

ESTUDIO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO QUINTILIANO DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

GONZÁLEZ SIERRA, Sergio^{(1)*}; JUÁREZ CASTELLÓ, Manuel Celso⁽¹⁾; MORALES ORTIZ
M^a Pilar⁽²⁾; OLASOSLO ALONSO, Pablo⁽¹⁾

* sergio.gonzalez@unirioja.es

(1) Universidad de La Rioja, Departamento de Ingeniería Mecánica

(2) Universidad Autónoma de Chile, Facultad de Ingeniería, Av. Pedro de Valdivia 641-Providencia,
Santiago – Chile

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en el estudio de gran cantidad de aspectos y en la búsqueda de medidas activas y pasivas que ayuden a la sostenibilidad del Campus Universitario, mediante el análisis de posibles actuaciones en los edificios y su repercusión sobre el consumo de energía para conseguir un campus más sostenible.

El trabajo estudia uno de los edificios emblemáticos del Campus de la Universidad de La Rioja, el Edificio Quintiliano, que dispone de un sistema convencional de enfriamiento mediante el uso de sistemas de expansión directa y otro de calentamiento mediante calderas de gas convencionales.

Los resultados que se muestran en este trabajo son:

Las características constructivas del edificio.

Los resultados de las Certificaciones Energéticas del edificio, realizadas mediante los programas informáticos Lider [1] y Calener [2].

Los resultados de la simulación y el estudio de las soluciones a ejecutar mediante el programa DesignBuidier [3].

Gráficos resumen de Consumos.

Conclusiones, implantación y viabilidad.

Palabras clave: Sostenibilidad, Eficiencia energética, Consumo de energía, Certificación energética

1. Introducción

La situación actual de la economía, el precio del combustible y los intereses económicos de personas y empresas, han llevado a la energía a ser uno de los puntos principales a tratar en domicilios, empresas e instituciones públicas.

Las instalaciones son los elementos que van a intentar dar confort a los usuarios, intentando paliar las cargas térmicas, demanda de iluminación, etc...

Lo primero que habría que destacar es que un edificio muy bien ubicado, orientado, aislado y ejecutado, con una baja potencia térmica y lumínica puede dar confort a sus ocupantes; sin embargo, dar confort en una mala edificación es muy costoso, tanto en energía como en su mantenimiento.

La normativa que regula estos aspectos es muy diversa y extensa y la podemos tratar en dos bloques principales, el edificio y las instalaciones.

1.- El Código Técnico de la Edificación (CTE) [4], en su Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) [5], establece las exigencias de eficiencia energética que deben de cumplir las nuevas edificaciones o modificaciones de las mismas para satisfacer el ahorro de energía. Esta normativa no es de aplicación a muchos de los edificios del Campus de la Universidad, objeto de estudio, debido a que entró en vigor en el año 2006 y las edificaciones a estudio son muy anteriores. Los edificios se pueden remontar al año 1.956, como en el caso del Edificio Vives, aunque posteriormente haya sufrido modificaciones. Una novedad que trae la nueva normativa es la limitación del uso de la energía “no renovable”, con su objetivo de consumo de energía casi nulo, que nos lleva a acercar a nuestros futuros edificios a una tecnología más Pasiva que Activa en la ejecución de nuestra edificación. Uno de los puntos principales que se van a intentar valorar es la aplicación de alguno de estos conceptos en las edificaciones a estudio, siempre y cuando, sean amortizables.

2.- El Reglamento de instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) [6] en sus diferentes versiones y modificaciones, establecen los criterios seguidos y a seguir, tanto en las instalaciones existentes, como en las que se van a ejecutar. La competencia entre los fabricantes de equipos y materiales, el desarrollo tecnológico y la entrada con fuerza de los sistemas de baja temperatura, nos abre un gran abanico de posibilidades de actuación dentro de nuestros edificios que se tendrán en cuenta. Antes de planificar cualquier actuación en este campo, hay que ser muy consciente de las limitaciones propias de las instalaciones existentes, es decir, si tengo una caldera convencional, no podemos plantear impulsar con ella desde su hogar a baja temperatura, ya que se producirían condensaciones, llegando con el tiempo a producir su rotura. Las soluciones Reglamentarias que se establecen en instalaciones, muchas veces imposibilitan una solución más eficiente para nuestras instalaciones, un ejemplo típico ha sido las instalaciones de Energía Solar Térmica, que se integran dentro del RITE para las edificaciones a estudio, en producción de Agua Caliente Sanitaria. Imponer un sistema, imposibilita soluciones alternativas que puedan mejorar el ahorro y la eficiencia energética. No existen sistemas buenos, ni malos, sino más adecuados o menos al uso que se les quiere dar. Muchas veces se puede apreciar cómo cambian la definición de los sistemas según los intereses. Los ejemplos más claros son como las calderas de leña, pasan a denominarse Biomasa y las bombas de calor pasan a denominarse Aerotermía o Geotermía, en función de su intercambio con el aire o con la tierra. Las charlas, libros y congresos, los ponentes explican que la combustión de los sistemas de Biomasa, su producción de CO₂ es nula, y entonces, si utiliza un combustible con Carbono y Oxígeno, se realiza una combustión completa, debería obtenerse CO₂, ¿cómo ha podido desaparecer? La explicación que se obtiene es la siguiente: “el árbol se plantó con el objeto de ser combustible, el CO₂ que genera ya se ha eliminado durante la vida del árbol”. La cuestión entonces sería la siguiente: ¿No será más cierto que lo penalizamos dos veces? Una porque deja de absorber CO₂ y otra porque se produce en la combustión. La conclusión a la que nos lleva el tiempo, es que no es muy útil beneficiar o perjudicar a un sistema, sino el utilizar el más adecuado para cada uso y tecnología.

3.- El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), la llegada de nuevas tecnologías, la reducción de sus importes económicos, nos lleva a plantear sustituciones de las instalaciones de iluminación a otras de menor consumo energético.

4.- Las exigencias relativas a la certificación energética de edificios establecidas para las nuevas edificaciones y edificios existentes, mediante la trasposición de Directivas del Parlamento Europeo. La utilización de los programas Lider [1] y Calener GT [2], para la realización de su Certificación, nos trae la dificultad de plasmar la realidad y el uso del edificio. Se plantea una seria dificultad al intentar introducir dos sistemas reales en la misma edificación, teniendo que utilizar simplificaciones que nos sirvan para reflejar lo más fielmente posible el sistema. Una vez realizada la certificación energética de todos los edificios mediante estas dos herramientas, se ha planteado la utilización de programas de simulación y estudio de variables de forma más exhaustiva y fiable, para las posibles alternativas a ejecutar.

Los factores más importantes a tener en cuenta son la dificultad, el tiempo y el coste económico que supone hacer mediciones reales en los edificios. La imposibilidad de realizar mediciones exactas no invasivas en las instalaciones, la comprobación del tiempo de funcionamiento de todos los sistemas y tiempos de encendidos, nos conducen a basar las mediciones de los consumos de los edificios en un periodo histórico mediante sus facturas, pero sin tener todos los datos sobre la variación de los usos, utilización, horarios, etc. La viabilidad del estudio nos lleva a plantear hipótesis de funcionamiento que se pasan a los programas, que no siempre, se adaptan a la realidad. Lo más lógico antes de realizar una actuación integral, sería hacer actuaciones parciales, medir y comprobar sus consecuencias económicas y de mantenimiento sobre la instalación a lo largo de un periodo significativo de tiempo; posteriormente, si es viable, realizar la actuación integral, comprobando y modificando, si es posible, las hipótesis establecidas.

La base que se va a establecer es el estudio son las siguientes: Estudio de las instalaciones actuales y su tecnología, planteamiento de soluciones viables, análisis de rentabilidad y amortización de las mismas. El fin del trabajo es la obtención de una mayor sostenibilidad y menor coste de mantenimiento del campus universitario.

2. Método de trabajo

El material que se ha utilizado para el estudio es el siguiente:

- Proyectos de ejecución de los edificios del Campus.
- Certificaciones energéticas de los edificios, realizadas mediante los programas Lider [1] y Calener [2].
- Simulaciones y estudio de las soluciones a ejecutar mediante el programa Design Buidier [3].
- Medición mediante equipos.
- Consumos energéticos de los edificios, obtenidos de la facturación de los mismos.
- Datos obtenidos de los sistemas de Telegestión de los Edificios.
- Estudios de actuaciones a ejecutar, implantación y viabilidad en los Edificios.

La metodología se muestra en el diagrama de la Figura 1.

3. Descripción del Edificio, Equipos y Demanda Energética

El presente trabajo estudia el edificio de la Universidad de La Rioja denominado Edificio Quintiliano que está situado en el término municipal de Logroño (La Rioja), le corresponde una zona climática "D2", según el nuevo CTE DB-HE1, y zona X según NBE-CTE-79, de Condiciones Térmicas en los Edificios.

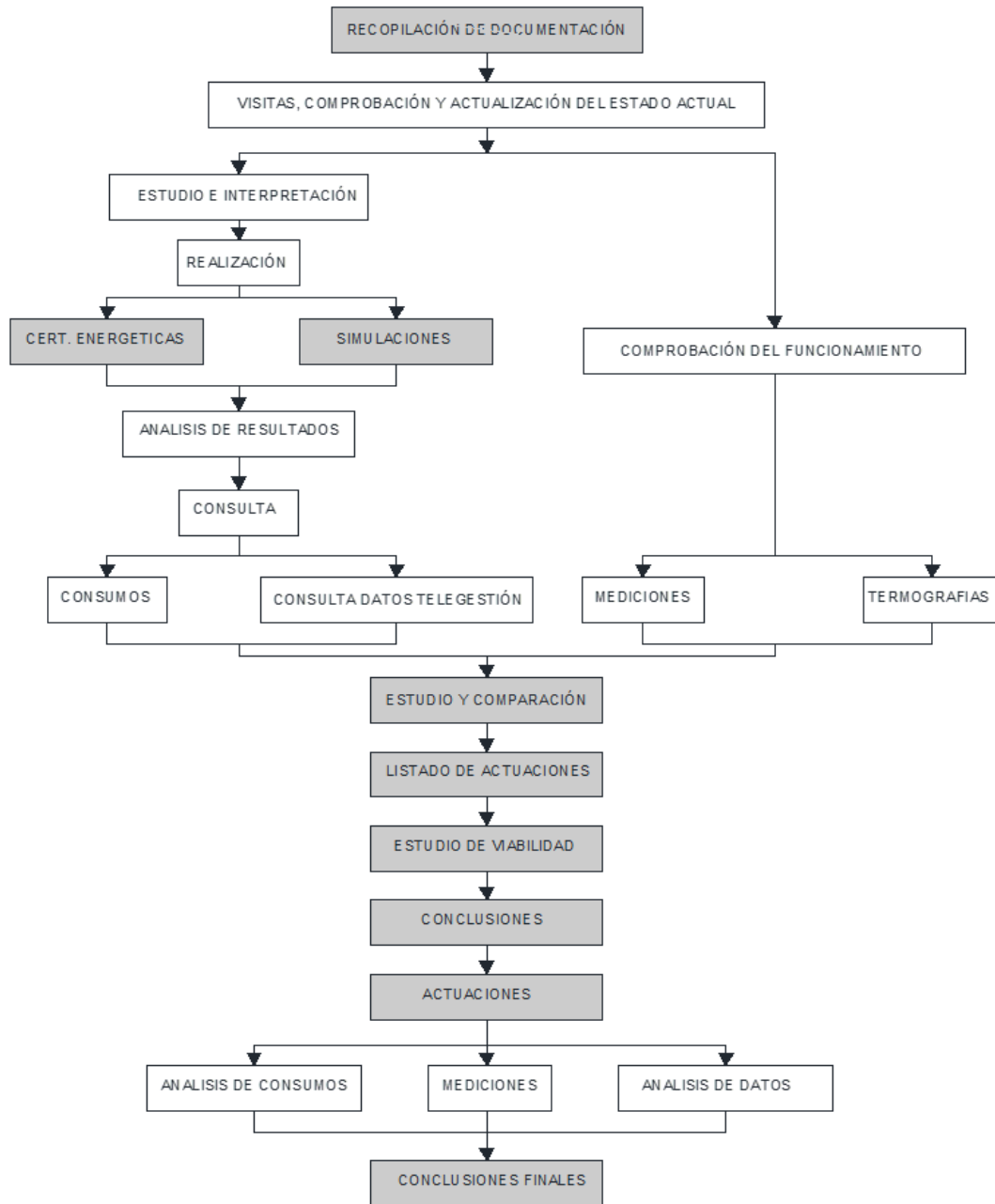


Figura 1. Proceso del Estudio

3.1. Envoltente del Edificio

Las componentes de las distintas fachadas del edificio son distintas, en las secciones del proyecto de edificación se han obtenido los siguientes cerramientos:

- Cerramientos exteriores: Realizados con un caravista al interior, cámara de deporexpan de 4 cm, muro y tabique de muro compuesto de media asta de ladrillo macizo, color rojo, revocado con mortero hidrofugado aire con aislamiento térmico a base de placas de espesor con juntas solapadas y clavadas al o tabicón de h.d. según los casos.
- Cerramientos interiores: media asta de ladrillo macizo (perforado) en separación de escaleras y vestíbulos con zonas de trabajo, en separación entre aulas en configuración de dependencias

de sótano (almacenes, archivos y locales instalaciones), y en separación entre zonas de trabajo y/o de estar (sala de grados, biblioteca, cafetería. Tabicón de ladrillo hueco doble en separación entre despachos de administración y departamentos. Tabique de ladrillo hueco sencillo en divisiones de cabinas de aseos.

- Cubiertas: cubierta plana invertida no transitable, compuesta por una capa de hormigón celular AIS/TEXSA (espesor mínimo 15 cm.) capa de mortero para soporte y membrana impermeabilizante, protegida por otra capa de mortero, aislamiento térmico a base de placas de poliestireno extruido (e=6 cm) con juntas solapadas, lámina separadora y grava suelta (0 16-36 mm) con un espesor mínimo de 10 cm.
- Aislamientos: cerramientos verticales y cubiertas, toda la planta llevará aislamiento térmico a base de manta de fibra de vidrio {e=60 mm) por encima del falso techo, al igual que en la formación de los cajones de persiana.
- Carpintería exterior, Cerrajería: aluminio lacado con persianas enrollables de lamas de aluminio con espuma de poliuretano rígido inyectada tipo minitermic 50 (gradhermetic).
- Carpintería interior: Las puertas interiores son de madera para revestir en formica en zona de departamentos y administración, dando continuidad al empanelado de los pasillos.
- Vidriería: El acristalamiento exterior es del tipo 4/6/6 mm. El lucernario se resuelve con el mismo tipo de vidrio recercado con perfilaría especial y silicona estructural.

3.2. Equipos

En la actualidad se han recogido datos de la puesta en marcha del edificio de los siguientes equipos para la climatización del edificio instalados. Son las siguientes:

- Calderas: 2 und. Caldera NTD-360 de la casa Roca (2x418,6 kW) y 1 und. Caldera NTD-300 de la casa Roca (346,8 kW)
- Enfriadoras: 1 und. Enfriadora LCHM-100 WL 50 (agua-agua), 1 und. Enfriadora aire-agua de la casa Thermocoldmod. DM-5862-M0, 1 und. Sistema de expansión directa de la casa Daikin, mod. RZQ100C7V1B, 1 und. Sistema de expansión directa de la casa Daikin, mod. RZQ100C7V1B, 1 und. Sistema de expansión directa de la casa Toshiba, mod. RAS22SAV2, 1 und. Sistema de expansión directa de la casa Daikin, mod. FTXS35BVMB, 1 und. Sistema de expansión directa de la casa Daikin, mod. FLXS35BVMB.
- 1 und. Torre de refrigeración "Apparel" Indumecsl, mod. TC-215 FPV
- 1 und. Intercambiador de placas SPX Cooling Technologies Ibérica S.L. Mod. CT210-F6-66/AISI316.
- Radiadores de chapa de la casa Roca, en sus modelos Pc, PccP, en longitudes comprendidas entre los 300 y 3.000 mm.
- Sistemas de Fan-coils, conductos y rejillas.

3.3. Demanda Energética

Para cálculo de la demanda de energía del edificio se ha empleado la misma herramienta que se emplea oficialmente para evaluar la demanda térmica de los edificios nuevos, CALENER GT.

Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	192783.6	769253.1
Energía Final (kWh/(m²año))	20.0	79.6
En. Primaria (kWh/año)	501815.7	1288876.0
En. Primaria (kWh/(m²año))	51.9	133.4
Emisiones (kg CO2/año)	125116.5	329545.3
Emisiones (kg CO2/(m²año))	13.0	34.1

Figura 2: Resultados Calener GT

Los resultados de simulación del subsistema edificio son los siguientes:

Consumo Energía Primaria (kWh)	
	calener edificio con instalaciones independientes
Iluminación	267281,1
Refrigeración	28891,2
Sistema de condensación	0,0
Bombas y Auxiliares	181513,2
Ventiladores	22987,7
Calefacción	1144,2
ACS	0,0
TOTAL	501817,4

Figura 3: Resultados Calener GT

4. Actuaciones descartadas

Las actuaciones descartadas son las siguientes:

SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO POR SISTEMAS DE ALTA EFICIENCIA: El tiempo estimado de funcionamiento para los circuitos de frío/calor es de 1874 horas, de calor: 1424 horas y de frío: 450 horas. La valoración del coste de energía, una vez implementados los impuestos es de 0,1663164 €/kW·h, considerando una inflación del 6% al año, obteniendo tiempos de recuperación de la inversión superiores a 10 años, por lo que se deja esta medida únicamente en reposición.

MEJORA DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO: Una vez realizado un estudio exhaustivo del edificio y comprobado los puentes térmicos del mismo. Se ha comprobado el mal funcionamiento del sistema de climatización, equilibrado y el mal uso del edificio, detectando de forma continua ventanas abiertas dentro del edificio, durante el funcionamiento del sistema de climatización. El periodo de amortización es muy superior a 10 años, descartándose esta actuación. La solución se considera viable, únicamente sobre una actuación integral en el edificio.

ACTUACIÓN SOBRE LA RED DE AGUA FRÍA: Las mejoras propuestas son grifos de lavabo con detección de presencia en lavabos, con un ahorro en agua oscila del 10 al 40%, según la documentación técnica del fabricante. Las unidades a modificar, son las que cuentan con agua caliente y agua fría, con una cantidad de 49 unidades. El presupuesto es de 20.929,37 € con un retorno de la inversión muy superior a 10 años, por lo que se deja esta medida para reposición.

SUSTITUCIÓN DE GRUPOS TÉRMICOS, POR EQUIPOS DE ALTA EFICIENCIA: El consumo energético anual en calefacción es de 350.155 kW·h, con un total de 1.424 horas, mediante dos unidades de 620 kW. El ahorro obtenido es del 15,37 %, con un ahorro anual de 2.766,00 € si le aplicamos un incremento estimado del precio de la energía del 6%, en un periodo de 10 años, obtenemos un ahorro de 36.458,08 € El presupuesto estimado para la actuación es de 57.869,00 € con un periodo de amortización estimado 15,87 años. Se desestima el cambio ya que su amortización supera los 10 años. El cambio de los equipos no se deberá de vincular a la amortización de los equipos, sino al deterioro o rotura de los mismos.

CAMBIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN A LED: Las luminarias de uso continuo en los pasillos de profesores son de 1200x300 mm, con una potencia de 2x36W y 1500mm, se plantea la sustitución de los tubos a LED de y las luminarias 58W y 1200mm se estudia el cambio por tubos LED. La inversión estimada es de 40.213,81€ con un plazo superior a 15 años. La conclusión es la sustitución de equipos en reposición.

INSTALACIÓN DE FILTROS SOLARES EN LA FACHADA SUR: Actualmente he pedido precio para la instalación de pegatinas de densidad neutra de tres pasos, con la finalidad de minimizar la ganancia solar sobre el edificio, el presupuesto obtenido es de 50.000 € Teniendo en cuenta que la Universidad de La Rioja permanece cerrada durante 15 días en el mes de agosto, y su apertura únicamente se realiza en el periodo estival hasta las 3:30 PM, es imposible la amortización de la inversión en un periodo inferior a 20 años.

INSTLACIÓN DE SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO EN LOS ORDENADORES: Instalación de sistemas de ahorro energético en ordenadores a través de programas de telegestión centralizada que garantice el apagado (standby) de equipos y monitores. Existen grandes problemas en cuanto a las actuaciones en este apartado, se llegaron a plantear en su día; pero únicamente fueron viables en las Aulas de Informática, ya que los profesores no tienen un horario definido y no se pueden realizar estas actuaciones. Normalmente hay docente que prolongan su horario de trabajo tras el cierre del edificio. Se descarta esta actuación por problemas con los usuarios.

5. Actuaciones a ejecutar

Una vez estudiadas, las actuaciones amortizables son las siguientes:

EQUILIBRADO DE CIRCUITOS: Se recomienda el ajuste y equilibrado de los circuitos, mediante las válvulas de equilibrado existente, obteniendo un salto térmico mínimo de 5°C para su funcionamiento en baja temperatura y de 15°C para alta. No se puede realizar debido a la falta de equipos de equilibrado y ajuste en las instalaciones. El presupuesto estimado es de 3.126,58 € para los circuitos y 1.495,22 € para las calderas, con las ventajas de reducción de consumo eléctrico, ruidos y garantizando el paso de fluido por las calderas, eliminando los problemas existentes.

SEGURIDAD EN CIRCUITOS: Se ha detectado que tras la sectorización realizada a la antigua instalación, se han completado los circuitos con válvulas de dos vías. Se debería de instalar una válvula diferencia de presión en el circuito, con la finalidad de garantizar la circulación de caudal en los circuitos; aun cuando se cierren todas las válvulas. Para poder solucionar este problema, se necesitan como mínimo dos válvulas diferenciales de presión mod. AVDO20, de la casa Tour Andersson. Presupuesto estimado 264,37 €, con una mejora en la protección de las bombas por falta de circulación de fluido caloportador en el circuito.

REAJUSTE DEL SISTEMA DE BOMBEO: Debido a la imposibilidad de obtener la documentación técnica de los equipos, la inexistencia de válvulas de equilibrado, se imposibilita la recomendación de puntos de trabajo. Se ha detectado que la potencia consumida por las bombas es superior a la indicada a por el fabricante, puede ser debido a la degradación de las bombas o que su punto de trabajo está fuera de curva, impulsando un mayor caudal e incrementando el consumo. Se debería de hacer una iteración bajando las curvas de las bombas, para disminuir el consumo eléctrico de las bombas.

REPROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE TELEGESTIÓN: Se han detectado saltos térmicos muy bajos, tanto en el funcionamiento en épocas invernales y estivales. Los saltos térmicos medios comprendidos entre 1 y 3°C, normalmente inferiores a 5°C. Los Fan-coils, no han sido diseñados para su funcionamiento son de baja temperatura (sino de alta), no pudiendo conseguir salto térmico. Las temperaturas de impulsión máximas son inferiores a 55°C, muy bajas para fan-coils convencionales. La conclusión que obtenemos es que la de impulsión es baja. Para incrementar el salto térmico del fluido caloportador es incrementar la temperatura de impulsión, o reducir el caudal. Se debería de comprobar el funcionamiento y consumos del sistema con una temperatura de impulsión mayor en los circuitos en modo calor. Realizar reajustes del funcionamiento del circuito con caudales inferiores. A falta de llaves de equilibrado, se deberían de reducir las curvas de las bombas y comprobar su funcionamiento. Tener especial cuidado con la temperatura de funcionamiento de las calderas y con las temperaturas de retorno a los circuitos, ya que las temperatura de retorno de los circuitos es inferior a los 60°C, recomendadas por el fabricante de las calderas. Las temperaturas inferiores a 60°C, puede provocar condensación en la cámara de combustión de la caldera, provocando oxidación y corrosión en ésta. Se recomienda el incremento de la temperatura de retorno. La inversión es nula, sólo cambiar las consignas y la amortización inmediata.

REAJUSTE CONSIGNAS DE LOS GRUPOS TÉRMICOS: Durante las visitas, y tras la realización de los análisis de combustión, se ha detectado que las llamas de la cámara de combustión de las calderas eran de color naranja; aunque el análisis de combustión del equipo no lo reflejaba. La llama naranja es una consecuencia directa de una combustión incompleta. Se deberá de reajustar los equipos, limpiar los mismos, etc.....Se ha comprobado durante los análisis de combustión la alta

temperatura de los humos, está alta temperatura viene como consecuencia de un tiro excesivo, posible hollín en las superficies de la caldera, caldera de potencia insuficiente para el quemador y exceso de combustión. Se recomienda el reajuste de los quemadores. La actuación no tiene importe por estar integrada en las operaciones de mantenimiento y el ahorro de consumo de combustible es considerable.

INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES HORARIOS: Como actualmente el encendido y apagado de la iluminación se realiza manualmente se propone la 'Instalación de interruptores horarios para controlar el sistema de iluminación de las plantas para que automáticamente se enciendan y apague. No se realiza un estudio económico ya que dado el gran número de circuitos de alumbrado existentes necesitaría la realización de un proyecto de iluminación, en el cual se incluirá un sistema de conexión a un PC para que en caso de la presencia de trabajadores de por la tarde se pueda cambiar la programación.

INSTALACIÓN DE SENSORES LUMÍNICOS: Se observa que en los pasillos la luminosidad natural en determinadas horas del día es suficiente para no encender la iluminación artificial. Se recomienda la instalación de sensores lumínicos para que cuando la iluminación natural sea suficiente, las luminarias se apaguen. Este tipo de medidas, que ya son obligatorias desde la entrada en vigor del Código Técnico de Edificación para edificios nuevos y reformas, requieren inversiones muy pequeñas y aportan un gran ahorro, no solo por el efecto directo del consumo de las luminarias sino por la disminución de las cargas térmicas. La estimación de reducción de consumo es del 20%. El presupuesto estimado para las zonas de Hall de Planta baja, el presupuesto asciende a 965 € partiendo de una sectorización ya adecuada. La situación de partida supone un horario continuado de 8:00 a 21:00 de lunes a viernes, las mañanas del sábado. Con la instalación de los sensores, en un horario de verano (mayo a septiembre, incluidos) se calcula una reducción aproximada del 50%. Se considera un incremento del precio de combustible anual del 6%, con un precio de 0,1663164 €/kW·h, la amortización del sistema se calcula en 5 años.

6. Conclusiones y consideraciones finales

El orden propuesto para las actuaciones son las siguientes:

- Realización de las actuaciones de seguridad.
- Instalación de válvulas diferenciales de presión.
- Reajuste de calderas y quemadores.
- Modificación de los cuadros eléctricos de climatización en los puntos indicados.
- Instalación de llaves de equilibrado en los circuitos primarios de caldera
- Ajuste de bombas y equilibrado de circuito.
- Reajuste del sistema de bombeo del cuarto de calderas.
- Replanteo de las consignas de calefacción.
- Nueva sectorización y encendidos eléctricos.
- Instalación de sensores lumínicos

Las actuaciones de Eficiencia Energética deben de ser continuadas durante el tiempo, mediante la reposición de los elementos existentes en su rotura, por elementos de alta eficiencia.

7. Referencias

- [1] Programa Lider. Web:
http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto_0002.html
 (Accedido marzo 2015)
- [2] Programa Calener. Web:

- <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/ProgramaCalener/Paginas/DocumentosReconocidos.aspx>
(Accedido enero 2015)
- [3] Programa DesignBuider. <http://www.designbuilder.es/descargas/software-designbuilder>
(Accedido enero 2015)
- [4] Norma española (2006) Código Técnico de la Edificación. www.codigotecnico.org(Accedido marzo 2015)
- [5] Norma Española Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE)
<http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/>(Accedido marzo 2015)
- [6] Legislación española. Reglamento de instalaciones Térmicas en los Edificios
<http://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf>(Accedido marzo 2015)
- [7] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/LegislacionNacionalGrupo.aspx?idregl=76>
(Accedido marzo 2015)
- [9] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/LegislacionNacionalGrupo.aspx?idregl=76>
(Accedido marzo 2015)
- [10] Manual de Auditorías Energéticas, AEDIE, Editado por la Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid y Comunidad de Madrid, autores Guillermo Escobar, Daniel Saludes, José M^a Toledo, fecha abril 2013.
- [11] Manual de procedimiento para realización de auditorias energéticas en los edificio, Editado por la Junta de Castilla y León, Depósito Legal LE-357-2009.
- [12] Entrada de datos al programa Calener GT, Editada por ATECYR, Depósito Legal M-37601-2010
- [13]Entrada de datos al programa Lider y CalenerVyP, Editado por ATECYR, Dep. Legal M-36274-2008.
- [14]Criterio de cálculo y Diseño de Tuberías en la Edificiación, Editado por ATECYR, Dep. Legal M-28863-2007.
- [15] Regulación y Control de los sistemas de climatización, Editado por ATECYR, Dep. Legal M-31336-2010.
- [16] Preparación de agua caliente para usos sanitarios, Editado por ATECYR, Dep. Legal M 4234-1996
- [17] Auditorías Energéticas en los Edificios, Editado por ATECYR, Dep. Legal M-48436-2010
- [18] Curso de instalador de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, Editado por CONAIF, Dep. Legal M-10451-2008.