

**Auditoría Energética de
Alumbrado Público:
Ayuntamiento de
Santa Pola**

Informe



Dirección de Eficiencia Energética

Eurocontrol S.A.

www.eurocontrol.es

Propiedad intelectual:

Todos los documentos entregados al cliente y para los que los honorarios son pagados, pertenecen al cliente.

Eurocontrol S.A., como autor, mantiene la propiedad intelectual. En consecuencia, el cliente sólo puede utilizar los documentos para su único objeto.

Sin el permiso previo de Eurocontrol S.A., los documentos no se pueden utilizar para la repetición de la tarea. Tampoco pueden ser comunicados a terceras personas, que podrían utilizar para sí o para un tercero.

Control de documento:

Fecha	Revisión	Descripción	Realizado	Cargo
15/03/2018	-	Documento inicial	Jose González-Elipe	Consultor EE
16/03/2018	-	Revisión	Javier Urbiola	AE Jefe
16/03/2018	-	Aprobación	Ignacio Inda	Director de Proyecto

16 de marzo de 2018



Ignacio Inda Caro (Ingeniero Industrial)

Director **Eurocontrol, S.A**

El presente informe se compone de 60 páginas y 8 Anexos de numeración independiente.

ÍNDICE

1. OBJETO	9
2. CLIENTE	9
3. NORMATIVA	10
4. METODOLOGÍA	11
4.1. Análisis de la información disponible.....	11
4.2. Desarrollo de inventario de cuadros eléctricos y campaña de medidas eléctricas 11	
4.3. Desarrollo de inventario de puntos de luz.....	13
4.4. Clasificación de vías	14
4.5. Campaña de mediciones lumínicas	14
4.6. Contratación eléctrica.....	15
4.7. Desarrollo de planos	15
4.8. Estudio termográfico	16
4.9. Definición de indicadores	17
4.10. Medidas de Ahorro de Energía (MAEs)	17
5. SITUACIÓN ACTUAL	18
5.1. Consideraciones	18
5.2. Datos generales del municipio	20
5.3. Datos generales de la instalación de alumbrado público	20
5.4. Cuadros eléctricos	26
5.4.1. Estado de los cuadros eléctricos	26
5.4.2. Puesta a tierra.....	27
5.4.3. Protecciones generales	28
5.5. Mediciones eléctricas.....	29
5.5.1. Factor de potencia	29
5.6. Control y gestión de las instalaciones	33
5.6.1. Tipo de encendido	33
5.6.2. Reductor de flujo	35
5.7. Puntos de luz.....	36
5.7.1. Tipos de soporte	37

5.7.2. Tipos de luminaria	37
5.7.3. Tipos de lámpara	39
5.8. Contratación del suministro eléctrico	42
5.8.1. Clasificación de suministros por tarifa contratada	44
5.8.2. Clasificación de suministros por potencias contratadas	44
5.8.3. Clasificación de suministros según comercializadora	45
5.9. Análisis lumínico.....	45
5.9.1. Clase de vías.....	46
5.9.2. Clase de alumbrado	47
5.9.3. Niveles lumínicos	48
6. INDICADORES	53
7. ESTUDIO TERMOGRÁFICO	56
8. MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA	57

ANEXOS

- ANEXO I. INVENTARIO DE CUADROS Y MEDICIONES ELÉCTRICAS**
- ANEXO II. INVENTARIO DE PUNTOS DE LUZ**
- ANEXO III. CLASIFICACIÓN DE VÍAS**
- ANEXO IV. CAMPAÑA DE MEDICIONES LUMÍNICAS**
- ANEXO V. CONTRATACIÓN ELÉCTRICA**
- ANEXO VI. PLANOS**
- ANEXO VII. ESTUDIO TERMOGRÁFICO**
- ANEXO VIII. MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

1. OBJETO

El presente proyecto de **Servicio de Asesoramiento sobre Ahorro y Eficiencia Energética: Alumbrado Público**, tiene por objeto realizar el análisis del estado de las instalaciones de alumbrado público del municipio de Santa Pola, incluyendo la evaluación del funcionamiento en términos energéticos y lumínicos.

Esta información se aporta tanto en formato informe y planos, como en formato digital, incluyendo el inventario de todos los puntos de luz y de los cuadros eléctricos, de la instalación de alumbrado público municipal.

En este inventario se incluye, entre otros, el análisis del estado actual de las instalaciones, incluyendo tanto luminarias como sus distintos componentes, los equipos auxiliares, sistemas de gestión y de explotación, e instalaciones eléctricas.

Tal y como se indica a lo largo del presente documento, este análisis se realiza tomando como referencia los requisitos establecidos en las normas y guías de ahorro y eficiencia energética para instalaciones de alumbrado exterior.

2. CLIENTE

Razón social: Ayuntamiento de Santa Pola		
Dirección: Plaza Constitución, 1		
Municipio: Santa Pola	Provincia: Alicante	Código Postal: 03130

3. NORMATIVA

Como se ha indicado en el punto anterior, para el desarrollo del presente proyecto se toma como referencia los requisitos establecidos en las normas y guías de ahorro y eficiencia energética para instalaciones de alumbrado exterior.

En primer lugar, la documentación desarrollada en el presente proyecto sigue las indicaciones del *Protocolo de Auditoría Energética de las Instalaciones de Alumbrado Público Exterior*, promulgado por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía).

Este protocolo establece los parámetros a analizar dentro de las instalaciones de alumbrado público exterior, con el objetivo de:

- Mejorar la eficiencia y el ahorro energético de estas instalaciones.
- Adecuar y adaptar estas instalaciones a la normativa vigente.
- Limitar el resplandor luminoso y su contaminación lumínica.

En función de los datos recopilados teniendo en cuenta este protocolo, se compara la situación actual de la instalación respecto a las exigencias fotométricas y de eficiencia energética establecidas en el Real Decreto 1890/2008, en el que se desarrolla el Reglamento de Eficiencia Energética (REE) en instalaciones de alumbrado exterior, y sus instrucciones técnicas complementarias descritas en EA-01 a EA-07, aplicable desde el 1 de abril de 2009.

Se debe destacar que, pese a no ser de aplicación a las instalaciones objeto del presente informe, en esta normativa se establecen los objetivos de ahorro y eficiencia energética, así como niveles de iluminación recomendados, aplicables a nuevas instalaciones de alumbrado exterior, y a instalaciones existentes que sean objeto de modificaciones de importancia, o ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas.

Los resultados y análisis contenidos en este informe relativos a los requisitos lumínicos son informativos y no pueden considerarse como resultado de una inspección técnica reglamentaria.

4. METODOLOGÍA

A continuación se resumen los trabajos desarrollados en el presente proyecto, agrupándolos en las distintas fases de ejecución del estudio de las instalaciones de alumbrado público.

4.1. Análisis de la información disponible

El inicio del análisis de las instalaciones de alumbrado lo marca la recopilación y estudio de la información disponible por el personal técnico del municipio y por el personal encargado del mantenimiento de dichas instalaciones.

En el caso del presente estudio, la información de partida incluye:

- Datos generales del municipio (número de habitantes, superficie, etc.)
- Cartografía del municipio
- Plano ubicación de cuadros eléctricos de alumbrado
- Facturas de todos los puntos de suministro de alumbrado público

Una vez recopilada y analizada toda esta información, se identifican cada uno de los puntos de suministro de energía eléctrica de las instalaciones de alumbrado público.

Este inventario de puntos de suministro es validado por los técnicos municipales, antes de desarrollar las siguientes fases del proyecto. Además, permite establecer aquellas instalaciones que, formando parte total o parcial de la instalación de alumbrado público, no se incluyen en el alcance del presente proyecto.

4.2. Desarrollo de inventario de cuadros eléctricos y campaña de medidas eléctricas

Una vez recopilada, analizada y clasificada la información facilitada por los técnicos municipales, se realiza la toma de datos en campo. Esta toma de datos permite obtener la información de cada uno de los cuadros eléctricos de la instalación acerca de:

- Centro de mando

- Acometida eléctrica
- Puesta a tierra
- Fotografía
- Equipos de medida de la compañía
- Cuadro de protección
- Protecciones generales

A partir de esta información, se analizan los diferentes tipos de control de encendido de los cuadros de protección y mando, los sistemas de reducción de flujo instalados, y se clasifican los cuadros de alumbrado según la potencia demandada por cada uno de ellos.

Es importante destacar que, durante la toma de datos en campo se relaciona, mediante el número de contador, cada cuadro de la instalación de alumbrado público con su punto de suministro eléctrico correspondiente. En aquellos casos en los que no se localiza el contador, se le asigna un CUPS al correspondiente cuadro de mando según la dirección de suministro (en facturas) y la ubicación física del cuadro de mando.

En esta campaña de medidas se analizan las variables eléctricas en cada modo de funcionamiento de los cuadros eléctricos, mediante un analizador de redes. Los modos de funcionamiento analizados son:

- Funcionamiento normal sin reductor de flujo (RdF)
- Funcionamiento con reductor de flujo (RdF)

Las magnitudes analizadas en cada modo de funcionamiento, y para cada uno de los cuadros de protección y mando son:

- Tensiones e intensidades por fase
- Potencias por fase y trifásica
- Descompensación de cargas
- Factor de potencia (f.d.p.)

Una vez obtenidas las mediciones de estas variables, se validan las potencias de lámparas instaladas teóricas, obtenidas a partir de la información facilitada por los técnicos municipales y el personal de mantenimiento de las instalaciones,

mediante la comparación con las potencias medidas con el analizador de redes.

En el *Anexo I Inventario eléctrico*, se detalla toda la información recopilada referente a las características técnicas de cada uno de los cuadros eléctricos de alumbrado público del municipio y de cada una de las mediciones eléctricas realizadas.

4.3. Desarrollo de inventario de puntos de luz

La toma de datos para el inventario de puntos de luz se desarrolla de forma paralela al desarrollo del inventario de cuadros eléctricos y a la campaña de mediciones eléctricas.

Esta toma de datos permite obtener, entre otros los siguientes datos:

- Geométricos. Se obtiene mediciones del ancho y largo de las vías, altura de las luminarias y la distancia entre ellas.
- Tecnológicos. Se detalla el tipo de lámpara utilizada en cada vía, así como la potencia de dicha bombilla. También se detallan otros datos de interés como la protección individual de las luminarias y los equipos auxiliares de las lámparas.
- Otros. Se recogen otros datos de interés como son los materiales utilizados en los soportes y en las luminarias, la disposición de las luminarias, número de luminarias por calle, indicando aquellas que no estaban en funcionamiento durante la toma de datos.

Una vez recogida la información necesaria, se analizan y agrupan los puntos de luz del municipio en función de las características de las luminarias, como pueden ser el tipo de soportes, el tipo de lámpara, la potencia y los equipos auxiliares que se utilizan en el municipio.

En el *Anexo II Inventario de puntos de luz*, se detalla toda la información recopilada referente a los puntos de luz del municipio.

4.4. Clasificación de vías

Una vez finalizados los inventarios de cuadros eléctricos y puntos de luz del municipio, se realiza la clasificación de las vías y espacios iluminados del municipio, así como se asigna una clase de alumbrado a cada una de ellas.

Esta clasificación se realiza según lo dispuesto en el Real Decreto 1890/2008, en el que se establece el REE en instalaciones de alumbrado exterior (REEA) y las instrucciones técnicas complementarias EA-01 a la EA-07.

Es necesario destacar que la caracterización de vías y clases de alumbrado se hace acorde a las características del REEEA, bajo un criterio lo más objetivo posible. Sin embargo, dicha caracterización puede variar según lo considerado por los propios técnicos municipales, es decir, una vía considerada con clase de alumbrado S2, puede ser considerada como una vía con clase de alumbrado S1, en función del tráfico o importancia de la vía. Esta consideración marca la diferencia en los niveles de iluminación recomendables para la vía.

En los anexos *Anexo III Clasificación y descripción de Vías* y *Anexo IV Campaña de mediciones lumínicas*, se recoge el detalle de la clasificación de las vías y espacios iluminados del municipio.

4.5. Campaña de mediciones lumínicas

En esta fase del proyecto se desarrollan los trabajos necesarios para obtener el mapa lumínico actual y de referencia del municipio.

Este mapa lumínico se desarrolla en primer lugar con el objetivo de obtener una referencia clara que permita realizar las labores de seguimiento, mantenimiento y control de las prestaciones de la instalación de alumbrado público, así como valorar la influencia en las prestaciones fotométricas de la instalación, una vez implantadas medidas de mejora de la eficiencia energética.

Además, en función de los valores de referencia obtenidos, se valora el cumplimiento de los valores lumínicos recomendados y de eficiencia energética, establecidas en el REE en instalaciones de alumbrado exterior.

Por lo tanto, en este análisis se obtiene una referencia del estado actual de la instalación de alumbrado público, en cuanto a los parámetros de:

- Niveles de iluminancia.
- Ratios de uniformidad.
- Eficiencia energética.
- Calificación energética.

En el *Anexo IV Campaña de mediciones lumínicas*, se detalla la metodología y los resultados obtenidos de esta campaña de medidas.

4.6. Contratación eléctrica

A partir de la facturación eléctrica asociada a los suministros de uso exclusivo de alumbrado público, durante el período de referencia de septiembre de 2016 a agosto de 2017, se realiza el resumen y análisis de todos los parámetros de contratación energética. Entre estos parámetros se incluye:

- Número de puntos de suministro
- Consumos energéticos
- Consumos de energía reactiva
- Potencias contratadas
- Tarifas de acceso contratadas
- Precios medios asociados

En el *Anexo V Contratación eléctrica* se realiza el análisis detallado de cada uno de estos parámetros, para cada punto de suministro.

4.7. Desarrollo de planos

En esta fase del proyecto se desarrollan los planos descriptivos del proyecto, en los que se incluye

- Cartografía del municipio

- Ubicación de los cuadros de mando de alumbrado público
- Datos recogidos durante el desarrollo del inventario de cuadros eléctricos de la instalación, desarrollado en el *Anexo I Inventario eléctrico*.
- Datos recogidos durante el desarrollo del inventario de puntos de luz de la instalación, desarrollado en el *Anexo II Inventario de puntos de luz*.

Finalmente, del conjunto de esta información, se obtiene como resultado los siguientes planos, incluidos en el *Anexo VI Planos*.

- General
- Tipos de luminaria
- Tipos de lámpara
- Medidas lumínicas
- Ubicación de cuadros de mando
- Iluminancia media
- Uniformidad media

4.8. Estudio termográfico

La toma de datos para realizar el estudio termográfico se realiza paralelamente al inventariado de las instalaciones, aprovechando el encendido de cuadros eléctricos. Una vez se ha estabilizado el encendido de las luminarias, esto es, se dan por finalizadas las fluctuaciones de V e I propias del encendido del alumbrado se realiza la toma de termografías a todos los elementos del cuadro.

En el *Anexo VII Estudio termográfico* se realiza el análisis termográfico de cada uno de los cuadros de mando objeto de la presente auditoría.

4.9. Definición de indicadores

Una vez analizada la instalación de alumbrado del municipio y obtenidas las variables de funcionamiento energético y lumínico, se definen y obtienen los indicadores de seguimiento de la instalación.

Estos indicadores permiten no sólo valorar el estado actual de las instalaciones de alumbrado exterior, sino que además permiten establecer las variables necesarias con las que valorar y controlar las mejoras de ahorro y eficiencia energética introducidas en estas instalaciones.

4.10. Medidas de Ahorro de Energía (MAEs)

Por último, a partir de toda la información recopilada durante el desarrollo de la auditoría de alumbrado público y después del análisis de la misma, se proponen una serie de MAEs, es decir, propuestas que favorezcan el ahorro energético en la instalación de alumbrado público, como el cambio de tecnología de las luminarias existentes o la variación en la programación del encendido/apagado de la misma.

En el *Anexo VIII Medidas de Ahorro de Energía*, se detallan las propuestas y los ahorros potenciales del estudio realizado.

5. SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se analiza la situación actual de la instalación de alumbrado público objeto de la presente auditoría.

5.1. Consideraciones

Se debe destacar que la presente auditoría tiene como objetivo estudiar únicamente los cuadros de alumbrado público del municipio.

Cuadros de alumbrado público alimentados desde puntos de suministro mixtos

En el caso de Santa Pola, existen cuadros eléctricos cuyo suministro eléctrico (CUPS) es compartido con el de otras instalaciones o edificios públicos. Estos suministros son caracterizados como mixtos, y se corresponden con los siguientes cuadros:

Cuadro de Mando Alumbrado Público		Dirección de suministro	CUPS	Instalación compartida
CM-061		CTRA DE ELCHE, 3	ES0021000015513742ZD	Cementerio viejo
CM-027		PLZA CASTILLO, 1-5	ES0021000011104994BQ	Museo del Mar
CM-078-1	CM-078-2	CTRA DE ELCHE, 35, BAJO	ES0021000010720808ME	Polideportivo Els Xiperets

Tabla 1. Cuadros de alumbrado alimentados desde puntos de suministro mixtos

Estos cuadros de alumbrado se incluyen a la hora de: calcular el consumo energético anual de la instalación de alumbrado, su coste económico asociado (sólo de la parte de alumbrado público) y en las propuestas de ahorro energético con sustitución a LED y horario de funcionamiento propuesto. También se incluyen en el inventario de cuadros eléctricos, con sus respectivas mediciones eléctricas e inventariado de puntos de luz. Los suministros (CUPS) correspondientes a estos cuadros quedan excluidos tanto del análisis de facturación eléctrica (correspondiente al Anexo V. *Facturación eléctrica*) como de las propuestas de optimización de factura (correspondiente al Anexo VIII. MAES), ya que dicha información se trata en los respectivos informes de auditoría de los edificios correspondientes.

Cuadros de alumbrado público que comparten punto de suministro.

Por otro lado, existen cuadros de alumbrado público que comparten punto de suministro (CUPS). Dichos cuadros son los siguientes:

Cuadro de Mando Alumbrado Público		CUPS	Dirección de suministro
CM-010	CM-011	ES0021000001432724XM	C/ SANTIAGO BERNABEU, 70-2
CM-047	CM-1003	ES0021000001433440HP	C/ SOROLLA, 39-1
CM-062	CM-063	ES0021000001451257BT	C/ BURGOS, 12-5
CM-064-A	CM-064-B	ES00210000018280688AD	AVDA GRANADA, 1, BAJO
CM-G-030	CM-G-031	ES0021000001461268DY	C/ GRAN ALACANT PARCELACION S, 1-1
CM-P-006	CM-P-007	ES00210000012084765ZX	C/ ARRIEROS (POLIG. IND., 2-5, BAJO

Tabla 2. Cuadros de mando que comparten suministro

Estos cuadros son incluidos tanto en los cálculos de consumo energético y coste asociado como en el análisis de facturación eléctrica.

Cuadros de alumbrado público sin suministro identificado

En el caso de Santa Pola, existen 13 cuadros de alumbrado público cuyo punto de suministro no ha podido ser identificado. Estos cuadros son los siguientes:

Zona	Nº Cuadro	Ubicación Cuadro de Mando	Potencia instalada (kW)
Casco	CM-007	AVDA TORRE DE PEP	14,28
Casco	CM-009	AVDA SANTIAGO BERNABEU, 50	3,48
Casco	CM-025	C/ ASTILLEROS, 8	2,64
Gran Alacant	CM-G-007	C/ ASTURIAS	1,72
Gran Alacant	CM-G-008	C/ RIOJA	3,45
Gran Alacant	CM-G-009	C/ CATALUÑA	1,37
Gran Alacant	CM-G-011	C/ CANARIAS	2,59
Gran Alacant	CM-G-012	AVDA ESCANDINAVIA, 134	4,95
Gran Alacant	CM-G-021	AVDA POLONIA, 123	4,13
Gran Alacant	CM-G-023	AVDA NORUEGA, 113	1,15
Gran Alacant	CM-G-024	AVDA NORUEGA	1,12
Gran Alacant	CM-G-032-1	C/FINLANDIA, 1-5	1,93
Gran Alacant	CM-G-033-2	C/ FINLANDIA, 7-1, BAJO	1,25

Tabla 3. Cuadros de mando sin CUPS identificado

Estos cuadros son incluidos en los cálculos de consumo energético y coste asociado. El coste asociado se estima a partir del resto de suministros de

alumbrado público identificados. Estos cuadros no se incluyen en el análisis de facturación eléctrica ya que, al no disponer de su CUPS, no se disponen de datos relativos a contratación.

A modo de resumen, la siguiente tabla recoge las tipologías de cuadros estudiados en la presente auditoría:

	Nº de suministros (CUPS)	Nº de cuadros de mando
CUADROS DE MANDO CON CUPS IDENTIFICADO		
Alumbrado Público	109	115
Mixto (Alumbrado público + Edificio municipal)	3	4
CUADROS DE MANDO SIN CUPS IDENTIFICADO		
Alumbrado Público	-	13
Total		132

Tabla 4. Tipologías de cuadros y suministros analizados en la presente auditoría

5.2. Datos generales del municipio

El término municipal de Santa Pola está situado en la comarca del Bajo Vinalopó, en la provincia de Alicante. Tiene una población de 31.137 habitantes, en base a la información facilitada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2017, con una expansión del territorio de 58,6 km².

5.3. Datos generales de la instalación de alumbrado público

En la siguiente tabla se extraen los datos generales de la instalación de alumbrado analizada, en función de los inventarios eléctricos y lumínicos realizados, y que sirven para tener una primera aproximación a la instalación de alumbrado público del municipio.

Datos generales instalación de alumbrado público	
Número de puntos de suministro eléctrico de alumbrado analizados (CUPS)	109
Número de cuadros eléctricos	132
Número de luminarias	7.159
Número de lámparas	7.348
Potencia instalada (kW)	1.159,91
Consumo energía eléctrica total (kWh/año)*	5.008.479
Coste Total Consumo Eléctrico Instalación de Alumbrado Público sin IVA (€/año)**	631.287,61
Precio Medio de la Energía Eléctrica, sin IVA (c€/kWh)	12,60
Emisiones CO ₂ asociadas al consumo eléctrico (tCO ₂ /año)***	1.657,81

Tabla 5. Datos generales de la instalación de alumbrado público

Para la interpretación de la tabla anterior, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

* *Consumo energía eléctrica total de las instalaciones de alumbrado*

Consumo energético total anual, considerando que toda la potencia instalada se encuentra en funcionamiento al 100% durante 4.318 horas de funcionamiento.

** *Coste total consumo eléctrico instalación de alumbrado público, sin IVA*

En el coste total anual se considera:

- Precio real de la factura para aquellos cuadros con suministro identificado
- Precio estimado para aquellos cuadros sin suministro identificado

En el apartado 5.8. *Contratación del suministro eléctrico* se detalla el consumo energético y el coste total de la factura eléctrica para los suministros identificados.

*** *Factor de conversión* fuente: IDAE, Factores de conversión de energía final – energía primaria factores de emisión de CO₂– (2016)

En la siguiente tabla se enumeran los cuadros eléctricos de alumbrado público de Santa Pola, su dirección, CUPS, potencia instalada y número de luminarias.

Zona	Nº Cuadro de Mando	Dirección	CUPS	Potencia instalada (kW)	Nº luminarias
Casco	CM-001	Av da ARMADA ESPAÑOLA, 66, G	ES0021000001448222VR	2,04	13
Casco	CM-002	Av da ARMADA ESPAÑOLA, 75-5	ES0021000001448371TN	1,87	41
Casco	CM-003	AVDA ARMADA ESPAÑOLA, 36-5	ES0021000001448125NL	12,43	86
Casco	CM-004	AVDA OSCAR ESPLA, 11-2	ES0021000001457586XG	11,22	70
Casco	CM-005	AVDA ARMADA ESPAÑOLA, 12-5	ES0021000001447991FT	4,27	26
Casco	CM-006	AVDA CATALANET, 16-5	ES0021000001446610SE	12,38	78
Casco	CM-007	AVDA TORRE DE PEP	ND	14,28	70
Casco	CM-008	AVDA PORTUGAL, 84-5	ES0021000001440106DG	1,84	12
Casco	CM-009	AVDA SANTIAGO BERNABEU, 50	ND	3,48	42
Casco	CM-010	C/ SANTIAGO BERNABEU, 70-2	ES0021000001432724XM	8,23	37
Casco	CM-011	C/ SANTIAGO BERNABEU, 70-2	ES0021000001432724XM	2,59	18
Casco	CM-012	AVDA PORTUGAL, 88-5	ES0021000001440193NE	7,57	28
Casco	CM-013	AVDA ARGENTINA, 52-5, BAJO	ES0021000001343197HP	2,70	11
Casco	CM-014	AVDA ARGENTINA, 48-5	ES0021000001428403YP	11,61	55
Casco	CM-015	C/ SANTIAGO BERNABEU, 34-5	ES0021000001432709DJ	15,47	70
Casco	CM-016	C/ JUAN SEBASTIAN ELCANO, 160-5	ES0021000001456637ZK	8,64	73
Casco	CM-017	C/ JUAN SEBASTIAN ELCANO, 145-5	ES0021000001456636ZC	6,00	36
Casco	CM-018	C/ JUAN SEBASTIAN ELCAN, 6, BAJO 10	ES0021000001368373MH	5,36	46
Casco	CM-019	AVDA ARGENTINA, 18-5	ES0021000001428353GG	13,97	62
Casco	CM-020	C/ SEVILLA, 26-5, BAJO	ES00210000010682310BA	11,33	50
Casco	CM-021	C/ MAR, 53-5	ES0021000001438804KJ	10,89	50
Casco	CM-022	C/ VIRGEN DEL CARMEN, 1-5	ES0021000001434825DJ	14,95	90
Casco	CM-023	C/ FRANCISCO MARINA, 2-5	ES0021000001431445TZ	22,05	136
Casco	CM-024	C/ GONZALEZ VICEN, 2	ES0021000001445110LV	13,92	73
Casco	CM-025	C/ ASTILLEROS, 8	ND	2,64	23
Casco	CM-026	C/ JOSE ALEJO BONMATI, 4-5	ES0021000001437794TS	17,12	113
Casco	CM-027	PLZA CASTILLO, 1-5	ES00210000011104994BQ	5,24	79
Casco	CM-028	PLZA GLORIETA, 1-1, BAJO 1	ES0021000001436707ED	4,46	36
Casco	CM-029	C/ SANTO TOMAS, S/N, BAJO	ES00210000016424373RR	0,33	3
Casco	CM-030	C/ SAN JORGE, 12-5	ES0021000001442290NA	9,35	64
Casco	CM-031	C/ VOLANTIN, 2-5, BAJO	ES00210000017981014SW	1,61	20
Casco	CM-034	PLZA CALVARIO, 3, BAJO	ES00210000013599901VK	3,93	44
Casco	CM-035	C/ VOLANTIN, 3-BIS, BAJO	ES00210000019665222DN	6,24	49

Tabla 6. Cuadros eléctricos de alumbrado público de Santa Pola (1/4)

Zona	Nº Cuadro de Mando	Dirección	CUPS	Potencia instalada (kW)	Nº luminarias
Casco	CM-036	C/ TRASMALLO, 1-6 ESC. 1	ES0021000001426759AC	2,20	12
Casco	CM-037	GRPO PABLO IGLESIAS, 1-1	ES0021000001455178CB	13,32	85
Casco	CM-039	C/ TAIBILLA, 2-1, BAJO	ES0021000013921309PG	2,48	18
Casco	CM-040	C/ VICTORIA, 134, BAJO	ES0021000001434652WR	4,13	15
Casco	CM-041	C/ CRUZ, 67-5, A	ES0021000001430179ZJ	2,29	12
Casco	CM-042	C/ SAN ANTONIO, 80-5	ES0021000001441857QF	39,00	240
Casco	CM-043	C/ FERNANDO PEREZ OJEDA, 17, BAJO 5	ES0021000001431098PN	16,59	64
Casco	CM-044	C/ ESPOZ Y MINA, 43	ES0021000001430727SD	37,68	243
Casco	CM-045	C/ RAMON Y CAJAL, 32-5	ES0021000001441302SG	34,37	214
Casco	CM-046	C/ MARIANO BENLLIURE, 42-5	ES0021000001445583VF	0,55	20
Casco	CM-047	C/ SOROLLA, 39-1	ES0021000001433440HP	9,08	33
Casco	CM-048	C/ LOGROÑO, 25-5, BAJO	ES0021000010682369JQ	24,69	91
Casco	CM-049	C/ SOROLLA, 8-PROX 1, BAJO	ES0021000015813295CX	3,52	31
Casco	CM-050	PLZA DIPUTACION, 3-5	ES0021000001445634LN	9,02	54
Casco	CM-051	AVDA PORTUS ILLICITANUS, 1, BAJO	ES0021000011663928WG	18,13	87
Casco	CM-052	C/ GABRIEL MIRO, 70, Bajo	ES0021000013832637QC	1,10	8
Casco	CM-053	C/ GERONA, 13-5, BAJO	ES0021000012676581PJ	2,97	14
Casco	CM-053-1	C/ LINA BAÑO, 2	ES0021000017318902TZ	8,53	31
Casco	CM-054	TRAV EN PROYECTO A C/ GE, 5-5, BAJO	ES0021000012676593DW	6,22	23
Casco	CM-055	C/ LERIDA, 9-5, BAJO	ES0021000012676585PV	5,78	21
Casco	CM-056	C/ TARRAGONA, 6-5, BAJO	ES0021000012676590PE	2,48	15
Casco	CM-058	C/ TARRAGONA, 31-5, BAJO	ES0021000012676591DT	2,59	13
Casco	CM-059	CTRA DE ELCHE, 25-5, BAJO	ES0021000016171871QQ	2,79	29
Casco	CM-060	CTRA DE ELCHE, 15-5	ES0021000001445717TA	17,55	62
Casco	CM-061	CTRA DE ELCHE, 3	ES0021000015513742ZD	1,93	7
Casco	CM-062	C/ BURGOS, 12-5	ES0021000001451257BT	22,50	88
Casco	CM-063	C/ BURGOS, 12-5	ES0021000001451257BT	11,28	66
Casco	CM-064-A	AVDA GRANADA, 1, BAJO	ES0021000018280688AD	12,12	341
Casco	CM-064-B	AVDA GRANADA, 1, BAJO	ES0021000018280688AD	8,83	433
Casco	CM-065	AVDA ZARAGOZA, 2-5	ES0021000001456804EG	6,55	40
Casco	CM-066	AVDA ZARAGOZA, 10-25	ES0021000001456805EM	4,79	23
Casco	CM-067	AVDA ZARAGOZA, 13-25	ES0021000001456871WW	6,56	36
Casco	CM-068	AVDA ZARAGOZA, 18-35	ES0021000001456999FS	4,79	23

Tabla 7. Cuadros eléctricos de alumbrado público de Santa Pola (2/4)

Zona	Nº Cuadro de Mando	Dirección	CUPS	Potencia instalada (kW)	Nº luminarias
Casco	CM-069	AVDA ZARAGOZA, 27-5	ES0021000001457008PR	8,90	45
Casco	CM-070	AVDA ZARAGOZA, 29-5	ES0021000001457037DF	4,79	23
Casco	CM-071	AVDA ZARAGOZA, 30-5	ES0021000001457069XQ	5,89	25
Casco	CM-072	C/ CIEZA, 55-5, BAJO 1	ES0021000010450220VY	8,14	31
Casco	CM-073	C/ MONOVAR, 37-5, BAJO 1	ES0021000010450563DG	5,56	25
Casco	CM-074	C/ GUADALAJARA, 46-5, BAJO 1	ES0021000010450569DX	6,45	32
Casco	CM-075	C/ ALMANSA, 18-1	ES0021000001436289GM	19,31	97
Casco	CM-076	C/ ALBATERA, 18-5	ES0021000001435749AV	22,72	111
Casco	CM-077	C/ CUENCA, 13-5	ES0021000001453331DG	22,33	101
Casco	CM-078-1	CTRA DE ELCHE, 35, BAJO	ES0021000010720808ME	30,25	110
Casco	CM-078-2	CTRA DE ELCHE, 35, BAJO	ES0021000010720808ME	15,51	72
Casco	CM-079	C/ MARGARITAS, 1-5	ES0021000001456260KN	4,28	27
Casco	CM-080	C/ GIRASOLES, 4	ES0021000001458741ZD	9,01	60
Casco	CM-081	AVDA CRISTOBAL SANZ, 20	ES0021000001436064VX	37,40	188
Casco	CM-082	AVDA RONDA, 76-5	ES0021000001446010NC	5,51	42
Casco	CM-083	C/ ELDA, 122-PROX A	ES0021000001454284GZ	4,55	34
Casco	CM-084	AVDA BLASCO IBAÑEZ, 202-1	ES0021000015721395AH	9,24	56
Casco	CM-085	C/ CONSUETA, 96-PROX	ES0021000001444244MW	7,59	46
Casco	CM-086	C/ ELDA, 230-6	ES0021000001454456NW	5,12	31
Casco	CM-1003	C/ LOGROÑO, 8	ES0021000001433440HP	0,30	18
Casco	CM-1004	AVDA SALAMANCA, 16-PROX , BAJO	ES0021000021774794YR	1,91	61
Gran Alacant	CM-G-001	AVDA ESCANDINAVIA, 39, PATIO 7	ES0021000001460102GJ	3,52	20
Gran Alacant	CM-G-002	AVDA ESCANDINAVIA, 98-BIS , BAJO	ES0021000016170806QD	9,63	35
Gran Alacant	CM-G-003	C/ G ALACANT P DOS CINCO, 26-5	ES0021000001462318PK	6,50	36
Gran Alacant	CM-G-004	AVDA ESCANDINAVIA, 31-PROX , BAJO	ES0021000010352868QJ	13,99	53
Gran Alacant	CM-G-005	C/ G ALACANT P SIETE DOS, 1-1	ES0021000001461349NH	10,19	50
Gran Alacant	CM-G-006	AVDA ESCANDINAVIA, 25-5, BAJO	ES0021000016580778QY	1,52	32
Gran Alacant	CM-G-007	C/ ASTURIAS	ND	1,72	39
Gran Alacant	CM-G-008	C/ RIOJA	ND	3,45	56
Gran Alacant	CM-G-009	C/ CATALUÑA	ND	1,37	36
Gran Alacant	CM-G-010	C/ PAIS VASCO, 2-1	ES0021000001460256BY	16,26	110
Gran Alacant	CM-G-011	C/ CANARIAS	ND	2,59	11
Gran Alacant	CM-G-012	AVDA ESCANDINAVIA, 134	ND	4,95	18

Tabla 8. Cuadros eléctricos de alumbrado público de Santa Pola (3/4)

Zona	Nº Cuadro de Mando	Dirección	CUPS	Potencia instalada (kW)	Nº luminarias
Gran Alacant	CM-G-013	AVDA ESCANDINAVIA, 2-15, BAJO	ES0021000016027093RT	9,52	43
Gran Alacant	CM-G-014	AVDA NORUEGA, 159, BAJO	ES0021000020919299RZ	0,04	10
Gran Alacant	CM-G-017	AVDA CARABASI (UR.COSTA HIS, 217-1	ES0021000001460890SL	4,57	26
Gran Alacant	CM-G-018	AVDA CARABASI, 7-BIS , BAJO	ES0021000010976218RV	4,13	15
Gran Alacant	CM-G-019	AVDA CARABASI, 9-BIS , BAJO	ES0021000010976193TS	3,85	14
Gran Alacant	CM-G-020	AVDA CARABASI (UR.COSTA HIS, 240-1	ES0021000001460917VT	4,95	18
Gran Alacant	CM-G-021	AVDA POLONIA, 123	ND	4,13	25
Gran Alacant	CM-G-022	AVDA POLONIA, 230-5	ES0021000011060400GL	7,21	29
Gran Alacant	CM-G-023	AVDA NORUEGA, 113	ND	1,15	20
Gran Alacant	CM-G-024	AVDA NORUEGA	ND	1,12	19
Gran Alacant	CM-G-025	C/ CHIPRE, 3-5, BAJO	ES0021000012183819CA	12,21	74
Gran Alacant	CM-G-026	AVDA NORUEGA, 90-PROX , BAJO	ES0021000016055299PP	9,33	34
Gran Alacant	CM-G-027	AVDA NORUEGA, 22-PROX 2, BAJO 1	ES0021000015899246PX	9,83	39
Gran Alacant	CM-G-028	C/ BELGICA, 52-1, BAJO 1	ES0021000013049582BT	5,06	33
Gran Alacant	CM-G-029	C/ HOLANDA, 14-BIS , BAJO 2	ES0021000016680844LE	7,59	46
Gran Alacant	CM-G-030	C/ GRAN ALACANT PARCELACION S, 1-1	ES0021000001461268DY	8,24	50
Gran Alacant	CM-G-031	C/ GRAN ALACANT PARCELACION S, 1-1	ES0021000001461268DY	10,04	54
Gran Alacant	CM-G-032-1	C/FINLANDIA, 1-5	ND	1,93	7
Gran Alacant	CM-G-032-2	C/ FINLANDIA, 1-5, BAJO	ES0021000012469869ZW	2,87	53
Gran Alacant	CM-G-033-1	C/ FINLANDIA, 7-1, BAJO	ES0021000012469877ZX	2,75	10
Gran Alacant	CM-G-033-2	C/ FINLANDIA, 7-1, BAJO	ND	1,25	41
Gran Alacant	CM-G-034	C/ CHIPRE, 76-5, BAJO	ES0021000012636985NT	26,25	95
Gran Alacant	CM-G-035	C/ VENTURA SELVA GONZAL, 25-5, BAJO	ES0021000012257813VY	10,45	38
Gran Alacant	CM-G-036	C/ Creta, 71-BIS , BAJO	ES0021000019106191ZL	5,32	52
Polígono	CM-P-001	C/ ELECTRICISTAS (POLIG, 43-5, BAJO	ES0021000001459352VE	8,53	31
Polígono	CM-P-002	C/ FONTANEROS (POLIG. IND. , 2-5, A	ES0021000001459357HG	17,27	79
Polígono	CM-P-003	C/ PINTORES (POLIG. IND, 41-5, BAJO	ES0021000001459154DP	6,05	22
Polígono	CM-P-004	C/ MARINEROS, 2-5, BAJO	ES0021000012084748JQ	4,09	26
Polígono	CM-P-005	C/ MARINEROS, 4-5, BAJO	ES0021000012084750JH	7,48	38
Polígono	CM-P-006	C/ ARRIEROS (POLIG. IND., 2-5, BAJO	ES0021000012084765ZX	15,40	56
Polígono	CM-P-007	C/ ARRIEROS (POLIG. IND., 2-5, BAJO	ES0021000012084765ZX	0,00	0
Pueblo Levantino	CM-PL-001	C/ MANUEL DE FALLA, 9-5, BAJO	ES0021000011270859RM	10,29	86
Pueblo Levantino	CM-PL-002	C/ ENCARNITA ALONSO, 6-PROX , BAJO	ES0021000011446010AB	4,79	29
-	CM-FICTICIO	-	-	5,50	20
Total				1.159,91	7.159

Tabla 9. Cuadros eléctricos de alumbrado público de Santa Pola (4/4)

Comentar que existen 20 luminarias cuyo origen no ha sido identificado durante los trabajos realizados en campo. Éstas han sido asignadas al cuadro de mando CM-FICTICIO. Su ubicación puede consultarse en el inventario de puntos de luz.

A continuación, se resumen los resultados y conclusiones obtenidos para cada parte de la instalación de alumbrado analizada en los documentos anexos al presente informe.

5.4. Cuadros eléctricos

Como se ha indicado anteriormente, el inventario de los cuadros eléctricos viene detallado en el Anexo I *Inventario eléctrico*.

A la vista de los datos recogidos en este documento, se obtienen los siguientes resultados y conclusiones, en los que se engloba el análisis de los 132 cuadros de mando de alumbrado público de Santa Pola.

5.4.1. Estado de los cuadros eléctricos

En este apartado se analiza el estado de los cuadros eléctricos del municipio. A continuación se clasifican los cuadros según su estado sea bueno, malo y regular, siendo:

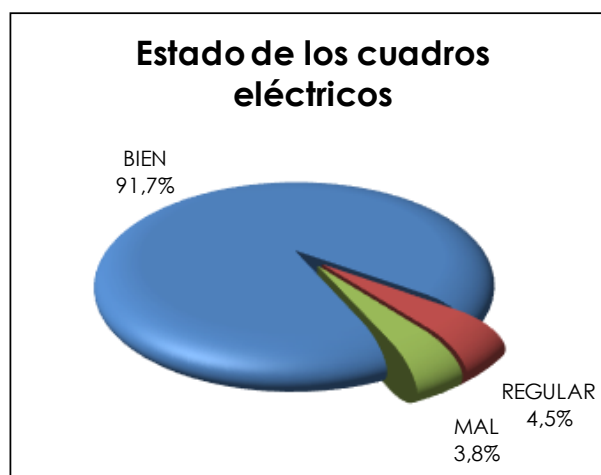
- Bueno: El cuadro eléctrico se encuentra en buenas condiciones. No hay cables pelados, no hay contactos sueltos susceptibles de ser tocados por alguna persona.
- Regular: Los cables no se encuentran distribuidos por dentro de las guías de plástico. Existen elementos eléctricos (magnetotérmicos, contactores, etc.) que no están bien anclados al carril. Cuadros con mucha suciedad y con faltas leves de aislamiento.
- Malo: Cuando existen cables pelados, con elementos eléctricos sueltos que puedan ser tocados con riesgo de descarga. Cuadros de difícil manipulación por falta de espacio, con mucha suciedad y grandes faltas de aislamiento y protección o por encima de 2 metros de altura, cuadros

que no posean una puesta a tierra y cuadros en los que no funcionen correctamente las protecciones generales.

El estado de los cuadros se resume en la siguiente tabla.

Clasificación de los cuadros según su estado	Nº de cuadros
BIEN	121
REGULAR	6
MAL	5
Total	132

Tabla 10. Clasificación de cuadros eléctricos según su estado



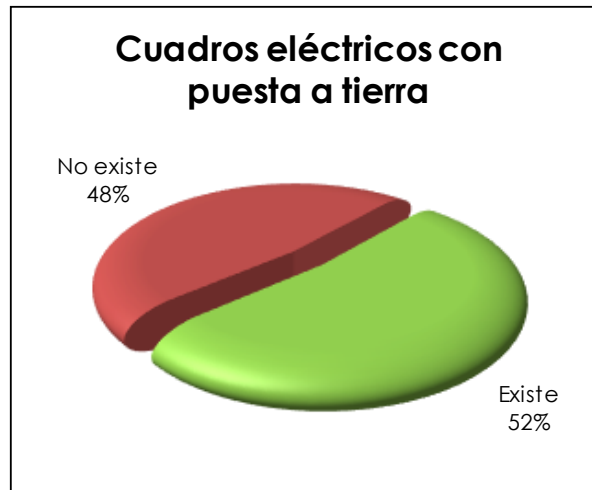
Gráfica 1. Clasificación de cuadros eléctricos según su estado

5.4.2. Puesta a tierra

Según el REBT (ITC-BT-09), se indica que todas las partes metálicas del cuadro deben ir conectadas a tierra, por lo que se ha realizado una clasificación de acuerdo a la existencia o no, de puesta a tierra en los cuadros de protección y mando.

Cuadros eléctricos con puesta a tierra	Nº de cuadros
Existe	69
No existe	63
Total	132

Tabla 11. Clasificación de cuadros eléctricos según existencia de puesta a tierra



Gráfica 2. Clasificación de cuadros de alumbrado por existencia de puesta a tierra

5.4.3. Protecciones generales

Según el REBT (ITC-BT-17), también se debe tener en cuenta si los cuadros de protección y mando disponen de protecciones generales. A continuación se muestra una clasificación de acuerdo a este criterio.

En la siguiente tabla, se muestra cuantos cuadros de alumbrado disponen de protección en funcionamiento o bien carecen de protecciones generales o las protecciones diferenciales no están en funcionamiento.

Cuadros eléctricos con protecciones en funcionamiento	Nº de cuadros
En Funcionamiento	132
Sin Funcionamiento o Inexistentes	0
Total	132

Tabla 12. Clasificación según funcionamiento de protecciones generales

5.5. Mediciones eléctricas

5.5.1. Factor de potencia

El factor de potencia (f.d.p.) de una instalación se define como la relación entre la potencia activa P y la potencia aparente S .

De acuerdo con esta definición, el factor de potencia es adimensional y solo puede comprender valor entre 0 y 1. Un f.d.p. igual a la unidad significa que toda la energía consumida en la instalación es transformada en trabajo útil, y por lo tanto, no se contabilizan pérdidas.

A nivel de f.d.p., una instalación se considera correcta a partir de valores de 0.95. Además, hay que tener en cuenta que para valores de f.d.p. bajos las compañías comercializadoras aplican factores de penalización que se ven reflejados en costes energéticos de las instalaciones. Estos datos se ven reflejados en el *Anexo V Contratación eléctrica*.

En la siguiente tabla y gráfica se clasifican los cuadros según sea su f.d.p. igual o superior a 0,95, o sea menor a 0,95.

Factor de potencia de los cuadros eléctricos	Nº de cuadros
Mayores o iguales a 0,95	8
Menores de 0,95	123
ND	1
Total	132

Tabla 13. Clasificación según factor de potencia

*La categoría ND corresponde al cuadro CM-1004, en el que no se pudieron hacer mediciones eléctricas.

Para evitar sobrecostes en la factura eléctrica por penalización ante f.d.p. bajos, e incluso evitar problemas de sobrecalentamiento de conductores, bornes, etc., se recomienda instalar baterías de condensadores en los cuadros eléctricos con f.d.p. menor a 0,95.

En la siguiente tabla se muestran los cuadros cuyo f.d.p. es menor a 0,95.

Cuadro de Mando	f.d.p	Cuadro de Mando	f.d.p	Cuadro de Mando	f.d.p
CM-065	0,94	CM-042	0,87	CM-072	0,78
CM-052	0,94	CM-023	0,87	CM-G-035	0,78
CM-068	0,94	CM-G-003	0,87	CM-020	0,78
CM-040	0,93	CM-007	0,86	CM-P-002	0,78
CM-P-001	0,93	CM-G-019	0,86	CM-G-024	0,78
CM-067	0,93	CM-009	0,86	CM-085	0,78
CM-G-028	0,92	CM-056	0,86	CM-G-023	0,77
CM-G-021	0,92	CM-G-025	0,86	CM-G-005	0,77
CM-G-011	0,92	CM-082	0,86	CM-001	0,77
CM-070	0,92	CM-066	0,86	CM-078-2	0,76
CM-030	0,91	CM-062	0,86	CM-012	0,76
CM-031	0,91	CM-G-017	0,86	CM-060	0,76
CM-G-020	0,91	CM-015	0,85	CM-018	0,75
CM-064-A	0,91	CM-045	0,85	CM-013	0,75
CM-034	0,91	CM-G-006	0,85	CM-016	0,75
CM-G-032-1	0,91	CM-004	0,85	CM-081	0,74
CM-G-002	0,91	CM-053	0,85	CM-P-007	0,74
CM-G-027	0,90	CM-035	0,85	CM-008	0,72
CM-G-034	0,90	CM-026	0,85	CM-083	0,72
CM-050	0,90	CM-063	0,85	CM-058	0,72
CM-047	0,90	CM-G-036	0,84	CM-086	0,71
CM-G-022	0,90	CM-064-B	0,84	CM-005	0,71
CM-P-005	0,90	CM-G-009	0,84	CM-019	0,71
CM-075	0,90	CM-084	0,84	CM-036	0,71
CM-069	0,90	CM-028	0,83	CM-G-030	0,70
CM-G-026	0,89	CM-080	0,83	CM-073	0,70
CM-G-004	0,89	CM-G-012	0,82	CM-017	0,69
CM-043	0,89	CM-061	0,82	CM-011	0,69
CM-G-029	0,89	CM-010	0,82	CM-079	0,68
CM-078-1	0,89	CM-P-004	0,82	CM-G-008	0,68
CM-022	0,88	CM-G-001	0,82	CM-PL-001	0,68
CM-037	0,88	CM-006	0,81	CM-014	0,68
CM-G-018	0,88	CM-003	0,81	CM-PL-002	0,65
CM-049	0,88	CM-P-006	0,81	CM-039	0,65
CM-053-1	0,88	CM-044	0,80	CM-074	0,64
CM-P-003	0,88	CM-021	0,80	CM-054	0,62
CM-024	0,88	CM-059	0,79	CM-1003	0,60
CM-051	0,88	CM-G-032-2	0,79	CM-055	0,58
CM-025	0,88	CM-076	0,79	CM-G-033-2	0,49
CM-G-033-1	0,87	CM-071	0,79	CM-029	0,42
CM-048	0,87	CM-077	0,78	CM-G-014	0,24

Tabla 14. Cuadros de mando con f.d.p menor a 0,95

El valor de f.d.p de cada cuadro se puede consultar en su ficha correspondiente incluida en el *Anexo I Inventario eléctrico*.

En estos cuadros, es conveniente realizar un estudio detallado para determinar las características del equipo de compensación de reactiva a instalar para mejorar el rendimiento de la instalación.

De los cuadros con menor factor de potencia, han sufrido penalizaciones por exceso de energía reactiva los siguientes cuadros:

CM	fdp	Importe término reactivo con IE, sin IVA (€)
CM-024	0,88	41,41
CM-022	0,88	78,49
CM-051	0,88	203,06
CM-023	0,87	130,75
CM-042	0,87	301,99
CM-082	0,86	59,04
CM-062	0,86	274,15
CM-026	0,85	148,77
CM-045	0,85	207,34
CM-006	0,81	226,41
CM-021	0,8	203,50
CM-044	0,8	805,32
CM-076	0,79	363,94
CM-085	0,78	184,00
CM-077	0,78	332,20
CM-060	0,76	627,57
CM-081	0,74	1.200,52
CM-083	0,72	150,87
CM-086	0,71	279,95
CM-019	0,71	473,01
CM-G-030	0,7	60,41

Tabla 15. Cuadros de mando con fdp menor a 0,95 y penalizaciones por exceso de reactiva

A estos cuadros hay que añadirles los cuadros CM-027 y CM-078-1 y CM-078-2, los cuales también han sufrido penalizaciones por reactiva. Se puede conocer más detalle en las auditorías de los edificios que comparten suministro con estos cuadros.

5.6. Control y gestión de las instalaciones

Una vez analizado el estado de los cuadros eléctricos, se analiza el control y gestión que se tiene de los mismos.

Como ya se ha comentado anteriormente, para el encendido y apagado de las instalaciones de alumbrado, se utilizan varios tipos de tecnologías. A continuación se detallan las tecnologías que nos encontramos en el municipio de Santa Pola, así como los equipos utilizados.

5.6.1. Tipo de encendido

- Reloj astronómico

Este reloj es un interruptor horario que, teniendo en cuenta la localización de la instalación, ajusta constantemente el encendido y apagado, en función del día y la época del año.

En las siguientes imágenes se recogen los relojes astronómicos más extendidos en la instalación objeto del presente informe.



**Imagen 1. Reloj astronómico
ABB**



**Imagen 2. Reloj ORBIS Astro
Nova City**

- Reloj Manual

Este reloj es un interruptor horario en el que se ajusta el horario de encendido y apagado mediante unas pestañas que hay que ajustar de forma manual. La siguiente imagen muestra un reloj de este tipo.



Imagen 3. Reloj manual

- Fococédula

Se trata de un sensor de iluminancia que activa el encendido del cuadro cuando el nivel de luz exterior cae por debajo del nivel configurado en la fotocédula. La siguiente imagen muestra una fotocédula empleada en el municipio.



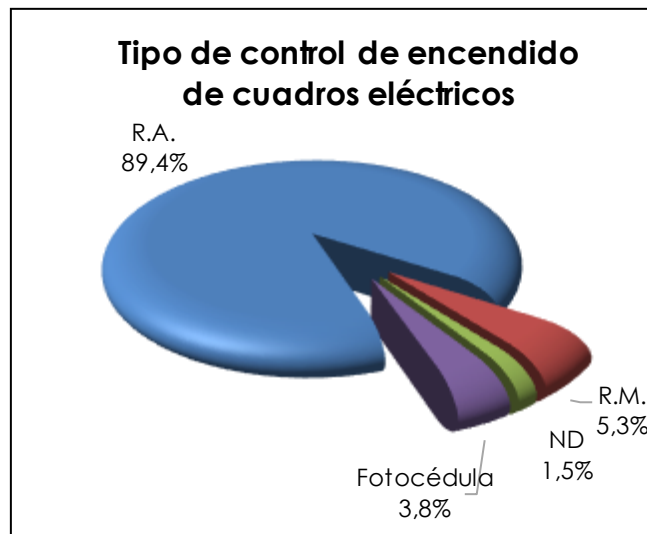
Imagen 4. Fococédula

La siguiente tabla muestra el número de cuadros encendidos mediante cada tecnología.

Tipo de control de encendido de cuadros eléctricos	Nº de cuadros
R.A.	118
R.M.	7
ND	2
Fococédula	5
Total	132

Tabla 16. Tipo de encendido de cuadros de mando

La mayor parte de cuadros de mando se encienden mediante reloj astronómico (un 89.4% del total). En 2 de los casos no se ha podido determinar el tipo de encendido: CM-1004 y CM-041.



Gráfica 3. Tipo de encendido de cuadros de mando

5.6.2. Reductor de flujo

A continuación, se analiza el tipo de reductores de flujo que se tienen instalados en los cuadros de alumbrado de Santa Pola.

Existen dos tipos de reductores de flujo utilizados, de forma tradicional, en las instalaciones de alumbrado. Reguladores-estabilizadores en cabecera de línea, y balastos serie de tipo inductivo de doble nivel punto a punto.

Para el caso de Santa Pola, gran parte de los cuadros eléctricos no cuentan con un reductor de flujo (105 cuadros). En aquellos cuadros en los que sí hay reductor de flujo instalado (27 cuadros), durante la toma de datos se encontraban en funcionamiento 17 de ellos.

La siguiente tabla muestra los cuadros eléctricos que cuentan con un sistema de reducción de flujo, su tipo y si éste se encuentra en funcionamiento.

Nº de cuadro	Tipo de RdF	RdF en funcionamiento
CM-007	CABECERA	NO
CM-020	CABECERA	NO
CM-031	CABECERA	SI
CM-040	CABECERA	SI
CM-048	CABECERA	NO
CM-049	CABECERA	NO
CM-053	CABECERA	SI
CM-056	CABECERA	SI
CM-064-A	CABECERA	SI
CM-065	CABECERA	NO
CM-067	CABECERA	NO
CM-069	CABECERA	NO
CM-072	CABECERA	SI
CM-075	CABECERA	SI
CM-076	CABECERA	SI
CM-078-1	DOBLE NIVEL	SI
CM-078-2	DOBLE NIVEL	NO
CM-G-004	CABECERA	NO
CM-G-011	CABECERA	SI
CM-G-012	CABECERA	SI
CM-G-035	CABECERA	NO
CM-P-001	DOBLE NIVEL	SI
CM-P-002	DOBLE NIVEL	SI
CM-P-003	DOBLE NIVEL	SI
CM-P-004	DOBLE NIVEL	SI
CM-P-005	DOBLE NIVEL	SI
CM-P-006	DOBLE NIVEL	SI

Tabla 17. Cuadros de mando con reductor de flujo y su funcionamiento

De acuerdo con la exigencia de la ITC-EA-02 del REE en Instalaciones de Alumbrado Exterior, es necesario disponer de un sistema de reducción de flujo en aquellas instalaciones con una potencia instalada superior a 5kW. Así pues, resulta necesaria la instalación de reductores de flujo en aquellos casos en los que no se dispone del mismo, o bien realizar las actuaciones necesarias en los suministros en los que se encuentran instalados para que la instalación funcione con el RdF.

Actualmente existen 60 cuadros de mando con potencia instalada superior a 5 kW y en los que no se dispone de RdF. Estos cuadros se enumeran en el Anexo I *Inventario eléctrico*.

5.7. Puntos de luz

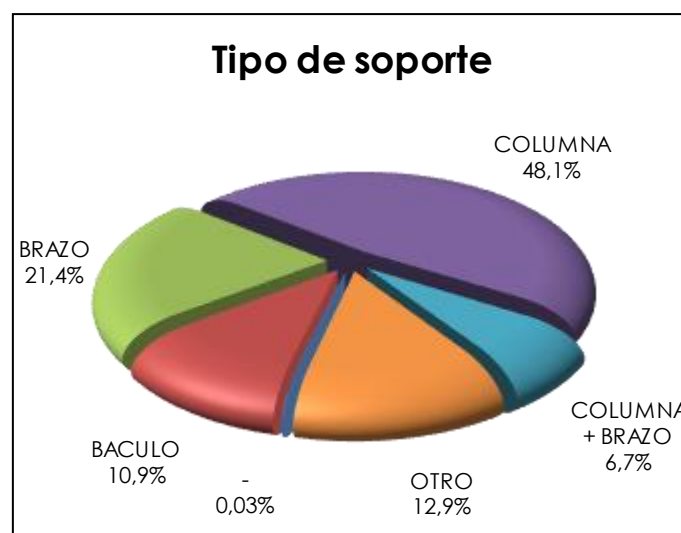
A la vista de los datos recogidos en el inventario de puntos de luz, incluido en el Anexo II *Inventario de puntos de luz*, se obtienen los siguientes resultados y conclusiones.

5.7.1. Tipos de soporte

A continuación, se muestra la clasificación de los tipos de soportes empleados en las calles y espacios iluminados del municipio.

Tipos de soporte	Nº de soportes
-	2
BACULO	778
BRAZO	1.535
COLUMNA	3.442
COLUMNA + BRAZO	482
OTRO	920
Total	7.159

Tabla 18. Tipos de soportes de luminarias



Gráfica 4. Tipos de soportes de luminarias

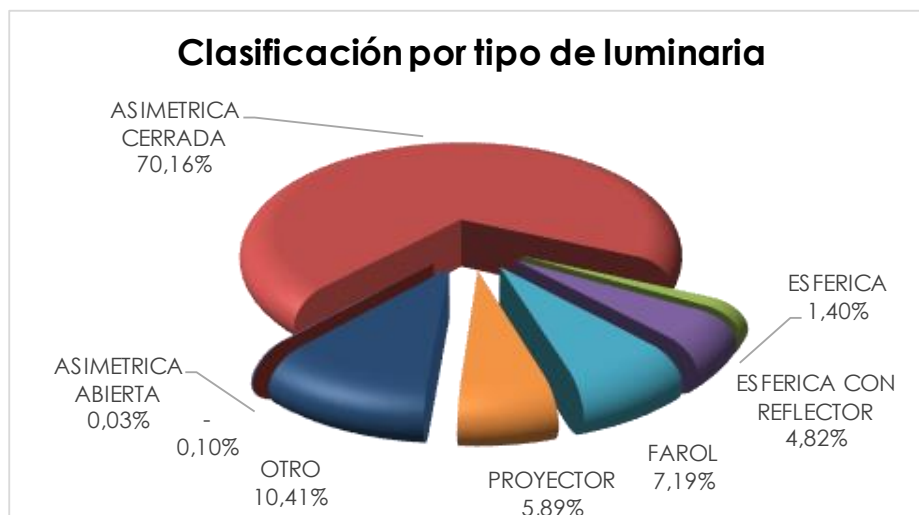
Como se puede observar, la mayor parte de soportes instalados son de tipo columna y tipo brazo.

5.7.2. Tipos de luminaria

A continuación, se muestra la clasificación de los diferentes tipos de luminarias, en función del código asignado a cada una de ellas.

Tipo de luminaria	Nº de luminarias
-	7
ASIMETRICA CERRADA	5.023
ESFERICA	100
ESFERICA CON REFLECTOR	345
FAROL	515
PROYECTOR	422
OTRO	745
ASIMETRICA ABIERTA	2
Total	7.159

Tabla 19. Tipos de luminaria



Gráfica 5. Tipos de luminaria

En el Anexo II Inventario de puntos de luz se encuentra el catálogo de puntos de luz donde se incluyen fotografías de cada uno de los tipos de luminaria.

La siguiente tabla muestra el resumen de conservación de las luminarias.

Estado de las luminarias	Nº de luminarias
Bueno	6.992
Malo	167
Total	7.159

Tabla 20. Estado de las luminarias

Como se puede observar, no se aprecian desperfectos considerables en las luminarias, por lo que se puede decir que un alto porcentaje se encuentran en buen estado.

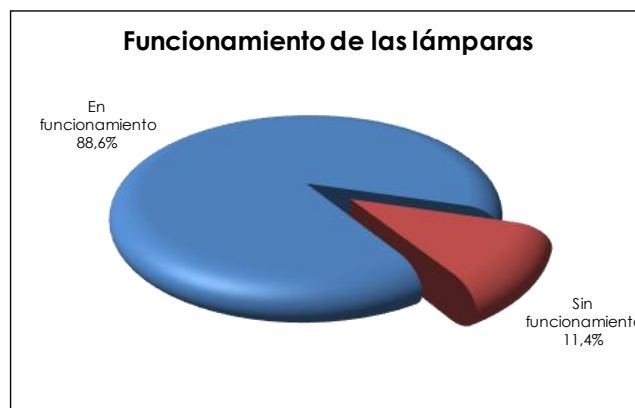
5.7.3. Tipos de lámpara

Durante el desarrollo del inventario de puntos de luz del municipio se comprobó que existen puntos de luz que no están en funcionamiento.

En la tabla y gráfica siguiente, se representa la distribución de las lámparas de la instalación de alumbrado público, en función de si durante el desarrollo del inventario de puntos de luz estaban en funcionamiento o no.

Funcionamiento de las lámparas	Nº de lámparas
En funcionamiento	6.507
Sin funcionamiento	841
Total	7.348

Tabla 21. Funcionamiento de las lámparas instaladas



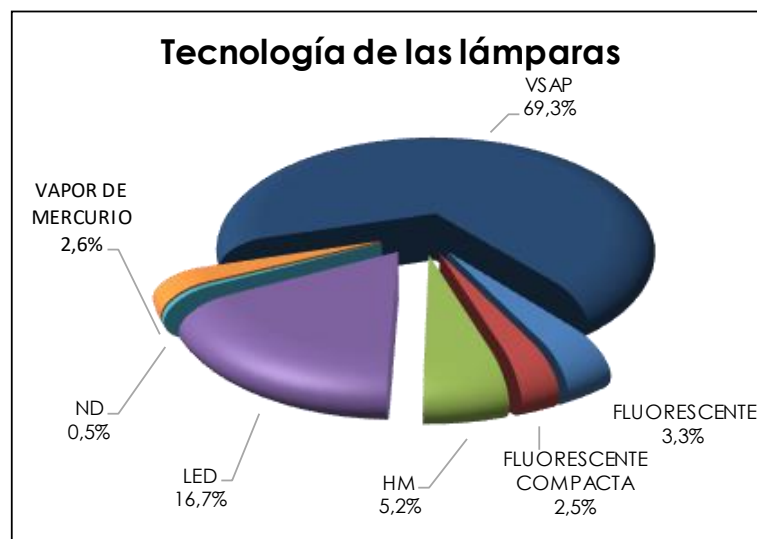
Gráfica 6. Lámparas en funcionamiento y sin funcionamiento

Se observa que un alto porcentaje de las lámparas (11,4%) se encuentran sin funcionamiento, en total 841 lámparas. Dentro de éstas se distinguen 552 lámparas fundidas cuyo coste de reemplazamiento por otra lámpara de tecnología similar se incluye en el apartado de Medidas de Mejora en el Funcionamiento (MMF). El resto de las lámparas sin funcionamiento pertenecen a puntos de luz que se proponen sustituir a LED.

Por último, se clasifican los puntos de luz del municipio según la tecnología de lámpara:

Tecnología de las lámparas	Nº de lámparas
FLUORESCENTE	243
FLUORESCENTE COMPACTA	183
HM	380
LED	1.230
ND	35
VAPOR DE MERCURIO	188
VSAP	5.089
Total	7.348

Tabla 22. Tecnología de las lámparas



Gráfica 7. Tecnología de las lámparas

Como se observa en la gráfica anterior, la mayoría de luminarias emplean vapor de sodio de alta presión como tecnología de lámpara (69,3%).

Asimismo, como se aprecia en la tabla siguiente, también se puede hacer una división más específica de la tecnología de lámpara, distinguiendo para cada tipo de bombilla las diferentes potencias unitarias empleadas, y su importancia en número respecto al total de lámparas instaladas y por potencia instalada total (*sin equipo auxiliar).

Tipo Lámpara	Potencia de lámpara (W)	Nº de lámparas	% respecto a las unidades instaladas
FLUORESCENTE			
	36	84	1,14%
	58	148	2,01%
	60	6	0,08%
	100	5	0,07%
Total FLUORESCENTE		243	3,31%
FLUORESCENTE COMPACTA			
	5	14	0,19%
	15	14	0,19%
	18	18	0,24%
	20	6	0,08%
	25	22	0,30%
	32	12	0,16%
	35	45	0,61%
	50	46	0,63%
	55	3	0,04%
	65	1	0,01%
	85	2	0,03%
Total FLUORESCENTE COMPACTA		183	2,49%
HM			
	70	67	0,91%
	100	123	1,67%
	150	90	1,22%
	250	68	0,93%
	400	32	0,44%
Total HM		380	5,17%

Tabla 23. Distribución de lámparas instaladas por potencia (1/2)

Tipo Lámpara	Potencia de lámpara (W)	Nº de lámparas	% respecto a las unidades instaladas
LED			
	1	134	1,82%
	2	25	0,34%
	3	88	1,20%
	4	10	0,14%
	5	12	0,16%
	10	9	0,12%
	12	8	0,11%
	13,5	12	0,16%
	16	47	0,64%
	18	15	0,20%
	20	454	6,18%
	27	20	0,27%
	30	73	0,99%
	37	23	0,31%
	38	12	0,16%
	40	57	0,78%
	44	28	0,38%
	46	81	1,10%
	53	54	0,73%
	60	1	0,01%
	75	42	0,57%
	87	1	0,01%
	100	21	0,29%
	163	3	0,04%
Total LED		1.230	16,74%
ND			
Total ND		35	0,48%
VAPOR DE MERCURIO			
	80	10	0,14%
	125	113	1,54%
	250	65	0,88%
Total VAPOR DE MERCURIO		188	2,56%
VSAP			
	0	3	0,04%
	50	20	0,27%
	70	162	2,20%
	100	463	6,30%
	150	2.579	35,10%
	250	1.830	24,90%
	400	32	0,44%
Total VSAP		5.089	69,26%
Total		7.348	100,00%

Tabla 24. Distribución de lámparas instaladas por potencia (2/2)

5.8. Contratación del suministro eléctrico

En este apartado se presentan en forma de resumen los datos generales de contratación asociados a los puntos de suministro de alumbrado público del municipio de Santa Pola.

Tal y como se comenta en el apartado 5.1 *Consideraciones*, quedan excluidos del análisis de facturación los cuadros de mando CM-027, CM-061, CM-078-1 y CM-078-2, por tratarse de cuadros que comparten suministro con edificios públicos. La contratación eléctrica de dichos suministros se analiza en los respectivos informes de auditoría de edificios.

Por otro lado, también quedan descartados del análisis de contratación eléctrica los 13 cuadros enumerados en el apartado 5.1 *Consideraciones*, por no contar con un CUPS asociado a dichos cuadros.

Se analiza, por tanto, en la presente auditoría, la contratación eléctrica de 109 suministros asociados a alumbrado público.

La siguiente tabla muestra el resumen de la facturación eléctrica durante el período de referencia de septiembre de 2016 a agosto de 2017 para los 109 suministros analizados.

Resumen de facturación eléctrica	
Número de puntos de suministro analizados (CUPS)	109
Consumo de energía activa facturada (kWh)	4.295.330
Importe total facturado, suministros de Alumbrado Público (€)	534.177,10
Precio Medio de la Factura Eléctrica (c€/kWh)	12,44

Tabla 25. Resumen facturación eléctrica alumbrado público

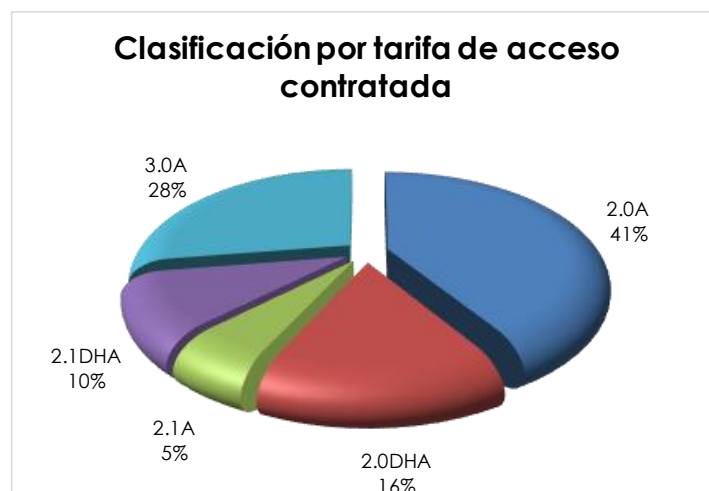
Respecto a la tabla anterior es necesario tener en cuenta que el consumo de energía eléctrica y el importe total facturado corresponde a los 109 suministros exclusivos de alumbrado público identificados, durante el periodo de referencia (septiembre 2016 a agosto 2017). Son valores sin anualizar, sin IVA (en el caso del coste económico) y en ellos no se incluyen el consumo facturado por los suministros mixtos (3 suministros) y su coste, ni el consumo de los 13 cuadros sin CUPS.

5.8.1. Clasificación de suministros por tarifa contratada

En la siguiente tabla se clasifican los puntos de suministro de alumbrado público según la tarifa contratada para cada uno de ellos.

Tarifa de acceso contratada	Número de puntos de suministro
2.0A	45
2.0DHA	17
2.1A	6
2.1DHA	11
3.0A	30
Total	109

Tabla 26. Clasificación de suministros por tarifa contratada



Gráfica 8. Clasificación de suministros por tarifa contratada

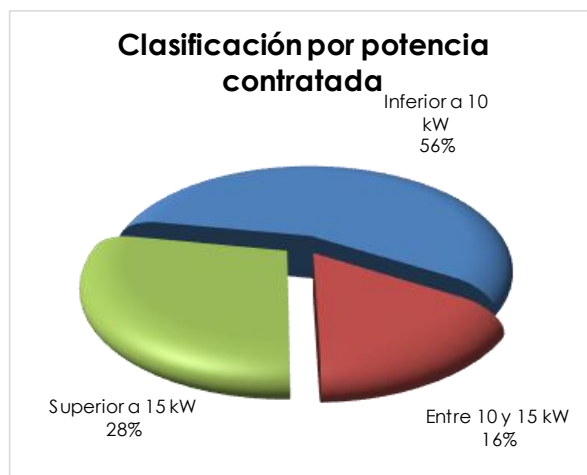
Se observa que un total de **51 suministros (46%) no cuentan con discriminación horaria.**

5.8.2. Clasificación de suministros por potencias contratadas

La siguiente tabla muestra los puntos de suministro de alumbrado público según la potencia contratada para cada uno de ellos.

Rango de potencia contratada	Número de puntos
Inferior a 10 kW	61
Entre 10 y 15 kW	17
Superior a 15 kW	31
Total	109

Tabla 27. Clasificación de suministros por potencia contratada



Gráfica 9. Clasificación de suministros por potencia contratada

5.8.3. Clasificación de suministros según comercializadora

La siguiente tabla clasifica los puntos de suministro de alumbrado público según la comercializadora asociada a los contratos.

Comercializadora contratada	Número de puntos
IBERDROLA CLIENTES, S.A.U.	109

Tabla 28. Clasificación de los suministros por empresa comercializadora

5.9. Análisis lumínico

En los siguientes apartados se exponen los principales resultados y conclusiones obtenidas en el análisis lumínico del municipio, y que quedan analizados en

profundidad en los documentos *Anexo III Clasificación de Vías* y *Anexo IV Campaña de mediciones lumínicas*.

5.9.1. Clase de vías

En primer lugar, se obtiene la distribución de las vías y espacios del municipio en función de la clase de vías y espacio asignado. Tal como se comenta en el apartado 4.4 *Clasificación de vías*, esta clasificación se realiza de acuerdo a la ITC-EA-02 del REEA.

Clase de vías y espacios	Criterio de análisis	Nº de vías y espacios
B1	- Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante - Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas	13
D3/D4	- Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada - Zonas de velocidad muy limitada	310
E1	- Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras	101
Total		424

Tabla 29. Clasificación de vías según su clase

En el siguiente gráfico se muestra la distribución de los distintos tipos de vías del municipio según su clase.

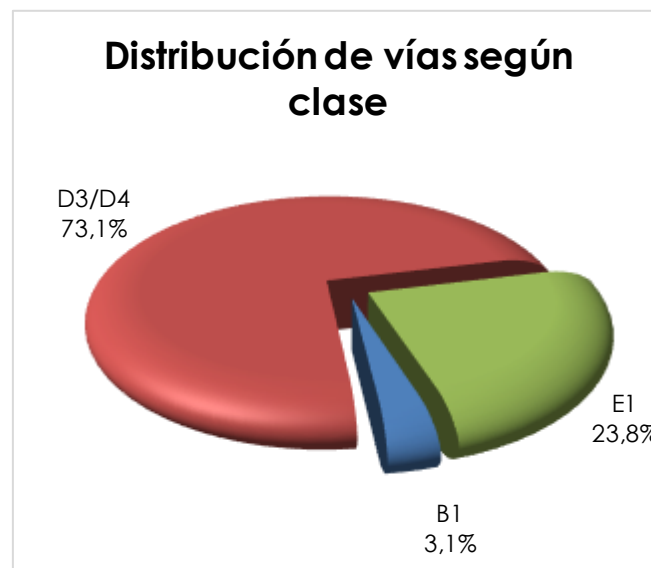


Tabla 30. Distribución de vías según su clase

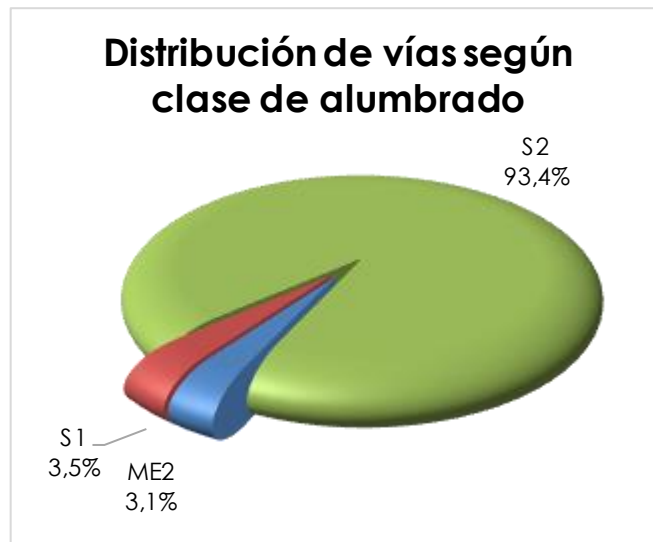
La mayor parte (73,1%) de vías del municipio son del tipo D3/D4, esto es, calles residenciales con vehículos y aceras en ambos lados de la calzada.

5.9.2. Clase de alumbrado

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de vías en función de la clase de alumbrado. La clase de alumbrado asignada a cada espacio deriva de la categoría de vía, de acuerdo a las tablas de la ITC-EA-02 del REEA.

Clase de alumbrado	Nº de vías
ME2	13
S1	15
S2	396
Total	424

Tabla 31. Clasificación de vías según su clase de alumbrado



Gráfica 10. Distribución de vías según su clase de alumbrado

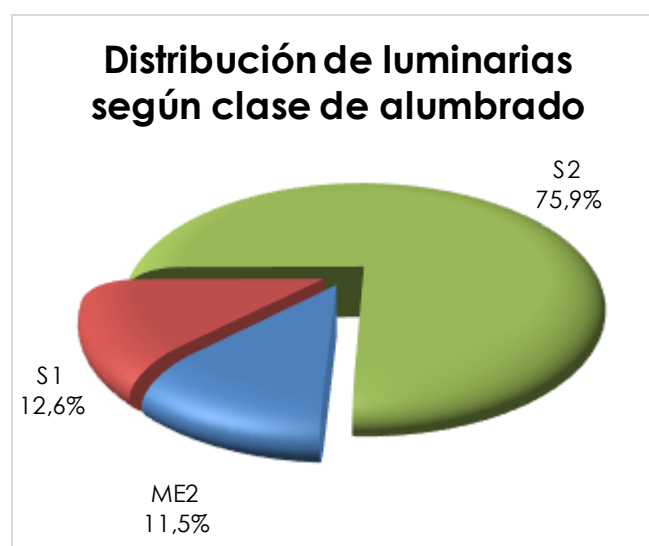
La mayor parte de vías (93,4%) tiene una clase de alumbrado del tipo S2.

Los anexos *Anexo III Clasificación de Vías* y *Anexo IV Campaña de mediciones lumínicas* detallan más información sobre los criterios seguidos para dicha clasificación de vías.

Por último, también es interesante realizar una clasificación de los puntos de luz, según la clase de alumbrado asignada a las vías donde están instalados. Estos datos, en función del número de luminarias instaladas en el municipio, se resumen en la siguiente tabla.

Clase de alumbrado	Nº de vías y espacios
ME2	824
S1	899
S2	5436
Total	7.159

Tabla 32. Distribución de puntos de luz según la clase de alumbrado de la vía en la que se encuentran



Gráfica 11. Distribución de puntos de luz según la clase de alumbrado de la vía en la que se encuentran

La mayor parte de luminarias (75,9%) se encuentran en vías cuya clase de alumbrado es clasificada como S2.

5.9.3. Niveles lumínicos

El siguiente apartado muestra los resultados de las mediciones lumínicas actuales y su comparación con los niveles recomendados por el REEAE. El procedimiento y criterio seguido para este análisis se detalla en el Anexo IV. *Campaña de mediciones lumínicas.*

Iluminancia media

Los valores de iluminancia media utilizados como referencia en el presente proyecto son los siguientes

Clase de alumbrado	Iluminancia media (lux)
ME2	20
S1	15
S2	10

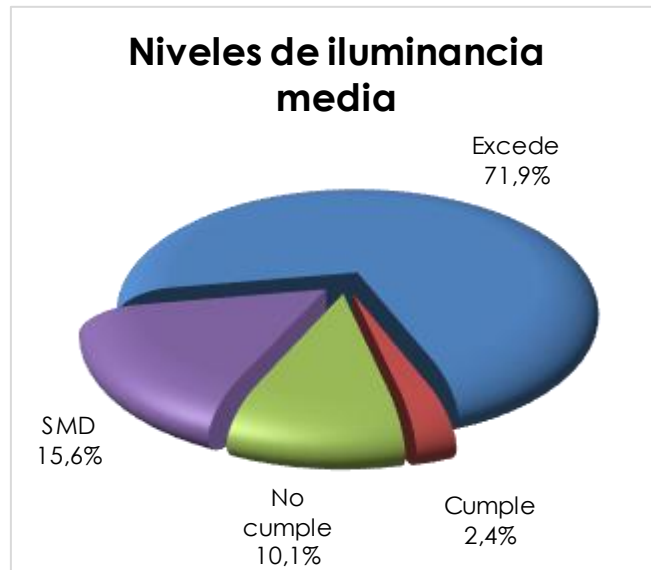
Tabla 33. Iluminancia media de referencia (Fuente: RD 1890/2008)

Partiendo de estos valores de referencia, en la tabla siguiente se resume el análisis del cumplimiento de los valores recomendados de iluminancia media en la instalación de alumbrado analizada, a partir de los datos obtenidos en la campaña de medidas.

Niveles de iluminancia media	Nº de vías
Excede	305
Cumple	10
No cumple	43
SMD	66
Total	424

Tabla 34. Distribución de vías según su iluminancia media

Con los valores de la tabla anterior, se construye la siguiente gráfica:



Gráfica 12. Niveles de iluminancia media en las vías

Como se puede observar, gran parte de las vías del municipio (71,9%) presentan un valor de iluminancia media por encima del recomendado por la normativa. La categoría SMD corresponde a aquellas zonas de las que no se dispone de medida lumínica.

Esta situación es muy habitual en los alumbrados públicos de España, en los que en la mayor parte de los viales se excede de la iluminancia media recomendada por el REEAE.

Uniformidad media

La uniformidad media de iluminancias se define en el REEAE en instalaciones de alumbrado exterior, como la relación entre la iluminancia mínima y media del espacio a estudiar.

Los valores de uniformidad media utilizados como los niveles mínimos de referencia en el presente proyecto son los siguientes.

Clase de alumbrado	Uniformidad media
ME2	0,40
S1	0,33
S2	0,30

Tabla 35. Uniformidad media de referencia (Fuente: RD 1890/2008)

La tabla siguiente muestra el resultado del análisis de uniformidad media en la instalación de alumbrado actual.

Niveles de uniformidad media	Nº de vías
Cumple	176
No cumple	182
SMD	66
Total	424

Tabla 36. Distribución de vías según su uniformidad media

Se observa que la gran mayoría de las vías municipales no cumplen con el criterio de uniformidad media mínima especificado en el REEAE. Esto se puede deber a la combinación de varios factores:

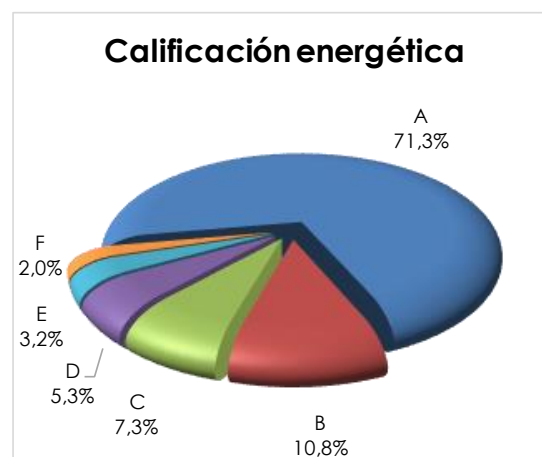
- Presencia de lámparas fundidas
- Grandes interdistancias entre puntos de luz
- Falta de homogeneidad en cuanto a potencia de lámparas instaladas a lo largo de una vía. En el caso de Santa Pola existen vías de gran longitud, que pueden presentar tramos con una iluminancia baja, lo cual perjudica la homogeneidad de la vía.

Eficiencia y calificación energética

Los resultados de la calificación energética de las vías del municipio quedan recogidos en la tabla y gráfico siguiente:

Calificación energética	Nº de vías
A	244
B	37
C	25
D	18
E	11
F	7
Total	342

Tabla 37. Calificación energética de las vías



Gráfica 13. Calificación energética de las vías

El resultado de la calificación energética de las vías puede resultar extraño ya que, por un lado, la mayor parte de las vías cuentan con calificación energética A (un 71,3% del total) y, por otro lado, la mayor parte de lámparas instaladas en el municipio (un 69,3% del total de lámparas) son de tipo VSAP, una tecnología poco eficiente.

En primer lugar, es necesario destacar que los cálculos de valores de eficiencia energética del REEAE son aplicables a instalaciones a partir del 2009, por lo que sus resultados no son representativos para instalaciones anteriores.

En segundo lugar, aun aplicando los cálculos del REEAE, se observa que la letra de calificación energética depende directamente del nivel de iluminancia media de la vía, la cual, para el caso de Santa Pola, es bastante alta en la mayoría de las vías. Este alto valor implica un alto índice de eficiencia energética, lo cual resulta en una calificación energética con letra A o B.

6. INDICADORES

En este apartado se obtienen los indicadores que relacionan las características, el consumo de energía y el coste económico asociado a éste, en las instalaciones de alumbrado objeto del presente informe.

Estos ratios o indicadores definen el estado de las instalaciones actuales, en comparación con los datos de referencia obtenidos para otras ubicaciones, o los establecidos en las políticas de ahorro y eficiencia energética nacionales. Además, establecen la línea de referencia sobre la que evaluar a nivel global, la evolución de las instalaciones con el tiempo y, por tanto, sobre la que validar los resultados obtenidos tras la implantación de medidas de ahorro y mejora de la eficiencia energética.

En la tabla siguiente se muestran los datos globales de la instalación de alumbrado del municipio, a partir de los cuales se calculan los indicadores de referencia.

Indicadores	
Número de habitantes	31.137
Número de luminarias	7.159
Número de lámparas	7.348
Potencia instalada (W)	1.159.907
Consumo energético anual (kWh)	5.008.479
Coste energético anual (€)	631.288
Número de cuadros eléctricos	132

Tabla 38. Indicadores de la instalación de alumbrado público

Partiendo de estos datos, se obtienen los siguientes indicadores, para periodos anuales.

Ratios de alumbrado exterior	
Número de habitantes	31.137
Puntos de luz por cada 1.000 habitantes (PL/1000 hab)	230
Potencia instalada alumbrado por habitante (W/hab)	37
Potencia media por punto de luz (W/PL)	162
Energía anual consumida por potencia instalada (kWh/kW)	4.318
Energía anual consumida por habitante (kWh/hab)	161
Coste factura eléctrica alumbrado por habitante (€/hab año)	20,3
Coste factura eléctrica alumbrado por energía consumida (€/kWh)	0,1260

Tabla 39. Ratios de alumbrado exterior

Los indicadores anteriores proporcionan unos valores de referencia que permiten tanto analizar el estado de la instalación de alumbrado público actual como comparar su estado respecto a otros municipios, o respecto al mismo municipio en una situación futura.

En el caso de los indicadores medioambientales, recogidos en la tabla siguiente, se relacionan las emisiones anuales de CO₂, debidas al consumo de energía eléctrica en las instalaciones de alumbrado municipales, con las características de las mismas.

Cantidad de CO ₂ emitida asociada al consumo en iluminación pública (kg)*	1.657.807
Cantidad anual de CO ₂ emitida por habitante (kg/hab)	53,2

Tabla 40. Emisiones de CO₂

*Factor de conversión fuente: IDAE, Factores de conversión de energía final – energía primaria factores de emisión de CO₂ – 2016

En la siguiente tabla se recogen los datos comparativos de los principales indicadores de la instalación de alumbrado público del municipio, en función de los ratios de referencia definidos en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE) 2011-2020, en el año 2010 para municipios con menos de 10.000 habitantes.

Indicador	PAAE	PAAE	Municipio	Desviación respecto al valor medio (%)	Desviación respecto al objetivo (%)
	Valores medios	Objetivo	Santa Pola		
kWh/hab.año	106	75	161	52%	114%
PL por cada 1.000 habitantes	172	-	230	34%	-

Tabla 41. Comparativa indicadores actuales respecto a la referencia del PAEE 2011-2012

Como se puede observar, tanto el consumo asociado a los habitantes del municipio al igual que el número de puntos de luz por cada 1.000 habitantes, están por encima de la evaluación de las instalaciones de alumbrado municipales realizada en el PAEE 2011-2020.

Del mismo modo, el consumo de energía por habitante en el municipio está por encima del objetivo de 75 kWh/habitante anuales fijado en el plan de acción 2008-2012 para el escenario del año 2012. Teniendo en cuenta que el consumo en alumbrado por habitante en el municipio es de 161 kWh/habitante, se debe actuar en el municipio, reduciendo como mínimo el consumo de energía en alumbrado público, en un 52%.

Por último, en la siguiente tabla se comparan los kWh anuales consumidos por cada habitante en el municipio, con los datos medios de referencia a nivel nacional y europeos.

Localización	kWh/hab.año
Santa Pola	161
España	106
Francia	96
Alemania	43
Reino unido	41

Tabla 42. Comparativa indicadores actuales VS referencias europeas (Fuente: IDAE)

Como se observa, el consumo de las instalaciones municipales de alumbrado es superior al consumo medio del territorio español, y al de otros países europeos, llegando a triplicar el consumo de Alemania o Reino Unido.

7. ESTUDIO TERMOGRÁFICO

En rasgos generales el análisis termográfico de las conexiones eléctricas en los diferentes cuadros no revela ninguna anomalía remarcable, concluyendo que la ejecución y conservación de las instalaciones es correcta.

En algunos casos se observan ciertas diferencias de temperatura entre las fases de los circuitos, debido a la descompensación de carga que existe entre ellas. Por tanto, se recomienda revisar el equilibrado de las fases de estos circuitos, con el objetivo de evitar sobrecalentamientos.

Asimismo, se recomienda la realización de termografías de forma habitual como parte de las rutinas de mantenimiento, ya que la correcta comparativa entre termografías en diferentes periodos de tiempo proporciona un seguimiento adecuado y permite evitar ineficiencias y pérdidas energéticas.

8. MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA

En el presente documento, en primer lugar, se ha analizado el coste de implantación de las obras que permitan solucionar las deficiencias detectadas en la auditoría energética y adaptar las instalaciones de alumbrado a la normativa vigente. La siguiente tabla muestra un resumen de estas obras de mejora:

Trabajo previsto	Tipo de actuación	Coste (€)
Lámparas fundidas	MMF	16.560
Sistema de telegestión	MMG	152.460
Instalación de puesta a tierra	MME	46.620
Mejoras cuadros mal estado	MME	3.500
Total		219.140

Tabla 43. Trabajos de mejora de la instalación

Una vez expuestas las mejoras exigidas por las regulaciones normativas, se plantean una serie de medidas de ahorro y mejora de la eficiencia energética:

- Sustitución de luminarias actuales por otras de tipo LED
- Ajuste del funcionamiento y control de las instalaciones

En el análisis de cambio de luminarias se propone la implantación de nuevas luminarias de tecnología LED en todos aquellos casos en los que se encuentra, sin variar la disposición de las luminarias actuales, una solución óptima de acuerdo con el Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior (REEAE). En el *Anexo VIII Medidas de Ahorro de Energía* se detallan las propuestas de mejora planteadas en la presente auditoría.

La siguiente tabla resume el número de actuaciones a realizar:

Alcance de actuaciones	
Número de actuaciones propuestas	5.739
Porcentaje de actuaciones propuestas sobre puntos de luz (%)	80,2%
Reducción en potencia instalada (kW)	659.447
Reducción de la potencia instalada (%)	57%

Tabla 44. Alcance de las actuaciones propuestas: sustitución de luminarias a tipo LED

En el ajuste del funcionamiento de las instalaciones, se plantea la modificación del horario de encendido y apagado de las instalaciones y su correcta regulación en función de dos niveles de funcionamiento (50% y 100%).

La siguiente tabla muestra los datos generales de las medidas de mejora y ahorro propuestas en el *Anexo VIII Medidas de Ahorro de Energía*. El procedimiento de cálculo para los valores mostrados en esta tabla se describe en dicho anexo.

En la tabla se muestran, por un lado, las **actuaciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación y su adaptación a la normativa vigente**. Estas actuaciones comprenden: sustitución de lámparas fundidas, mejoras de cuadros en mal estado, instalación de puesta a tierra y sistema de telegestión. Estas actuaciones implican una **inversión** estimada de **219.140 €**.

Por otro lado, se muestran los **ahorros energéticos y económicos** que suponen la ejecución de las **medidas de mejora de eficiencia** propuestas (sustitución a LED y ajuste del funcionamiento de la instalación). Para el cálculo del ahorro energético se parte del escenario en el que toda la potencia instalada se encuentra en funcionamiento y durante un tiempo de 4.318 horas anuales. El cálculo del ahorro económico contempla: el precio real actual del término de energía (con impuesto eléctrico) para los suministros identificados, y un precio promedio para aquellos cuadros sin suministro identificado. La **inversión** para esta medida de ahorro se estima en **2.598.306 €**. El **ahorro económico** se estima en **275.860 € por la sustitución a LED** y **83.800 € por ajuste del funcionamiento**.

Finalmente, se muestran los **ahorros económicos por optimización de la factura**, considerando realizadas las medidas de ahorro propuestas. Así, con ese

escenario futuro, se estima un **ahorro** de **215.332 €** por: optimizaciones de potencia, ahorro de penalizaciones de reactiva y cambios de tarifa. La **inversión** necesaria para dicho ahorro se estima en **22.881 €**.

Medidas de Mejora de la Eficiencia Energética	Ahorro				Inversión (€)	PRS (años)
	Energético (kWh/año)	Energético (%)	Reducción de emisiones (TCO ₂ /año)	Económico (€/año)		
MEJORA DE INSTALACIONES						
Lámparas fundidas	-	-	-	-	16.560	
Mejoras cuadros mal estado	-	-	-	-	3.500	-
Instalación de puesta a tierra	-	-	-	-	46.620	-
Sistema de telegestión	-	-	-	-	152.460	-
Subtotal	-	-	-	-	219.140	-
MEDIDAS DE AHORRO Y MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA						
Sustitución de luminarias a tecnología LED	2.847.492	56,9%	942,5	275.860	2.598.306	9,4
Ajuste del funcionamiento de las instalaciones	874.750	17,5%	289,5	83.800	-	-
Subtotal	3.722.242	74,3%	1.232	359.659	2.598.306	7,2
MEJORA DE LA CONTRATACIÓN ELÉCTRICA						
Optimización de potencia	-	-	-	50.094	418	0,01
Penalizaciones por reactiva	-	-	-	8.093	21.970	2,7
Cambio de tarifa	-	-	-	149.502	493	0,003
Subtotal	-	-	-	207.688	22.881	0,1
TOTAL	3.722.242	74,3%	1.232	567.348	2.840.327	5,0

Tabla 45. Resumen de inversión y ahorro por mejoras de eficiencia energética propuestas

Las medidas de ahorro energético contemplan **actuaciones en 5.739 puntos de luz** (un 80,2% del total), que implican una **reducción de la potencia instalada de 659.447 kW** (un 56,9%). Por otro lado, para la optimización de contratación eléctrica, considerando el escenario futuro (en el que se ha hecho la sustitución a LED), se contempla un total de **96 actuaciones en puntos de suministro**, actuaciones que lleva a cabo la empresa comercializadora.

