

PROYECTO DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL ALUMBRADO PUBLICO DEL T.M. D'ANDRATX



1. ANTECEDENTES

La correcta iluminación de los viales urbanos es un requisito imperativo para la seguridad vial en los mismos. Este compromiso se argumenta en el importante consumo energético en alumbrado y el sobreconsumo generado por la iluminación ineficiente.

Asimismo, se desea contrarrestar el exceso en los niveles de iluminación del municipio que, dando lugar a un sobre consumo y a una mayor emisión de CO2 a la atmósfera.

Por último, se pretende la implantación progresiva de soluciones lumínicas que iluminen de un modo justo y eficiente el paisaje nocturno, transmitiendo una sensación de seguridad y confort visual al ciudadano y minimizando la contaminación lumínica.

Este proyecto se realiza:

- De acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias. R.D. 842/2002, de 2 de agosto. ITC-BT 09.
- De acuerdo con el R.D. 1890/2008, 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- A partir de los datos disponibles por el Servicio Cartográfico del Ajuntament.

2. OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto la MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL T.M. D'ANDRATX, así como proceder a su valoración económica, a fin de que se pueda llevar a cabo su contratación.

El proyecto tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior a ejecutar, con la finalidad de:

- Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica y reducir la luz intrusa o molesta.
- Sustituir luminarias de edad avanzada por luminarias de alta eficiencia energética, diseño y funcionalidad.
- Eliminar lámparas de mercurio y luz mezcla por su baja eficiencia y toxicidad de sus componentes.
- Eliminar excesos de potencia en lámparas de VSAP y de halogenuros metálicos menos eficientes.
- Utilizar lámparas de larga vida útil y excelente reproducción cromática.
- Utilizar luminarias de alta eficiencia energética.
- Se descarta la utilización de luminarias contaminantes respecto a la generación de residuos peligrosos.
- Se descarta la utilización de luminarias contaminantes respecto al FHS.

La primera parte del problema, la de iluminar correcta y eficazmente, se consigue por varias vías de actuación, a, saber: el cambio progresivo de lámparas por otras de mayor eficiencia (caso de las LEDS), el empleo de relojes astronómicos para optimizar la gestión de encendidos y apagados del alumbrado (se ahorra mucha energía no encendiendo antes de hora ni apagando más tarde), la modernización y optimización de líneas y de centros de mando y, la más importante si cabe, la correcta estabilización y reducción controlada de la tensión que alimenta las lámparas a través de estabilizadores y reductores de flujo luminoso instalados en la cabecera de la línea de alimentación.

3. UBICACIÓN

Las actuaciones de mejora lumínica se realizarán en los sectores siguientes, se indican las potencias actuales instaladas y las posteriores a la actuación de mejora de la eficiencia energética y el ahorro anual en el termino de potencia:

Nº sector CAMP DE MAR	Potencia instalada kW	Potencia prevista kW	Ahorro anual potencia
MENHIR	3	0,8	80,3
DOLMEN	4,8	0,8	219
CAMI DES SALINAR	9	5,9	113,15
AVDA. DE LA PLAYA	6,2	1,48	172,28
Nº sector SANT ELM	Potencia instalada kW	Potencia prevista kW	Ahorro anual potencia
MALEA	13,59	4,4	335,44
XALOC	5,8	2,49	90,68
CALA ES CONILLS	6,4	1,86	165,71
Nº sector PORT D'ANDRATX	Potencia instalada kW	Potencia prevista kW	Ahorro anual potencia
CRTA PORT ANDRATX I	7	3,26	136,51
CRTA PORT ANDRATX II	8	3,45	421,75

LLEVANT	9	2,34	243,09
INGENIERO GABRIEL ROCA	7,68	3	170,82
ISAAC PERAL I	4.9	1,2	135,05
ISAAC PERAL II	7.1	2,03	185,05
ALMUDAINA	16	6,01	365

Instalación existente:

- Se obtiene un cálculo potencia instalada de 108.470 W para todos los sectores afectados.

Instalación propuesta:

- Se obtiene un cálculo potencia instalada de 39.024 W.

Por lo tanto el ahorro energético es de **69.446 W**, que resulta ser un **35,97 %** con respecto a la instalación existente. En términos económicos lo podemos cuantificar anualmente en:

Diferencial anual: 2,833,83€ en el termino fijo de potencia.

Si tenemos en cuenta que las horas de funcionamiento anual de una instalación de alumbrado publico son 4.200 horas, el ahorro por la energía consumida de menos por la instalación de luminarias mas eficientes resulta:

Nº sector CAMP DE MAR	Consumo actual kWh	Consumo previsto kwh	Ahorro consumo anual
MENHIR	12.600	3.360	1.293,6

DOLMEN	20.160	3.360	2.352
CAMI DES SALINAR	37.800	24.780	1.822,8
AVDA. DE LA PLAYA	26.040	6,216	2.775,36
Nº sector SANT ELM	Potencia instalada kW	Potencia prevista kW	Ahorro anual potencia
MALEA	57.078	18.400	5.414,92
XALOC	24.360	10.668	1916,88
CALA ES CONILLS	26.880	7.812	2.669,52
Nº sector PORT D'ANDRATX	Consumo actual kWh	Consumo previsto kwh	Ahorro consumo anual
CRTA PORT ANDRATX I	29.400	13.692	2.199,12
CRTA PORT ANDRATX II	33.600	14.490	2.675,4
LLEVANT	37.800	9.828	3.916,08
INGENIERO GABRIEL ROCA	32.256	12.600	2.751,84
ISAAC PERAL I	20.580	5.040	2.175,6
ISAAC PERAL II	29.820	8.526	2.281,16
ALMUDAINA	67.200	25,242	5.846,12

Por lo tanto el ahorro energético, consumo, es de **69.446 W**, que resulta ser un **35,97 %** con respecto a la instalación existente. En términos económicos lo podemos cuantificar anualmente en:

Potencia x H. funcionamiento x €. kW:

- 108,47 kW x 4200 x 0.14 = 63.780,36 €.

- 39,024 kW x 4200 x 0.11248 = 22.946,11 €.

Diferencial anual: 40.834,24 € . En el consumo eléctrico.

4. CONSIDERACIONES PREVIAS

4.1 DIRECTRICES GENERALES. SERVICIO MUNICIPAL DE ALUMBRADO

El proyecto se realiza con las siguientes directrices generales:

- Sustituir luminarias de edad avanzada por luminarias de alta eficiencia energética, funcionalidad y con FHS
- Eliminar lámparas de mercurio por su baja eficiencia y toxicidad de sus componentes.
- Eliminar excesos de potencia en lámparas de mercurio.
- Utilizar lámparas de larga vida útil y excelente reproducción cromática.
- Instalación de equipos estabilizadores-reductores de flujo situados en cabecera de línea.

Por otra parte estas instalaciones de alumbrado público están diseñada de forma que durante las horas de transito normal de tráfico de vehículos y peatones , el nivel medio de iluminación tenga un valor suficiente para satisfacer las necesidades visuales, pero que después , durante la mayor parte del tiempo en la mayoría de los casos, proporcionen menor cantidad de luz, consumiendo menos energía y favoreciendo el ahorro en la instalación.

Los Estabilizadores-Reductores de Tensión de ahorro energético por su diseño, garantizan que la tensión que llega a las lámparas esté siempre dentro de los 2% del valor nominal, con lo que se logra que funcionen en las condiciones previstas, obteniéndose, además del flujo real y los niveles de iluminación previstos, un importante aumento de la esperanza de vida de las lámparas de descarga.

De igual forma, posibilita la reducción controlada y suave de la tensión de alimentación, con lo que se obtienen flujos uniformes y un importante ahorro energético.

Actualmente, en las modernas instalaciones de alumbrado público, no solo se trata de iluminar sino de hacerlo de la mejor y más racional forma posible, tratando de conseguir la mayor eficiencia energética posible así como la protección y longevidad de las instalaciones.

Con esta última medida conseguiremos, no sólo no dañar las instalaciones (sobre todo las lámparas de descarga) debido a las habituales sobretensiones nocturnas a la vez que obtenemos un beneficio económico al eliminar de raíz el consecuente sobreconsumo (un 10% de sobretensión equivale a un 21% de sobreconsumo), sino obtener un importante ahorro energético por reducción de tensión que, en muchos casos, podrá llegar al 40%.

El Estabilizador-Reductor está pensado y diseñado para su instalación en cabecera de línea, evitándose de este modo los engorrosos cableados suplementarios de otros sistemas y resultando, a la par, mucho más económica.

4.2 TIPOS DE ALUMBRADO

A los efectos de este proyecto, el departamento de Vies i Obres considera los siguientes tipos de alumbrado, de acuerdo con CIE-115-1995 (Recomendaciones para el alumbrado de calzadas de tráfico motorizado y peatonal) y CIE-92-1992 (Guía para iluminación de zonas urbanas):

- Vial funcional: aquellas en las que el tráfico rodado es más importante y apenas tienen uso peatonal nocturno, se les aplica el criterio de la **luminancia**.
- Vial ambiental: aquellas en las que el uso peatonal es más importante que el tráfico rodado. Por lo que el criterio de la **iluminancia** es el que debe aplicarse.
- Específico.
- Ornamental.

4.3 ZONIFICACIÓN

A los efectos de este proyecto, el Departament de Vies i Obres considera la Clasificación de vías de tráfico rodado, dentro del ámbito municipal.

ME3 Vías urbanas de tráfico importante con señalización y control bueno.

ME4 Vías urbanas de escaso tráfico con señalización y control pobre.

A los efectos de este proyecto, el Servicio Municipal de Alumbrado considera la Clasificación de vías urbanas:

P1 Calles urbanas comerciales con tráfico motorizado.

P2 Calles urbanas comerciales totalmente peatonales.

P3 Zonas residenciales de alta utilización: parques infantiles, zonas de reunión...

P4 Zonas residenciales de media utilización.

La guía CIE-126 establece además una clasificación zonal medioambiental, definiendo exigencias lumínicas "Flujo hemisférico superior de la luminaria" (Fhs) e "iluminancia vertical en la fachada" (Evf) para cada tipo de zona. Son aplicables 3 zonas:

E3 – Áreas urbanas residenciales.

Zona medioambiental	Valor máx. del Fhs (%)	Valor máx. de Evf (%)
E2	5	5
E3	15	10
E4	25	25

4.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

Con el fin de lograr una eficiencia energética adecuada, las instalaciones de alumbrado exterior proyectadas deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. Los niveles de iluminación de la instalación no superen lo establecido en la instrucción técnica complementaria ITC-EA 02 del Reglamento de Eficiencia Energética.

2. Para el alumbrado vial, deberán cumplirse los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en la ITC-EA-01 del citado reglamento.

3. Para el resto de instalaciones de alumbrado, deberán cumplirse los requisitos de factor de utilización, pérdidas de los equipos, factor de mantenimiento y otros establecidos en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.

4. En donde se requiera, se dispondrá de un sistema de accionamiento y de regulación del nivel luminoso, tal y como se define en la ITC-EA-04.

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

siendo:

- ϵ = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$)
- P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);
- S = superficie iluminada (m^2);
- E_m = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

La eficiencia energética puede determinarse también como:

- ϵ_L = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ($\text{lum}/\text{W} = \text{m}^2 \text{lux}/\text{W}$);
- f_m = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)
- f_u = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

$$\epsilon \left(\frac{\text{m}^2 \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

$$\epsilon = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

Las instalaciones de alumbrado vial funcional deberán satisfacer las exigencias de eficiencia energéticas fijadas reglamentariamente. ITC - EA- 02

Iluminancia media en servicio $E_n(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Del mismo modo, las instalaciones de alumbrado vial ambiental deberán satisfacer las exigencias de eficiencia energética fijadas reglamentariamente. ITC – EA- 02

Iluminancia media en servicio $E_n(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

El **índice de eficiencia energética (I ϵ)** se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ϵ) y el valor de eficiencia energética de referencia (ϵ_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada.

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

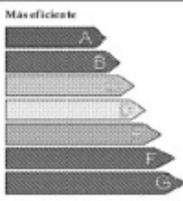
Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia E_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia E_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

El **Índice de Consumo Energético ICE**, definido como el inverso de la eficiencia energética, permite establecer una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante la escala de letras A-G, según la siguiente tabla:

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$ie > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq ie > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq ie > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq ie > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq ie > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq ie > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$ie \leq 0,20$

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
<p>Más eficiente</p>  <p>Menos eficiente</p>	
<p>Instalación:</p> <p>Localidad / calle:</p> <p>Horario de funcionamiento:</p> <p>Consumo de energía anual (kWh/año):</p> <p>Emisiones de CO₂ anual (kgCO₂/año):</p> <p>Índice de eficiencia energética (ie):</p> <p>Iluminancia media en servicio E_m (lux):</p> <p>Uniformidad (%):</p>	

De acuerdo con la Instrucción Técnica Complementaria EA 02 se adopta la clasificación de las vías reflejada en la tabla adjunta:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

De acuerdo a dicha instrucción, para las diferentes clases de vías se definen situaciones de proyecto (A1, A2, A3, B1, B2, C1, D1-D4, E1 y E2) y clases de alumbrado.

Los niveles de iluminación en los viales, se determinan de acuerdo con ITC -EA-02.

Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia ⁽¹⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_g [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_L [mínima]	Incremento Umbral Tl (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (T) que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (L_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

⁽²⁾ Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (Tl).

⁽³⁾ La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios escalotes. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

⁽⁴⁾ Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminación, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 75 cuando éste no se conozca.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras comprendidas en el presente proyecto tienen por objeto dotar la zona afectada por el mismo de una iluminación justa, segura y eficiente, mediante la implantación de nuevos equipos de alumbrado exterior adaptados al tipo de vía que se pretende iluminar.

La obra a realizar estará definida por las partidas presupuestarias y en general tendrá como alcance la sustitución de luminarias, incluyendo lámparas y equipos, y en su caso la reforma de la red de suministro eléctrico y de los elementos de gestión, protección y maniobra de la instalación, así como de los soportes asociados a cada punto de luz.

Se deberá prestar especial atención al cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y seguridad y salud en obra, señalizando y balizando la zona de actuación para trabajar en una zona segura, minimizando la afección al tráfico rodado y a los vecinos. En su caso, cuando la afección al tráfico suponga una incidencia en el mismo, se deberá recabar con carácter previo la autorización de los Técnicos Municipales con competencias en el mismo.

La instalación a ejecutar estará caracterizada por su **Índice de eficiencia energética (Ie)** y por su **Índice de Consumo Energético (ICE)** que deberán ser finalmente definidos por el adjudicatario.

FASE 1: REPLANTEO

Según se indica en planos, la instalación actual que se pretende reformar consta de una red de puntos de luz constituida por luminarias de baja eficiencia energética, de edad avanzada -superior en general a los 20 años de edad- montadas sobre brazos a fachada de edificación o sobre báculos.

Se considera que los soportes y apoyos existentes son válidos para las luminarias a instalar. En caso necesario, y con cargo al presupuesto del presente proyecto, se suministrarán los acoplamientos necesarios al efecto.

Será posible la modificación de la altura y situación de los puntos de luz, siempre bajo las directrices impuestas por el Servicio Municipal de Alumbrado.

En esta fase, se requerirá al adjudicatario la designación de un responsable técnico, la inspección exhaustiva de las instalaciones a mejorar y la elaboración de un completo **plan de actuación** en el que se concreten las mejoras a la instalación que se hubiesen propuesto en la fase de adjudicación, y se definan las actuaciones a seguir y su posible afección al tráfico o a los vecinos, implantando las medidas correctoras que se precisen. Este plan será sometido a aprobación de los Técnicos Municipales del Servicio de Alumbrado.

Balance de potencias. Ahorro energético

La instalación actual esta formada por: alumbrado viario, peatonal, plazas y jardín.

Sustitución de Luminarias

Instalación existente: presenta la siguiente configuración de luminarias Marca IEP modelo FC6.

Las luminarias deberán cumplir todas las disposiciones de la ITC vigentes sobre eficiencia. Previo a la realización de los trabajos, el adjudicatario realizará un detallado estudio lumínico de la zona objeto del proyecto, para comprobar que se cumplen los valores de las ITC en especial deberán instalarse luminarias que garanticen FHS < 10%. El tipo de luminaria será de clase II similar a la instalada actualmente tipo Villa o IJM.

Sustitución de lámparas y equipos

Lámpara y equipo existente:

- Lámpara de mercurio de diferentes marcas de 125/250 W.
- Auxiliar electromagnético adaptado a dichas lámparas.

Lámpara y equipo propuesto:

- diodos emisores de luz con bloques de 16, 24 y 32 leds con una vida útil estimada de 100.000 h con los reflectores correspondientes para obtener la curva fotométrica necesaria.

- Equipo electromagnético formado por drivers para tecnología led con entrada para regulación de acuerdo a la potencia de cada una respectivamente. Protección mínima IP-66.

Instalación de reductores de flujo

La principal problemática asociada a las instalaciones de alumbrado público hace referencia al **mantenimiento** y a la **factura eléctrica** por potencia consumida.

En referencia al mantenimiento, si tenemos en cuenta lo que se tiene que pagar de más debido a las sobretensiones nocturnas y, como consecuencia, el acorte de la vida útil de las lámparas de descarga, parece claro que debemos estabilizar la tensión que les llega para ahorrar en mantenimiento.

Por otro lado, y en referencia a la factura eléctrica, es evidente que hemos de reducir el consumo, de manera uniforme y segura, en aquellas franjas horarias y vías públicas que lo permitan.

Por todo ello, los tres puntos más importantes a tratar son los siguientes:

- **Sobretensiones.**

Es esta una de las principales problemáticas que se manifiestan en las instalaciones de alumbrado público, pues son ellas, las sobretensiones, las principales responsables de la elevada tasa de mortalidad prematura de las lámparas de descarga. Como seña diremos que todos los estudios al respecto señalan que un 10 % de sobretensión provocan una disminución de la vida de las lámparas de hasta un 50 %.

Habituales a partir de, aproximadamente, las 20 horas por el cese de actividad de las industrias, se calcula fácilmente que sobretensiones de un 10 % de medida equivalen a un sobreconsumo de un 21 %.

Además, por si esto fuera poco, debido a la nueva normativa europea de las tensiones, el mero hecho de pasar de 220 V AC a 230 V AC y, en instalaciones trifásicas, de 380 V AC a 400 V AC, implica consumir un 9 % más y alimentar las cargas a una tensión para la que, en la mayoría de los casos, no han estado diseñadas, lo cual conllevará, tarde o temprano, a un mal funcionamiento de las mismas.

- **Ahorro energético.**

Dado el coste de la energía eléctrica y a la necesidad de iluminar de forma racional, esto es, de forma uniforme pero con unos niveles luminotécnicos adecuados a la vía y a la franja horaria, es importante reducir la energía consumida siempre que sea posible. En todos los polígonos industriales, autovías y autopistas, centros comerciales, gasolineras y en gran número de vías urbanas, los requerimientos de iluminación nocturna pasan por reducir al máximo los niveles sin renunciar a una uniformidad total.

El ahorro conseguido dependerá en gran medida del tipo de lámparas de descarga empleadas, de la antigüedad de la instalación y de la longitud de la línea eléctrica alimentada, como factores más relevantes.

Con todo, teniendo en cuenta el ahorro por reducción de la potencia consumida y por disminución de los gastos de mantenimiento (instalación y cambio de lámparas fundidas), el ahorro puede llegar fácilmente al 42 %, lo cual nos reduce, de forma drástica, el periodo de amortización del equipo.

• **Gastos de mantenimiento.**

Todos los estudios luminotécnicos señalan que las lámparas de descarga son altamente sensibles a las sobretensiones, hasta el punto de reducir su vida útil hasta un 50 %. Por esta causa, parece lógico pensar que cuanto más tiempo permanezcan bajo una tensión inferior a la nominal y, sobretodo, menos sobretensiones les afecten, más dilatada será su vida.

Así, la primera prioridad pasa por asegurar una alimentación siempre estable y por pasar a régimen de ahorro siempre que sea posible.

2.1.- Solución adoptada:

Instalaciones en cabecera de línea de estabilizadores-reductores de flujo, estos equipos solucionan todos los problemas expresados anteriormente por la sencillez de su montaje y porque mantienen permanentemente estabilizada la tensión de alimentación a las lámparas. De igual modo, permiten reducir la tensión de alimentación mediante una orden externa, consiguiendo con ello un ahorro adicional del 40 %.

Obteniendo:

- Consiguen una reducción máxima de la tensión de alimentación.
- Uniformidad de iluminación en cualquier circunstancia.
- Una estabilización instantánea y permanente de la misma.
- Un coste de instalación muy bajo.

FASE 2: EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Aprobado el plan de actuación se procederá al inicio de ejecución de los trabajos. La adaptación se realizara por sectores, según los diferentes cuadros de alimentación.

FASE 3: INSPECCIÓN

Finalizados los trabajos, el Servei Municipal d' Enllumenat inspeccionará con la empresa adjudicataria la correcta ejecución de los trabajos, pudiendo requerirse con cargo al presupuesto del proyecto una Inspección Reglamentaria realizada por Organismo de Control. Subsanaos los posibles defectos detectados, se entenderá la obra finalizada. En ese momento se requerirá del adjudicatario la presentación de la documentación final de obra, certificado de empresa instaladora y, si procede, la legalización de las actuaciones ante la Conselleria de Industria.

6. REQUISITOS DEL ADJUDICATARIO

Los trabajos objeto de este proyecto serán realizado por empresas debidamente autorizadas por la Conselleria de Comerç, Energia i Indústria como "Empresas instaladoras" en instalaciones eléctricas de baja tensión y con experiencia suficiente en mantenimientos de alumbrados públicos.

7. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

El presente proyecto incluye la descripción básica de los trabajos a realizar para la mejora de las instalaciones de alumbrado público en la zona de actuación, incluyendo por lo tanto como alcance del suministro por parte del contratista:

- El desarrollo de un plan de ejecución de las obras con especial atención a la afección al tráfico rodado y peatonal antes del inicio de las obras.
- La realización de todas las obras, suministro de materiales y labores de reposición y/o acondicionamiento de las instalaciones a ejecutar.
- La puesta en servicio de las instalaciones, incluidas las correspondientes pruebas, en particular comprobación de caídas de tensión, aislamiento, medición de resistencia de tierra, continuidad de los conductores de protección etc.
- Es responsabilidad del adjudicatario la legalización de las instalaciones, requiriéndose en su caso la realización de proyecto específico en BT, certificado de Dirección facultativa, inspección reglamentaria y abono de tasas.
- La elaboración de una documentación final detallada que refleje fielmente las instalaciones, en soporte informático con planos en cartografía digital en formato DGN, En particular:
 - Tipo, potencia y situación de las luminarias.
 - Centros de mando.
 - Canalizaciones.
 - Líneas de distribución.
- Del mismo modo, será responsabilidad del contratista el normal funcionamiento de las luminarias, equipos, lámparas y soportes durante el período de garantía.
- En caso de precisarse enganche con la compañía suministradora, se presentará escrito de solicitud de suministro, acompañado de los comprobantes de abono de los derechos de acometida con la red de dicha Compañía.

8. RETIRADA DE LAS INSTALACIONES

El alcance del presente proyecto incluye la retirada a almacén municipal o a vertedero de todos los equipos a sustituir y de todos los escombros o residuos generados.

Asimismo, incluye la separación de residuos como operación previa a la entrega a los gestores de residuos, en especial en lo relativo a lámparas y luminarias. Se deberá presentar certificado asociado a la entrega de residuos ante un gestor autorizado.

9. ESTUDIO ECONOMICO.

A continuación constatamos el ahorro que introduce un Estabilizador-Reductor bajo varios puntos de vista a partir de unos datos concretos:

En primer lugar refiere el ahorro anual de 245,8 kW en sendas instalaciones, no estabilizadas y estabilizadas, respectivamente.

Seguidamente refleja el ahorro anual en instalación con Estabilizador-Reductor.

Por último, se tiene en cuenta el ahorro medio anual en lo que atañe a la menor reposición de lámparas fundidas.

Horas totales de funcionamiento del alumbrado	4200
Horas de funcionamiento a tensión nominal	1700
Horas de funcionamiento a tensión reducida	2500
Sobretensión media en la instalación	10 %
Coste kWh (€)	0.14 €.
Tiempo medio de vida de las lámparas estabilizadas	8000 Horas.
Tiempo medio de vida de las lámparas sin estabilizar	6000 Horas.
Coste medio de cambio de lámpara	28,48 €.
Coste medio de una lámpara de 150W de VSAP	30 €.
Porcentaje de ahorro.....	40 %

Precio anual de 108,47 kW funcionando 4.200 h en una instalación sin estabilizar:

Potencia x H. Funcionamiento x Incremento sobretensión x € kW :
 $108,47 \text{ kW} \times 4.200 \times 1,21 \times 0,14 = 77.174,23 \text{ €}.$

Precio anual de 108,47 kW funcionando 4.200 h, en un una instalación estabilizada.

Potencia x H. funcionamiento x €. kW:
 $108,47 \text{ kW} \times 4200 \times 0.14 = 63.780,36 \text{ €}.$

Ahorro obtenido: 13.393,87 €

Precio anual de 108,47 kW funcionando 4.200 h, de las cuales 2.500 h estarán en reducción de flujo, en una instalación estabilizada.

Funcionamiento en régimen nominal:

Potencia x h. funcionamiento x € kW: $108,47 \text{ kW} \times 1.700 \times 0,14 = 25.815,86 \text{ €}.$

Funcionamiento en régimen de ahorro (flujo reducido):

Potencia x h. funcionamiento x € kW - % ahorro: $108,47 \text{ kW} \times 2.500 \times 0,14 - 40 \% = 22.764 \text{ €}.$

Importe total kW = 48.579,86 €

Ahorro anual total 28.594,37 €

Precio anual de 39,024 kW funcionando 4.200 h, de las cuales 2.500 h estarán en reducción de flujo, en una instalación estabilizada.

Funcionamiento en régimen nominal:

Potencia x h. funcionamiento x € kW: $39,024 \text{ kW} \times 1.700 \times 0,14 = 9.287,12 \text{ €}.$

Funcionamiento en régimen de ahorro (flujo reducido):

Potencia x h. funcionamiento x € kW - % ahorro: $39,024 \text{ kW} \times 2.500 \times 0,14 - 40 \% = 8.195,04 \text{ €}$.

Importe total kW = 17.482,16 €

Por lo tanto, el ahorro provocado por la instalación de cuadros con estabilización y regulación de flujo, sobre el nuevo alumbrado supondrá:

Ahorro anual total 59.692,07 €

10. REVISION DE PRECIOS

No procede revisión de precios debido al plazo de ejecución de las obra comprendidas en el proyecto.

11. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA

El plazo para la ejecución de los trabajos será de tres meses y medio, con un rendimiento medio de 20 luminarias/día (47 días laborables) mas tres semanas de suministro de materiales. El plazo se contará a partir de la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo.

El plazo de garantía será de DOS AÑOS, a contar desde la fecha de recepción de las obras

12. OBRA COMPLETA

En conformidad con lo establecido en el artículo 125.1 de la R.G.C.A.P. la obra contemplada en el proyecto es OBRA COMPLETA, pues ésta, según lo indicado en este artículo, es susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones que sean precisos para la utilización de la obra de acuerdo al artículo 122 se define como una obra de rehabilitación.

13. CONTROL DE CALIDAD

La Dirección Facultativa de la obra puede ordenar que se verifiquen los ensayos y análisis de materiales y unidades de obra que en cada caso resulten pertinentes y los gastos que se originen correrán a cuenta del contratista hasta un importe máximo del 1 por 100 del presupuesto de ejecución por contrata.

La misma Dirección Facultativa de la obra fijará el número, forma, dimensiones y demás características que deben reunir las muestras y probetas para ensayo y análisis, caso de que no exista disposición general al efecto, ni establezca tales datos el pliego de prescripciones técnicas particulares.

14. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento del Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de Octubre por el que se implanta la obligación de incluir un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los Proyectos de Edificación y Obras Públicas, se ha efectuado un Estudio aplicado al Proyecto, que se incluye en el Anejo nº 1 de la presente Memoria.

15. GESTION DE LOS RESIDUOS DE OBRA

En cumplimiento de lo dispuesto en los BOIB nº 141 y 171 deberán ser transportados a un vertedero autorizado todos los residuos generados en obra. Para ello deberán formalizar contrato con MAC Insular para la gestión de los residuos.

16. CLASIFICACION CONTRATISTA

De acuerdo con el plazo de ejecución del Proyecto y la naturaleza de las obras descritas en el mismo, y según lo prescrito en el R.D. 1098/2001 de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, el contratista deberá acreditar las clasificaciones correspondientes a:

- Grupo I: Instalaciones eléctricas
 - o Subgrupo 1. Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos.
 - o Categoría 3: Importe anual entre 360.000 y a 840.000 euros

Se propone el concurso abierto como procedimiento de licitación de las obras.

16. REVISION DE PRECIOS

A la vista del presupuesto y del plazo previsto para la total finalización de la obras del presente proyecto, no será de aplicación cláusula alguna para la revisión de precios del mismo.

17. PRESUPUESTO

De las mediciones obtenidas y de la aplicación a las mismas de los precios unitarios del cuadro correspondiente, resulta:

Un presupuesto de Ejecución Material (PEM) de cuatrocientos treinta mil setecientos dieciséis euros con dieciocho céntimos.

Un presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC), incluidos gastos generales y beneficio industrial, de quinientos doce mil quinientos cincuenta y dos euros con veinticinco céntimos.

Un presupuesto total general con IVA incluido de seiscientos veinte mil ciento ochenta y ocho euros con veintidos céntimos.

Andratx, a 10 de octubre de 2016,

El autor del proyecto,

Jairo Fernández Herrera