, F. *La auditoría energética: Una herramienta de gestión en Atención Primaria*. *Gaceta Sanitaria* 25-7 (2011) 549-551.
- [7] PRITCHARD, P.; LOW, K.; WHALEN, M.; *Management in General Practice*. Spanish Institute for Health. Spain 1990.

- [8] HUANG, Y.L.; MCLAUGHLIN, C.P. *Relative efficiency in rural primary health care: an application of data envelopment analysis*. Health Service Research, 24 (1989) p. 143-158.
- [9] GARCÍA SANZ-CALCEDO, J.; GARRIDO, S.; PÉREZ, C.; LÓPEZ, F.; *Gestión Energética en Servicios de Salud*. Revista Ingeniería Hospitalaria 34 (2007) p. 31-38.
- [10] PALACIO, F.; MARQUET, R.; OLIVER, A. et al. *Las expectativas de los pacientes: ¿qué aspectos valoran en un centro de salud?: Un estudio cualicuantitativo*. Atención Primaria 31-5 (2003) 307-314.
- [11] HEYER VARGAS I; QUINLAN ESPINOZA, R. *Guía de Planificación y Diseño de Espacios Asistenciales para elAdulto Mayor*. Aspectos de Accesibilidadal Medio Físico y Diseño Universal 2000.
- [12] GARCÍA SANZ-CALCEDO, J.; CUADROS, F.; LÓPEZ, F.; RUIZ, A. *Influence of the number of users on the energy efficiency of Health Centers*. Energy and Building 43-7 (2011) p. 1.544-1.548.
- [13] REY MARTÍNEZ, F.; VELASCO GÓMEZ, E. *Eficiencia energética en edificios. Certificación y Auditorías Energéticas*. Thomson 2006.
- [14] INSALUD. Especificaciones para la redacción de proyectos de reforma, rehabilitación, ampliación o nueva planta de centros de salud. Servicio de Estudios y Proyectos. 1996
- [15] FRUTOS, B. M.OLAYA, M. *El sistema de fachada trasventilada como elemento de contribución al control de la transferencia de energía en el cerramiento del edificio*. Frío, calor y aire acondicionado, nº 372, 2005, p. 42-44

- [16] MARTÍN CHILAVET, N. *Los módulos fotovoltaicos en la edificación: posibilidades y directrices de diseño*. Técnica Industrial 296. P. 26-35. 2011.
- [17] GUILLÉN FONSECA, M. *Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional*. Revista Cubana de Enfermería v.22 n.4. 2006.
- [18] BRUCE S. FAIRBANKS, EDUARDO MONTERO ET AL. *Eficiencia energética: estrategias aplicadas en el nuevo edificio de las Consejerías de Mérida (España)*. Informes de la Construcción Vol. 59, 505, 5-20, 2007.
- [19] LEIRO, A; MATEO, B; GARCÍA, H; LLORENTE, S. *Ensayos para la caracterización de las bentonitas utilizadas en la fabricación de las barreras geosintéticas arcillosas*. Ingeniería Civil Vol. 161. p. 111-127. 2011.
- [20] UNIÓN EUROPEA. *Guía técnica de iluminación eficiente para los sectores residencial y terciario*. Intelligent energy. 2009.
- [21] IDAE. *Guía Técnica para el Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*. 2005.
- [22] SCHNEIDER. *Guía de diseño de instalaciones eléctricas según normas internacionales IEC*. 2008.
- [23] ATECYR. *Auditorias energéticas en edificios*. Madrid, 2010.
- [24] SZKLO, A.S.; SOARES, J.B.; TOLMASQUIM, M.T. *Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital*

- sector*. Energy Conversion and Management. 45 (2004) p. 2.075-2.091.
- [25] ASHRAE - Guideline 4. Preparation of Operating and Maintenance Documentation for Building Systems. 1993.
- [26] ATECYR. Sistema de climatización. DTIE 9-05. Madrid, 2009.
- [27] ATECYR. Relación entre el edificio y el sistema de climatización. DTIE 9-02. Madrid, 2001.
- [28] IDAE. Guía técnica de mantenimiento de instalaciones térmicas. 2007.
- [29] RUIZ MOYA, L. Sistemas de ahorro de agua y energía. Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales. Tecnología, Ecología e Hidroeficiencia, S.A. 2010
- [30] ATECYR. Instalación de climatización en hospitales. DTIE 1.06. Madrid 2012.

Títulos publicados de la serie

“Eficiencia Energética y Energías Renovables en la Frontera Hispano-Lusa. 2014”:

- 1. CULTIVOS ENERGÉTICOS EN EXTREMADURA.
- 2. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EMPRESAS DEL SECTOR AGROALIMENTARIO.
- 3. SERVICIOS ENERGÉTICOS.
- 4. APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO GANADERO.
- 5. DISEÑO DE CENTROS SANITARIOS EFICIENTES.
- 6. MANTENIMIENTO EFICIENTE DE EDIFICIOS.
- 7. LA MOVILIDAD EN BADAJOZ.
- 8. OFERTA Y DEMANDA DE TRANSPORTE EN EXTREMADURA.
- 9. FORMACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EXTREMADURA.