

# ESTUDIO LUMINOTÉCNICO Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CEIP EL PALAU

Víctor Rubias Carrasco

## Resumen

El trabajo realizado se centra en el edificio del CEIP El Palau de Molins de Rei, en él se analiza la instalación de iluminación actual, se plantea una mejora en la instalación de iluminación, se justifica el incremento en cuanto a eficiencia energética y se estudia la viabilidad económica de la actuación.

Para el análisis de los puntos citados se ha tenido en cuenta la normativa vigente como el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT), el Código Técnico de Edificación (CTE) y las normas UNE (Una Norma Española).

A través de las visitas al centro escolar, se ha obtenido información sobre la instalación de iluminación, los hábitos de uso y las necesidades del centro. Con la información empírica obtenida a raíz de las visitas al edificio, de la comprobación de la instalación y el estudio luminotécnico llevado a cabo mediante el software DIALux EVO, se obtienen los datos necesarios para la estimación del ahorro energético, económico y el tiempo de amortización de la propuesta.

## 1. Introducción

El CEIP El Palau, antiguamente Alfonso XIII, es un edificio emblemático para todos los molinencs y molinencas, no sólo por su antigüedad y arquitectura, sino por haber sido para muchos de ellos su “escuela” y punto de inicio en su carrera académica.

En el presente documento se ha sometido a estudio las instalaciones actuales de iluminación del centro escolar y el uso que se hace de las mismas, así como la valoración de los efectos que supondría substituir la instalación de iluminación actual por una iluminación LED.

Para llegar a conocer estos efectos se han analizado los valores obtenidos en referencia a la eficiencia energética, la estimación de consumo de energía eléctrica, la tendencia del precio del termino de potencia y del termino de energía, el ahorro de emisiones a la atmósfera y la generación de residuos radioactivos.

En la actualidad es conocido por todos el papel que desempeñará en años venideros la eficiencia energética, cada vez más vinculada al desarrollo sostenible y a la importancia de no hipotecar ni el medio ambiente ni las vidas de las próximas generaciones. Es por ello, que tanto entidades europeas y estatales promueven e impulsan iniciativas vinculadas a la mejora de la eficiencia energética.

## 2. Elementos de estudio

El presente trabajo consta de los siguientes puntos de estudio:

- ✓ Descripción instalaciones actuales
- ✓ Estudio luminotécnico de la solución adoptada
- ✓ Eficiencia energética sobre la solución adoptada
- ✓ Estimación consumo y precio emergentía eléctrica
- ✓ Estudio económico de la solución adoptada
- ✓ Cálculos DIALux Evo.
- ✓ Planos

## 3. Descripción del edificio

El centro escolar CEIP El Palau se encuentra emplazado en un edificio a los cuatro vientos que data de principios del s. XX. Es el centro escolar más antiguo del municipio, con más de 80 años de historia, por ello se trata de uno de los edificios emblemáticos de Molins de Rei.

Los tres accesos principales se encuentran en c/ Rubió y Ors nº 1. Así mismo, se dispone de un acceso al patio de la escuela, a través de la calle Rafael Casanova.

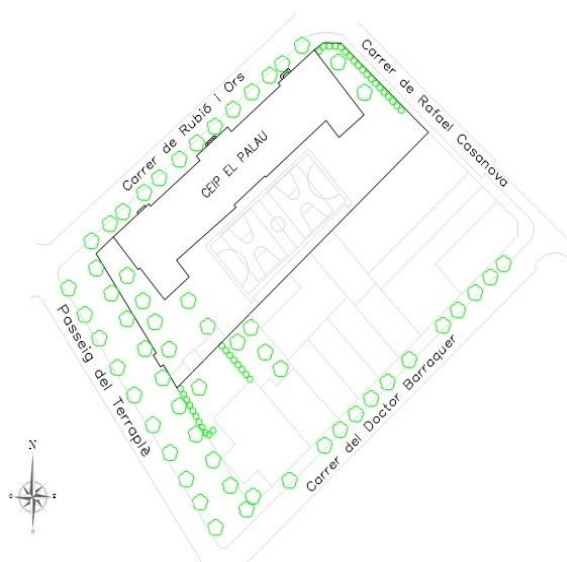


Figura 1. Ubicación edificio

El edificio consta de una planta bajo rasante y tres sobre rasante, con una superficie útil de 2778,45m<sup>2</sup>. Mediante los accesos de la C/Rubió i Ors se accede a planta baja, y el acceso desde el patio, corresponde a P-1.

### 3. Instalaciones actuales

La siguiente tabla muestra la instalación de iluminación actual, compuesta de luminarias dotadas de lámparas fluorescentes, incandescentes y halógenas

MODELO LUMINARIA	P -1	P 0	P 1	P 2	UDS. TOTAL
Luminaria emergencia incandescente 4W	52	43	37	5	137
Philips TL-D Super 80 36W 830	29	14	10	7	60
Philips TL-D 90 De Luxe 58W 930	84	111	128	0	323
Lámpara halógena microica 50W	0	0	0	10	10
Lámpara halógena 300W	13	3	3	1	20
Lámpara incandescente 60W	0	1	0	0	1
Lámpara incandescente 100W	4	0	0	0	4
Philips MASTER TL-D Super 80 18W	4	0	0	0	4
					559

Figura 2. Listado actual luminarias

La potencia total instalada destinada a iluminación en la actualidad es de 32097 W.

En cuanto a los aparatos eléctricos o elementos de consumo del centro, en su mayor parte estos corresponden a equipos de oficina y de audiovisuales, como por ejemplo TV, reproductores de CD y DVD, fotocopiadoras, ordenadores, impresoras, radios, etc. Por otro lado, los aparatos de mayor demanda de potencia corresponden al accionamiento del ascensor, así como a los aparatos industriales de cocina, lavavajillas, freidora, etc. El total de potencia instalada en aparatos eléctricos es de 61715 W.

Resultando la potencia total de la instalación de 93812 W.

### 4. Estudio luminotécnico

El estudio luminotécnico se ajusta a la norma UNE 12464.1, sobre la iluminación para interiores, que hasta la fecha marca las directrices a seguir, así como los niveles recomendados de iluminancia media horizontal mantenida ( $E_m$ ), índice de deslumbramiento unificado (UGR) e índice de rendimiento de color ( $R_a$ ) en función del uso de la edificación o sala.

En este apartado se ha valorado también la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, determinada por el VEEI ( $W/m^2$ ) por cada 100 lx.

La herramienta empleada para al cálculo y simulación de la iluminación en el edificio ha sido DIALux EVO, software gratuito que permite crear proyectos de iluminación profesional en 3D en todo tipo de espacios. Mediante DIALux se han obtenido tres escenas de iluminación que han servido para determinar la tipología, distribución y número de puntos de iluminación (luminarias).

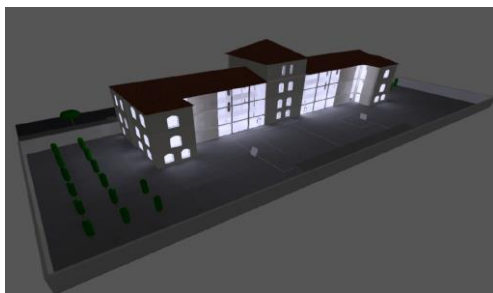


Figura 3. Escena iluminación general (noche)



Figura 4. Escena iluminación emergencia (noche)

Una de las características de DIALux EVO frente a la versión convencional, es la posibilidad de simular escenas de iluminación natural diurna, obteniendo valores de niveles de iluminación de las estancias.



Figura 5. Escena iluminación natural (día)

Se propone el uso de luminarias con altos rendimientos lúminicos como las seleccionadas, tipo LED de la marca Philips, todas ellas con una temperatura de color de 4000° K.

MODELO LUMINARIA	P -1	P 0	P 1	P 2	UDS. TOTAL
4MX850 G3 581 1xLED80S/840 PSD	9	0	0	0	9
4MX900 G3 L1800 1xLED60S PSD A30	9	10	9	1	29
BBG390 6xLED-HB-25/840	0	0	0	6	6
BPS640 W21L125 1xLED24/840 LIN-PC	25	93	65	0	183
DN460B IP44 1xLED11S/840 C	69	39	43	5	156
ST640T G2 1xLED27S/840 MB	10	6	6	2	24
WT460C EL3 L1600 EM 1xLED35S/840	51	43	37	5	136
					543

Figura 6. Listado luminarias LED

En el apartado 8.3 de Anexos 3 del trabajo constan todos los cálculos y resultados obtenidos.

### 5. Estudio eficiencia energética

Con la implementación de luminarias LED de la propuesta de mejora de la instalación de iluminación se reduciría en un 67,75% la potencia instalada:

	$\Delta P-1$	$\Delta P 0$	$\Delta P 1$	$\Delta P 2$	$\Delta TOTAL$
AHORRO POTENCIA en kW	8,50	5,35	7,20	0,69	21,75
INSTALADA en %	73,66	57,74	70,82	61,82	67,75

Figura 7. Ahorro potencia instalada propuesta

En anexos 2 del trabajo, en la tabla 8.2.1 y 8.2.2. se ha realizado una estimación del uso de iluminación y de los

elementos de consumo (aparatos eléctricos), obteniendo valores estimados próximos al uso real. Una vez conocidas las potencias de la instalación de iluminación y de los aparatos eléctricos, podemos obtener una estimación del ahorro de energía eléctrica consumida en un año:

<b>ESTIMACIÓN CONSUMO ANUAL TOTAL PROPUESTA</b>	<b>38107,25 kWh</b>
<b>PROMEDIO CONSUMO ANUAL TOTAL ACTUAL</b>	<b>65118,94 kWh</b>
<b>AHORRO CONSUMO TOTAL: ACTUAL - PROPUESTA</b>	<b>27011,69 kWh</b>
	<b>41,48 %</b>

Figura 8. Ahorro energético implementación propuesta

Con la implementación de un sistema de iluminación integral LED se incrementa considerablemente la eficiencia energética de las instalaciones del edificio, reduciendo en consecuencia las emisiones y la generación de residuos radiactivos.

En un periodo de 20 años se estima que se dejarían de consumir 540 MWh de energía eléctrica, lo que supondría dejar de emitir 61'5·103 kg de CO<sub>2</sub>, 131'8 kg de SO<sub>2</sub>, 93'4 kg de NO<sub>x</sub>, así como dejar de generar 675'29 cm<sup>3</sup> de residuos radiactivos de baja y media actividad, y 142'1 g de residuos radiactivos de alta actividad.

## 6. Estudio económico

Las lámparas LED son, por lo general, más caras que las restantes alternativas, de forma que una parte importante de la justificación de su rentabilidad recae en su mayor vida útil, que se traduce en un gasto inferior por reposiciones y menores gastos de mantenimiento.

Las lámparas propuestas para la mejora de la instalación de iluminación son unas lámparas LED marca Philips, la elección de estas luminarias ha sido por el amplio catálogo de lámparas LED y por la garantía que ofrece Philips en los modelos escogidos. En todos los modelos escogidos Philips ofrece una garantía de 5 años con posibilidad de hacerse extensible a 10. Según el fabricante, la vida útil en años para una lámpara 20.000 horas es de 5 años de vida, por lo que se estima que, al tratarse de luminarias diseñadas para trabajar durante 80.000 horas, se estima una vida útil de 20 años.

El presupuesto de la propuesta con instalación y suministro asciende a 102.953,6€:

MODELO LUMINARIA	UDS. TOTAL	PRECIO
4MX850 G3 581 1xLED80S/840 PSD	9	1.701,0 €
4MX900 G3 L1800 1xLED60S PSD A30	29	4.263,0 €
BBG390 6xLED-HB-25/840	6	357,0 €
BPS640 W21L125 1xLED24/840 LIN-PC	183	55.339,2 €
DN460B IP44 1xLED11S/840 C	156	15.288,0 €
ST640T G2 1xLED27S/840 MB	24	3.780,0 €
WT460C EL3 L1600 EM 1xLED35S/840	136	22.225,4 €
		<b>102.953,6 €</b>

Figura 9. Coste implementación propuesta

El gasto en destinado en la actualidad a mantenimiento de las instalaciones de iluminación es de aproximadamente 2.636,9 € cada dos años, por lo que supone para el centro escolar un gasto anual de 1.318,4€.

El gasto anual destinado a en la actualidad a mantenimiento de las instalaciones de iluminación, la reducción del termino de potencia contratada y la reducción en el consumo energético son algunos de los factores que contribuyen a la reducción del tiempo de amortización.

La reducción del termino de potencia contratada (80kW) solicitando a la compañía eléctrica la contratación de 43,648 kW, supondría una medida de ahorro teniendo en cuenta que la estimación es que tanto el termino de potencia como el de energía aumenten con el paso de los años.

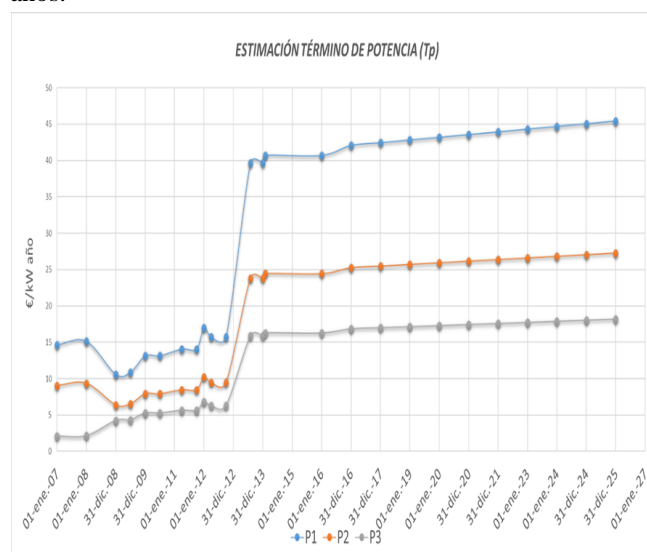


Figura 10. Tendencia precio T<sub>p</sub>

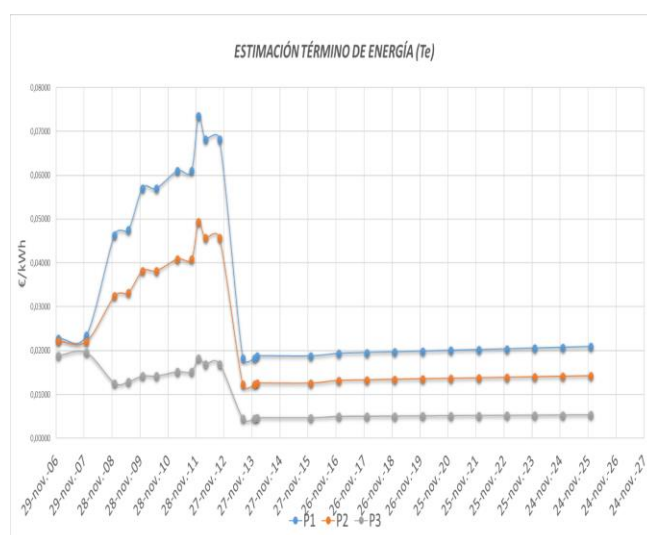


Figura 11. Tendencia precio T<sub>E</sub>

Esta tendencia positiva en el precio del TP y TE, unido al ahorro de kW instalados y kWh consumidos, supondría un ahorro inicial de aproximadamente 5.300 € al año en la factura eléctrica.

Suponiendo la aceptación de la solicitud de ayuda por aprobación de los criterios fijados en BOE Núm. 107 del martes 5 de mayo de 2015, se obtendría una ayuda base inicial del 20% y un préstamo sin intereses a amortizar en 10 años, por lo que el centro escolar o el ayuntamiento, deberían desembolsar un capital inicial exento de financiación de 10.295,4€.

AYUDA BASE (20%)	IMPORTE ACTUACIÓN	PRÉSTAMO AYUDA (70%)	COSTE EFECTIVO (10%)
20.590,7 €	102.953,6 €	72.067,5 €	10.295,4 €

Figura 12. Partidas implementación LED

Por tanto, teniendo en cuenta el incremento del coste de la energía, el ahorro energético y económico que supondría la implementación de la propuesta, la drástica reducción en la partida de mantenimiento, y el presupuesto o coste de la adopción de las medidas propuestas, se obtiene que la inversión quedaría amortizada a los 12 años.



Figura 13. Tiempo de amortización

## 7. Conclusión

Cuando se analiza la implementación de lámparas LED frente a otras alternativas más conocidas y contrastadas, como lo son las incandescentes o fluorescentes, uno de los parámetros más importantes añadido a su bajo consumo y alto rendimiento, es la vida útil de las mismas.

Las lámparas LED son, por lo general, considerablemente más caras que sus homólogas tradicionales, que son mucho más económicas, aunque con valores muy inferiores en cuanto a eficiencia energética.

La principal justificación de la rentabilidad del uso de iluminación LED recae en su mayor vida útil, que se traduce en un gasto inferior por reposiciones y menores gastos de mantenimiento, además de la característica ya mencionada relacionada con la elevada eficiencia energética, entre las luminarias LED seleccionadas existen modelos que ofrecen un rendimiento de hasta 152 lm/W.

En el análisis del precio de la energía eléctrica y de su tendencia, se hace evidente la importancia de dotar a las instalaciones eléctricas de tecnologías que proporcionen

una eficiencia energética por motivos económicos y de sostenibilidad.

En los últimos años el coste del término de potencia está casi triplicando los importes de hace 5 años.

Reducir la potencia de los elementos de consumo de energía eléctrica supone la posibilidad de reducir el término de potencia contratado, comportando un ahorro en la factura del suministro eléctrico.

Una vez valorado el incremento del coste de la energía, el ahorro energético y económico que supondría la implementación de la propuesta, y el presupuesto o coste de la adopción de las medidas propuestas, se obtiene que la inversión quedaría amortizada a los 12 años.

Se prevé que la eficiencia energética ganará día a día más peso en lo relacionado con la ingeniería y la edificación, cada vez más vinculada al desarrollo sostenible y a la importancia de no hipotecar ni el medio ambiente ni las vidas de las próximas generaciones.

El mejor complemento a la inversión en la mejora de las instalaciones, es la de divulgar hábitos de consumo energético a los alumnos.

El coste que supondría la implementación de la propuesta de mejora de la instalación de iluminación no se contempla como un gasto, sino como una inversión.

## 8. Agradecimientos

Agradecer todo el respaldo y colaboración recibida del Ayuntamiento de Molins de Rei, en especial del área de Sostenibilidad i Territorio (SIT) y del personal responsable del CEIP El Palau de Molins de Rei.

## 9. Referencias

SOLANS I RODA, CONCEPCIÓ. *Escola Alfons XIII: 75 anys d'història: 1926-2001, Molins de Rei, 2001*

JOSE MARIA MERINO. *Eficiencia Energética. Edicions Urmo, 2006*

FRANCISCO JAVIER REY MARTÍNEZ Y ELOY VELASCO GÓMEZ. *Eficiència energètica a edificis: Certificació i auditories energètiques. Edicions Parainfo, 2010*