



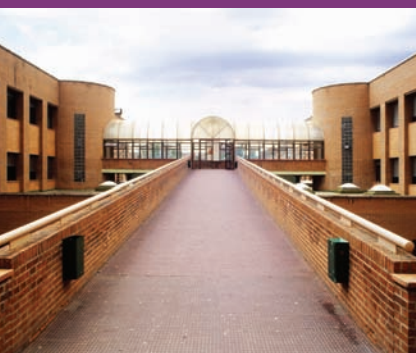
LIFE+09 ENV/ES/000493

www.lifedomotic.eu



Demostración de Modelos para la Optimización
de Tecnologías para la Construcción Inteligente

PUBLICACIÓN FINAL



COORDINADOR:

fundación
SANVALERO
GRUPO SANVALERO



SOCIOS:


Grazer
ENERGIEAgentur


patrimonio natural
de castilla y león


Europa, Innovación y Desarrollo


ADeSOS
DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD



LIFE+09 ENV/ES/000493



Demostración de modelos para la optimización de
tecnologías para la construcción inteligente

www.lifedomotic.eu

PROYECTO: LIFE+ 09 ENV/ES/000493 DOMOTIC
TITULO: DEMOSTRACION DE MODELOS PARA LA OPTIMIZACION DE TECNOLOGIAS PARA LA CONSTRUCCION INTELIGENTE

COORDINADOR: FUNDACION SAN VALERO



SOCIOS: FUNDACION PATRIMONIO NATURAL DE CASTILLA Y LEON



GRAZER ENERGIE AGENTUR



EUROPA, INNOVACION Y DESARROLLO



ADESOS



Con la contribución del instrumento financiero
LIFE de la Unión Europea

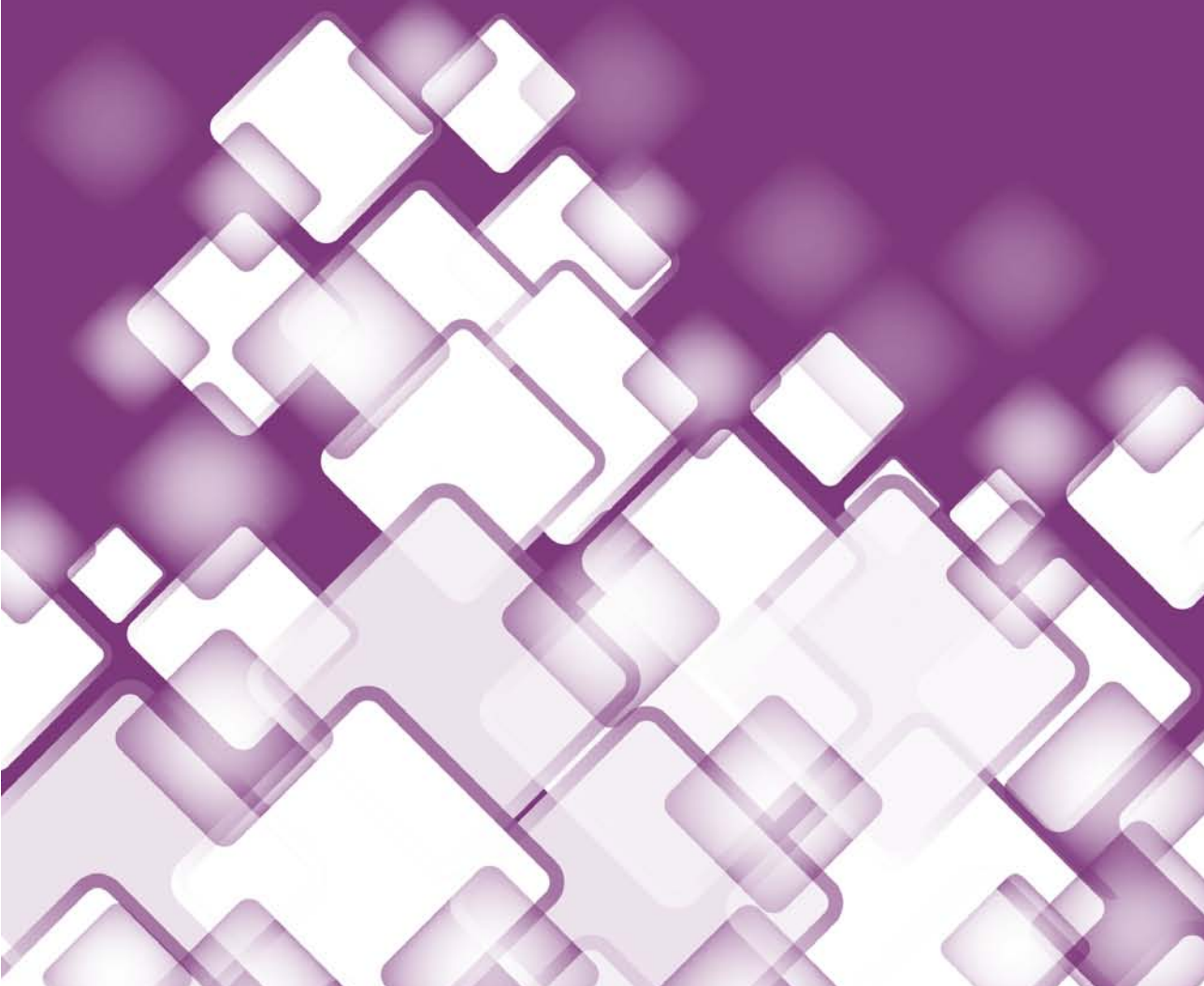


Publicación realizada en papel certificado
procedente de bosques gestionados de forma
sostenible

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Prólogo	7
1. El Proyecto y su partenariado	11
2. Objetivos del proyecto	15
3. Contexto de la publicación final	19
4. Caracterización de los espacios de actuación y modelos implantados	23
4.1. Acción 3a: FSV (Sede de la Fundación San Valero en Zaragoza)	24
4.1.1. Contexto de la actuación	25
4.1.2. Descripción técnica: Sistema “Estándar KNX”	27
4.1.3. Control de iluminación	28
4.1.3.1. Trabajos y reseña de componentes	32
4.1.3.2. Reseña gráfica de las actuaciones: “Iluminación” en FSV	36
4.1.4. Control de calefacción	39
4.1.4.1. Medidas aplicadas y reseña de componentes	47
4.1.4.2. Reseña gráfica de las actuaciones: “Calefacción” en FSV	49
4.1.5. Resultados de la Acción 3a: Fundación San Valero	51
4.2. Acción 3b: Fundación San Valero (Edificios de la Universidad San Jorge)	53
4.2.1. Contexto de la actuación tabla 8	54
4.2.2. Descripción técnica: Sistema “Estándar KNX”	56
4.2.3. Control de iluminación	58
4.2.3.1. Medidas aplicadas y reseña de componentes	59
4.2.4. Control de consumos y actuaciones derivadas de su análisis	60
4.2.5. Reseña gráfica de las actuaciones en la USJ: imagen 103	64
4.2.6. Resultados de la Acción 3b: Fundación San Valero en “Universidad San Jorge”	69
4.3. Acción 3c: Fundación Patrimonio Natural (Propuestas Ambientales Educativas - PRAE)	72
4.3.1. Contexto de la actuación	73
4.3.2. Descripción técnica: Building Management System (BMS)	76
4.3.2.1. Medidas aplicadas y reseña de componentes	76
4.3.3. Reseña gráfica de las acciones en PRAE:	81
4.3.4. Resultados de la Acción 3c: Fundación Patrimonio Natural en “PRAE”	87
5. Resultados del proyecto	95
5.1. Resumen de caracterización	95
5.2. Reducción del Consumo y Emisiones de CO2 (Periodo de experimentación)	97
5.3. Reducción del Consumo y Emisiones de CO2 (Proyección anual)	98
6. Ratio Coste / Beneficio (Periodo simple de retorno)	103
7. Potencial de transferencia	109
8. Síntesis de resultados:	113
9. Lecciones aprendidas:	117
10. Un Proyecto en imágenes	123
10.1. Enclaves de actuación y desarrollos	123
10.2. Reuniones del partenariado y visitas a las actuaciones	125
10.3. Reseñas de difusión	127
10.4. Conferencia internacional	134
11. Primera Red Europea de Modelos de Eficiencia Energética (Entidades adheridas)	138

PRÓLOGO



En los últimos años, la gestión energética de los edificios, ha experimentado una atención creciente, sobre todo motivada por la crisis económica, el alza de los costes de la energía y la necesidad de reducir la factura energética y nuestras emisiones de CO₂ a la atmósfera.

A pesar de los avances conseguidos tras la aprobación de diferentes normas europeas, el hecho es que la climatización y la iluminación de los edificios, representan cerca del 40% de la energía consumida en la UE, estimándose que el potencial de ahorro energético en este sector podría llegar al 74%.

Estos datos nos proporcionan argumentos sólidos para justificar la necesidad de emprender acciones directamente encaminadas a la reducción del consumo de energía en las viviendas, en las oficinas, en los hospitales, en las escuelas, en los hoteles...

En este contexto, encontramos que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) nos ofrecen una gran ayuda para reducir estos consumos energéticos, tanto a través de la monitorización de los mismos, como por el uso de dispositivos para automatizar equipamientos y servicios.

La domótica trata precisamente de abordar este tipo de soluciones que nos ofrece la tecnología, integrando las TIC, la informática y la automatización, en lo que podríamos denominar el edificio inteligente, con el objetivo de conseguir un uso eficiente de la energía en los edificios, haciendo la vida de sus usuarios más fácil, más cómoda, más segura y más económica.

Al mismo tiempo, la domótica ofrece hoy numerosas posibilidades de empleo, no sólo en el sector de la fabricación de dispositivos, sino también en el de instalación de los mismos y en el de servicios energéticos, incluyendo la elaboración o gestión de software de monitorización y gestión energética.

El proyecto Domotic, financiado por el Programa LIFE de la Unión Europea ha validado un modelo de referencia internacional de gran interés práctico en apoyo a la Estrategia Europea de lucha contra el Cambio Climático.

Para ello se ha tomado como base de experimentación demostrativa tres edificios; el centro de formación secundaria San Valero y la Universidad San Jorge, ambos del Grupo San Valero en la Comunidad Autónoma de Aragón, y el edificio PRAE de la Fundación Patrimonio Natural en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

Los resultados alcanzados y los ahorros obtenidos tanto en el ámbito económico, como en la reducción de gases efecto invernadero quedan detallados en la publicación que ahora se prologa y constituyen un claro ejemplo del gran potencial de transferencia de este proyecto y del gran valor añadido que tienen a nivel nacional y a escala europea al haberse alcanzado impactos favorables para el logro de reducción de consumos y emisiones de CO₂ superiores al 50% mediante la implantación de aplicaciones y medidas sencillas que presentan un excelente ratio coste-beneficio ambiental.

De forma adicional a los resultados alcanzados, existen otras numerosas lecciones aprendidas de gran interés para entidades, particulares y autoridades públicas que conviene también tener presentes en el ámbito de la construcción de nuevos edificios de uso intenso o en la gestión de los consumos de instalaciones ya existentes, algunas de estas lecciones quedan también recogidas en la presente publicación.

El éxito del proyecto LIFE DOMOTIC queda patente en la obtención de importantes reconocimientos y premios institucionales y profesionales que ya ha recibido en fase de desarrollo, en su gran impacto en medios de comunicación, pero especialmente reviste gran importancia el hecho de que son muchas ya las manifestaciones de transferencia real y efectiva de este modelo de referencia y otras que se están promoviendo y apoyando a través de diferentes "stakeholders" públicos y privados.

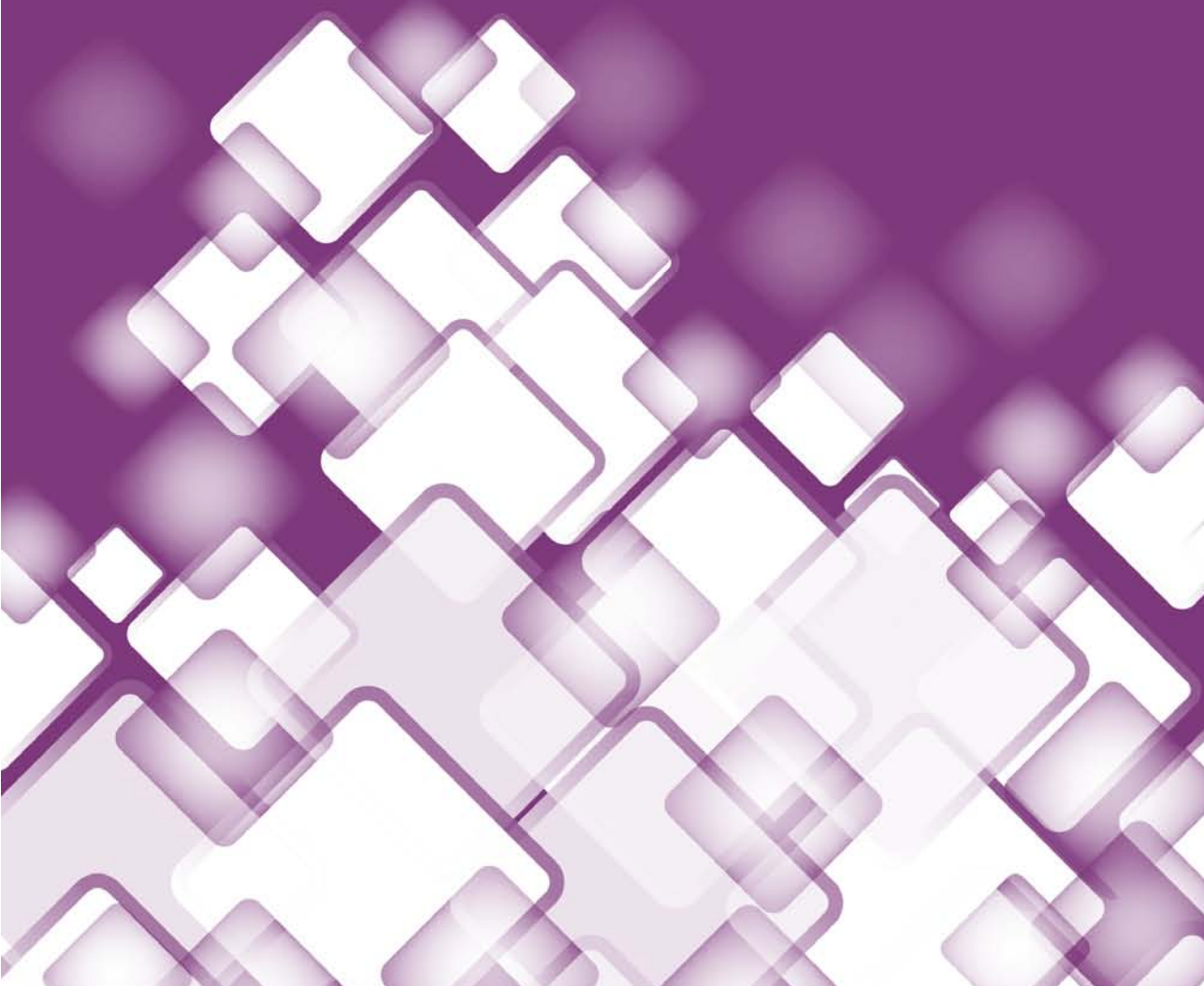
Las causas de los buenos resultados alcanzados son diversas, pero personalmente citaría la elección de un partenariado del proyecto con amplia solvencia técnico profesional en el ámbito de la innovación internacional aplicada al medio ambiente, el carácter multiagente de los socios, su diferente naturaleza, la presencia de entidades públicas y privadas, la dimensión internacional del modelo, la elección del Programa LIFE como instrumento financiero de apoyo al proyecto como etiqueta asociada de calidad y, finalmente, pero no por ello menos importante, las personas y profesionales que han participado en los desarrollos del LIFE DOMOTIC creyendo en lo que hacen, porque su aportación además de un trabajo bien hecho, contribuye de forma generosa a la mejora de nuestro entorno.

A todos ellos: Gracias

César Romero Tierno

Director General del Grupo San Valero

1. EL PROYECTO Y SU PARTENARIADO



1. El Proyecto y su partenariado

En septiembre de 2010 comenzaron los desarrollos del Proyecto LIFE+ DOMOTIC (Demonstration Of Models for Optimisation of Technologies for Intelligent Construction), **para demostrar y cuantificar el potencial de reducciones de emisiones de CO₂ derivada de la aplicación de tecnologías y modelos de construcción inteligente (Domótica¹ e Inmótica²) a edificios con elevado nivel de ocupación.**

El proyecto ha contado con el apoyo financiero del “Programa LIFE+” de la Unión Europea, instrumento financiero orientado a impulsar el desarrollo de proyectos innovadores, en el marco de desarrollo de la política comunitaria de medio ambiente.

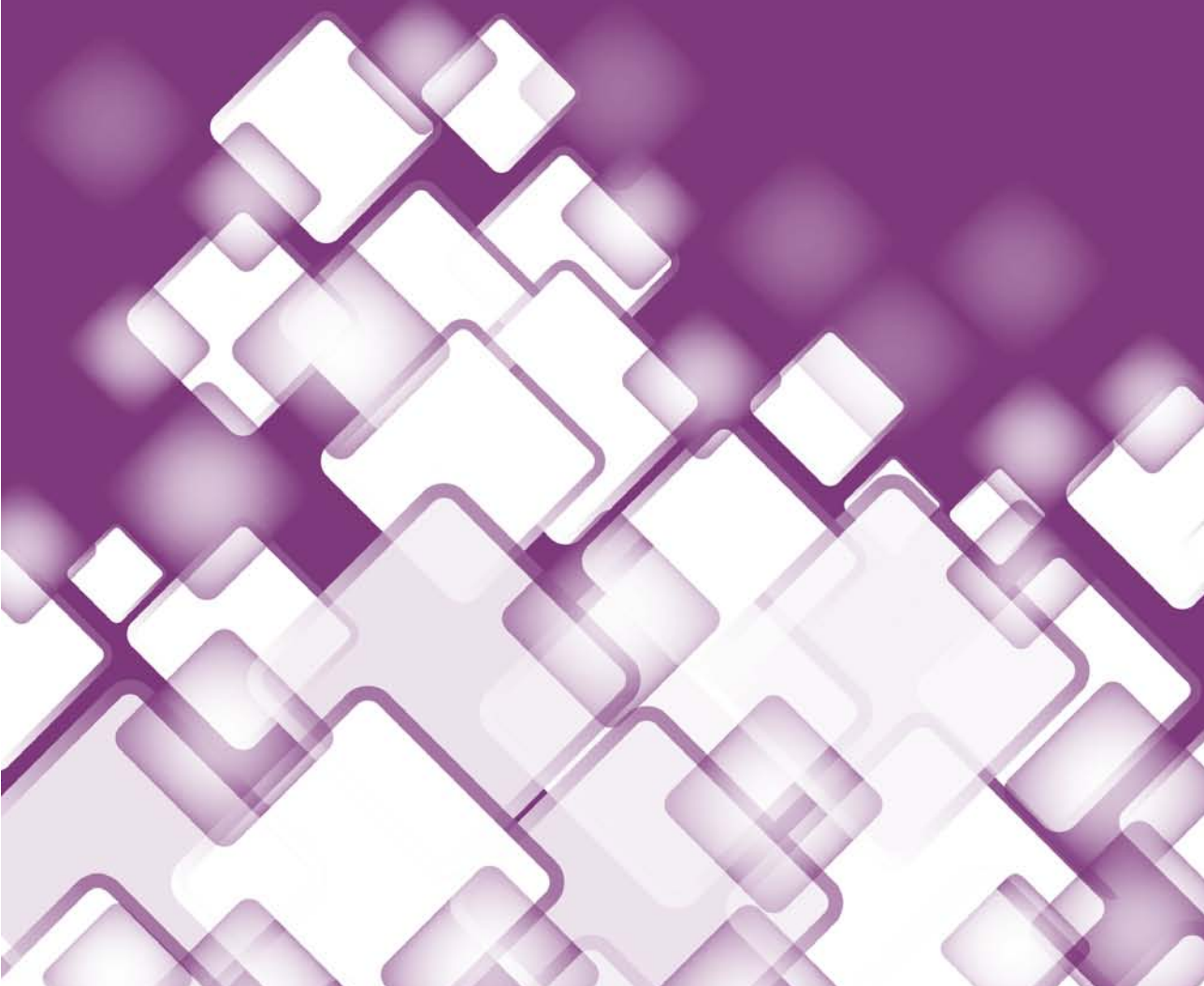
Desde la complementariedad funcional y geográfica, el partenariado en el proyecto ha cubierto y ejecutado desde entonces las acciones previstas; desde las correspondientes áreas de responsabilidad asignadas:

- **(FSV) Fundación San Valero (España):** como promotor y beneficiario coordinador del proyecto, ha liderado y asumido la responsabilidad de ejecución de las acciones orientadas a la “Gestión del proyecto” (Acción 1); a la implantación y modelización de las acciones demostrativas a desarrollar en el “Centro de formación profesional - Fundación San Valero” y “Universidad San Jorge” (Acciones 3a y 3b); al desarrollo de la auditoría financiera del proyecto (Acción 7) y al mantenimiento de la explotación de resultados en fase after-LIFE (Acción 8).
- **(FPN) La Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León (España):** ha liderado y asumido la responsabilidad de ejecución de la acción orientada a la implantación y modelización de la acción demostrativa a desarrollar en el “Centro de Propuestas Ambientales Educativas - PRAE” de la Junta de Castilla y León (Acción 3c).
- **(GEA) La Agencia de la Energía de Graz (Austria):** ha liderado y asumido la responsabilidad de ejecución y coordinación de las acciones orientadas a la “Definición de los modelos” a implantar en las 3 acciones demostrativas a desarrollar en España, desde su carácter de entidad experta en materia de análisis e implantación de medidas de “eficiencia energética” en su Región; en estrecha colaboración con EID.
- **(EID) Europa Innovación y Desarrollo (España):** ha liderado y asumido la responsabilidad de ejecución y coordinación de las acciones orientadas a garantizar el “Control interno de la calidad, monitorización y análisis de resultados” (Acción 4); y la “Validación y caracterización de los modelos testados”, para la transferencia (Acción 5).
- **(ADESOS) Asociación para el Desarrollo y la Sostenibilidad (España):** ha liderado y asumido la responsabilidad de ejecución y coordinación de las acciones de “Difusión y valorización de resultados” (Acción 6).

1-Sistemas para la automatización de edificios que permiten: mejorar la eficiencia energética y aumentar el confort y la seguridad

2-Domótica aplicada a edificios de uso terciario o industrial (oficinas, edificios corporativos, hoteleros, etc).

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO



2. Objetivos del proyecto

1. Demostrar, mediante contraste en edificios con elevada demanda energética; el valor añadido y elevado potencial de transferencia derivado de la aplicación de tecnologías domóticas y otras medidas de eficiencia en edificios, con base en su potencial de reducción de consumos energéticos y emisiones de CO₂; medido y contrastado conforme a la Directiva 2006/32/CE de "Eficiencia en el uso final de la energía y los Servicios Energéticos".
2. Cuantificar el potencial de reducciones de emisiones de CO₂ derivado de la aplicación de tecnologías y modelos de construcción inteligente (Domótica e Inmótica), aplicada a edificios con elevado potencial ejemplificante.
3. Modelizar y promover patrones de estandarización de "instalaciones inteligentes", en re- fuerzo de los objetivos de la Directiva 2002/91/CE para la mejora de la eficiencia energética en edificios; tomando como bases de testado dos centros educativos y un edificio público institucional.

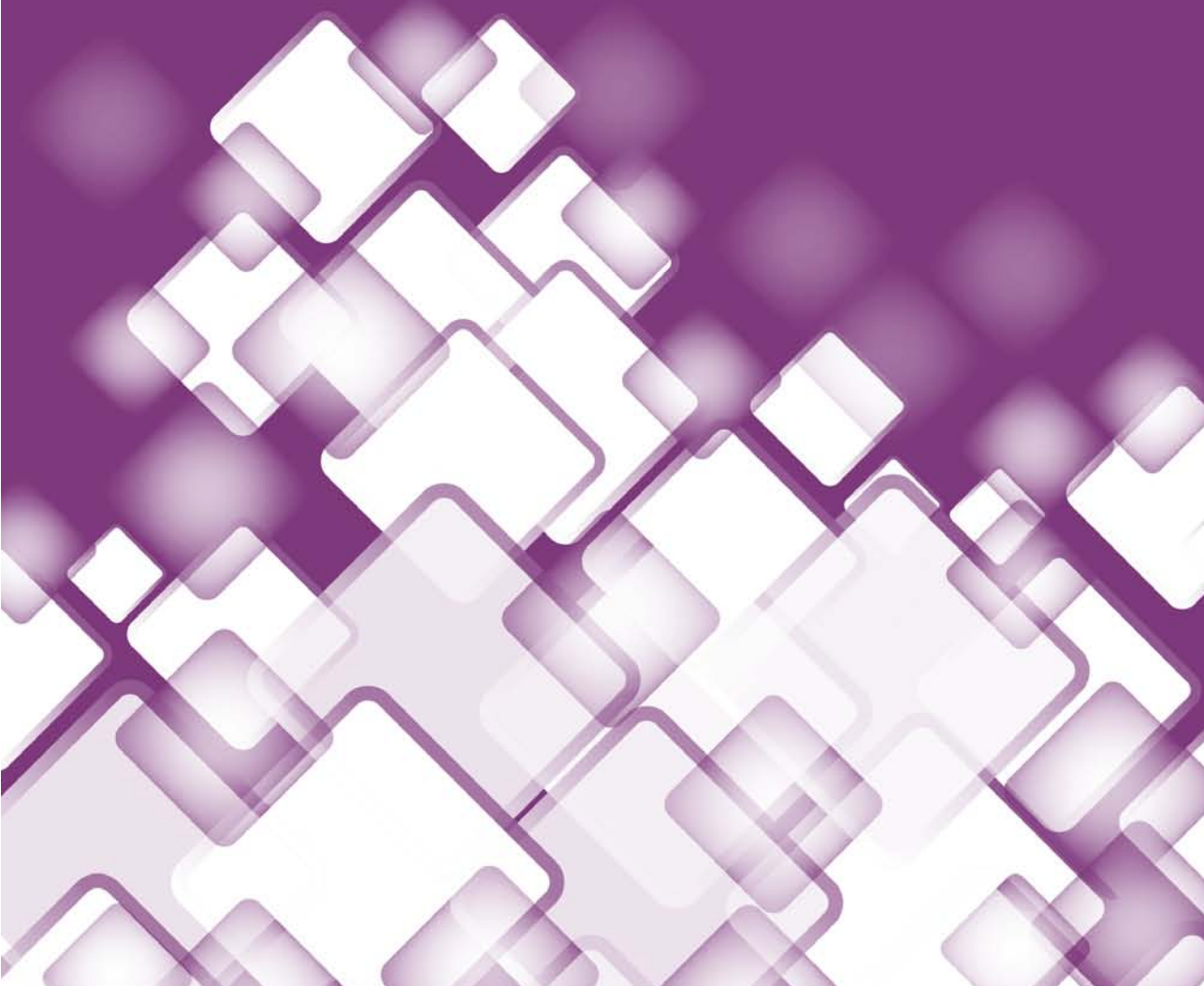
Para ello, se han modelizado, implantado y aplicado métodos, técnicas y tecnologías de eficiencia energética, que incluyen dispositivos domóticos y sistemas de gestión energética; en tres edificios de "uso público" con elevada "demanda de energía" e "intensidad de uso": Centro de Formación Profesional, Universidad privada y Edificio de exposiciones Institucional.

En su conjunto, las acciones demostrativas desarrolladas han demostrado un potencial de **mejora de la eficiencia energética del 42,48% anual; y un potencial de reducción de emisiones de 680 t CO₂/año.**

Paralelamente durante el desarrollo del proyecto y para favorecer los potenciales de transferencia y reproducibilidad, se ha ejecutado una campaña de difusión permanente de las acciones y resultados; para generar sinergias de implantación y uso de las tecnologías y sistemas testados, especialmente en edificios públicos y privados con elevada demanda energética e intensidad de uso.



3. CONTEXTO DE LA PUBLICACIÓN FINAL



3. Contexto de la publicación final

Finalizadas las acciones de experimentación y para favorecer la transferencia y la reproducibilidad de los modelos definidos y testados; se elabora la presente publicación final con el objeto de:

1. Describir los modelos validados en el marco del proyecto, sus componentes y lógicas de funcionamiento.
2. Mostrar los resultados alcanzados, sus proyecciones y ratios asociadas.
3. Calcular las ratios coste/beneficio ambiental de cada uno de los modelos y del proyecto en su conjunto.
4. Calcular las ratios económicas para determinar los periodos simples de retorno de las inversiones.
5. Extraer con todo ello lecciones aprendidas que favorezcan la transferencia.

Para ello, desde el inicio del proyecto y durante todo su desarrollo:

1. Se ha recopilado y estructurado toda la documentación técnica generada en cada una de las acciones.
2. Con carácter incremental y permanente se han venido cumplimentando los modelos que para la monitorización de los desarrollos de cada una de las acciones fueron inicialmente definidos.
3. También con carácter incremental y permanente se han cumplimentado los modelos que para el “Análisis Modal de Fallos y Efectos” (AMFE) y para el análisis de “Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades” (DAFO), fueron definidos y consensuados por el partenariado.
4. La información recopilada y el seguimiento realizado, han permitido aplicar las medidas correctivas necesarias para superar las dificultades y problemas identificados

En definitiva, esta publicación tiene como objetivo el de reforzar el potencial de transferencia de los modelos definidos, en los que se han implantado y testado métodos, técnicas y tecnologías para una “Construcción Inteligente”; que permitan mejorar la eficiencia energética de los edificios, reducir las emisiones de Gases con Efecto Invernadero (GEI) y favorecer la lucha contra el cambio climático.

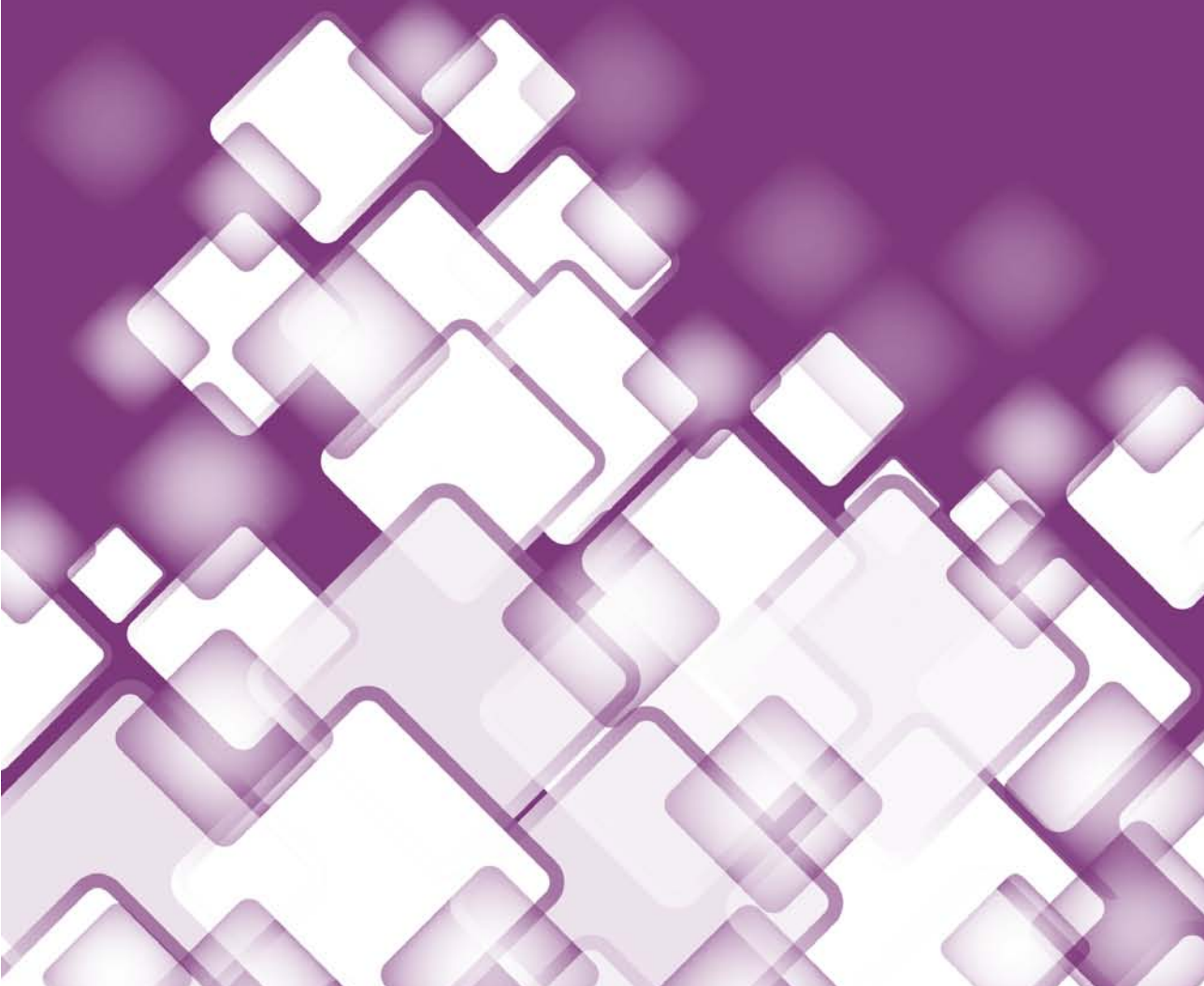
La caracterización de los modelos desarrollados por el proyecto DOMOTIC ha sido la acción clave para garantizar la transferibilidad del mismo, por lo que ésta es la parte fundamental de la presente publicación final.

La caracterización se ha realizado en la fase final de proyecto; partiendo para su elaboración, de los resultados obtenidos y de la validez demostrada de los modelos en fase de experimentación, que en promedio superó los 24 meses por actuación y se ha desarrollado entre los años 2011 a 2014. No obstante, desde el inicio se ha trabajado en la línea de definir, adaptar y cumplimentar los modelos elaborados para su seguimiento.

Los abundantes datos e información de contraste recopilada, directamente vinculada al desarrollo de las acciones demostrativas; proviene de mediciones, auditorías realizadas y cálculos en proyección elaborados en fase de ejecución del proyecto; corresponden a los registrados hasta el 30 de junio de 2014 y vienen referidos a los siguientes periodos de experimentación: FSV (Planta “C”: del 01/09/2011 al 30/06/2014 – 34 meses; Planta “E”: del 01/09/2012 al 30/06/2014 – 22 meses; Luminarias LED en fase final de proyecto: 2 meses); USJ (Del 01/10/2012 al 30/06/2014 – 21 meses) y FPN (Del 01/02/2012 al 30/06/2014 – 29 meses). Los resultados y ratios obtenidos, han sido finalmente sometidos a contraste con los reportados por las auditorías finales realizadas; para su validación final.”

“La muestra considerada, contrastada con los resultados de las auditorías energéticas finales realizadas, es lo suficientemente representativa como para poder llevar a cabo adecuadamente la caracterización de los modelos, la validación final de los resultados alcanzados, el cálculo de las ratios más relevantes y las proyecciones a otros marcos temporales que han permitido extraer las “conclusiones” y “lecciones aprendidas” del proyecto”.

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESPACIOS DE ACTUACIÓN Y MODELOS IMPLANTADOS



4. Caracterización de los espacios de actuación y modelos implantados

En el marco del proyecto se han definido y dimensionado 3 modelos diferenciados para aplicar “tecnologías para una gestión eficiente de la energía en la construcción”; orientados a reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) y a demostrar su potencial de mejora de la “eficiencia energética” en los edificios de implantación que constituyen las bases de testado.

Para favorecer el potencial de transferencia del proyecto, se ha procurado que los modelos pudieran mostrar los resultados de aplicación de dichas tecnologías, en edificios diferenciados por sus características estructurales, antigüedad, tipología, sistemas de generación, combustibles utilizados e intensidad de uso y condiciones climáticas de la zona; en la línea de demostrar así su versatilidad y capacidad de adaptación a las distintas necesidades de los potenciales agentes clave objetivo de la transferencia.

En una primera aproximación, las principales características y usos de cada una de las ubicaciones en las que se han llevado a cabo las acciones demostrativas son los siguientes:

FSV (Centro de Enseñanza - Sede de la propia Fundación en Zaragoza - Año de construcción: 1983): Conjunto de edificios en los que sobre una superficie total superior a los 10.000 m², se imparten estudios de Educación Secundaria y Formación Profesional a un total de más de 1.000 alumnos.

La acción demostrativa se ha llevado a cabo en dos de las plantas del edificio sur del complejo, sobre una superficie total de 2.062 m², en las que se imparte formación a más de 250 alumnos/año.

Mediante la implantación de un sistema domótico basado en el “Estándar KNX”, se ha actuado en el control de iluminación de 19 aulas, pasillos y aseos de las plantas “C” y “E”; y en el sistema de calefacción de gasóleo que sirve a dichas plantas.

Adicionalmente, en fase final de proyecto y en beneficio de la transferencia; en la planta “H” del mismo edificio y sobre una superficie de 1.031 m², se ha testado el sistema inmótico implantado para iluminación, pero con luminarias LED; lo que ha permitido demostrar un potencial de reducción del consumo superior al 72%, con este tipo de tecnología.

FSV (Universidad San Jorge en Zaragoza – Año de construcción: 2007): Conjunto de tres edificios en los que sobre una superficie total de casi 10.000 m², se ubican las Facultades de Comunicación, Ciencias de la Salud y el edificio Rectorado, en el que, entre otros, se imparte el grado de Arquitectura; y en los que se imparte formación universitaria de grado, máster y doctorado a casi 2.000 alumnos.

La acción demostrativa se ha centrado especialmente en el control del alumbrado de emergencia de los edificios de “Comunicación” y “Rectorado”.

La implantación de un sistema domótico basado en el “Estándar KNX” y de software para el “control de consumos”, ha permitido automatizar la regulación de dicho alumbrado de emergencia en los dos edificios; y disponer, en tiempo real, de la información de consumos de la práctica totalidad de las instalaciones de la Universidad, para su racionalización.

FPN (Edificio del PRAE en Valladolid – Año de construcción: 2008): El espacio denominado “Propuestas Ambientales Educativas” (PRAE), orientado a la “Educación Medioambiental” y que recibe un promedio de más de 15.000 visitas/año; está formado por dos elementos: el Parque Ambiental y el Centro de Recursos Ambientales (CRA), edificio ecoeficiente y bioclimático de 3.500 m² de superficie total construida, que cuenta con

sala de exposiciones, salón de actos, sala de documentación y consulta, espacio multifuncional para talleres de trabajo y zona administrativa; en el que se ha llevado a cabo la acción demostrativa.

La implantación de un “Building Management System” (BMS), equipos de medición y otros dispositivos domóticos; ha permitido disponer, en tiempo real, de los datos de producción y aprovechamiento de los sistemas renovables con los que cuenta: planta fotovoltaica, colectores solares térmicos y calderas de biomasa, para optimizar su rendimiento; así como de los datos de consumo de la práctica totalidad de las instalaciones, para su racionalización.

A continuación se describen las características de cada uno de los modelos implantados, detallando los contextos de desarrollo de cada actuación (superficie, situación geográfica, requerimientos energéticos, etc) y las soluciones aplicadas; que como veremos, son susceptibles de réplica en cualesquiera otras ubicaciones afines del espacio geográfico europeo.

4.1. Acción 3a: FSV (Sede de la Fundación San Valero en Zaragoza)

Ubicación de la base de testado:

Violeta Parra, 9

50015 - Zaragoza (Spain)

GPS: 41.669556, -0.878833



4.1.1. Contexto de la actuación

Demonstration Of Models for Optimisation of Technologies for Intelligent Construction

Demostración de Modelos para la Optimización de Tecnologías para la Construcción Inteligente

[LIFE+ 09 ENV/ES/000493]



Contexto de la Actuación															
EDIFICIO		Centro ES y FP de Fundación San Valero - Grupo San Valero		Dirección		C/ Violeta Parra, 10		Fecha							
Año de construcción	1.983	Código postal		50015		Personas de contacto		18/08/14 0000							
Superficie construida (m2)	10.000	Localidad/Ciudad		Zaragoza		Dñ Nieves Zubalze Marco (Dpto. Internacional)									
Superficie útil (m2)	7.000	Provincia (país)		Zaragoza (España)		Contacto (Tel)		00 34 976 466599							
Capacidad (Normasurarios)	1.700					Contacto (Fax)		00 34 976 466590							
E. Estudiantes y Profesores: Fase 1. 1º	264	Superficie auditada (m2)		1.041		Email		nubalze@sanvalero.es							
E. Estudiantes y Profesores: Fase 2. 1º	192	Superficie auditada (m2)		1.021											
Tipos de energía utilizada				Electricidad, gas natural y gasóleo-calefacción											
Uso del edificio				Docencia, enseñanza secundaria y formación profesional											
Otros datos de interés				Se actúa sobre la iluminación en Plantas C y E del Edificio Sur y sobre calefacción con "gasóleo" en las mismas ubicaciones.											
Nivel de ocupación media (TOTAL de las instalaciones-Curso escolar tipo)															
Nivel de ocupación media		Nivel de ocupación media (Área de actuación: Fase 1)													
Área de actuación	Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio			julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
		60%	90%	90%	90%	70%	70%			10%	10%	90%	90%	90%	70%
Nivel de ocupación media estimada		187	238	238	238	185	26			26	238	238	185		
Días...		205	17	20	23	16	22	5	0	22	21	22			
Horas/día...		5,20										15			
Media de Horas/Mes...		96,89	88,38	103,98	119,57	83,18	114,37	25,99	0,00	114,37	109,17	114,37			
TOTAL - Horas/Año...		1.065,75										77,98			
Nivel de ocupación media estimada (Área de actuación: Fase 2)															
Área de actuación		Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
			60%	90%	90%	90%	70%	70%	10%	10%	90%	90%	90%	70%	
Nivel de ocupación media estimada			136	205	205	205	185	26	26	238	238	185			
Días...			205	17	20	23	16	22	5	0	22	21	22		
Horas/día...			5,23										15		
Media de Horas/Mes...			97,40	88,85	104,53	120,20	83,62	114,98	26,13	0,00	114,98	109,75	114,98		
TOTAL - Horas/Año...			1.074,39										78,39		
Temperatura media mensual (30 años)															
Máxima			24,5	Temperatura media en verano (30 años)						Máxima		14,9			
Mínima			6,4	Mínima						Mínima		5,4			
Media anual			15,45	Media anual						Media anual		10,15			
Potencia fotovoltaica anual (Óptima Media)															
kWp/kWp			247	Potencia fotovoltaica anual (Óptima Media)						1,520		kWp/kWp			
Altitud			247	Altitud						247		Altitud			
Metros			247	Metros						247		Metros			
Temperatura media en invierno (30 años Oct-Abr)															
Máxima			14,9	Máxima						Máxima		14,9			
Mínima			5,4	Mínima						Mínima		5,4			
Media anual			10,15	Media anual						Media anual		10,15			
Pluviometría media anual (30 años)															
litros/m2			318	Pluviometría media anual (30 años)						318		litros/m2			
Pluviometría media anual (30 años)			318	Pluviometría media anual (30 años)						318		Pluviometría media anual (30 años)			
litros/m2			318	litros/m2						318		litros/m2			

<http://ie.c.eurooa.eu/avis/apais/quest.php>

Con las acciones desarrolladas en FSV, el proyecto DOMOTIC ha conseguido demostrar el potencial de mejora que la domótica e inmótica tienen en su aplicación a edificios antiguos, que carezca de las medidas activas y pasivas de eficiencia con las que pueden contar los edificios de nueva construcción.

Las actuaciones se han llevado a cabo en dos fases, en la primera se actuó sobre el control de iluminación

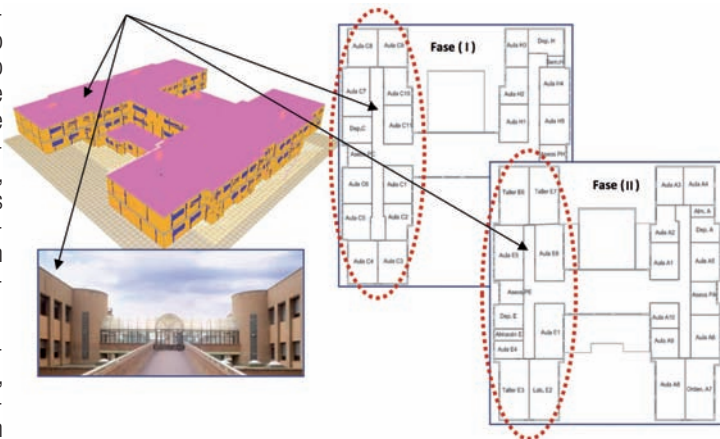
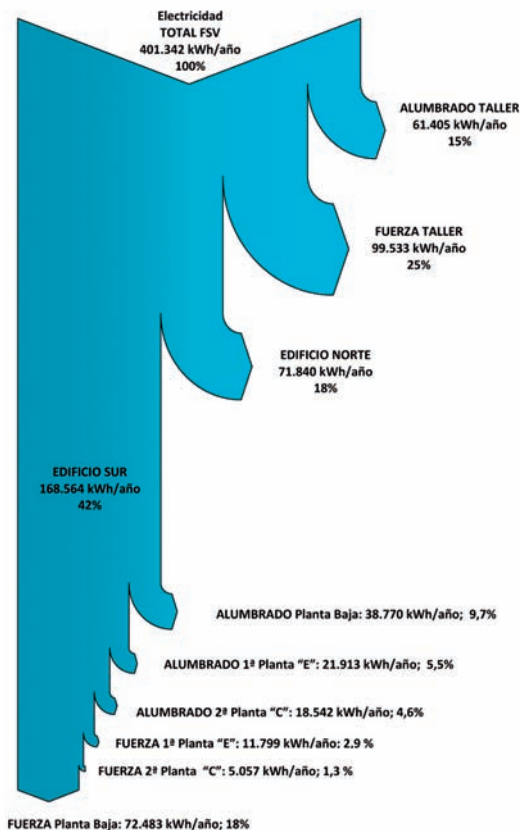


Diagrama de Sankey general.



de la 2ª planta del Edificio Sur ("C") y en la segunda, sobre la iluminación de la 1ª planta del mismo edificio Sur ("E") y sobre el sistema de calefacción de gasóleo de ambas plantas.

Edificio Sur (Plantas 1ª y 2ª)

En línea base, el consumo de electricidad por iluminación de las plantas "C" y "E" sobre las que se ha actuado, representa el 10% del consumo total de electricidad del edificio (40.455 kWh/año); y el de gasóleo, promediando el contrastado entre los años 2009-2011, se establece en un consumo medio de 31.900 l/año.

4.1.2. Descripción técnica: Sistema “Estándar KNX”

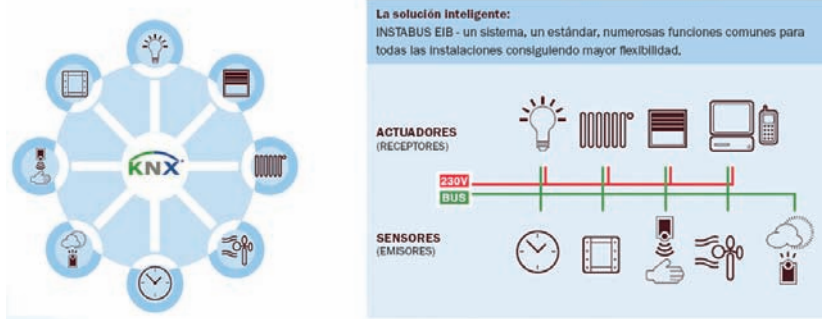
El “Estándar domótico KNX” implantado, es común para toda la actuación y la programación implementada permite controlar los modos y estado de funcionamiento de los dispositivos y sistemas a él conectados.

La solución adoptada, permite además integrar y gestionar progresivamente todos los ámbitos de consumo del edificio: iluminación, ventilación, calefacción, aire acondicionado, agua, etc.

Se trata de un versátil “estándar abierto” que permite gestionar todas las aplicaciones de control de un edificio: gestión de la energía, iluminación, HVAC, persianas, seguridad, presencia, monitorización, etc.

Esta tecnología puede implantarse tanto en edificios de nueva construcción, como en otros ya existentes; sobre cualquier plataforma de microprocesador, con una única herramienta de puesta en marcha (ETS), utilizando diversos medios de transmisión (TP, PL, RF, IP) y en distintas configuraciones.

El estándar incluye la funcionalidad de sus sistemas predecesores EIB, EHS y BatiBUS; cuenta con casi 7.000 grupos de productos certificados KNX en sus catálogos, y cubre la práctica totalidad de las necesidades de automatización de un edificio.



La elección del sistema se ha realizado tomando en consideración las siguientes ventajas:

Estándar internacional europeo:

La Norma Europea Armonizada, EN-50090 para “Sistemas electrónicos en edificios y viviendas”, se basa en soluciones de tecnología KNX-EIB (Konnex-European Installation Bus).

KNX es una tecnología europea que garantiza la compatibilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes; lo que evita la dependencia futura de un único proveedor con tecnología propietaria.



Simplicidad

KNX es un sistema bus, de inteligencia distribuida, que permite que todos los dispositivos compartan la información y sean alimentados a través de él.

El bus KNX, de un sólo cable de dos hilos trenzados, es suficiente para comunicar y alimentar todos los elementos de la red.

La inteligencia distribuida conforma un sistema descentralizado que puede no depender de ningún ordenador central, en el que todos los dispositivos son capaces de seguir funcionando aunque alguno de ellos presente algún problema.

Flexibilidad y escalabilidad

La reprogramación de funciones hace posible la adaptación funcional frente a modificaciones arquitectónicas y/o decorativas, sin obras en la instalación.

El sistema KNX está dotado de una herramienta de software para la ingeniería de proyectos, el ETS-3, este es independiente de cualquier fabricante y tiene capacidad para unir diferentes dispositivos individuales, dentro de una instalación e integrando los diferentes medios y modos de configuración del sistema.

La programación de cada uno de los parámetros del sistema se ha realizado con este software KNX de programación; lo que permite definir cada uno de los elementos del sistema y asociarlo con una funcionalidad concreta, bien de manera individual o colectiva.

La ampliación del sistema resulta sencilla, siempre y cuando se haya previsto la preinstalación de canalizaciones para cableado durante la fase de construcción.

Capacidad de integración

Permite la integración de la práctica totalidad de los sistemas propios de cualquier edificación (iluminación, climatización, persianas, seguridad...), mediante módulos con entradas/salidas digitales y analógicas; de manera que permite, por ejemplo, conmutar un punto de luz, dar tensión a un motor, abrir/cerrar una válvula, etc.

Robustez frente factores de afectación externa

Merced a un sistema de transmisión de señales al que no le afectan las interferencias exteriores, que usa fuentes de alimentación protegidas contra cortocircuitos y sobrecargas, con reconexión automática.

Seguridad

Presenta una elevada seguridad frente a los riesgos de contacto indirecto, gracias a que funciona a 24V (MBTS: Muy Baja Tensión de Seguridad, según el REBT: Reglamento de Baja Tensión); y proporciona una considerable reducción el cableado de potencia que en muchas ocasiones es causa de incendios

Mejora del confort y ahorro energético

Cuando la instalación, como es el caso, se ha proyectado para ello; aprovechando las ventajas que aportan los componentes que la integran.

4.1.3. Control de iluminación

Las soluciones implementadas para controlar y mejorar la eficiencia energética de la iluminación de las plantas "C" y "E" sobre las que se actúa, disponen, para cada zona y en función de necesidades y usos; diferentes sistemas de regulación y control que responden a las siguientes características:

Control de iluminación en función de la ocupación real, para zonas de uso esporádico:

Esta ha sido la solución adoptada para las zonas comunes de concurrencia pública: pasillos y aseos.

Los sistemas disponen de un control de encendido y apagado por detección de presencia; o por temporización en algunos casos.

Para el ajuste del encendido en función de la ocupación real de la zona por detección de presencia, son necesarios dos elementos claves: un elemento sensor (detector de movimiento), y un elemento actuador (actuador binario).

Con esta solución pueden obtenerse ahorros base de hasta un 20%, sobre la potencia que se controla.

Su funcionamiento es el siguiente:

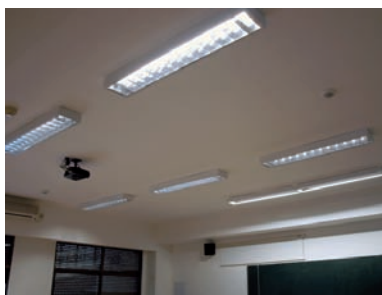
El detector de movimiento envía la orden de encender la carga al inicio de un movimiento, siempre y cuando la luminosidad natural esté por debajo del umbral que se le haya establecido.

Una vez finaliza el movimiento comienza la temporización de apagado, después de la cual, siempre que no haya ningún otro movimiento, se apaga la carga.

Se ha pretendido evitar que el usuario tenga un control directo de los circuitos, pero ofreciendo un nivel de eficiencia y confort óptimos.



Control de iluminación con aprovechamiento de luz natural (Sistema DALI)

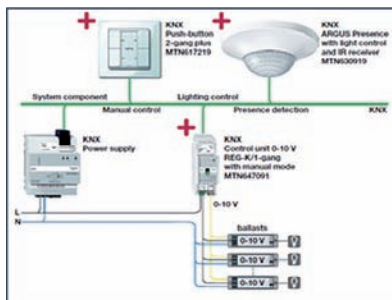


DALI (Digital Addressable Lighting Interface): es un protocolo digital de comunicación utilizado en reactancias tanto para fluorescencia, como para iluminación LED; que permite introducir la realimentación de estado de lámpara, conociendo así en todo momento su estado y el de la reactancia; por lo que para instalaciones con gran cantidad de lámparas que requieren ser reguladas, es la opción más versátil, potente y barata de controlar la iluminación.

Esta ha sido la solución adoptada para el control de iluminación en las aulas.

Se han instalado sistemas de aprovechamiento de luz natural, que regulan 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.

La solución incluye además la posibilidad de regular absolutamente todas las luminarias, así como el cierre y apertura de persianas; buscando maximizar los ahorros energéticos.



Tan solo con base en un sensor y un actuador, combinado con la capacidad de regulación de las luminarias, se ha conseguido actuar de manera continua sobre el nivel total de iluminación; lo que no es viable solo a base de encendidos y apagados.

Los sensores implantados permiten medir la luminosidad total en el punto de aplicación; y con base en dicho valor y en el nivel de luminosidad de consigna definido, el sistema actúa sobre la carga para adecuar la iluminación y conseguir los valores deseados.

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

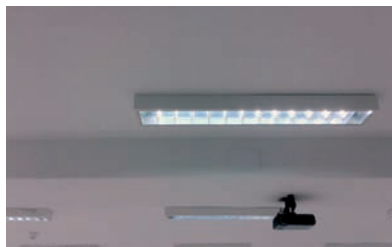
1. El detector de presencia y luminosidad evalúa constantemente el nivel de luminosidad en la superficie que se encuentra en su perpendicular.
2. Si el nivel medido está por encima del valor deseado, el sensor envía la orden de disminuir el nivel de luminosidad al regulador.
3. Si el nivel medido está por debajo, el sensor envía la orden de aumentar dicho nivel.
4. Si el sensor no detecta presencia en la estancia, transcurrido el tiempo fijado, se apaga completamente la iluminación.
5. Si el valor de luminosidad natural es suficiente para alcanzar el nivel de consigna, se apaga completamente toda la iluminación.

Definición de Escenas

Las escenas permiten realizar controles más complejos que el simple encendido, o la regulación directa de iluminación. Una escena permite, con una simple ejecución, ya sea con un pulsador, o desde una visualización en pantalla, realizar múltiples actuaciones, temporizadas entre ellas y/o sincronizadas, entre otras opciones.

Todos los actuadores y sensores permiten ejecutar escenas y memorizar un estado actual; de esta forma, con un simple pulsador y un actuador, o regulador, pueden ser implementadas.

Se han definido escenas programadas que adecúan el nivel de luminosidad a la actividad que se desarrolle: clases teóricas, clases prácticas o cuando se haya de utilizar un proyector. Estas escenas pueden reconfigurarse cuando las necesidades varíen, sin necesidad de sustituir los componentes de la instalación.



Esta ha sido la solución aplicada a las zonas de pizarra cuando se utilizan como superficie para llevar a cabo proyecciones de vídeo, transparencias, diapositivas, etc. Lo que permite adaptar el nivel de iluminación de la zona, al adecuado para la actividad de visionado de las proyecciones, sin necesidad de actuar sobre la totalidad de las luminarias del aula.

Característica de “Media luz”



Se han programado los pulsadores que controlan los circuitos que no dependen de sensores de presencia ni de luminosidad, para que cuando se realice un encendido, éste sea tan solo del 30%. Si fuera necesario un mayor nivel de iluminación, la regulación habrá de hacerse de manera manual.

De esta manera se fuerza la actuación del usuario para regular dicho nivel, resultando más cómodo simplemente mantener el 30% si no resulta imprescindible aumentarlo.

Esta solución tiene aplicación en aquellas salas en las que no exista aporte de luz externa o en aquellas en las que no se hayan incorporado detectores de presencia o luminosidad. También, cuando se constata en la práctica que la tendencia de los usuarios es la de actuar sobre los pulsadores; aun cuando exista regulación automática programada.

Programaciones horarias

Mediante ellas es posible programar acciones en función de fecha y hora, de manera que la instalación puede actuar sin que el usuario realice acción directa alguna sobre ningún elemento del sistema.

Ej.: Pasado un tiempo programado tras el cierre del edificio, se fuerza un apagado general forzado; lo que garantiza que el edificio queda totalmente apagado fuera del horario lectivo.

Los pulsadores cuentan con prioridad sobre la programación horaria, de tal manera, que si por cualquier motivo alguien tuviera necesidad de encender o apagar cualquier circuito; contaría con esta posibilidad.

Visualización y control

La visualización y control de la instalación se realizará de dos maneras diferentes orientadas a dos tipologías de usuarios diferenciados.

Pantalla táctil a color:

Permite que determinados usuarios puedan acceder a la configuración del sistema, sin necesidad de que tenga conocimientos de informática; para ajustar algunos parámetros básicos como:

- Control de consumos/encendidos: para realizar tareas de control de circuitos concretos, encendidos / apagados, o visualización de estados..
- Control de circuitos regulados y visualización de niveles de luminosidad.
- Visualización de alarmas técnicas y actuación sobre los elementos necesarios.
- Relojes horarios semanales y anuales: programables de manera rápida e intuitiva por el usuario.
- Control de algunos valores de consigna de las estancias y visualización de su estado.



Gestión y programación SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition):



Orientado a personal cualificado, permite obtener el máximo rendimiento a la instalación; permitiendo analizar todos los parámetros del sistema para adaptarlos a las mejores condiciones de eficiencia, con base en la información obtenida y analizada.

Permite disponer de un registro de todas las variaciones en los parámetros de consigna definidos para la instalación, elaborar gráficas de estado, y utilizar los datos registrados para elaborar gráficas de comportamiento o de tendencias de consumos.

Los resultados de cada modificación pueden visualizarse accediendo mediante PC al servidor del sistema.

Control remoto de la instalación:

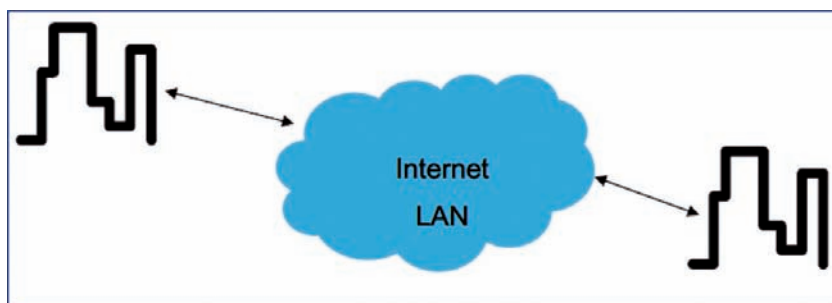
El acceso remoto a la instalación, haciendo uso de Internet, permite:

Programación remota:

Permite al programador cambiar parámetros o depurar la instalación, sin necesidad de traslado, reduciendo costes y acortando los tiempos de respuesta.

El personal encargado del mantenimiento del sistema domótico puede reprogramarlo o ajustarlo desde un PC, sin necesidad de conectarse directamente al bus KNX; lo que facilita la programación y mantenimiento del sistema.

Desde un punto de vista didáctico, los alumnos pueden realizar programaciones en zonas habilitadas para este fin desde los ordenadores de prácticas; sin necesidad de acceder físicamente a la red del sistema.



Gestión y mantenimiento remoto:

La opción de mantenimiento y gestión remota del sistema es sin lugar a dudas uno de sus puntos fuertes; pues reduce los costes asociados al mantenimiento y los recursos necesarios para su gestión.

El sistema es capaz, por ejemplo, de informar de errores de funcionamiento, excesos de consumo, o mal uso de las instalaciones; permitiendo gestionar la incidencia o acceder en remoto al registro de las variables del sistema.

Se ha definido un acceso mediante VPN (Virtual Private Network): tecnología de red que permite extender las propiedades de una LAN (Local Area Network) a través de la red pública o Internet.

Es un método puramente telemático, pues para el sistema, todos los elementos están conectados en una misma red segura; pues permite el cifrado de los datos que circulan por la VPN.

Permite la interconexión entre instalaciones, facilitando la programación y diagnóstico en instalaciones corporativas; mediante routers, switches y servidores capaces de generar la VPN. Esto permitirá en el futuro, si la opción resulta necesaria, procedente y rentable; interconectar las instalaciones de FSV y de la Universidad San Jorge, para gestionar ambas desde un único punto como si de un solo edificio se tratara.

4.1.3.1. Trabajos y reseña de componentes

Para implantar el sistema descrito, en un edificio con una antigüedad de más de 30 años como el que nos ocupa, fue necesario llevar a cabo en primer lugar una importante adecuación de la instalación eléctrica existente en cada una de las aulas. Entre otras de menor entidad, las siguientes:

- Cambio de cuadros eléctricos y registros; y tendido de nuevas líneas eléctricas y conducciones para control y comunicación en KNX: sensores, actuadores para iluminación, persianas, etc.

- Reubicación de luminarias para definición de escenas.
- Renovación de la alimentación eléctrica y de comunicaciones en las mesas de los alumnos.
- Instalación de nuevos contadores de consumo por planta, integrados en KNX
- Adecuación de los sistemas de amplificación e imagen, para su integración en los nuevos cuadros eléctricos del aula y "escenas" definidas en el sistema.
- Sustitución de las lámparas que se reseñan en los siguientes cuadros, por otras regulables de alta frecuencia (DALI); adecuando a normativa el nivel de iluminancia de cada puesto de trabajo, con arreglo a la nueva configuración.

Planta "C" Tabla 2

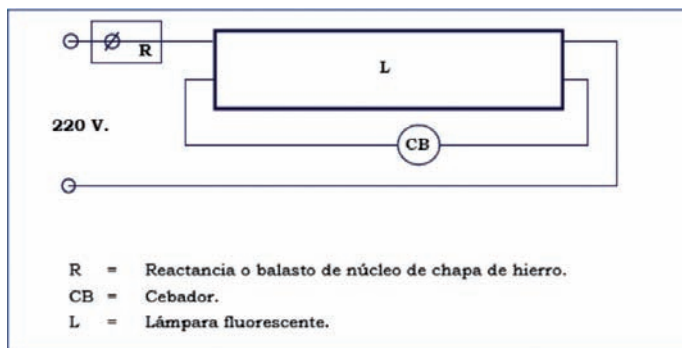
Antigua instalación						Nueva instalación						
Unidades	Tipo	Potencia Unitaria (W)	Potencia TOTAL (W)	Total Kwh/año	Consumo Kwh/día	Unidades	Tipo	Potencia Unitaria (W)	Potencia TOTAL (W)	Total Kwh/año	Consumo Kwh/día	
6	Regleta 2X58W AF (140W)	140	840,00	1.033,20	4,10	9	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	288	408,00	501,84	2,45
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
6	Regleta 2X58W AF (140W)	140	840,00	929,88	4,10	9	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	288	408,00	451,66	2,20
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	1.193,92	5,46	12	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	384	504,00	537,26	2,62
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	1.285,76	5,46	12	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	384	504,00	578,59	2,82
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
6	Regleta 2X58W AF (140W)	140	840,00	998,76	4,10	9	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	288	408,00	485,11	2,37
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
6	Estancas 2X58 AF (140W)	140	840,00	68,88	10,24	6	Estancas 2X58 AF (140W)	140	840	840,00	68,88	0,84
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	964,32	5,46	12	Luminaria superficie 1X54W HFDALI C6 (60W)	60	720	840,00	723,24	3,53
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	1.423,52	5,46	12	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	384	504,00	640,58	3,12
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	1.377,60	5,46	12	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	384	504,00	619,92	3,02
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
6	Regleta 2X58W AF (140W)	140	840,00	1.274,28	4,10	9	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	288	408,00	618,94	3,02
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
6	Regleta 2X58W AF (140W)	140	840,00	1.308,72	4,10	9	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	288	408,00	635,66	3,10
						2	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	120			
5	Regleta 2X58W AF (140W)	140	700,00	882,39	2,85	3	Luminaria superficie 1x54W HFDALI ASY (60W)	60	180	180,00	226,90	0,92
5	Regleta 2X58W AF (140W)	140	700,00	882,39	2,85	9	Luminaria superficie 1X28W HFDALI C6 (32W)	32	288	288,00	363,04	1,48
4	Regleta 2X58W AF (140W)	140	560,00	229,60	2,73	4	Regleta 2X58W AF (140W)	140	560	560,00	229,60	1,12
6	Regleta 2X36W AF (45W)	45	270,00	354,24	1,10	6	Regleta 2X36W AF (45W)	45	270	270,00	354,24	1,44
96,00			12.870,00	14.207,47	4,50	153,00			7.034,00	7.034,00	7.035,47	2,27
			Total :	67,57							Total :	34,06

Planta "E" Tabla 3

Antigua instalación						Nueva instalación							
Unidades	Tipo	Potencia Unitaria (W)	Potencia TOTAL (W)	Total Kwh/año	Consumo Kwh/día	Unidades	Tipo	Potencia Unitaria (W)	Potencia TOTAL (W)		Total Kwh/año	Consumo Kwh/día	
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	1.377,60	6,72	15	Luminaria superficie 1X54W HFDALI C6 (60W)	60	900	1020	1.254,60	6,12	
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	1.377,60	6,72	2	Luminaria superficie 1X54W HFDALI ASY (60W)	60	120	1020	1.254,60	6,12	
10	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.400,00	1.894,20	9,24	15	Luminaria superficie 1X54W HFDALI C6 (60W)	60	900	1020	1.380,06	6,73	
3	Regleta 2X58W AF (140W)	140	420,00	516,60	2,52	2	Luminaria superficie 1X54W HFDALI ASY (60W)	60	120	360	442,80	2,16	
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	1.331,68	6,50	15	Luminaria superficie 1X54W HFDALI C6 (60W)	60	900	1020	1.212,78	5,92	
10	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.400,00	1.722,00	8,40	2	Luminaria superficie 1X80W HFDALI C6 (88W)	88	1320	1440	1.771,20	8,64	
10	Estancas 2X58W AF (140W)	140	1.400,00	2.009,00	8,17	15	Luminaria superficie 1X54W HFDALI ASY (60W)	60	120	1440	2.066,40	8,40	
8	Regleta 2X58W AF (140W)	140	1.120,00	1.377,60	6,72	2	Luminaria superficie 1X80W HFDALI C6 (88W)	88	1320	1020	1.254,60	6,12	
2	Regleta 2X58W AF (140W)	140	280,00	137,76	1,12	2	Luminaria superficie 1X54W HFDALI ASY (60W)	60	120	1020	1.254,60	6,12	
5	Regleta 2X58W AF (140W)	140	700,00	936,34	3,81	3	Regleta 2X58W AF (140W)	140	280	280	137,76	1,12	
5	Regleta 2X58W AF (140W)	140	700,00	936,34	3,81	3	Luminaria superficie 1X54W HFDALI (60W)	60	180	180	240,77	0,98	
4	Regleta 2X58W AF (140W)	140	560,00	229,60	1,12	5	Luminaria superficie 1X54W HFDALI (60W)	60	300	300	401,29	1,63	
3	Regleta 2X36W AF (45W)	45	135,00	94,10	0,38	4	Regleta 2X58W AF (140W)	140	560	560	229,60	1,12	
84,00			11.475,00	13.940,41	5,02	142,00	3	Regleta 2X36W AF (45W)	45	135	135	94,10	0,38
									9.795,00	9.795,00	11.740,56	4,26	

Ventajas de utilizar balastos electrónicos de alta frecuencia:

La instalación clásica de tubos fluorescentes con reactancia convencional es de forma esquemática la siguiente:



La frecuencia a la cual trabajan normalmente las reactancias o balastos de las lámparas fluorescentes es igual a la de la red eléctrica, es decir, 60 Hz.

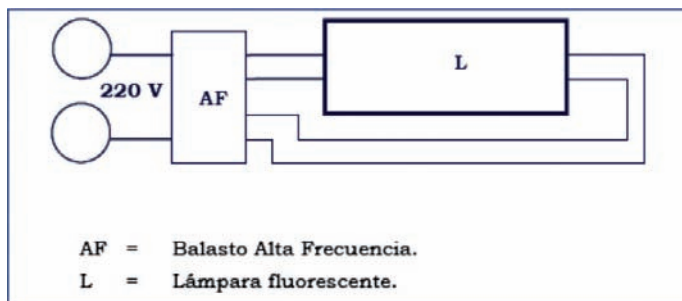
Operando con este valor de frecuencia, el rendimiento luminoso (flujo luminoso/energía eléctrica consumida) es inferior al que se obtendría trabajando con una frecuencia más elevada. Por otra parte, el balasto convencional consume energía y requiere de un condensador de compensación para mejorar el factor de potencia del conjunto del sistema.

Instalación con balastos electrónicos de alta frecuencia

Alimentando una lámpara fluorescente a frecuencias superiores a 10 kHz, se obtiene un incremento significativo en la eficacia luminosa. Asimismo, es conveniente trabajar a un valor de frecuencia superior al límite de la audición humana, unos 20 kHz, e inferior a los 50 kHz, a partir del cual se incrementan apreciablemente las pérdidas en el balasto, como también las posibilidades de provocar interferencias electromagnéticas.

En la práctica, los balastos electrónicos disponibles en el mercado trabajan a una frecuencia del orden de 30 kHz.

De manera esquemática, la instalación es la siguiente:



Cada balasto de AF puede alimentar un par de lámparas y, por tanto, el consumo del propio elemento se reparte entre dos fuentes de luz, lo que supone un incremento adicional en la eficacia del sistema.

Las principales ventajas de la utilización de balastos de alta frecuencia son:

1. Ahorro de energía. Producido por dos efectos principalmente:

Incremento de eficacia luminosa de la lámpara al circular por ella corriente a alta frecuencia (30 kHz), lo que permite conseguir la misma iluminación con un 25% menos de corriente.

Pérdidas por inducción mínimas, lo que se traduce en bajas pérdidas por efecto Joule. El ahorro energético total respecto a los sistemas convencionales puede alcanzar hasta un 40%.

2. Factor de potencia elevado, prácticamente $\cos \varphi = 1$ o $\tan \varphi = 0$. Evita la instalación de condensadores de compensación.

3. Encendido instantáneo y sin relámpagos.

4. Ausencia de vibraciones sonoras y mecánicas.

5. Baja disipación de calor. En lugares climatizados se reduce la carga térmica y por tanto se obtiene un ahorro energético en los sistemas de climatización.

6. Fácil instalación. No es necesaria la instalación junto con el balasto de cebadores, condensadores, ni otros dispositivos.

7. En instalaciones nuevas, el coste de inversión es más bajo ya que permite utilizar cables eléctricos de menor sección.

8. Reducción potencia contratada en alumbrado.

9. El nivel de flujo se puede ajustar de manera automática o manualmente, en un intervalo que va desde el 100% hasta el 25% del flujo nominal.

Durante la regulación, la frecuencia varía hasta los 45 kHz. A medida que la frecuencia aumenta, la potencia absorbida por la lámpara decrece y, por tanto, también lo hace el flujo luminoso.

Además, en fase final de proyecto y para ampliar el ámbito de las tecnologías testadas; se han sustituido las luminarias del tipo "Regleta 2x58 (140W)", por luminarias LED simétricas y asimétricas (50W);

De manera resumida, la referencia de los componentes que integran el sistema KNX implantado, entre otros pequeños materiales y dispositivos; es la siguiente:

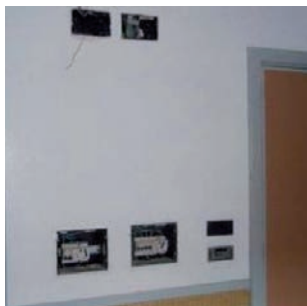
Componentes de la instalación KNX en FSV
NIESSEN 82204BA SENSORES DE 4 CANALES EIB SERIE ARC
NIESSEN 9619 SENSORES INTERFACE PARA PULSADORES 4C
NIESSEN 9620 ACOPLADORES AL BUS DE EMPOTRAR
NIESSEN 9641.3-BA DETECTORES PRESENCIA TECHO
NIESSEN 96891SBS5 ACTUADORES 4 SALIDAS, 10 A (AC1),
NIESSEN 9689SBS2 ACTUADORES 8 SALIDAS, 6 A (AC3), P
NIE9632PT9 PANTALLA TACTIL COLOR SIN MARCO 210 FU
NIESSEN 96371 EIB PORT LAN GATEWAY
NIE9637.1 PDA SOFTWARE DE VISUALIZACION PDA
NIE9637 DESK EIB-DESK PARA EIB PORT
NIE9637.3 IPR ROUTER IP EIB-KNX DIN 2 MOD
NIESSEN 9667 PROTECTORES CONTRA SOBRETENSIONES
NIESSEN 96801 FUENTES ALIMENTACIÓN C/FILTRO 640 M
NIESSEN 96803 FUENTES ALIMENTACIÓN AUXILIAR 12V
NIESSEN 96804 FUENTES ALIMENTACIÓN C/FILTRO 320M
NIESSEN 9686USB INTERFACES USB/EIB, DIN (2 MÓD.)
CONTACTORES EN 24-40 220V/50HZ(A)
NIESSEN 9653GD2 GATEWAY DALY, 1 CANAL, DIN (4 MÓD).

4.1.3.2. Reseña gráfica de las actuaciones: “Iluminación” en FSV

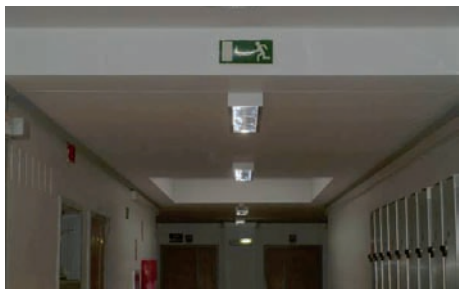
Vistas de la fachada principal del edificio del Centro de ES y FP de “Fundación San Valero”:

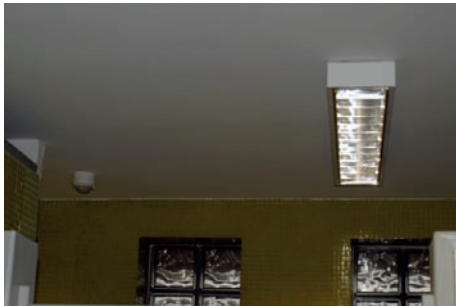


Trabajos de instalación:

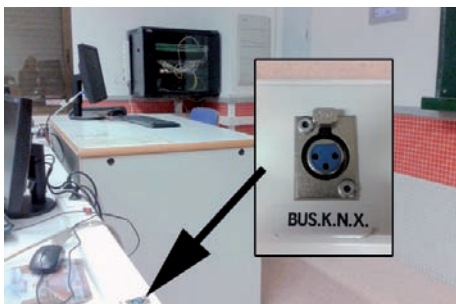


Respuesta del alumbrado por “detección de presencia” en zonas comunes:

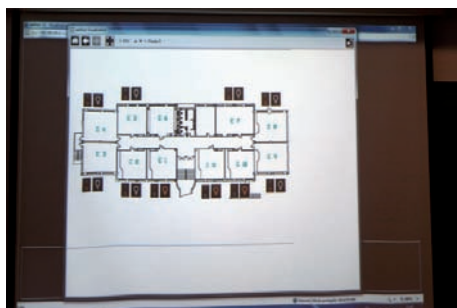
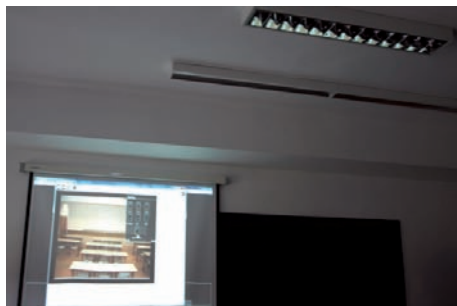




Detalle de dispositivos: sensores, pulsadores, contadores, pantalla táctil, actuadores, pasarelas:



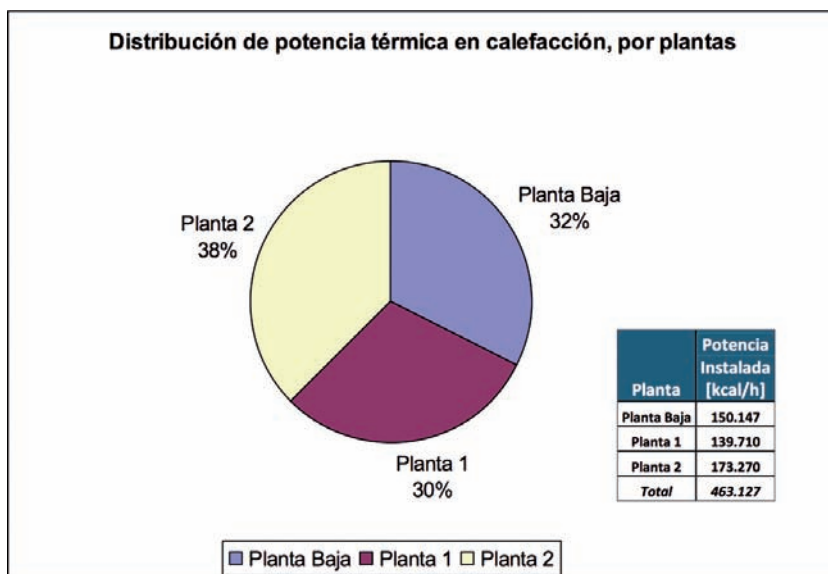
Programación, gestión en remoto y otras reseñas:



4.1.4. Control de calefacción

Existe un único circuito de calefacción para la planta C y E, cuyo consumo representa el 36,4% del consumo total de gasóleo.

La sala de calderas cuenta con tres calderas de gasóleo que arrancan secuencialmente, que eran controladas mediante programación horaria regulada con relojes analógicos. La potencia térmica total instalada es de: 640.973 kcal/h, frente a una potencia térmica total instalada de calefacción de 463.127 kcal/h; con la siguiente distribución por plantas:



Se observa que la potencia térmica de generación (calderas) es un 138% superior a la potencia térmica de los elementos terminales (radiadores). Según la información recogida en el proyecto, esto responde a los siguientes porcentajes de incremento:

- 20% de sobredimensionamiento por rendimiento de calderas.
- 5% de sobredimensionamiento por pérdidas en tuberías.
- 13% restante, por potencias disponibles en la gama de calderas instaladas.

Atendiendo a la antigüedad del edificio, no resultaba viable abordar la sectorización y renovación completa de la instalación; por lo que las actuaciones se centraron en regular la temperatura de impulsión del agua que alimenta los radiadores, teniendo en cuenta la temperatura exterior, la del interior de dos aulas de muestra ubicadas en fachadas opuestas (NW-SE) y la temperatura del agua de retorno; para adecuar en cada momento el funcionamiento del sistema a las necesidades de temperatura interior en función de las condiciones ambientales y climáticas del entorno.

Las características técnicas del equipamiento existente, son las siguientes:

C1: CALDERA ROCA TR-3-120

		
Ubicación	Sala calderas edificio aulas	
Marca:	Roca	
Modelo:	TR-3 - 120	
Combustible	Gasóleo C	
Tipo construcción	Fundición	
Año fabric.	1.984	
Pot. Nominal [kW] / [kcal/h]	488 / 420	
Quemador	Marca/modelo	Presomatic 60 G0
	Año fabricación	
	Potencia térmica [kW]	355-710 KW
	Consumo [kg/h]	30-60
	Modulación	2 escalones
	Potencia eléctrica [W]	650 W (4,5 - 3,3 A)
Servicio:	Calefacción	
Control y regulación:	Termostado de dos etapas en retorno circuito agua	
	Temperatura de impulsión fija a 90°C	
	Reloj horario individual	
	Sin contador de horas de funcionamiento	
	Sin contador de gasóleo / Sin contador kWh eléctricos	
Medidas:	Tª impulsión fluido [°C]	80
	Tª retorno fluido: [°C]	70
	Tª humos: [°C]	291
	Tª ambiente: [°C]	23
	Rendimiento combustión [%]	88,1
	% O ₂ [%]	3,1
	% CO ₂ [%]	13,21
	Exceso de aire	1,17
	ppm CO	8
Consumo energético	Horas funcionamiento año [horas]	475
	Consumo térmico [kWht/año]	266.212
	Consumo eléctrico [kWhe/año]	308
	Coste térmico [€/año]	12.592


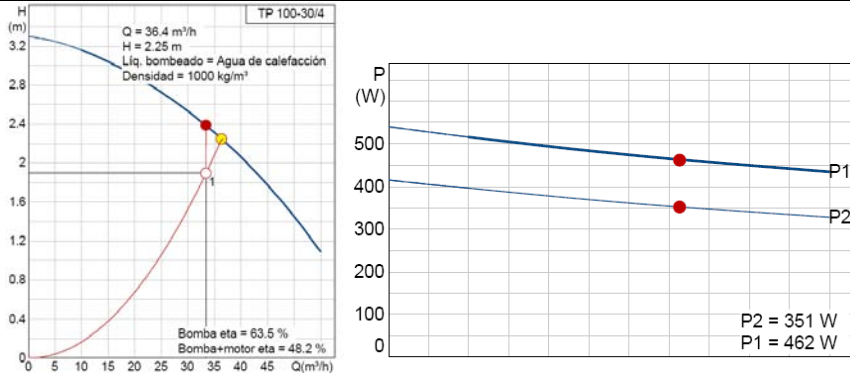
C2: CALDERA ROCA TD-200

		
Denominación	C2	
Ubicación	Sala calderas edificio aulas	
Marca:	Roca	
Modelo:	TD-200	
Combustible	Gasóleo C	
Tipo construcción	Fundición	
Año fabric.	1.984	
Pot. Nominal [kW] / [kcal/h]	232,6 / 199,52	
Quemador	Marca/modelo	Lamborghini ECO 30/2
	Año fabricación	
	Potencia térmica [kWh]	166-358 kW
	Consumo [kg/h]	14-30
	Modulación	2 escalones
	Potencia eléctrica [W]	750 W
Servicio:	Calefacción	
Control y regulación:	Termostado de dos etapas en retorno circuito agua	
	Temperatura de impulsión fija a 90°C	
	Reloj horario individual	
	Sin contador de horas de funcionamiento	
	Sin contador de gasóleo / Sin contador kWh eléctricos	
Medidas:	Tª impulsión fluido [°C]	80
	Tª retorno fluido: [°C]	70
	Tª humos: [°C]	
	Tª ambiente: [°C]	
	Rendimiento combustión [%]	
	% O ₂ [%]	
	% CO ₂ [%]	
	Exceso de aire	
Consumo energético	ppm CO	
	Horas funcionamiento año [horas]	475
	Consumo térmico [kWh/año]	125.122
	Consumo eléctrico [kWh/año]	214
	Coste térmico [€/año]	5.918


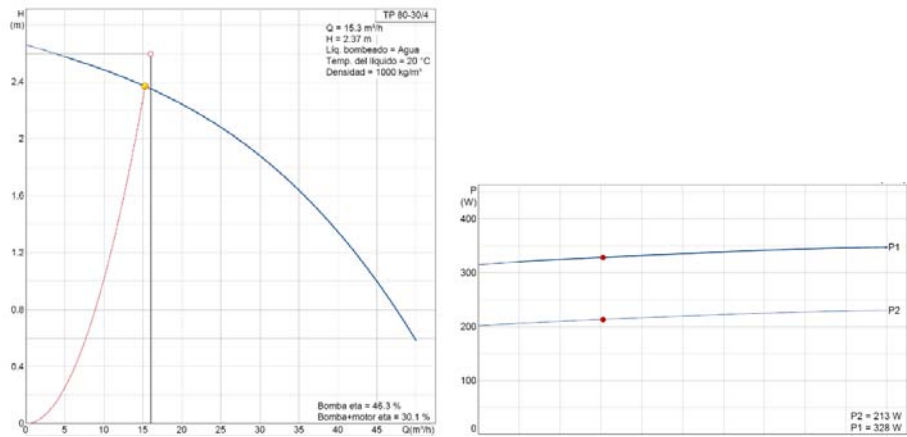
C3: CALDERA ROCA AR-3

		
Ubicación	Sala calderas edificio aulas	
Marca:	Roca	
Modelo:	AR-3	
Combustible	Gasóleo C	
Tipo construcción	Fundición	
Año fabric.	1.984	
Pot. Nominal [kW] / [kcal/h]	34 / 29	
Quemador	Marca/modelo	KADET tronic 3R
	Año fabricación	
	Potencia térmica [kWh]	
	Consumo [kg/h]	1,6-3 kg
	Modulación	Sin modulación
	Potencia eléctrica [W]	90 W
Servicio:	Calefacción	
Control y regulación:	Termostato de dos etapas en retorno circuito agua	
	Temperatura de impulsión fija a 90°C	
	Reloj horario individual	
	Sin contador de horas de funcionamiento	
	Sin contador de gasóleo / Sin contador de kWh eléctricos	
Medidas:	Tª impulsión fluido [°C]	80
	Tª retorno fluido: [°C]	70
	Tª humos: [°C]	
	Tª ambiente: [°C]	
	Rendimiento combustión [%]	
	% O2 [%]	
	% CO2 [%]	
	Exceso de aire	
	ppm CO	
Consumo energético	Horas funcionamiento año [horas]	475
	Consumo térmico [kWh/año]	22.667
	Consumo eléctrico [kWh/año]	51
	Coste térmico [€/año]	1.072


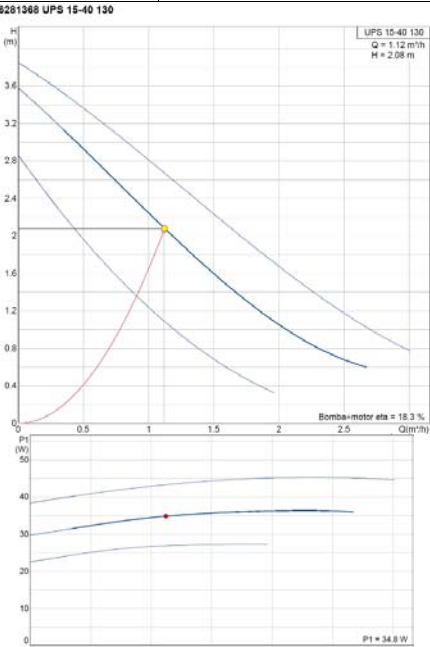
B1: BOMBA GRUNDFOS UMT-100-3 (PRIMARIO C1)

		
Marca:	Grundfoss	
Modelo:	UMT-100-30	
Tensión [V]	380 V	
Potencia [W]	550	
Caudal cálculo/proyecto [m3/h]	33,4	
Altura cálculo/proyecto [mca]	1,9	
Curvas funcionamiento		
 <p>TP 100-30/4</p> <p>Q = 36.4 m³/h H = 2.25 m Liq. bombeado = Agua de calefacción Densidad = 1000 kg/m³</p> <p>Bomba eta = 63.5 % Bomba+motor eta = 48.2 %</p> <p>P (W)</p> <p>P1 = 462 W P2 = 351 W</p>		
Tª impulsión [°C]	80	
Servicio	Bomba primaria caldera C1	
Control y regulación:	Programación horaria. Funcionamiento igual que caldera C1	
	Puente manométrico en paralelo	
Medidas	Intensidad [A]	
	Presión aspiración	
	Presión impulsión	
Consumo energético	Horas funcionamiento año [horas]	565
	Consumo eléctrico [kWh/año]	311


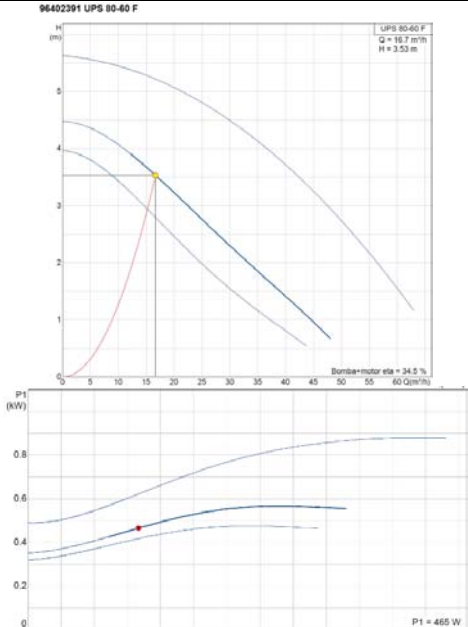
B2: BOMBA GRUNDFOS UMT-80-30 (PRIMARIO C2)

		
Marca:	Grundfos	
Modelo:	UMT 80-30	
Tensión [V]	380 V	
Potencia [W]	250	
Caudal cálculo/proyecto [m3/h]	16	
Altura cálculo/proyecto [mca]	2,6	
Curvas funcionamiento		
Tª impulsión [°C]	80	
Servicio	Bomba primario caldera C2	
Control y regulación:	Programación horaria. Funcionamiento igual que caldera C2	
	Puente manométrico en paralelo	
Medidas	Intensidad [A]	
	Presión aspiración	
	Presión impulsión	
Consumo energético	Horas funcionamiento año [horas]	565
	Consumo eléctrico [kWh/año]	141

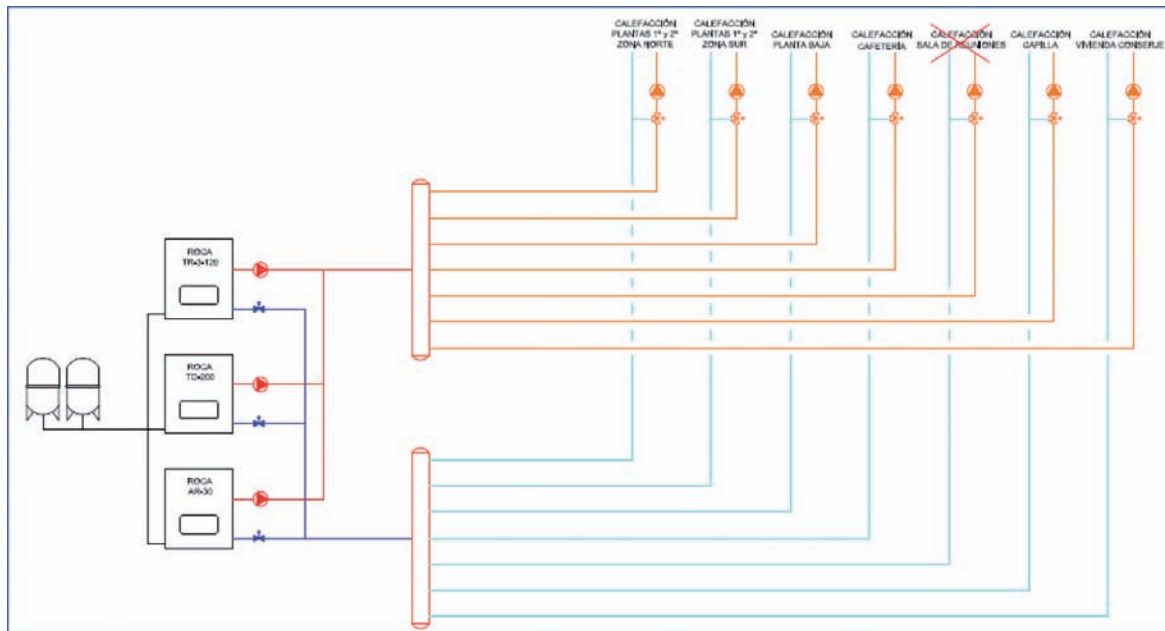
B3: BOMBA GRUNDFOS UPS 15-35 (PRIMARIO C3)

		
Marca:	Grundfos	
Modelo:	UPS 15-35	
Tensión [V]	230 V	
Potencia [W]	65	
Caudal cálculo/proyecto [m3/h]	2	
Altura cálculo/proyecto [mca]	1,1	
Curvas funcionamiento		
		
Tª impulsión [°C]	80	
Servicio	Bomba primario caldera C3	
Control y regulación:	Programación horaria.	
	Funcionamiento igual que caldera C3	
Consumo energético	Puente manométrico en paralelo	
	Horas funcionamiento año [horas]	565
	Consumo eléctrico [kWh/año]	37

B5: BOMBA GRUNDFOS UMS 80/60 (CALEFACCIÓN. P1-P2-SUR)

		
Marca:	Grundfos	
Modelo:	UMS 80-60	
Tensión [V]	230 V	
Potencia [W]	950	
Caudal cálculo/proyecto [m ³ /h]	16,4	
Altura cálculo/proyecto [mca]	4,5	
Curvas funcionamiento		
Tª impulsión [°C]	80	
Servicio	Calefacción plantas 1 y 2, zona Sur	
Control y regulación:	Programación horaria.	
	Puente manométrico en paralelo	
Consumo energético	Horas funcionamiento año [horas]	565
	Consumo eléctrico [kWh/año]	537

Esquema del circuito hidráulico de la Sala de Calderas



4.1.4.1. Medidas aplicadas y reseña de componentes

Cierre de elementos radiantes en zonas de paso: Según el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) vigente en la actualidad, sólo deben climatizarse los recintos con ocupación permanente.

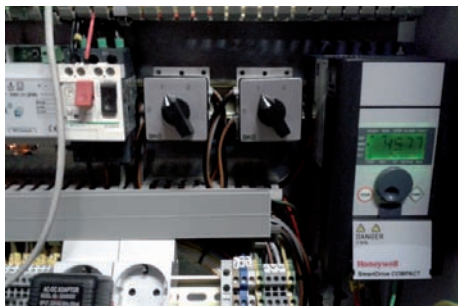
Dado que un 18% de la potencia térmica instalada en el edificio está destinada a calefactar aseos y pasillos, se procede a cerrar dichos elementos radiantes.

Regulación de flujo por sondas de temperatura interior y variador de frecuencia: Las bombas del circuito de calefacción de plantas 1 y 2 del Edificio SUR se encienden por programación horaria, e impulsan el agua de calefacción a una temperatura de 90° hacia los radiadores; sin ningún tipo de regulación adicional, ya que en el interior del edificio no existen elementos de regulación y corte de la calefacción.



Tras la actuación, la regulación del circuito pasa a depender de los valores que proporcionan dos sondas KNX de temperatura instaladas en el interior de dos “aulas testigo” situadas en fachadas opuestas; que actúan sobre un variador electrónico de frecuencia que controla la regulación del caudal que impulsan las bombas.

Al estar monitorizada la temperatura interior, el sistema detecta cuándo se alcanza la temperatura de consigna (20°C), actuando sobre el variador de frecuencia; para regular la potencia térmica que haya de enviarse desde las calderas hasta los recintos a calefactar.



Regulación de la temperatura de impulsión por sonda de temperatura exterior: Dependiendo de la temperatura exterior, el agua del circuito de impulsión se mezcla con la de retorno para regular su temperatura a un rango comprendido entre los 90°C actuales y los 75°C establecidos por consigna.



Al impulsar el agua a temperatura variable, por la mezcla con el retorno; las pérdidas por distribución en tuberías se reduce, el funcionamiento de las calderas es más continuo al reducir el número de arranques y paradas, y el rendimiento de combustión se incrementará.

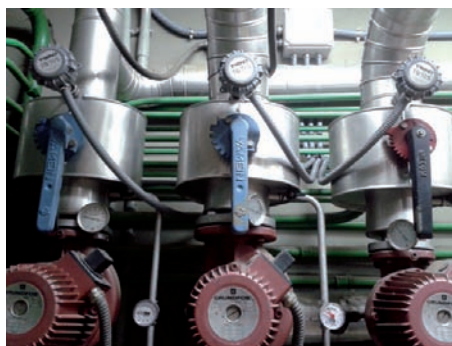
Contador de consumo de gasóleo: Hasta la fecha, el consumo de gasóleo se controlaba con base en la cantidad de combustible que figuraba en las facturas de suministro del proveedor; lo que impedía el poder llevar a cabo un control permanente de los consumos, y por tanto, solucionar en tiempo real las posibles anomalías que pudieran producirse; hasta que el exceso era detectado.

La instalación de un contador de consumo integrado en el sistema domótico implantado, permite registrar con mayor exactitud y en tiempo real los consumos; lo que a su vez permite detectar de manera temprana posibles desvíos y corregir su causa.

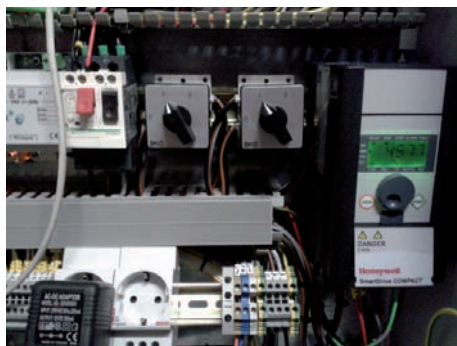


4.1.4.2. Reseña gráfica de las actuaciones: “Calefacción” en FSV

Sala de calderas, programadores horarios, sensores interiores y exteriores; y sondas de temperatura en circuitos de impulsión y retorno:



Vista del cuadro de automatismos, programación, variador de frecuencia, pasarela KNX



4.1.5. Resultados de la Acción 3a: Fundación San Valero

En el periodo de experimentación, la reducción de los consumos de energía y emisiones de CO₂ alcanzados; han sido los que se indican en el siguiente cuadro:

Consumos y ahorros alcanzados [Centro ES y FP Fundación San Valero]							
CONSUMO		Consumo de energía (MWh/periodo...)		Ahorros de energía (MWh/Periodo...)			
Tipo de energía	(*) Energía Final "Línea base"	(*) Energía Final "Experimentación"	Ahorros Energía Final	% de Ahorro por Cambio luminarias	% de Ahorro por Sistema regulación	% de Ahorro	Periodo (meses)
Electricidad	95,80	45,75	50,05	37,51%	14,73%	52,25%	
Fase (I) Planta "C"	52,54	20,74	31,80	45,35%	15,18%	60,53%	34
Fase (II) Planta "E"	40,17	24,17	16,01	14,64%	25,21%	39,85%	22
Luminarias LED	3,09	0,84	2,25	64,29%	8,43%	72,71%	2
Gas natural							
(**) Gasóleo Calefacción	1.019,05	811,36	207,69	Litros...:	19.504,00	20,38%	36
TOTAL	1.114,85	857,11	257,74			23,12%	
EMISIONES CO2		Emisiones CO2		Reducción de emisiones [tep] [t CO2] / periodo			
Tipo de energía	Energía Final CO2 [t/Línea Base]	Energía Final CO2 [t/periodo]	Energía Final tep	Energía Final [t CO2/periodo]	Energía Primaria tep	Energía Primaria [t CO2/periodo]	
Electricidad	33,53	16,01	4,30	17,52	9,81	39,94	
Gas natural							
Gasóleo Calefacción	268,17	213,52	17,86	54,65	20,00	61,21	
TOTAL	301,70	229,53	22,17	72,17	29,82	101,15	
COSTE DE LA ENERGÍA		Costes de la energía		Diferencial de coste TOTAL			
Tipo de energía	"Línea base" (€)	"Periodo" (€)	Ahorro económico (€)				
Electricidad	16.010,88	7.654,88	8.356,01				
Gas natural							
Gasóleo Calefacción	84.580,92	67.343,03	17.237,89				
TOTAL	100.591,80	74.997,91	25.593,90				

Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)

(*) Línea base: Proyectada a los periodos de experimentación.

(**) Curso escolar 2011-2012: Buenas Prácticas. Cursos escolares 2012 a 2014: BPs + Control domótico.

En el Centro de ES y FP de Fundación San Valero y en el periodo de experimentación, se ha evitado la emisión a la atmósfera de 101,15 t/CO₂ y el consumo de 29,82 toneladas equivalentes de petróleo (tep); en términos de energía primaria.

El consumo eléctrico por iluminación se ha reducido en un 52,25%; un 37,51%, directamente por la sustitución de luminarias de fluorescencia convencional por otras de fluorescencia de alta frecuencia y LED; y el 14,73% restante, por la regulación controlada mediante el sistema KNX implantado.

En la planta "C", la potencia instalada para alumbrado por cambio de luminarias (Fluorescencia AF), se redujo en un 45,35% manteniendo los mismos niveles de iluminancia: de 12,8 Kw a 7 Kw; y por regulación KNX en un 15,18% adicional; habiéndose reducido el consumo en un 60,53% (31,80 MWh).

En la planta "E", la potencia instalada para alumbrado por cambio de luminarias (Fluorescencia AF), se redujo tan solo en un 14,64%, ya que por normativa hubo que elevar los niveles de iluminancia atendiendo al trabajo específico que se realiza en las aulas; pasando de 11,5 Kw a 9,8 Kw; no obstante, mediante regulación KNX, se ha logrado reducir el consumo en un 39,85%; en unas dependencias que precisan, por normativa, de unos niveles de iluminancia muy elevados. La regulación del sistema KNX por tanto, ha permitido reducir el consumo en un 25,21% de ahorro adicional.

Si las lámparas convencionales se sustituyen por lámparas de tecnología LED, desde el inicio, la reducción de potencia es muy significativa (64,29%). Si además, como es el caso, la instalación cuenta con regulación KNX; el potencial de reducción total del consumo por aplicación de estas tecnologías ha superado el 72%.

A la vista de los resultados, cabe concluir que en dependencias con requerimientos de iluminancia elevados, el potencial de reducción por actuación del sistema KNX es mayor que en estancias con menores necesidades lumínicas; y que el potencial de ahorro por regulación KNX, es inversamente proporcional a la reducción de potencia alcanza por el cambio de luminarias.

Desde que los sistemas de regulación KNX fueron implantados, los ahorros por regulación han aumentado progresivamente, debido fundamentalmente a las campañas de sensibilización realizadas entre alumnos y profesores; y al efecto de carteles informativos colocados sobre los pulsadores, que han reorientado el comportamiento de los usuarios, que ahora dejan actuar al sistema de regulación sin forzar manualmente el encendido total y a plena potencia del sistema de iluminación de las aulas.

Por lo que a la regulación del sistema de calefacción se refiere, la antigüedad del edificio y las instalaciones, ha limitado el nivel de optimización del sistema, debido fundamentalmente a la elevada inversión que habría sido necesario realizar para mejorar la ratio ahora obtenida.

Sin renovar la instalación, pero actuando sobre la temperatura y velocidad de impulsión y retorno desde la sala de calderas, reguladas ahora en función de las temperaturas interior y exterior gracias al sistema KNX implantado; se ha conseguido reducir el consumo de gasóleo en un 20,38% (19.504 litros en 36 meses de experimentación). Reducción muy relevante para un edificio e instalaciones, que por su antigüedad, distan mucho de contar con un potencial óptimo de, eficiencia energética.

En proyección anual, los resultados son los que recoge el siguiente cuadro:

En resumen, en cómputo anual y con base en los datos registrados en fase de experimentación; las instalaciones de FSV han demostrado el siguiente potencial de reducción:

Consumos y ahorros alcanzados [Centro ES y FP Fundación San Valero] (Cálculo anual con base en experimentación)							
CONSUMO	Consumo de Energía (MWh/año)		Ahorros de energía (MWh/año)				
Tipo de energía	(*) Energía Final "Línea base"	(*) Energía Final "Experimentación"	Ahorros Energía Final	% de Ahorro por Cambio luminarias	% de Ahorro por Sistema regulación	% de Ahorro	Periodo experimentación (meses)
Electricidad	59,00	25,56	33,44	37,51%	19,16%	56,68%	
Fase (I) Planta "C"	18,54	7,32	11,22	45,35%	15,18%	60,53%	34
Fase (II) Planta "E"	21,91	13,18	8,73	14,64%	25,21%	39,85%	22
Luminarias LED	18,54	5,06	13,48	64,29%	8,43%	72,71%	2
Gas natural							
Gasóleo Calefacción	339,68	270,45	69,23	Litros...	6.501,33	20,38%	36
TOTAL	398,68	296,01	102,66			25,75%	
EMISIONES CO2	Emisiones CO2		Reducción de emisiones [tep] [t CO2] / año				
Tipo de energía	Energía Final CO2 [t/Línea]	Energía Final CO2 [t/año]	Energía Final tep	Energía Final [t CO2/año]	Energía Primaria	Energía Primaria [t CO2/año]	
Electricidad	20,65	8,95	2,88	11,70	6,56	26,68	
Gas natural							
Gasóleo Calefacción	89,39	71,17	5,95	18,22	6,67	20,40	
TOTAL	110,04	80,12	8,83	29,92	13,22	47,09	
COSTE DE LA ENERGÍA	Costes de la energía		Diferencial de coste TOTAL				
Tipo de energía	"Línea base" (€/año)	"Anual" (€/año)	Ahorro económico (€/año)				
Electricidad	9.542,47	4.134,26	5.408,21				
Gas natural							
Gasóleo Calefacción	28.108,72	22.380,06	5.728,66				
TOTAL	37.651,19	26.514,33	11.136,87				

Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)

(*) Línea base: Proyectada a cómputo anual.

Ahorros de Consumo de Energía y Emisiones de CO2 "Cómputo Anual"	
Reducción de emisiones (TOTAL)...	47,09 t CO2/año
Reducción de emisiones (Electricidad)...	26,68 t CO2/año
Reducción de emisiones (Calefacción)...	20,40 t CO2 /año
Reducción del consumo (Electricidad)...	56,68% (33,44 MWh/año)
Reducción del consumo (Gasóleo)...	20,38% (6.501 l/año)
Ahorro Económico Reducción del consumo...	11.136 €/año

4.2. Acción 3b: Fundación San Valero (Edificios de la Universidad San Jorge)

Ubicación de la base de testado:

Autovía A-23 Zaragoza-Huesca km. 299

50830 - Zaragoza (Spain)

GPS: 41.756797,-0.832250



4.2.1. Contexto de la actuación

Demonstration Of Models for Optimisation of Technologies for Intelligent Construction

Demostración de Modelos para la Optimización de Tecnologías para la Construcción Inteligente
[LIFE+ 09 ENV/ES/000493]



Detalles de contexto del edificio														
EDIFICIO			Rectorado y Facultad de Comunicación de la USI (FSU)											
Año de construcción	2.007	Dirección	Campus USI, Autovia A-23 Zaragoza-Huesca km. 299											
Superficie construida (m2)	9.770	Código postal	50830											
Superficie auditada (m2)	9.770	Localidad/Ciudad	Villanueva de Gállego											
Capacidad (Núm.usuarios)	1.145	Provincia (País)	Zaragoza (España)											
Tipos de energía utilizada		Electricidad												
Usos del edificio		Docencia: Enseñanza Universitaria												
Otros datos de interés		Emergencias de uso común: uso rectorado y												
		Facultad de Comunicaciones; integración en el sistema del control de												
		Iluminación preexistente de la Facultad de Salud y sobre el control de												
		Consumos												
Nivel de ocupación media diaria estimada		Mensual/Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
			60%	90%	90%	90%	90%	70%	10%	10%	90%	90%	90%	70%
		811	687	1.031	1.031	1.031	1.031	802	115	115	1.031	1.031	1.031	802
Tiempo de uso			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Horas/día...		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Días/año-mes...		186	16	19	22	16	21	18	3	0	18	19	21	13
TOTAL (horas/año-mes)...		2.418	208	247	286	208	273	234	39	0	234	247	273	169
Temperatura media mensual (30 años)			Temperatura media en verano (30 años)											
Máxima			Máxima											
Mínima			Mínima											
Media anual			Media anual											

Con las acciones desarrolladas en la USJ, el proyecto DOMOTIC ha conseguido demostrar el potencial de mejora que la domótica, inmótica y los sistemas para el control del consumo energético tienen en su aplicación a edificios de nueva construcción, que pueden ya contar con medidas activas y pasivas de eficiencia.

Mediante KNX, se ha procedido a regular el alumbrado permanente de emergencia de los edificios de Rectorado y Facultad de Comunicación; y a integrar en el mismo el control de la iluminación preexistente, de las aulas de la Facultad de Salud.

Tras la actuación y mediante un sistema de control de consumos para la mejora de la eficiencia energética y detección temprana de averías, se monitorizan los consumos energéticos de todos los edificios del campus; lo que ha permitido optimizar los consumos en HVAC, detectar “consumos fantasma” y “averías” que permanecían enmascaradas.

Edificios de Rectorado y Facultad de Comunicación

El Campus de la Universidad San Jorge, en Villanueva de Gállego (Zaragoza); lo conforman en la actualidad tres edificios:



- Rectorado y Facultad de Comunicación, cuya construcción finalizó el agosto de 2007.
- Facultad de Salud, compuesta a su vez por un conjunto de tres edificios de más reciente construcción.

Por tratarse de edificios de reciente construcción, cuentan ya con medidas activas y pasivas de eficiencia; que con fines demostrativos han sido ahora mejoradas.

En el primer caso los dos edificios disponían de un control centralizado de climatización, mediante el cual se pueden conocer las temperaturas de todos los espacios, modificar consignas, actuar sobre todos los equipos de la instalación y programar su funcionamiento. En el caso del alumbrado no se dispone de un sistema de control domótico integrado, pero sí contaba desde su construcción con regulación local de intensidad lumínica en todos los espacios; excepto en el alumbrado de emergencia, que permanecía encendido permanentemente, a máxima potencia.

En el segundo caso, en el edificio de la F. de Ciencias de la Salud, además de lo señalado en el apartado anterior existía un control domótico del alumbrado de todo el edificio; que ahora ha sido integrado en el sistema KNX implantado.

Las medidas pasivas ya existentes, como la orientación de los edificios, la existencia de grandes ventanales y el color blanco que predomina en el interior; favorecen ahora la implantación de sistemas que permiten optimizar el aprovechamiento de la luz natural y la inercia térmica de los edificios.

En línea base, el consumo eléctrico de la Universidad, como única fuente energética que utiliza; se sitúa en torno a los 1.400 MWh/año.

4.2.2. Descripción técnica: Sistema “Estándar KNX”

Las generalidades y características técnicas reseñadas en el punto 4.1.2 para las instalaciones de Fundación San Valero en su centro de ES y FP, son válidas para esta actuación; y se dan por reproducidas.

Dado que algunos de los edificios de la USJ ya disponen de sistemas de automatización aislados, adquiere especial relevancia la implantación de un sistema domótico con un diseño de comunicaciones robustas y flexibles que permita su integración en la propia red de la universidad y la interconexión con el resto de sistemas ya implantados y con los que en el futuro se pudieran implantar en el resto de entidades de Fundación San Valero.

Básicamente, el diseño definido responde al siguiente planteamiento:

Necesidades:

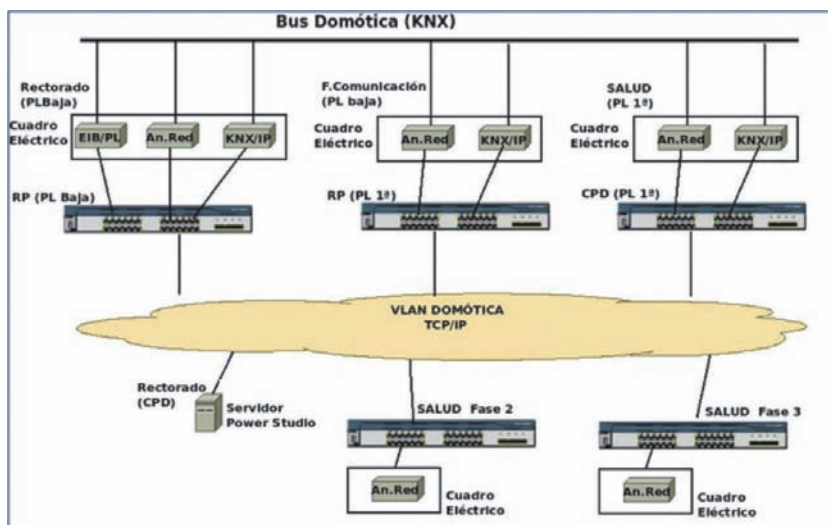
- Integración de la red domótica KNX de los edificios de Rectorado, F.Comunicación y Salud, con la red TCP/IP de la Universidad; mediante Routers KNX/IP instalados en los cuadros eléctricos generales, que permitan conectar el bus de domótica KNX con la red ethernet de la Universidad.
- Implantación de un sistema de gestión instalado en el propio cuadro eléctrico.
- Implantación en cada uno de los cuadros eléctricos, de analizadores de red RS485/IP que permitan la captura y envío de la información de consumos al servidor.

Topología de red:

Descripción

Conforme a las necesidades descritas, el diseño implantado y a implantar en el futuro en los nuevos edificios; responderán a las siguientes características:

La Red Domótica de cada edificio, integrada con la propia red IP; cuenta con los siguientes componentes y estructura de cableado:



- En el cuadro eléctrico de Rectorado, en planta baja:

- Router KNX/IP
- EIBLAN Port
- Analizador de Red

Desde el cuadro eléctrico se despliegan tres cables UTP Cat. 6 hasta el repartidor de planta baja.

- En el cuadro eléctrico de Ciencias de la Salud (Fase 1 – 1ª planta):

- Router KNX/IP.
- Analizador de Red.

Desde cada cuadro eléctrico se despliegan 2 cables UTP Cat. 6, conectados al CPD de Fase1.

- Los cuadros eléctricos de Ciencias de la Salud (Fases 2 y 3 – 1ª planta) disponen de:

- Analizador de Red.

Desde cada cuadro eléctrico se despliegan los cables UTP Cat. 6, conectados a cada uno de los cuartos...

- En el cuadro eléctrico de la planta baja de la Facultad de Comunicación:

- Router KNX/IP.
- Analizador de Red.

Como no había manera sencilla, sin tener que realizar obra, de llevar cable al repartidor de la planta, y además, éste no disponía de tomas de “electrónica de red”; se utilizó la canalización vertical anexa al cuadro eléctrico para desplegar el cable al repartidor de la planta primera. Cable conectado a dos puntos de “red de previsión” disponibles en el Aula 14.



Cada uno de los componentes del sistema (Servidor “PowerStudio”, analizadores de red, EIBPort/lan y KNX/IP; se encuentran conectados a la electrónica de red correspondiente, creando una subred lógica y solo accesible desde redes de USJ y a través de VPN.

En el CPD de Rectorado se ubica el servidor para la captura de datos de los analizadores. El servidor está integrado en la “subred lógica domótica”.

Los sistemas domóticos y el sistema de analizadores de red se integran en la misma subred, en previsión de futuras integraciones.

La “subred domótica” ha quedado accesible para otras redes de infraestructuras (cámaras, alarmas, clima), en previsión de futuras integraciones.

Acceso desde Internet

En principio, la “V-Lan Domótica” solo es accesible desde las redes internas de USJ.

El acceso desde ubicaciones externas, se realiza mediante un sistema VPN que permite acceder a los dispositivos de la “V-Lan Domótica”.



4.2.3. Control de iluminación

Las soluciones implementadas en esta área han sido las siguientes:

- Regulación de luminarias de emergencia en función la luz natural existente, e integración en sistema KNX.

Alcance: Edificio Rectorado y Facultad de Comunicación.

- Instalación de sistemas de control de presencia en aseos.

Alcance: Edificio Rectorado y Facultad de Comunicación.

- Control de consumos mediante analizadores de red e instalación de contadores de energía, software de monitorización y para el registro de datos.

Alcance: Facultad de Comunicación y Universidad en su conjunto.

Situación en punto de partida "Línea base"

- El alumbrado de emergencia está compuesto por luminarias de 1X49W, con balastos convencionales sin posibilidad de regulación.

(*) Caracterización de luminarias para el tratamiento de datos del "Alumbrado de emergencia"

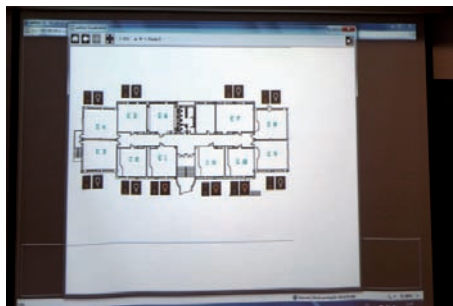
Potencia y Consumos en "Línea Base"						
Consumos y Ratios en "Línea Base" Año...: 2011	Tipología de Luminarias					
	Unidades	Tipo	Potencia Unitaria (W)	Potencia TOTAL (W)	Consumo kWh/año	Consumo kWh/día
Rectorado		Promedios (Kw - kWh)...		0,97	8.514,72	23,33
Planta Baja	20	Regleta 1X49W (54W)	54	1.080,00	9.460,80	25,92
Planta 1	19	Regleta 1X49W (54W)	54	1.026,00	8.987,76	24,62
Planta 2	15	Regleta 1X49W (54W)	54	810,00	7.095,60	19,44
TOTAL	54		54	2.916,00	25.544,16	69,98
Comunicación		Promedios (Kw - kWh)...		1,49	13.560,48	35,64
Planta Baja	34	Regleta 1X49W (54W)	54	1.836,00	16.083,36	44,06
Planta 1	25	Regleta 1X49W (54W)	54	1.350,00	11.826,00	32,40
Planta 2	27	Regleta 1X49W (54W)	54	1.458,00	12.772,08	34,99
Planta 3	24	Regleta 1X49W (54W)	54	1.296,00	11.352,96	31,10
TOTAL	110		54	5.940,00	52.034,40	142,56

- El alumbrado de emergencia funcionaba de manera permanente a intensidad máxima para garantizar la iluminancia establecida por la normativa de evacuación, sin considerar los niveles de iluminación natural existente; sin posibilidad de regulación.

- Potencia total instalada en luminarias: 8,8/ Kw.

- Régimen de funcionamiento: 8.760 horas/año (24 horas x 365 días/año).

- Consumo anual de las luminarias: >77.500 Kwh./ año.

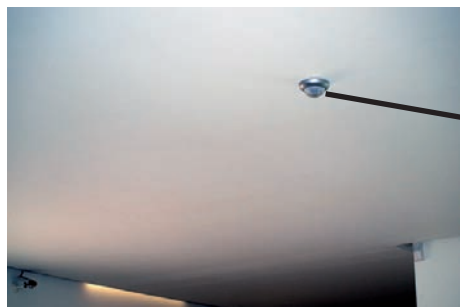


4.2.3.1. Medidas aplicadas y reseña de componentes

Pese a que los edificios son de reciente construcción y cuenta con conductos para el de las TIC, por sus características constructivas carece de "falsos techos" en algunas zonas; lo que dificulta la remodelación o ampliación de las instalaciones. Este aspecto es uno de los que es necesario tener en cuenta en el diseño de nuevas construcciones.

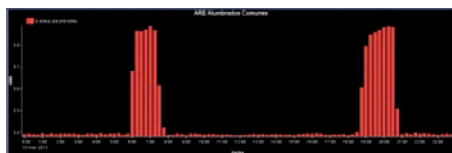
En síntesis, las actuaciones llevadas a cabo han sido las siguientes:

- Sustitución de los balastos de las luminarias de emergencia en los Edificios de Rectorado y Facultad de Comunicación por balastos regulables de alta frecuencia.
- Instalación de detectores de luminosidad integrados en sistema KNX; lo que permite modificar el flujo de las luminarias, en función del aporte de luz natural detectado por el sensor; con tres modos de funcionamiento:



- Mínimo: Emergencias y nocturno
- Automático: Regulación en función de la luminosidad.
- Máximo: Limpieza, eventos especiales, etc.

- Instalación de contador de energía con software de monitorización en la Facultad de Comunicación, para el registro de consumos y cuantificación de los ahorros generados.



- Implantación y programación del software "EIBPORT-KNX" que permite comprobar el estado del alumbrado integrado en el sistema y gestionar en remoto la intensidad, activación y desactivación de las luminarias; desde PC o dispositivos móviles (tablet, móvil, etc).



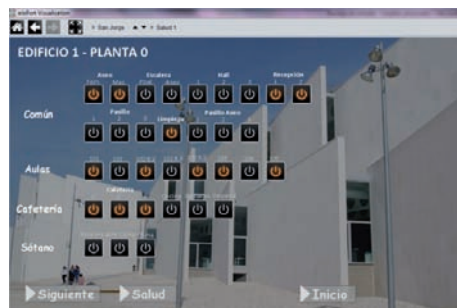
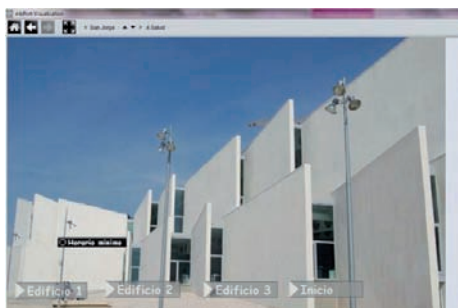
- Instalación de detectores de presencia y pulsadores temporizados en las zonas de aseos, para evitar que la luz de los mismos permanezca encendida cuando no están siendo utilizados.



Régimen de funcionamiento: Varía en función de la ocupación, pero corresponde a la utilización real de los consumos; en lugar de las 3.220 horas/año registradas con anterioridad.

Las líneas de alimentación de los baños corresponden a las líneas de alumbrado zonas comunes en todas las plantas de cada uno de los dos edificios, por lo que no ha sido posible realizar medidas desde un cuadro eléctrico de cabecera para registrar los consumos iniciales y los finales; si bien se trata de una solución estándar con un ahorro tipificado en este tipo de edificios del 20%.

- Integración en el “Sistema KNX” implantado, del sistema domótico preexistente para el control del alumbrado en la Facultad de Salud; lo que permite ahora actuar en remoto sobre las luminarias de las aulas y del resto de estancias de los tres edificios, evitando que se queden encendidas cuando cesa en ellas la actividad.



4.2.4. Control de consumos y actuaciones derivadas de su análisis

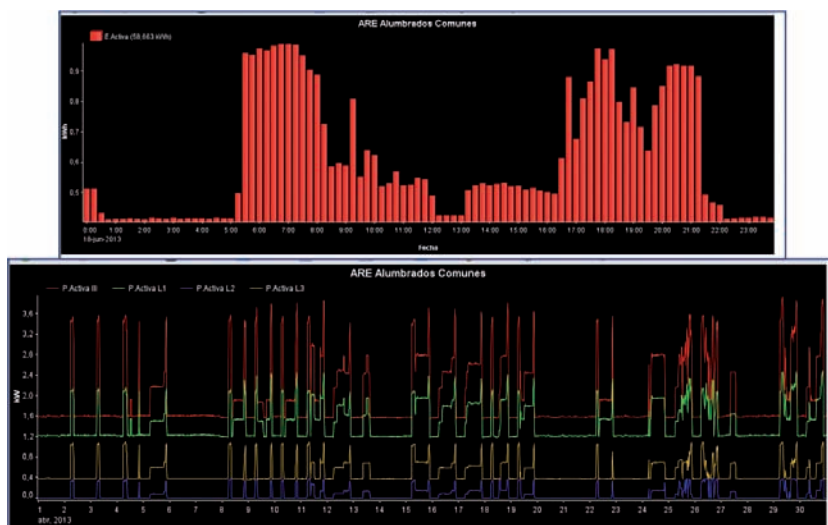
En toda actuación que pretenda reducir el consumo de energía se ha de partir, en primer lugar, de conocer el consumo real energético existente y cómo este se distribuye por las instalaciones. Para ello:

- Se han instalado contadores eléctricos para controlar los consumos de manera continuada en los principales sistemas consumidores de energía de las instalaciones: 6 nuevos analizadores de redes en los edificios de Rectorado y Facultad de Comunicación, que se integran con los ya existentes de la Facultad de Ciencias de la Salud mediante la aplicación “Power Estudio”.

Esto permite ahora realizar un control periódico de los consumos de la práctica totalidad de las instalaciones, gestionar estos consumos por días/semanas/meses o años y visualizar estadísticamente su evolución.



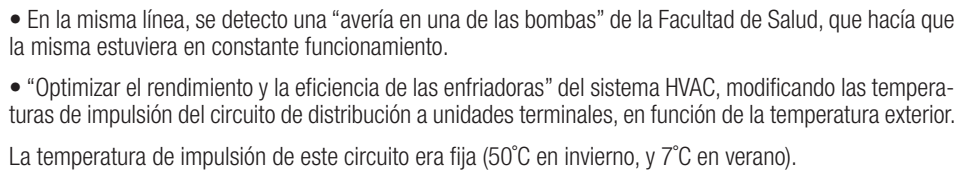
El sistema implantado para el control de consumos y su software de gestión asociado, han permitido hasta el momento:



- Detectar “consumos fantasma”: En edificios de nueva construcción, la línea base establecida inicialmente para el seguimiento posterior de consumos, puede verse alterada por la existencia de este tipo de consumos que pueden pasar desapercibidos durante años; al considerarse dicho consumo excesivo, como “normal”, al figurar registrado en los datos presuntamente “fiables” recogidos desde el inicio.
- Detectar una “fuga en la conducción” que suministra el agua utilizada por el sistema de climatización, que es extraída del pozo con el que cuenta la Universidad; y que hacía que una de las bombas estuviera permanentemente en funcionamiento.

Al analizar los datos de consumo y poner éstos en correlación con las gráficas de funcionamiento de los sistemas, se observó que aún no habiendo demanda de agua por parte de las enfriadoras (válvulas 2V cerradas), las bombas continuaban funcionando; detectando que la causa era la existencia de una fuga en un tramo de la tubería introducida en el pozo.

Tras corregir la avería, el consumo se redujo en un 50% (>50.000 kWh/año).

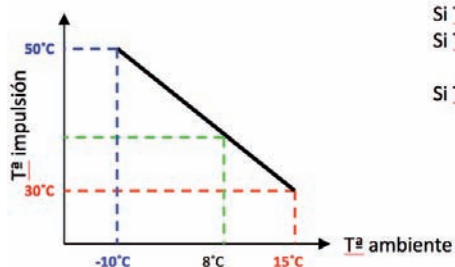


Debido al caudal de agua circulante, en numerosos momentos del año las enfriadoras eran incapaces de alcanzar estas temperaturas, y como consecuencia; las válvulas de 3 vías que mezclaban con los retornos estaban siempre abiertas al 100%, por lo que no se producía la mezcla, y la demanda a las enfriadoras era máxima (Consumo inicial: 581.474 kWh/año).



La actuación ha consistido en programar la temperatura de impulsión de las enfriadoras mediante una rampa, que modifica la temperatura de impulsión en función de la temperatura exterior.

Modo calefacción.

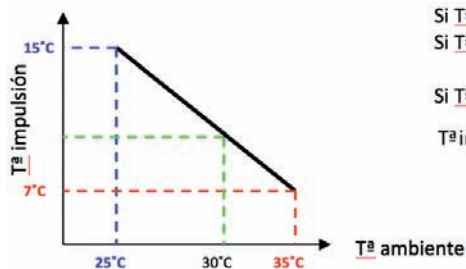


Si T° ambiente = $-10^{\circ}\text{C} \rightarrow T^{\circ}$ impulsión = 50°C

Si T° ambiente = $15^{\circ}\text{C} \rightarrow T^{\circ}$ impulsión = 30°C

Si T° ambiente = $8^{\circ}\text{C} \rightarrow$

Modo refrigeración.

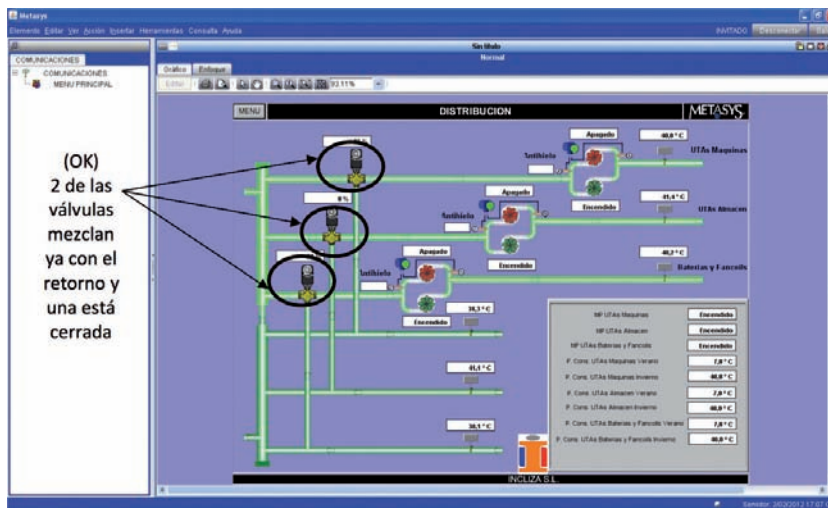


Si T° ambiente = $35^{\circ}\text{C} \rightarrow T^{\circ}$ impulsión = 7°C

Si T° ambiente = $25^{\circ}\text{C} \rightarrow T^{\circ}$ impulsión = 15°C

Si T° ambiente = $30^{\circ}\text{C} \rightarrow$

$$T^{\circ}\text{ impulsión} = 7 + (35 - 30) \frac{(15 - 7)}{(35 - 25)} = 11^{\circ}\text{C}$$

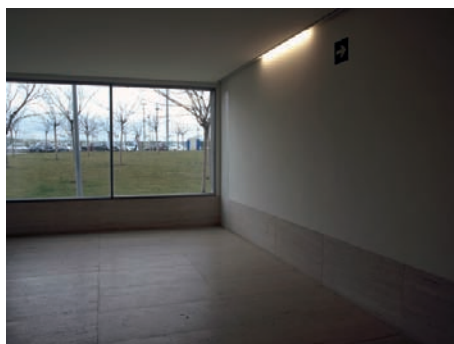
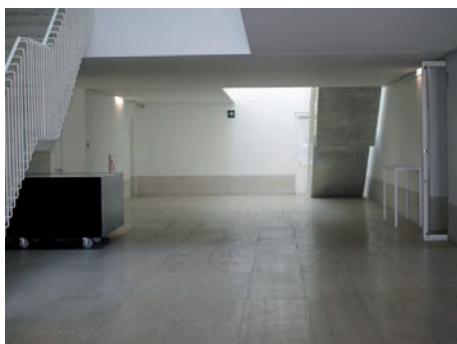
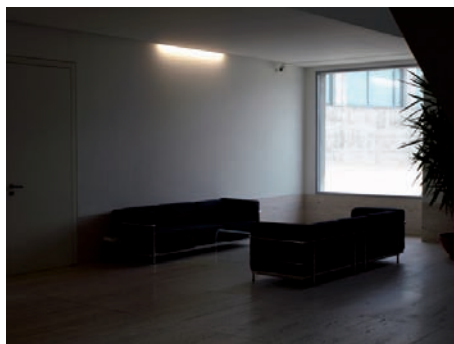


Tras la actuación, el consumo se ha reducido en torno a un 35%, lo que supone >200.000 kWh/año de ahorro.

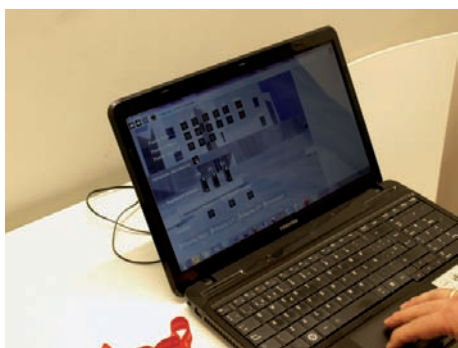
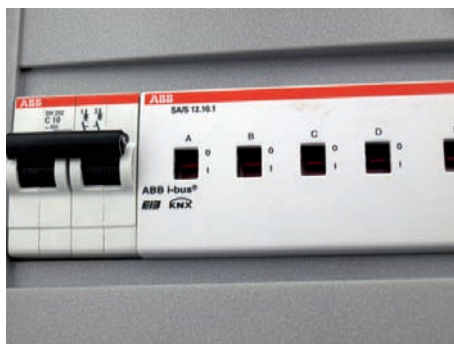
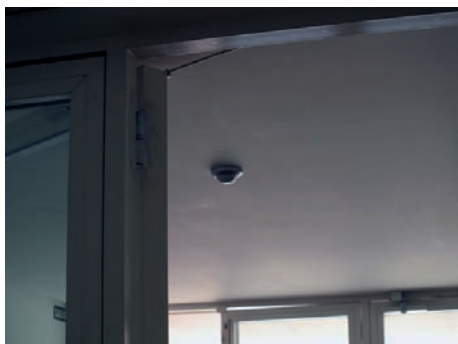
4.2.5. Reseña gráfica de las actuaciones en la USJ:

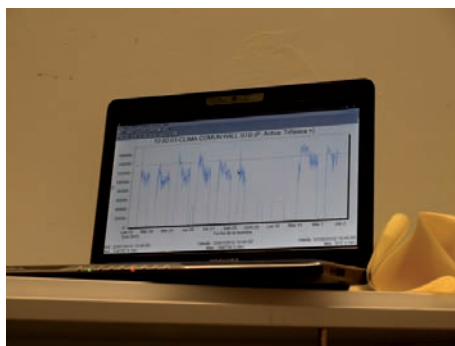
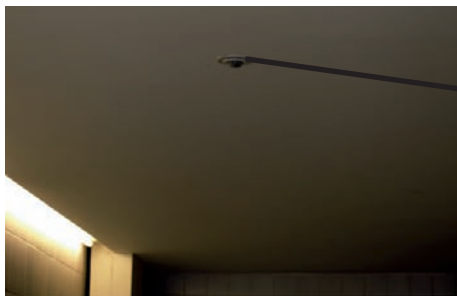


Alumbrado de emergencia:



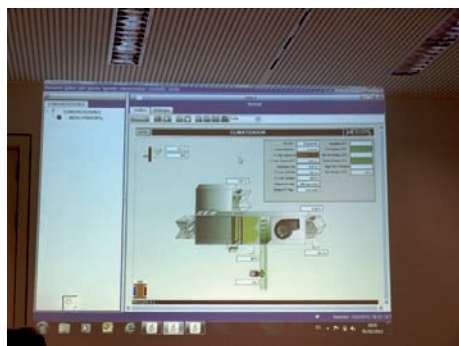
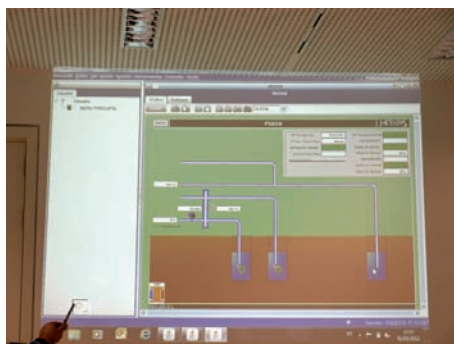
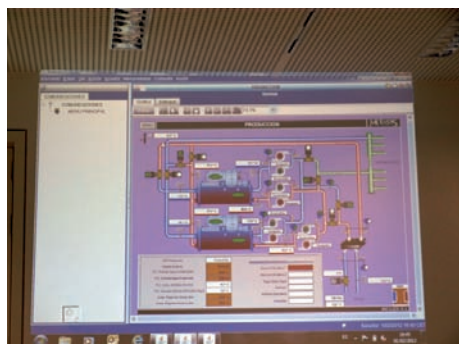
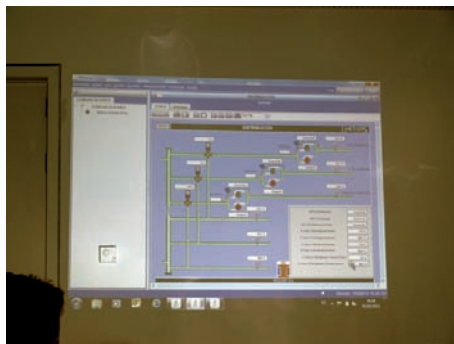
Vista de dispositivos y sistemas para la “regulación del alumbrado”:





Vista de dispositivos y trabajos para el análisis del “control de consumos” e incidencias:





Otras reseñas gráficas:



4.2.6. Resultados de la Acción 3b: Fundación San Valero en “Universidad San Jorge”

En el periodo de experimentación, la reducción de los consumos de energía y emisiones de CO₂ alcanzados; han sido los que se indican en el siguiente cuadro:

Consumos y ahorros alcanzados [Fundación San Valero en "Universidad San Jorge"]						
CONSUMO	Consumo de Energía (MWh/periodo...)		Ahorros de energía [MWh/Periodo...]			
Tipo de energía	(*) Energía Final "Línea base"	(*) Energía Final "Experimentación"	Ahorros Energía Final	% de Ahorro	Periodo experimentación (meses)	
Electricidad	890,26	495,65	394,61	44,33%	21	
Regulación alumbrado de Emergencia...:	135,76	43,70	92,06	67,81%		
Control de Consumos BMS...:	754,49	451,94	302,55	40,10%		
TOTAL	890,26	495,65	394,61	44,33%		
EMISIONES CO2	Emisiones CO2		Reducción de emisiones [tep] [t CO2] / periodo			
Tipo de energía	Energía Final CO2 [t/Línea Base]	Energía Final CO2 [t/periodo]	Energía Final tep	Energía Final CO2 [t/periodo]	Energía Primaria tep	Energía Primaria CO2 [t/periodo]
Electricidad	311,59	173,48	33,94	138,11	77,37	314,90
Regulación alumbrado de Emergencia...:	47,52	15,30	7,92	32,22	18,05	73,47
Control de Consumos BMS...:	264,07	158,18	26,02	105,89	59,32	241,43
TOTAL	311,59	173,48	33,94	138,11	77,37	314,90
COSTE DE LA ENERGÍA	Costes de la energía		Diferencial de coste TOTAL			
Tipo de energía	"Línea base" (€)	"Periodo" (€)	Ahorro económico (€)			
Electricidad	150.453,35	83.764,11	66.689,25			
Regulación alumbrado de Emergencia...:	22.943,86	7.385,43	15.558,43			
Control de Consumos BMS...:	127.509,50	76.378,68	51.130,82			
TOTAL	150.453,35	83.764,11	66.689,25			
Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)						
(*) Línea base: Proyectada a los periodos de experimentación.						

Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)

(*) Línea base: Proyectada a los periodos de experimentación.

En la Universidad San Jorge y en el periodo de experimentación, se ha evitado la emisión a la atmósfera de 314,90 t/CO₂ y el consumo de 77,37 tep; en términos de energía primaria.

El consumo eléctrico por alumbrado de emergencia se ha reducido en un 67,81%, por la regulación automática que controla el sistema KNX implantado; y que toma en cuenta la luminosidad natural existente en las distintas estancias.

En fase de experimentación y al analizar el rendimiento del sistema, se detectó que todavía éste podría mejorarse; por lo que en fase final de proyecto se han redefinido los valores mínimos de consigna establecidos para dicho alumbrado en horas nocturnas, que ahora funciona a un 15% de su potencia. Es muy importante por tanto someter a control y evaluación permanente el funcionamiento de los sistemas y su rendimiento.

El consumo de un alumbrado de emergencia, por ejemplo, puede a veces no tomarse en consideración como fuente de potenciales ahorros de consumo; pero dado que son sistemas que están funcionando permanentemente y aunque su consumo instantáneo pueda ser bajo en comparación con el del resto de fuentes de consumo; tienen un efecto multiplicador muy relevante, por horas de uso. En el caso de la Universidad San Jorge, en 21 meses de experimentación, se ha reducido el consumo por este concepto en 92,06 MWh.

Las herramientas que complementan cualquier sistema domótico de cierta complejidad que se implante, son los dispositivos y programas para el seguimiento y gestión de consumos. Ambos en combinación, que conforman un "Sistema para la Gestión de Edificios" (BMS: Building Management System); permiten obtener importantes ahorros aun cuando estos últimos no vayan específicamente dirigidos a controlar dispositivos o sistemas.

El sistema implantado para el control de consumos, basado en el software "PowerStudio", ha permitido detectar averías, incidencias y tomar decisiones; que han generado unos ahorros sobre los dispositivos y sistemas afectados, de un 40,10% (302,55 MWh en el periodo de experimentación).

Reducción que proviene de las siguientes actuaciones:

Ahorros obtenidos por el sistema implantado para el "Control de consumos" (BMS)		
Incidencia detectada / Actuación derivada	Reducción del consumo MWh/periodo	Porcentaje de mejora (%)
HVAC: Detección fuga bomba pozo...:	41,92 MWh/9 meses	50,06%
Iluminación: Integración aulas facultad de salud en KNX...:	82 MWh/21 meses	50,90%
HVAC: Detección funcionamiento continuo bomba de recirculación...:	5,28 MWh/6 meses	83,33%
Iluminación: Detección presencia en aseos...:	3,75 MWh/21 meses	19,99%
HVAC: Modificación temperaturas de consigna de las enfriadoras...:	169,60 MWh/10 meses	35%
TOTAL...:	302,55 MWh/periodo	40,10%

Los datos anteriores, que muestran la importancia de implantar sistemas y procedimientos de control de consumos, al mayor nivel de desagregación posible; demuestran también las consecuencias económicas y medioambientales que conllevaría la no detección temprana de este tipo de incidencias, que sin el apoyo de estas herramientas pasarían desapercibidas; o la imposibilidad, por falta de información, de adoptar decisiones de implantación de nuevos sistemas o regulación de los existentes, que vinieran a cubrir las mismas necesidades en las mismas condiciones de confort, pero a un menor coste energético y económico.

En cálculo anual, los resultados proyectados son los que recoge el siguiente cuadro:

Consumos y ahorros alcanzados [Fundación San Valero en "Universidad San Jorge"] (Cálculo anual con base en experimentación)						
CONSUMO	Consumo de Energía (MWh/año...)		Ahorros de energía [MWh/año...]			
Tipo de energía	(*) Energía Final "Línea base"	(*) Energía Final "Experimentación"	Ahorros Energía Final	% de Ahorro	Periodo experimentación (meses)	
Electricidad	508,72	283,23	225,49	44,33%	21	
Regulación alumbrado de Emergencia...:	77,58	24,97	52,61	67,81%		
Control de Consumos BMS...:	431,14	258,25	172,89	40,10%		
TOTAL	508,72	283,23	225,49	44,33%		
EMISIONES CO2	Emisiones CO2		Reducción de emisiones [tep] [t CO2] / año			
Tipo de energía	Energía Final CO2 [t/Línea	Energía Final CO2 [t/año]	Energía Final tep	Energía Final [t CO2/año]	Energía Primaria	Energía Primaria [t CO2/año]
Electricidad	178,05	99,13	19,39	78,92	44,21	179,94
Regulación alumbrado de Emergencia...:	27,15	8,74	4,52	18,41	10,32	41,98
Control de Consumos BMS...:	150,90	90,39	14,87	60,51	33,90	137,96
TOTAL	178,05	99,13	19,39	78,92	44,21	179,94
COSTE DE LA ENERGÍA	Costes de la energía		Diferencial de coste TOTAL			
Tipo de energía	"Línea base" (€/año)	"Anual" (€/año)	Ahorro económico (€/año)			
Electricidad	85.973,35	47.865,20	38.108,14			
Regulación alumbrado de Emergencia...:	13.110,78	4.220,25	8.890,53			
Control de Consumos BMS...:	72.862,57	43.644,96	29.217,61			
TOTAL	85.973,35	47.865,20	38.108,14			
Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)						
(*) Línea base: Proyectada a cómputo anual.						

Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)

(*) Línea base: Proyectada a cómputo anual.

En resumen, en cómputo anual y con base en los datos registrados en fase de experimentación; las instalaciones de Fundación San Valero en la Universidad San Jorge han demostrado el siguiente potencial de reducción del consumo energético y emisiones:

Ahorros de Consumo de Energía y Emisiones de CO2 "Cómputo Anual"	
Reducción de emisiones (TOTAL)...	179,94 t CO2/año
Reducción de emisiones (Alumbrado de emergencia)...	41,98 t CO2/año
Reducción de emisiones (Acciones por BMS)...	137,96 t CO2 /año
Reducción del consumo (Electricidad)...	44,33% (225,49 MWh/año)
Ahorro Económico Reducción del consumo...	38.108 €/año

4.3. Acción 3c: Fundación Patrimonio Natural (Propuestas Ambientales Educativas - PRAE)

Ubicación de la base de testado:

Cañada Real, 306

47008 - Valladolid (Spain)

GPS: 41.60395. -4.7628



4.3.1. Contexto de la actuación

Demonstration Of Models for Optimisation of Technologies for Intelligent Construction

Demostración de Modelos para la Optimización de Tecnologías para la Construcción Inteligente
[LIFE+ 09 ENV/ES/000493]



Detalles de contexto del edificio																																								
Centro de "Propuestas Ambientales Educativas" (PRAE-FPN)																																								
EDIFICIO		Dirección					Fecha			Personas de contacto																														
Año de construcción	2008	Calleja Real 306					julio			agosto			septiembre			octubre			noviembre			diciembre																		
Superficie construida (m2)	3541,66	47008								julio			agosto			septiembre			octubre			noviembre			diciembre															
Superficie auditada (m2)	3541,66	Valiadolid								julio			agosto			septiembre			octubre			noviembre			diciembre															
Capacidad (Núm.usuarios)	4500	Valiadolid (España)					julio			agosto			septiembre			octubre			noviembre			diciembre																		
Tipos de energía utilizada		Electricidad, biomasa, solar fotovoltaica, solar térmica.																																						
Usos del edificio		Oficinas, educación ambiental (salas de exposiciones), salas para eventos (reuniones, conferencias)																																						
Otros datos de interés		Combustible para calefacción: biomasa																																						
Nivel de ocupación media estimada		Media anual (personas/mes)			enero			febrero			marzo			abril			mayo			junio			julio			agosto			septiembre			octubre			noviembre			diciembre		
		1.706			945			1.395			2.160			4.290			2.025			2.205			1.800			2.160			1.845			1.710			1.080					
Tiempo de uso		enero			febrero			marzo			abril			mayo			junio			julio			agosto			septiembre			octubre			noviembre			diciembre					
Horas/día....		12			12			12			12			12			12			12			12			12			12			12			12					
Días/año-mes....		361			29			28			31			31			30			31			31			30			31			30			29					
TOTAL (Núm.año-mes)....		4.332			348			336			372			360			372			360			372			360			372			360			348					
Temperatura media anual (30 años)		Temperatura media en verano (30 años)													Temperatura media en invierno (30 años:Oct-Abr)																									
Máxima		21,7													Máxima													11,14												
Mínima		4													Mínima													2,61												
Media anual		12,85													Media anual													6,88												
Altitud		689													Potencia fotovoltaica anual [Óptima-Media]													Potencia fotovoltaica anual [30 años]												
		Metros													1.490													435												
															kWh/1kWp													litros/m2												
															http://re.jrc.ec.europa.eu/pvwin/app4/pvwin.php																									
															jesus.diez@patrimonionatural.org																									
															jorge.guerra@patrimonionatural.org																									

Espacio del PRAE: Propuestas Ambientales Educativas; gestionado por la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León.

Centro de Recursos Ambientales



PRAE significa “Propuestas Ambientales y Educativas”; y se trata de un espacio dedicado a la Educación Medioambiental, formado por dos elementos: el Centro de Recursos Ambientales (CRA) y el Parque Ambiental.

Está concebido como un conjunto de uso social, técnico y educativo, de disfrute, experimentación y sensibilización ambiental; dedicado a transmitir a la Comunidad los conocimientos y actitudes necesarias para alcanzar un futuro de sostenibilidad.

El edificio del CRA dispone de una superficie total construida de 3.500 metros cuadrados y alberga un Área de Educación e Interpretación Ambiental, un Área administrativa y otra Multifuncional, con espacios para exposiciones, talleres de trabajo, salón de actos y zonas de consulta y documentación (CIDA).

El Centro de Recursos Ambientales (CRA) es un centro de referencia para la divulgación de nuevas tendencias en materia de gestión ambiental, sostenibilidad, educación ambiental y participación ciudadana.

El CRA es ecoeficiente y bioclimático y su diseño y construcción están basados en los principios de sostenibilidad, aplicada a todas las fases del proyecto, desde su concepción hasta su edificación y puesta en funcionamiento. El ahorro energético y la reducción en el consumo de agua fueron desde el inicio principios informadores del proyecto.

El edificio es un prisma emergente y transparente y está proyectado con una planta baja semienterrada que disminuye el impacto de la edificación en el entorno natural. El semienterramiento del edificio, el uso de muros de hormigón y termoarcilla y la utilización de fibra de celulosa de papel reciclado como aislante permiten un considerable ahorro energético inicial, complementado con el sistema de climatización general de suelo radiante-refrescante que aprovecha la energía solar térmica permitiendo un importante ahorro en calefacción

en invierno y la refrigeración gratuita en verano. El edificio dispone además de una bomba de calor, una máquina de absorción y una caldera de biomasa.

La iluminación procede de lámparas de bajo consumo y cuenta con un sistema de gestión del alumbrado que regula el flujo luminoso en función de las necesidades.

El aparcamiento se encuentra semiculto entre vegetación autóctona y pérgolas realizadas con paneles solares fotovoltaicos que proporcionan energía eléctrica al edificio.

El entorno del edificio dispone de un sistema de drenaje que permite la captación y recogida del agua de lluvia, su filtración a través de colectores y tuberías para su posterior reutilización en todo tipo de usos, excepto el consumo humano.

El proyecto DOMOTIC, ha logrado demostrar que es posible incluso optimizar las ya de por sí excelentes ratios de eficiencia que puedan presentar edificios diseñados y construidos bajo estrictos parámetros sostenibilidad.

Valores de referencia en punto de partida:

Superficie Parque Ambiental: 40.000 m²

Superficie total PRAE: 10.743,15 m²

Tipo de Zona de actuación: Interior

Superficie construida: 3.541,66 m²

Superficie de oficinas: 1.180,55 m²

Superficie de exposiciones: 2.361,11 m²

Horas de uso instalaciones: 4.332 horas/año

Consumo Eléctrico Anual: 456.803 kWh / año

Energía generada (Biomasa): 857.543 kWh/año

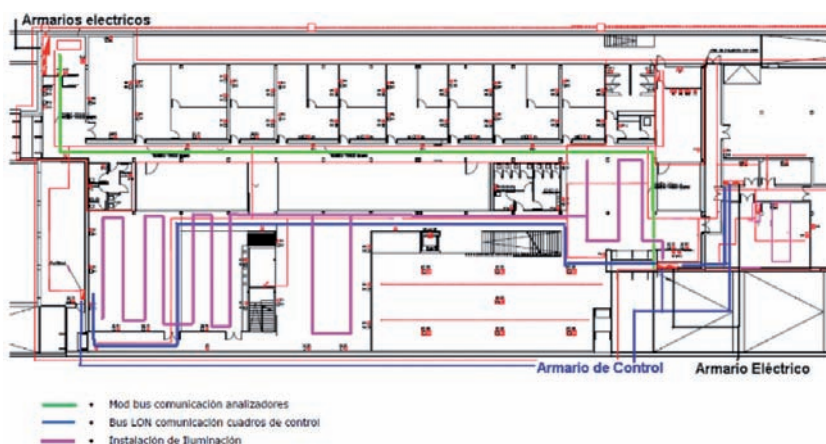
Producción solar térmica: 66 colectores de 1,7 kW (2 depósitos de 1.500 l)

Producción Fotovoltaica: 540 paneles FV de 130 Wp (50 kWh)

4.3.2. Descripción técnica: Building Management System (BMS)

La actuación ha consistido en la implantación de un “Building Management System” (BMS) para monitorizar y gestionar de manera centralizada la práctica totalidad de los consumos de energía; y de diversos dispositivos de regulación y medida, que lo complementan.

El siguiente plano muestra las principales áreas de actuación en el interior del edificio y las líneas de comunicación y control del sistema implantado:



El software y el hardware tipo que conforma un BMS, permite gestionar la práctica totalidad de los servicios e instalaciones de un edificio o conjunto de ellos: sistemas eléctricos, de iluminación, HVAC, de generación de energía, riego, etc.

4.3.2.1. Medidas aplicadas y reseña de componentes

El BMS y dispositivos implantados permiten controlar los siguientes cuatro subsistemas que forman parte del edificio principal del complejo PRAE:

- Red de iluminación.
- Red de equipos informáticos.
- Red de climatización.
- Red de producción energética. En este subsistema, además, se especifica los aportes de las placas solares (térmicas y fotovoltaicas) y de la biomasa.

Entre otras medidas aplicadas en cada uno de los subsistemas señalados, destacan las siguientes:

- Monitorización: Instalación de analizadores de red trifásicos y monofásicos.
- Iluminación: Instalación de sensores de movimiento y luz natural para controlar el encendido o apagado de las luminarias.

- Climatización: Instalación de sondas de calidad del aire para optimizar el funcionamiento de las UTAs (Unidad de Tratamiento de Aire).
- Producción: Instalación de instrumentación para conocer los valores energéticos aportados por las energías alternativas de que dispone el edificio y señales para su control y regulación.
- Pantalla de información al público con la información y valores relevantes del proyecto.
- Integración de los sistemas DEXCELL y SEDICAL en un único sistema, mediante pasarela.

Por un lado, se dispone de la aplicación DEXCELL, que permite tratar la información de los analizadores de redes; y por otro, el sistema de SEDICAL, que integra todo lo relativo al sistema de climatización, incluidas las sondas instaladas.

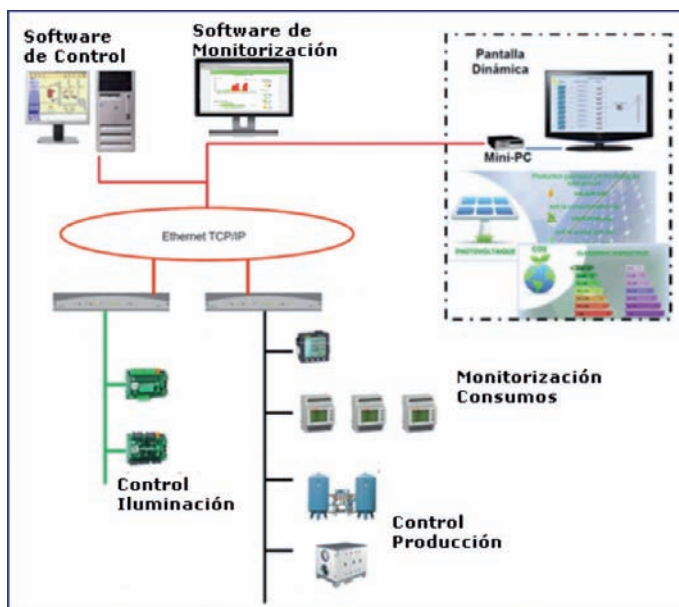
Si bien la integración de ambos sistema facilitaría el trabajo de análisis de datos y la toma de decisiones, la coexistencia de ambos no devalúa su utilidad; como demuestran los resultados alcanzados.

En resumen, la solución adoptada incorpora la monitorización de los consumos energéticos para establecer los niveles de eficiencia energética del edificio, conocer los patrones de consumo y comportamiento y definir las acciones a realizar para mejorar las tasas de ahorro de energía.



Para mejorar los parámetros de consumo, se ha actuado sobre, la iluminación del edificio y realizado actuaciones para mejorar la eficiencia del sistema de climatización y producción de frío y calor, añadiendo al sistema no solo un control óptimo; sino la incorporación de sensores para aumentar la calidad del aire en el edificio.

La arquitectura del sistema es abierta, sin protocolos propietarios; y responde al siguiente esquema:



El sistema de monitorización gestiona los datos obtenidos de los elementos de campo instalados.

Los elementos de campo se conectan al PLC gestor de energía mediante la red de campo, que soporta el protocolo MODBUS.

El concentrador se conecta de forma vertical mediante conexión TCP/IP.

El concentrador se comunica con la aplicación DEXCELL Energy Manager, aplicación Web Server, que reside en un servidor externo.

El sistema de monitorización implantado permite:

- Obtener informes estadísticos de los consumos energéticos.



- Programar “en remoto” el funcionamiento de las instalaciones para obtener los mejores rendimientos.
- Recibir “en remoto” alertas sobre disfunciones y averías en las instalaciones.
- Difundir pedagógicamente los avances en eficiencia energética, mediante una pantalla instalada que recoge, en tiempo real, los valores más representativos.

Para ello, se han instalado, entre otros elementos que conforman la red de monitorización y que más adelante se detallan; los siguientes dispositivos:

- 21 analizadores de redes instalados en los cuadros eléctricos, que permiten medir las fases mediante toroidales, enviando la información línea arriba por el bus de comunicaciones basado en el protocolo estándar Modbus.



Para estructurar la toma de datos

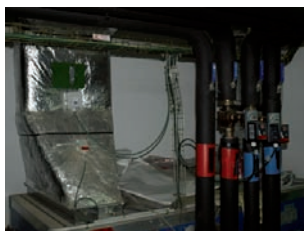
de consumo se han definido las siguientes zonas: vestíbulo (Alumbrado + Fuerza), oficinas (A+F), 1ª Planta (A+F), edificio Instalaciones (A+F), luz exterior (A), clima izquierdo (F), clima derecho (F), instalaciones de clima (F), tomas Informáticas (F), cafetería de los empleados (A+F), ascensor (F), alumbrado de emergencia (A), elementos de seguridad (F) y restaurante-cafetería del Parque ambiental (A+F).

Se han integrado también las lecturas de los analizadores de red existentes que informan de la potencia total consumida y de la generada por las placas fotovoltaicas; para lo que estos dispositivos se comunican también con el sistema a través del bus de comunicaciones, concentrador y pasarela de recogida de datos.

- 12 sondas para el control de las UTA's (10 para el control de la calidad del aire y 2 para el control de temperatura y humedad).

El edificio dispone de un sistema de climatización formado por 10 UTA (Unidad de Tratamiento de Aire), que son las encargadas de renovar y climatizar el aire del edificio, tanto para enfriar como para calentar.

Con el fin de mejorar la regulación del sistema de climatización, optimizando el consumo de energía necesario para conseguir la temperatura de consigna deseada, y dado que las UTAs no disponían de sondas de calidad del aire; se han instalado 10 sondas de calidad del aire y 2 para el control de temperatura y humedad; conectadas mediante cables de comunicaciones a los dos cuadros de control de UTAs, a los que se les han ampliado los módulos de E/S. Se ha llevado a cabo igualmente la programación tanto del PLC existente como del scada correspondiente.



- 35 detectores de presencia en vestíbulos, distribuidores, pasillos, aseos y cocina (24 infrarrojos pasivos y 11 ultrasónicos).

Los detectores de infrarrojos pasivos se activan ante la presencia de fuentes de energía en la banda del infrarrojo, como el cuerpo humano en movimiento. Analizando la diferencia entre la energía emitida por estas fuentes y la energía emitida por el entorno circundante, los dispositivos detectan la presencia de personas y activan en caso necesario el encendido de las cargas. Para funcionar de modo correcto y eficaz, los detectores PIR necesitan tener un campo libre de obstáculos en el área de cobertura.



Los detectores de ultrasonidos emiten ondas sonoras (Doppler) que chocan contra los objetos que se encuentran en su radio de acción y miden el tiempo que tardan en volver. Cuando hay movimiento dentro de este espacio, las ondas sonoras vuelven con diferentes longitudes de onda y los dispositivos detectan así la presencia de personas y activan en caso necesario el encendido de las cargas. Los detectores de ultrasonidos son ideales en lugares con obstáculos o en los que el nivel de actividad de personas es extremadamente reducido.



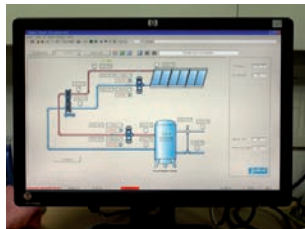
- 2 contadores de energía (solar térmica y climatización).
- 1 contador de pulsos (sala de calderas de pellets de biomasa).

A mayor detalle, y entre otro pequeño material y cableado necesario para la integración; las acciones y componentes necesarios para la implantación del sistema han sido las siguientes:

MONITORIZACION ENERGETICA

- Software de monitorización energética
- Aplicación informática

- Analizadores de red trifásicos y monofásicos con modbus
- Toroidales de 40A a 600A
- Concentrador y pasarela de comunicaciones IP/Modbus
- Integración de medidores de generación de placas solares
- Integración de medidores de generación de placas termo solares
- Integración de medidores de generación de calderas de biomasa



PUESTO DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO

- Pantalla de información al público LCD de 60"
- PC de control de la pantalla de información al público
- Concentrador de sondas inalámbricas
- Sonda inalámbrica de temperatura y humedad



ADECUACIÓN INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

- Detectores de movimiento incluyendo sensor de detección de luz natural de tecnología PIR.
- Detectores de movimiento incluyendo sensor de detección de luz natural de tecnología US

SOFTWARE SCADA Y PUESTO DE CONTROL

- Ordenador, pantalla y teclado para puesto de centro de control
- Desarrollo del software del Scada para ampliación de las nuevas señales y elementos de campo
- Desarrollo de software de PLC de cada uno de los armarios de control



CUADROS DE CONTROL DE ILUMINACION

- Módulos de E/S para el cuadro de control de iluminación de Planta Baja y exterior, compuesto por CPU de control, tarjetas de E/S, y armario de control.
- Módulos de E/S para el cuadro de control de iluminación de Planta Primera, compuesto por CPU de control, tarjetas de E/S, y armario de control.

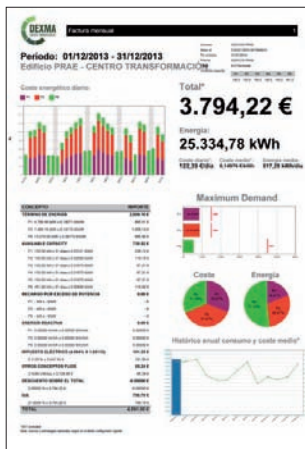
CUADRO DE CONTROL DE PRODUCCION

- Cuadro de control asociado al cuadro de control de producción principal formado por CPU de control, tarjetas de E/S y armario de control, con las E/S necesarias para incluir el control de la gestión de calderas de biomasa y sistema termosolar.
- Caudalímetros y sondas de temperatura

CUADROS DE CONTROL DE CLIMATIZACION

- Módulos de E/S para los cuadros de control UTA formados por CPU de control, tarjetas de E/S y armario de control.
- Sondas de calidad del aire en UTAs.

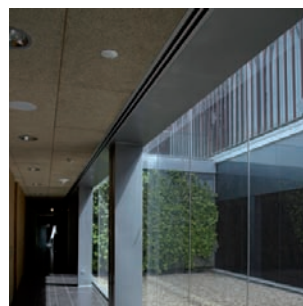
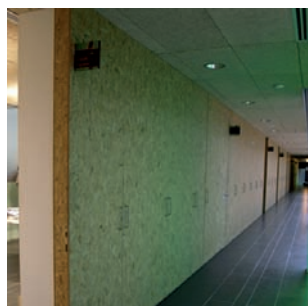
FACTURAS ELÉCTRICAS



-En la aplicación DEXCELL se ha introducido la información de la tarifa eléctrica contratada, incluyendo los costes reales por término de potencia, energía, impuestos y descuentos; lo que permite y visualizar en cada momento los costes del consumo por horas, días, semanas o meses; posibilitando la comparación con las facturas que emite la compañía eléctrica para la detección de posibles desvíos y la evolución de los costes energéticos en tiempo real.

4.3.3. Reseña gráfica de las acciones en PRAE

Vista de las instalaciones del Centro de Recursos Ambientales en el espacio de PRAE

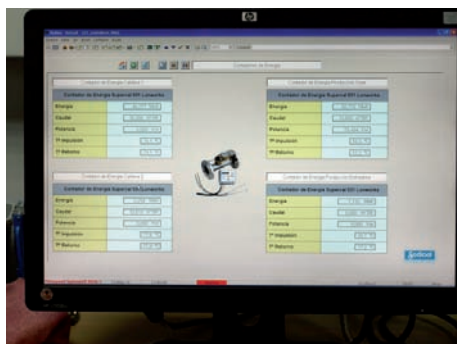


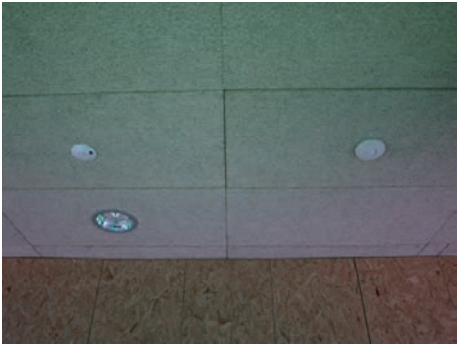
Energías renovables en el espacio de PRAE: Caldera de biomasa, solar fotovoltaico y aerogeneradores, solar térmica sobre cubierta y punto de recarga para vehículos eléctricos



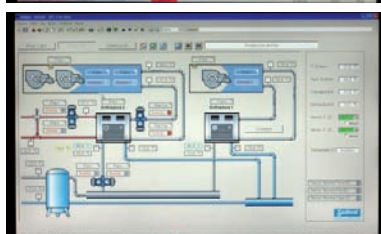
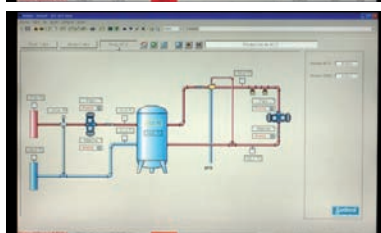
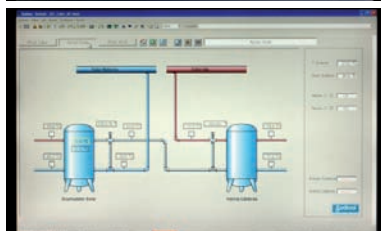
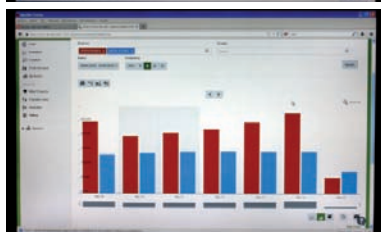
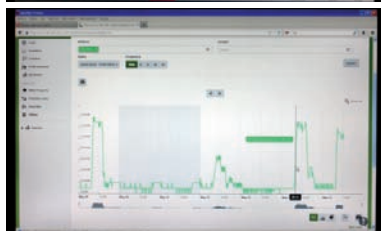
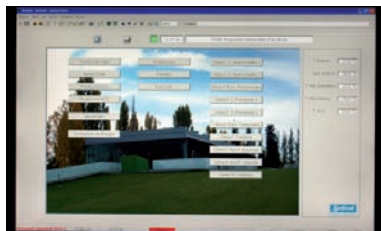
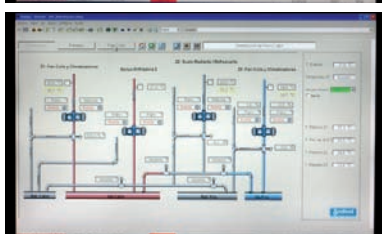
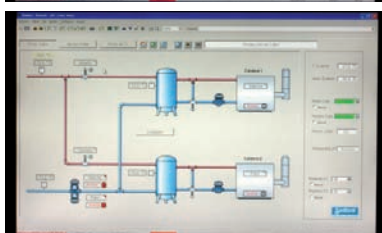
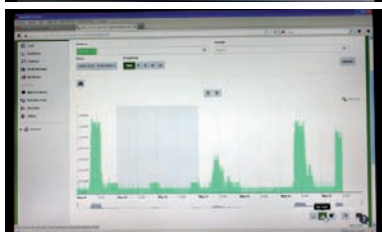
Dispositivos instalados en el Centro Recursos Ambientales y en el espacio de PRAE: Analizadores de redes, cuadros de control, contadores, sondas de calidad del aire y para el control de iluminación







Vista diversas pantallas SEDICAL y DEXCELL para la programación y el control de dispositivos y consumos



4.3.4. Resultados de la Acción 3c: Fundación Patrimonio Natural en “PRAE”

En el periodo de experimentación, la reducción de los consumos de energía y emisiones de CO₂ alcanzados; han sido los que se indican en el siguiente cuadro:

Resumen de consumos y ahorros alcanzados [Centro de Propuestas Ambientales Educativas (PRAE-FPN)]					
CONSUMO	Consumo de Energía (MWh/periodo...)		Ahorros de energía [MWh/Periodo...]		
Tipo de energía	(*) Energía Final "Línea base"	(*) Energía Final "Experimentación"	Ahorros Energía Final	% de Ahorro	Periodo experimentación (meses)
Electricidad	1.103,94	636,23	467,71	42,37%	29
Renovables PFV					
Renovables Solar térmica					
Renovables Biomasa en combustible equivalente	2.072,40	1.052,43	1.019,97	49,22%	
		Litros...:	95.786,32		
TOTAL	3.176,34	1.688,66	1.487,67	46,84%	
EMISIONES CO2	Emisiones CO2		Reducción de emisiones [tep] [t CO2] / periodo		
Tipo de energía	Energía Final CO2 [t/Línea Base]	Energía Final CO2 [t/periodo]	Energía Final CO2 [t/periodo]	Energía Primaria tep	Energía Primaria CO2 [t/periodo]
Electricidad	386,38	222,68	163,70	91,71	373,23
Renovables PFV					
Renovables Solar térmica					
Renovables Biomasa en combustible equivalente	545,37	276,96	268,41	98,24	300,62
TOTAL	931,75	499,64	432,11	189,95	673,85
COSTE DE LA ENERGÍA	Línea Base		Diferencial de coste		
Tipo de energía	"Línea base" (€)	"Periodo" (€)	Ahorro económico (€)		
Electricidad	176.326,09	77.815,94	98.510,14		
Renovables PFV					
Renovables Solar térmica					
Renovables Biomasa	136.420,85	51.763,64	84.657,21		
TOTAL	312.746,94	129.579,59	183.167,35		
Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)					
(*) Línea base: Proyectada a los periodos de experimentación.					
(**) Precios de referencia 2011: Electricidad (0.14 €/kWh). Gasóleo (0.082 €/kWh). Gas Natural (0.058 €/kWh) Pellets (0.021 €/kWh).					

En el espacio PRAE y en el periodo de experimentación, se ha evitado la emisión a la atmósfera de 673,85 t/CO₂ y el consumo de 189,95 tep; en términos de energía primaria.

El consumo eléctrico se ha reducido en un 42,37% (467,71 MWh), por la racionalización de uso que se ha llevado a cabo, por los dispositivos de regulación implantados y decisiones adoptadas con base en la información facilitada por el BMS a través del cual se controla el consumo de las instalaciones.

Los resultados de esta acción han venido a confirmar la importancia de los dispositivos y programas que tienen por finalidad el seguimiento y la gestión de consumos. Estos sistemas, unidos a la implantación de dispositivos

domóticos (Ej.: detectores de presencia, sondas de clima, etc); conforman un “Sistema integrado para la Gestión energética de Edificios” (BMS: Building Management System); que permiten obtener importantes ahorros, aun cuando los BMS no generen directamente ahorros y no vayan específicamente dirigidos a controlar los dispositivos o sistemas.

El sistema implantado para el control de consumos, basado en los programas “DEXCELL” y “SEDICAL”, ha permitido detectar excesos de consumo y tomar decisiones; que han generado unos ahorros sobre los dispositivos y sistemas afectados, de un 46,84% (1.487,67 MWh en el periodo de experimentación); con un ahorro estimado, por reducción del consumo, de más 180.000 euros en 29 meses de experimentación.

En proyección anual, los resultados alcanzados son los que recoge el siguiente cuadro:

Resumen de consumos y ahorros alcanzados [Centro de Propuestas Ambientales Educativas (PRAE-FPN)] (Cálculo anual con base en experimentación)					
CONSUMO	Consumo de Energía (MWh/año...)		Ahorros de energía (MWh/año...)		
Tipo de energía	(*) Energía Final "Línea base"	(*) Energía Final "Experimentación"	Ahorros Energía Final	% de Ahorro	Periodo experimentación (meses)
Electricidad	456,80	263,27	193,53	42,37%	29
Renovables PFV					
Renovables Solar térmica					
Renovables Biomasa en combustible equivalente	857,54	435,49	422,06	49,22%	
		Litros....:	39.635,72		
TOTAL	1.314,35	698,76	615,59	46,84%	
EMISIONES CO2	Emisiones CO2		Reducción de emisiones [tep] [t CO2] / año		
Tipo de energía	Energía Final CO2 [t/Línea Base]	Energía Final CO2 [t/año]	Energía Final CO2 [t/año]	Energía Primaria tep	Energía Primaria CO2 [t/año]
Electricidad	159,88	92,14	67,74	37,95	154,44
Renovables PFV					
Renovables Solar térmica					
Renovables Biomasa en combustible equivalente	225,67	114,60	111,07	40,65	124,40
TOTAL	385,55	206,75	178,80	78,60	278,84
COSTE DE LA ENERGÍA	Línea Base		Diferencial de coste		
Tipo de energía	"Línea base" (€/año)	"Anual" (€/año)	Ahorro económico (€/año)		
Electricidad	72.962,52	32.199,70	40.762,82		
Renovables PFV					
Renovables Solar térmica					
Renovables Biomasa	56.450,01	21.419,44	35.030,57		
TOTAL	129.412,53	53.619,14	75.793,39		

Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)

(*) Línea base: Proyectada a los años de experimentación.

(**) Precios de referencia 2011: Electricidad (0,14 €/kWh). Gasóleo (0,082 €/kWh). Gas Natural (0,058 €/kWh) Pellets (0,021 €/kWh).

En resumen, en cómputo anual y con base en los datos registrados en fase de experimentación; las instalaciones de la Fundación Patrimonio Natural de la Junta de Castilla y León en el Espacio PARA; han demostrado el siguiente potencial de reducción:

Ahorros de Consumo de Energía y Emisiones de CO2 "Cómputo Anual"	
Reducción de emisiones (TOTAL)...	278,84 t CO2/año
Reducción de emisiones (Electricidad)...	154,44 t CO2/año
Reducción de emisiones (Biomasa, en combustible equivalente)...	124,40 t CO2 /año
Reducción del consumo (TOTAL)...	46,84% (615,59 MWh/año)
Reducción del consumo (Electricidad)...	42,37% (193,53 MWh/año)
Reducción del consumo (Biomasa)...	49,22% (422,06 MWh/año) 39.635 litros de gasóleo
Ahorro Económico Reducción del consumo...	75.793 €/año

Los datos anteriores, como ya se había detectado en la acción llevada a cabo en la Universidad San Jorge, del Grupo San Valero; demuestran nuevamente la importancia de implantar sistemas y procedimientos de control de consumos, al mayor nivel de desagregación posible; y ponen de manifiesto los beneficios económicos y medioambientales que conlleva el control informatizado de los consumos de energía en espacios con gran afluencia de público; que se concreta en más de 25.000 personas/año en el caso que nos ocupa.

Además, la acción de mostrar al público en tiempo real los ahorros que permanentemente se están generando y las campañas específicas de sensibilización, con base en los resultados demostrados; genera entre la población importantes sinergias en beneficio del medio ambiente y de la sostenibilidad de nuestro entorno.

Las Energías Renovables en el PRAE:

Por tratarse de un espacio específicamente dedicado, como su propio nombre indica (PRAE: Propuestas Ambientales Educativas), a la formación y la sensibilización de la población en materia de sostenibilidad y medio ambiente; cuenta entre sus instalaciones con sistemas de producción solar fotovoltaica, solar térmica, calderas de biomasa e incluso con generadores eólicos; si bien éstos últimos no han sido objeto de seguimiento durante el periodo de experimentación.

La aplicación de sistemas para el control de la generación renovable versus racionalización de consumos, llevada a cabo en el marco del proyecto; ha permitido calcular, demostrar y mostrar al público que visita el Parque Ambiental, los beneficios ambientales y el enorme potencial que este tipo de sistemas de generación tiene; si su producción se contempla desde el punto de vista del impacto que representaría el consumo de los combustibles y energía a los que sustituyen.

En el siguiente cuadro se muestra, en cómputo anual, el potencial de generación de los sistemas de producción de energía renovable con los que cuenta el PRAE. La energía generada es totalmente consumida en sus propias instalaciones, sustituyendo con ello su equivalente en energía convencional que habría de consumirse.

Se muestra también la reducción, en términos de impacto ambiental y de costes económicos, que el uso de esta energía supone; respecto a la energía convencional equivalente.

Los apartados de "Ahorro de emisiones TOTAL" y "Ahorro económico TOTAL", muestran el potencial de reducción y ahorro del PRAE, si se consideran los ahorros y reducción de emisiones ya enumerados, derivados de la reducción del consumo; y los procedentes de la sustitución de la energía convencional, por energía renovable.

Resumen de Producción y Consumo de Energía Renovable [Centro de Propuestas Ambientales Educativas (PRAE-FPN)] (Cálculo anual con base en experimentación)					
CONSUMO	Energía Renovable [MWh/año]				
Sistema Renovable de generación	Producción renovables	Combustible equivalente	Energía Final	Energía Primaria	Litros Gasóleo
			En proyección a combustible equivalente		
Renovables PFV	46,71	Electricidad	46,71	106,50	
Renovables Solar térmica	28,95	Gasóleo	28,95	32,43	2.719,10
Renovables Biomasa en combustible equivalente	435,49	Gasóleo	435,49	487,75	40.897,25
TOTAL	511,15	TOTAL	511,15	626,67	43.616,35
EMISIONES CO2	Reducción de emisiones [Renovables: Combustible equivalente]				Energía Primaria TOTAL CO2 [t/año]
Tipo de energía	Energía Final tep	Energía Final CO2 [t/año]	Energía Primaria tep	Energía Primaria CO2 [t/año]	
Electricidad					154,44
Renovables PFV	4,02	16,35	9,16	37,27	37,27
Renovables Solar térmica	2,49	7,62	2,79	8,53	8,53
Renovables Biomasa en combustible equivalente	37,45	114,60	41,95	128,35	252,75
TOTAL	43,96	138,57	53,89	174,16	453,00
COSTE DE LA ENERGÍA	Diferencial de coste por Fuente de energía				Ahorro económico TOTAL €(año)
Tipo de energía	Combustible equivalente-Gasóleo (€)		Ahorro económico Renovables (Combustible equivalente) (€/año)		
Electricidad					40.762,82
Renovables PFV	8.127,36		8.127,36		8.127,36
Renovables Solar térmica	2.374,22		2.374,22		2.374,22
Renovables Biomasa	35.710,04		26.564,78		61.595,35
TOTAL	46.211,62		37.066,37		112.859,75

El potencial de reducción de emisiones GEI (Gases con Efecto Invernadero) por uso de energías renovables es de 174,16 t CO2/año; dejando de consumir 106,50 MWh/año de electricidad procedente de la red eléctrica convencional y 43.616 litros de gasóleo; lo que equivale a dejar de consumir 53,89 tep.

Si la energía sustituida fuera el gas natural, se habría evitado el consumo de 36.352 M3.

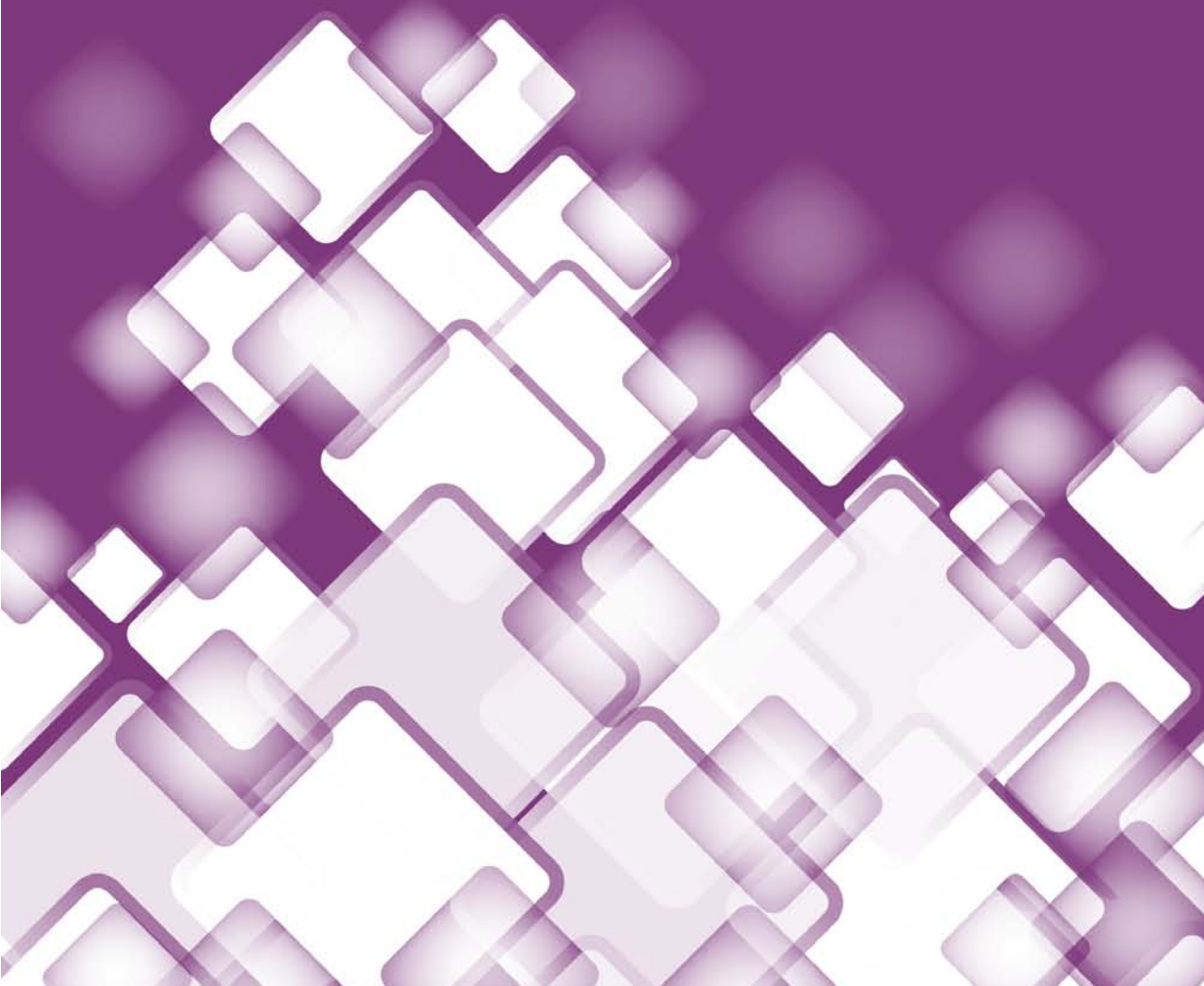
El ahorro económico por sustitución de la energía convencional (electricidad y gasóleo), asciende a 37.066 €/año.

Si consideramos además la reducción obtenida por aplicación de las medidas de eficiencia energética descritas en apartados anteriores, el potencial de reducción TOTAL del PRAE es de 453 t CO₂/año y 112.859 €/año; lo que arroja una excelente ratio coste/beneficio económico y ambiental.

En el siguiente cuadro se resume el potencial de reducción y ahorros del PRAE, en cómputo anual; considerando la reducción de consumos por medidas de eficiencia aplicadas y su potencial de generación y autoconsumo de energía renovable: Tabla 19

Potencial de Ahorros de Consumo de Energía y Emisiones de CO ₂ (Medidas de eficiencia + Consumo de energía renovable) "Cómputo Anual"	
Reducción TOTAL de emisiones...:	453 t CO₂/año
Por Medidas de Eficiencia...:	278,84 t CO ₂ /año
Por generación y uso de Renovables...:	174,16 t CO ₂ /año
Reducción TOTAL del consumo...:	94,55% (1.242,26 MWh/año)
Por Medidas de Eficiencia...:	46,84% (615,59 MWh/año)
Por generación y uso de Renovables...:	47,68% (626,67 MWh/año)
Reducción del consumo (Equivalente en Gasóleo)...:	83.251 litros/año
Por Medidas de Eficiencia...:	39.635 litros/año
Por generación y uso de Renovables...:	43.616 litros/año
Reducción del consumo (Equivalente en Gas Natural)...:	69.378 M3/año
Potencial de Ahorro Económico TOTAL...:	112.859 €/año

5. RESULTADOS DEL PROYECTO



5. Resultados del proyecto

La información y los datos que a continuación se muestran, reflejan los resultados alcanzados en cada una de las acciones, en los respectivos periodos de experimentación considerados efectivos a efectos de cálculo.

Se han descartado aquellos registros o periodos en los que puntualmente y por diversas razones de orden técnico (Ej.: ajustes, mantenimiento y revisiones...) la información recogida pudiera afectar la validez de los resultados.

Para facilitar los cálculos en proyección cuando así resulte necesario y la comparabilidad inter-actuaciones, los resultados se muestran adicionalmente en cómputo anual; calculados con base en los datos registrados.

5.1. Resumen de caracterización

Se han modelizado e implantado tres "Sistemas para la automatización de edificios y gestión de la energía".

En beneficio de la transferencia, tanto en la selección de edificios como en la de sistemas y dispositivos domóticos, y ámbitos de actuación; se han introducido elementos de variabilidad, para que los modelos testados puedan ser replicables, en clave de reproducibilidad del proyecto, en prácticamente cualquier edificio de cualquiera de los países de la Unión Europea.

Características constructivas:

Los criterios de variabilidad introducidos en la selección de edificios, afectan a su antigüedad y características constructivas (FSV vs. USJ y PRAE) y criterios de eficiencia (USJ) y sostenibilidad (PRAE) aplicados desde las fases de diseño y construcción de los edificios.

Sistemas domóticos implantados:

Se han utilizado: dispositivos domóticos aislados (Ej.: detectores de presencia en FSV, USJ y PRAE), sistemas de actuación y control integrados en iluminación, calefacción y HVAC (Estándar domótico KNX en FSV y USJ), BMS para la gestión y control de consumos y sistemas de producción de energía renovable (DESICAL y DESCELL en las instalaciones del PRAE).

Ámbitos de actuación, preferente:

Se ha actuado sobre:

- Control de iluminación, con distinta extensión, criterio y finalidad (FSV: versatilidad mediante sectorización, definición de escenas y control integrado de la iluminación en general; USJ: control de intensidad y activación del alumbrado de emergencia y de activación/desactivación de las aulas; PRAE: sectorización con control de activación/desactivación en espacios de trabajo).
- Calefacción: En FSV, mediante control integrado de temperaturas de retorno e impulsión de la caldera, mediante KNX; ponderando temperaturas interior y exterior.
- HVAC: Control de las "rampas" de temperatura de consigna de las enfriadoras en USJ; y control integrado de los sistemas en el PRAE.
- Control de rendimiento de la producción vs. consumo de energía renovable: en el edificio del PRAE.
- Control integrado de consumos mediante Bussines Management System (BMS): Específicamente y de manera integrada, en el edificio del PRAE; con menor nivel de integración en los edificios de la USJ y en líneas aisladas de actuación, en el edificio de FSV.

Resumen de los beneficios ambientales y consecuentemente económicos alcanzados por ámbitos de actuación y sistemas:

Niveles de Reducción de Consumos de Energía y de Mejora Ambiental		
Fundación San Valero		
Racionalización y Control integrado de la iluminación...:	Cambio de luminarias, DALI y KNX...:	52,25%
Cambio de luminarias (AF) y Regulación	Fluorescencia (Alta frecuencia), sistema DALI y Regulación integrada KNX...:	51,56%
Cambio de luminarias...:	Fluorescencia (Alta frecuencia)...:	30,82%
Regulación...:	Sistema integrado KNX + DALI...:	20,74%
Cambio de luminarias (LED) y Regulación	Fluorescencia (LED), sistema DALI y Regulación integrada KNX	72,71%
Cambio de luminarias...:	Fluorescencia (LED)...:	64,28%
Regulación...:	Sistema integrado KNX + DALI...:	8,43%
Dispositivos aislados de activación/desactivación de luminarias...:	Detectores de presencia...:	20%
Calefacción...:	Control de temperaturas de impulsión, retorno en caldera; en función de temperaturas del interior y exterior del edificio...:	20,38%
Universidad San Jorge (FSV)		
Regulación y Control integrado del alumbrado de emergencia...:	Regulación integrada KNX + DALI...:	67,81%
Control de consumos (BMS)...:	Software "PowerStudio" + Analizadores de Redes (ARES) e integración del control de iluminación de aulas en "EIBPort" ...:	40,10%
Dispositivos aislados de activación/desactivación de luminarias...:	Detectores de presencia...:	20%
Centro de Recursos Ambientales y PRAE		
Racionalización de uso y Control integrado de la iluminación y del consumo eléctrico...:	Control BMS: Sectorización y control de activación/desactivación selectiva; con base en el análisis de consumos (ARES + DEXCELL)...:	42,37%
Control de climatización y rendimiento calderas de biomasa...:	Control BMS: ARES, cuadros de control, contadores, sondas de calidad del aire y Software "DESICAL" y "DEXCELL" ...:	49,22%
Seguimiento y Control del Rendimiento de la Producción de Energía Renovable...:	Control BMS: Demanda energética propia cubierta con energía renovable (Solar Fotovoltaica, Térmica; y Biomasa)...:	73,15%
Dispositivos aislados de activación/desactivación de luminarias...:	Detectores de presencia...:	20%
190 tep/año	680 t CO₂/año	162.000 €/año

5.2. Reducción del Consumo y Emisiones de CO2 (Periodo de experimentación)

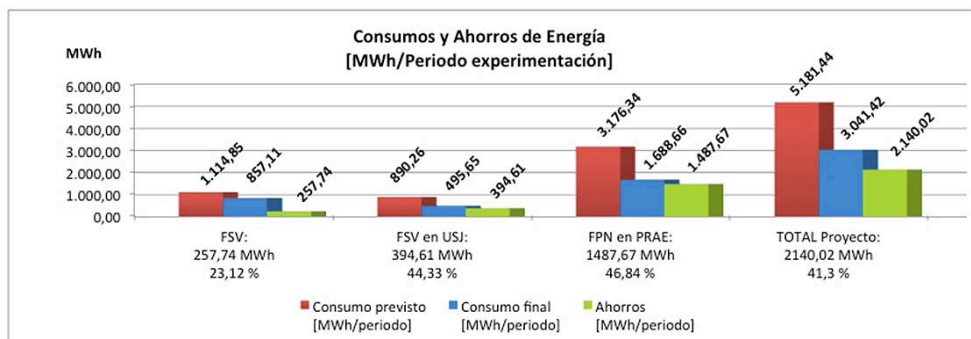
En el periodo de experimentación se han registrado las Reducciones en el Consumo de Energía y de Emisiones de CO2 siguientes:

Resumen de Consumos, Ahorros y Reducción de Emisiones de CO2 [Periodo de experimentación]						
Tipo de energía	Consumos de energía [MWh/Periodo...]		Ahorros de energía [MWh/Periodo...]		Reducción de emisiones CO2 [tep & t CO2/periodo]	
	(*) Energía Final Consumo previsto	Energía Final "Experimentación"	Energía Final Ahorros	% de Ahorro	Energía Primaria tep	Energía Primaria CO2 [t/periodo]
Electricidad	2.090,00	1.177,63	912,37	43,65%	178,90	728,07
Centro de Formación (FSV)	95,80	45,75	50,05	52,25%	9,81	39,94
Universidad (FSV_USI)	890,26	495,65	394,61	44,33%	77,37	314,90
Centro Interpretación (FPN)	1.103,94	636,23	467,71	42,37%	91,71	373,23
Gasóleo Calefacción (FSV-FPN)	3.091,44	1.863,79	1.227,65			
TOTAL Litros...	290.321,33	175.031,02	115.290,32	39,71%	118,25	361,83
En proyección a M3 de Gas natural...	241.972,56	145.882,16	96.090,40			
Centro de Formación (FSV)	1.019,05	811,36	207,69	20,38%	20,00	61,21
Centro Interpretación (FPN)	2.072,40	1.052,43	1.019,97	49,22%	98,24	300,62
TOTAL...	5.181,44	3.041,42	2.140,02	41,30%	297,14	1.089,91
Reducción de emisiones CO2 [Producción renovable en "Combustible equivalente"] ...:					130,24	420,89
Reducción TOTAL de Emisiones de CO2, incluidas Renovables...:					427,39	1.510,80
Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)						365.027,55
(*) Línea base: Proyectada a los periodos de experimentación.						
(**) Precios de referencia 2011: Electricidad (0,14 €/kWh). Gasóleo (0,082 €/kWh). Gas Natural (0,058 €/kWh) Pellets (0,021 €/kWh).						

En el periodo de experimentación y en el conjunto del proyecto, se ha reducido el consumo de electricidad en un 43,65% y el de gasóleo en un 39,71% (912 MWh de electricidad y 115.290 litros de gasóleo, o su equivalente de 96.090 M3 de gas natural); y generando un ahorro económico superior a los 275.000 €.

En términos de energía primaria, se ha evitado el consumo de 297,14 tep y la emisión de 1.090 t CO2 a la atmósfera.

Si a lo anterior se suma el combustible fósil que ha sido sustituido por energías renovables (solar fotovoltaica, térmica y biomasa), generada en las instalaciones del PRAE; se ha evitado el consumo de 427,39 tep y la emisión de 1.511 t CO2; con un ahorro económico generado que supera los 365.000 €.



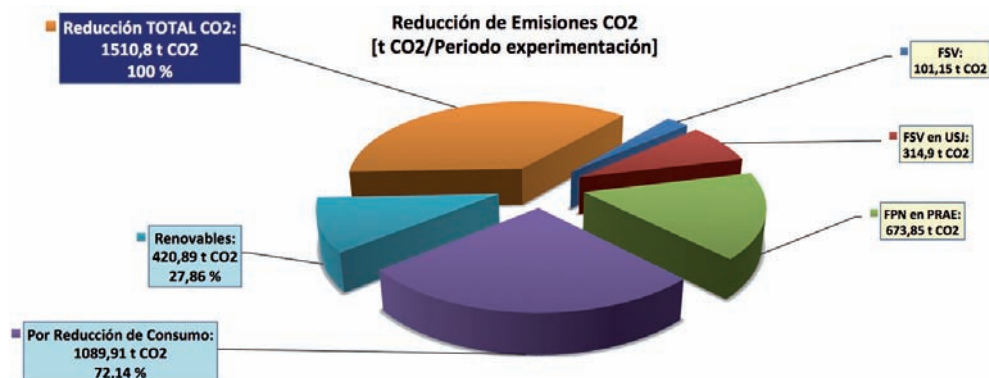
En promedio, las tres acciones desarrolladas han demostrado un potencial de reducción del consumo energético del 41,3% (2.140 MWh).

Por lo que a la reducción del consumo de electricidad se refiere, todas las actuaciones superan el 40% de ahorro; destacando la actuación de FSV en iluminación, que ha demostrado que combinando el cambio de luminarias, con una regulación integrada mediante KNX, pueden lograrse ahorros que superan el 50% (52,25%).

Queda también patente, que aun sin cambio de luminarias, pero llevando a cabo un exhaustivo control de los consumos al mayor nivel de desagregación posible mediante BMS y actuando sobre los puntos críticos detectados, los ahorros superan el 40% (USJ: 44,33% y FPN: 42,37%).

Este mismo potencial de los BMS, pero llevado al terreno del consumo de combustibles fósiles o incluso biomasa, contemplado el ahorro en “combustible equivalente”; se pone de manifiesto en la ratio de reducción alcanzada por FPN en el PRAE, próxima al 50% (49,22%).

También se ha puesto de manifiesto la dificultad de alcanzar similares magnitudes de ahorro, cuando el edificio sobre el que se actúa cuenta con una mayor antigüedad; debido a la magnitud de las inversiones necesarias para adecuar las instalaciones a parámetros óptimos de eficiencia, ya que en ocasiones será necesario, en la práctica, abordar la renovación completa del sistema. Pese a ello, mediante la aplicación del sistema de control KNX implantado, que toma en consideración las temperaturas del interior y exterior del edificio, para regular a su vez la temperatura y flujo de impulsión y retorno desde la sala de calderas; se ha conseguido reducir el consumo en un 20,38%.



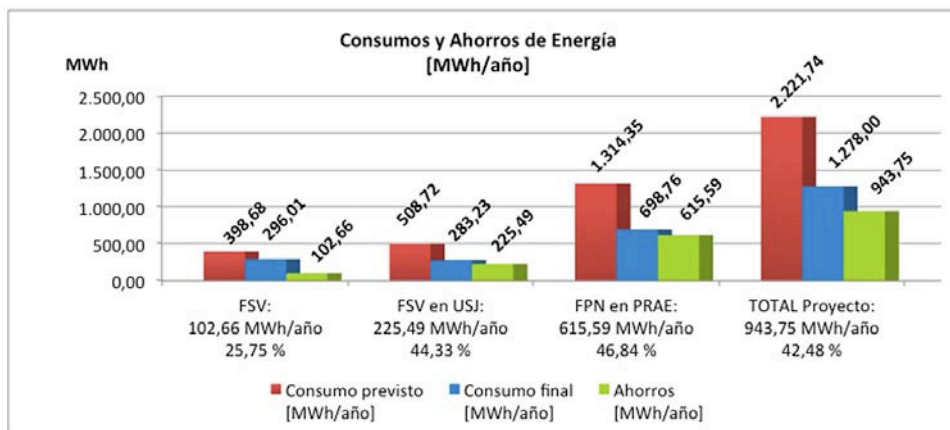
Del total de emisiones evitadas (1.511 t CO₂), el 72,14% provienen directamente de la reducción del consumo de energía alcanzado mediante aplicación de “soluciones domóticas”; y el 27,86% restante, de sustituir el consumo de electricidad proveniente de la red eléctrica convencional y de combustibles fósiles, por energía renovable generada en las instalaciones del PRAE en Valladolid.

5.3. Reducción del Consumo y Emisiones de CO₂ (Proyección anual)

En proyección anual, los resultados de la experimentación arrojan el siguiente resultado:

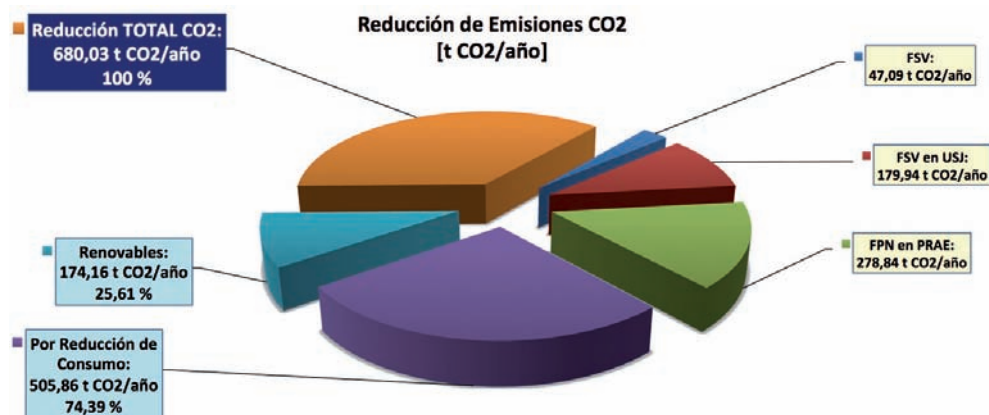
Resumen de Consumos, Ahorros y Reducción de Emisiones de CO ₂ [Cálculo anual con base en experimentación]							
Tipo de energía	Consumos de energía [MWh/año...]		Ahorros de energía [MWh/año...]		Reducción de emisiones CO ₂ [tep & t CO ₂ /año]		Ahorro Económico [€/año]
	(*) Energía Final Consumo previsto	Energía Final "Experimentación"	Energía Final Ahorros	% de Ahorro	Energía Primaria [tep/año]	Energía Primaria CO ₂ [t/año]	
Electricidad	1.024,52	572,05	452,46	44,16%	88,72	361,06	84.279,17
Centro de Formación (FSV)	59,00	25,56	33,44	56,68%	6,56	26,68	5.408,21
Universidad (FSV_USJ)	508,72	283,23	225,49	44,33%	44,21	179,94	38.108,14
Centro Interpretación (FPN)	456,80	263,27	193,53	42,37%	37,95	154,44	40.762,82
Gasóleo Calefacción (FSV-FPN)	1.197,23	705,94	491,28				
TOTAL Litros...	112.432,97	66.295,91	46.137,05				
En proyección a M3 de Gas natural...	93.708,90	55.255,30	38.453,60	41,04%	47,32	144,80	40.759,23
Centro de Formación (FSV)	339,68	270,45	69,23	20,38%	6,67	20,40	5.728,66
Centro Interpretación (FPN)	857,54	435,49	422,06	49,22%	40,65	124,40	35.030,57
TOTAL...	2.221,74	1.278,00	943,75	42,48%	136,04	505,86	125.038,40
Reducción de emisiones CO ₂ [Producción renovable de Electricidad y "Combustible					53,89	174,16	37.066,37
Reducción TOTAL de Emisiones de CO ₂ , incluidas Renovables...					189,93	680,03	162.104,76
Factores de conversión EP/EF y Cálculo de emisiones: IDAE (Noviembre de 2010)							
(*) Línea base: Proyectada a los años de experimentación.							
(**) Precios de referencia 2011: Electricidad (0,14 €/kWh). Gasóleo (0,082 €/kWh). Gas Natural (0,058 €/kWh) Pellets (0,021 €/kWh).							

Con base en los resultados de la experimentación, las “soluciones domésticas” implantadas tienen un potencial de reducción del consumo de energía del 42,48% (943,75 MWh/año), y permitirán reducir las emisiones en 506 t CO₂/año y generar un ahorro económico superior a los 125.000 €/año.

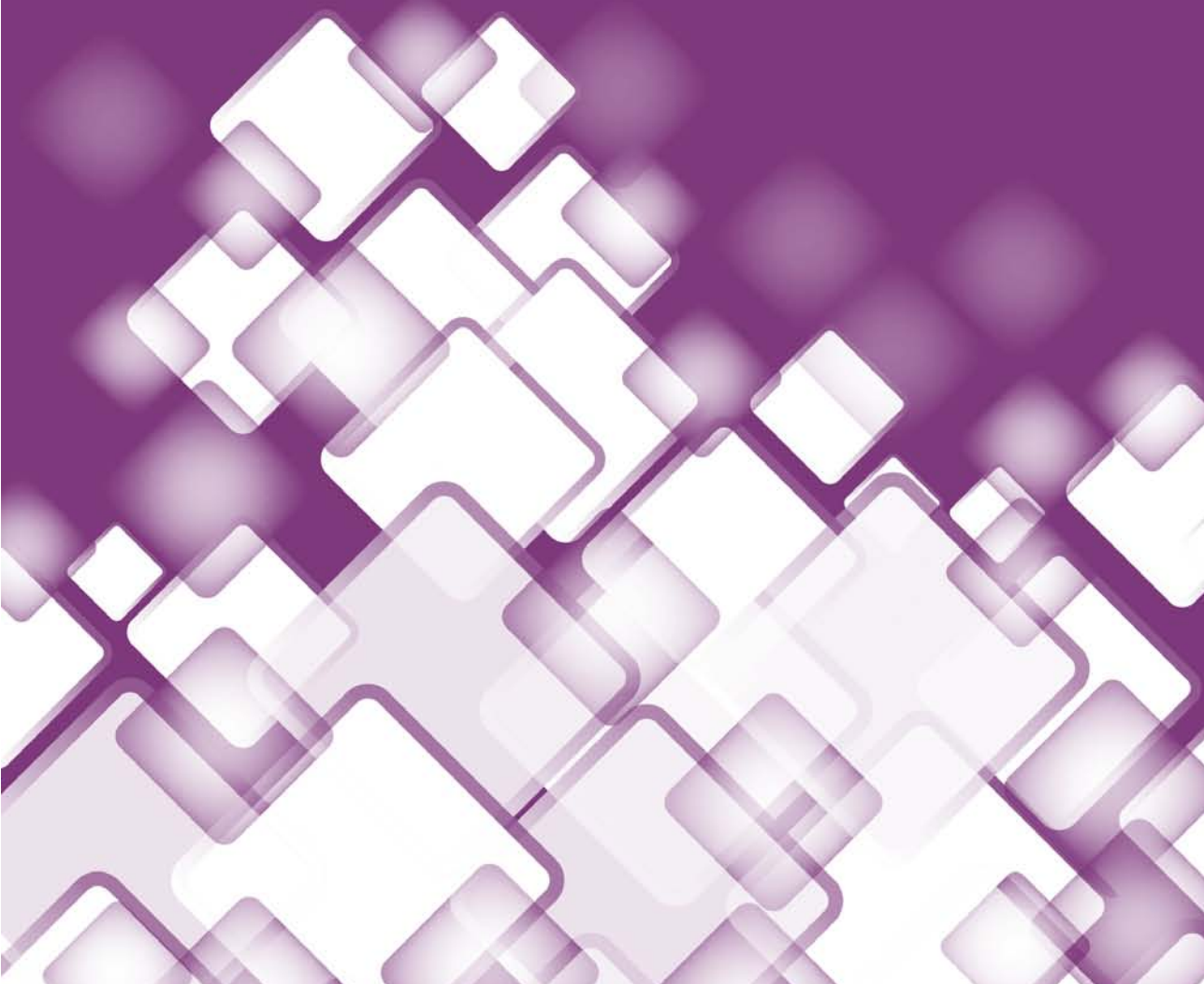


En promedio, las tres acciones desarrolladas han demostrado un potencial de reducción del consumo energético del 42,48% anual (944 MWh/año).

Del potencial de reducción de emisiones, en cómputo anual (680 t CO₂/año), el 74,39% provienen directamente de la reducción del consumo de energía que en promedio es posible alcanzar mediante la aplicación de “soluciones domésticas”; y el 25,61% restante, del potencial de generación de energías renovables que hace posible sustituir el consumo de electricidad proveniente de la red eléctrica convencional y de combustibles fósiles, en las instalaciones del PRAE en Valladolid.



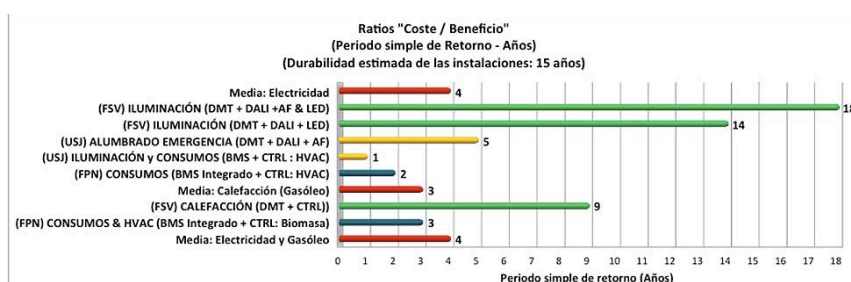
6. RATIO COSTE / BENEFICIO (PERIODO SIMPLE DE RETORNO)



6. Ratio Coste / Beneficio (Periodo simple de retorno)

Conforme a lo recogido en la propuesta aprobada, en este apartado se analizan las ratios coste/beneficio ambiental y económico de “instalaciones tipo” para el control de consumos energéticos en edificios, que permiten mostrar, con base en las acciones de testado desarrolladas; los “periodos simples de retorno” de la inversión tanto de sistemas domóticos o BMS integrales, como de aquellos, que aun no abarcando la totalidad de las instalaciones, se orientan a ámbitos concretos de consumo.

En promedio, tanto los sistemas orientados a reducir el consumo de electricidad, como los que actúan sobre el consumo de combustibles fósiles (gasóleo o biomasa en combustible equivalente); los periodos simples de retorno son inferiores a 4 años; como muestra el siguiente gráfico.



En beneficio del potencial de transferencia, para los cálculos se han considerado “instalaciones tipo” que incluyen tanto dispositivos domóticos aislados, que presentan un rendimiento estándar generalmente aceptado (Ej.: detectores de presencia, con un potencial de ahorro del 20%), como sistemas domóticos integrados, que en fase de experimentación han permitido registrar los ahorros reales que este tipo de dispositivos permiten obtener en condiciones normales de uso.

Los criterios seguidos para el cálculo de las ratios obtenidas, son los siguientes:

COSTOS:

Se han excluido, los de diseño, integración, testado y modelización, propios de las acciones demostrativas desarrolladas en el proyecto; con el fin de establecer el costo real aproximado de una instalación estándar no experimental ni demostrativa, susceptible de ser reproducida con base en los modelos validados.

También, los costes de mantenimiento, revisión, ajustes, correcciones, seguimiento y evaluación, requeridos por la acción demostrativa para validar las acciones y la tecnología.

Para el establecimiento de los costes de implantación, se ha tenido en cuenta la progresiva reducción de precios que están experimentando este tipo de tecnologías, a medida que su implantación se viene generalizando y la competencia aumenta (Ej.: La importante reducción de precio que está experimentando la tecnología LED).

Se han mantenido los costes propios de todo proceso de implementación estándar: proyecto, licencias, permisos, mano de obra y beneficio industrial; y se han proyectado al periodo de durabilidad estimado (15 años), los identificados como propios del control operativo y de gestión, mantenimiento, reparaciones y reposición, propios de las instalaciones en funcionamiento.

INCENTIVOS FINANCIEROS:

Atendiendo a la inseguridad jurídica existente, que afecta al coste de la propia “energía”, al mercado de las “renovables” y a la renovación de incentivos que para impulsar la eficiencia energética pudieran haber existido en el pasado, y cuya normativa está siendo objeto de constantes modificaciones, incluso con carácter retroactivo; en los ahorros calculados no se ha incluido incentivo financiero alguno, al no ser

posible determinar cómo evolucionarán los “incentivos” o “peajes” que vayan a modificar el escenario del “mercado de la energía”, por la necesidad que existe, entre otras, de cubrir el “déficit de tarifa” en España.

Como se ha dicho, sí que se ha detectado una moderada tendencia a la baja de los precios de algunos componentes de este tipo de instalaciones; fruto del mayor volumen de mercado existente y de una reacción que pretende evitar su “caída” en el momento de crisis económica que atravesamos.

No obstante y atendiendo al incremento del precio de la energía, la necesidad que todos tenemos de reducir el consumo energético está provocando un progresivo pero todavía lento aumento espontáneo de la demandada de este tipo de sistemas (hardware y software), lo que hace que sus costos de implantación no este bajando tan rápidamente como cabría esperar en una coyuntura de crisis económica, por la generalización de su uso y la competencia; sí bien cabe esperar que en el corto plazo se produzca un ajuste de este mercado, que sin duda se verá favorecido por dicha generalización de uso y por la participación activa de las Empresas de Servicios Energéticos (ESCO/ESE).

BENEFICIOS ECONÓMICOS:

Se han considerado únicamente los ahorros económicos derivados de la reducción directa del consumo de “electricidad”, “gasóleo” y “biomasa”; calculado el ahorro de esta última, en términos de gasóleo equivalente.

En este sentido, cabe señalar que los periodos de retorno calculados se verán previsiblemente reducidos en el medio y largo plazo; como consecuencia del también previsible descenso en el precio de los dispositivos y en el más que previsible incremento del precio de la energía.

Tanto en los costes de implantación como en los precios de referencia, se ha excluido el IVA.

Periodos simples de retorno:

Como se ha visto, en promedio y en los ámbitos energéticos de intervención (electricidad y gasóleo) los “periodos simples de retorno” están por debajo de los 4 años; periodo muy por debajo del de durabilidad estimado para las instalaciones (15 años).

Por otro lado, salvo en el caso de la actuación llevada a cabo en Fundación San Valero, el beneficio económico obtenido después de amortización; cubriría sobradamente el coste, de al menos, una nueva instalación.

Resulta paradójico que la instalación citada (Fundación San Valero en su Centro de ES y FP) destaque tanto por su elevado potencial de reducción del consumo eléctrico en iluminación (56,68%), como por el largo periodo de retorno simple de la inversión; que supera la durabilidad estimada de la instalación.

Esto encuentra su razón de ser en las siguientes causas:

- Sobrecoste de implantación: por tratarse de un edificio de más de 30 de antigüedad, que no contaba con las características estructurales, instalaciones y canalizaciones con las que cuentan los edificios en la actualidad.
- Tiempo de uso de la iluminación en las aulas: que representa un 12,39% del total de horas del año (1.085 vs. 8.760 horas); lo que hace que el rendimiento económico esté muy por debajo de su potencial real demostrado de reducción.

En este sentido y a modo de ejemplo, si la instalación fuera utilizada durante el 50% de las horas del año; el resultado sería el siguiente:

$24,35 \text{ Kw} \cdot 4.380 \text{ horas} = 106.653 \text{ kWh/año de Consumo}$

$106.653 \text{ kWh/año} \cdot 56,68\% = 60.451 \text{ kWh/año de Reducción.}$

$60.451 \text{ kWh/año} \cdot 0,1617 \text{ €/kWh} = 9.776 \text{ €/año de Ahorro}$

Periodo simple de retorno: $98.187 \text{ €} / 9.776 \text{ €/año} = 10 \text{ años.}$

Beneficio económico después de amortización: 48.880 €

Corroborar este planteamiento el que en la acción desarrollada por la misma Fundación San Valero, pero en el edificio de la Universidad San Jorge; actuando con el mismo sistema domótico, sobre luminarias similares con una potencia total instalada de 8.856 Kw, pero que están permanentemente encendidas por tratarse del “Alumbrado de Emergencia”; el periodo simple de retorno de la inversión se alcanza antes de los 5 años...

En fase final de proyecto y atendiendo a la importante reducción de precios que la tecnología LED ha experimentado en los años en los que se ha desarrollado, Fundación San Valero ha testado este tipo de tecnología sustituyendo los “fluorescentes AF” por “tubos LED”. Con la misma configuración y sistema domótico implantado para gestionar la iluminación de las aulas, se ha reducido el consumo en un 72,71%, con un periodo simple de retorno de 14 años, inferior al de durabilidad estimada de la instalación; y un rendimiento económico después de amortización, de 6.560€.

Resulta muy relevante el hecho de que en todas las actuaciones en las que total o parcialmente se ha implementado un BMS (Building Management System) orientado al “Control de Consumos”, el periodo simple de retorno es inferior a los 3 años.

También resulta significativo el hecho de que el potencial de ahorro demostrado en el mismo Centro de ES y FP de Fundación San Valero, en su acción orientada a regular el sistema de calefacción, sea del 20,38%; muy inferior a la media conseguida en el resto de actuaciones.

La causa hay que buscarla una vez más en la antigüedad de las instalaciones, que por su configuración y para alcanzar un rendimiento acorde con el potencial de ahorro medio que se obtiene con sistemas domóticos que controlan HVAC; habría sido necesario renovar previamente todo el sistema de calefacción.

Por el contrario, la intervención realizada en este ámbito de actuación ha demostrado que es posible, en instalaciones antiguas de calefacción, con una inversión moderada en tecnología domótica; reducir en más de un 20% el consumo de gasóleo, con un periodo simple de retorno de la inversión inferior a 9 años y una rentabilidad, después de amortización, de más de 36.000 €.

BENEFICIOS AMBIENTALES:

Se detalla en el siguiente cuadro, la reducción del consumo de energía, y de emisiones con referencia al “mix energético español” (IDAE 2010); en proyección a 15 años de durabilidad estimada de las instalaciones.

Con fines de sensibilización y en beneficio de la transferencia, la reducción de emisiones de CO₂ se expresa en términos de “energía primaria” para dar a conocer el verdadero impacto medioambiental que supone el consumo incontrolado de energía.

También y con el mismo planteamiento, se detalla el “Balance de Mejora Ambiental” de las diferentes tipologías de instalaciones testadas; en términos de porcentaje de reducción de emisiones alcanzado.

Promediando los resultados de las actuaciones desarrolladas y tecnologías testadas; una sola actuación que implantara “Control domótico y BMS” en las áreas de “iluminación” y “HVAC”, evitaría la emisión de más de 2.200 t CO₂/15 años.

Una vez más destaca el hecho de que en aquellas actuaciones en las que total o parcialmente se ha implantado un “Sistema BMS”, el potencial de reducción de emisiones a 15 años se sitúa en torno a las 2.000 t CO₂.

En el ámbito de la “iluminación”, todas las actuaciones reducirán sus emisiones a 15 años en más de 400 t CO₂; con un potencial medio de más de 1.100 t CO₂.

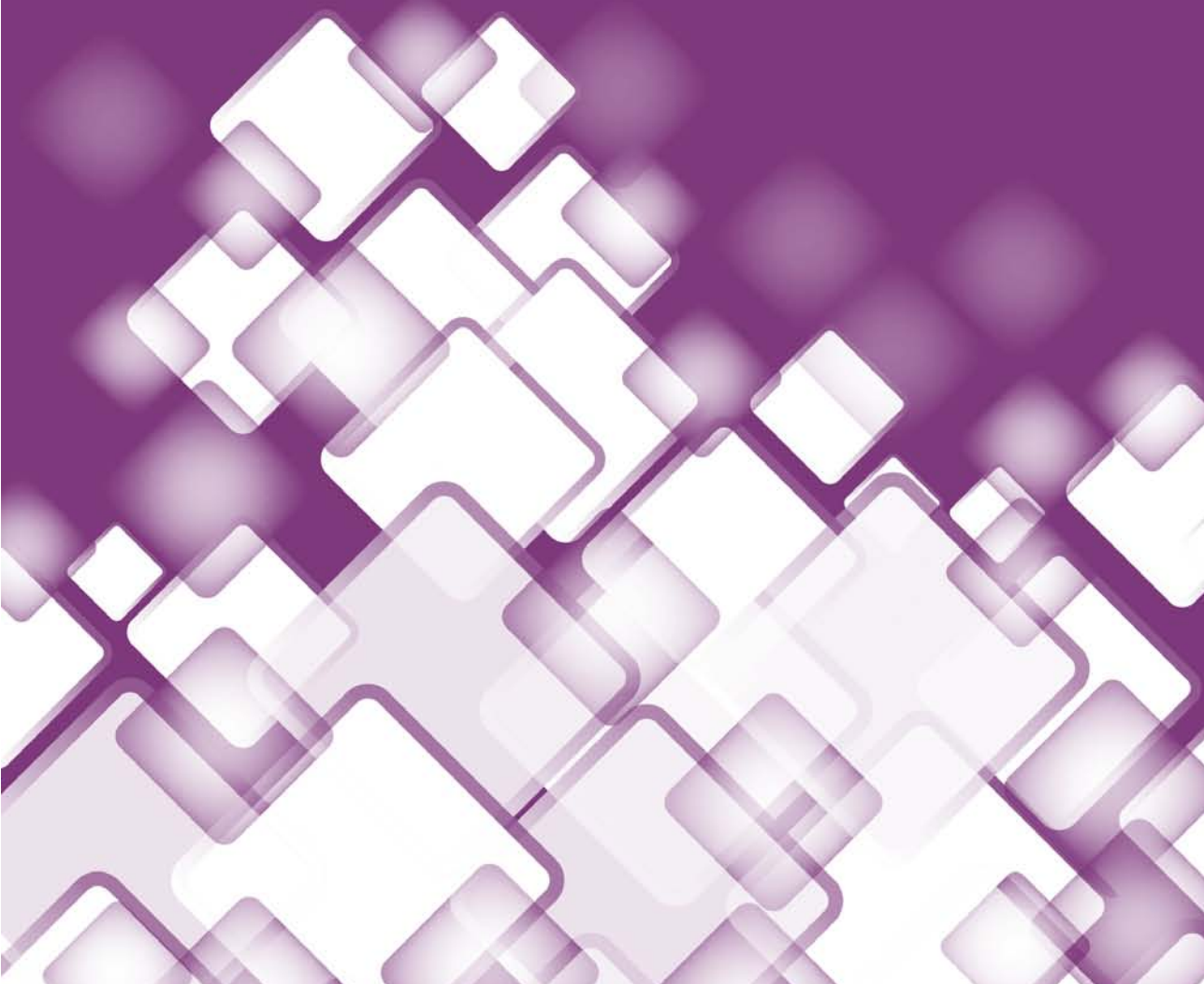
En el ámbito de “HVAC y Calefacción”, el potencial medio de reducción supera las 1.000 t CO₂ en proyección a 15 años de durabilidad de las instalaciones.

El siguiente cuadro muestra detalladamente los resultados anteriormente descritos, por acciones y ámbitos de actuación:

Ratios "Coste / Beneficio" con base en Resultados (Durabilidad estimada de las instalaciones: 15 años)						
Acción base para el cálculo Ámbito de actuación Tipo de instalación	Acronimos...	DMT...	Control domótico integrado		BMS...	Sistema de gestión de edificios (Control de consumos)
		DALI...	Interfaz de iluminación con direccionamiento digital		AF...	Fluorescentes "Alta Frecuencia"
		LED...	Fluorescentes "Tecnología LED"		CTRL...	Control automatizado de HVAC, Calefacción o Renovables
Acción base para el cálculo Ámbito de actuación Tipo de instalación	Costes de Implantación...				Costes por consumo...	
	Coste de implantación (€)	Sobrecoste por dificultades de implantación (%)	Costes de mantenimiento (€/15 años)	Coste TOTAL (€)	Consumo medio anual (MWh/año)	Coste por consumo de energía (€/año)
Electricidad	55.188	2.657	11.218	69.063	217	40.254
(FSV) Ámbito: ILUMINACIÓN "Cambio de luminarias" (DMT + DALI + AF & LED)	75.820	5.307	17.060	98.187	59	9.542
(FSV-Proyección) Ámbito: ILUMINACIÓN "Cambio de luminarias" (DMT + DALI + LED)	79.930	5.595	11.990	97.515	59	9.542
(USJ) Ámbito: ALUMBRADO EMERGENCIA (DMT + DALI + AF)	38.114	1.143	8.576	47.833	78	13.109
(USJ) Ámbito: ILUMINACIÓN y CONSUMOS (BMS + CTRL: HVAC)	20.876	626	4.697	26.199	431	72.864
(FPN) Ámbito: CONSUMOS (BMS Integrado + CTRL: HVAC)	61.200	612	13.770	75.582	457	96.213
Gasóleo Calefacción	52.870	1.610	15.861	70.341	599	49.642
(FSV) Ámbito: CALEFACCIÓN (DMT + CTRL: Flujo y temperaturas)	36.040	2.523	10.812	49.375	340	28.109
(FPN) Ámbito: CONSUMOS & HVAC (BMS Integrado + CTRL: Generación con Biomasa)	69.700	697	20.910	91.307	858	71.176
TOTAL...	108.058	4.267	27.079	139.404	815	89.897
Acción base para el cálculo Ámbito de actuación Tipo de instalación	Ahorro y Periodo simple de retorno...			"Reducción de emisiones" y "Beneficio ambiental"		
	Ahorro económico (€/año)	Periodo simple de retorno (Años)	Beneficio después de amortización (€/15 años)	Energía Primaria (Línea base) t CO2/15 años	[TOTAL] Reducción de CO2 t CO2/15 años	Balance de mejora ambiental [CO2 E.Primeria] (%/año)
Electricidad	17.776 €	4 años	197.581 €	2.594	1.146	44,16%
(FSV) Ámbito: ILUMINACIÓN "Cambio de luminarias" (DMT + DALI + AF & LED)	5.408 €	18 años	-17.064 €	706	400	56,68%
(FSV-Proyección) Ámbito: ILUMINACIÓN "Cambio de luminarias" (DMT + DALI + LED)	6.938 €	14 años	6.560 €	706	513	72,71%
(USJ) Ámbito: ALUMBRADO EMERGENCIA (DMT + DALI + AF)	8.889 €	5 años	85.508 €	929	630	67,81%
(USJ) Ámbito: ILUMINACIÓN y CONSUMOS (BMS + CTRL: HVAC)	29.218 €	1 año	412.078 €	5.161	2.070	40,10%
(FPN) Ámbito: CONSUMOS (BMS Integrado + CTRL: HVAC)	40.763 €	2 años	535.860 €	5.468	2.317	42,37%
Gasóleo Calefacción	20.371 €	3 años	235.222 €	2.646	1.086	41,04%
(FSV) Ámbito: CALEFACCIÓN (DMT + CTRL: Flujo y temperaturas)	5.729 €	9 años	36.555 €	1.502	306	20,38%
(FPN) Ámbito: CONSUMOS & HVAC (BMS Integrado + CTRL: Generación con Biomasa)	35.031 €	3 años	434.152 €	3.791	1.866	49,22%
TOTAL...	38.147 €	4 años	432.803 €	5.240	2.231	42,48%

(**) Precios de referencia 2011: Electricidad 14 €/kWh; Gasóleo 10,82 €/kWh; Gas Natural 10,058 €/kWh; Pellets 10,021 €/kWh.

7. POTENCIAL DE TRANSFERENCIA



7. Potencial de transferencia

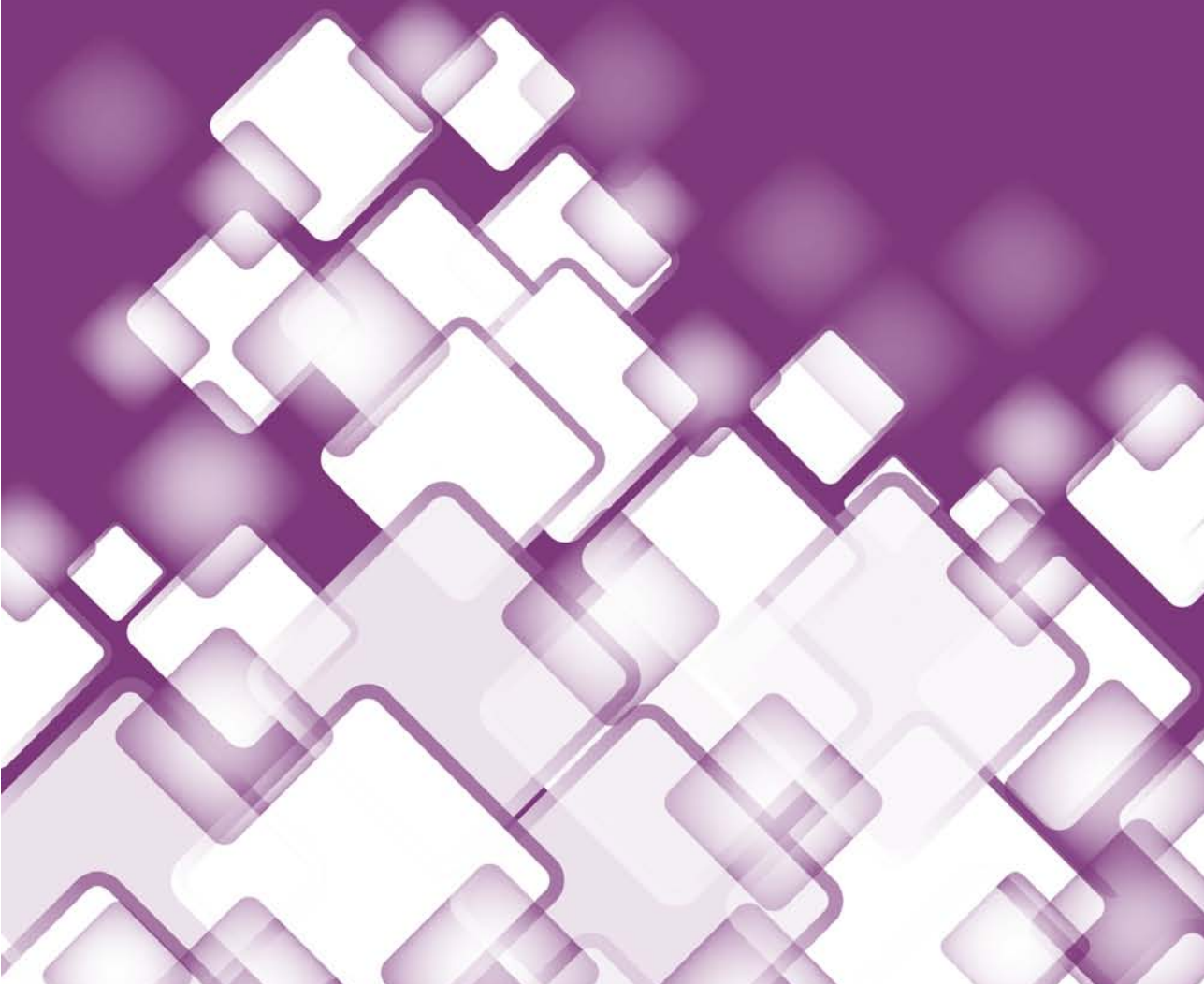
Durante el desarrollo del proyecto y ya en fase final de validación, se ha podido constatar el grado de escalabilidad y versatilidad de los modelos definidos.

El excelente potencial de transferencia y reproducibilidad del proyecto, viene avalado por:

- La madurez tecnológica de los dispositivos implantados y su disponibilidad en el mercado.
- La modularidad de los sistemas, equipos y componentes utilizados.
- La posibilidad de que la mayor parte de los dispositivos, puedan ser implantados de manera aislada; o formando parte de un "Sistema Domótico" integral, para la reducción del consumo.
- La escalabilidad de los "Modelos para una Construcción Inteligente" definidos y validados en el marco del proyecto, que ha quedado demostrada por los rendimientos alcanzados en todas y cada una de las acciones demostrativas ejecutadas en sus diversas configuraciones:
 - FSV: Control integrado de la Iluminación.
 - FSV: Control de flujos y temperaturas de Calefacción.
 - FSV en USJ: Control integrado del Alumbrado de Emergencia.
 - FSV en USJ: Integración del Control de Iluminación y Análisis de Consumos.
 - FPN: Control integrado de Consumos (BMS).
 - FPN: Gestión BMS de Generación Renovable y Consumos HVAC.
 - TODOS: Implantación de Sensores y Actuadores aislados, en zonas comunes.
- La versatilidad y capacidad de adaptación de los "Modelos" que ha demostrado el proyecto en todas y cada una de las configuraciones y ámbitos de intervención testados:
 - Edificios antiguos: Iluminación y Calefacción.
 - Edificios nuevos: Iluminación, Alumbrado de Emergencia y HVAC.
 - Edificios bioclimáticos nuevos: Iluminación, Consumos y Generación Renovable.
- Los excelentes resultados alcanzados en el coyuntural y extraordinario contexto de crisis económica en el que se ha desarrollado el proyecto, que han cubierto las expectativas previstas; y los importantes beneficios ambientales demostrados.
- Las excelentes ratios coste/beneficio y cortos periodos de retorno de la inversión, calculadas con base en los resultados del proyecto.
- La excelente aceptación que el proyecto ha tenido entre los agentes clave objetivo del mismo (Autoridades, fabricantes de tecnología, arquitectos, ingenieros, instaladores, prensa especializada y público en general); puesta de manifiesto por el elevado nivel de apoyo recibido, de asistencia a los eventos de difusión convocados y de difusión en medios de comunicación y prensa tanto especializada como generalista.

Por último y en clave de transferencia, señalar que las "Auditorías energéticas" previas y periódicas, junto a la implantación de "Sistemas para el Control de Consumos – BMS" (Dispositivos y Software: ARES, contadores, Scada, etc), son complementos muy recomendables de todo "Sistema Domótico" implantado; que multiplican exponencialmente los resultados ahorro y los periodos simples de retorno de la inversión...

8. SÍNTESIS DE RESULTADOS



8. Síntesis de resultados:

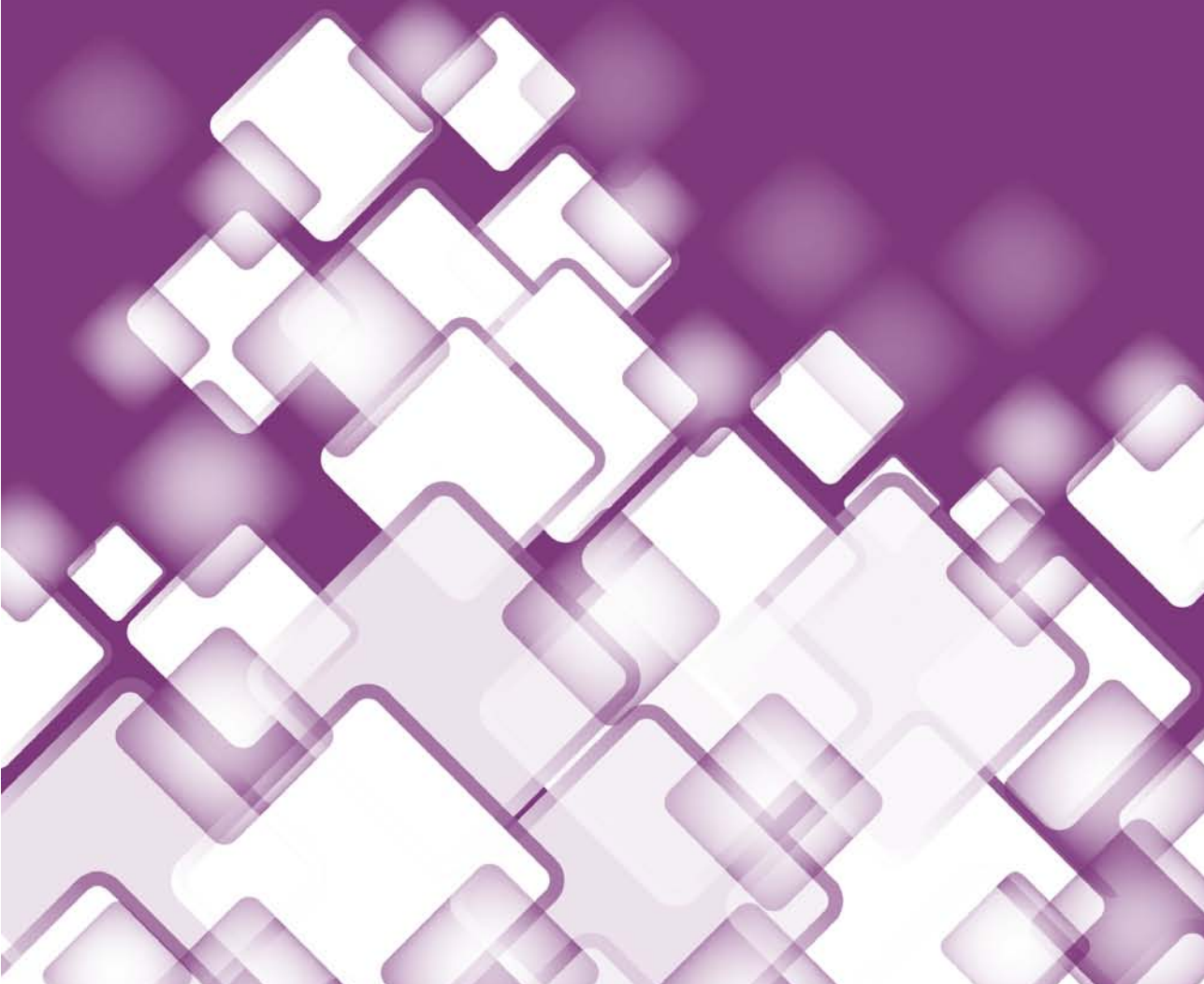
A continuación se presenta un Cuadro resumen con los principales Resultados obtenidos vs. Resultados previstos.

En las previsiones se había incluido un objetivo vinculado al consumo de Gas natural. En ejecución, ninguna de las bases de testado consumía ese tipo de combustible, por lo que para mostrar los ahorros que se habrían alcanzado si se hubiera consumido Gas natural en los sistemas de HVA; se han proyectado los ahorros alcanzados en consumo de Gasóleo, a su equivalente en Gas Natural.

Los sistemas de producción de Energía renovables del PRAE, o estaban inactivos o se mostraban claramente ineficientes conforme a los rendimientos considerados normales para este tipo de instalaciones. Han sido precisamente los análisis realizados con base en la información facilitada por el BMS y dispositivos de medición implantados en el marco del proyecto, los que han permitido gestionar adecuadamente la producción de dichos sistemas y el consumo asociado a la misma.

Resultados previstos vs. Resultados obtenidos			
Tipo de Resultado	Resultados previsto	Resultado obtenido (Experimentación)	Resultado obtenido (Cómputo anual)
Reducción del Consumo de Energía...:	50%	41,30% Electricidad...: 43,65% Gasóleo...: 39,71%	42,48% Electricidad...: 44,16% Gasóleo...: 41,04%
		Con Renovables Electricidad...: 49,05% Gasóleo...: 76,02%	Con Renovables Electricidad...: 49,63% Gasóleo...: 78,56%
Reducción del Consumo de Electricidad...:	750.000 kWh/año	912.000 kWh	452.000 kWh/año
		Con Renovables 1.025.000 kWh	Con Renovables 508.004 kWh/año
Reducción del Consumo de Gasóleo...:	30.000 litros/año	115.290 litros	46.137 litros/año
		Con Renovables 220.696 litros	Con Renovables 89.753 litros/año
Reducción del Consumo de Gas Natural...:	40.000 m3/año	96.090 m3	38.454 m3/año
		Con Renovables 183.942 m3	Con Renovables 74.807 m3/año
Reducción de Emisiones de CO2...:	400 t CO2	1.090 t CO2	506 t CO2/año
		Con Renovables 1.511 t CO2	Con Renovables 680 t CO2/año
(*) En el espacio PRAE de Valladolid, el BMS implantado por FPN ha permitido poner en funcionamiento y gestionar, para su optimización; tanto la producción de los sistemas de generación de energía renovable, como el consumo que en el propio PRAE utiliza la energía renovable generada (Biomasa, Solar fotovoltaica y Térmica).			
TOTAL del Proyecto “Sin gestión BMS de Energías renovables”			
136 tep/año	506 t CO2/año		125.000 €/año
TOTAL del Proyecto “Con gestión BMS de Energías renovables”			
190 tep/año	680 t CO2/año		162.000 €/año

9. LECCIONES APRENDIDAS



9. Lecciones aprendidas:

Auditorías energéticas y BMS (Building Management System):

- Con carácter previo a la implantación de cualquier sistema de gestión y automatización de edificios, es recomendable llevar a cabo una auditoría energética que permita:
- Establecer una línea base de consumos energéticos, al menos, por tipos de energía y por áreas físicas y funcionales de uso y actuación.
- Comparar los consumos de áreas con similar caracterización o destino funcional, para detectar desvíos de consumo que puedan indicar, por ejemplo, un mal funcionamiento de los equipos o rutinas y usos anómalos.
- Determinar las áreas prioritarias de actuación, con base en los consumos registrados.
- Evaluar en el tiempo la utilidad y el rendimiento de los sistemas implantados.

Es importante diseñar desde el principio un formato de “hojas de recogida de datos” (digitales o en papel), que permitan el seguimiento de la información en el tiempo.

Es también importante definir un equilibrado nivel de desagregación de la información, que permita identificar los ámbitos físicos o funcionales en los que puedan producirse desvíos de consumo (Ej.: podemos detectar un exceso de consumo un determinado edificio, pero si no lo tenemos desagregado por plantas y dentro de éstas, por “fuerza” e “iluminación”, por ejemplo; los tiempos necesarios para identificar el punto concreto de la incidencia).

- Los BMS dan continuidad y complementan los trabajos de auditoría y permiten en la práctica monitorizar y auditar el consumo energético del edificio de manera permanente. En el marco del proyecto han demostrado por sí mismos unos potenciales de ahorro de entre el 40% al 50%; mejorando significativamente las ratios de eficiencia aportada por los sistemas inmóticos, en aquellos edificios en los que ambas soluciones han sido aplicadas.

Es por tanto altamente recomendable su implantación, en coexistencia o no con otro tipo de sistemas de automatización que vayan a implantarse.

Edificios nuevos:

- En los primeros meses de ocupación y en fase de establecimiento de la “línea base de consumos energéticos”, es muy importante comprobar que los valores de consumo registrados se corresponden con los esperados de los equipos, sistemas y usos implantados y definidos.

En ocasiones, se da por supuesto que una “línea base” es correcta cuando en realidad enmascara sobreconsumos que, por haber existido “desde siempre”, serán considerados “normales” en el futuro, serán arrastrados en el tiempo; y pueden generar importantes sobrecostos acumulados.

- Cuando los edificios cuenten ya con redes de comunicaciones y aun cuando éstas sirvan a otras funcionalidades; es necesario analizar en qué medida estas redes pueden ser utilizadas por los sistemas inmóticos o para la gestión y control del edificio (BMS) implantados, ampliando o reestructurando la tipología de la red y redefiniendo su direccionamiento; lo que puede evitar la duplicación de las redes de cableado.

Edificios antiguos:

- En ocasiones, se desestiman o posponen actuaciones orientadas a la optimización de sistemas complejos del edificio, como por ejemplo los de calefacción o HVAC en su conjunto; por requerir de inversiones que quizás no se puedan afrontar en una determinada coyuntura.

En este tipo de situaciones es posible, mediante “control inmótico”, mejorar la eficiencia de estos sistemas en más de un 20%; con una inversión moderada y un “periodo de retorno simple” inferior al periodo de durabilidad estimado para el sistema sobre el que se actúa.

- Este tipo de edificios no cuenta por lo general con canalizaciones previas integradas en estructura, lo que dificulta la instalación del cableado necesario para implementar sistemas inmóticos integrales de control; que pueden generar importantes sobrecostes.

El problema puede minimizarse, utilizando dispositivos de radiofrecuencia ya existentes en el mercado; que reducen significativamente la magnitud de las obras a realizar y permiten incluso, en edificios con elevado valor arquitectónico o patrimonial, respetar los elementos protegidos sin pérdida de funcionalidad.

Iluminación:

- Los sistemas implantados y testados en el marco del proyecto para el control de la iluminación en los edificios de Fundación San Valero, que combinan Bus KNX + DALI + Fluorescencia AF/LED + Sensores de luminosidad + Definición de escenas; han demostrado unos potenciales de ahorro del 40% al 70%, dependiendo del uso de las estancias y tipo de luminarias implantadas.

- En los sistemas testados, los ahorros de consumo obtenidos por regulación del flujo luminoso son inversamente proporcionales a los previamente obtenidos por la renovación tecnológica más eficiente de lámparas y luminarias (Ej.: DALI + fluorescentes AF vs. tubos LED...).

- Los dispositivos aislados, como puedan ser los detectores de presencia, aunque ofrecen de fábrica unos ahorros más discretos ampliamente aceptados en el sector (Ej.: 20%); presentan una buena relación coste/beneficio y un corto periodo de retorno simple de la inversión, atendiendo a su bajo coste.

- Por normativa y en función del tipo de tarea a desarrollar, el elevado nivel mínimo de iluminación exigido para llevarla a cabo; condiciona la potencia mínima que habrán de tener las lámparas a instalar.

En espacios que precisen de una elevada iluminancia y en consecuencia de una elevada potencia de iluminación instalada, los sistemas de regulación y para el aprovechamiento de la luz natural adquieren una especial relevancia; y permiten reducir el consumo en hasta un 25%.

- En fase de definición del sistema domótico/inmótico a implantar, es importante establecer de manera precisa la intensidad de uso del sistema de iluminación (horas/año); pues es este dato uno de los más relevantes para calcular el rendimiento del sistema, su rentabilidad y el periodo simple de retorno de la inversión.

En ocasiones, si la intensidad de uso es baja y salvo por cuestiones de funcionalidad, confort, sensibilización o docencia; la mera sustitución de las lámparas y luminarias por otras más eficientes y una adecuada sectorización, pueden ser suficientes para alcanzar unos niveles de rentabilidad y de retorno óptimo de la inversión; sin necesidad de implementar sistemas más complejos de regulación que quebrarían la ratio coste/beneficio.

- Es importante atender a la correcta ubicación, orientación y número de sensores de luminosidad que vayan a aportar la señal que el controlador utilizara para adecuar el flujo luminoso a las necesidades reales de la estancia en función del aporte de luz natural existente; para:

- Evitar que un mismo sensor controle áreas de actuación en las que por orientación del edificio, disposición de ventanales u otras causas, la luminosidad sea distinta a la que en un momento dado puede estar detectando (Ej.: sensor interior próximo a la fachada Este de un edificio, que recibe la luz natural de mañana; y que llega a controlar luminarias situadas en la fachada Oeste, en la que se recibe el sol de tarde...)

- Evitar falsas lecturas por acción de objetos o superficies reflectantes próximas, hacia los que puedan estar orientados. Si están orientados hacia las ventanas, es muy importante cuidar su ubicación y distancia a la misma, para garantizar una adecuada medida de la luz natural existente.

- La automatización de persianas, combinada con los sistemas de gestión de la iluminación, simplifica la definición de escenas orientadas a aumentar el confort visual y dota al sistema de una mayor versatilidad; al permitir por ejemplo y en una sola actuación, ensombrecer de la estancia y aprovechar la luz difusa cuando sea necesario.

HVAC:

- Al igual que ocurría con los sistemas de iluminación y en combinación con éstos; la automatización de persianas, preferentemente exteriores para evitar en origen el efecto térmico de la radiación solar, e integradas en el sistema de gestión de HVAC; permite, cuando ello sea necesario, reducir o eliminar las cargas térmicas provenientes de los ventanales de la estancia, generando significativos ahorros.

- Una vez más, los BMS, como el testado en la acción llevada a cabo en el PRAE por la Fundación Patrimonio Natural (SEDICAL + DEXCELL + Dispositivos de medición y control), han demostrado ser unas eficaces herramientas para garantizar el confort en las estancias, optimizar el rendimiento de los sistemas de generación de energía renovable y reducir los consumos en hasta un 50%.

- Corroborar también la utilidad de los BMS, el resultado de reducción del 35% del consumo en climatización obtenido por FSV en la Universidad San Jorge; al modificar las “rampas de temperatura” de consigna de las enfriadoras, con base en el análisis previo de la información facilitada por el sistema.

Las conclusiones hasta aquí reseñadas a modo de “lecciones aprendidas”, no son sino una pequeña muestra de la extensa lista de ventajas que podrían enumerarse; derivadas de la implantación de dispositivos y sistemas domóticos, inmóticos y para la gestión de consumos y edificios (BMS); testados en el marco del proyecto.

Como conclusiones y consideraciones finales, que ponen fin a tres años de experimentación y testado de dispositivos y sistemas para la automatización de edificios a favor de una “construcción inteligente”; y en beneficio del medio ambiente, la lucha contra el cambio climático y la economía; señalar las siguientes:

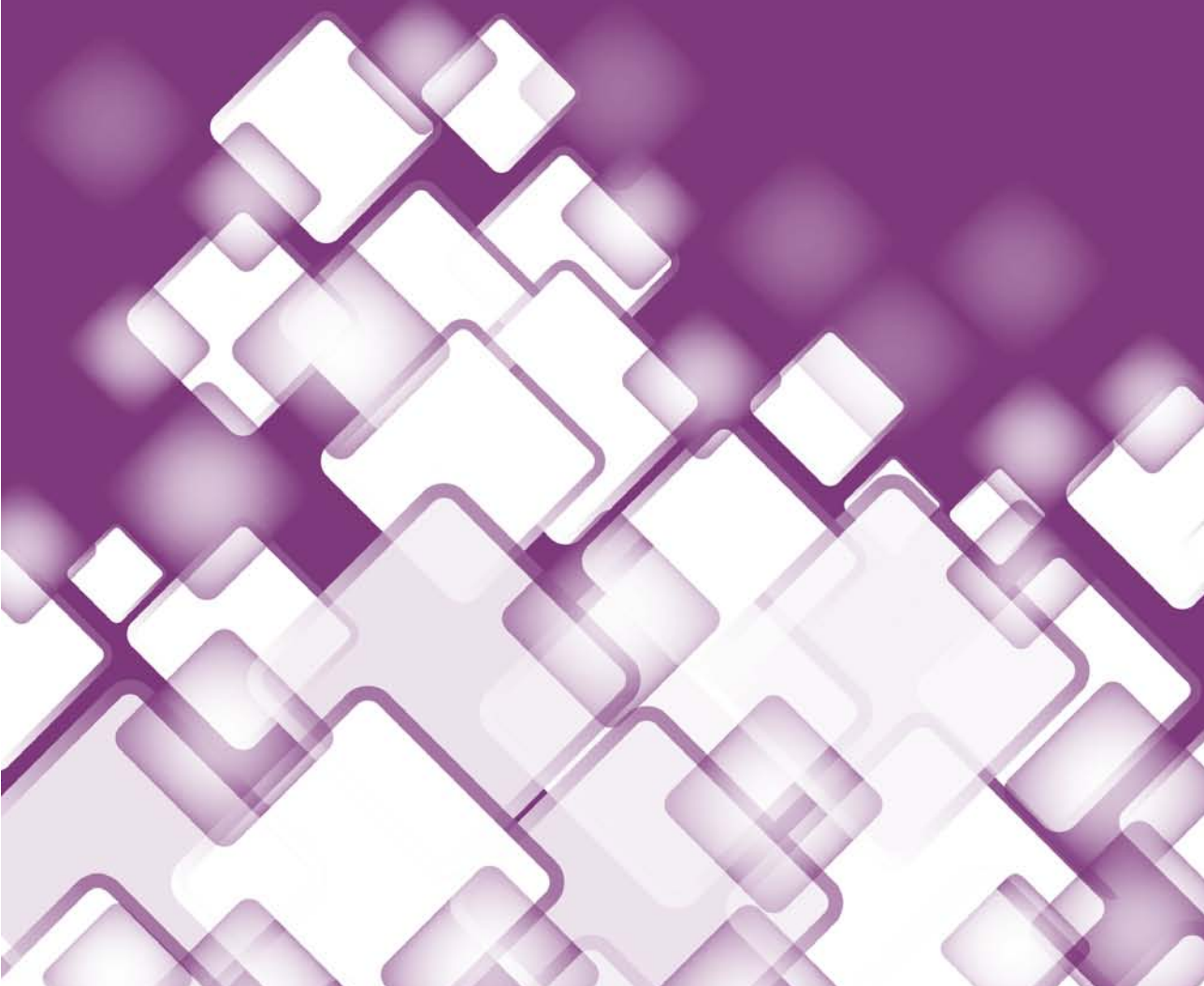
1. El potencial de reducción media del consumo energético que proporcionan los “sistemas de automatización, control y gestión de edificios” testados, ha superado el 40%; con resultados de hasta el 70% en algunos casos y configuraciones.
2. El potencial medio de reducción de emisiones de CO₂ ha superado las 500 t CO₂/año.
3. Con base en los resultados, el periodo medio de retorno simple de la inversión para este tipo de instalaciones, se sitúa en el entorno de los 4 años.
4. La monitorización permanente de los consumos y la acción combinada de sistemas inmóticos y BMS, han sido factores clave para obtener los beneficios ambientales y económicos demostrados.
5. Sin la participación activa y comprometida de los usuarios, cualquier sistema de automatización puede ver quebrados sus resultados, y en consecuencia; es de vital importancia planificar y llevar a cabo periódicas campañas de sensibilización y formación dirigidas a los usuarios finales de las instalaciones.

Esto además generará, en clave de transferencia, sinergias de ahorro y eficiencia que afectarán favorablemente al comportamiento de los propios individuos y su entorno; con un claro efecto multiplicador en beneficio del medio ambiente y de la lucha contra el cambio climático...

6. Atendiendo al constante incremento del precio de la energía, es muy importante comprobar y adecuar las potencias eléctricas contratadas a las necesidades reales de consumo; con base en la información suministrada por los BMS implantados.

7. La contratación de Empresas de Servicios Energéticos (ESE/ESCO) que atiendan al mantenimiento y optimización de los sistemas de producción renovable y de consumo, con cargo a los ahorros generados; es una fórmula idónea para impulsar el mercado de las tecnologías domóticas, inmóticas y BMS, con base en la reducción del consumo energético, mejora de los ratios de eficiencia y periodos de retorno de las inversiones demostrados.

10. UN PROYECTO EN IMÁGENES



10. Un Proyecto en imágenes

10.1. Enclaves de actuación y desarrollos

A continuación se muestran algunas imágenes de los enclaves de actuación y desarrollos...

Fundación San Valero Edificio de Educación Secundaria y Formación Profesional



Fundación San Valero - Edificios de Universidad San Jorge



Fundación Patrimonio Natural - Edificio PRAE



10.2. Reuniones del partenariado y visitas a las actuaciones

Las reuniones del consorcio del proyecto ha permitido el seguimiento de la ejecución del proyecto, de sus objetivos y resultados. Además de las reuniones de coordinación del consorcio, se han mantenido otras con la asistencia externa de la Comisión Europea, así como visitas de inspección del desk officer y unidad financiera de la Comisión Europea. Estas reuniones han sido las siguientes:

25/10/2010 - Reunión de lanzamiento del proyecto en Zaragoza

02-04/11/2011 - Reunión de socios y asistencia externa con visita a las instalaciones de Valladolid y Zaragoza

15-16/05/2012 - Reunión de socios con visita a las instalaciones de Valladolid y Zaragoza

10-11/12/2012 - Reunión de socios con visita a las instalaciones de Zaragoza

17-19/06/2013 - Reunión de socios con visita del desk officer y unidad financiera de la Comisión Europea a las instalaciones de Zaragoza

14-15/05/2014 - Reunión de socios y Conferencia Final con visita a las instalaciones de Valladolid

09-11/07/2014 - Reunión de socios y visita de la asistencia externa de la Comisión Europea en Logroño

Reuniones Transnacionales y visitas Monitoring y Desk Officer Fundación San Valero



Visitas a la Universidad San Jorge



Reuniones Transnacionales y visitas Monitoring Edificio PRAE de Fundación Patrimonio Natural



10.3. Reseñas de difusión

Portales web del proyecto

<http://www.lifedomotic.eu>

http://www.sanvalero.es/fsv/proyectos_europeos

http://www.patrimonionatural.org/ver_proyecto.php?id_proyecto=72

http://praecyl.es/prae.php?fija_id=69

<http://www.grazer-ea.at/cms/projekte/domotic/content.html>

<http://www.adesos.org/index.php/proyectos>

<http://eid.com.es/Domotic.html>

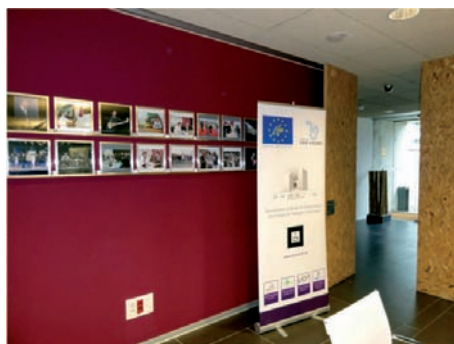
<http://www.casadomo.com/tags/life-domotic>



Materiales divulgativos

Entre otros materiales divulgativos se ha elaborado los siguientes:

- Folleto del proyecto (varias ediciones)
- L-Banner
- Roll-up
- Flyer
- Poster
- Paneles
- Placas Red de Modelos Eficiencia Energética
- Libretas con bolígrafo
- Memorias USB
- Puntero Laser
- Bolígrafo Smart
- Guante Digital



Seminarios y Conferencias

- 06/09/2010 Presentación del proyecto con motivo de la reunión final del proyecto LdV Eco-Diagnostic, para la sostenibilidad y la eficiencia en las PYME, celebrada en Zuera (Zaragoza-España)
- 20/09/2010 Presentación del proyecto en el transcurso de reunión transnacional y jornada de formación impartida por EID para la “Gestión eficiente de la energía en Ayuntamientos” en Teruel, en el marco del proyecto “Minus 3%” del programa Energía Inteligente para Europa (IEE)
- 30/09/2010 Presentación del proyecto con motivo de la reunión transnacional en la que el EID participó en calidad de socio del proyecto LIFE+ POWER; en Zaragoza (España).
- 04/11/2010 Presentación del proyecto con motivo de la reunión transnacional en la que el EID participó en calidad de socio del proyecto LIFE+ CONNECT; en Zaragoza (España).
- 08/11/2010 Presentación del proyecto en los actos del 15 Aniversario del Programa Leonardo da Vinci
- 17-19/02/2011 Presentación del proyecto en el Salón de la Educación, Formación, Universidad y Empleo que se divide en cuatro secciones: educación, formación, universidad, postgrados y empleo.
- El encuentro, se celebró en la Feria de Zaragoza
- 22/02/2011 Presentación del proyecto en Encuentro Fundación Gas Natural – Valladolid
- 30/09/2011 Seminario de domótica impartido por SEAS en Fundación San Valero
- 17-20/10/2011 Presentación del proyecto en Conferencias sobre Energía y Medio Ambiente (Zaragoza)
- 24–31/10/ 2011 Presentación del proyecto en Jornadas en el ámbito de las energías eficientes como nuevo nicho de empleo, realizadas en colaboración con el servicio Riojano de Empleo
- 24/11/2011 Presentación del proyecto en Jornada sobre eficiencia energética en Centros Deportivos (Zaragoza)
- 29/11/2011 Presentación del proyecto en el marco del Foro Regional celebrado en la ciudad de Valladolid, en el propio edificio PRAE, donde se desarrolla el proyecto DOMOTIC, relativo a la “innovación y sostenibilidad en el sector de las tecnologías de la información y comunicación: Green-TIC”;
- 20/12/2011 Presentación del proyecto en la reunión con un grupo objetivo de hospitales y escuelas en Klagenfurt (Austria)
- 16/02/2012 Presentación del proyecto en el Symposium Energieinnovation (Technical University Graz, Austria)
- 13-14/03/2012 Presentación de Comunicación del proyecto “DOMOTIC”: “Actuación ejemplarizante del potencial de reducción del consumo energético y emisiones de CO2 en edificios ya construidos” en el II Congreso de Servicios Energéticos. Barcelona
- 15/03/2012 Presentación del proyecto “DOMOTIC” en la conferencia celebrada en las instalaciones de FSV de la plataforma de hardware libre “ARDUINO”.
- 20/04/2012 Presentación del proyecto en la Jornada 20 años de LIFE en Castilla y León
- 21/04/ 2012 Presentación del proyecto en EUREM (European Energy Manager) Graz
- 25/04/2012. Presentación del proyecto en Grazer Energiegespräche (Graz, Austria)
- 02/05/2012 Presentación del proyecto en THINK GREEN! Brussels, Conference of the European Economic and Social C. of Sustainable Development and the Green Economy.
- 07/05/2012 Presentación y publicación de comunicación del proyecto en el plenario del I Congreso de Edificios de Energía Casi Nula

- 22–25/05/2012 Presentación del proyecto “DOMOTIC” mediante comunicación GREEN WEEK Brussels
- 23/05/2012 Ponencia técnica sobre Domotica – Logroño
- 30-31 /05/2012 Presentación del proyecto en II Spanish Congress on Domotics CED2012
- 19/06/2012 Presentación del proyecto Sustainable Energy Week Zaragoza
- 09/2012 Inclusión del proyecto en la Estrategia de Gestión Sostenible de la Energía de la ciudad de Zaragoza – horizonte 2010/2020
- 27-30/11/2012 Presentación del proyecto en POLLUTECH 201. Lyon (Francia)
- 26-30/11/2012 Presentación del proyecto en Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) Madrid
- 13/02/2013 Networking meeting. Partner Construction21 project Intelligent Energy Europe (Valladolid)
- 26-28/02/2013 Presentación del proyecto en GENERA 2013 (Madrid)
- 10-12/04/2013- Presentación del proyecto en II Smart Energy Congress. Madrid
- 10-11/04/2013 Presentación del proyecto en el Congreso de Rehabilitación Integral en la Edificación RIED . Madrid
- 17/04/2013 Networking. Partner: INNOVAge Project. INTERREG IVC . Valladolid
- 23/04/2013 Presentación del proyecto en Ausbildung für Energiebeauftragte - Seminar for Energy Managers. Graz. Austria
- 03-06/06/2013 Presentación del proyecto en Green Week 2013. Bruselas
- 05/06/2013 Presentación del proyecto en Workshop Optimierungspotenziale mit GLT in öffentlichen Gebäuden – Workshop optimisation potentials with BMS in public buildings. Telepark Bärnbach. Austria
- 17/06/2013 Presentación del proyecto en OPTISOL project meeting. Zaragoza
- 19/09/2013 Presentación del proyecto en Curso de Formación para empleados públicos sobre sistemas de gestión ambiental. Valladolid
- 24-26/09/2013 Wind PowerExpo. Zaragoza
- 14/05/2014 Conferencia Final DOMOTIC- Valladolid
- 04/06/2014 Presentación del proyecto eb Jornada Eficiencia Energética y Regiones Europeas - Bruselas
- 06/06/2014 Presentación del proyecto en Workshop Casadomo - Edificios Inteligentes – Madrid
- 11-13/06/2014 Stand y Presentación del proyecto en Feria del Urbanismo y Medio Ambiente – TEC-MA. Madrid
- 12/06/2014 Premio Anual en la categoría “Eficiencia Energética” de la Asociación Española de Agencias de la Energía EnerAGEN al proyecto DOMOTIC. Oviedo



Presencia Institucional

05/02/2011 Rueda de Prensa de la Consejera de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León sobre la aplicación del programa “Espacios Naturales contra el Cambio Climático” incluyendo el proyecto DOMOTIC entre las líneas de actuación del programa

8/09/2011 Visita del Consejero de Innovación de Aragón a las instalaciones del Grupo San Valero



Presencia en Televisión

Edición de Spots de TV (20", 60", 4")

Pases en TV:

RtvCyL Castilla y León (del 12 al 22 de febrero)

15 spots 20", 22 spots 60' y entrevista de 10 minutos

Zaragoza local TV (del 4 de marzo al 4 de abril)

25 spots 20', 7 spots 60" y 2 spots 4'

Popular TV La Rioja (del 4 de marzo al 4 de abril)

TV Magazines: “Marcador”, “Punto de Vista”, “Que quede entre nosotros”, “La Rioja y Cia” “Pelota”.



Artículos y publicaciones

Boletín Digital Desarrollo Sostenible en Castilla y León. Nº 0 septiembre 2010

Newsletter de la Asociación de Empresas de Tecnologías de información de Castilla y León. AETICAL 17/02/2012

Libro de comunicaciones del Congreso Edificios de Energía Casi Nula. Mayo 2012

Publicación digital “20 años de LIFE en Castilla y León” mayo 2012

Libro de comunicaciones del Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). Octubre 2012

Artículo en revista CYL Digital. Abril 2014

Artículo en suplemento de innovación en Prensa Regional “El Norte de Castilla” especial “e-volucion”. mayo 2014

Artículo en suplemento de innovación en Prensa Regional “El Mundo” especial “innovadores”. Mayo 2014

Sección especial LIFE DOMOTIC en medio de comunicación digital Casadomo. Junio 2014

Artículo en revista web Futureenergy. Junio 2014

Artículo en revista especializada "Electroeficiencia". Nº 16. Junio 2014

Artículo del proyecto en KNX España Newsletter nº 22 y KNX web Agosto 2014



CONEXIÓN CON LA ENERGÍA
Eficiencia energética y sostenibilidad

Resúmenes
Informativos

Nº 22
Agosto 2014

Proyecto europeo LIFE DOMOTIC
Sistemas de control y monitorización domótica de consumos energéticos en tres edificios

Autores: Jorge García-Molina, José Luis Hueso, Javier Llamas, Marcos Llamas, César Romero, Ferrn

Introducción
El sector tecnológico de la construcción en España está sufriendo un cambio de paradigma. La demanda de edificios más eficientes y sostenibles está creciendo, lo que requiere de nuevas tecnologías y soluciones. El proyecto LIFE DOMOTIC es una iniciativa europea que busca demostrar la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos.

Objetivos
El proyecto tiene como objetivo principal demostrar la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos. Los objetivos específicos son:

- Reducir los consumos energéticos en los edificios.
- Optimizar el uso de los recursos energéticos.
- Mejorar la calidad del aire interior.
- Reducir las emisiones de CO₂.

Beneficios
El proyecto ofrece una serie de beneficios, tanto para los edificios como para el medio ambiente. Entre ellos:

- Reducción de los costes de explotación.
- Mejora de la calidad del aire interior.
- Reducción de las emisiones de CO₂.
- Optimización del uso de los recursos energéticos.

Conclusiones
El proyecto LIFE DOMOTIC ha demostrado la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos. Los resultados obtenidos son muy positivos, lo que permite afirmar que esta tecnología es una solución viable para mejorar la eficiencia energética de los edificios.

LA DOMÓTICA
al servicio de la EFICIENCIA ENERGÉTICA
en los EDIFICIOS PÚBLICOS

ORIGEN PUBLICADO

Resumen
El sector tecnológico de la construcción en España está sufriendo un cambio de paradigma. La demanda de edificios más eficientes y sostenibles está creciendo, lo que requiere de nuevas tecnologías y soluciones. El proyecto LIFE DOMOTIC es una iniciativa europea que busca demostrar la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos.

Objetivos
El proyecto tiene como objetivo principal demostrar la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos. Los objetivos específicos son:

- Reducir los consumos energéticos en los edificios.
- Optimizar el uso de los recursos energéticos.
- Mejorar la calidad del aire interior.
- Reducir las emisiones de CO₂.

Beneficios
El proyecto ofrece una serie de beneficios, tanto para los edificios como para el medio ambiente. Entre ellos:

- Reducción de los costes de explotación.
- Mejora de la calidad del aire interior.
- Reducción de las emisiones de CO₂.
- Optimización del uso de los recursos energéticos.

Conclusiones
El proyecto LIFE DOMOTIC ha demostrado la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos. Los resultados obtenidos son muy positivos, lo que permite afirmar que esta tecnología es una solución viable para mejorar la eficiencia energética de los edificios.

PANORAMA
Proyecto europeo

Sistemas de control y monitorización domótica de consumos energéticos en tres edificios

Proyecto europeo LIFE DOMOTIC

DOMOTIC

Life

Los autores de este artículo analizan el caso de los proyectos europeos DOMOTIC, financiado por la UE dentro del programa de cooperación LIFE, en edificios españoles que han incorporado sistemas de control y monitorización domótica para optimizar los recursos energéticos y reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

CONAMA2012
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Proyecto LIFE DOMOTIC: sistemas de control y monitorización domótica de consumos energéticos en tres edificaciones

PROYECTO EUROPEO LIFE DOMOTIC: MONITORIZACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS

EUROPEAN PROJECT LIFE DOMOTIC: MONITORIZATION OF ENERGY CONSUMPTION IN THREE BUILDINGS

INTELLIGENT CONSTRUCTION

Abstract
The authors of this article analyze the case of the European projects DOMOTIC, financed by the EU within the LIFE program, in Spanish buildings that have incorporated domotic control and monitoring systems to optimize energy resources and reduce CO₂ emissions to the atmosphere.

Keywords
Domotic control and monitoring systems, energy efficiency, CO₂ emissions, intelligent construction.

1. Introducción
El sector tecnológico de la construcción en España está sufriendo un cambio de paradigma. La demanda de edificios más eficientes y sostenibles está creciendo, lo que requiere de nuevas tecnologías y soluciones. El proyecto LIFE DOMOTIC es una iniciativa europea que busca demostrar la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos.

2. Objetivos
El proyecto tiene como objetivo principal demostrar la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos. Los objetivos específicos son:

- Reducir los consumos energéticos en los edificios.
- Optimizar el uso de los recursos energéticos.
- Mejorar la calidad del aire interior.
- Reducir las emisiones de CO₂.

3. Beneficios
El proyecto ofrece una serie de beneficios, tanto para los edificios como para el medio ambiente. Entre ellos:

- Reducción de los costes de explotación.
- Mejora de la calidad del aire interior.
- Reducción de las emisiones de CO₂.
- Optimización del uso de los recursos energéticos.

4. Conclusiones
El proyecto LIFE DOMOTIC ha demostrado la viabilidad de los sistemas de control y monitorización domótica en edificios públicos. Los resultados obtenidos son muy positivos, lo que permite afirmar que esta tecnología es una solución viable para mejorar la eficiencia energética de los edificios.

10.4. Conferencia internacional

El 14 de Mayo de 2014 tuvo lugar en Valladolid, en el Centro de Recursos Ambientales de Castilla y León (PRAE) la Conferencia Final del proyecto europeo LIFE DOMOTIC.

En la misma, además de exponerse los resultados del proyecto, se reunió a más de 70 gestores y diseñadores de edificios, fundamentalmente en los ámbitos de la Administración y de la Educación, y a profesionales del sector, para debatir y divulgar los beneficios económicos, ambientales y sociales de la domótica.

En esta jornada se presentaron las últimas novedades en software y aplicaciones para gestión energética de edificios, (KNX, y DexmaTech) o en certificación de edificios que utilizan domótica e inmótica (CEDOM).

También se presentaron aplicaciones domóticas específicas para personas mayores y con discapacidad, (Centro Tecnológico e Industrial de Extremadura y Universidad de Burgos) o aplicaciones a edificios históricos y patrimoniales, (Fundación Santa María la Real), así como aplicaciones para el control de persianas e iluminación en oficinas (Luxmate)

Así mismo se analizó el importante papel que para el desarrollo del sector domótico juegan los servicios de divulgación y formación en materia, como es el caso del Portal de Comunicación Casadomo (Grupo Tecmared).

La presentación de los resultados del proyecto se realizó por el departamento de arquitectura de la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León y por el grupo Alvarez Beltrán, asistencia técnica de la Fundación San Valero para el desarrollo del proyecto

Conclusiones:

- La Monitorización permanente de consumos, en un contexto de “Prestación integral de servicios para la Gestión de la Energía”; debe incorporarse a los contratos que se formalicen con las “Empresas de mantenimiento”, si se quiere garantizar la sostenibilidad de los sistemas en el tiempo.

Para dichas empresas, la incorporación de este “nuevo servicio” (control de producción energética & control de consumo energético) hará que se diferencien de las que sólo ofrecen servicios de mantenimiento, confiriéndoles una “ventaja competitiva” que fortalecerá la confianza del cliente y favorecerá su incorporación al emergente mercado de las Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs/ESEs).

- La elección de “Sistemas abiertos” para la gestión de dispositivos, control de la producción energética y de consumos, frente a “Sistemas propietarios”; es clave para reducir la dependencia de terceros, garantizar la durabilidad de las instalaciones, la compatibilidad entre dispositivos y la reducción de costes futuros por adaptación de las mismas a nuevas configuraciones.

- Los sistemas para la “Gestión de la Energía” deben considerarse ahora como parte de “un todo” que supera la tradicional medición del consumo y el control de las propios instalaciones; en una orientación que permita conformar una red armonizada de ciudades inteligentes (Smart Cities), basadas en el desarrollo e integración de: “Smart homes”, “Smart buildings”, “Smart meterings”, “Smart grids” y planes de “Smart mobility”.

- Las auditorías y los procedimientos de monitorización de la producción y el consumo energético, no deben limitarse tan solo a comparar en el tiempo los resultados de las mediciones realizadas; sino que han de considerar otros factores de afectación externa como la “climatología”, “niveles de ocupación”, “cambios de uso de las instalaciones” y la posible evolución de “comportamientos y conducta” de los usuarios, entre otros; es decir, deben añadir un “control de los factores desviación”, para garantizar la homogeneidad de los datos a comparar y, en definitiva, la validez de las auditorías.

- Los sistemas domóticos para el control y la automatización de edificios han evolucionado en concepto y superan la mera y simple automatización de dispositivos, en una concepción que ha de tomar en consideración las características, el entorno físico de implantación del edificio y las condiciones bioclimáticas

derivadas. Es por tanto necesario considerar muy detalladamente y desde una óptica multidisciplinar, los ámbitos de control, metodologías de medición y sistemas domóticos a implantar.

Así por ejemplo, para el control de iluminación: será necesario evaluar la conveniencia de implantar heliómetros que controlen la actuación motorizada de las lamas exteriores de regulación, e interactúen con DALI (Digital Addressable Lighting Interface - Interfaz de iluminación con direccionamiento digital) y con la información facilitada por los sensores de luminosidad. Respecto a estos últimos, su ubicación y orientación habrá de ser estudiada en detalle para que no proporcionen sólo valores basados en la iluminancia interior.

O desde el punto de vista de la medición, habrán de considerarse los factores de desviación derivados, por ejemplo, de la influencia del clima y su interrelación con las características constructivas del propio edificio y su orientación.

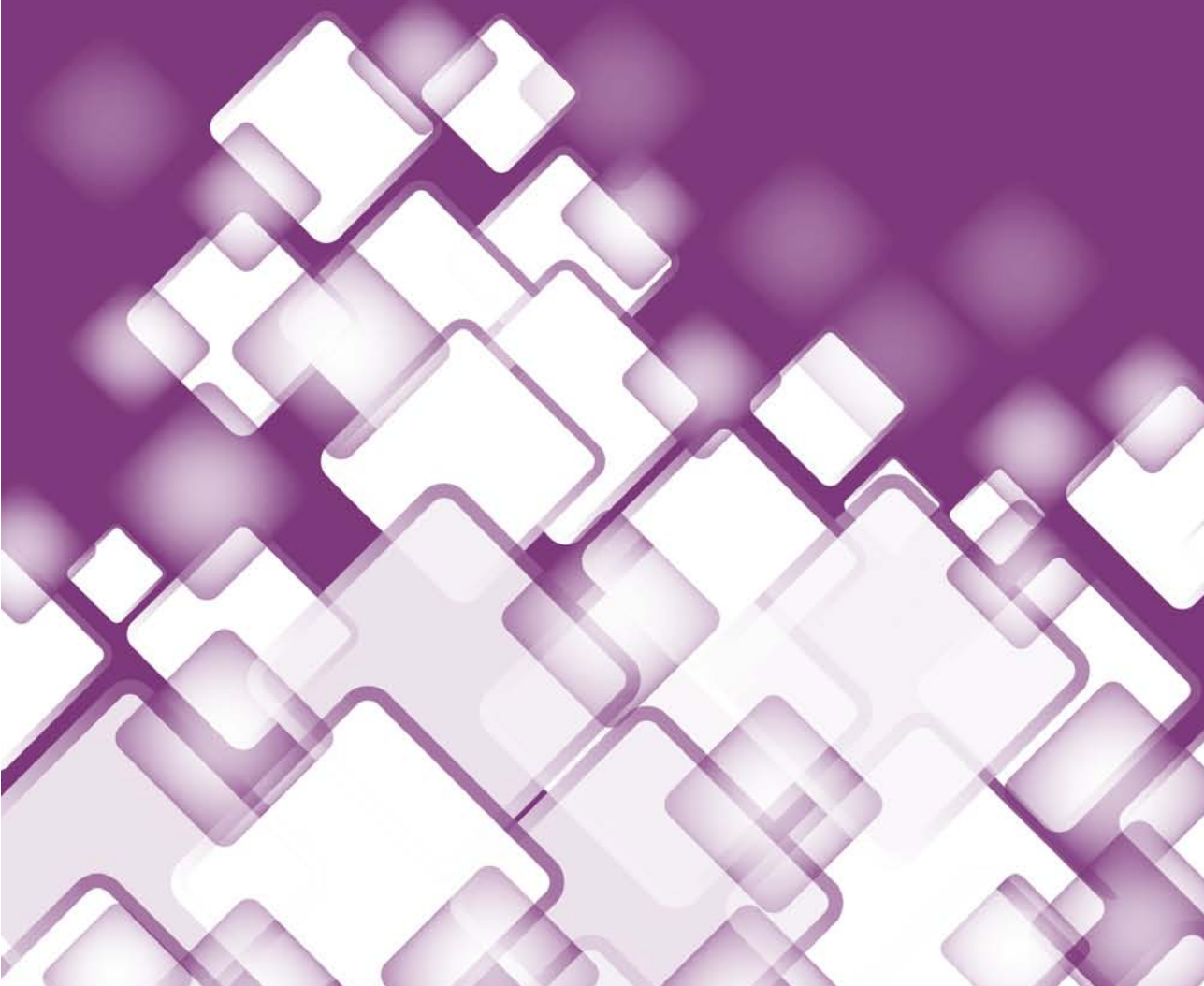
- Los programas (software) diseñados para la “Calificación energética de edificios”, deben permitir discriminar la influencia y los ahorros que genera la implantación de los “Sistemas domóticos” (control y automatización); al margen de los generados por la mera implantación de otra serie de medidas de eficiencia o por la sustitución de equipos más eficientes. Considerando la implantación de la norma UNE-EN 15232 “Eficiencia energética de los edificios”; que integra los métodos de cálculo de la mejora de la eficiencia energética mediante la aplicación de sistemas integrados de gestión técnica de edificios.
- Los edificios del “patrimonio histórico” con elevado valor arquitectónico o que aquellos que alberguen en su interior obras con elevado valor artístico; presentan un enorme potencial de mejora de la eficiencia energética; pero presentan la limitación que impone el respeto a las obras o estructuras que no pueden verse afectadas por las acciones de implantación. Existen sistemas de monitorización (máquina-máquina) mínimamente invasivos, creados ad-hoc para realizar este tipo de controles (Ej.: Monitoring Heritage System: Proyecto de monitorización de parámetros ambientales, estructurales y de seguridad, como herramienta para implementar una metodología de conservación preventiva; que ha desarrollado y utiliza dispositivos específicamente adaptados al “Patrimonio histórico”).

En este campo, existe tecnología que puede instalarse sin ningún tipo de obra, libre de mantenimiento y versátil para adaptarse a futuros cambios de distribución interior (Ej.: ENOCEAN, que combina captadores de energía miniaturizados con tecnología radio de muy bajo consumo; estas redes inalámbricas de sensores funcionan durante décadas sin mantenimiento, son flexibles, y aseguran importantes reducciones de costes y ahorros energéticos.

- “Marketing negativo”: Es muy importante no devaluar la utilidad demostrada de los sistemas domóticos de control y automatización de edificios, por ejemplo, haciendo un mal uso o infrutilizando el potencial de dichos sistemas, cuando ya están implantados. Un ejemplo de “Marketing negativo” es el que se produce al constatar en algunas instalaciones, que un elevado % de los controles de iluminación implantados, se encuentran desactivados...
- Especialmente relevante, como futuro campo de desarrollo y aplicación de la “Domótica”, es aquél que no sólo persigue mejorar las ratios de eficiencia energética; sino que pone la “Domótica” al servicio de los “Mayores”, de los “Discapacitados” y de las personas “Dependientes”; en un contexto de aplicación orientada a los “Servicios Sociales”.



11. PRIMERA RED EUROPEA DE MODELOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (ENTIDADES ADHERIDAS)



11. Primera Red Europea de Modelos de Eficiencia Energética (Entidades adheridas)

En el ámbito del proyecto DOMOTIC, se ha creado una red de entidades comprometidas con la gestión inteligente de los edificios y el ahorro y la eficiencia energética en los mismos, con el objeto de fomentar el intercambio de experiencias de entidades comprometidas con la eficiencia energética en edificios y con el uso de la domótica y la inmótica. Todo ello con vistas a fomentar la estrategia europea de lucha contra el cambio climático con medidas de fácil aplicación.

Esta red on-line intenta reunir a entidades sensibilizadas y comprometidas en este campo y que cuenten con aplicaciones domóticas o sistemas de gestión energética de edificios ya implantadas o en planificación. La red se encuentra visible en la página web del proyecto. www.lifedomotic.eu

Además, las entidades adheridas pueden enviar y compartir sus experiencias en este ámbito, haciéndose públicas en el espacio web de la Red Europea, destinado a Buenas Prácticas.

Las entidades adheridas a la Red podrán utilizar un placa o distintivo diseñado al efecto que les permitirá identificarse como integrantes de la Red de Modelos Europeos de Eficiencia Energética.

Relación de miembros de la Red



Miembros colaboradores que han enviado sus buenas prácticas en eficiencia energética



Ejemplo:

Universidad de La Rioja

- Estudio de optimización termo-energética del Edificio Politécnico de la UR
- Definición de instalaciones necesarias para cubrir de forma eficiente las necesidades de la Escuela Técnica superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de La Rioja

