



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

**AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL
HOSPITAL DE ALTA
RESOLUCIÓN (HAR) DE
BENALMÁDENA**

Alumno: Víctor Begara Narváez

Tutor: Prof. D. Blas Ogayar Fernández
Dpto: Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2014



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don BLAS OGAYAR FERNÁNDEZ , tutor del Proyecto Fin de GRADO titulado: AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL HOSPITAL DE ALTA RESOLUCIÓN (HAR) DE BENALMÁDENA, que presenta VÍCTOR BEGARA NARVÁEZ, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, SEPTIEMBRE de 2014

El alumno:

Los tutores:

VÍCTOR BEGARA NARVÁEZ

BLAS OGAYAR FERNÁNDEZ

Índice

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Antecedentes	7
1.2. Objeto del Trabajo Fin de Grado	8
1.3. Estructura.....	8
1.4. Alcance	9
1.5. Localización	9
1.6. Auditoría Energética	10
1.7. Centro Hospitalario: Hospital de Alta Resolución de Benalmádena (HAR)	12
1.7.1. Historia.....	12
1.7.2. Características.....	13
1.7.3. Actividades Desarrolladas	13
1.7.4. Características del edificio.....	13
1.7.5. Descripción del edificio	15
2. NORMATIVA.....	17
2.1. Norma UNE 216501:2009 – Auditorías Energéticas	17
2.1.1. Introducción	17
2.1.2. Definición	18
2.1.3. Objetivos.....	18
2.1.4. Alcance	19
2.1.5. Descripción	19
2.1.6. Estructura	20
2.1.7. Requisitos	21
2.1.7.1. Ámbito y alcance técnico de la Auditoría	21
2.1.7.2. Metodología	22
2.1.7.2.1. Generalidades.....	22
2.1.7.2.2. Estado de las instalaciones.....	22
a) Análisis de los suministros energéticos	22
b) Análisis de los procesos de producción.....	24
c) Análisis de las Tecnologías horizontales y servicios	25
d) Medición y recogida de datos	26
2.1.7.2.3. Realización de una contabilidad energética.....	28
2.1.7.2.4. Análisis de propuestas de mejora	29
a) Desarrollo de mejoras.....	30
b) Concatenación de mejoras	30

c) Recomendaciones y buenas prácticas	31
2.1.7.3. Informe de Auditoría Energética	31
2.1.8. Relación con otras normas de gestión energética.....	32
2.1.9. Conclusiones. Proyectos Piloto	33
3. ANÁLISIS DE SUMINISTROS ENERGÉTICOS.....	34
3.1.1. Electricidad	34
3.1.1.1. Suministro de Energía Eléctrica.....	34
3.1.1.2. Abastecimiento de electricidad	36
3.1.1.3. Consumo eléctrico y Potencia contratada.....	40
3.1.2. Gas Natural.....	42
3.1.3. Gasóleo	42
3.1.4. Otros suministros.....	42
3.1.4.1. Agua.....	42
4. CONTABILIDAD ENERGÉTICA	43
4.1. Cuadro CED-N-1 (Sótano -1).....	45
4.2. Cuadro CED-N00 (Planta 0)	47
4.3. Cuadro CED-N01 (Planta 0)	50
4.4. Cuadro CED-N+1 (Planta 1)	52
4.5. Cuadro CE-G (Sótano -2)	56
4.6. Cuadro CE-G (Sótano -3)	58
4.7. Energía Total Consumida	58
5. ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES	60
5.1. Introducción	60
5.2. Iluminación.....	63
5.2.1. Iluminación de emergencia.....	65
5.2.1.1. Luminaria de emergencia y señalización mod. Argos N6S de Daisalux, 1h.....	66
5.2.1.2. Luminaria de emergencia y señalización mod. Argos 3N4 de Daisalux, 3h	67
5.2.2. Halógenas.....	68
5.2.2.1. Proyector con lámpara halógena de 150 W	68
5.2.2.2. Downlight halógeno de 20 W	68
5.2.2.3. Downlight halógeno de 50 W	68
5.2.3. Fluorescentes Compactos	69
5.2.3.1. Downlight con 2 PL-C de 26 W	69
5.2.3.2. Downlight Adosado Point con 2 PL-C de 26 W.....	70
5.2.3.3. Downlight con TC-2x26 W	70
5.2.3.4. Luminaria con 1 PL-C de 26 W	71

5.2.3.5.	Luminaria con 2 PL-C de 26 W	71
5.2.4.	Fluorescentes Tubulares	71
5.2.4.1.	Luminaria TL5-14W HF-P-D6	72
5.2.4.2.	Luminaria TL5-28W /-HF-P-D6	72
5.2.4.3.	Luminaria TLD-14W	72
5.2.4.4.	Luz de tranquilidad nocturna.....	73
5.2.4.5.	Luminaria estanca 2x36W I de Philips con 2 T.F. de 36W	74
5.2.4.6.	Luminaria estanca (-30°C) Chambery para un TL-D de 36W para cámaras frigoríficas	74
5.2.4.7.	Luminaria estanca 1x36W I de Philips con 1 T.F. de 36W	74
5.2.4.8.	Luminaria estanca 1x36W I de Philips con 1 T.F. de 18W	74
5.2.5.	Otros	75
5.2.5.1.	Aplique de pared con una lámpara fluorescente de 26W	75
5.3.	Instalaciones de climatización, calefacción, A.C.S., acondicionamiento y tratamiento de aire.....	75
5.3.1.	Instalaciones de climatización, calefacción, A.C.S.....	75
5.3.1.1.	Central producción de agua fría.....	76
5.3.1.2.	Central producción de agua caliente.....	78
5.3.1.3.	Sistema de bombeo	81
5.3.1.4.	Redes de Distribución	82
5.3.2.	Instalaciones de acondicionamiento y tratamiento de aire	83
5.3.2.1.	Climatizadores: UTA's, elementos auxiliares y salas.....	83
5.3.2.2.	Extractores, fan-coils, unidades partidas	85
5.3.2.3.	Modos de funcionamiento del aire acondicionado y calefacción	87
6.	PROPUESTAS DE MEJORAS	90
6.1.	Introducción	90
6.2.	Optimización del suministro eléctrico.....	90
6.3.	Iluminación.....	96
6.3.1.	Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos (On/Off y Regulables)	97
6.3.2.	Lámparas de descarga	99
6.3.3.	Lámparas fluorescentes compactas	99
6.3.4.	Lámparas LED	100
6.3.5.	Sustituciones de luminarias	103
6.3.6.	Aprovechamiento de la luz natural	103
6.3.7.	Plan de Mantenimiento	103
6.3.8.	Zonas exteriores y letreros luminosos	104

6.3.9.	Sistema de control y regulación (control horario, de presencia y de luminosidad combinado con presencia).....	105
6.3.9.1.	Exteriores	106
6.3.9.2.	Interiores	108
6.4.	Climatización.....	112
6.4.1.	Mejoras de las características constructivas	112
6.4.2.	Control y regulación.....	114
6.4.3.	Free-cooling.....	116
6.4.4.	Aprovechamiento de calor de los grupos de frío	118
6.4.5.	Aprovechamiento del aire de ventilación	119
6.4.6.	Máquinas termodinámicas polivalentes	119
6.4.7.	Optimización del rendimiento de las calderas	120
6.4.8.	Calderas de baja temperatura y calderas de condensación.....	121
6.4.9.	Sustitución de gasóleo por gas natural.....	121
6.5.	Agua Caliente Sanitaria (A.C.S)	122
6.6.	Energía Solar Térmica	124
6.6.1.	Posibilidades de ahorro	125
6.6.2.	Instalaciones solares térmicas.....	126
6.6.3.	Aplicaciones de la energía solar térmica	127
6.6.3.1.	Producción de ACS con energía solar térmica	128
6.7.	Distribución Hidráulica	128
6.7.1.	Variadores de frecuencia.....	129
6.7.1.1.	Evitar sistemas de bombeo sobredimensionados.....	130
6.8.	Gestión y mantenimiento energético del edificio	132
6.8.1.	Mantenimiento	132
6.8.2.	Sistemas de gestión	133
6.8.3.	Optimización de la estructura física de los edificios	133
6.9.	Plan de sensibilización de empleados	134
7.	RESUMEN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAS	137
7.1.	Iluminación.....	137
7.2.	Calderas.....	138
7.3.	Climatización.....	138
7.4.	Motores en climatización, circulación de agua, bombas, etc.....	138
7.5.	Cuadro resumen con ahorro estimado	140
8.	ANEXOS	141
9.	PLANOS.....	146

ÍNDICE DE TABLAS	158
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	160
BIBLIOGRAFÍA	161

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Los hospitales son un grupo de edificios particularmente intensivos en el consumo de energía debido a que deben estar operativos las veinticuatro horas del día y los 365 días del año, y además por la constante necesidad de disponibilidad de suministro, equipamiento médico, requisitos especiales de climatización y calidad del aire y control de enfermedades.

Para un buen estudio energético de los centros dedicados al sector sanitario, tanto de los hospitales como de las clínicas, es necesario conocer los distintos aspectos que determinan que elementos son los más importantes para la mejora de la eficiencia energética. Esto provoca que se puedan mejorar el aprovechamiento de los recursos y haya un ahorro en el consumo energético.

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), los hospitales son los edificios de uso terciario de mayor gasto energético. La calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, climatización, iluminación, ofimática, etc... suponen un considerable consumo de energía

La demanda energética crece en paralelo al desarrollo económico y esto ha provocado un aumento exponencial de la energía consumida en el pasado siglo, que ha sido posible gracias al aprovechamiento de los combustibles fósiles para la generación de energía, pero al ritmo actual de consumo, estos combustibles fósiles se terminarán en las próximas décadas, por lo que se deben implantar medidas para utilizar la energía de fuentes renovables.

El aumento de los costes de la energía, así como el mayor consumo de esta, han provocado que la eficiencia energética sea un tema muy importante para los proyectistas de nuevos centros hospitalarios, además de los hospitales ya existentes, con la finalidad de reducir el consumo de energía para ahorrar en costes de funcionamiento, pero siempre sin afectar al confort o a la calidad.

1.2. Objeto del Trabajo Fin de Grado

- Conocer la situación energética actual, así como el funcionamiento y eficiencia de los equipos e instalaciones.
- Inventariar los principales equipos e instalaciones existentes.
- Realizar mediciones y registros de los principales parámetros eléctricos, térmicos y de confort.
- Analizar las posibilidades de optimización del suministro de combustibles y energía eléctrica.
- Analizar la posibilidad de instalar energías renovables.
- Proponer mejoras y realizar su evaluación técnica y económica.

Una vez que se haya estudiado el hospital energéticamente hablando, se recomendarán las posibles acciones a llevar a cabo para mejorar y optimizar el consumo de energía.

En este proyecto se siguen las normativas UNE 216501:2009, del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, Norma UNE 10030 para la Prevención y Control de la Proliferación y Diseminación de la Legionella, así como otras Leyes o Real Decretos.

El objeto de estudio de esta auditoría energética es un Centro Hospitalario que está situado en la provincia de Málaga, concretamente en la localidad de Benalmádena.

1.3. Estructura

1. Introducción del proyecto sobre el campo de estudio a tratar.
2. Analizar los consumos energéticos del Hospital durante un periodo de tiempo, analizando facturas mensuales de los suministros de energía, que en este caso son, electricidad, gas natural y gasóleo.
3. Analizar las instalaciones y equipos consumidores. Los usos energéticos del hospital se clasifican en:
 - a. Iluminación
 - b. Climatización
 - c. Distribución Hidráulica

d. Agua Caliente Sanitaria (ACS)

e. Equipos

4. Realizar un estudio global de la contabilidad energética de las instalaciones.
5. Propuestas de mejoras para el ahorro energético que se puede ofrecer en la instalación, así como de posible implantaciones de energías renovables para reducir el gasto en energía.
6. Y por último, un resumen de todas las medidas de ahorro y un balance sobre estas últimas, para saber si es posible su implantación en el centro hospitalario.

1.4. Alcance

El ámbito físico incluido en este proyecto incluye todas las instalaciones existentes en el centro hospitalario, tanto instalaciones de climatización, como instalaciones eléctricas o hidráulicas.

El hospital está constituido por

- Sótano 3
- Sótano 2
- Sótano 1
- Planta Baja
- Planta Primera
- Planta Segunda
- Planta Tercera

El alcance de esta auditoría energética contemplará tanto el estudio como el análisis de las condiciones de contratación de los suministros energéticos.

1.5. Localización

El Hospital de Alta Resolución de Benalmádena se halla situado en el municipio de Benalmádena, en la Avenida Arroyo Hondo S/N, junto a la avenida Cibeles.



Ilustración 1: Plano de situación (Fuente: Google Earth)



Ilustración 2: Plano de emplazamiento (Fuente: Google Earth)

1.6. Auditoría Energética

La auditoría energética se define como un procedimiento sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos en una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico. Dichas valoraciones suponen generalmente mejoras en la calidad de los servicios prestados, mejoras económicas y mejoras medioambientales.

Las auditorías energéticas son herramientas que permiten a las organizaciones conocer su situación respecto a su uso de energía y, por el hecho de realizarse de forma distinta según los sectores, las empresas y los países, requieren de una normalización que permita hacer comparables los resultados obtenidos.

Estas auditorías sirven para el establecimiento posterior de los sistemas de gestión energética de las organizaciones, aunque no es necesario para este establecimiento el haber realizado anteriormente una auditoría energética.

Por lo tanto, sirven para detectar las operaciones dentro de los procesos que pueden contribuir al ahorro y la eficiencia de la energía primaria consumida, así como para optimizar la demanda energética de la instalación.

Estas contemplan el uso y la diversificación de las fuentes energéticas incluyendo la optimización por cambio de combustible.

La finalidad de estos proyectos son el estudio de los diferentes edificios, la reducción del consumo energético manteniendo el mismo nivel de confort, la seguridad y la salud de todos aquellos que lo ocupan.

Más allá de identificar las fuentes de consumo energético, se pretende establecer una prioridad en el uso de la energía, cuantificando de mayor a menor las medidas de ahorro energético en función de su coste y efectividad.

Las auditorías energéticas deben evaluar las características estructurales de los edificios, incluyendo paredes, techos, suelos, puertas y ventanas. Para cada uno de estos elementos se mide la resistencia al flujo de calor y el ratio de infiltración de aire, que está afectado por la calidad del sellado de puertas y ventanas. Además estudian la eficiencia de las instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado de los edificios.

En resumen, una auditoría energética deben analizar los siguientes puntos:

- Análisis de las características del edificio y su utilización, incluyendo los equipos instalados y las facturas de los consumos energéticos.
- Análisis de las condiciones de utilización reales.

- Comprensión del comportamiento de los edificios y su interacción con el clima, su ocupación y horario de utilización.
- Selección y evaluación de las medidas de conservación de la energía.
- Estimación del potencial de ahorro energético.

Hay dos aspectos fundamentales a contemplar en una auditoría energética:

- Optimización de instalaciones
- Optimización de la tarifa eléctrica

1.7. Centro Hospitalario: Hospital de Alta Resolución de Benalmádena (HAR)

1.7.1. Historia

La Agencia Sanitaria Costa del Sol es una organización pública sanitaria que pertenece a la Junta de Andalucía y depende de la Consejería de Salud y Bienestar Social. Es parte integrante del Sistema Sanitario Público de Andalucía junto al Servicio Andaluz de Salud (SAS), al resto de Agencia Públicas Sanitarias y otras instituciones responsables de la formación, la calidad, la innovación.

El Hospital de Alta Resolución de Benalmádena atiende a la población de esta localidad, censada en la misma fecha en 63.788 (+3,92% respecto a 2010).

El Hospital de Alta Resolución de Benalmádena es uno de los centros de estas características que se han construido en Andalucía con objeto de mejorar la asistencia especializada. Este proyecto, pretende acercar los servicios sanitarios especializados a la población con el objetivo de que ningún andaluz se encuentre a más de 30 minutos de un centro hospitalario, así como contribuir a consolidar las garantías de plazos máximos de respuesta establecidas en Andalucía para consultas externas, pruebas diagnósticas e intervenciones quirúrgicas gracias a la elevada capacidad resolutive de este tipo de hospitales.

Esta nueva red de hospitales se ha impulsado bajo criterios de gestión innovadora, más eficiente, basada en el uso de las nuevas tecnologías, la continuidad asistencial y las consultas por acto único.

1.7.2. Características

El Hospital de Benalmádena se encuentra situado en el Arroyo de la Miel, en Avda Arroyo Hondo y C/Cibeles. Se trata de un lugar con buenas comunicaciones ya que gran parte de sus límites son viales públicos, pudiendo considerarse adecuadas.

El Hospital se ubica en una parcela con forma muy irregular, con 35.304 m², siendo la superficie construida de 7.980 m². Es una parcela calificada como Equipamiento Sanitario Público dentro del Plan Parcial SP-4. La dotación de infraestructuras es acorde con el nivel de edificio hospitalario.

1.7.3. Actividades Desarrolladas

El Hospital consta de una serie de áreas funcionales que a continuación se exponen:

- Unidad de hospitalización convencional
- Bloque Quirúrgico
 - Área de Urgencias, que en época estival ve incrementada su superficie debido a que aumenta la demanda de este servicio. El área de urgencias se divide en :
 - Área de recepción de pacientes
 - Área de familiares
 - Área de asistencias, con zona de triaje, sala de emergencias, sala de espera de enfermos clasificados, zona de sillones de atención polivalente, sala de yesos, sala de curas y control de enfermería
 - Área de control y apoyo, con baños, almacenes, basura, etc.
- Consultas externas y exploraciones funcionales
- Diagnóstico por imagen

1.7.4. Características del edificio

La planta principal, planta baja del edificio, es donde se desarrolla todo el “ámbito del usuario”.

A la derecha del pasillo clínico, de sur a norte, se ubican las áreas de diagnóstico, las áreas de tratamiento y las áreas de soporte asistencial. En el lateral oeste del pasillo clínico se apoya la unidad de hospitalización especial que adopta forma semicircular.

El esquema de la planta responde a una estructura de peine, aunque la zona sur adopta forma de abanico. Los extremos de estos cuerpos en abanico están ocupados por el vestíbulo principal y por el área de urgencias, quedando entre estas todo el área de diagnóstico y la zona de radiología.

El edificio desarrolla su actividad asistencial ocupando el total de la planta baja, aunque existe otra planta sobre parte de esta y bajo rasante dos plantas (sótanos) comunicadas entre sí por el núcleo vertical clínico. Existe además un núcleo específico para visitantes que permite acceder a las cafeterías situadas en el nivel sótano 1, que en estos momentos se encuentra cerrada y a la cubierta del edificio, con acceso peatonal por el extremo norte.

El cuerpo norte del edificio, alberga las unidades de gestión en dos de sus niveles. Dispone de núcleo vertical de acceso peatonal desde la carretera nacional.

La planta primera repite el esquema de eje clínico de la planta baja, los tres módulos de forma rectangular son destinados a zonas de instalaciones y espacio disponible.

En la planta sótano 1 se encuentra la cafetería, lencería, laboratorios y vestuarios, cuenta también con un espacio disponible

La planta sótano 2 se destina a almacén general, cocinas, mortuorio, residuos y al conjunto de las instalaciones. En este nivel existe una zona de carga y descarga semicubierta.

En la planta sótano 3, hay tres aljibes para almacenar agua potable y utilizarla en caso de corte de suministro.

Aprovechando la topografía del terreno se ubican los aljibes bajo este nivel, con acceso directo a las salas de bombas desde la central de frío.

Como se puede observar en las siguientes tablas, el hospital tiene mucho espacio sin utilizar, debido a que muchas partes se encuentran sin terminar para en un futuro hacer una ampliación.

1.7.5. Descripción del edificio

PLANTA SÓTANO 3	
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (M2)
ALJIBE I	80
ALJIBE II	83
ALJIBE III	52

PLANTA SÓTANO 2	
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (M2)
COCINA I	106
COCINA II	170
VESTUARIO	458
RESIDUOS	51
CENTRO TRANSFORMACIÓN	214
CENTRAL TÉRMICA	58
C. FRIO/CALOR	224
SECCIÓN MANTENIMIENTO	88
FARMACIA	235
DISPONIBLE	350

PLANTA SÓTANO 1	
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (M2)
CAFETERÍA	550
LABORATORIO	200
VESTUARIO I	111
VESTUARIO II	77
VESTUARIO III	75
CONTROL DE DATOS	217

PLANTA BAJA	
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (M2)
CONSULTAS EXTERNAS-ADMISIÓN	2219
CONSULTAS EXTERNAS-URGENCIAS	2019
QUIRÓFANO	503
SALÓN DE ACTOS	81
SALAS DE FORMACIÓN	264
UNIDAD ESPECIAL	1991

PLANTA PRIMERA	
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (M2)
DISPONIBLE	426
DISPONIBLE	159
DISPONIBLE	109
DISPONIBLE	300
DIRECCIÓN	112
SALA CLIMATIZADOR I	83
SALA CLIMATIZADOR II	83

PLANTA SEGUNDA	
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (M2)
DIRECCIÓN-ADMINISTRACIÓN	244

PLANTA TERCERA	
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (M2)
DISPONIBLE-DIRECCIÓN	178

Tabla 1: Descripción del edificio

2. NORMATIVA

2.1. Norma UNE 216501:2009 – Auditorías Energéticas

2.1.1. Introducción

La política energética actual persigue los tres objetivos siguientes: garantizar la seguridad en el abastecimiento (mediante el ahorro de energía y la diversificación de fuentes energéticas), aumentar la competitividad de las economías, promover la sostenibilidad ambiental y luchar contra el cambio climático.

La competitividad de las organizaciones necesita de la reducción de la intensidad energética que va asociada a los temas de mejora de la eficiencia y ahorro energético que, a su vez, disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero que producen el cambio climático. Por otra parte el aumento de la eficiencia y ahorro energético disminuye la dependencia energética.

En el marco de la Unión Europea, los estados miembros se comprometieron a reducir para 2020 el consumo de energía primaria en un 20% respecto a las proyecciones previstas respecto al año 1990 así como las emisiones de gases efecto invernadero. La Comisión Europea en su Comunicado de 13 de noviembre de 2008 sobre eficiencia energética indica cómo el aumento de la eficiencia energética es la forma más rentable de reducir el consumo de energía, manteniendo a la vez un nivel equivalente de actividad económica.

Por su parte la Directiva 2006/32/CE sobre la eficiencia de uso final de la energía y los servicios energéticos, incide en la necesidad de mejorar la eficiencia del uso final de la energía, gestionar la demanda energética y fomentar la producción de energía renovable.

Una mejor eficiencia del uso final de la energía aprovecha y rentabiliza ahorros potenciales de forma económicamente eficiente y estimula la innovación y competitividad de las organizaciones como consecuencia del avance hacia tecnologías de mayor rendimiento energético.

2.1.2. Definición

Teniendo en cuenta estas consideraciones las auditorías energéticas se erigen como una herramienta que permite a las organizaciones conocer su situación respecto a su uso de energía. Sin embargo, por el hecho de realizarse de forma distinta, según los sectores, las empresas y los países, requieren de una normalización que permita hacer comparables los resultados obtenidos.

El objeto de la norma UNE 216501 es describir los requisitos que debe tener una auditoría energética para que, realizada en distintos tipos de organismos pueda ser comparable y describa los puntos clave donde se puede influir para la mejora de la eficiencia energética, la promoción del ahorro energético y disminuir emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta norma se aplicará de forma voluntaria en cualquier tipo de organización independientemente de su tamaño y actividad, que utilice energía en cualquiera de sus formas.

2.1.3. Objetivos

Esta norma UNE establece los requisitos que debe tener una auditoría energética para que, realizada en distintos tipos de organización, pueda ser comparable y describa los puntos clave donde se puede influir para la mejora de la eficiencia energética, la promoción del ahorro energético y evitar emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta norma es aplicable a las auditorías energéticas que se realicen en cualquier tipo de organización que utilice energía en cualquiera de sus formas, independientemente de su tamaño y actividad.

Por lo tanto, los objetivos finales de la norma son:

- Obtener un conocimiento fiable del consumo energético y su coste asociado
- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía

- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro y diversificación de energía y su repercusión en coste energético, así como otros beneficios de costes asociados.

En la actualidad existen normas generalistas internacionales sobre auditorías energéticas tanto ISO (familia 31 todas las partes) como IEC (familia 60027 todas las partes) y normas específicas en ámbitos concretos como Edificios, Industria, Transporte.

En España el IDAE y las distintas agencias de la Energía de las CCAA han publicado multitud de guías para la realización de auditorías energéticas de diferentes alcances, normalmente con algunos nexos en común. La UNE 216501 intenta servir de marco para unificar unos requisitos suficientes que aseguren la calidad y profundidad del trabajo realizado.

Asimismo, el CEN (Comité Europeo de Normalización), formó a final del año 2009 un grupo de trabajo para desarrollar una norma común para la Unión Europea sobre las Auditorías Energéticas.

2.1.4. Alcance

La norma de auditorías energéticas presenta características propias que la definen. La primera particularidad se encuentra en el ámbito y alcance técnico de la norma que consiste en definir las instalaciones, servicios y zonas a incluir en la auditoría, así como la profundidad y nivel de detalle perseguidos en la misma. Una vez definido el alcance técnico y como cuerpo principal de la norma, se establece la necesidad de obtener un Balance Energético Inicial, establecer una Línea Base de consumos, inventariar los principales consumidores y detectar las oportunidades de ahorro energético.

2.1.5. Descripción

Con el fin de conseguir una buena ejecución de las auditorías energéticas, se debe implantar una correcta metodología de ejecución. Esto es, estableciendo canales de comunicación, solicitando por escrito a la organización la relación de información, datos y documentos necesarios para la ejecución de la auditoría,

estableciendo un programa de trabajo, realizando las medidas in situ, si procede, y elaborando un informe de la auditoría energética.

El estudio del estado de las instalaciones se constituye como clave para el eficaz desarrollo del resto de los requisitos de la norma. Para ello deben analizarse durante al menos los últimos doce meses consecutivos los suministros energéticos, y la eficiencia con la que se prestan los servicios y se aplican las tecnologías horizontales (es decir, las empleadas para la generación y transformación de la energía entrante a la requerida por la organización). También, y en su caso, se analizarán los procesos de producción con los principales consumidores y el potencial de reducción de consumo energético esperado.

Todo ello no fructificará sin una medición y recogida de datos para su posterior comparación con el patrón de funcionamiento de la instalación.

Una vez cubiertos los pasos anteriores y visitados la instalación se procede a realizar la contabilidad energética con el objetivo de asignar el consumo de energía de equipos, sistemas, etc..., para de este modo, conseguir los valores que servirán de referencia para el cálculo de los ahorros que se deriven de las mejoras propuestas. Éstas por su parte serán analizadas, desarrollándose e incluyendo el estudio económico de las mismas. En el caso de que más de una mejora afecte de forma conjunta a un mismo sistema también se estudiará el efecto de concatenación de las mismas. Por último, se reflejarán los consejos de actuación para el uso racional de la energía en forma de Recomendaciones y buenas prácticas. Como resultado de todo lo precedente el proceso se terminará con la emisión de un informe de auditoría que dará un fiel reflejo de todas las consideraciones anteriormente apuntadas.

2.1.6. Estructura

El contenido de la norma se estructura en 6 apartados:

1. Objeto y campo de aplicación
2. Normas para consulta
3. Términos y definiciones
- 4. Ámbito y alcance técnico de la auditoría**
- 5. Metodología**

6. Informe de Auditoría Energética

El flujo de realización de la auditoria se puede esquematizar de la siguiente forma:



Ilustración 3: Flujo de realización de auditoría energética

2.1.7. Requisitos

Los puntos más importantes que establecen las exigencias de la norma son los siguientes:

1. **Ámbito y alcance técnico de la auditoría**
2. **Metodología**
3. **Informe de Auditoría Energética**

Se destacan las siguientes características esenciales de los puntos anteriores:

2.1.7.1. Ámbito y alcance técnico de la Auditoría

La organización y el auditor deben pactar y definir:

- El ámbito físico objeto de la auditoria.

- El alcance técnico (profundidad del análisis y nivel de detalle de la auditoria).

2.1.7.2. Metodología

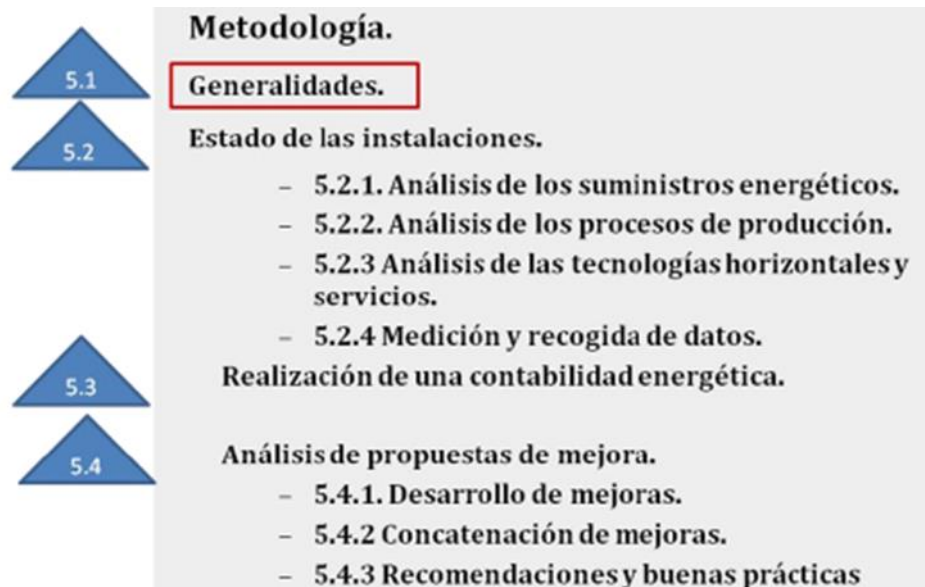


Ilustración 4: Metodología de las auditorías energéticas

2.1.7.2.1. Generalidades

Para la buena ejecución de las auditorías energéticas, se debe:

- Establecer canales de comunicación.
- Solicitar por escrito a la organización los documentos necesarios.
- Establecer un programa de trabajo
- Realizar las medidas in situ, si procede,
- Elaborar y entregar un informe de la auditoría energética

2.1.7.2.2. Estado de las instalaciones

En el análisis de estos suministros se deben tener en cuenta los criterios de elección y de utilización

a) Análisis de los suministros energéticos

En función de las particularidades de cada uno de los operadores, al menos se analizarán los siguientes:

- **Energía eléctrica:**
 - Esquema unifilar actualizado.

- Contratación: compañías comercializadoras y distribuidoras y condiciones contractuales de compra-venta.
 - Consumo: potencia instalada, curva de carga diaria, semanal y, en su caso, monótona y evolución de las diferentes variables de consumo durante un mínimo de los últimos 12 meses consecutivos disponibles.
 - Coste de los diferentes conceptos facturados y su evolución durante al menos los últimos 12 meses consecutivos disponibles, para cada concepto facturado y en total.
 - Uso de energías renovables: tipo, porcentaje de aporte sobre el total de la energía eléctrica.
 - Determinación del coeficiente de simultaneidad.
 - Uso de generadores de emergencia: potencia, autonomía, servicios que garantiza.
 - Lista de potencia de los principales equipos consumidores.
- **Combustibles:**
 - Tipo de suministro: canalizado, por descargas o generado en la propia instalación.
 - Contratación: compañías comercializadoras y distribuidoras y condiciones contractuales de compra-venta.
 - Consumo: evolución de las diferentes variables de consumo durante un mínimo de los últimos 12 meses consecutivos disponibles.
 - Coste de los diferentes conceptos facturados y su evolución durante al menos los últimos 12 meses consecutivos disponibles, para cada concepto facturado y en total.
- **Autoproducción de energía**
 - Tipo de la instalación de autoproducción.
 - Producción: Evolución de las diferentes variables de producción durante un mínimo de los últimos 12 meses consecutivos disponibles.

- Contratación: condiciones contractuales de la venta de la energía producida.
- Determinación de autoconsumos y excedentes.
- **Otras fuentes de energía (vapor, gases calientes, agua caliente o refrigerada, etc.)**
 - Contratación: compañías comercializadoras y distribuidoras y condiciones contractuales de compra-venta.
 - Consumo: evolución de las diferentes variables de consumo durante un mínimo de los últimos 12 meses consecutivos disponibles.
 - Coste de los diferentes conceptos facturados y su evolución durante al menos los últimos 12 meses consecutivos disponibles, para cada concepto facturado y en total.
 - Posibilidad de sustitución o complementariedad por fuentes de energía renovable.

b) Análisis de los procesos de producción

Se debe llevar a cabo un análisis de las distintas operaciones de la organización así como de cada uno de los principales equipos consumidores de energía que intervienen en las mismas. Se debe identificar qué partes de los procesos tienen un mayor consumo energético, determinando el potencial de reducción de consumo energético y definiendo las propuestas de mejora.

Al menos, se deben realizar las siguientes acciones:

- Alcanzar un conocimiento suficiente del proceso de producción en lo que a sus implicaciones energéticas se refiere, cuando sea posible, con la ayuda de un diagrama de proceso así como el grado de utilización de la capacidad productiva de la instalación (%).
- Se deben identificar las principales operaciones básicas, las líneas de proceso que trabajan de forma independiente y las que lo hacen de forma secuencial o encadenada.
- Para cada operación básica, se debe identificar y caracterizar la forma o formas de energía que se utilizan, los principales sistemas y equipos que

la desarrollan y sus vínculos con otras operaciones básicas, así como los flujos másicos involucrados o procesados para obtener indicadores que permitan asignar costes energéticos por proceso o por producto.

- Adquirir conocimiento del horario de operación de planta de fabricación y de los principales sistemas y equipos consumidores de energía que la conforman.
- Régimen del establecimiento: nº de empleados, estacionalidad del proceso, régimen de funcionamiento (días por semana).
- Registro, y en su defecto cálculo o estimación, y análisis de los consumos con el mayor detalle posible (al menos anuales) de los principales equipos, sistemas, o partes del proceso.
- Análisis del estado de conservación general de los equipos y sistemas, y sus características técnicas.

Para este análisis resulta de vital importancia tener en cuenta las siguientes aseveraciones:

Patrón de funcionamiento: "Métodos y procedimientos con los que se desarrollan, en condiciones habituales, las acciones en una instalación para la consecución de un fin u objetivo".

Consumo específico: "Indicador de desempeño energético de la industria manufacturera que relaciona una cantidad de producto o número de unidades con la cantidad de energía utilizada para producirla"

Factor energético: "determinante físico del consumo energético cuantificable y recurrente". Rendimiento, Producción, Temperatura, Humedad relativa (UNE-EN 16001:2009).

c) Análisis de las Tecnologías horizontales y servicios

Las tecnologías horizontales son las tecnologías energéticas empleadas fundamentalmente para la generación y transformación de la energía entrante que se consume en la organización, a la forma y cantidad requerida por los procesos industriales y los servicios. Se debe conocer la eficiencia con la que se aplican las mismas y se prestan los servicios.

Al menos, se debe conocer la eficiencia con la que se aplican:

- Comportamiento térmico del edificio: envolvente, orientación, zona climática, condensaciones, permeabilidades, puentes, protecciones, condiciones funcionales.
- Sistema eléctrico: acometida, transformación, distribución interior hasta los puntos de consumo.
- Iluminación natural y artificial interior y exterior al cargo.
- Acondicionamiento térmico del edificio/s, calefacción, refrigeración, calidad de aire, y ventilación.
- Sistemas de producción de aire comprimido, red de distribución.
- Central térmica: calderas, generadores de vapor, aceite térmico y gases calientes.
- Sistemas de producción, acumulación y distribución ACS.
- Sistemas de combustión y recuperación de calor en equipos de proceso.
- Central frigorífica: equipos de producción de agua refrigerada, y sistemas de condensación.
- Redes de distribución de fluidos calientes, refrigerados o a presión, destinados tanto a climatización como a proceso.
- Elementos emisores y cambiadores de calor del sistema de climatización.
- Motores eléctricos y su regulación.
- Acometida y distribución de agua fría, grupos de presión, regulación, control de caudales.
- Otras fuentes de captación de aguas.
- Otras instalaciones: grupos electrógenos, baterías de condensadores, plantas depuradoras de agua, plantas de acondicionamiento de agua de consumo humano o para proceso, sistemas de transporte interior de materias y productos.
- Sistema de autoproducción de energía.

d) Medición y recogida de datos

Se entiende por ello el proceso de trabajo llevado a cabo en la instalación objeto de estudio.

Antes de las medidas se debe realizar, mediante visita a campo, la inspección de las instalaciones y la recogida de los datos necesarios para la realización de la auditoría que no puedan ser recopilados a distancia.

El diseño de la campaña de medidas dependerá de la información disponible como resultado de la toma de datos y del análisis de la información recopilada

Se debe conocer el patrón de funcionamiento de la instalación y relacionarlo con los resultados obtenidos en la medición y recogida de datos. Se complementará la información con la realización de las medidas de los parámetros reales en campo que sean necesarias para poder completar el proceso de recogida de datos.

Las mediciones, registros y toma de datos pueden realizarse en cualquier momento a lo largo de la auditoría, siendo el auditor quien propondrá el plan de mediciones, registros y toma de datos a la organización, siguiendo criterios de necesidad, fiabilidad y precisión de las medidas. El objetivo es conocer los valores que adoptan diferentes variables del desempeño energético de la organización.

Las mediciones, registros y toma de datos pueden tener un carácter de análisis de la situación existente, o bien formar parte del proceso de análisis y evaluación de medidas de ahorro concretas.

Para llevar a cabo la recogida de datos deben emplearse, en caso de ser necesario, unos determinados equipos técnicos destinados al efecto. Estos equipos deben además ser manejados por personal técnico con cualificación adecuada. Todos los aparatos empleados deben estar homologados/calibrados.

Las labores de medición, toma de datos y registros, se deben realizar:

- Con conocimiento y acuerdo previo de la organización.
- Evitando que los operadores del establecimiento modifiquen sus prácticas y puntos de consigna habituales.
- Evitando o tratando de reducir al mínimo posible las molestias a la organización y a las personas que la integran.

- Con los equipos adecuados, y de precisión conocida. El auditor debe registrar y comunicar a la organización las normas seguidas para su empleo y la incertidumbre de la medición.
- Con las necesarias medidas de seguridad para personas y equipos.

Cumpliendo la normativa que exista al efecto (para mediciones)

2.1.7.2.3. Realización de una contabilidad energética

La contabilidad energética tiene como propósito la asignación de consumo de energía a fin de conseguir los objetivos de la auditoría energética.

La precisión de la contabilidad energética de diferentes equipos, sistemas, operaciones o cualquier otra división, debe ser proporcional a la relevancia del consumo de dicha división y a las posibilidades de ahorro a través de la implantación de medidas.

El resultado de la contabilidad energética debe corresponder a un año tipo o de referencia en cuanto a consumos de energía y su coste y, si es posible, su relación con la producción o el servicio prestado.

La contabilidad energética, debe definir:

- Generación y consumos energéticos y costes asociados anuales, según fuentes.
- Balance energético de los consumos anteriores por tipos de instalaciones (equipos y líneas de proceso, y servicios).
- Un precio medio de cada forma de energía en el año tipo considerado.
- Un perfil temporal de consumo para cada fuente o vector energético usado por cada equipo, sistema, operación, o división que se considere de interés por el auditor. El intervalo entre los valores que configuren un perfil debe ser coherente con la relevancia del consumo considerado. La amplitud del perfil temporal será de al menos un año.
- Ratios de generación, consumo y/o consumos específicos que resulten significativos. Ratios energéticos significativos (consumo energético por operaciones y por cantidad de producto producido o materia procesada en el caso de industria, y el/los que se consideren más representativos

del desempeño energético, en el caso de los sectores primario y terciario).

Los valores (de contabilidad energética) así definidos se deben emplear como referencia para el cálculo de los ahorros que se deriven de las mejoras propuestas.

La contabilidad energética, se debe alimentar de:

- Curvas de cargas facilitadas por la organización o suministrador de energía, construidas a partir de contadores homologados, de precisión conocida y con calibración actualizada.
- Facturas de los suministradores.
- Registros de contadores propios de la organización, previa comprobación de su precisión, si existiesen.
- Toma de datos, mediciones, y registros realizados durante la auditoría.

2.1.7.2.4. Análisis de propuestas de mejora

Las mejoras que se propongan deben tener uno o varios de los siguientes objetivos:

- La reducción del consumo, bien final directo o bien de energía primaria equivalente
- La reducción del coste asociado al consumo energético.
- El aumento de la eficiencia o la reducción del consumo específico de algún equipo, sistema, servicio, operación, línea de proceso, etc., de la organización.
- La diversificación de la forma de energía consumida hacia formas más baratas, más limpias, de menor impacto ambiental, de origen endógeno y/o de abastecimiento más seguro, que permitan aumentar la eficiencia en su consumo final o que supongan un menor consumo de energía primaria equivalente.
- El uso o implantación de las mejores tecnologías disponibles económicamente viables.
- En caso de generación de energía, el aumento de producción, el aumento de rendimiento y la disminución de pérdidas.

Los objetivos se deben conseguir a través del ahorro y el uso racional de la energía, así como de la utilización de la fuente y forma de energía más adecuada a cada tipo de necesidad.

a) Desarrollo de mejoras

Las mejoras deben analizar, al menos, los siguientes aspectos:

- Situación actual: descripción del sistema o equipo afectado, su desempeño energético actual y motivo de la propuesta de mejora
- Concepto de la mejora: Descripción, suficiente para justificar el origen del ahorro, de las operaciones, actuaciones, instalaciones y modificaciones de cualquier tipo que se han de realizar para llevar a cabo cada mejora propuesta. Descripción de los equipos y/o materiales a emplear, si aplica. En caso de existir más de una forma de acometer una mejora, el auditor debe justificar la opción elegida.
- Situación futura: descripción de la nueva situación en cuanto a equipos y modos de operación que se obtendría, tras la implantación de la mejora.
- Ahorro energético anual previsto: se calculará por diferencia entre la situación actual y la futura, sobre la base de lo establecido en el apartado de contabilidad energética, cuando proceda, o bien haciendo referencia a valores comúnmente aceptados, en cuyo caso se citará la fuente de los mismos (energía final y primaria, factores).
- Variables ambientales: cuantificación de la variación de emisiones de dióxido de carbono equivalentes, como mínimo. Se deben indicar los factores de conversión empleados y la fuente de los mismos.
- Factores económicos: ahorro anual derivado del energético, otros ahorros no energéticos pero indirectamente relacionados, nuevos costes de operación y mantenimiento, inversión y plazo de recuperación simple.

b) Concatenación de mejoras

En el caso de que dos o más mejoras afecten a un mismo sistema o equipo, éstas se calcularán por separado y también de forma conjunta, para disponer de toda la información de ambas opciones.

En el cálculo del Potencial Global de Ahorro, se debe tener en cuenta la posible reducción de la cantidad total obtenida, al considerar la interferencia de determinadas actuaciones y en algunos casos, la posibilidad de que algunas medidas ya estén implementadas.

c) Recomendaciones y buenas prácticas

Se consideran como tales los consejos de actuación para usar la energía de manera racional, cuyo efecto no es fácilmente cuantificable por depender mucho del comportamiento y hábitos de las personas y usos de las instalaciones, y que suponen una inversión relativamente pequeña o nula.

Se deben tener en cuenta la situación actual, y el motivo de la recomendación, junto con una estimación del ahorro alcanzable, y de la forma de adoptar la buena práctica o recomendación.

2.1.7.3. Informe de Auditoría Energética

El informe debe incluir:

- Objeto y alcance técnico de la auditoría acordados.
- Metodología utilizada y desarrollo de la misma.
- Análisis de las propuestas de mejora.

Debe contestar a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son las actividades y proyectos a iniciar con prioridad, es decir, qué acciones traerán las mayores mejoras considerando los recursos disponibles?
- ¿Qué se va a lograr, y cuál es la escala de tiempo para la obtención? Es decir, definir el objetivo central de la acción y cuándo se va a alcanzar.
- ¿Quién tiene la responsabilidad y qué recursos se requieren para implementar los planes de acción, es decir, quién tiene la responsabilidad y autoridad globales para asegurarse de que se implementan los planes, qué personal se requiere y qué recursos financieros se necesitan?

2.1.8. Relación con otras normas de gestión energética

La auditoría energética de una organización realizada conforme a la Norma UNE 216501 resultaría un excelente punto de partida como revisión energética inicial para la posterior implantación de un Sistema de Gestión Energética según la Norma UNE- EN 16001 (antigua UNE 216301). El principal nexo de unión entre ambas normas es el mandato Europeo introducido, entre otras legislaciones, en las DIRECTIVAS 2006/32/CE "sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos" y la 2002/91/CE "sobre eficiencia energética en Edificación", las cuales marcan de forma inequívoca las directrices de mejora en:

- La eficiencia del uso final de la energía La gestión de la demanda energética
- El fomento de la producción de energía renovable.

Estos principios han sido trasladados a la Legislación Nacional y al espíritu de la Normas de Auditoría Energética y Sistemas de Gestión Energética. A su vez, resultan objetivos finales de ambas normas, junto con el cumplimiento del Protocolo de Kioto, la disminución de la dependencia energética externa y la disminución de la intensidad energética (es decir, la reducción del cociente entre el Consumo Energético y el Producto Interior Bruto).

Relación entre las normas de auditorías energéticas y los sistemas de gestión energética.

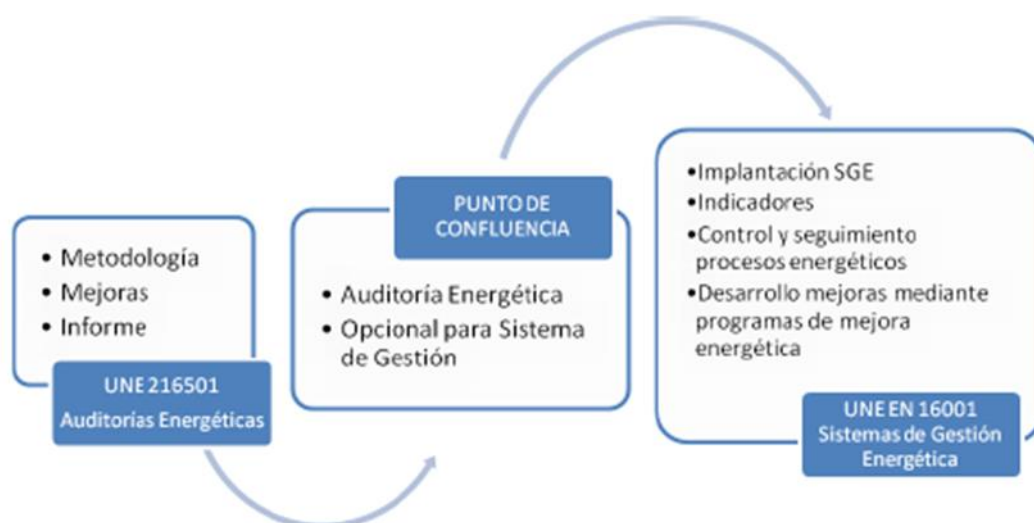


Ilustración 5: Relación entre normas de auditorías energéticas y sistemas de gestión energética

2.1.9. Conclusiones. Proyectos Piloto

Las auditorías energéticas llevan realizándose durante muchos años en distintos sectores, sobre todo en el industrial y más en concreto en los grandes consumidores. En la mayoría de los casos estos trabajos son realizados por empresas especialistas en energía o por fabricantes de bienes y equipos y/o instaladores de reconocido prestigio.

Dichas empresas especialistas deben identificar las posibilidades potenciales de ahorro energético que tiene a su alcance la organización y analizar la viabilidad técnica y económica de implantación de dichas medidas. Cada una de estas organizaciones implicadas ha estructurado de la forma más recomendable para sus clientes y con su experiencia los informes de carácter técnico y económico denominados informes de auditoría.

Es por esto que se debe destacar el esfuerzo realizado por los profesionales implicados en los dos proyectos pilotos para ajustar sus trabajos e informes al contenido mínimo exigido por la norma.

3. ANÁLISIS DE SUMINISTROS ENERGÉTICOS

El uso de la energía es vital en un hospital, ésta es utilizada en cualquier parte. Tanto la electricidad, como el petróleo, el gas o el agua, son necesarios para el funcionamiento de sus áreas y unidades. La cantidad de consumo de una u otra fuente de energía variará en cada hospital, según su infraestructura y las tareas específicas que en él se realicen.

Los suministros energéticos con los que cuenta el Centro Hospitalario son la energía eléctrica, el gas natural y el gasóleo.

3.1.1. Electricidad

Se considera la fuente de energía más necesaria. Proporciona alumbrado y, además, permite el funcionamiento de las instalaciones de climatización y ventilación, de algunas instalaciones de comunicación vertical, como ascensores, montacargas o escaleras mecánicas, de los equipos informáticos y de la mayoría de aparatos médicos necesarios.

3.1.1.1. Suministro de Energía Eléctrica

En este apartado se explicará las tarifas de acceso de la energía eléctrica.

La tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica se establecen por el Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre (BOE num. 268, de 8 de noviembre de 2001).

Art. 5. Condiciones generales de aplicación de las tarifas de acceso.

- La lectura y, en su caso, instalación de los equipos de medida necesarios para la facturación de las tarifas de acceso, será responsabilidad de los distribuidores.
- Las empresas distribuidoras están obligadas a modificar la potencia contratada para adaptarla a la demanda máxima que deseen los consumidores.
- Salvo que el consumidor haya modificado la potencia contratada en un plazo inferior a doce meses.

Art. 7. Definición de las tarifas de acceso

- Las tarifas de acceso de aplicación general son:
 - Tarifas de baja tensión: la tensión de suministro no supera 1 kV (1000 V).
 - Tarifa 2.0A: tarifa simple para baja tensión.
 - Tarifa 3.0A: tarifa general para baja tensión.
 - Tarifas de alta tensión: la tensión de suministro es superior a 1 kV.
 - Tarifa 3.1A: tarifa específica de tres periodos para tensiones de 1 a 36 kV.
 - Tarifas 6 : tarifas generales para alta tensión (seis periodos).

Tarifas 6.

Tarifas de alta tensión con seis periodos tarifarios (periodo 1- periodo 2 - periodo 3 - periodo 4 - periodo 5 - periodo 6). Serán de aplicación a cualquier suministro en alta tensión con tensiones comprendidas entre 1 y 36 kV ($1 \text{ kV} \leq \text{tensión} \leq 36 \text{ kV}$), con potencia contratada en alguno de los periodos tarifarios superior a 450 kW.

$$P_{\text{contratada}}: P1 \leq P2 \leq P3 \leq P4 \leq P5 \leq P6.$$

Tarifas de seis periodos en función de la tensión de suministro:

- 6.1: ($1 \text{ kV} \leq \text{tensión} \leq 36 \text{ kV}$) y potencia contratada en alguno de los 6 periodos tarifarios superior a 450 kW.
- 6.2: ($36 \text{ kV} \leq \text{tensión} \leq 72,5 \text{ kV}$).
- 6.3: ($72,5 \text{ kV} \leq \text{tensión} \leq 145 \text{ kV}$)
- 6.4: ($145 \text{ kV} \leq \text{tensión}$).
- 6.5: Conexiones internacionales.

Componentes de facturación de las tarifas de acceso.

- Término de facturación de potencia.

- Término de facturación de energía activa.
- Término de facturación de energía reactiva, (si procede).
- Término de facturación de los excesos de potencia registrados, (si procede).

En la siguiente tabla expongo el Calendario Energético del año 2011:

Mes/Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ENERO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2
FEBRERO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2
MARZO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4
ABRIL	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
MAYO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
1ºQUINCENA JUNIO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
2ºQUINCENA JUNIO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
JULIO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
AGOSTO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
SEPTIEMBRE	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
OCTUBRE	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
NOVIEMBRE	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4
DICIEMBRE	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SAB,DOM,FESTIVOS	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6

Tabla 2: Calendario Energético 2011

3.1.1.2. Abastecimiento de electricidad

La instalación tiene por objeto el abastecimiento de energía eléctrica al presente Hospital.

Dada la especial concepción arquitectónica del edificio, se ha diferenciado el área o espacio dedicado al núcleo principal de todas las instalaciones (sótano 2 del edificio), y de las de electricidad, claramente separado y diferenciado del resto del edificio hospitalario (teniendo acceso directo desde el exterior), donde se monta el grueso de las instalaciones de generación y/o transformación de la energía así como su distribución principal, al encontrarse en el CE-G (CEGBT, cuadro eléctrico general de distribución en Baja Tensión).

En el resto del edificio se lleva a cabo una segunda distribución de la energía eléctrica, a través de cuadros de distribución de planta y secundarios, y en algunos casos terciarios, que suministran la energía a la totalidad de consumidores eléctricos. Todo ello respondiendo a una estructura centralizada, que partiendo desde el área técnica en la planta sótano 2, se va desdoblando hasta llegar al último elemento consumidor de energía.

Igualmente y de forma general, las instalaciones se han dotado de los correspondientes dispositivos que permitan su tele-control, mediante un sistema de control centralizado.

Consta de dos instalaciones diferenciadas que a continuación se detallan:

- **Instalación de electricidad de AT**

Acometida subterránea en alta tensión en bucle cerrado desde las redes existentes, conectada a un centro de seccionamiento en el edificio con acceso directo desde el exterior.

La energía eléctrica de Media Tensión, disponible en la zona, según indicaciones de la Compañía Suministradora es de 20 KV; la distribución en Baja Tensión se hace a 380/220 V .

La acometida es subterránea, mediante cable armado con aislamiento de polietileno reticulado y campo radial con corona de hilos, para una tensión de servicio de 20 KV.

El centro de seccionamiento está formado por un equipo compacto prefabricado con la siguiente disposición:

- Celda de entrada
- Celda alimentación centro transformación

Centro de transformación:

El centro de transformación se sitúa en la planta técnica (sótano 2), formado por tres transformadores de 630 KVA en alta tensión. El acceso al centro de transformación se realiza desde el exterior.

La disposición de celdas del centro es la siguiente:

- Celda de entrada
- Celda de protección general
- Celda de medida
- 4 celdas de protección de transformadores
- 4 celdas de transformadores

El centro está dotado de ventilación forzada y con todos los accesorios de control y seguridad exigidos por la reglamentación.

- **Instalación de electricidad en BT**

El edificio está dotado de las instalaciones eléctricas necesarias para su correcta explotación y funcionalidad.

Los componentes de la instalación eléctrica básicamente son:

- Grupo Electrónico (Sistema de Emergencia)
- Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)
- Cuadro General de Distribución
- Puesta a tierra y sistemas de protección
- Cuadros de Distribución y/o Secundarios
- Distribución Alumbrado y Fuerza
- Sistemas de Iluminación y Alumbrado

- Puesta a tierra y sistemas de protección

La ubicación de los sistemas principales de generación y distribución se centralizan en la planta técnica, de forma que el centro de transformación, grupos electrógenos y cuadro general de distribución se encuentran próximos entre sí.

La instalación consiste en un CGBT, denominado CE-G, que se alimenta desde el CT mediante tres acometidas (procedente de sendos transformadores constituida por conductores RV 0,6/1 KV de $3 \times (3 \times 240) + 2 \times 240$ mm² de sección. Este cuadro contiene dos embarrados, uno de emergencia o embarrado asistido (EA), y otro embarrado de suministro normal o no asistido (ENA). El primer embarrado se alimenta desde los Grupos Electrógenos (existen dos 250 KVA) mediante acometidas igualmente de conductores RV 0,6/1 KV de sección $3 \times 240 + 1 \times 120$ mm².

Dadas las características del edificio hospitalario se incluyen todos los circuitos de alumbrado en el embarrado asistido, además de todas las instalaciones de fuerza de carácter crítico en cuanto al tratamiento e intervención de los pacientes, Quirófanos, Unidad Especial de Hospitalización, etc. Para ello se dispone de dos Grupos Electrógenos.

Se dispone de un cuadro principal, CE-G, ubicado en el edificio técnico y alimenta a su vez a los cuadros secundarios de planta. Todos los cuadros están alimentados desde el embarrado asistido del CE-G, excepto los de climatización y los de alumbrado exterior y radiología.

Hay igualmente una disposición de cuadros de distribución por plantas (en la planta técnica el mismo CE-G hace las veces de distribución de la planta sótano 2), CED-N-1 (planta sótano 1), CED-N00 y CED-N01 (planta baja) y CED-N+1 (planta 1, de este cuadro cuelgan igualmente los cuadros de las plantas 2 y 3 respectivamente) Estos a su vez alimentan a los secundarios o de áreas, CE-ALMFAR, -SG, etc. Todos los cuadros disponen de regleteros de potencia y control centralizado, para su conexión a la instalación.

En el apartado de ANEXOS se podrá observar los distintos cuadros eléctricos, así como las potencias consumidas

- **Compensación de energía reactiva**

Existe instalado sistema automático para la compensación de energía reactiva anexo al CE-G, mediante batería de condensadores, de 400 KVAR

- **Grupos Electrógenos:**

Cuenta con dos grupos de 250 KVA cada uno.

El suministro de combustible a los grupos electrógenos se hace de los depósitos individualizados de estos, (550 l cada uno). A parte, se tiene un soporte mediante un depósito nodriza de combustible, de capacidad 2000l.

- **Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)**

En quirófanos, hospitalización, laboratorios, y en algunas áreas específicas del hospital para la alimentación de servicios informáticos, de comunicaciones e iluminación.

3.1.1.3. Consumo eléctrico y Potencia contratada

En el Hospital de Benalmádena la potencia contratada es la siguiente:

Dirección	Tarifa	POTENCIA CONTRATADA (KW)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Arroyo Hondo s/n BENALMÁDENA	6.1	707	707	707	707	707	707

Tabla 3: Potencia contratada en HAR de Benalmádena

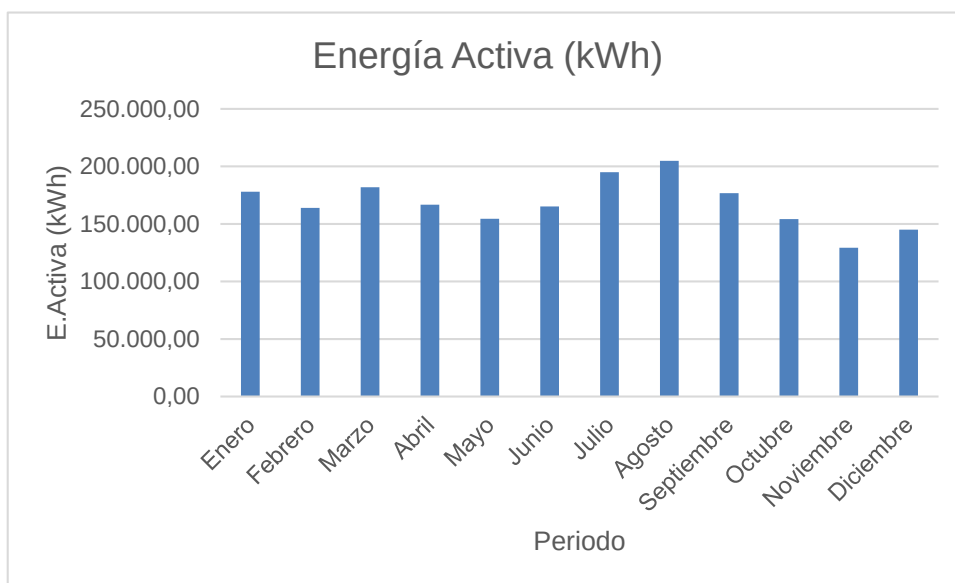
Para realizar el análisis a fondo del consumo eléctrico se va a tener en cuenta las facturas eléctricas de todo un año. El periodo analizado corresponde al año completo, desde el 1 de Enero de 2011 al 31 de Diciembre de 2011.

Por tanto, a partir de ello, se va a mostrar a continuación la tabla del consumo mensual de energía activa:

CUPS: ES0031104482451001SX0F								
Periodo Facturación		Consumo Energía Activa (kWh)						
Desde	Hasta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Activa
01/01/2011	31/01/2011	36.990	55.396	0	0	0	87.720	180.308
01/02/2011	28/02/2011	35.715	55.943	0	0	0	72.427	164.687
01/03/2011	31/03/2011	0	0	33.261	56.377	0	90.302	181.898

01/04/2011	30/04/2011	0	0	0	0	95.203	69.941	166.779
01/05/2011	31/05/2011	0	0	0	0	84.071	72.704	157.833
01/06/2011	30/06/2011	26.728	24.466	16.262	27.585	0	71.033	166.985
01/07/2011	31/07/2011	47.680	47.438	0	0	0	91.777	192.148
01/08/2011	31/08/2011	0	0	0	0	0	198.451	201.021
01/09/2011	30/09/2011	0	0	39.506	59.735	0	76.629	176.528
01/10/2011	31/10/2011	0	0	0	0	78.070	78.829	157.833
01/11/2011	30/11/2011	0	0	28.046	50.120	0	75.537	154.008
01/12/2011	31/12/2011	12.629	38.341	0	0	0	93.263	145.167
		TOTAL ANUAL ESTIMADO kWh				2.045.194		

Tabla 4: Consumo electricidad por meses



En el gráfico anterior se observa el consumo eléctrico desde la perspectiva del conjunto del edificio, en el que se puede destacar lo siguiente:

- Se aprecia la estacionalidad del consumo, con una curva que tiene su parte más alta en los meses de Julio y Agosto, debido a la utilización del aire acondicionado.
- Elevado consumo de energía eléctrica en los meses de Invierno que se puede asignar a la utilización de la calefacción.

En resumen, la electricidad consumida, así como el coste energético durante el año 2011:

Fuente Energética	Consumo energético anual(KWh)	Coste energético anual(€)
Energía Eléctrica	2.045.194	250.914,01

Tabla 5: Resumen consumo energético de electricidad

3.1.2. Gas Natural

Son responsables de que las instalaciones principales de calefacción, las calderas generadoras de vapor y los equipos generadores de frío por absorción puedan cumplir con sus funciones cómo abastecer las instalaciones de calefacción, las cocinas, la lavandería, la generación de agua caliente, esterilización y desinfección, proveer al sistema de ventilación y aire acondicionado de vapor para humedecer el aire o refrigerar cámaras de cocinas, de patología, los equipos refrigerantes para medicina, los aparatos médico-técnicos...

Fuente Energética	Consumo energético anual(KWh)	Coste energético anual(€)
Gas Natural	581.056	38.147,79

Tabla 6: Resumen consumo energético de gas natural

3.1.3. Gasóleo

El centro hospitalario consumió 53.455 litros de gasóleo C

Fuente Energética	Consumo (l)	Coste energético anual(€)
Gasóleo C	53.455	32.073

Tabla 7: Resumen consumo energético de gasóleo C

3.1.4. Otros suministros

3.1.4.1. Agua

Considerada como fuente de energía indirectamente, ésta es necesaria en todas las áreas del hospital dónde se necesita agua limpia como agua potable, para limpieza e higiene y también para el suministro de agua blanda para calefacción, y para la generación de vapor para esterilización y humedecer el ambiente.

Para ciertos equipos médicos se requiere la provisión de agua completamente desalinizada, obtenida mediante el tratamiento por osmosis del agua blanda. Es importante poner atención a la aparición de legionela, por lo tanto, primero se debe calentar el agua en el calentador de agua potable a 65° C mínimo para matar la legionela, antes de conducirla a una temperatura inferior a la red de agua potable y los puntos de consumo.

4. CONTABILIDAD ENERGÉTICA

El balance energético global nos muestra la distribución de los consumos energéticos en función de las diferentes variables. En cualquier edificio, es bastante interesante diferenciar su consumo en función de los principales usos, distribuyendo así el consumo anual en climatización, iluminación, equipos, etcétera.

El método utilizado para el cálculo del balance energético se basa en la siguiente fórmula, la cual ha sido aplicada en los apartados anteriores:

$$\begin{aligned} \text{Consumo energético (kWh)} \\ = \text{Potencia (kW)} \times \text{Tiempo(h)} \times \text{Factor de simultaneidad} \end{aligned}$$

Ecuación 1: Consumo Energético

Por lo tanto, para calcular el consumo que se produce en cada área estudiada, es necesario conocer la potencia de los equipos, lámparas, etc. y el tiempo de utilización, es decir las horas en las que está funcionando cada uno de los equipos consumidores de energía.

Para este registro de datos se ha tenido en cuenta lo siguiente en función del grupo de consumo:

- Iluminación: es necesario conocer la potencia de la lámpara, el tipo de equipo auxiliar y las horas de funcionamiento.
- Climatización: la potencia de los equipos, en este caso las calderas y los equipos de aire acondicionado, así como las bombas de recirculación. También es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Principales aparatos médicos: es necesario para calcular el consumo de estos equipos conocer la potencia de cada uno de ellos, las horas de funcionamiento, así como el factor de uso.

Por tanto, los cálculos de las distribuciones de consumo se realizan utilizando la potencia de los equipos consumidores de energía y el horario de funcionamiento obtenido a través de varias vías, como las entrevistas con los usuarios de la

instalación y con el personal de mantenimiento. El consumo obtenido se contrastará con los valores de consumo que reflejan las facturas.

4.1. Cuadro CED-N-1 (Sótano -1)

CED-N-1 (Sótano -1)							
Subcuadros							
Nombre			P (W)	C.S	Ptotal (W)	Tiempo Utilización (h)	Energía Consumida (kWh)
CE-CAF	CAFETERÍA						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	7138	1	7138	0	0,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	0	0,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	7500	0,5	3750	0	0,00
		RESERVAS	10000	0	0	0	0,00
		TOMAS EXT	600	0,5	300	0	0,00
		CLIMATIZADORES	3000	1	3000	0	0,00
CE-LAB	LABORATORIO						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	2039	1	2039	8760	17.861,64
		ALUMBRADO EMERGENCIA	50	1	50	8760	438,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	4300	0,6	2580	8760	22.600,80
		RESERVA	30000	0	0	8760	0,00
		FAN-COILS	350	1	350	8760	3.066,00
		CLIMATIZADORES	2200	1	2200	4000	8.800,00
		OXÍGENO	200	1	200	8760	1.752,00
CE-CD	CONTROL DE DATOS						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	517	1	517	4000	2.068,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	50	1	50	4000	200,00
	PANEL NO ASISTIDO						0,00
		TOMAS AUXILIARES	1600	0,8	1280	8760	11.212,80

		RESERVA	20000	0	0	8760	0,00
CE-ASC4	ASCENSOR 4						
	PANEL ASISTIDO						
		TOMA CORRIENTE	200	1	200	0	0,00
		ALUMBRADO CABEZERA	200	1	200	0	0,00
		ALUMBRADO HUECO	200	1	200	0	0,00
		MÁQUINA	7000	1	7000	0	0,00
LÍNEAS DIRECTAS DESDE EL CUADRO							
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	5935	0,8	4748	4000	18.992,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	300	1	300	4000	1.200,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	3000	0,5	1500	4000	6.000,00
		SECAMANOS	16000	0,1	1600	4000	6.400,00
		TOMAS EXT	1200	0,5	600	4000	2.400,00
		FAN-COILS	500	1	500	4000	2.000,00
		CLIMATIZADOR UNID.AUT	736	1	736	4000	2.944,00
		ESCALERAS	600	1	600	4000	2.400,00
		ALUMBRADO	300	1	300	4000	1.200,00
						TOTAL	111.535,24

Tabla 8: Consumos energéticos del Cuadro CED-N-1

4.2. Cuadro CED-N00 (Planta 0)

CED-N00 (Planta 0)							
Subcuadros							
Nombre			P (W)	C.S	Ptotal (W)	Tiempo Utilización (h)	Energía Consumida (kWh)
CE-URG	URGENCIAS						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	12430	0,5	6215	8760	54.443,40
		ALUMBRADO EMERGENCIA	300	1	300	8760	2.628,00
		TOMAS AUXILIARES	600	1	600	8760	5.256,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	14000	0,2	2800	8760	24.528,00
		OXÍGENO	200	1	200	8760	1.752,00
		TOMAS EXT	2100	0,5	1050	8760	9.198,00
		CLIMATIZADORES	4700	1	4700	4000	18.800,00
		FAN-COILS	1500	1	1500	4000	6.000,00
CE-CEXT1	CONSULTAS EXTERNAS 1						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	10281	0,6	6168,6	2080	12.830,69
		ALUMBRADO EMERGENCIA	200	1	200	2080	416,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	14000	0,5	7000	2080	14.560,00
		SECAMANOS	26000	0,3	7800	2080	16.224,00
		TOMAS EXT	600	0,2	120	2080	249,60
		CLIMATIZADORES	9200	1	9200	2080	19.136,00
CE-CEXT2	CONSULTAS EXTERNAS 2						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	12834	0,5	6417	2080	13.347,36
		ALUMBRADO EMERGENCIA	300	1	300	2080	624,00
	PANEL NO ASISTIDO						

		TOMAS AUXILIARES	13000	0,5	6500	2080	13.520,00
		SECAMANOS	10000	0,3	3000	2080	6.240,00
		TOMAS EXT	600	0,2	120	2080	249,60
		CLIMATIZADORES	1900	1	1900	2080	3.952,00
		CENTRAL TELEFONÍA	300	1	300	2080	624,00
CE-HALL	HALL						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	15188	0,5	7594	8760	66.523,44
		ALUMBRADO EMERGENCIA	300	1	300	8760	2.628,00
		CENTRAL C.I	300	1	300	8760	2.628,00
		CENTRAL INTRUSISMO	300	1	300	8760	2.628,00
		CENTRAL MEGAFONÍA	300	1	300	8760	2.628,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	7400	0,5	3700	8760	32.412,00
		SECAMANOS	4000	0,3	1200	8760	10.512,00
		TOMAS EXT	300	0,2	60	8760	525,60
		CLIMATIZADORES	1000	1	1000	8760	8.760,00
		CENTRAL TELEFONÍA	3000	1	3000	8760	26.280,00
CE-RAD	RADIOLOGÍA						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	5010	1	5010	4000	20.040,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	200	1	200	4000	800,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	8200	0,6	4920	4000	19.680,00
		SECAMANOS	10000	0,3	3000	4000	12.000,00
		TOMAS EXT	300	1	300	4000	1.200,00
CE-AEXT1	ALUMBRADO EXTERIOR						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	8340	1	8340	3650	30.441,00

CE-TAC	EQUIPO: TAC						
	PANEL NO ASISTIDO						
		TAC	28000	1	28000	1000	28.000,00
CE-RX 1	EQUIPO: RAYOS X 1						
	PANEL NO ASISTIDO						
		RAYOS X	20000	1	20000	1000	20.000,00
CE-RX 2	EQUIPO: RAYOS X 1						
	PANEL NO ASISTIDO						
		RAYOS X	20000	1	20000	0	0,00
						TOTAL	512.264,69

Tabla 9: Consumos energéticos del Cuadro CED-N00

4.3. Cuadro CED-N01 (Planta 0)

CED-N01 (Planta 0)							
Subcuadros							
Nombre			P (W)	C.S	Ptotal (W)	Tiempo Utilización (h)	Energía Consumida (kWh)
CE-UES1	UNIDAD ESPECIAL 1						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	12936	1	12936	4000	51.744,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	300	1	300	4000	1.200,00
		BOX	20000	0,6	12000	4000	48.000,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	8000	0,5	4000	4000	16.000,00
		SECAMANOS	16000	0,2	3200	4000	12.800,00
		TOMAS EXT	600	0,3	180	4000	720,00
		CLIMATIZADORES	2000	1	2000	4000	8.000,00
		FAN-COILS	500	1	500	4000	2.000,00
		OXÍGENO	200	1	200	4000	800,00
CE-UES2	UNIDAD ESPECIAL 2						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	8981	1	8981	4000	35.924,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	300	1	300	4000	1.200,00
		BOX	20000	0,6	12000	4000	48.000,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	8000	0,5	4000	4000	16.000,00
		ALUMBRADO ESPECIAL	1000	1	1000	4000	4.000,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	4000	400,00
CE-AQ	ÁREA QUIRURGICA						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	9303	1	9303	4000	37.212,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	300	1	300	4000	1.200,00

		PANEL AISL. QUIRÓFANO	5000 VA				
		PANEL AISL. PREANESTESIA	5000 VA				
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	3000	0,8	2400	4000	9.600,00
		RAYOS X	9000	1	9000	4000	36.000,00
		SECAMANOS	4000	0,5	2000	4000	8.000,00
		TOMAS EXT	300	0,3	90	4000	360,00
		CLIMATIZADORES	1100	1	1100	4000	4.400,00
		OXÍGENO	200	1	200	4000	800,00
		ALIMENTACIÓN CE-RPS	10551	1	10551	0	0,00
	CE-RPS	RESIDENCIA PERSONAL SANITARIO					
		ALUMBRADO NORMAL	1951	1	1951	8760	17.090,76
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	8760	876,00
		TOMAS AUXILIARES	4500	0,3	1350	8760	11.826,00
		SECAMANOS	4000	0,2	800	8760	7.008,00
		TOMAS EXT	300	0,2	60	8760	525,60
		FAN-COILS	3500	1	3500	4000	14.000,00
CE-D/NO	DISPONIBLE						
		CUADRO DISPONIBLE	10000	1	10000	0	0,00
						TOTAL	395.686,36

Tabla 10: Consumos energéticos del Cuadro CED-N01

4.4. Cuadro CED-N+1 (Planta 1)

CED-N+1 (Planta 1)							
Subcuadros							
Nombre			P (W)	C.S	Ptotal (W)	Tiempo Utilización (h)	Energía Consumida (kWh)
CE-EST	ESTERILIZACIÓN						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	1884	1	1884	2080	3.918,72
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	2080	208,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	4800	0,5	2400	2080	4.992,00
		INSTRUMENTO SUCIO	4800	1	4800	2080	9.984,00
		INSTRUMENTO ESTERILIZADO	4800	1	4800	2080	9.984,00
		RESERVA	80000	0	0	2080	0,00
CE-N+3	PLANTA +3						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	5696	0,5	2848	500	1.424,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	500	50,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	5400	0,3	1620	0	0,00
		SECAMANOS	4000	0,2	800	0	0,00
		RESERVA	10000	0	0	0	0,00
		TOMAS EXT	600	0,2	120	0	0,00
		CLIMATIZADORES	1100	1	1100	0	0,00
		TV	1100	1	1100	0	0,00
CE-N+2	PLANTA +2						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	3896	0,5	1948	2080	4.051,84
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	2080	208,00
	PANEL NO ASISTIDO						

		TOMAS AUXILIARES	11600	0,2	2320	2080	4.825,60
		INSTALACIONES HOSP.	500	1	500	2080	0,00
		SECAMANOS	6000	0,2	1200	2080	0,00
		TOMAS EXT	900	0,2	180	2080	374,40
		CLIMATIZADORES	2200	1	2200	2080	4.576,00
		FAN-COILS	500	1	500	2080	1.040,00
CE-ADM	ADMINISTRACIÓN						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	2114	1	2114	2080	4.397,12
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	2080	208,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	5600	0,6	3360	2080	6.988,80
		SECAMANOS	4000	0,4	1600	2080	3.328,00
		FAN-COILS	1000	1	1000	2080	2.080,00
CE-ASC1	ASCENSOR 1						
		TOMA CORRIENTE	200	1	200	0	0,00
		ALUMBRADO CABEZERA	200	1	200	0	0,00
		ALUMBRADO HUECO	200	1	200	0	0,00
		MÁQUINA	7000	1	7000	0	0,00
CE-ASC21-22	ASCENSOR 21-22						
		TOMA CORRIENTE	400	0,5	200	1000	200,00
		ALUMBRADO CABEZERA	400	0,5	200	4000	800,00
		ALUMBRADO HUECO	400	0,5	200	1000	200,00
		MÁQUINA	14000	0,5	7000	4000	28.000,00
CE-ASC31-32	ASCENSOR 31-32						
		TOMA CORRIENTE	400	0,5	200	0	0,00
		ALUMBRADO CABEZERA	400	0,5	200	0	0,00

		ALUMBRADO HUECO	400	0,5	200	0	0,00
		MÁQUINA	32000	0,5	16000	0	0,00
CE-ASC51-52	ASCENSOR 51-52						
		TOMA CORRIENTE	400	0,5	200	1000	200,00
		ALUMBRADO CABEZERA	400	0,5	200	4000	800,00
		ALUMBRADO HUECO	400	0,5	200	1000	200,00
		MÁQUINA	14000	0,5	7000	4000	28.000,00
CE-ASC61-62	RESERVA						
		MÁQUINA	14000	0	0	0	0,00
CE-ASC7	ASCENSOR CAFETERÍA						
		TOMA CORRIENTE	200	0	0	0	0,00
		ALUMBRADO CABEZERA	200	0	0	0	0,00
		ALUMBRADO HUECO	200	0	0	0	0,00
		MÁQUINA	7000	0	0	0	0,00
LÍNEAS DIRECTAS DESDE EL CUADRO							
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	8610	0,8	6888	2000	13.776,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	200	1	200	2000	400,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	10000	0,5	5000	2000	10.000,00
		TOMAS EXT	2700	0,5	1350	2000	2.700,00
		CLIMATIZADORES	13300	1	13300	2000	26.600,00
		ALUMBRADO	1000	1	1000	2000	2.000,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	2000	200,00
		H.INSTALACIONES	500	1	500	2000	1.000,00
CE-D1/N1	DISPONIBLE						
		CUADRO DISPONIBLE 1	19000	0	0	0	0,00

CE-D2/N1	DISPONIBLE						
		CUADRO DISPONIBLE 2	15000	0	0	0	0,00
CE-D3/N1	DISPONIBLE						
		CUADRO DISPONIBLE 3	25000	0	0	0	0,00
						TOTAL	177.714,48

Tabla 11: Consumos energéticos del Cuadro CED-N+1

4.5. Cuadro CE-G (Sótano -2)

CE-G							
Subcuadros							
Nombre			P (W)	C.S	Ptotal (W)	Tiempo Utilización (h)	Energía Consumida (kWh)
CE-SG	SERVICIOS GENERALES						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	17623	0,6	10573,8	2080	21.993,50
		ALUMBRADO EMERGENCIA	200	1	200	2080	416,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	39900	0,4	15960	2080	33.196,80
		SECAMANOS	10000	0,2	2000	2080	4.160,00
		TOMAS EXT	2800	0,5	1400	2080	2.912,00
		FAN-COILS	500	1	500	2080	1.040,00
		INSTALACIONES HOSP.	500	1	500	2080	1.040,00
CE-COC	COCINA						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	6012	1	6012	0	0,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	0	0,00
		CAMARA	6000	1	6000	0	0,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	19500	0,8	15600	0	0,00
		RESERVA	15000	0	0	0	0,00
		FAN-COILS	300	1	300	0	0,00
CE-AAC	AIRE CALIENTE						
	PANEL NO ASISTIDO						
		CALDERA (4)	6000	0,75	4500	4000	18.000,00
		BOMBA BC (10)	42600	0,8	34080	4000	136.320,00
		BOMBA GASÓLEO	1000	1	1000	4000	4.000,00
		BOMBA ANTICONDENSACIÓN	2200	1	2200	4000	8.800,00

		INHIB.CORROSIÓN	500	1	500	4000	2.000,00
		CONTROL	700	1	700	4000	2.800,00
		B	3,3	1	3,3	4000	13,20
CE-AAF	AIRE FRÍO						
	PANEL NO ASISTIDO						
		ENFRIADORA 30GX (3)	72900	1	72900	4000	291.600,00
		BOMBA BF (9)	69600	0,8	55680	4000	222.720,00
		BOMBA ANTICONDENSACIÓN	2200	1	2200	4000	8.800,00
		INHIB.CORROSIÓN	500	1	500	4000	2.000,00
		CONTROL	700	1	700	4000	2.800,00
CE-ALMFAR	ALMACEN FARMACIA						
	PANEL ASISTIDO						
		ALUMBRADO NORMAL	7686	1	7686	4000	30.744,00
		ALUMBRADO EMERGENCIA	100	1	100	4000	400,00
	PANEL NO ASISTIDO						
		TOMAS AUXILIARES	7100	0,2	1420	4000	5.680,00
		TOMAS EXT	600	0,2	120	4000	480,00
		FAN-COILS	300	1	300	4000	1.200,00
						TOTAL	803.115,50

Tabla 12: Consumos energéticos del Cuadro CE-G (Sótano -2)

4.6. Cuadro CE-G (Sótano -3)

CE-G							
Subcuadros							
Nombre			P (W)	C.S	Ptotal (W)	Tiempo Utilización (h)	Energía Consumida (kWh)
CE-BDESG	BOMBA DESAGÜE						
	PANEL ASISTIDO						
		BOMBA DESAGÜE	2000	1	2000	4000	8.000,00
CE-GPASAN	GRUPO A PRESIÓN DE AGUA SANITARIA						
	PANEL ASISTIDO						
		GRUPO A PRESIÓN AGUA SANITARIA	6000	1	6000	4000	24.000,00
CE-GPCI	GRUPO A PRESIÓN CONTRA INCENDIOS						
	PANEL NO ASISTIDO						
		GRUPO A PRESIÓN CONTRA INCENDIOS	13616	1	13616	1000	13.616,00
						TOTAL	45.616,00

Tabla 13: Consumos energéticos del Cuadro CE-G (Sótano -3)

4.7. Energía Total Consumida

CUADRO	TOTAL (KWh)
CED-N-1 (Sótano -1)	111.535,24
CED-N00 (Planta 0)	512.264,69
CED-N01 (Planta 0)	395.686,36
CED-N+1 (Planta 1)	177.714,48
CE-G (NIVEL -2)	803.115,50
CE-G (NIVEL -3)	45.616,00
TOTAL ANUAL	2.045.932,27

Tabla 14: Energía total consumida

Como observa en el resumen de la potencia consumida, en el nivel -2, correspondiente al Sótano 2, es donde se consume la mayor potencia, debido a que en este lugar se encuentran tanto los grupos enfriadores como las calderas.

También hay un elevado consumo en el Cuadro CED-N00, localizado en la planta 0, donde se encuentran todas las habitaciones, así como el servicio de Urgencias abierto las 24 horas del día durante todo el año.

Dividiendo las tablas anteriores en sectores, se obtiene los siguientes consumos:

			TOTAL (KWh)
Iluminación	384.911,63	Halógenas	3.150,00
		Fluorescente compacto	115.950,00
		Fluorescente tubular	250.111,63
		Emergencia	15.700,00
Climatización	838.247,20	Calefacción	171.933,20
		Refrigeración	666.314,00
Equipos	822.773,44	Ascensores	58.400,00
		Tomas Auxiliares	245.358,80
		Equipo Rayos X	20.000,00
		Equipo TAC	28.000,00
		Secamanos	86.672,00
		Esterilización	19.968,00
		Centrales(Telef,emer...)	34.788,00
		Box	96.000,00
		Otros Equipos	233.586,64

Tabla 15: Consumos energéticos por sectores

5. ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES

5.1. Introducción

Los hospitales españoles tienen una alta variación en el consumo, según su tipología e instalaciones. A groso modo, se puede decir que un hospital puede consumir entre 20.000 y 60.000 kWh por cama hospitalaria. En nuestro caso sería de 40.000 kWh por cama hospitalaria aproximadamente. El consumo total del sector hospitalario es de 6 GWh, que supone un 2% sobre el total del país. Hacer una distribución de consumo energético ‘tipo’ es complicado (y abría que valorar hasta que punto es ‘útil’ o ‘fiable’), porque depende de la situación geográfica, por la variedad de los tipos de establecimientos (los servicios ofrecidos, la categoría, el tamaño,..) las características de su maquinaria y equipos, los combustibles y fuentes de energía utilizados a nivel general. El hospital que estamos auditando, es un hospital pequeño, como he comentado anteriormente.

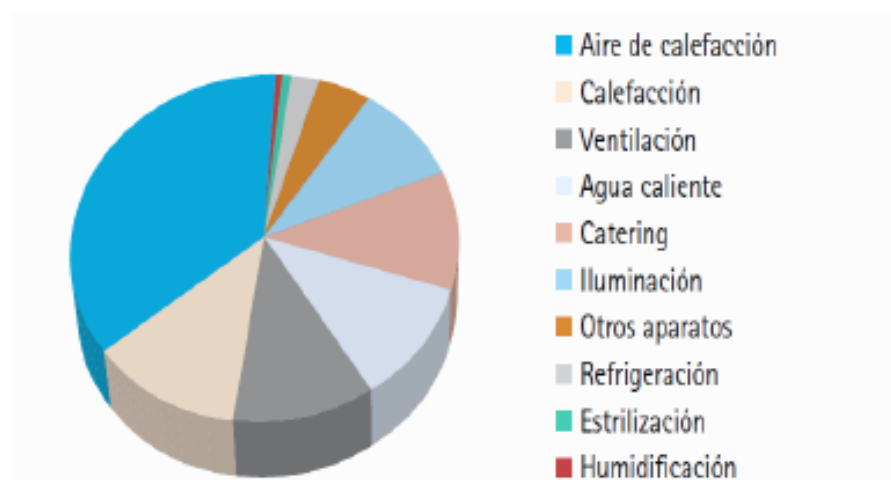


Ilustración 6: Consumo de energía en un hospital medio (Fuente: Ipsom)

En el gráfico anterior, extraído de la consultoría energética Ipsom, se observa como la climatización, el Agua Caliente Sanitaria (ACS) y la iluminación son los principales consumidores de energía. Si comparamos estos tres apartados, la distribución del consumo sería:

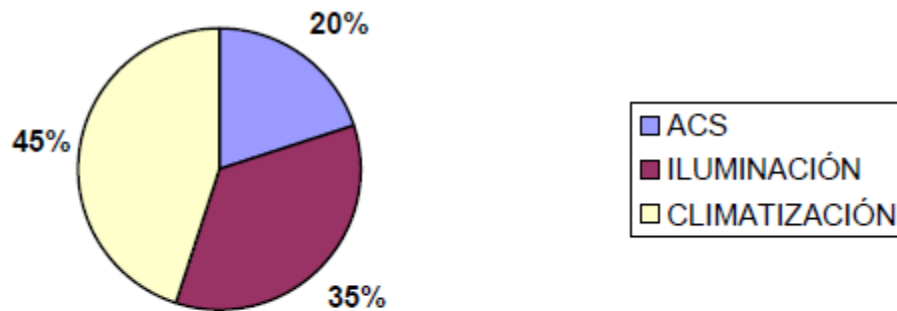


Ilustración 7: Porcentajes de consumos típicos de ACS, iluminación y climatización (Fuente: Fenercom)

La distribución típica de las instalaciones de un hospital, así como de las aplicaciones energéticas o energías consumidas se muestra en la siguiente tabla:

CLÍNICAS Y HOSPITALES	
INSTALACIONES	Oficinas
	Consultas
	Radiología
	Laboratorio
	Cocina
	Lavandería
Aplicaciones Energéticas	Iluminación
	ACS
	Climatización
	Otros
Energías	Electricidad
	Gas
Consumo (*) Media	40000 kWh/año
Coste (*) Media	8400 €/año

Tabla 16: Distribución tipo del consumo energético en un hospital (Fuente: Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Hospitales)

Es importante resaltar que factores como por ejemplo, la situación geográfica puede influir notablemente en la elección de una u otra fuente de producción de energía: La facilidad de acometida, transporte o incluso precio decantará a técnicos y propietarios por una u otra.

El IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) realizó un estudio en el año 2010 para conocer el consumo energético en el sector hospitalario durante los años 2007, 2008 y 2009. Se realizó una encuesta entre más de 600 Centros Hospitalarios fruto de la cual se obtuvieron unos ratios de consumo medio

por superficie construida en los hospitales en función de la zona climática en la que se sitúan y el número de camas instaladas. Los datos obtenidos tras ese análisis fueron los siguientes:

RATIOS POR Nº DE CAMAS			
Consumo ELÉCTRICO (Kwh./cama)			
CONTINENTAL	Año 2009	Año 2010	Año 2011
Consumo Eléctrico por cama	24.535	21.949	19.781
Consumo TÉRMICO (Kwh./cama)			
Consumo Térmico por cama	26.346	26.228	26.674

Tabla 17: Ratios por Nº de camas (Fuente: IDAE)

RATIOS POR SUPERFICIE CONSTRUIDA			
Consumo ELÉCTRICO (Kwh./m2)			
CONTINENTAL	Año 2009	Año 2010	Año 2011
Intervalo de 0 a 100 camas	157	147	129
Consumo TÉRMICO (Kwh./m2)			
Intervalo de 0 a 100 camas	160	146	126

Tabla 18: Ratios por superficie construida (Fuente: IDAE)

El indicador más frecuente utilizado para medir el consumo energético en el hospital es el de consumo por paciente o cama hospitalaria, pero, si entramos más en detalle, se puede considerar todos los indicadores energéticos enumerados a continuación:

ELECTRICIDAD	COMBUSTIBLE	GESTIÓN DE ENERGÍA
Fuerza Demanda por cama (kW/cama)	Calefacción Demanda por m2 (kcal/h.m ²)	Energía consumida por m ² (MWh/ m ² .año)
Fuerza Consumo por cama (kW/cama. Día)	Agua Caliente Sanitaria Demanda por cama (Th/h.cama)	Energía consumida por cama (MWh/cama. Día)
Alumbrado Demanda por m2 (W/ m ²)	Cocinas Demanda por cubierto (Th/h.cubierto)	Coste energía eléctrica por cama (€/cama. Día)
Alumbrado Consumo por m2 (kWh/ m ² .año)	Varios: Lavandería, esterilización Demanda por cama (Th/h.cama)	Coste energía térmica por cama (€/cama. Día)
	Calefacción, ACS y varios	Coste energía eléctrica en fuerza

	Consumo por m ² (Th/ m ² .año)	(€/Kwh)
	Calefacción, ACS y varios Consumo por cama (Th/cama. Día)	Coste energía eléctrica en alumbrado(€/Kwh)
	Cocinas Consumo por cubierto (Th/cubierto)	Coste energía térmica en gasóleo (€/Th)
		Coste energía térmica en gas (€/Th)
		Porcentaje de presupuesto de la operación para energía (%)

Tabla 19: Indicadores energéticos que pueden usarse en un hospital (Fuente: Arque)

El edificio posee diversas instalaciones de servicios auxiliares cuya función es proporcionar energía eléctrica, climatización del ambiente y condiciones higiénicas y de confortabilidad convenientes, en su actividad principal de uso hospitalario.

5.2. Iluminación

La iluminación es un apartado que representa aproximadamente el 35% del consumo eléctrico dentro de una instalación del sector, dependiendo este porcentaje de varios factores: tamaño, fachada, aportación de iluminación natural, de la zona donde esté ubicada y del uso que se le dé a cada estancia dentro de la instalación.

Los centros hospitalarios invierten poca cantidad de dinero en una iluminación adecuada. Un buen alumbrado es muy importante para crear las condiciones óptimas de trabajo para el bienestar de las personas.

Como se podrá ver a continuación, en un hospital hay muchos tipos de luminarias, dependiendo de las necesidades tanto del tipo de iluminación como de la calidad y los costes. Cada uno de los espacios de un hospital ha de suministrar el nivel adecuado de iluminación. Las personas encargadas de los hospitales cada vez son más conscientes de la necesidad de un buen alumbrado para aumentar la concentración, productividad del personal y bienestar de los pacientes.

Estudios realizados han demostrado que un buen alumbrado, debe tener las siguientes características:

- Aumentar el confort, la seguridad y la orientación.
- Minimizar los errores. En este punto son críticos tanto la cantidad como la calidad del alumbrado y el control del deslumbramiento.
- Mejorar la efectividad, motivación y satisfacción del personal.
- Mejorar la salud y el bienestar.

No se debe olvidar que se está hablando de iluminación artificial, conforme a las medidas y necesidades del hombre y, por tanto, se han de tener en cuenta los aspectos físicos y psicológicos que pueden influir en la iluminación ambiental. Por ello, no es suficiente disponer de la cantidad de luz necesaria y disponible en el lugar adecuado, sino que también se han de prever las sensaciones y las necesidades del usuario del sistema de iluminación.

Por tanto, para proceder a una correcta selección de las fuentes de luz disponibles en la amplia oferta del mercado, no sólo habrá que fijarse en las propiedades cualitativas de la luz, sino también en el consumo energético de las lámparas.

Debemos tener en cuenta también la iluminación natural, puesto que es más económica y de una mejor calidad. Una combinación entre esta iluminación y la artificial nos dará un ahorro económico así como un aumento de confort

Una buena elección del sistema de iluminación ha de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Cantidad de luz (lúmenes).
- Calidad de la luz (temperatura de color, índice de Reproducción Cromática).
- Cantidad de energía consumida por lámpara (eficacia luminosa, duración).
- Diseño del sistema de iluminación (lámpara, equipo, luminaria y sistema de control).

La mejor opción será aquella que por unas mismas características de la luz obtenida consumamos una cantidad menor de kWh.

Los elementos básicos de un sistema de alumbrado son:

- Fuente de luz o lámpara: es el elemento destinado a suministrar la energía lumínica.
- Luminaria: aparato cuya función principal es distribuir la luz proporcionada por la lámpara.
- Equipo auxiliar: muchas fuentes de luz no pueden funcionar con conexión directa a la red y necesitan dispositivos que modifiquen las características de la corriente de manera que sean aptas para su funcionamiento.

Estos tres elementos constituyen la base del alumbrado y de ellos va a depender esencialmente su eficiencia energética.

Para analizar el consumo de iluminación, se va a estudiar cada uno de los diferentes tipos de alumbrado que se distinguen en el Hospital de Alta Resolución de Benalmádena:

5.2.1. Iluminación de emergencia

El alumbrado de emergencia es aquel previsto para ser utilizado en caso de un fallo en la alimentación del alumbrado normal.

Se denomina aparato autónomo de alumbrado de emergencia a la luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente, en la que todos los elementos, tales como batería, lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o junto a ella (a menos de 1 metro de distancia).

Existen también luminarias de emergencia alimentadas por fuente central. Son aquellas que están alimentadas a partir de un sistema central no incorporado en la propia luminaria.

Principalmente, existen dos parámetros por los que se define una luminaria de emergencia:

- Flujo luminoso: lúmenes declarados por el fabricante de la luminaria 60 segundos después del fallo de alimentación (0,5 segundos en luminarias para áreas de trabajo peligroso) y mantenido de modo continuo hasta el final de la duración asignada de funcionamiento.
- Autonomía: tiempo declarado por el fabricante durante el cual se emite el flujo luminoso asignado.

5.2.1.1. Luminaria de emergencia y señalización mod. Argos N6S de Daisalux, 1h

Las luminarias de emergencia que están equipadas con batería de tecnología Ni-Mh incorporan un sistema microprocesado de carga por impulsos que permite una importante reducción del consumo energético.

Características:

- Formato: Argos-S
- Funcionamiento: No Permanente
- Autonomía (h): 1
- Lámpara en emergencia: FL 8 W
- Grado de protección: IP32 IK04
- Piloto testigo de carga: LED
- Aislamiento eléctrico: Clase II
- Dispositivo verificación: No
- Conexión Telemando: Si
- Tipo de batería: NiCd Estanca alta temperatura



Ilustración 8: Luminaria de emergencia con autonomía de 1 hora

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION MOD. ARGOS N6S DE DAISALUX, 1h.	40	46	2	106	28	13	10

5.2.1.2. Luminaria de emergencia y señalización mod. Argos 3N4 de Daisalux, 3h

Características:

- Formato: Argos-S
- Funcionamiento: No Permanente LED
- Autonomía (h): 3
- Lámpara en emergencia: LED
- Grado de protección: IP32 IK04
- Lámpara en red: --
- Piloto testigo de carga: LED
- Aislamiento eléctrico: Clase II
- Dispositivo verificación: No
- Conexión Telemando: Si
- Tipo de batería: NiCd Estanca alta temperatura

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION MOD. ARGOS 3N4 DE DAISALUX, 3h				90			

5.2.2. Halógenas

5.2.2.1. Proyector con lámpara halógena de 150 W

Las lámparas utilizadas son de vapor de sodio de alta presión, debido a la altura de montaje en la que se encuentran y a la luminosidad que producen.



Ilustración 9: Lámpara halógena para exteriores

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
PROYECTOR CON LAMPARA HALOGENA DE 150 W.				4			

5.2.2.2. Downlight halógeno de 20 W

QBS/LBS/MBS 250



	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
DOWNLIGHT HALOGENO DE 20 W.	15			74			7

5.2.2.3. Downlight halógeno de 50 W

SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
-------------	-------------	-------------	----------------	--------------	----------	----------

DOWNLIGHT HALOGENO DE 50 W.	19	16	4	105	7		
-----------------------------	----	----	---	-----	---	--	--

5.2.3. Fluorescentes Compactos

La gama Fugato de luces descendentes fijas para la iluminación general está compuesta por Fugato Compact, Fugato Performance, Fugato Power y Fugato Full Metal, todos ellos diseñados para un funcionamiento óptimo, tanto óptico como térmico, con lámparas fluorescentes compactas.

a > 65° cuando se utiliza con la innovadora rejilla circular. Hay una amplia gama de accesorios disponibles para las versiones CFL de Fugato y Fugato Full Metal.

La gama Fugato también incluye la luz descendente LED Fugato (corte 175 mm), que hace posible ahorrar hasta un 50% de energía con respecto a las luces descendentes.



Ilustración 10: Fluorescentes compactors

5.2.3.1. Downlight con 2 PL-C de 26 W

FBS26 I



	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
DOWNLIGHT CON 2 PL-C DE 26 W.				60	2		

5.2.3.2. Downlight Adosado Point con 2 PL-C de 26 W

FCS296 (C)



	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
DOWNLIGHT ADOSADO POINT CON 2 PL-C DE 26 W.					47		

5.2.3.3. Downlight con TC-2x26 W

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
DOWNLIGHT CON TC-2x26 W.				10	50		

Otro tipo de fluorescentes compactos son los siguientes

Luminaria fija de embutir para lámpara fluorescente compacta; estructura en acero galvanizada, reflector interno en aluminio de alta pureza; aro exterior desmontable en ABS color blanco.

5.2.3.4. Luminaria con 1 PL-C de 26 W

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA CON 1 PL-C 26 W.	10					5	4

5.2.3.5. Luminaria con 2 PL-C de 26 W

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA CON 2 PL-C 26 W.	57			211	6	5	45

5.2.4. Fluorescentes Tubulares

Impala TBS160 es una luminaria funcional de montaje empotrado para 2, 3 ó 4 lámparas fluorescentes TL-D. Dispone de una amplia variedad de ópticas, así como de un cierre prismático. La óptica se acopla a la carcasa por medio de unos clips que simplifican la instalación y el mantenimiento. Un sistema de conexión externo permite realizar la conexión eléctrica sin abrir la luminaria. La luminaria estándar se

adapta a los techos de perfil visto y, con accesorios, a techos de perfil oculto y de escayola (solo para versiones cuadradas).

Características

- Dos, tres o cuatro lámparas fluorescentes TL-D
- Variedad de sistemas ópticos de ajuste mediante clip
- Placa prismática
- Sistema de conexión externo
- Accesorios para montaje en techos ocultos y de escayola



5.2.4.1. Luminaria TL5-14W HF-P-D6

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA TL5-14W HF-P-D6	86			672		39	

5.2.4.2. Luminaria TL5-28W /-HF-P-D6

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA TL5-28W/-HF-P-D6				8			

5.2.4.3. Luminaria TLD-14W

SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
-------------	-------------	-------------	----------------	--------------	----------	----------

LUMINARIA TLD-14W	16	6		43	6		2
--------------------------	----	---	--	----	---	--	---

5.2.4.4. Luz de tranquilidad nocturna

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUZ DE TRANQUILIDAD NOCTURNA DE 6 W.				1			

También hay luminarias con tubos fluorescentes estancas, con las siguientes características:

Características

- A prueba de impactos, polvo, chorros de agua y vandalismo
- Lámparas fluorescentes TL-D o TL5 (16 mm)
- Montaje individual o en línea
- También disponible en versiones para altas temperaturas (+50 °C) y bajas temperaturas (-30 °C)

Beneficios

- Luminaria estanca para uso en ambientes de polvo y/o humedad
- Facilidad de instalación por sus clips a techo incluidos y por la fijación del difusor a la carcasa sin clips, manteniendo la estanqueidad
- Disponible con lámparas TL-D y también versiones TL5 para mayor eficiencia



5.2.4.5. Luminaria estanca 2x36W I de Philips con 2 T.F. de 36W

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA ESTANCA 2x36 I DE PHILIPS CON 2 T.F. DE 36 W.	38	203	5	23	23		9

5.2.4.6. Luminaria estanca (-30°C) Chambery para un TL-D de 36W para cámaras frigoríficas

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA ESTANCA (-30°C) CHAMBERY PARA UN TL-D DE 36 W. PARA CAMARAS FRIGORIFICAS		8					

5.2.4.7. Luminaria estanca 1x36W I de Philips con 1 T.F. de 36W

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
LUMINARIA ESTANCA 1x36 I CON 1 T.F. DE 36 W.		6		1			

5.2.4.8. Luminaria estanca 1x36W I de Philips con 1 T.F. de 18W

SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
-------------	-------------	-------------	----------------	--------------	----------	----------

LUMINARIA ESTANCA 1x36 I CON 1 T.F. DE 18 W.	2	2					
--	---	---	--	--	--	--	--

5.2.5. Otros

5.2.5.1. Aplique de pared con una lámpara fluorescente de 26W

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2ºPLANTA	3ºPLANTA
APLIQUE DE PARED CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE DE 26W.	5			5		1	1

5.3. Instalaciones de climatización, calefacción, A.C.S., acondicionamiento y tratamiento de aire.

5.3.1. Instalaciones de climatización, calefacción, A.C.S

Entendiendo como tal el conjunto de instalaciones de producción de agua caliente para calefacción y agua caliente sanitaria, de producción de agua fría para refrigeración o climatización incluyendo todos sus equipos tales como grupos frigoríficos, bombas, equipos de regulación, calderas, quemadores, chimeneas, acumuladores, tanques de expansión, intercambiadores, bombas y almacenamiento y distribución de combustibles, conducción y control de las instalaciones, cuadros de protección, señalización de fluidos y sentido de las conducciones, control y mantenimiento del sistema de tratamiento de agua, descalcificadoras, etc., y cualquier otro que no encontrándose en el recinto de la central térmica, central frigorífica o salas de climatizadores o subcentrales, fuese indispensable para el correcto funcionamiento de los equipos o máquinas en ellas instalados, así como el acondicionamiento, protecciones y limpieza de salas.

Los componentes de estas instalaciones son básicamente:

- Central producción agua fría
- Central producción agua caliente
- Sistemas de bombeo
- Redes de distribución

5.3.1.1. Central producción de agua fría

Tres plantas frigoríficas refrigeradas por aire con compresores de tornillo y refrigerante HFC-134^a.

Las plantas se ubican en el nivel sótano 2. La producción de agua fría se realiza a 7 °C.

EQUIPO/INST.	Nº	MARCA/MODELO
Grupos de Frío	3	Carrier 30 GX 207

Tabla 20: Equipo de grupos de frío

Las unidades 30GX son enfriadoras de condensación por aire diseñadas de principio a fin para satisfacer las necesidades actuales y futuras:

- Refrigerante ecológico HFC-134a,
- Compresores de tornillo,
- Reducido espacio ocupado,
- Evaporador para limpieza mecánica.

Todas las unidades están equipadas con control PRO-DIALOG Plus para optimizar la eficiencia del circuito de refrigerante y con el ventilador FLYING BIRD con anillo exterior giratorio. Este ventilador reduce el ruido de circulación del aire y contribuye el funcionamiento silencioso de la unidad. Se fabrica con materiales reciclables.

Características

- Refrigerante HFC-134a que respeta el ozono y cuya producción no está controlada.
- El refrigerante HFC-134a es de presión media, lo que minimiza la carga de los compresores prolongando su duración.
- Las unidades 30GX tienen compresores de tornillos y ventiladores axiales de anillo giratorio Flying Bird que proporcionan un funcionamiento silencioso y bajos niveles de vibraciones.
- Los niveles de eficiencia de las unidades 30GX son superiores a los medios de otras unidades tanto a plena carga como a carga parcial, con

lo que reducen los costes de explotación gracias al menor consumo de energía.

- Los controles de estas unidades son totalmente automáticos. Se vigila continuamente la temperatura de salida del agua para detectar variaciones de carga y caudal.
- Dos circuitos de refrigerante independientes. El segundo entra en servicio automáticamente cuando falla el primero, manteniendo refrigeración parcial en cualquier circunstancia.
- Facilidad de instalación: las unidades 30GX se suministran con una carga de refrigerante completa y las conexiones de entrada y salida de agua y de alimentación eléctrica son fácilmente accesibles.
- Autodiagnóstico: visualización rápida del estado de la máquina.
- Concepto de compresores múltiples para optimizar la eficiencia con carga parcial y minimizar la corriente de arranque.
- Arrancador estrella/triángulo para limitar la corriente de arranque en las unidades 30GX 112-182.
- Potencia Frigorífica nominal de 1047 kW



Ilustración 11: Grupo de frío “Carrier” (Fuente: www.carrier.es)

5.3.1.2. Central producción de agua caliente

La central de producción de agua caliente está formada por tres calderas equipadas con quemadores mixtos automáticos de gasóleo y gas natural, con regulación modulante; de las tres calderas se utilizan dos para el servicio de calefacción y una para el servicio de apoyo en la producción de agua caliente sanitaria. Como fluido primario de calefacción se ha elegido agua a 80 °C. Las calderas se ubican en la sala de máquinas destinada para este fin.

EQUIPO/INST.	Nº	MARCA/MODELO
Caldera de Calefacción y ACS	3	Ygnis, Quemador mixto

Tabla 21: Calderas

Las características técnicas de las calderas son:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CALDERAS	
Año fabricación/Nº de homologación	2006/49AR1164SQL20140M
Marca	YGNIS
Tipo	FBG710
Presión máxima	4 BAR

Temperatura máxima	100 °C
Potencia	710 KW

Tabla 22: Características técnicas de las calderas

Caldera presurizada a equipar con quemador de gas o gasóleo Ygnis modelo FBG 710 de potencia útil máxima (80/60°C) 710 kW, construida en acero de alta calidad S-235-JR o similar para funcionamiento a temperatura constante o variable de caldera, con retorno de llama por el tubo hogar. Puerta con revestimiento en fibra cerámica y apertura de izquierda a derecha (reversible bajo pedido). Con brida adaptada al quemador y contrabridas de salida y retorno con boquillas para soldar, juntas y tornillería. Gran volumen de agua para favorecer la refrigeración en todas las zonas de la caldera y mejorar el rendimiento estacional. Envoltorio de aislamiento en fibra mineral de 60mm de espesor con supresión de puentes térmicos.

- Potencia Útil Máxima (80/60°C): 710 kw
- Rendimiento útil a Potencia Máxima: 89 %
- Rendimiento útil a Potencia Mínima: 92 %
- Pérdidas por radiación y convección: 0,24 %
- Sobrepresión circuito de combustión: 5,0 mbar
- Pérdida de carga lado agua (*T= 20 K): 450 mm c.a.
- Presión máxima de servicio: 8 bar
- Peso en vacío: 915 kg
- Capacidad de agua: 730 litros
- Dimensiones (longitud x anchura x altura): 2 004 x 1 210 x 1 455 mm

Y las especificaciones del quemador

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUEMADOR	
Año de fabricación	2006
Marca	ELCO
Tipo	EK4-135 GL-PO
Combustible	Gasóleo/Gas

Tabla 23: Características técnicas del quemador

Elementos del Quemador:

- Bobina de alta Siemens / tipo 2M 20/12. Prim 230 V 50 Hz,

- Sec 2 x 6 Kv 20 ma,
- Motor ventilador marca Rsachalt / Tipo 2,2 K 100L-2 / 230-400 V / 11,6 - 6,2 A / 3 Kw / 2000 rpm.
- Bomba de gasoil marca Danfoss / Tipo KNS150 L
- Regulador de potencia marca Siemens / modelo SOM53489A2.
- Inyector de gas marca Dungs / modelo NPS 50450219877 / 230 V / I_{max} 4 A / P_{max} 500 mbar
- Filtro gas marca PIETRO FIORENTAL / Code F10603001A / Ps 6 bar / Capacidad filtro 50 micras
- Manorreductor marca DUNGS / Tipo FRS 515 / P_{max} 500 mbar / P_{imax} 500 mbar / PN
- Cuadro eléctrico de maniobras marca ELDON / Tipo MAS605021 / 4,12,13 NP A-533
- Autómata de caldera marca Siemens (landis&stefa) / modelo 2WF40,00097

También se dispone de placas fotovoltaicas para la obtención de agua caliente:

EQUIPO/INST.	Nº	MARCA/MODELO
Colectores solares	36	VITOSOL 100

Tabla 24: Equipos de colectores solares

El absorbedor con recubrimiento selectivo de Vitosol 100–F, modelo SV1A/SH1A garantiza una alta absorción de la radiación solar y mejora el aporte de energía. El tubo de cobre en forma de serpentín hace posible una evacuación uniforme del calor en el absorbedor.

La caja de colector es aislante y resistente a temperaturas elevadas, y dispone de un recubrimiento de vidrio solar de bajo contenido en hierro.

Los tubos de unión flexibles hermetizados con juntas tóricas hacen posible la conexión segura en paralelo de hasta 12 colectores.

Un juego de conexión con uniones por anillos de presión permite conectar de forma sencilla la batería de colectores a las tuberías del circuito de energía solar. En

la impulsión del circuito de energía solar se instala, con ayuda de un juego de vainas de inmersión, la sonda de temperatura del colector.

Vitosol 100-F, modelo SV1B/SH1B con recubrimiento especial del absorbedor está diseñado para el uso en zonas costeras.



Ilustración 12: Placa Solar (Fuente: www.viessmann.es)

5.3.1.3. Sistema de bombeo

Se utilizan sistemas de bombas dobles de manera que siempre quede una bomba de reserva.

Los sistemas de bombeo se localizan en las salas de máquinas del sótano 2.

EQUIPO/INST.	Nº	MARCA/MODELO
Bombas de recirculación	40	Ebara

Tabla 25: Equipos de bombas de recirculación



Ilustración 13: Bomba de recirculación Ebara (Fuente: www.directindustry.es)

5.3.1.4. Redes de Distribución

La característica fundamental de los diferentes sistemas utilizados en hospitales es que el objetivo final es el máximo confort del enfermo y del personal sanitario para favorecer un adecuado tratamiento y recuperación en el caso de los primeros y un adecuado desempeño de sus funciones en el caso de los últimos, añadiendo ahora la premisa del menor coste posible, es decir, ahorro sin renunciar al confort.

Para conseguir que se cumplan las condiciones de confort, las unidades terminales y climatizadores encargados de combatir la carga térmica generada por la instalación o las pérdidas de calor de la misma han de proporcionar la energía necesaria en los locales climatizados. En instalaciones con distribución hidráulica para hospitales, la energía necesaria llega a los citados 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. En esto consiste la primera condición para un correcto equilibrio hidráulico: conseguir que lleguen a todos los elementos consumidores los caudales de diseño. La normativa es clara al respecto, el nuevo 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.

- Agua

Las redes de distribución de agua comprenden todos los circuitos primarios y secundarios de distribución de agua fría y caliente para climatización. El trazado de los circuitos se realiza por zonas generales.

- Aire

La distribución de aire de impulsión a los departamentos se hace con conductos de chapa de acero galvanizado, van alojados en falsos techos y la difusión se realiza mediante difusores de aluminio anodizado. Estos difusores están provistos de dispositivos de regulación del caudal de aire. El retorno se hace a través de conductos de las mismas características y rejillas de aluminio horizontales o verticales.

5.3.2. Instalaciones de acondicionamiento y tratamiento de aire

Incluyendo todos sus equipos tales como climatizadores, extractores, fan-coils, unidades partidas, inductores, ventiladores, silenciadores, equipos autónomos de tratamiento de aire, calefactores, recuperadores de calor sensible, generadores de humedad, compuertas corta fuego, etc., así como sus sistemas de control y condiciones ambientales, (temperatura, humedad, etc.).

Los sistemas de tratamiento de aire en las distintas zonas son los siguientes:

5.3.2.1. Climatizadores: UTA's, elementos auxiliares y salas

Se incluye dentro de este conjunto todos los elementos asociados a las climatizadoras como válvulas de tres y dos vías, automatismos y control, baterías, desagües, cajas de UTA,s, motores, bombas, extractores, ventiladores, aislamientos, etc.

- Unidad de tratamiento de aire (UTA)

Una Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) se utiliza para acondicionar y hacer circular el aire como parte de un sistema de calefacción, ventilación y sistema de aire acondicionado.

La función básica de una UTA es tomar aire del exterior, acondicionarlo y suministrar aire fresco a un edificio. Todo el aire de escape se descarga, lo que asegura una calidad aceptable del aire en interiores. Dependiendo de la temperatura requerida del aire acondicionado, el aire fresco o bien se calienta mediante una unidad de recuperación o bobina de calentamiento, o se enfría por un serpentín de refrigeración.

La UTA es una gran caja de metal que contiene ventiladores separados para el suministro y el escape, bobina de calentamiento, un serpentín de enfriamiento, calefacción / refrigeración, sistema de recuperación, bastidores de filtro de aire o cámaras, atenuadores de sonido, cámara de mezcla y los amortiguadores. Se conecta a una red de conductos que distribuye el aire acondicionado a través de la construcción y lo devuelve a la UTA.

Para ahorrar energía y aumentar la capacidad de la UTA, normalmente se coloca un intercambiador y recuperador de frío/calor.

En este hospital hay:

EQUIPO/INST.	Nº	MARCA/MODELO
UTA,S	29	Termoven

Tabla 26: Equipos de UTA'S

Hay 4 tipos de Unidad de Tratamiento de Aire:

De las cuales, 4 son del tipo siguiente:

- Unidad de tratamiento de aire con cuerpo sección del tipo horizontal unizona de baja velocidad fabricada con paneles sándwich de chapa galvanizada y aislamiento intermedio de 60 mm, formado por fibra de vidrio o lana de roca.
 - 60 mm
 - 50 mm

UTA'S	Nº
-------	----

60 mm	4
50 mm	20

Tabla 27: Cantidad de UTA's por aislamiento

- Unidad de tratamiento de aire para doble conducto con cuerpo sección del tipo horizontal unizona de media velocidad fabricada con paneles sandwich de chapa galvanizada y aislamiento intermedio de 50 mm, formado por fibra de vidrio o lana de roca

UTA'S	Nº
50 mm	5

Tabla 28: Cantidad de UTA's por aislamiento

Ilustración 14: Unidad de Tratamiento de Aire (Fuente: www.termoven.es)

Se cuenta con cuadros generales de aire acondicionado y de calefacción que se ubican en las salas de máquinas, asimismo distribuidos por el edificio se cuenta con cuadros parciales para la alimentación de climatizadoras y otros elementos de la instalación.

5.3.2.2. Extractores, fan-coils, unidades partidas

- Extractores

Dentro del campo de la ventilación, hay una amplia gama que pueden ser utilizadas tanto en la ventilación como en la extracción de aire de locales.

EQUIPO/INST.	Nº	MARCA/MODELO
EXTRACTORES	28	Termoven

Tabla 29: Equipos extractores



Ilustración 15: Extractor Termoven (Fuente: www.termoven.es)

- Fan-coils

Las unidades Fan-coils o ventilo-convectores, son unidades terminales de tratamiento de aire; capaces de filtrar, enfriar o calentar individualizadamente, las condiciones ambientales del local a climatizar.

Una instalación realizada con un sistema de Fancoils representa, respecto a otros sistemas empleados, un ahorro inicial en la instalación y posteriormente en el mantenimiento.

Como unidad terminal y por sus amplias posibilidades de trabajo, el Fan-coil se aplica principalmente en instalaciones con zonas individualizadas, tales como: Hoteles, Hospitales, Oficinas, Residencias, Colegios, Locales Comerciales, etc...

Su reducida altura, permite la instalación en falsos techos y la construcción modular le proporciona una amplia gama de soluciones para su instalación.

EQUIPO/INST.	Nº	MARCA/MODELO
--------------	----	--------------

FAN-COILS	30	Termoven
-----------	----	----------

Tabla 30: Equipos de Fan-Coils

Ilustración 16: Fan-coils Termoven (Fuente: www.termoven.es)

5.3.2.3. Modos de funcionamiento del aire acondicionado y calefacción

Toda la instalación tiene tres modos de funcionamiento: automático desde gestión centralizada, manual desde el mismo cuadro o paro. Para ello existen conmutadores manuales de funcionamiento.

- Mando y control

Todo el control automático se encomienda al Sistema de "Gestión Técnica centralizada".

- Control fan-coils:

El control se realiza a través de un regulador electrónico con sonda de temperatura que acciona las válvulas motorizadas.

- Control cajas doble conducto:

El control se realiza a través de un regulador electrónico con sonda de temperatura que acciona las compuertas motorizadas.

- Climatizadoras doble conducto:

Las temperaturas de impulsión de aire se regulan con sondas de temperatura que actúan sobre las válvulas motorizadas de las baterías.

- Climatizadoras quirófanos:

La temperatura y humedad de la sala se controla mediante sondas ambiente que actúan sobre las válvulas motorizadas de las baterías. El caudal de aire se controla mediante sondas de presión en los conductos que actúan sobre los variadores de frecuencia de los ventiladores, a fin de mantener constante el caudal de impulsión, independientemente de la suciedad de los filtros.

En la zona prequirúrgica existe un panel de control que recoge la información relativa al funcionamiento de la instalación de climatización de cada quirófano, así como las alarmas de funcionamiento.

- Climatizadoras baja velocidad.

El control de temperatura ambiente se realiza mediante sondas ambiente que regulan las válvulas motorizadas de las baterías.

Independientemente del sistema de climatización utilizado, deben instalarse equipos de control de la temperatura. Un buen control de la temperatura de consigna (la temperatura a la que se desea mantener el local o habitación), así como una adecuada elección de la temperatura de confort conlleva ahorros muy significativos (cada grado en el termostato representa un 6% de gasto).



Ilustración 17: Termostato de corriente



Ilustración 18: Ejemplos de cronotermostatos

Necesidad de disponer de aire interior en niveles de temperatura, humedad y calidad adecuados, lo que aumenta la necesidad de climatización y ventilación.

ESTANCIA	TEMPERATURA (°C)
Dormitorios Estancia todo el día	22
Quirófanos	29-32
Sala de rayos X	22
Salas generales	22
Salas de recuperación	23

Tabla 31: Temperatura interiores de cálculo de estancias (Fuente: Gas Natural Fenosa)

6. PROPUESTAS DE MEJORAS

6.1. Introducción

Realizar actuaciones encaminadas a reducir la demanda energética, promoviendo medidas de gestión inteligente y reducción de los consumos energéticos.

En este apartado se plantean unas medidas de carácter general y otras relativas a la sensibilización y a las buenas prácticas.

Las principales líneas de actuación deben ir encaminadas a:

- Seguimiento de consignas, horarios de calefacción e iluminación, arranques/paros de las instalaciones, apagado de luces etc.
- Realización de pequeñas reformas que se traduzcan rápidamente en ahorro energético como instalación de válvulas de sectorización de zonas, sustitución de luminarias por otras de bajo consumo, instalación de baterías de recuperación etc.
- Instalación de equipos de telegestión, sistemas de regulación de iluminación etc.
- Mejora del rendimiento de los equipos de producción: calderas, enfriadoras...
- Instalación de sistemas de energía renovables.
- Reducción de los consumos eléctricos y térmicos: Reducción de la demanda.
- Mejora de los aislamientos y cerramientos.
- Realización de inversiones a través de empresas de Servicios Energéticos

6.2. Optimización del suministro eléctrico

Para optimizar la potencia en alta tensión de 6 períodos se requieren los registros cuartohorarios de todos los días de cada período.

La facturación eléctrica se puede expresar en términos matemáticos:

$$F = F_p + F_E + F_{ER} + F_o$$

Ecuación 2: Facturación eléctrica

Donde:

- $F = \text{Facturación Total}$
- $F_p = \text{Facturación del término de potencia}$
- $F_E = \text{Facturación del término de energía activa}$
- $F_{ER} = \text{Facturación del término de energía reactiva}$
- $F_o = \text{Facturación de alquileres, impuesto eléctrico}$

Dado que se va a optimizar potencia contratada y no energía, que es inherente al consumo de los aparatos, los términos F_E y F_{ER} no sufrirán modificación al realizar la optimización. Sin embargo, F_o sí, dado que variará el valor, en concreto del impuesto eléctrico, según varíe el término F_p .

A su vez, el término F_p puede descomponerse en dos:

$$F_p = F_{Pc} + F_{Pe}$$

Ecuación 3: Cálculo del término de facturación de potencia

A continuación, muestro una muestra de la hoja excel que representan los registros cuartohorarios:

	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30
01/01/2011	70	176	180	184	200	432	179	356	241	250	300	250
02/01/2011	70	168	184	192	212	268	260	264	248	232	208	204
03/01/2011	100	216	184	122	216	260	502	654	543	587	569	499
04/01/2011	216	200	180	208	216	288	444	720	264	236	192	569
05/01/2011	200	111	208	216	216	252	354	600	220	216	184	176
06/01/2011	111	60	113	207	123	413	450	300	250	400	300	323
07/01/2011	122	216	152	116	232	68	280	280	208	208	268	196
08/01/2011	216	208	192	204	143	68	250	400	300	322	178	352
09/01/2011	208	224	184	204	224	288	300	288	280	268	208	224

10/01/2011	224	208	122	204	220	292	292	288	280	280	208	208
11/01/2011	208	212	192	216	224	308	288	292	284	272	196	216
12/01/2011	212	64	192	200	208	272	268	679	248	679	192	679
13/01/2011	65	108	141	111	344	264	260	256	252	232	192	204
14/01/2011	65	60	100	211	111	68	601	679	60	299	280	280
15/01/2011	64	180	188	216	236	710	332	332	316	300	224	244
16/01/2011	175	188	192	208	228	300	288	280	284	288	212	216
17/01/2011	148	188	200	224	228	300	288	288	300	280	216	601
18/01/2011	140	168	188	208	228	276	276	264	264	256	212	212
19/01/2011	132	196	192	212	224	308	300	296	296	280	220	216
20/01/2011	175	145	180	208	122	264	264	268	248	679	208	216
21/01/2011	148	172	208	216	60	68	238	309	601	343	601	569
22/01/2011	56	216	152	116	232	131	156	200	234	197	165	178
23/01/2011	56	208	192	204	143	316	304	300	304	284	228	244
24/01/2011	160	224	184	204	224	300	502	654	543	587	569	499
25/01/2011	100	208	122	204	220	292	654	654	601	569	216	569
26/01/2011	52	212	192	216	224	284	268	284	276	587	654	216
27/01/2011	122	188	192	208	122	276	587	272	569	252	204	228
28/01/2011	100	108	141	111	344	68	569	321	345	587	654	601
29/01/2011	100	102	103	108	184	432	179	356	241	250	300	250
30/01/2011	100	102	103	108	200	356	332	332	316	300	224	244
31/01/2011	122	188	192	208	122	312	304	304	288	288	601	220

Tabla 32: Registro cuartohorario del consumo energético

De este registros sacamos las siguientes tablas:

kW							
MES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	TOTAL
ENERO	147.958	221.584	0	0	0	350.881	720.423
FEBRERO	142.858	223.773	0	0	0	289.707	656.338
MARZO	0	0	133.042	225.507	0	361.208	719.757

ABRIL	0	0	0	0	380.813	279.763	660.576
MAYO	0	0	0	0	336.282	290.814	627.096
JUNIO	106.913	97.865	65.047	110.338	0	284.130	664.293
JULIO	190.721	189.753	0	0	0	367.106	747.580
AGOSTO	0	0	0	0	0	793.803	793.803
SEPTIEMBRE	0	0	158.025	238.938	0	306.516	703.479
OCTUBRE	0	0	0	0	312.280	315.315	627.595
NOVIEMBRE	0	0	112.184	200.481	0	302.149	614.814
DICIEMBRE	50.517	153.363	0	0	0	373.053	576.933

Tabla 33: Consumo de energía por periodos en kW

Y el consumo anual estimado en kWh, sería

CUPS: ES0031104482451001SX0F								
Periodo Facturación		Consumo Energía Activa (kWh)						
Desde	Hasta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Activa
01/01/2011	31/01/2011	36.990	55.396	0	0	0	87.720	180.308
01/02/2011	28/02/2011	35.715	55.943	0	0	0	72.427	164.687
01/03/2011	31/03/2011	0	0	33.261	56.377	0	90.302	181.898
01/04/2011	30/04/2011	0	0	0	0	95.203	69.941	166.779
01/05/2011	31/05/2011	0	0	0	0	84.071	72.704	157.833
01/06/2011	30/06/2011	26.728	24.466	16.262	27.585	0	71.033	166.985
01/07/2011	31/07/2011	47.680	47.438	0	0	0	91.777	192.148
01/08/2011	31/08/2011	0	0	0	0	0	198.451	201.021
01/09/2011	30/09/2011	0	0	39.506	59.735	0	76.629	176.528
01/10/2011	31/10/2011	0	0	0	0	78.070	78.829	157.833
01/11/2011	30/11/2011	0	0	28.046	50.120	0	75.537	154.008
01/12/2011	31/12/2011	12.629	38.341	0	0	0	93.263	145.167
TOTAL ANUAL ESTIMADO kWh						2.045.194		

Tabla 34: Consumo anual estimado en kWh por periodos

Para el caso de 6 periodos, los excesos de potencia se calculan en función de las potencias contratadas en cada periodo tarifario, y en su caso, dependiendo de la tarifa, las potencias realmente demandadas mediante los equipos correspondientes.

La facturación de los excesos de potencia (€) para las tarifas de acceso 6.1 se calcula en caso de que la potencia demandada sobrepase en cualquier periodo horario la potencia contratada (RD 1164/2001):

$$FPE = \sum_{i=1}^6 Ki \times 1'4064 \times Aei$$

Ecuación 4: Cálculo de excesos de potencia

Donde K_i es el coeficiente que tomará los siguientes valores dependiendo del periodo tarifario:

Periodo	P1	P2	P3	P4	P5	P6
K_i	1	0,5	0,37	0,37	0,37	0,17

Tabla 35: Coeficientes K_i

A_{ei} se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$A_{ei} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (P_{dj} - P_{ci})^2}$$

Ecuación 5: Cálculo A_{ei}

Donde,

P_{dj} = Potencia demandada en cada uno de los cuartos de hora del periodo i , en que se haya sobrepasado P_{ci} . [kW]

P_{ci} = Potencia contratada en el periodo i considerado. [kW]

Por lo tanto, el cálculo de A_{ei} por periodos es:

Aei						
kW						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	13,34	32,01	0	0	0	86,16
FEBRERO	0	32	0	0	0	43,09
MARZO	0	0	16	27,71	0	81,07
ABRIL	0	0	0	0	81,68	34,47
MAYO	0	0	0	0	46,07	18,38
JUNIO	20,64	44,93	27,62	66,79	0	22,52
JULIO	13	74,01	0	0	0	31,92
AGOSTO	0	0	0	0	0	71,91
SEPTIEMBRE	0	0	41,18	71,69	0	26
OCTUBRE	0	0	0	0	36,8	29,15
NOVIEMBRE	0	0	16	32	0	46,79
DICIEMBRE	0	16	0	0	0	73,42

Tabla 36: Cálculo de A_{ei} por periodos

Y el cálculo de los excesos de potencia en términos económicos son:

CÁLCULO FEP

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	18,76	22,51	0,00	0,00	0,00	20,60
FEBRERO	0,00	22,50	0,00	0,00	0,00	10,30
MARZO	0,00	0,00	8,33	14,42	0,00	19,38
ABRIL	0,00	0,00	0,00	0,00	42,50	8,24
MAYO	0,00	0,00	0,00	0,00	23,97	4,39
JUNIO	29,03	31,59	14,37	34,76	0,00	5,38
JULIO	18,28	52,04	0,00	0,00	0,00	7,63
AGOSTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,19
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	21,43	37,31	0,00	6,22
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	0,00	19,15	6,97
NOVIEMBRE	0,00	0,00	8,33	16,65	0,00	11,19
DICIEMBRE	0,00	11,25	0,00	0,00	0,00	17,55
TOTAL	66,07	139,90	52,45	103,13	85,63	135,06
FEP		582,24 €				

Tabla 37: Excesos de potencia en términos económicos

Teniendo en cuenta el gasto por la potencia contratada:

Tabla 1- Precios término de potencia y potencias a contratar						
P1	P2	P3	P4	P5	P6	
17,100615	8,55779	6,26267	6,26267	6,26267	2,857585	PRECIO TÉRMINO POTENCIA (€/kW) AÑO
707	707	707	707	707	707	POTENCIA CONTRATADA
Potencias a optimizar						

Tabla 38: Potencias a optimizar

El gasto total sería de:

Tabla 2. Coeficientes y resultados por periodo						FP=SUMA(FPE)+SUMA(FPC)
P1	P2	P3	P4	P5	P6	34.168,08 €
1,00	0,50	0,37	0,37	0,37	0,17	Coeficientes Ki
66,07	139,90	52,45	103,13	85,63	135,06	Excesos de potencia FPe
12.141,44	6.076,03	4.446,50	4.446,50	4.446,50	2.028,89	Potencia Contratada FPC

Tabla 39: Facturación del término de potencia

A continuación aplicamos la función solver de Excel. La celda objetivo es el valor FP, donde se ve su valor numérico:

FP=SUMA(FPE)+SUMA(FPC)
34.168,08 €

Para introducir las restricciones se deben considerar que las potencias deben cumplir lo dicho anteriormente:

$$P1 \leq P2 \leq P3 \leq P4 \leq P5 \leq P6$$

Además, también debe ser el último período mayor de 450 kW, dado que es requisito indispensable que al menos una potencia supere ese valor.

El resultado sería:

Tabla 3- Precios término de potencia y potencias a contratar						
P1	P2	P3	P4	P5	P6	
17,100615	8,55779	6,26267	6,26267	6,26267	2,857585	PRECIO TÉRMINO POTENCIA (€/kW) AÑO
550	550	550	550	550	550	POTENCIA A CONTRATAR
Potencias optimizada						

Tabla 40: Potencias optimizada

Tabla 4. Coeficientes y resultados por periodo						FP=SUMA(FPE)+SUMA(FPC)
P1	P2	P3	P4	P5	P6	27.744,07 €
1,00	0,50	0,37	0,37	0,37	0,17	Coeficientes Ki
234,65	321,75	268,93	331,65	257,43	312,46	Excesos de potencia FPe
9.405,34	4.706,78	3.444,47	3.444,47	3.444,47	1.571,67	Potencia Contratada FPc

Tabla 41: Facturación del término de potencia con potencias optimizadas

Por lo tanto el ahorro directo de realizar este cambio de potencia sería de:

AHORRO
6.424,01 €

A este ahorro habría que restarle el precio por variar la potencia contratada a través de la comercializadora eléctrica, que se denomina derecho de enganche, y según la ITC 3519/2009 actualmente en vigor (diciembre de 2010) tiene para contratos de alta tensión que cumplan $V \leq 36$ kV, el precio de 79,49 € (sin IVA).

En el caso de la potencia reactiva, no existen recargos, debido a que el hospital cuenta con varias baterías de condensadores.

6.3. Iluminación

Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20% y el 85% en el consumo eléctrico de alumbrado, merced a la utilización de componentes más eficientes, al empleo de sistemas de control y al aprovechamiento de la aportación de la luz natural.

Además, se puede conseguir un ahorro adicional en el aire acondicionado, ya que la iluminación de bajo consumo energético presenta una menor emisión de calor.

Los balastos electrónicos no tienen pérdidas debidas a la inducción ni al núcleo, por lo que su consumo energético es notablemente inferior.

Las principales medidas de ahorro energético que se pueden llevar a cabo dentro todos los centros sanitarios son los siguientes:

6.3.1. Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos (On/Off y Regulables)

En la Tabla 42 se muestra cómo varía el consumo energético en un tubo fluorescente de 58 W, al sustituir el balasto convencional por un balasto de alta frecuencia.

Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto convencional		Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto electrónico	
POTENCIA ABSORBIDA		POTENCIA ABSORBIDA	
Lámparas (2 x 58W)	116 W	Lámparas (2 x 58W)	116 W
Balasto Convencional	30 W	Balasto electrónico	11 W
TOTAL	146 W	TOTAL	127 W
DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO		13,02%	

Tabla 42: Comparación entre balasto convencional y electrónico

En nuestro caso, el número de luminarias en el hospital es de:

	SOTANO 1	SOTANO 2	SOTANO 3	PLANTA BAJA	1º PLANTA	2º PLANTA	3º PLANTA
LUMINARIA ESTANCA 2x36 I DE PHILIPS CON 2 T.F. DE 36 W.	38	203	5	23	23		9

Hacen un total de 301 luminarias de 2x36W

A parte hay otras luminarias con tubos fluorescentes que se pueden ver en el apartado 5.2.4.

En total la potencia consumida por el conjunto de los fluorescentes asciende a:

	TOTAL (KWh)
Fluorescente tubular	250.111,63

Instalando una reactancia del tipo Philips HF-Performer, tendríamos el siguiente ahorro:

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO ₂)
13,02%	32.564,53	6.565,01

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
3.907,74	20.000,00	5,118

Tabla 43: Evaluación del ahorro energético y económica de sustitución de balastos

Las características de los balastos electrónicos son los siguientes:

- Mejoran la eficiencia de la lámpara y del sistema
- Mejoran el confort y reducción de la fatiga visual al evitar el efecto estroboscópico
- Optimizan el factor de potencia
- Proporcionan un arranque instantáneo
- Incrementan la vida de la lámpara
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara

Los balastos electrónicos no tienen pérdidas debidas a la inducción ni al núcleo por lo que su consumo energético es inferior al de los equipos convencionales. Facilitan la regulación de la intensidad de las lámparas.

El inconveniente de la aplicación del balasto electrónico está en su inversión, que es mayor que la de uno convencional, lo que hace que se recomiende la sustitución en aquellas luminarias que tengan un elevado número de horas de funcionamiento.

En el caso de instalación nueva, es recomendable, a la hora de diseñar el alumbrado, tener en cuenta la posibilidad de colocar luminarias con balasto electrónico, ya que, en este caso, el coste de los equipos no es mucho mayor y se amortiza con el ahorro que produce.

6.3.2. Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga de alta presión son hasta un 35% más eficientes que los tubos fluorescentes con 38 mm de diámetro, aunque presentan el inconveniente de que su rendimiento de color no es tan bueno.



Ilustración 19: Lámparas de descarga de alta presión (Fuente: www.tecnored.cl)

Es por ello que su aplicación resulta interesante en los lugares donde no se requiere un elevado rendimiento de color, como en las habitaciones de los pacientes, salas de espera, etc. También pueden regular su intensidad lumínica hasta un 50%, incluso existen algunas regulables hasta un 20%.

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO2)
30,00%	37.516,74	7.563,38

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
4.502,01	25.000,00	5,553

Tabla 44: Evaluación del ahorro energético y económica de instalación de lámparas de descarga

6.3.3. Lámparas fluorescentes compactas

Las lámparas fluorescentes compactas resultan muy adecuadas en sustitución de las lámparas de incandescencia tradicionales, pues presentan una reducción del consumo energético del orden del 80%, así como un aumento en la duración de la lámpara de entre 8 y 10 veces respecto a las lámparas de incandescencia.

Tienen el inconveniente de que no alcanzan el 80% de su flujo luminoso hasta pasado un minuto de su encendido.

Lámpara fluorescente compacta	Lámpara fluorescente compacta	Ahorro energético (%)
3 W	15 W	80
5 W	25 W	80
7 W	40 W	82
11 W	60 W	82
15 W	75 W	80
20 W	100 W	80
23 W	150 W	84

Tabla 45: Equivalencia entre fluorescentes compactas e incandescentes

	LÁMPARA INCANDESCENCIA DE 75 W	LÁMPARA COMPACTA DE 15 W
Potencia consumida	75 W	15 W
Flujo Luminoso	900 lm	960 lm
Duración	1000 horas	8000 horas
Precio de la energía eléctrica	0,11 €/kWh	
Precio de compra estimado	0,70 €	20 €
Costes funcionamiento (8000 horas)	71,60 €	33,20 €
AHORRO ECONÓMICO	54%	
PLAZO DE AMORTIZACIÓN	3000 horas de funcionamiento	

Tabla 46: Comparativa entre lámparas compactas e incandescentes

En el siguiente ejemplo se muestra una tabla orientativa sobre el porcentaje de ahorro aproximado que se puede conseguir por sustitución de lámparas por otras más eficientes.

ALUMBRADO EXTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	45%
Vapor de sodio alta presión	Vapor de sodio baja presión	25%
Halógena convencional	Halogenuros metálicos	70%
Incandescencia	Fluorescentes compactas	80%

ALUMBRADO INTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Halógena convencional	Fluorescentes compactas	70%
Incandescencia	Fluorescentes compactas	80%

Tabla 47: Ahorro energético por sustitución de lámparas

6.3.4. Lámparas LED

La tecnología LED ha evolucionado a un buen ritmo durante los últimos años.



Ilustración 20: Ahorro Energético en Luminarias LED (Fuente: www.philips.com)

A la hora de realizar una iluminación general debemos ser conscientes que por el momento la tecnología LED en iluminación general ha llegado y superado el rendimiento de los downlight de fluorescencia compacta y que está cerca del de las luminarias de fluorescencia lineal.

En resumen podríamos decir que lugares donde el alumbrado está encendido durante mucho tiempo, en hospitales son multitud de lugares, y actualmente existan downlight, se pueden sustituir por donwlight de LEDs con unos rendimientos altísimos, muy bajo consumo y con una duración que casi quintuplica la de las PL-C con equipo electrónico que se utilizaban hasta ahora.

Actualmente existen downlights de leds equivalentes a; 1xPL-C 18w, 2xPL-C 18w, 2x26w y hasta 2x32w que son los más comunes y el ahorro está rondando el 50% respecto a los actuales de fluorescencia con equipo electrónico.

Las aplicaciones hospitalarias más comunes por lo tanto son pasillos, despachos, salas de espera o en definitiva cualquier espacio donde actualmente existan donwlights. Los plazos de amortización para zonas de uso de 24h, son dos, tres años.

Como he indicado anteriormente existen también luminarias de 60x60 cm para sustituir a las actuales de 4xTL-D 18W o 4xTL-5 14W y aunque los ahorros son muy grandes respecto a tecnologías obsoletas con equipos electromagnéticos, los

ahorros respecto a las luminarias de última generación con TL5 no son tan abultados. Esta es la razón por la que actualmente estas luminarias para alumbrado general como puede ser despachos, salas de espera, etc son perfectamente factibles.



Ilustración 21: Recepción Hospital con LED (Fuente: www.philips.com)

Por ello, se evalúa la posibilidad de sustituir los fluorescentes de 36 W instalados por tubos de LED de 19 W., instalando tubos LED Philips-Master LEDTube

Características:

- Fuente de luz LED con una capa mate diseñada como un tubo fluorescente tradicional.
- Potencia nominal: 19W
- Flujo luminoso a 25°C: 1650 lm
- Índice reproducción de color Ra: 83
- Temperatura de color: 4000K
- Precio base por unidad: 54,69€
- Vida útil estimada: 40.000 horas

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO ₂)
50,00%	125.055,82	25.211,25

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
15.006,70	93.683,97	6,243

Tabla 48: Evaluación del ahorro energético y económica de la instalación de LED

6.3.5. Sustituciones de luminarias

Muchas luminarias contienen reflectores diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello se obtienen importantes mejoras de las condiciones visuales y un ahorro energético.

Se deben sustituir aquellas luminarias que se encuentren dañadas o cuyo rendimiento no sea el adecuado además de llevar un mantenimiento de las mismas mediante la limpieza periódica de sus elementos.

6.3.6. Aprovechamiento de la luz natural

El aporte de la luz natural tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado y puede tener implicaciones importantes a nivel de eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio generalmente prefieren un espacio bien iluminado con aporte de luz natural, siempre que se eviten los problemas de deslumbramiento (orientación correcta) y de calentamiento (doble ventana climatit).

Tal y como menciona el CTE en su DB HE3, se deben instalar sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana.

Los principales factores que afectan a la iluminación de un local mediante luz natural son la profundidad de la habitación, el tamaño y la localización de las ventanas y elementos vidriados y las sombras externas. Para un máximo aprovechamiento de la luz natural es importante disponer de dispositivos que apaguen la iluminación artificial cuando el aporte de luz natural alcance una iluminación adecuada.

Además es conveniente pintar las superficies de las paredes con colores claros con una buena reflectancia. Colores claros y brillantes pueden reflejar hasta un 80% de la luz incidente.

6.3.7. Plan de Mantenimiento

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de las instalaciones de

iluminación, cada centro deberá contar con un plan de mantenimiento de las instalaciones que contemple entre otras operaciones:

- Reposición de las lámparas con la frecuencia de reemplazamiento.
- Limpieza de luminarias con la metodología prevista
- Revisión de los sistemas de regulación y control.

Algunos parámetros que se deben de tener en cuenta a la hora de realizar este mantenimiento se establecen en la siguiente tabla:

Iluminancia recomendada basada sobre	Flujo luminoso de la lámpara empleada	Factor de depreciación del flujo de la lámpara	Categoría del local	Factor deprec. Luminaria y superficies del local	Factor total de pérdida de luz
Valor mínimo de iluminancia	Valor inicial nominal (100h.)	0.8	Limpio	0.85	0.7
			Normal	0.75	0.6
			Sucio	0.6	0.5
	Valor al final de la vida	1	Limpio	0.85	0.85
			Normal	0.75	0.75
			Sucio	0.6	0.6
Valor en servicio de iluminancia	Inicial nominal (100h.)	0.9	Limpio	0.9	0.8
			Normal	0.8	0.7
			Sucio	0.7	0.6
	Flujo nominal para el proyecto (2000h)	1	Limpio	0.9	0.9
			Normal	0.8	0.8
			Sucio	0.7	0.7

Tabla 49: Parámetros de mantenimiento de luminarias

6.3.8. Zonas exteriores y letreros luminosos

Los dispositivos de control de tiempos de iluminación más sencillos son los interruptores crepusculares.

Son dispositivos electrónicos capaces de conmutar un circuito en función de la luminosidad ambiente. Para ello utilizan una célula fotoeléctrica que detecta la cantidad de luz natural que existe en el lugar de instalación

Los equipos más avanzados son interruptores horarios astronómicos. Estos sistemas son los empleados en la actualidad para el control del alumbrado de los espacios exteriores en los principales centros hospitalarios. Son interruptores

horarios que incorporan un programa especial que sigue los horarios ortos y ocasos de la zona geográfica donde se instalan.

Las zonas exteriores (aparcamientos, zonas de carga y descarga etc.) suelen iluminarse con lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión o vapor de mercurio.

Algunas medidas de ahorro para el alumbrado exterior son:

- Instalación de doble circuito para el apagado parcial: Consiste en reducir el consumo apagando parte de las luminarias durante un periodo de tiempo determinado.
- Instalación de reactancia de doble nivel: Se basa en una reactancia que permite variar la impedancia del circuito mediante un relé exterior, reduciendo la intensidad que circula por las lámparas y consiguiendo ahorros de hasta el 40%.

6.3.9. Sistema de control y regulación (control horario, de presencia y de luminosidad combinado con presencia).

Con un sistema de control apropiado pueden obtenerse mejoras en la eficiencia energética de la iluminación de los edificios además de mantenerse los niveles óptimos de luz en función de los usos, momento del día, ocupación etc.

Las instalaciones de iluminación deben disponer de un sistema de regulación y control que cumplan las siguientes condiciones establecidas por el CTE:

- Todos los locales deben disponer de un sistema de encendido y apagado manual cuando no dispongan de otro sistema de control.
- Las zonas de uso esporádico dispondrán de un sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

Por ello en las zonas comunes como aseos y zonas de paso como los pasillos habría que instalar sensores de presencia con objeto de reducir el consumo eléctrico en iluminación.

Para el control del alumbrado se pueden instalar los siguientes sistemas:

- Detección de movimiento.
- Regulación en función de la luz diurna.
- Iluminancia constante.
- Control horario y por fechas.
- Registro de horas de utilización.

Estos sistemas permiten flexibilizar el aprovechamiento de los espacios.

Se puede actuar en el funcionamiento normal del ciclo de iluminación des-de varios puntos: por un lado, optimizando los tiempos de encendido (en el ocaso) y de apagado (en el orto), ajustándolos exactamente a las condiciones de ahorro deseadas. Esto se realiza mediante el uso de equipos de control destinados a estas funciones, como pueden ser los interruptores crepusculares y los interruptores horarios astronómicos. Igualmente se puede actuar sobre la intensidad luminosa del alumbrado mediante la reducción del nivel luminoso.

6.3.9.1. Exteriores

Los dispositivos de control de tiempos de la iluminación más sencillos son los interruptores crepusculares. Son dispositivos electrónicos capaces de conmutar un circuito en función de la luminosidad ambiente. Para ello, utilizan un componente sensible a la luz (célula fotoeléctrica) que detecta la cantidad de luz natural que existe en el lugar de instalación, comparando este valor con el ajustado previamente. En función de esta comparación, se activa o desactiva un relé que estará conectado en la instalación con los elementos de maniobra de encendido-apagado de la iluminación. En la Ilustración 22 se pueden ver ejemplos de interruptores crepusculares.



Ilustración 22: Interruptores crepusculares

Para un correcto funcionamiento de las instalaciones con interruptores crepusculares, éstos deben estar dotados de circuitos que incorporen histéresis, es decir, un retardo antes de las maniobras que permita eliminar fallos de encendidos o apagados debidos a fenómenos meteorológicos transitorios, tales como el paso de nubes, rayos, etc., o luces de automóviles.

Los inconvenientes del uso de los interruptores crepusculares son el difícil acceso a los mismos durante su mantenimiento o reparación, ya que normalmente se instalan en lugares de difícil acceso. Además, la polución provoca un paulatino oscurecimiento de las envolventes, por lo que a lo largo del tiempo las maniobras no se realizan en los momentos esperados.

Los equipos más avanzados para el control de la iluminación son los interruptores horarios astronómicos. Son interruptores horarios que incorporan un programa especial que sigue los horarios de ortos y ocasos de la zona geográfica donde esté instalado. Esta característica tiene la gran ventaja que no es necesaria la reprogramación manual y periódica de los tiempos de encendido y apagado. Además, tienen la posibilidad de poder retrasar o adelantar de manera uniforme estos tiempos de maniobra, consiguiendo con ello un ahorro adicional.

Estos interruptores horarios deben incorporar dos circuitos independientes, uno para el encendido y apagado total de la iluminación y otro para las órdenes de apagado durante las horas de menos tránsito. Existen modelos que permiten incorporar días especiales, en los que las maniobras son distintas debido a festividades, fines de semana, etc.

La integración de estos equipos digitales ha llegado hasta el punto de poder disponer de modelos con tamaño muy reducido, dos módulos de carril DIN, con sistemas de ayuda a la programación directamente sobre el visualizador y con textos en diversos idiomas.

Cabe destacar la incorporación del ajuste automático de hora verano-invierno y, sobre todo, las últimas innovaciones que facilitan enormemente la programación, ya que simplemente hay que elegir la capital de provincia más próxima al lugar de instalación y la corrección en minutos de encendido y apagado sobre el valor real de ocaso y de orto calculado por el equipo, Ilustración 23.



Ilustración 23: Interruptor con horario programado

Por último, no hay que olvidar que para que el interruptor horario no derive la ejecución de las maniobras a lo largo del tiempo, debe cumplir con una buena base de tiempos y un ajuste adecuado de su precisión de marcha.

6.3.9.2. Interiores

Cuando las zonas a iluminar se pueden seccionar en distintas áreas (pasillos, oficinas, servicios, etc.), se puede dotar a cada una de ellas de un interruptor de proximidad. Estos dispositivos son capaces de detectar el movimiento, normalmente de personas, dentro de una zona de cobertura, y encender una iluminación durante un tiempo configurado. De esta forma, el alumbrado permanece apagado cuando no es necesario.

La eficacia de estos interruptores de proximidad ha permitido disponer de una gran variedad de modelos, como los de la ilustración 24.



Ilustración 24: Interruptores de proximidad

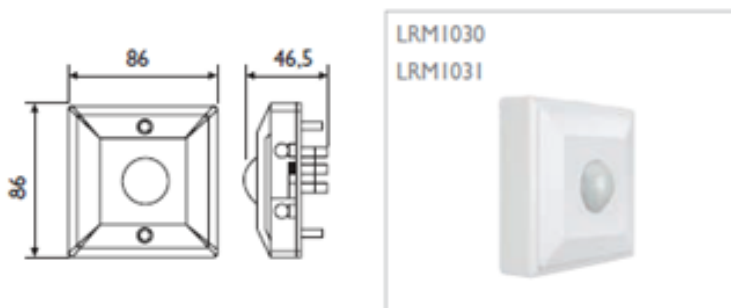
La selección del modelo más adecuado depende de los siguientes factores:

- Modo de instalación (en esquina, en superficie, en falso techo, en lugar de una lámpara dicróica, etc.);
- Zona de cobertura (desde 120° hasta los 360° en los modelos de instalación en techo);
- Tipo de carga a controlar (de 10 a 16 A).

El ahorro que se obtiene en los diferentes espacios del hospital son los siguiente:

- Aseos

Se utilizan los detector de presencias - LRM1030, que son equipos básicos adecuados para sustituir interruptores de pared, en nuestro caso, apropiado para las zonas de aseo. Con esto se puede lograr un ahorro energético de hasta un 30% aproximadamente. La duración de su batería es aproximadamente de unos 10 años. El precio está en 65€ aproximadamente.



	TOTAL (KWh)
Fluorescente compactos (aseos)	62.300,00

La evaluación energética y económica es la siguiente:

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO ₂)
20,00%	12.460,00	2.511,94

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
1.495,20	975,00	0,652

Tabla 50: Evaluación del ahorro energético y económica en aseos

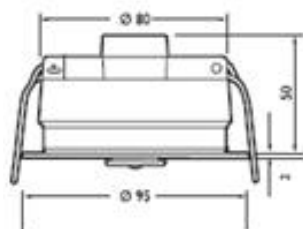
- Pasillos

Se utilizan los detectores de presencia de marca: OccuSwitch

Estos detectores de movimiento autónomos permiten desconectar el alumbrado de una zona cuando queda desocupada, por ello es apropiado para las zonas de tránsito como son los pasillos. Es compatible con cualquier tipo de lámpara y luminaria.

Dispone de un sensor de alta precisión con un área de detección de movimiento cuadrada de 6 por 8 metros y una pantalla retráctil para impedir la detección en zonas adyacentes. El tiempo de retardo de apagado es fácilmente regulable entre 1 y 30 minutos.

Además, también incorpora una fotocélula inhibidora que evita que las luces se enciendan cuando hay suficiente aportación de luz solar. Con todo ello se puede lograr un ahorro energético de hasta un 30% aproximadamente. El precio está en 100€.



	TOTAL (KWh)
Fluorescente compactos y tubulares (Pasillos)	183.030,82

Y la evaluación de ahorro energético y económico es:

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO ₂)
20,00%	36.606,16	7.379,80

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
4.392,74	10.000,00	2,276

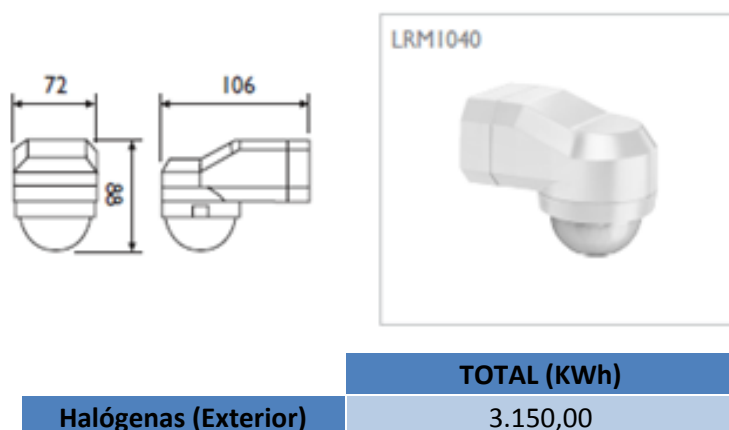
Tabla 51: Evaluación del ahorro energético y económica en pasillos

- Exteriores:

El detector de presencia a instalar sería: OccuSwitch Wireless

Este tipo de detectores es una solución muy rentable y fácil de instalar para controlar la iluminación. Es compatible con todo tipo de luminarias y lámparas, simplemente se encarga de apagar las luces cuando una zona está desocupada, lo cual puede ser bastante beneficioso para nuestro ahorro energético ya que existen muchas zonas en los exteriores que no están continuamente transitadas.

Consta de unos sensores alimentados mediante batería y de un actuador que puede ser instalado fácilmente en cualquier lugar de la instalación.



Y la evaluación es la siguiente:

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO2)
20,00%	630,00	127,01

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
75,60	150,00	1,984

Tabla 52: Evaluación del ahorro energético y económica en exteriores

6.4. Climatización

6.4.1. Mejoras de las características constructivas

Para unas condiciones climatológicas determinadas, la demanda térmica de una clínica o de un hospital dependerá de sus características constructivas: la ubicación y orientación del edificio, los cerramientos utilizados en fachadas y cubiertas, el tipo de carpintería, el acristalamiento, las protecciones solares, etc.

Para conseguir un ahorro en cuanto a las necesidades térmicas de los edificios se pueden llevar a cabo una serie de medidas cuyo objetivo sea la mejora del aislamiento térmico tanto en las envolventes de los edificios como en las instalaciones:

- Mejora del aislamiento térmico de fachadas y cubiertas de los diferentes centros.
- Sustitución de ventanas, claraboyas y elementos vidriados de antigua construcción por otros elementos con rotura de puente térmico.

- Incorporar sistemas como persianas que permitan aislar los elementos vidriados del exterior en función de la orientación de los mismos.
- Refuerzo del calorifugado de conductos de agua fría, ACS y calefacción para evitar las pérdidas de temperatura en los circuitos.
- Control del grado de hermeticidad de puertas y ventanas y resto de cerramientos.

En el caso del refuerzo del aislamiento de las tuberías, se realiza a través de los llamados Cubretuberías, con su protección exterior de aluminio reforzado, es el producto idóneo para este tipo de tuberías por su fácil montaje y su incombustibilidad. Los espesores de los cubretuberías están adaptados a las exigencias del RITE. En cuanto a los cubretuberías BT-LV se tratan de elementos moldeados de lana de vidrio con forma cilíndrica y estructura concéntrica. Llevan practicada una apertura en su generatriz para permitir su apertura y de esta forma su colocación sobre la tubería y están provistas de un recubrimiento de aluminio reforzado con una lengüeta autoadhesiva que permite el fácil cierre.



Ilustración 25: Cubretuberías BT-LV (Fuente: www.five.es)

En el caso de que la tubería a aislar se encuentre a la intemperie o en una zona donde pueda sufrir golpes, se aconseja el empleo de Coquillas Isover de lana de vidrio revestidas con una chapa de aluminio. Las coquillas BT-LV consisten en elementos moldeados de lana de vidrio con forma cilíndrica y estructura concéntrica. Llevan practicada una apertura en su generatriz para permitir su apertura y de esta forma su colocación sobre la tubería.



Ilustración 26: Coquillas BT-LV (Fuente: www.five.es)

6.4.2. Control y regulación

Otra mejora importante a la hora de reducir la demanda energética de calefacción y aire acondicionado consiste en la implantación de un buen sistema de control y regulación de la instalación, que permita controlar el modo de operación en función de la demanda de cada momento y en cada zona de la instalación.

Mediante la zonificación de la climatización, el uso de sistemas de medición y control de temperatura en cada zona, regulación de las velocidades de los ventiladores o regulación de las bombas de agua se pueden obtener ahorros de energía del 20-30%. Además, es recomendable el uso de un sistema de gestión central de la climatización para fijar límites y horarios de uso.

Los sistemas de gestión centralizada permiten un control de la temperatura en función de que la sala se encuentre desocupada o sin actividad. De este modo, el sistema permite controlar los parámetros de temperatura y humedad, que son los que influyen en la sensación de confort, desde un tiempo antes del inicio de la jornada laboral, manteniendo los equipos en modo de pre-funcionamiento. Esta temperatura de espera se determina de modo que la temperatura de la habitación pueda llegar a la temperatura de confort en pocos minutos desde el inicio de la jornada.

Con este sistema se obtiene un importante ahorro energético, ya que por cada grado que se disminuye la temperatura ambiental, el consumo energético disminuye en un 5-7%, por lo que el ahorro de energía que se consigue con el empleo de estos controles es del 20-30% del consumo de climatización durante esas horas.

Para conseguir ahorros en este apartado se deben estudiar los usos y ocupación de las diferentes áreas de trabajo en cada uno de los centros estableciendo unos horarios acordes a su actividad y ocupación y unas temperaturas de consigna que se ajusten a lo establecido en el RITE, reglamento de instalaciones térmicas en Edificios:

ESTACIÓN	TEMPERATURA °C	VELOCIDAD MEDIA AIRE m/s	HUMEDAD RELATIVA %
Verano	23 a 25	0,18-0,24	40-60
Invierno	20 a 23	0,15-0,10	40-60

Tabla 53: Condiciones establecidas en el RITE

Una instalación de control y regulación para mejorar la actual sería la siguiente:



Ilustración 27: Equipo de regulación Vitotronic (Fuente: Viessmann)

Dispositivo que regula los circuitos de calefacción en función de la temperatura exterior y con montaje en pared, con esta interfaz se permiten todas las opciones posibles para disfrutar de unos valores de calefacción regulados según nuestras necesidades.

Una vez ajustadas las necesidades, Vitotronic controla numerosas funciones de forma automática. Además, se pueden realizar ajustes individuales a través del panel de control

Otras funciones a destacar de este sistema, sería el cambio automático del horario de invierno a verano y la reacción, al ser una regulación en función de la temperatura exterior, a las variaciones de la temperatura exterior. Pero como principal aplicación como medida de ahorro utilizaríamos el reloj programador digital para el ajuste de programas diarios y semanales, a partir del cual ajustamos nuestra demanda de calefacción en función de las necesidades estimadas.

	TOTAL (KWh)
Calefacción	171.933,20

La evaluación económica y energética se ven en las siguientes tablas:

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO ₂)
5,00%	8.596,66	1.733,09

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
1.031,60	1.000,00	0,969

Tabla 54: Evaluación del ahorro energético y económica instalando un dispositivo de control y regulación

6.4.3. Free-cooling

Es conveniente también que la instalación vaya provista de un sistema de free-cooling para poder aprovechar, de forma gratuita, la capacidad de refrigeración del aire exterior en el edificio cuando las condiciones así lo permitan.

Esta medida requiere, en las instalaciones, de un sistema de control del aire introducido, en función de la entalpía del aire exterior y del aire interior, consiguiendo de esta forma importantes ahorros energéticos. En este caso, puede ser una manera de contrarrestar el calor emitido por la maquinaria.

En caso de que una sonda de temperatura exterior detecte que la temperatura exterior es inferior a la que necesito en mi proceso, reconduciré el agua de refrigeración para reducir su temperatura sin necesidad de un aporte de energía.

APLICACIÓN	SALA DE 100 ^m ²
Potencia frigorífica instalada	50.000 frig/h
Horas funcionamiento free-cooling	1.600 h/año
Ahorro Energéticos	31.000 kWh/año
Coste energía eléctrica	0,11 €/kWh
AHORRO ECONÓMICO	3.067 €/año

Tabla 55: Ejemplo ahorro energético con free-cooling

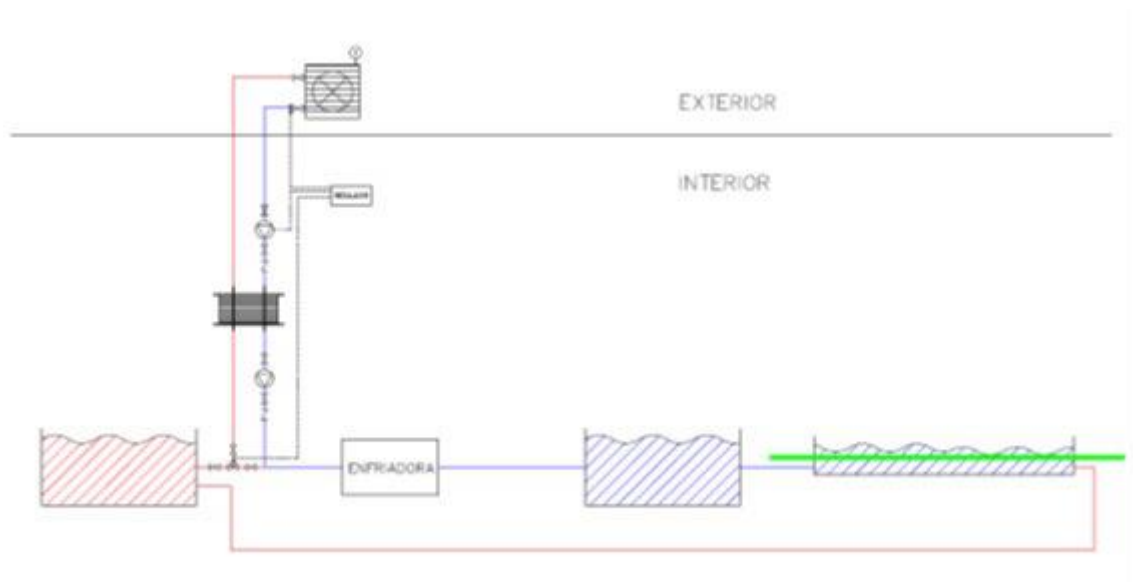
A continuación se detallará el proceso para la instalación free-cooling para el Hospital.

La instalación consiste en un entramado de tuberías de polietileno reticulado por el que canalizar el agua del proceso industrial, hasta un disipador de calor colocado en el exterior que se encargará de realizar el intercambio de calor entre el agua del proceso y el aire del exterior.

Con este sistema conseguiríamos reducir el uso de la enfriadora, al aprovechar al máximo los días en los que el aire exterior esté a una temperatura más baja que el agua que queremos enfriar, lo que suele darse en la mayoría de los meses del año, consiguiendo así unos importantes ahorros energéticos, consumiendo una potencia de 242,2 kW.

Para dimensionar toda la instalación, se calcula el caudal que pasa por el disipador, la pérdida de carga sufrida en el disipador, las tuberías y accesorios, la cantidad de energía a disipar según el salto entre la temperatura exterior (sacada de las tablas del IDAE para la ciudad), y la temperatura del agua del proceso.

Una instalación típica quedaría de la siguiente forma:



La instalación consta de los siguientes componentes:

- Tubería de polietileno reticulado
- Disipador de calor
- Bomba de circulación
- Intercambiador de placas
- Valvulería y accesorio

La potencia consumida anualmente por las 3 enfriadoras está estimada en:

	TOTAL (KWh)
Enfriadoras	527.920,00

Y el coste anual sería de:

	COSTE ANUAL (€)
Enfriadoras	63.350,40

Para obtener agua de proceso a 24°C necesitamos una temperatura exterior menor de 20°C. Según la base de datos meteorológicos de la Agencia Estatal de Meteorología, que pondera datos de temperatura entre los años 1971 y 2000, en Málaga, se está por debajo de 20°C una media de 5.832 horas al año.

Por tanto, de las 8.760 horas que tiene un año, 5.832 de ellas no es necesario conectar la enfriadora, es decir, un 66,57% del tiempo. Se utilizaría sobre unas 2928 horas al año

El consumo en esta situación se divide en las horas en las que se usa la enfriadora y las que estarán consumiendo el conjunto bomba-disipador:

	TOTAL (KWh)
Enfriadoras	386.437,44

El coste de la instalación se estima en 30.000€, y la evaluación del ahorro energético y su correspondiente ahorro económico es el siguiente:

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO2)
26,80%	141.482,56	28.522,88

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
16.977,91	30.000,00	1,767

Tabla 56: Evaluación del ahorro energético y económica con free-cooling

6.4.4. Aprovechamiento de calor de los grupos de frío

En los aparatos de aire acondicionado, el calor del condensador que extraen los equipos frigoríficos puede ser utilizado, mediante intercambiadores de calor, para la producción de agua caliente que puede ser aprovechada en otras partes de las instalaciones.

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO2)

10,00%	83.824,72	16.899,06
--------	-----------	-----------

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
10.058,97	15.000,00	1,491

Tabla 57: Evaluación del ahorro energético y económica con aprovechamiento de calor

6.4.5. Aprovechamiento del aire de ventilación

Esta mejora consiste en la instalación de recuperadores de calor del aire de ventilación. En el recuperador se produce un intercambio de calor entre el aire extraído del edificio y el aire exterior que se introduce para la renovación del aire interior.

De esta manera se consigue disminuir el consumo de calefacción durante los meses de invierno ya que el aire exterior de renovación se precalienta en el recuperador, mientras que en verano, se disminuye el consumo eléctrico asociado al aire acondicionado.

6.4.6. Máquinas termodinámicas polivalentes

Las máquinas termodinámicas polivalentes son bombas de calor que permiten la producción simultánea de calor y frío aprovechando la energía residual del proceso.

En los edificios hospitalarios existen ambas necesidades de manera permanente (Frío y calor). Estos equipos permiten realizar una redistribución inteligente del calor propio del sistema desde las partes donde sobra a las zonas con demanda calorífica a través del sistema de climatización.

Esto se consigue con un sistema de alta tecnología que permite que, con el consumo energético necesario para la producción de calor o frío (el régimen con mayor demanda), se obtenga de forma gratuita y sin consumo energético apreciable toda la producción de frío o calor del régimen con menor demanda.

Producción de agua caliente para la instalación y de agua caliente para el circuito sanitario

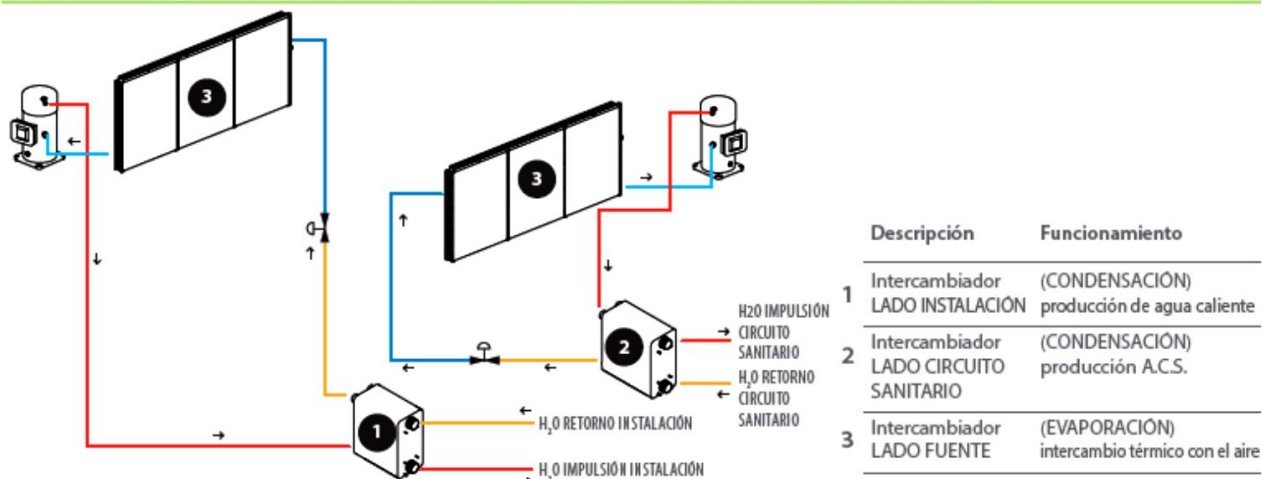


Ilustración 28: Esquema de bomba polivalente (Fuente: Airlan, S.A)

En caso de que no exista una demanda simultánea de calor y frío, estas máquinas cuentan con un sistema de disipación o captación de calor que permite actuar como bomba de calor normal. Esta disipación se lleva a cabo a través de un sistema de ventilación integrado en la máquina de modo que el rendimiento global es muy elevado.

6.4.7. Optimización del rendimiento de las calderas

El primer paso para obtener un buen rendimiento de los sistemas de climatización es un buen dimensionamiento de las calderas, adecuando su potencia a la demanda y evitando el sobredimensionamiento.

Además es conveniente contar con un buen sistema de control de la instalación para evitar excesivas pérdidas de calor cuando la caldera está en posición de espera, y también la revisión periódica de las calderas, de forma que se mantengan funcionando en sus condiciones óptimas de rendimiento.

En las operaciones de mantenimiento de estos equipos es importante realizar un análisis de los gases de combustión para controlar el correcto funcionamiento de las calderas, reparar los aislamientos tanto de las calderas como de los depósitos de acumulación y tuberías de transporte de agua.

AHORROS DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN		
MEJORAS	AHORRO DE ENERGÍA %	AMORTIZACIÓN
OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES		

EXISTENTES		
Aislamiento caldera no calorifugada	3	Inferior a 1,5 años
Mejora calorifugada insuficiente	2	Inferior a 3 años
OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE		
Aislamiento tuberías	5	Inferior a 1,5 años
Descalcificación tuberías	5 - 7	Inferior a 3 años
CAMBIOS DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN DEFECTUOSOS		
	3 - 5	Inferior a 4,5 años
CAMBIOS DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN OBSOLETOS O DEFECTUOSOS		
Quemador	9	Inferior a 3 años
Caldera	7	Inferior a 6 años
Caldera y quemador	16	Inferior a 6 años

Tabla 58: Ahorros de energía en las instalaciones de calefacción con aplicaciones de mejora de eficiencia energética

6.4.8. Calderas de baja temperatura y calderas de condensación

Las calderas convencionales trabajan con temperaturas de agua caliente entre 70°C y 90°C, y con temperaturas de retorno de agua superiores a 55°C en condiciones normales de funcionamiento.

Una caldera de baja temperatura está diseñada para aceptar una entrada de agua a temperaturas menores a 40°C, por ello los sistemas de calefacción a baja temperatura tienen menos pérdidas de calor en las tuberías de distribución que las calderas convencionales.

Las calderas de condensación están diseñadas para recuperar más calor del combustible quemado que una caldera convencional, recupera el calor del vapor de agua que se produce durante la combustión de los combustibles fósiles.

6.4.9. Sustitución de gasóleo por gas natural

En la actualidad casi todas las calderas cuentan con gas como fuente principal de energía.

Sin embargo pueden existir casos en los que existan calderas de gasóleo.

El gas natural presenta unas ventajas considerables:

- Ahorro energético debido al mejor rendimiento energético de las calderas de gas.
- Menor coste de combustible.
- Utilización de un combustible mas limpio en el que se eliminan las emisiones de SO₂ y se reducen las de CO₂, responsables del efecto invernadero.
- Menor mantenimiento de la instalación.

6.5. Agua Caliente Sanitaria (A.C.S)

La producción de ACS se realiza mediante calderas de agua caliente, por lo que en este apartado son de aplicación las mejoras mencionadas para las calderas de calefacción.

No obstante aunque para minimizar las pérdidas la temperatura de almacenamiento no debería ser muy alta, en especial en los centros hospitalarios, es de aplicación el RD 865/2003 DE Prevención y Control de la Legionelosis y las temperaturas de almacenamiento deben ser superiores a 60°C.

Para entender adecuadamente los beneficios que reportan las tecnologías en calefacción más eficientes de Europa, las calderas de baja temperatura y de gas de condensación (según Directiva Europea de Rendimientos 92 / 42 / CEE), conviene antes recordar algunos detalles de interés:

- La temperatura exterior de diseño de las instalaciones se alcanza durante muy pocas horas al año en temporada y horario de calefacción.
- Para elevar la temperatura ambiente de un edificio en 1 °C, el consumo de combustible se incrementa entre un 6 y un 8%.

La dosificación del paso de calor es, junto con una regulación adecuada, la característica constructiva que permite a las calderas de baja temperatura adaptar la temperatura de funcionamiento a las necesidades reales de la instalación, sin que se produzcan en su interior condensaciones ácidas perjudiciales para la caldera.

Las calderas de condensación utilizan una importante cantidad adicional de calor mediante el aprovechamiento, precisamente, de la condensación.

En ambos casos, el funcionamiento acorde a las necesidades reales de la instalación reduce significativamente las pérdidas por radiación y convección y, en consecuencia, las pérdidas por disposición de servicio.

Las calderas de condensación, mediante la recuperación del calor latente (calor de condensación), no sólo reducen aún más las pérdidas por calor sensible al enfriar intensivamente los humos y reduciendo, por lo tanto, las pérdidas globales de energía, sino que el aprovechamiento de la condensación permite obtener los mayores rendimientos estacionales y las convierte en el máximo exponente de ahorro y eficiencia energética.

Como resumen, se puede partir de los siguientes valores de rendimiento estacional en función de la tecnología de la caldera:

- Caldera estándar: 75 – 80%
- Caldera de baja temperatura: 91 – 96%
- Caldera de gas de condensación: 105 – 109%

Algunas medidas a implementar que disminuyen el consumo energético son las siguientes:

- Instalación de sistemas de bajo consumo en duchas y baños que reduzcan el caudal suministrado sin perjuicio de la calidad del suministro.
- Instalación de válvulas termostáticas para la limitación y regulación de la temperatura de ACS en los puntos de consumo.
- Instalación de grifos electrónicos de activación por infrarrojos que permitan un mejor ajuste a la demanda de agua. Estos grifos introducen ahorros de hasta el 70%.
- Instalación de grifos temporizados en los baños públicos teniendo en cuenta:
- Aislamiento de los depósitos de almacenamiento y tuberías de distribución.
- Limpieza y mantenimiento de los intercambiadores de calor.
- Control de las temperaturas del ACS.

- Minimización de las fugas de agua en conductos y elementos terminales.
- Instalar grifos temporizados en lavabos y servicios de zonas generales.
- Instalación grifos monomandos.
- Instalar contadores del consumo del ACS para tener un seguimiento adecuado de las condiciones de la instalación.
- Instalación de termos eléctricos de pequeña capacidad en Centros cuyo consumo de ACS sea reducido, y donde la distancia máxima hasta el punto de consumo sea inferior a 12 metros.

En este apartado también se puede poner un intercambiador de calor para aprovechar los calores residuales para la producción de ACS.

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO ₂)
10,00%	83.824,72	16.899,06

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
10.058,97	15.000,00	1,491

Tabla 59: Evaluación del ahorro energético y económica con la instalación de un intercambiador de calor

6.6. Energía Solar Térmica

En la actualidad, el Sol es una gran fuente de energía no aprovechada en su totalidad, si bien se han conseguido desarrollar tecnologías capaces de aprovechar la radiación solar de forma que ésta puede competir con los combustibles convencionales. Para la obtención de energía térmica, sobre todo cuando se trata de producir agua caliente sanitaria con temperaturas de preparación entre 45 y 60 °C, la fiabilidad de las instalaciones (y de sus componentes), los ahorros conseguidos y, en definitiva, su amortización, han sido probadas en múltiples ocasiones.

A lo largo de los últimos años, se ha iniciado el despertar del mercado solar térmico en España, con crecimientos muy significativos. Los principales mecanismos que explican este despertar solar están ligados tanto al crecimiento del interés social por la protección del medio ambiente, como a una actitud mucho más activa por parte de las Administraciones, tanto Ayuntamientos como Comunidades Autónomas y Administración Central, que obligaban a la instalación de sistemas de

aprovechamiento solar para la producción de agua caliente en las nuevas edificaciones y reformas integrales de las ciudades en las que habitan más del 30% de la población española (viviendas, hoteles, hospitales, centros de salud, etc.), antes incluso de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación.

Con todo ello, el impulso de los sistemas de producción de agua caliente sanitaria con energía solar térmica, genera la necesidad de definir nuevas condiciones para el diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones, principalmente en el actual escenario en el que no se encuentra una recomendación, sino una obligación, por medio del Código Técnico de la Edificación.

El sector de las instalaciones hospitalarias tiene uno de sus pilares en la utilización del Sol que realizan sus usuarios para el desarrollo de sus actividades diarias (duchas, calentamiento de agua de piscinas de agua de tratamiento, etc.). Estos usuarios cada vez exigen unos niveles de calidad y de servicios superiores y, entre las nuevas muestras de calidad que valoran, destaca el compromiso del edificio con la protección del medio ambiente. La utilización del Sol para reducir los consumos de combustible en los edificios representa, desde este punto de vista, no sólo una buena oportunidad de reducir la factura energética con rentabilidades atractivas, sino que, además, sirve de muestra del compromiso de esta tipología de instalaciones con la protección del medio ambiente. Cuando se combinan las aplicaciones solares con otras medidas de ahorro energético (sustitución de generadores convencionales de calor, aislamiento, etc.), se consiguen unas rentabilidades especialmente interesantes.

6.6.1. Posibilidades de ahorro

Los gastos energéticos en las instalaciones hospitalarias son uno de los gastos corrientes más significativos. Sin embargo, todavía hay un gran desconocimiento de las posibilidades de ahorro energético y económico, ya que, normalmente, las partidas energéticas no se gestionan ni se miden separadamente. El criterio usual de selección de los equipos e instalaciones suele ser el de minimizar la inversión inicial, garantizando la seguridad de suministro de calor, sin tener muy en cuenta los consumos energéticos a posteriori.

Del análisis de las necesidades energéticas de las instalaciones hospitalarias en España, se puede afirmar que las opciones más claras, por orden de importancia, que se prevé en la utilización del Sol para reducir los consumos energéticos son:

- Producción solar de agua caliente sanitaria.
- Calefacción y refrigeración solar.

6.6.2. Instalaciones solares térmicas

Un sistema solar está constituido por el colector solar, el subsistema de almacenamiento, el de transporte de energía (tuberías, bombas, intercambiadores) y el de utilización o consumidor de la energía solar captada. En su diseño, hay que tener en cuenta que, tan importante como la correcta selección de los elementos integrantes de cada subsistema, es la correcta integración de todos ellos en el sistema y la selección de las estrategias de regulación, control y operación.

Con todo ello, el rendimiento anual del sistema, que será función de la tecnología empleada, dependerá principalmente de los siguientes factores:

- Colector: parámetros de funcionamiento h_0 (Eficiencia Óptica, ganancia de energía solar), K_1 y K_2 (Pérdidas Térmicas).
- Caudal de diseño: bajo flujo y estratificación.
- Intercambiador: eficiencia.
- Tuberías: longitud, diámetro y aislamiento.
- Almacenamiento: volumen y estratificación.
- Control: diferencial de temperaturas, radiación, caudal variable, etc. Operación y seguridades: expansión, purgadores, válvula de seguridad, etc. Criterios de diseño.

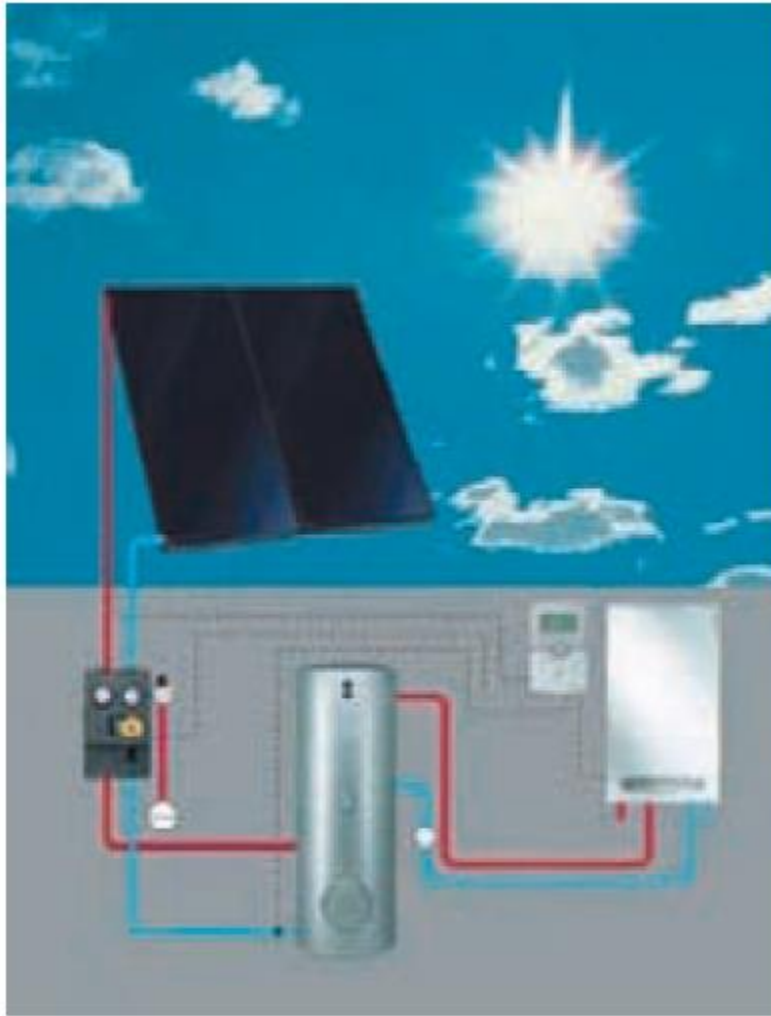


Ilustración 29: Componentes de una instalación solar

6.6.3. Aplicaciones de la energía solar térmica

El objetivo básico del diseño de un sistema de aprovechamiento solar ha de ser el de suministrar al usuario una instalación solar que, dentro de las restricciones de costes:

- Maximice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
- Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
- Garantice un uso seguro de la instalación.

Para maximizar el ahorro energético, y dado que los colectores solares tienen mejor rendimiento trabajando a bajas temperaturas, es recomendable la conexión entre el sistema solar y el sistema de apoyo convencional de tal manera que el sistema solar siempre trabaje a la temperatura más baja posible. Esto llevará a

conectar la instalación solar en serie con el sistema de apoyo y siempre por delante de éste.

6.6.3.1. Producción de ACS con energía solar térmica

En instalaciones compartidas por varios usuarios, como es el caso de los hospitales, la producción de ACS solar será preferiblemente centralizada, es decir, un único sistema de captación, intercambio y acumulación solar.

En instalaciones de producción de ACS esto significará que la acumulación de agua calentada por el sistema solar se conectará a la entrada de agua fría de la instalación. El agua precalentada por el sistema solar pasará después, según se produzca el consumo, al sistema de calentamiento convencional (interacumulador calentado con caldera, calentador instantáneo modulante, termo eléctrico, etc.).

En este tipo de esquema existe un primer depósito en el que entra directamente el agua de red, y que es calentado por el sistema solar. El depósito calentado por caldera se coloca en serie, siendo su entrada la salida del depósito solar. Para instalaciones con consumos de 1.000 a 3.000 l/día, el esquema se suele resolver mediante interacumuladores, tanto para el sistema solar como para el convencional. En sistemas con consumos mayores de 5.000 l/día, la acumulación solar se resuelve normalmente mediante acumuladores e intercambiador de placas externo. Para consumos mayores, suele ser interesante realizar la acumulación solar en circuito cerrado mediante dos intercambiadores de placas. De este modo, se economiza sensiblemente la inversión inicial en acumulación solar al poder utilizar tanques de acero al carbono sin recubrimiento.

6.7. Distribución Hidráulica

El consumo de agua debido a las pérdidas en las instalaciones debe ser eliminado. Estas pérdidas, además de un mayor consumo de agua, provocan un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de bombeo, con el consiguiente incremento del gasto energético y un mayor gasto en productos de tratamiento del agua.

Para disminuir el consumo de agua en los diferentes centros se proponen las siguientes medidas:

- Instalación de grifos con sistemas de reducción de caudal.
- Instalación de aireadores perlizadores o eyectores que reducen el consumo de agua.
- Empleo del sistema WC Stop para cisternas, el cual economiza hasta un 70% de agua, pudiendo el usuario utilizar toda la descarga de la cisterna en caso necesario.
- Tanques o cisternas con doble pulsador.
- Instalación de fluxores para inodoros y vertederos.
- Sustitución de mangos de duchas en las habitaciones por otros mas eficientes:
 - Con limitador de caudal incorporado
 - Con chorros más finos y a mayor presión.
- Instalación de variadores de velocidad en los motores de las bombas de agua.
- Instalar sistemas eficientes para los sistemas de riego de los jardines
 - Programadores horarios de riego para realizarlo en horario nocturno.
 - Instalaciones de riego por goteo en aquellas zonas que sea posible evitando el riego por aspersión.

Los últimos avances en tecnología de equipos y sistemas tienen un impacto importante en el ahorro energético y la consiguiente reducción de costes de explotación debidos a la climatización, pero hay que cuidar no sólo la eficiencia de los equipos de producción de frío y calor, sino también la eficacia con que se distribuye la energía por toda la instalación, desde la central de producción hasta el último terminal.

6.7.1. Variadores de frecuencia

La disminución del precio de los sistemas de variación de frecuencia-velocidad de motores eléctricos ha popularizado su uso en todos los campos, incluyendo el sector de la climatización. La idea consiste en adecuar la velocidad de giro de la bomba a la demanda energética.

El ahorro que se consigue mediante el uso de bombas de velocidad variable en la distribución del agua se centra en el siguientes apartado:

6.7.1.1. Evitar sistemas de bombeo sobredimensionados

En el cálculo de las bombas de distribución resulta relativamente fácil conocer el caudal que deben bombear, ya que será la suma de los caudales de las unidades terminales a las que abastecen (multiplicado por un factor de simultaneidad, si es posible su utilización). Por el contrario, la altura manométrica que deben proporcionar es más difícil de calcular, ya que existen muchos elementos difíciles de evaluar (pérdidas de carga de las unidades terminales, codos, “T”, conexiones, etc). Es, por tanto, frecuente y comprensible que la altura manométrica de estas bombas esté sobredimensionada en valores que pueden estar fácilmente en el 20%-30% del valor teórico calculado. Además, los fabricantes de bombas sólo pueden ofrecer una gama escalonada en la que no es fácil encontrar exactamente la bomba calculada, por lo que no existe otro remedio que elegir una bomba mayor. Por ambos motivos, es frecuente encontrarse con bombas cuyas alturas manométricas para sus caudales de diseño están sobredimensionadas en un 40%-50%.

Cuando se utilizan bombas de velocidad constante, el exceso de altura manométrica se destruye mediante la pérdida de carga adicional en una válvula de equilibrado. No debemos olvidar que el consumo de una bomba es proporcional a su caudal y a su altura manométrica.

Mediante el uso de bombas de velocidad variable es posible reducir la frecuencia de la bomba para que proporcione exactamente la altura manométrica real necesaria, reabriendo la válvula sin desperdicio alguno de energía.

Los sistemas de control más sofisticados también tienen en cuenta el consumo por bombeo y ventilación. La reducción de los mismos tiene también un impacto importante en la reducción del consumo global. El mantenimiento de una altura manométrica constante es ciertamente la aplicación más frecuente para las bombas de velocidad variable.

Para una instalación con control proporcional en refrigeración, el trabajo de bombeo a caudal variable reduce en un 18% el consumo de la correspondiente

bomba a velocidad constante, con un 50% de consumo de agua, que equivale a una demanda media de energía superior al 70% de la instalada.

Para que, efectivamente, puedan obtenerse ahorros significativos, debe ubicarse correctamente la sonda de presión diferencial en la distribución. El punto central resulta ser el que más ventajas posee.

Cada día los controladores son más y más sofisticados, pero la válvula de control con un simple vástago móvil y un orificio de paso determinará la efectividad de la instalación. Si funciona en modo todo o nada, nuestro maravilloso controlador PID se convertirá, así mismo, en un "todo o nada". Es decir, el cuello de botella del bucle de control es su válvula.

El caudal variable en la distribución no es precisamente el mejor para los bucles de control, pues la presión diferencial varía grandemente afectando a las prestaciones de las válvulas de control.

Para evitar oscilaciones en la temperatura ambiente, las válvulas de control deben ser correctamente dimensionadas, con una autoridad suficiente y una curva característica adecuada. Desafortunadamente, esta selección no es fácil y, además, la presión diferencial disponible es casi siempre desconocida. Después de cuidadosos cálculos, las válvulas de control adecuadas no están disponibles comercialmente con el Kvs requerido y, consecuentemente, muchas de ellas están sobredimensionadas.

La situación mejora con bombas de velocidad variable en la distribución. La autoridad de las válvulas de control es más estable. La solución consiste en mantener constante la presión diferencial aplicada a las válvulas mediante controladores locales. Así se compensa cualquier sobredimensionado y se mantiene la autoridad con valores próximos a la unidad.

Si instalamos un variador de frecuencia por bomba, en este momento se están utilizando 20, conseguimos ahorros de hasta el 15%:

	TOTAL (KWh)
Bombas hidráulicas	367.040,00

Las tablas de evaluación son las siguientes:

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO2)
15,00%	125.737,08	25.348,60

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
15.088,45	9.000,00	0,596

Tabla 60: Evaluación del ahorro energético y económica con la instalación de variadores de frecuencia

6.8. Gestión y mantenimiento energético del edificio

6.8.1. Mantenimiento

Mediante la implantación de programas de mantenimiento efectivos, se consiguen los estándares de calidad y se reducen los costes energéticos.

A través del mantenimiento preventivo tanto de instalaciones como de equipos e infraestructuras, se disminuyen los costes de mantenimiento correctivo y se obtiene una mejor calidad en el servicio.

El mal funcionamiento de las instalaciones pueden aumentar los consumos energéticos, por ello todos los programas de mantenimiento que se implanten deben incluir al menos los siguientes puntos:

- Sustitución de los filtros según las recomendaciones del fabricante.
- Limpieza de superficies de los intercambiadores, rejillas y venteos de las conducciones de aire.
- Verificación de los controles de funcionamiento
- Verificación de todas las electroválvulas y compuertas.
- Verificación de termostatos y humidificadores.
- Calibrado de los sistemas de control.
- Revisión de calderas y equipos de combustión.
- Revisión de enfriadoras y equipos de producción de frío.
- Detección de fugas en conductos, grifos, duchas.
- Limpieza de ventanas para obtener la máxima luz natural.
- Limpieza de lámparas y luminarias.

6.8.2. Sistemas de gestión

Las nuevas técnicas de comunicación permiten la implantación de sistemas de gestión de energía capaces de gestionar gran cantidad de datos y controlar las instalaciones de manera centralizada y a distancia.

Los sistemas de gestión tienen por objetivo el uso racional de las instalaciones, el ahorro de energía, la reducción de mano de obra, la reducción de averías y prolongar la vida útil de los equipos.

Se deben instalar y mantener los diferentes software de gestión de las instalaciones de iluminación y climatización, incorporar sistemas de medidas, contadores de energía y sistemas de transmisión de datos a tiempo real.

Además de monitorizar los parámetros más importantes de cada una de las instalaciones con objeto de controlar los niveles de confort, funcionamiento, seguridad etc., hay que implementar medidas para la monitorización de los consumos energéticos de manera que se puedan establecer medidas de control y optimizar los recursos necesarios ajustando la producción energética a la demanda real en cada momento.

6.8.3. Optimización de la estructura física de los edificios

Una de las Exigencias básicas del Código Técnico de la Edificación, la HE1 Limitación de la demanda energética, establece que los edificios deben disponer de una envolvente que limite la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima, el uso del edificio, sus características de aislamiento e inercia térmica, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar de modo que se reduzcan el riesgo de aparición de humedades de condensación superficial e intersticial que perjudiquen sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

Se deben sustituir las ventanas con vidrio simple y carpintería metálica por ventanas con vidrio doble bajo emisivo, de control solar, con carpintería con RPT y PVC.

Además es necesario incorporar protecciones solares en huecos con orientaciones Este, Oeste, Suroeste y Sureste para reducir las infiltraciones a través de las ventanas y también habría que instalar carpinterías más estancas.

Por otro lado, se pueden establecer reformas que incluyan medidas bioclimáticas, como muros Trombe, cubiertas ventiladas o ventilaciones naturales.

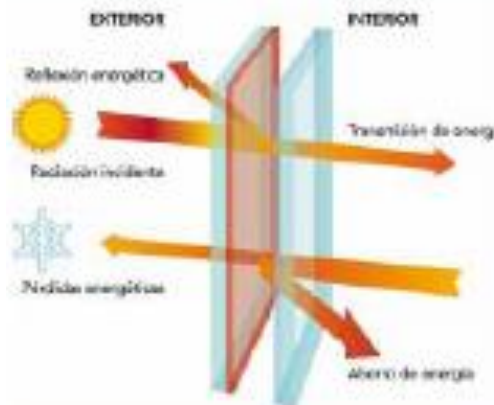


Ilustración 30: Radiaciones solares



Ilustración 31: Tipos de acristalamiento

6.9. Plan de sensibilización de empleados

Además de todas las medidas que se puedan llevar a cabo para la mejora de las instalaciones e infraestructuras de los diferentes centros del Servicio Navarro de Salud, es importante que tanto los trabajadores como los usuarios estén informados acerca del buen uso de las diferentes instalaciones y se realice una campaña de difusión y concienciación medioambiental que incida sobre el ahorro energético.

En la actualidad el correcto mantenimiento de las instalaciones no solo recae en el personal de mantenimiento sino que los propios usuarios deben participar de manera activa en lograr un buen uso de instalaciones y equipos alargando su vida útil y ahorrando energía.

El objetivo de este Plan es la promoción de comportamientos y actitudes a favor del medio ambiente para la consecución de un desarrollo sostenible y sostenido.

Mediante la elaboración de trípticos informativos y realización de charlas formativas e informativas se puede lograr la implicación de los trabajadores del Servicio Navarro de Salud en la consecución de los objetivos de ahorro energético.

Entre las medidas a promover estarían las siguientes:

BUENAS PRÁCTICAS PARA AHORRAR ENERGÍA EN EL TRABAJO

- Favorecer el uso de la luz natural: Evitar el uso innecesario y excesivo del alumbrado apagando las luces cuando no se estén utilizando.
- Orientar el puesto de trabajo para aprovechar al máximo el uso de la iluminación natural, asegurando que no se producen deslumbramientos molestos para el personal con el uso de cortinas orientables, persianas u otros elementos similares.
- En despachos y zonas de trabajo comunes, emplear luz directa y localizada para iluminar el puesto de trabajo en lugar de la luz general del techo.
- Utilizar los interruptores independientes para distintas zonas de un mismo local.
- Hacer un buen uso de la ventilación natural de los locales. En verano ventilar en horario nocturno. Durante el invierno para evitar pérdidas de calor por la noche cerrar las cortinas y persianas.
- Regular la temperatura del puesto de trabajo a unos niveles óptimos de confort evitando consumos de energía innecesarios: 25°C en verano y 21°C en invierno.
- Llevar la indumentaria adecuada a la estación climática.
- Dejar despejadas y libres de obstáculos las zonas donde están ubicados los radiadores y sistemas de difusión de aire de climatización.
- Asegurarse de que puertas y ventanas están cerradas mientras funcionan los equipos de climatización para impedir pérdidas de energía.

- Apagar por completo todos los equipos electrónicos en las horas de inactividad.
- Apagar los sistemas de calefacción o de aire acondicionado de las salas que no se encuentren ocupadas.
- Configurar adecuadamente el modo ahorro de energía en ordenadores, impresoras y otros equipos ofimáticos.
- Apagar las pantallas de los monitores cuando no se vayan a utilizar por un periodo de tiempo largo.
- Ajustar el brillo de la pantalla a un nivel medio. De esta forma se ahorra entre un 15- 20% de energía. El único salvapantallas que ahorra energía es el negro.
- Utilizar cartuchos de tinta y tóner reciclados.
- Reducir el consumo de papel. Reutilizar el papel.
- Fomentar el reciclaje: Separar los residuos de papel, vidrio, pilas, cartuchos de impresora etc...
- Reducir el consumo de agua. Evitar dejar los grifos abiertos durante largos periodos de tiempo.
- No tirar residuos sólidos por el inodoro.
- Promover el uso compartido del coche para acceder al puesto de trabajo y el uso de los vehículos de transporte colectivo.

Se propone realizar campañas de sensibilización de ahorro energético, para concienciar a los empleados de la reducción de consumo energético en el hospital, siendo la evaluación:

EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO		
Ahorro Energético (%)	Ahorro Energético (kWh)	Ahorro en emisiones (kg CO ₂)
5,00%	41.912,36	8.449,53

EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Ahorro económico (€)	Inversión(€)	PR (años)
5.029,48	3.000,00	0,596

Tabla 61: Evaluación del ahorro energético y económica con un plan de sensibilización a trabajadores

7. RESUMEN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAS

Resumen de los beneficios de solarizar los edificios hospitalarios

Los principales beneficios son:

- Reducir la factura energética.
- Pagar las inversiones con parte de los ahorros.
- Mejorar el medio ambiente urbano.
- Mejorar la imagen de las instalaciones hospitalarias.

El principal factor que está limitando su desarrollo es:

- Falta de contabilidad de costes energéticos.

y los que lo están favoreciendo:

- Preocupación medioambiental.
- Las demandas energéticas son grandes y en fase con la disponibilidad del Sol, lo que conduce a instalaciones solares eficientes y con rentabilidades muy interesantes, especialmente al contabilizar los beneficios ambientales y de imagen pública.

7.1. Iluminación

SISTEMAS-EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Iluminación: Zonas auxiliares	Pasillos, lavabos, sótanos, etc. Reducción del tiempo de uso	Incorporando temporizadores/detectores de presencia	Reducción del consumo eléctrico	60
			Reducción del coste en la factura	
Lámparas dicroicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia)	Cambio por lámparas dicroicas IRC de menor potencia	Reducción del consumo eléctrico	80
			Reducción del coste en la factura	
Iluminación exterior	Optimización del consumo	Lámparas compactas de bajo consumo	Reducción del consumo eléctrico	40
		Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión	Reducción del coste en la factura	

Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido	Cambio de las reactancias convencionales por balastos electrónicos de alta frecuencia	Disminución del consumo eléctrico	20
			Reducción del coste en la factura	
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido	Cambio a lámparas de bajo consumo	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia	85
			Reducción del coste en la factura	

Tabla 62: Mejoras en iluminación

7.2. Calderas

SISTEMAS-EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Caldera (Gas/Gas-Oil)	Optimización de la combustión	Mediante análisis de la composición de los humos de escape e instalando un intercambiador	Ahorro en combustible. Reducción de la factura	15
	Aprovechamiento calores residuales		Utilización del calor para ACS/Calefacción	10

Tabla 63: Mejoras en calderas

7.3. Climatización

SISTEMAS-EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Climatización	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS	Mediante balance energético (energía entrante=saliente)	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo	40

Tabla 64: Mejoras en climatización

7.4. Motores en climatización, circulación de agua, bombas, etc.

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, superior, en la mayoría de los casos, al 50%.

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

SISTEMAS-EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Motores Eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa)	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura	15
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura eléctrica	15
Motores general	Motores de alto rendimiento	Motores especiales de alto rendimiento	Disminución del consumo eléctrico	20
Bombas circulación fluidos (general)	Regulación de la potencia en función de la presión	Sondas de presión y variador de frecuencia	Reducción del consumo eléctrico	15
Compresores de aire	Utilización del calor sobrante de la refrigeración de los compresores	Reutilización del aire caliente	Reducción del consumo eléctrico/gas para la climatización. Reducción del coste en la factura eléctrica/gas	30

Tabla 65: Mejoras en bombas, motores, etc.

7.5. Cuadro resumen con ahorro estimado

	Ahorro Estimado (%)	Ahorro económico (€)	Ahorro en emisiones (kg CO2)
Optimización de la tarifa eléctrica	20%	6.424,01	10.792,35
Cambiar balastos convencionales por electrónicos	13%	3.907,74	6.565,01
Sustituir tubos fluorescentes por lámparas de descarga	30%	4.502,01	7.563,38
Sustituir lámparas por iluminación LED	50%	15.006,70	25.211,25
Instalar control de iluminación en Aseos	20%	1.495,20	2.511,94
Instalar control de iluminación en Pasillos	20%	4.392,74	7.379,80
Instalar control de iluminación en Exteriores	20%	75,60	127,01
Mejora del control de la climatización	5%	1.031,60	1.733,09
Aprovechamiento Free-Cooling	26,80%	16.977,91	28.522,88
Aprovechamiento de calor residual	10%	10.058,97	16.899,06
Instalación de variadores de frecuencia	15%	15.088,45	25.348,60
Plan de sensibilización a empleados	5%	5.029,48	8.449,53

8. ANEXOS

CLIMATIZADORES	
EQUIPO	POTENCIA (KW)
Climatizador CL-1 Cafetería	2,2
Climatizador CL-2 Cafetería	2,2
Climatizador CL-3 Laboratorio	2,2
Climatizador CL-5 Espera familiares	0,75
Climatizador CL-6 Pasillo espera	0,75
Climatizador CL-7 Espera familiares	0,75
Climatizador CL-8 Pasillo	0,75
Climatizador CL-9 Camas norte	3
Climatizador CL-10 Camas sur	3
Climatizador CL-11 Salas multiusos	1,1
Climatizador CL-12 Biblioteca	1,1
Climatizador CL-13 Preparación anestesia	2,2
Climatizador CL-14 Espera enfermos	2,2
Climatizador CL-15 Espera familiares	1,5
Climatizador CL-16 Espera Este	1,1
Climatizador CL-17 Espera Sur-Este	2,2
Climatizador CL-18 Espera Sur	2,2
Climatizador CL-19 Espera consultas externas	3
Climatizador CL-20 Espera consultas externas	3
Climatizador CL-21 Circulaciones	1,5
Climatizador CL-22 Espera lucer-sur	2,2
Climatizador CL-23 Vestíbulo	2,2
Climatizador CL-DC1 Consultas	1,5
Climatizador CL-DC2 Consultas	2,2
Climatizador CL-DC3 Consultas	1,5
Climatizador CL-DC4 Consultas	2,2
Climatizador CL-25 Adm-cont-espera	2,2
Climatizador CL-Q1/ CL-Q3 Quirófanos	1,5
Climatizador CL-Q2 Quirófanos	2,2
TOTAL	54,4

EXTRACTORES	
EQUIPO	POTENCIA (KW)
Extractor EXT-1	0,55
Extractor EXT-2	0,37
Extractor EXT-3	0,37
Extractor EXT-4	1,5

Extractor EXT-5	2,2
Extractor EXT-6	0,55
Extractor EXT-7	0,55
Extractor EXT-8	0,55
Extractor EXT-9	0,37
Extractor EXT-10	0,15
Extractor EXT-11	0,15
Extractor EXT-12	0,15
Extractor EXT-13	0,15
Extractor EXT-14 A/ 14 B	0,15
Extractor EXT-15	0,15
Extractor EXT-16	0,37
Extractor EXT-17	0,37
Extractor EXT-18	0,37
Extractor EXT-19	0,37
Extractor EXT-20	0,37
Extractor EXT-21	0,55
Extractor EXT-22	1,5
Extractor EXT-23	2,2
Extractor EXT-24	2,2
Extractor EXT-25	0,37
Extractor EXT-26	0,37
Extractor EXT-27	0,75
Extractor EXT-28	0,37
TOTAL	18,07

FANCOIL	
EQUIPO	POTENCIA (KW)
Fancoil FC-3 S-2 Despacho 0	0,044
Fancoil FC-1 S-2 Despacho 1	0,044
Fancoil FC-2 S-2 Despacho 2	0,044
Fancoil FC-28 S-2 Espera	0,048
Fancoil FC-29 S-2 Tumulo	0,044
Fancoil FC-30 S-2 Preparación	0,044
Fancoil FC-5 S-1 Recepción	0,066
Fancoil FC-4 S-1 Despacho	0,044
Fancoil FC-31 PB tienda	0,048
Fancoil FC-9 PB despacho	0,044
Fancoil FC-6 PB despacho	0,044
Fancoil FC-18 PB celadores	0,048
Fancoil FC-16 PB información	0,044
Fancoil FC-17 PB entrevistas	0,044
Fancoil FC-13 PB dormi. guardia	0,044
Fancoil FC-14 PB dormi. guardia	0,044

Fancoil FC-15 PB dormi. guardia	0,044
Fancoil FC-115 PB Urgencias Quirúrgicas	0,048
Fancoil FC-12 PB sesiones	0,048
Fancoil FC-7 PB despacho	0,044
Fancoil FC-8 PB gestoría	0,044
Fancoil FC-10 PB despacho	0,044
Fancoil FC-23 P1 espera	0,048
Fancoil FC-19 P1 despacho	0,048
Fancoil FC-20 P1 despacho	0,048
Fancoil FC-21 P1 despacho	0,048
Fancoil FC-22 P1 despacho	0,044
Fancoil FC-24 P1 reprografía	0,066
Fancoil FC-25 P2 despacho 1	0,048
Fancoil FC-26 P2 despacho 2	0,114
TOTAL	1,474

BOMBAS	
EQUIPO	POTENCIA (KW)
2 Bombas F1	4,4
2 Bombas C1	4,4
2 Bombas F2	4,4
2 Bombas C2	4,4
2 Bombas F3	4,4
2 Bombas C3	4,4
2 Bombas F4	4,4
2 Bombas C4	4,4
2 Bombas F5	4,4
2 Bombas C5	4,4
2 Bombas F6	4,4
2 Bombas C6	4,4
2 Bombas anticondensación	4,4
6 Bombas C9, C10 y C13	13,2
6 Bombas F8, F10 y F11	13,2
2 Bombas C12	4,4
TOTAL	88

GRUPOS FRIGORÍFICOS	
EQUIPO	POTENCIA (KW)
3 Grupos frigoríficos	242,2
TOTAL	726,6

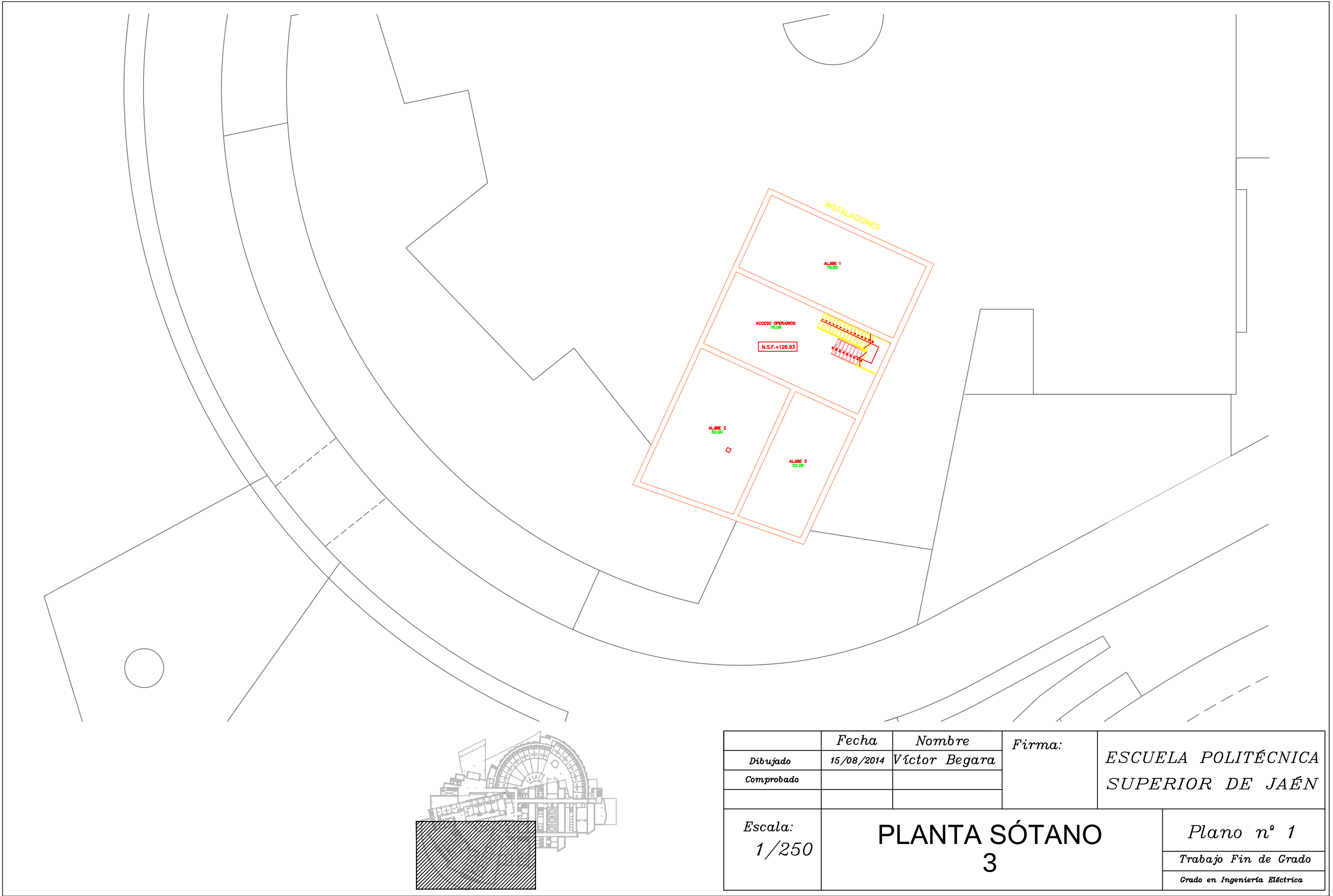
QUEMADORES	
-------------------	--

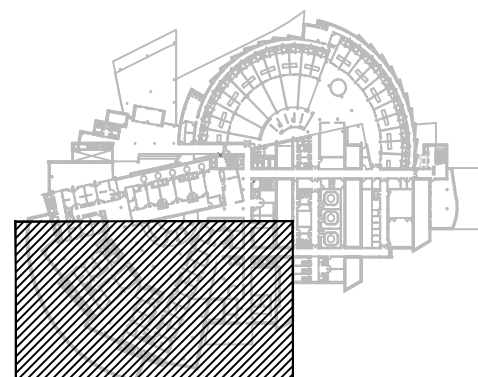
EQUIPO	POTENCIA (KW)
3 Quemadores	1,35
TOTAL	4,05

BATERÍAS	
EQUIPO	POTENCIA (KW)
Batería conducto DC-1 Curas y yesos	1,81
Batería conducto DC-1 R.C.P.	4,06
Batería conducto DC-1 Consultas urgencias	1,57
Batería conducto DC-1 Consultas urgencias	1,77
Batería conducto DC-1 Consultas urgencias	2,18
Batería conducto DC-1 Consultas pediatría	1,98
Batería conducto DC-2 BCX	1,33
Batería conducto DC-2 Varios	3,03
Batería conducto DC-3 lavado y ester.	1,15
Batería conducto DC-3 Varios	2,17
Batería conducto DC-3 Explora neumo/digest	3,27
Batería conducto DC-4 Varios	2,1
TOTAL	26,42

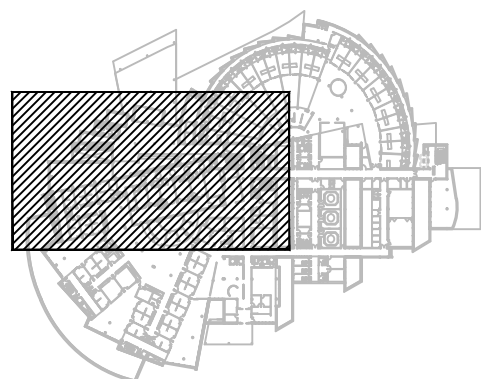
CE-G			
1. GRUPO ELECTRÓGENO			
Nivel	Nombre	P (W)	Q (KVAR)
NIVEL -1	CED-N-1	17.561	
NIVEL 0	CED-N00	76.744	
NIVEL 0	CED-N01	154.938	
NIVEL 1	CED-N+1	61.800	
NIVEL -2	CE-SG	17.823	
NIVEL -2	CE-COC	12.112	
NIVEL -2	CE-ALMFAR	7.786	
DISPONIBLE	CE-DN-2	20.000	
DISPONIBLE	CE-D1N-1	10.000	
DISPONIBLE	CE-D2N-1	15.000	
DISPONIBLE	CE-D3N-1	15.000	
NIVEL -3	CE-GPCI	13.616	
NIVEL -3	CE-GPASAN	25.000	
¿NIVEL -3?	CE-GPADESC	4.116	
NIVEL -3	CE-BDESAG	2.000	
2. TRANSFORMADORES			
Nivel	Nombre	P (W)	Q (KVAR)
NIVEL -1	CED-N-1	116.536	
NIVEL 0	CED-N00	237.700	
NIVEL 0	CED-N01	93.051	
NIVEL 1	CED-N+1	303.000	
NIVEL -2	CE-SG	48.000	
NIVEL -2	CE-COC	35.000	
NIVEL -2	CE-ALMFAR	10.900	
DISPONIBLE	CE-DN/-2	70.000	
DISPONIBLE	CE-D1N/-1	30.000	
DISPONIBLE	CE-D2N/-1	45.000	
DISPONIBLE	CE-D3N/-1	45.000	
NIVEL -2	CE-AAF	600.000	
NIVEL -2	CE-AAC	50.000	
	BAT 1		200
	BAT 2		200
	SAI 1		200
	SAI 2		200

9. PLANOS

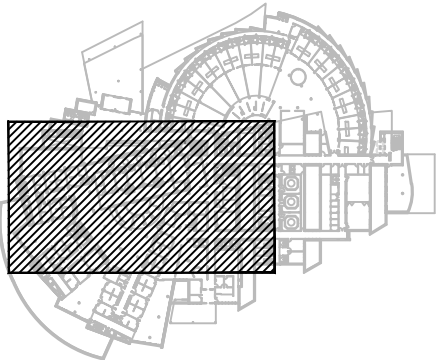


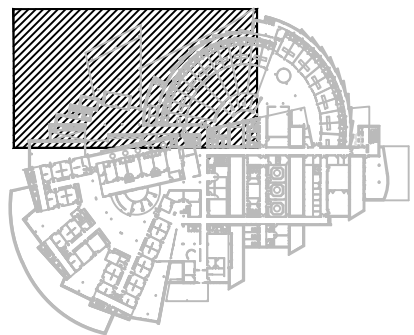


	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN</i>
<i>Dibujado</i>	<i>15/08/2014</i>	<i>Víctor Begara</i>		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala:</i> <i>1/250</i>	PLANTA SÓTANO 2A			<i>Plano nº 2</i>
				<i>Trabajo Fin de Grado</i>
				<i>Grado en Ingeniería Eléctrica</i>

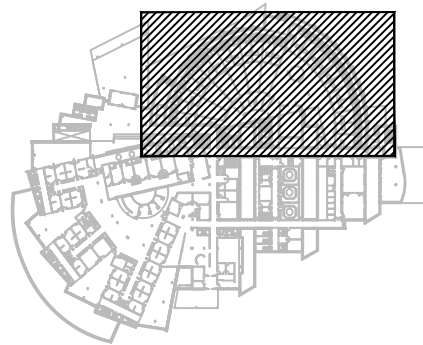
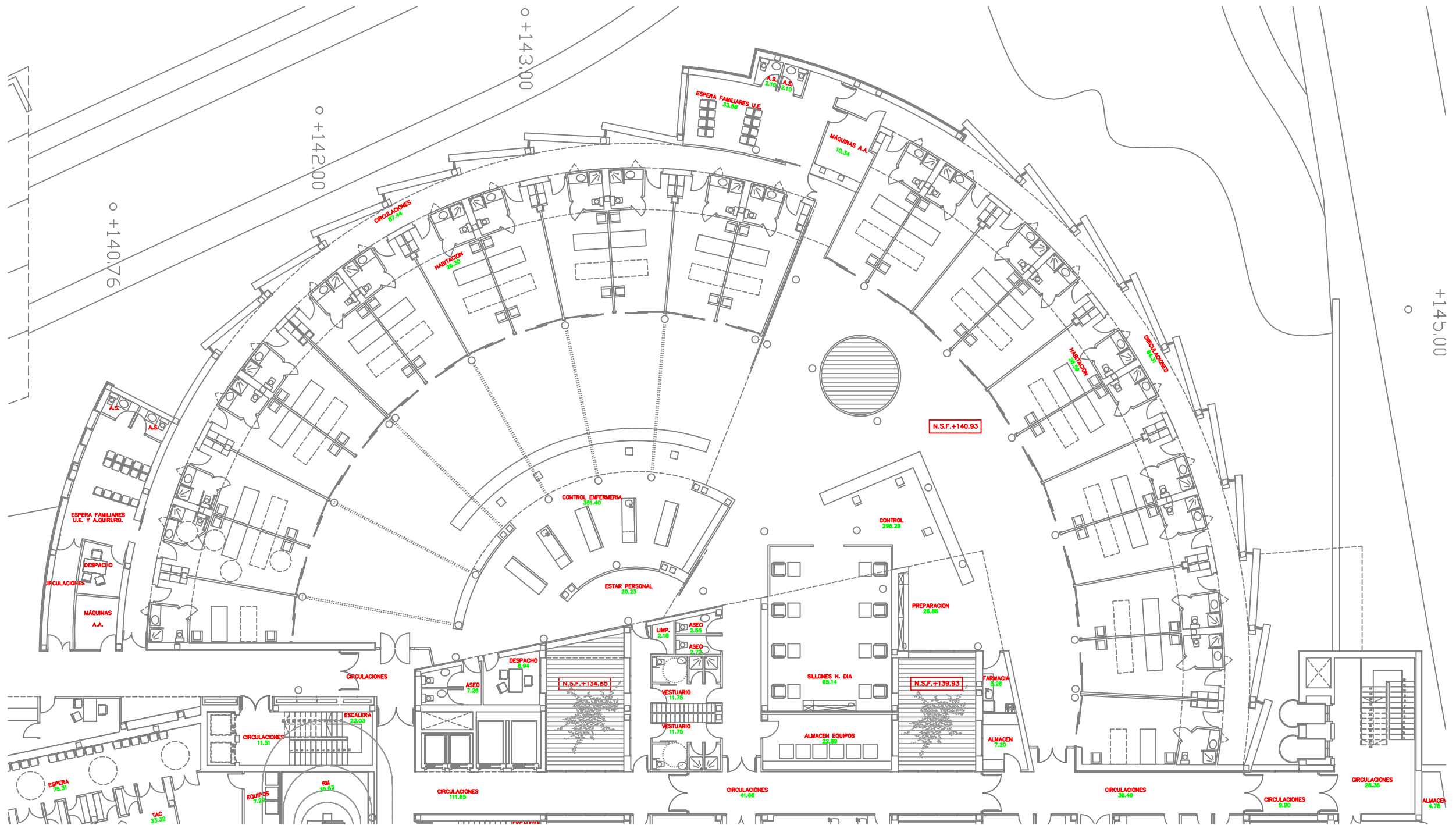


	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	
Dibujado	15/08/2014	Víctor Begara			
Comprobado					
Escala: 1/250	PLANTA SÓTANO 2C			Plano nº 3	
				Trabajo Fin de Grado	
				Grado en Ingeniería Eléctrica	

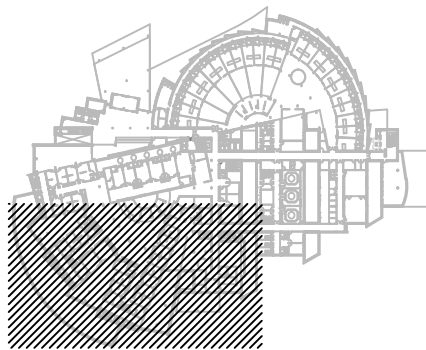




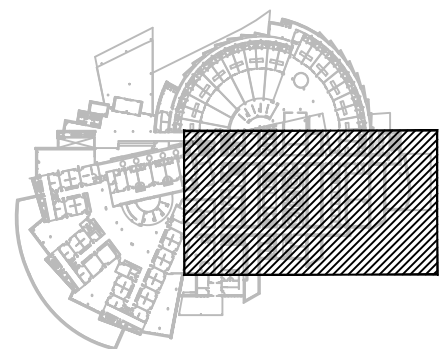
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	
Dibujado	15/08/2014	Víctor Begara			
Comprobado					
Escala: 1/250	PLANTA BAJA SECTOR OA			Plano nº 5	
				Trabajo Fin de Grado	
				Grado en Ingeniería Eléctrica	



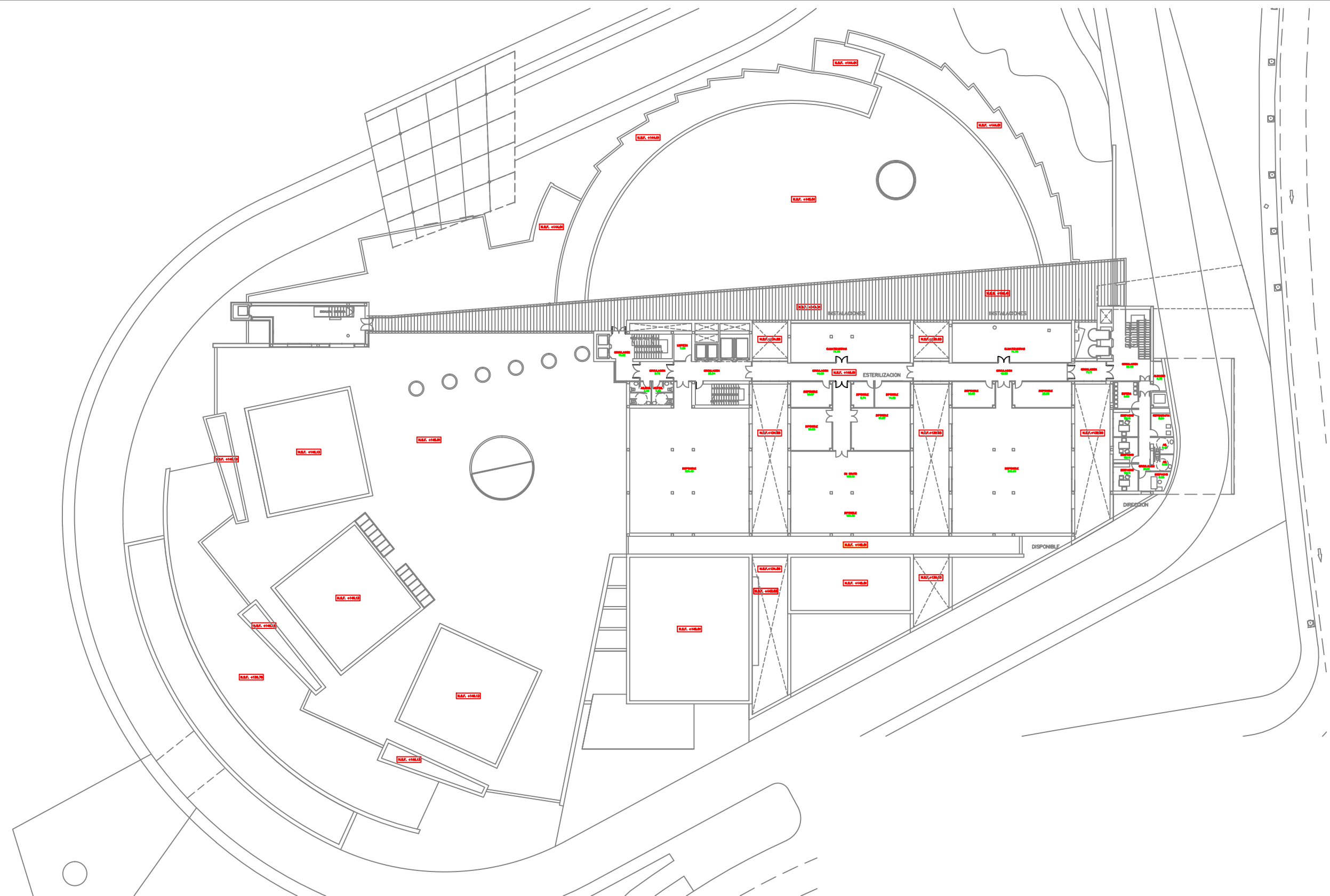
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	
Dibujado	15/08/2014	Víctor Begara			
Comprobado					
Escala: 1/250	PLANTA BAJA SECTOR OB			Plano nº 6	
				Trabajo Fin de Grado	
				Grado en Ingeniería Eléctrica	



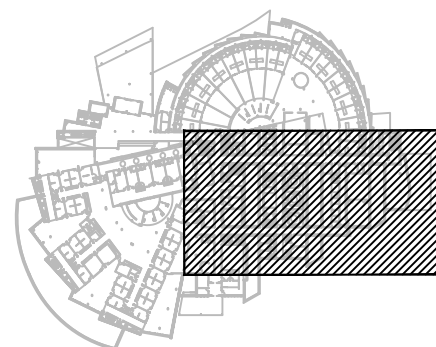
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN</i>
<i>Dibujado</i>	<i>15/08/2014</i>	<i>Víctor Begara</i>		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala:</i> <i>1/250</i>	PLANTA BAJA SECTOR OC			<i>Plano nº 7</i>
				<i>Trabajo Fin de Grado</i>
				<i>Grado en Ingeniería Eléctrica</i>



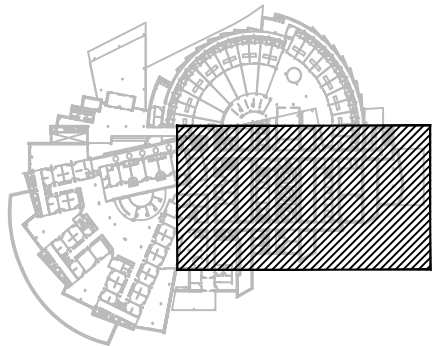
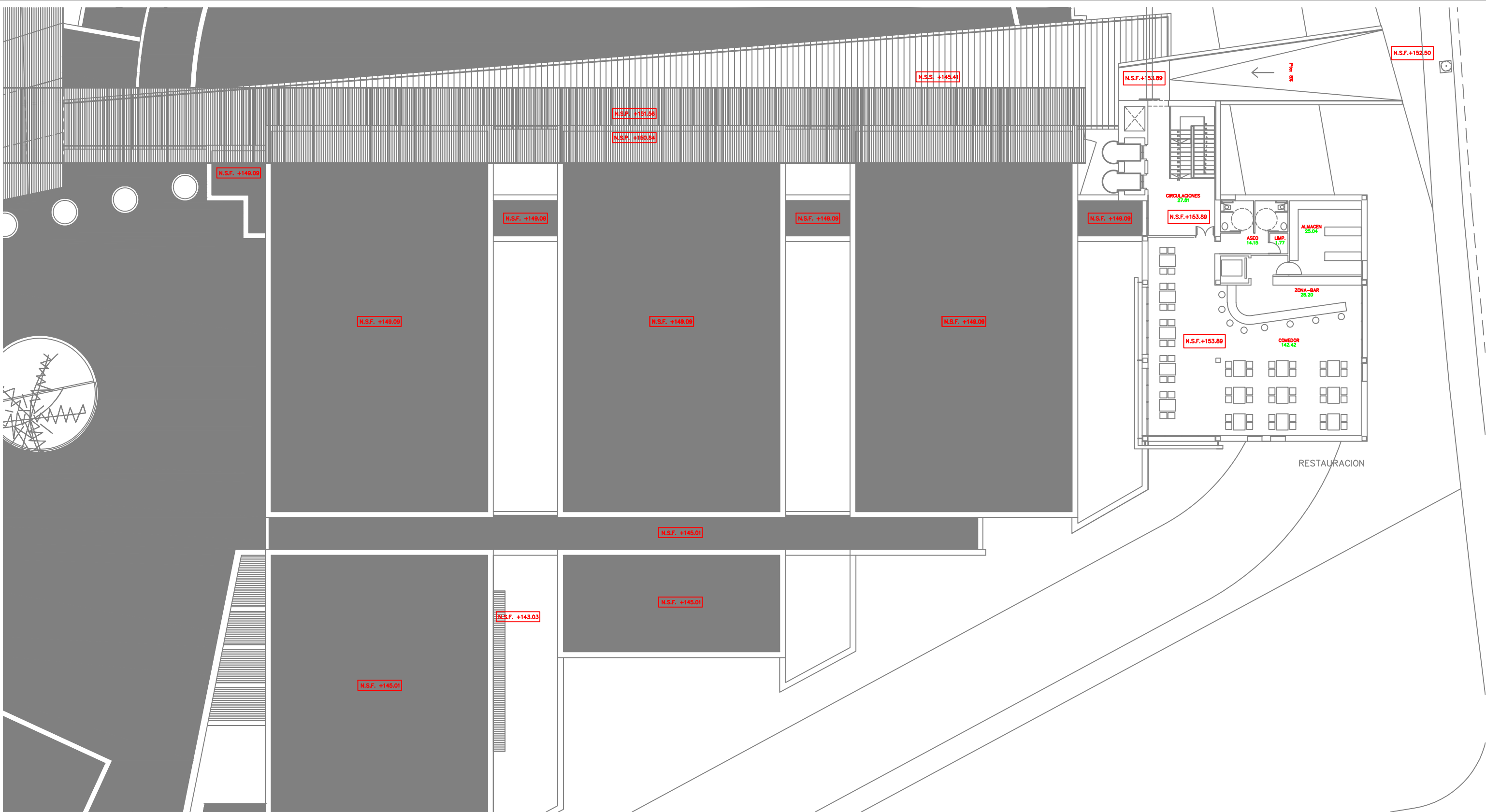
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
Dibujado	15/08/2014	Víctor Begara		
Comprobado				
Escala: 1/250	PLANTA BAJA SECTOR OD			Plano nº 8
				Trabajo Fin de Grado
				Grado en Ingeniería Eléctrica



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
Dibujado	15/08/2014	Víctor Begara		
Comprobado				
Escala: 1/500	PLANTA PRIMERA			Plano nº 9
				Trabajo Fin de Grado
				Grado en Ingeniería Eléctrica



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN</i>
<i>Dibujado</i>	<i>15/08/2014</i>	<i>Víctor Begara</i>		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala:</i> <i>1/250</i>	PLANTA SEGUNDA			<i>Plano nº 10</i>
				<i>Trabajo Fin de Grado</i>
				<i>Grado en Ingeniería Eléctrica</i>



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	
Dibujado	15/08/2014	Víctor Begara			
Comprobado					
Escala:	PLANTA TERCERA				Plano nº 11
1/250					Trabajo Fin de Grado
					Grado en Ingeniería Eléctrica

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción del edificio.....	16
Tabla 2: Calendario Energético 2011.....	36
Tabla 3: Potencia contratada en HAR de Benalmádena	40
Tabla 4: Consumo electricidad por meses.....	41
Tabla 5: Resumen consumo energético de electricidad	41
Tabla 6: Resumen consumo energético de gas natural.....	42
Tabla 7: Resumen consumo energético de gasóleo C	42
Tabla 8: Consumos energéticos del Cuadro CED-N-1	46
Tabla 9: Consumos energéticos del Cuadro CED-N00	49
Tabla 10: Consumos energéticos del Cuadro CED-N01	51
Tabla 11: Consumos energéticos del Cuadro CED-N+1	55
Tabla 12: Consumos energéticos del Cuadro CE-G (Sótano -2).....	57
Tabla 13: Consumos energéticos del Cuadro CE-G (Sótano -3).....	58
Tabla 14: Energía total consumida.....	58
Tabla 15: Consumos energéticos por sectores.....	59
Tabla 16: Distribución tipo del consumo energético en un hospital (Fuente: Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Hospitales).....	61
Tabla 17: Ratios por N° de camas (Fuente: IDAE)	62
Tabla 18: Ratios por superficie construida (Fuente: IDAE).....	62
Tabla 19: Indicadores energéticos que pueden usarse en un hospital (Fuente: Arque)	63
Tabla 20: Equipo de grupos de frío	76
Tabla 21: Calderas	78
Tabla 22: Características técnicas de las calderas.....	79
Tabla 23: Características técnicas del quemador	79
Tabla 24: Equipos de colectores solares	80
Tabla 25: Equipos de bombas de recirculación	81
Tabla 26: Equipos de UTA'S	84
Tabla 27: Cantidad de UTA's por aislamiento.....	85
Tabla 28: Cantidad de UTA's por aislamiento.....	85
Tabla 29: Equipos extractores.....	86
Tabla 30: Equipos de Fan-Coils.....	87
Tabla 31: Temperatura interiores de cálculo de estancias (Fuente: Gas Natural Fenosa)	89
Tabla 32: Registro cuartohorario del consumo energético	92
Tabla 33: Consumo de energía por periodos en kW	93
Tabla 34: Consumo anual estimado en kWh por periodos	93
Tabla 35: Coeficientes Ki.....	94
Tabla 36: Cálculo de Aei por periodos	94
Tabla 37: Excesos de potencia en términos económicos.....	95
Tabla 38: Potencias a optimizar	95
Tabla 39: Facturación del término de potencia	95
Tabla 40: Potencias optimizada	96
Tabla 41: Facturación del término de potencia con potencias optimizadas	96
Tabla 42: Comparación entre balasto convencional y electrónico.....	97
Tabla 43: Evaluación del ahorro energético y económica de sustitución de balastos.....	98
Tabla 44: Evaluación del ahorro energético y económica de instalación de lámparas de descarga ...	99
Tabla 45: Equivalencia entre fluorescentes compactas e incandescentes.....	100
Tabla 46: Comparativa entre lámparas compactas e incandescentes	100
Tabla 47: Ahorro energético por sustitución de lámparas.....	100
Tabla 48: Evaluación del ahorro energético y económica de la instalación de LED	102
Tabla 49: Parámetros de mantenimiento de luminarias.....	104

<i>Tabla 50: Evaluación del ahorro energético y económica en aseos.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 51: Evaluación del ahorro energético y económica en pasillos</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 52: Evaluación del ahorro energético y económica en exteriores</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 53: Condiciones establecidas en el RITE</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 54: Evaluación del ahorro energético y económica instalando un dispositivo de control y regulación</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 55: Ejemplo ahorro energético con free-cooling</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 56: Evaluación del ahorro energético y económica con free-cooling.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 57: Evaluación del ahorro energético y económica con aprovechamiento de calor.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 58: Ahorros de energía en las instalaciones de calefacción con aplicaciones de mejora de eficiencia energética.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 59: Evaluación del ahorro energético y económica con la instalación de un intercambiador de calor.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 60: Evaluación del ahorro energético y económica con la instalación de variadores de frecuencia</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 61: Evaluación del ahorro energético y económica con un plan de sensibilización a trabajadores</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 62: Mejoras en iluminación.....</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 63: Mejoras en calderas.....</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 64: Mejoras en climatización</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 65: Mejoras en bombas, motores, etc.</i>	<i>139</i>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Plano de situación (Fuente: Google Earth).....</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 2: Plano de emplazamiento (Fuente: Google Earth)</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 3: Flujo de realización de auditoría energética.....</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 4: Metodología de las auditorías energéticas.....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 5: Relación entre normas de auditorías energéticas y sistemas de gestión energética</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 6: Consumo de energía en un hospital medio (Fuente: Ipsom)</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 7: Porcentajes de consumos típicos de ACS, iluminación y climatización (Fuente: Fenercom)</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 8: Luminaria de emergencia con autonomía de 1 hora</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 9: Lámpara halógena para exteriores.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 10: Fluorescentes compactors.....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 11: Grupo de frío “Carrier” (Fuente: www.carrier.es).....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 12: Placa Solar (Fuente: www.viessmann.es).....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 13: Bomba de recirculación Ebara (Fuente: www.directindustry.es).....</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 14: Unidad de Tratamiento de Aire (Fuente: www.termoven.es)</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 15: Extractor Termoven (Fuente: www.termoven.es).....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 16: Fan-coils Termoven (Fuente: www.termoven.es).....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 17: Termostato de corriente.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 18: Ejemplos de cronotermostatos</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 19: Lámparas de descarga de alta presión (Fuente: www.tecnored.cl)</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 20: Ahorro Energético en Luminarias LED (Fuente: www.philips.com).....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 21: Recepción Hospital con LED (Fuente: www.philips.com)</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 22: Interruptores crepusculares</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 23: Interruptor con horario programado.....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 24: Interruptores de proximidad.....</i>	<i>109</i>
<i>Ilustración 25: Cubretuberías BT-LV (Fuente: www.five.es)</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 26: Coquillas BT-LV (Fuente: www.five.es)</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 27: Equipo de regulación Vitotronic (Fuente: Viessmann)</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 28: Esquema de bomba polivalente (Fuente: Airlan, S.A.).....</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 29: Componentes de una instalación solar.....</i>	<i>127</i>
<i>Ilustración 30: Radiaciones solares.....</i>	<i>134</i>
<i>Ilustración 31: Tipos de acristalamiento</i>	<i>134</i>

BIBLIOGRAFÍA

IDAE (2010). Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Hospitales y Centros de Atención Primaria.

Carlos G. Samaniego Ojeda (2010). Desarrollo y validación de herramienta informática para la optimización de facturas eléctricas de 3 y 6 periodos.

José Manuel Gómez Vega (2010). Optimización de potencia contratada para tarifas eléctricas.

Fundación de la Energía de la Comunidad Autónoma de Madrid (2010). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Hospitales.

Löhr W., Gauer K., Serrano N., Zamorano A. (2012). Eficiencia Energética en Hospitales Públicos.

Asociación de Empresas de Eficiencia Energética (2013). Consumos, medidas y potenciales de ahorro en Edificios.

López Cristiá M. (2011). Tesis Doctoral: "Hospitales Eficientes: Una revisión del consumo energético óptimo".

Servicio Navarro de Salud (2013). Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en los Centros Sanitarios del Servicio Navarro de Salud.

Hospital Intermutual de Levante (2013). Servicios de Eficiencia Energética del Hospital Intermutual de Levante.

Catálogos de Iluminación de Philips (2014)

Norma UNE 216501/2009

Información de la Agencia Pública Empresarial Sanitaria Costa del Sol

Catálogos TERMOVEN

Catálogos EVARA