

Electrofil **5** **Años**
1956 - 2006



Electrofil
Eficiencia Energética

AUDITORÍA ENERGÉTICA
INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO



EXCMO. AYUNTAMIENTO DE
ALMENDRALEJO



Septiembre 2010

Electrofil **5** **Años**
1956 - 2006



ELECTROFIL OESTE DISTRIBUCIÓN S.L.

Electrofil Oeste Distribución, S. L. - Avda. Francisco Rodríguez Romero - P-A5

Políg. Ind. "El Nevero" – 06006 – BADAJOZ

Tif. 924-271.300* - Fax: 924-272.951 y 924-271.771 C.I.F.: B-06350748

Inscrita en el Registro Mercantil de Badajoz, Tomo 231, Folio 71, Hoja BA-11.819, Inscripción 1.ª

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN.....	7	
1.1. INTRODUCCIÓN	8	
1.2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	8	
1.3. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA	9	
2. CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO. SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL	10	
2.1. INTRODUCCIÓN.....	11	
2.2. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO.....	11	
3. INVENTARIO ENERGÉTICO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO	19	
3.1. INVENTARIO DE LAS UNIDADES DE CONSUMO DE ENERGÍA	20	
3.2. ANÁLISIS FUNCIONAL DE LAS INSTALACIONES	23	
3.3. IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO A LA ENERGÍA.....	27	
4. OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA EN LAS	INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO	29
4.1. ESTUDIOS DE CONTRATACIÓN DE SUMINISTROS.....	30	
4.2. OPTIMIZACIÓN	35	
4.3. ENERGÍA REACTIVA.	39	
4.4. RESULTADOS.....	40	
5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO	EXTERIOR.....	47
5.1. ANOMALÍAS DETECTADAS Y SUSTITUCIÓN DE CUADROS.....	48	
5.2. ACTUACIONES EN ELEMENTOS DE MANIOBRA.	143	
5.3. INCORPORACIÓN DE LÁMPARAS MÁS EFICIENTES.	145	
5.4. INCORPORACIÓN DE SISTEMAS DE REGULACIÓN.....	152	
5.5. INCORPORACIÓN DE LÁMPARA EFICIENTE + REGULACIÓN	AUTÓNOMA.....	157
5.6. CRITERIOS DE OPTIMIZACIÓN. TENDENCIAS EN ALUMBRADO	PÚBLICO.....	163
6. CONCLUSIONES.....	166	
6.1. PUNTOS CRÍTICOS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	167	
6.2. RESULTADOS ENERGÉTICOS Y ECONÓMICOS.....	173	
6.3. NUEVOS RATIOS ENERGÉTICOS	174	
7. CARACTERÍSTICAS Y PLAN DE ACTUACIÓN.	175	
7.1. PLAN DE ACTUACIÓN	176	
7.2. PLAN DE ACTUACIÓN POR CUADROS RECOMENDADO	179	
8. EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO ...	180	
8.1. MANTENIMIENTO.....	181	

**8.2. ITC-EA-06: MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS
INSTALACIONES 186**

**ANEXO I.- FORMULARIOS PARA EL LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIADO
ENERGÉTICO MUNICIPAL**

ANEXO II.- FICHAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE INSTALACIONES

ANEXO III.- INFORME TERMOGRÁFICO

ANEXO IV.- PLANOS Y APLICACIÓN S.I.G.

**ANEXO V.- REGISTRO DE INSTALACIONES, AMPLIACIONES Y
MODIFICACIONES**

1. PRESENTACIÓN.

1.1. INTRODUCCIÓN

El incremento de los gastos relacionados con el consumo energético de las instalaciones municipales, ligado al desarrollo experimentado por los municipios en los últimos años, además de otros aspectos derivados de la demanda de servicios de mayor calidad y la protección medioambiental, exigen cada vez más una gestión energética adecuada.

Para lograr este objetivo, una auditoría energética municipal, ya sea en alumbrado público como en dependencias municipales, supone una herramienta muy valiosa para conocer la distribución de consumos y costes energéticos, detectar los principales factores que afectan al consumo de energía y evaluar ordenadamente las distintas posibilidades de ahorro energético en función de su rentabilidad.

Por auditoría energética se entiende un análisis de situación que permite conocer el modo de explotación, funcionamiento y prestaciones de unas instalaciones de alumbrado, el estado en el que se encuentran sus componentes, sus consumos energéticos y sus correspondientes costes de explotación, con el objetivo de:

- Mejorar el ahorro y la eficiencia energética de las instalaciones
- Adecuar y preparar las instalaciones a la normativa vigente
- Limitar el resplandor luminoso y su contaminación lumínica

Con esta finalidad surge el presente documento, “Plan de Optimización Energética de las Instalaciones de Alumbrado Público del Excmo. Ayuntamiento de Almendralejo”, que pretende analizar la situación energética en las instalaciones de alumbrado público del municipio, y a partir de ella, evaluar cuáles son las mejoras posibles que se pueden introducir y que permitan un consumo energético más racional y eficiente.

1.2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- Orden de 04/06/1984, CONSTRUCCIÓN. Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IER “Instalaciones de Electricidad. Red Exterior”. Órgano emisor: Ministerio Obras Públicas y Urbanismo. BOE 19/06/1984.
- Real Decreto 2642/1985 de 18/12/1985, INDUSTRIAS EN GENERAL. Especificaciones técnicas de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico) y su homologación. Órgano emisor: Ministerio de Industria y Energía. BOE 24/01/1986.
- Orden de 16/05/1989, INDUSTRIAS EN GENERAL. Modifica el anexo del Real Decreto 2642/1985, de 18-12-1985, sobre especificaciones técnicas de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico) y su homologación. Órgano emisor: Ministerio de Industria y Energía. BOE 15/07/1989.
- Real Decreto 401/1989 de 14/04/1989, SIDEROMETALURGIA. Modifica Real Decreto 2642/1985, de 18-12-1985, sobre sujeción a especificaciones técnicas y homologación de los candelabros

metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico). Órgano emisor: Ministerio Industria y Energía. BOE 07/07/1989.

- Resolución de 25/10/2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se regula el período transitorio sobre la entrada en vigor de las normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad, de Endesa Distribución S.L.U. en el ámbito de esta Comunidad Autónoma. Órgano emisor: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. BOJA 22/11/2005.
- Real Decreto 8242/2002 de 02/08/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Órgano emisor: Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 18/09/2002
- Real Decreto 1955/2000 de 01/12/2000, ELECTRICIDAD. Regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Órgano emisor: Ministerio Economía. BOE 27/12/2000.
- Protocolo de Auditorías Energéticas de Alumbrado Público Exterior. IDAE, octubre de 2008.
- Real Decreto 1890/2008, de 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.

1.3. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

A continuación se detallan los principales medios utilizados para la realización de la auditoría energética:

Mediciones de iluminancia:

- Se utilizó un luxómetro marca GOSSEN modelo Mavolux 5032B, nº de certificado 2009 07 60 0850 nº de serie 9 B 21309 calibrado mediante laboratorio LCOE-ENAC Calibración 1/LC038-1, 1/LC038-2, 1/Lc039, 1/LC475, según lo indicado en el punto 2.3 de la instrucción técnica ITC-EA-07 del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.
- El procedimiento utilizado para las mediciones se describe en el Anexo II.

Termografías:

- Captación de imágenes termográficas mediante máquina PCE TC 3. Con exactitud de medición de máximo ± 2 °C o ± 2 % en un rango de temperatura de -10 °C hasta +250 °C
- Las medidas termográficas se detallan en el Anexo III.

Mediciones eléctricas:

- Las medidas de parámetros eléctricos se realizaron mediante tenaza amperimétrica y voltimétrica de Circutor, tipo CPM M80430.

Inventariado:

- Cámara fotográfica digital de 8 Mpixel y zoom telescópico óptico.
- Estación G.P.S para identificación de coordenadas para la aplicación SIG.

2. CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO. SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

2.1. INTRODUCCIÓN.

La presente auditoría energética analiza todas las instalaciones de alumbrado público de titularidad municipal, tanto ejecutadas por el propio Ayuntamiento como recibidas o asimiladas de promociones privadas, abarcando la iluminación vial, funcional o ambiental, la ornamental y toda instalación de iluminación exterior fija susceptible de ser incluida.

Los trabajos realizados para el desarrollo de la auditoría son los siguientes:

- Toma de datos: el inventariado de las instalaciones de alumbrado se realizó desde el 06 de julio de 2010 hasta el 05 de agosto de 2010.
- Optimización de facturación del suministro eléctrico: consiste en la propuesta de posibles mejoras en los parámetros de contratación, con facturas disponibles hasta el mes de junio de 2010.
- Diagnóstico energético de cada una de las instalaciones de alumbrado: descripción de los problemas observados y el potencial de ahorro energético, posibles medidas a aplicar.
- Análisis y verificación del cumplimiento de la normativa: comprobación del cumplimiento de requisitos legales.
- Elaboración de propuestas de actuación: definición de las propuestas y los criterios.
- Elaboración de un inventariado basado en un Sistema de Información Geográfica: recoge la ubicación con coordenadas UTM de los puntos de luz, así como la información característica más relevante de los mismos.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO.

2.2.1. DATOS GENERALES.

Se trata de una villa de 164,5 km² a 337 m de altitud que dista 59 km de Badajoz, a 38,68º de latitud y 6,4º de longitud Oeste. Es capital de la comarca de Tierra de Barros y cuenta con 33.588 habitantes.

2.2.2. RELACIÓN DE CUADROS DE ALUMBRADO PÚBLICO.

A continuación se muestra la relación de cuadros de alumbrado público analizados y que se encuentran repartidos por todo el municipio. A cada centro de mando se le asigna una numeración que se tomará como referencia a lo largo de todo el documento, facilitando la presentación de los datos. Además se muestra la ubicación y la referencia del contrato de suministro eléctrico asociado a dicho cuadro.

La numeración propuesta puede coincidir en la mayoría de los casos con la utilizada por los técnicos municipales, no obstante hay cuadros para los que la numeración establecida es nueva, por no disponerse

de ella anteriormente, y en estos casos puede no coincidir con la establecida por los técnicos municipales por adopción de diferentes criterios.

Los saltos en la numeración corresponden a cuadros de mando no analizados, por resultar inexistentes, asociados a otro tipo de suministros diferentes al alumbrado público (vial) o por haber sido sustituidos.

Nº	UBICACIÓN DEL CENTRO DE MANDO
CM_01	C/ MIGUEL ANTOLÍN
CM_02	ANTONIO MARTÍNEZ PINILLOS (FACHADA CT)
CM_03	C/ GABRIEL Y GALÁN
CM_04	PLAZA DEL SOL
CM_05	PLAZA CORAZÓN DE MARÍA
CM_06	C/ JUDERÍAS
CM_07	PLAZA DEL MERCADO
CM_08	PLAZA IGLESIA
CM_09	C/ COLOMBIA (ESQUINA ESTADIO)
CM_11	CALLE DE LAS POZAS
CM_12	AVD. JUAN CARLOS RGUEZ. IBARRA
CM_15	AVENIDA RODRÍGUEZ IBARRA
CM_16	CTRA SEVILLA
CM_18	C/ GIRALDA
CM_19	C/ GIRALDA
CM_20	AVDA. LA PAZ
CM_21	C/ EDUARDO NARANJO (CRUCE ALFONSO X)
CM_22	C/ SANTA MARTA
CM_23	C/ VISTAHERMOSA

CM_24	C/ CRUZ
CM_25	C/ MIGUEL ANTOLÍN
CM_26	C/ BADAJOZ
CM_28	C/ ALFONSO X
CM_29	C/ ZUGASTI
CM_30	C/ DE LAS POZAS
CM_31	C/ VENEZUELA
CM_33	AV SAN ANTONIO (ESPOLÓN, JLMESIAS)
CM_34	C/ LOBÓN
CM_35	PLAZA EXTREMADURA
CM_36	C/ VENEZUELA
CM_37	C/ LOS SAUCES. U. CIUDAD VERDE
CM_38	CTRA. LA FUENTE
CM_39	PARQUE LAS MERCEDES
CM_40	C/ MECÁNICA
CM_41	PG CARRETERA (FRENTE TANATORIO)
CM_42	C/ CERVANTES
CM_43	C/ ALANGE
CM_44	C/ BARJOLA
CM_45	C/ HIEDRA. URB PIZARRILAS

CM_46	C/ EDUARDO NARANJO
CM_47	C/ GABRIEL Y GALÁN
CM_48	C/ SAN JUDAS
CM_49	C/ SAN JUAN
CM_50	C/ LÓPEZ PRUDENCIO
CM_51	PARQUE SANTA ÁNGELA DE LA CRUZ
CM_52	C/ BAHAMAS
CM_53	CTRA BADAJOZ. ERMITA
CM_54	C/ GONZALO DE CORREAS
CM_55	AVD. MIGUEL HERNÁNDEZ
CM_56	AVENIDA REPÚBLICA DE CUBA
CM_57	C/ RAFAEL ALBERTI
CM_58	C/ ORTEGA Y MUÑOZ
CM_59	C/ OLIMPIADA
CM_60	C/ VAPOR
CM_61	C/ NOGALES
CM_62	C JUDERÍA (ORNAMENTAL)
CM_63	AVENIDA REPUBLICA
CM_64	C/ PIO BAROJA
CM_65	POLÍGONO IND. FRENTE C/ INDUSTRIA

CM_66	C/ JOSE LUIS MESIAS IGLESIAS
CM_67	C/ PERDIZ
CM_68	SIERRA DE MIRABEL Y VALLE AMBROZ
CM_69	C/ TRUJILLO
CM_70	C/ GARCÍA LORCA (ESQUINA C/ MIRÓ)
CM_71	C/ ELECTRICIDAD
CM_72	JUAN BLASCO. CRTA. BADAJOZ. EX 300
CM_73	CRTA. BADAJOZ EX 300
CM_74	C/ TOMÁS BOTE ROMERO (POLIG)
CM_75	C/ LUIS RAMÍREZ DÓPIDO (POLIG)
CM_76	C/ RAFAEL ALBERTI
CM_77	CUACOS DE YUSTE
CM_78	AVENIDA SAN ANTONIO
CM_79	HERMANDAD SAN MARCOS
CM_80	CRTA BADAJOZ. EX 300(FRENTE FRAEMA)
CM_81	RECINTO FERIAL
CM_83	C/ RABOGATO
CM_84	C/ EL CIRUELO
CM_85	C/ GENERAL BARBAZAS
CM_86	C/ RAFAEL ALBERTI - C/ JAMAICA

CM_88	C/ NICOLÁS MEGÍA (CRUCE FCO. QUEVEDO)
CM_89	C/ SISÓN. U. MIRADOR S MARCOS 4
CM_90	C/ LINCE IBERICO. M. SAN MARCOS 3
CM_91	C/ PERDIZ. U. MIRADOR S MARCOS 1
CM_92	C/ JABUGO. URB MIRADOR S MARCOS 2
CM_93	C/ JUAN PABÓN PAREDES
CM_94	C/ TORREJÓN EL RUBIO
CM_95	C/ MARATÓN
CM_96	C/ FRANCISCO PIZARRO
CM_97	AVDA. CLARA CAMPOAMOR
CM_98	C/ HINOJOSA DEL VALLE
CM_99	C/ ZUGASTI
CM_100	C/ TRIANA
CM_101	C/ INDUSTRIA
CM_102	C/ NICOLÁS MEGÍAS (FACHADA POLID)
CM_103	CONVENTUAL SAN ANTONIO

Tabla 2.1 Relación de Centros de Mando de Alumbrado Público analizados

2.2.3. DATOS ENERGÉTICOS

El presente Plan de Optimización Energética Municipal se centra en el análisis energético del núcleo urbano de Almendralejo. Para su elaboración se han utilizado datos energéticos y económicos correspondientes al año 2009/2010 ofrecidos por el Excmo. Ayuntamiento de Almendralejo.

Así para el periodo de un año el consumo energético del Ayuntamiento asciende a **3.707.941 kWh** eléctricos a través de los **95 suministros**¹ de alumbrado público contratados con la compañía ENDESA que han sido objeto de estudio, lo que supone un consumo de energía cifrado en **319,62 tepPCI**. El coste económico de los suministros analizados a tarifa actual es de **426.515,74 €**.

A continuación se aportan los ratios energéticos más característicos del municipio en su situación actual:

- Número habitantes del municipio: 33.588
- Potencia instalada por habitante: 29,1 W/habitante
- Consumo de energía eléctrica por habitante: 110,4 kWh/habitante
- Puntos de luz por cada 1000 habitantes: 198
- Relación Potencia instalada superficie población: 6.008 W/Km²
- Facturación anual dividida por potencia instalada: 431,52 €/kW
- kWh anuales consumidos por número de kW instalados: 3.751 kWh/kW



¹ El consumo eléctrico anual facturado de tres de los suministros ha sido estimado por no poder extraerse de las correspondientes facturas eléctricas.

3. INVENTARIO ENERGÉTICO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

3.1. INVENTARIO DE LAS UNIDADES DE CONSUMO DE ENERGÍA

3.1.1. TOMA DE DATOS DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO

En el Anexo I se adjuntan las fichas de campo que han servido de soporte en la ejecución de la auditoría de alumbrado exterior del municipio a la hora de estructurar la información de los resultados obtenidos. En dicho anexo se recogen los cuadros generales de alumbrado, las características propias de las instalaciones en los distintos tipos de vías, y los ratios e índices representativos del nivel de alumbrado público del municipio.

El Ayuntamiento dispone en la actualidad de 6.667 puntos de luz en alumbrado viario y artístico con una potencia instalada de 988.401 W. De forma resumida se indica a continuación el resultado del inventario de unidades de consumo en el alumbrado público, que se muestra de forma completa en el siguiente capítulo “Diagnóstico energético de las Instalaciones de Alumbrado”.



Tabla 3.1 Resumen de inventariado

En el reparto de lámparas según tipo se comprueba que un 27,6% de la potencia instalada en alumbrado público corresponde a las lámparas de Vapor de Mercurio. A continuación se muestra el reparto de lámparas del municipio:

TIPO DE LÁMPARA	NÚMERO	POTENCIA EN LÁMPARAS (W)	%
Vapor de Mercurio	1.688	227.500	27,6%
Vapor de Sodio Alta Presión	2.414	350.800	42,6%
Halogenuro Metálico Cerámico	2.197	223.450	27,2%
Otras	368	21.293	2,6%
TOTAL	6.435	839.777	100,00%

Tabla 3.2.- Reparto de luminarias en el municipio

En los siguientes gráficos observamos el reparto de las lámparas instaladas en el municipio de Almendralejo por número y por potencia instalada:

Desglose de tecnologías por número de lámparas



Figura 3.1.- Desglose de lámparas por número

Desglose de tecnologías por potencia instalada

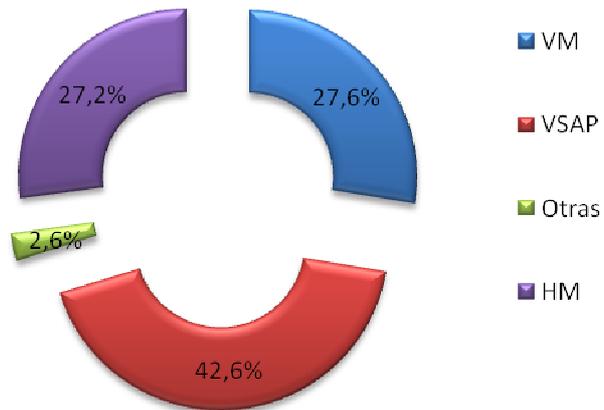


Figura 3.2.-Desglose por potencia y tipo de lámpara instalada

Fijándonos en los tipos de lámparas predominantes en las instalaciones de alumbrado público se muestra en los siguientes gráficos el desglose según la potencia de las mismas.

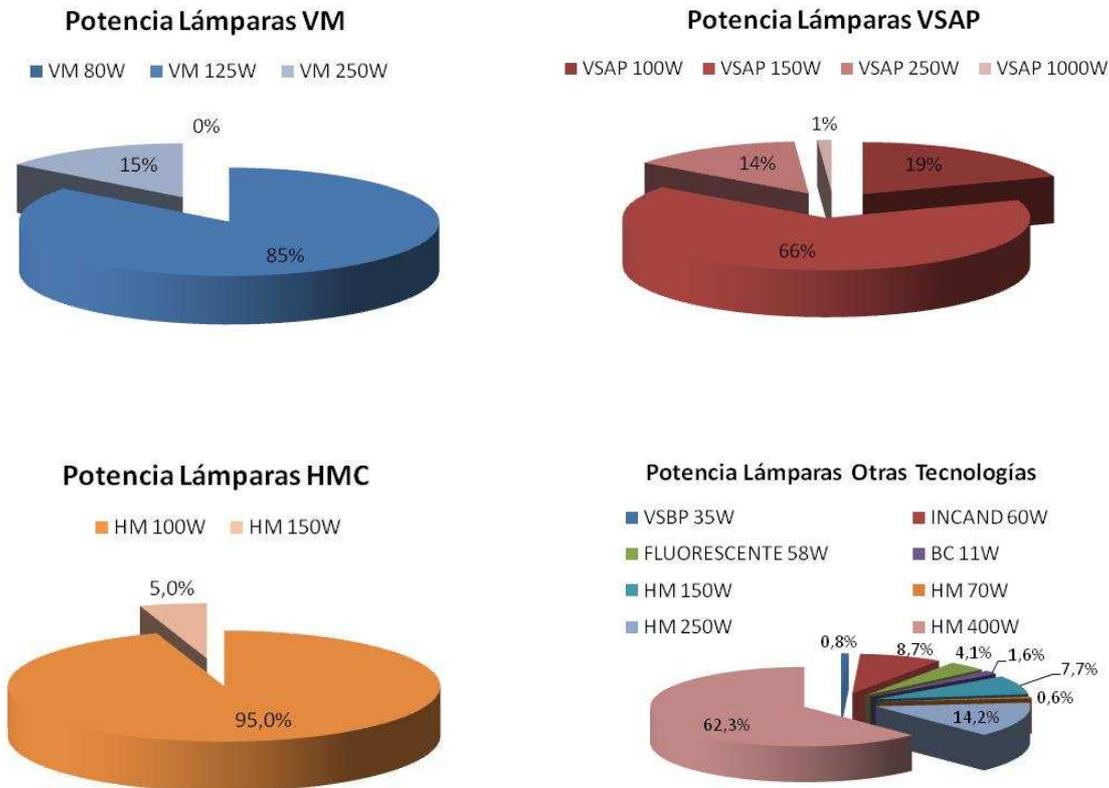


Figura 3.3. Desglose por potencia y tipo de lámpara instalada

El alumbrado público debe posibilitar la realización de las tareas propias del tráfico, peatonal o de vehículos, en las horas del día carentes de luz natural, y dentro de los mínimos de seguridad y comodidad precisos.

Ateniéndose a este principio evidente, parece sencillo pensar que cuanto mayor sea el nivel de iluminación conseguido con el alumbrado previsto, menores serán los problemas de visión, y más fácil por tanto el desarrollo de las tareas.

No obstante, hay un factor determinante para que la deducción lógica expresada no siempre sea aplicable sin más. Este factor determinante no es otro que el económico, que viene expresado fundamentalmente por: los costes de implantación también denominados de primera instalación y los costes de explotación, suma de costes tales como mantenimiento, consumo energético, etc.

Resolver este problema implica mantener un equilibrio entre las necesidades y los medios a utilizar para satisfacerlas; equilibrio que debe estar siempre presente en la tarea de acometer la realización de una instalación de alumbrado público.

3.2. ANÁLISIS FUNCIONAL DE LAS INSTALACIONES

3.2.1. CLASIFICACIÓN DE VÍAS

La velocidad de circulación es el principal criterio empleado para la clasificación de las diferentes vías. Así, en el municipio de Almendralejo podemos distinguir las siguientes clases de vías:

Clase B: vías de moderada velocidad. Con una velocidad del tráfico rodado situada entre 30 km/h y 60 km/h.

Clase D: vías de baja velocidad. Con una velocidad del tráfico rodado situada entre 5 km/h y 30 km/h.

Clase E: vías peatonales. Con una velocidad de circulación menor o igual a 5 km/h.

	VELOCIDAD (km/h)	TIPO DE VÍA	CLASIFICACIÓN
APARTADO 2.1.1. Tabla 1	$30 < v \leq 60$	De moderada velocidad	B
	$5 < v \leq 30$	De baja velocidad	D
	$v \leq 5$	Peatonal	E

Tabla 3.3 Tipos de vía

3.2.2. CLASES DE ALUMBRADO

La clase de alumbrado existente en el municipio está determinada por el tipo de vía, las características de la misma (aparcamientos, aceras peatonales...) y el flujo de tráfico.

	VÍA	SITUACIONES DE PROYECTO	CLASE DE ALUMBRADO
APARTADO 2.1.1. Tabla 3 y Tabla 4	De moderada velocidad	B2	ME2/ME3b/ME4b/ME5
	De baja velocidad	D3 – D4	CE2/S1/S2/S3/S4
	Peatonal	E1	CE1A/CE2/S1/S2/S3/S4

Tabla 3.4 Clases de alumbrado

3.2.3. NIVELES DE ILUMINACIÓN DE LOS VIALES, ESPECÍFICOS Y ORNAMENTALES

Según las condiciones expuestas en el apartado anterior para la clase de alumbrado, los niveles mínimos de iluminación (luminancia) en servicio con mantenimiento que debe mantener la instalación de alumbrado son los siguientes:

- **NIVELES DE ILUMINACIÓN DE VIALES.**

Vías de moderada velocidad:

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia Media L_m (cd/m^2)	Uniformidad Global U_o (mínima)	Uniformidad Longitudinal U (mínima)	Incremento Umbral TI (%) (máximo)	Relación Entorno SR (mínima)
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,5	0,35	0,40	15	0,50

Tabla 3.5 Niveles de iluminación I

En cuanto a la Luminancia Media, L_m , hay que considerar que el valor indicado es un valor mínimo en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener el nivel de servicio indicado debe considerarse un factor de mantenimiento (fm) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Otro punto a tener en cuenta referente a este parámetro es que el valor de luminancia indicado puede convertirse a valor de iluminancia multiplicando el valor de la luminancia media por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

Vías de baja velocidad y peatonales:

Clase de Alumbrado	ILUMINANCIA HORIZONTAL EN EL ÁREA DE LA CALZADA	
	Iluminancia Media E_m (lux)	Iluminancia Mínima E_{min} (lux)
S3	7,5	1,5

Tabla 3.6 Niveles de iluminación II

En cuanto a los valores anteriormente indicados, hay que considerar que se trata de valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener el nivel de servicio indicado debe considerarse un factor de mantenimiento (fm) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

- **NIVELES DE ILUMINACIÓN DE ALUMBRADOS ESPECÍFICOS.**

Parques: Iluminación vías tipo E.

- **NIVELES DE ILUMINACIÓN DE ALUMBRADOS ORNAMENTALES.**

Alumbrado Ornamental:

NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (lux)			COEFICIENTES MULTIPLICADORES DE CORRECCIÓN			
	Iluminación de los alrededores			Corrección para el tipo de lámpara		Corrección para el estado de la superficie iluminada	
	Baja	Media	Elevada	H.M. – V.M.	S.A.P. – S.B.P.	Sucia	Muy Sucia
Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1,0	2,5	5,0
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2,0

Tabla 3.7 Niveles de iluminación de alumbrados ornamentales

Los valores de iluminancia media indicados son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación sobre la superficie limpia iluminada con lámparas de incandescencia.

Si tenemos otro tipo de lámpara o la superficie iluminada no está limpia habrá que aplicar los coeficientes de corrección indicados.

3.2.4. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO.

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

En el municipio de Almendralejo, la práctica totalidad de las zonas se clasifican como zonas E3, esto es, Áreas de Brillo o Luminosidad Baja, correspondiendo a esta tipología zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.

El flujo hemisférico superior instalado FHSINST o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona E1, E2, E3 y E4, no superará el límite establecido en la tabla siguiente:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS _{INST}
E3	≤ 15%

Tabla 3.8 Flujo hemisférico superior instalado

3.2.5. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN.

La eficiencia energética de una instalación viene definida por la siguiente expresión:

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

siendo:

ϵ = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($m^2 \text{ lux/W}$)

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)

En el anexo II se incluye el análisis de la eficiencia energética y el cálculo de la calificación energética asociada a vías características y representativas de la iluminación existente en el municipio. Como resultado del mismo se desprende la baja eficiencia energética de las instalaciones que utilizan lámparas de Vapor de Mercurio debida principalmente a la baja eficacia de esta tecnología, y al mal rendimiento de las luminarias de tipo esfera. Además en algunos casos se observan puntos oscuros y poca uniformidad en la iluminación (< 0,4), motivados por el uso de luminarias deficientes.

3.3. IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO A LA ENERGÍA

La producción de energía, su transformación, transporte, distribución y su empleo como energía final causan, al igual que otras actividades humanas, determinados riesgos para el medio ambiente. Los sistemas naturales resultan insuficientes para hacer frente a dichos riesgos a partir de un cierto nivel y por ello requiere un plan de actuación para anularlos o, al menos, minimizarlos.

Actualmente, los combustibles usados principalmente para la generación de energía son los derivados del petróleo, fuel-oil y gasóleo y el carbón. Los principales agentes contaminantes derivados de su combustión son los óxidos de azufre y nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono, hidrocarburos, gases trazas, amoníaco y partículas.

Los principales compuestos del azufre existentes en la atmósfera son SO_2 , SO_3 , H_2S , H_2SO_4 y las sales de SO_4^{2-} . Estos compuestos junto con los óxidos de nitrógeno son los causantes de la denominada lluvia ácida. En la atmósfera existen también compuestos de nitrógeno, fundamentalmente N_2O , NO , NH_3 y las sales de NO^{2-} , NO^{3-} y NH_4^+ .

Entre los compuestos de carbono existen dos óxidos de gran interés en los estudios de contaminación: CO_2 y CO . El anhídrido carbónico es el causante del aumento del efecto invernadero, cuya consecuencia es el aumento de la temperatura del Planeta. Además de dichos óxidos, existen otros compuestos del carbono que juegan papeles importantes en la contaminación atmosférica, bien sea por su participación en la formación de smog fotoquímico, o causa de su alta reacción fisiológica con el cuerpo humano.

Bajo la denominación de partículas se engloban todos aquellos constituyentes, a excepción del agua pura, presentes en la atmósfera en estado sólido o líquido bajo condiciones normales, con un tamaño superior al de las moléculas simples, e inferior a 100 micras. El límite superior viene determinado por el hecho de que las partículas grandes sedimentan rápidamente, permaneciendo muy poco tiempo en la atmósfera.

Para calcular las cargas contaminantes de las emisiones atmosféricas se utilizarán los siguientes factores, expresados en kg/tep de combustible empleado:

	NO Como NO_2	SOx como SO_2	CO	HC como CH_4	Part.	CO_2
FUEL-OIL	9	19,4	0,26	0,3	2,7	3.238
PROPANO	3,0	0,0	0,01	1	0,3	2.700
GASOLEO	75,2	3,9	16,05	2,11	0,9	3.120
GAS NATURAL	3,0	0,0	0,001	1	0,3	2.100

Tabla 3.9 Factores de emisión de contaminantes atmosféricos

(1) PCS= 6.000 kcal/kg

Fuente: las emisiones para evaluar la energía producida en una C.T y para el fuel-oil corresponden a Perkins, H.C.:AirPollution, Mc Graw-Hill, 1.974, Handbook of environmental control, Vol. I, Air Pollution.

Para determinar las emisiones de CO₂ debido al consumo eléctrico debe tenerse en cuenta el rendimiento global en la generación de electricidad, incluyendo el transporte y la distribución. Para su cálculo se considera que la generación de un kWh en una central de ciclo combinado de gas natural produciría 350 g de CO₂ tal y como recoge la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura (2009-2012).

Con estas consideraciones, y con los consumos de electricidad en la Situación Actual de referencia, la emisión de contaminantes será la siguiente:

COMPUESTOS CONTAMINANTES	EMISIÓN DE CONTAMINANTES EN LA SITUACIÓN ACTUAL ASOCIADA AL USO DE:
	ELECTRICIDAD
	913,21 tep PCI
NO como NO ₂ (kg)	13.698,19
SO _x como SO ₂ (kg)	25.569,96
CO (kg)	365,29
HC como CH ₄ (kg)	136,98
Partículas (kg)	164.378,31
CO ₂ (kg)	4.507.618

Tabla 3.10 Emisión de contaminantes

Entonces, la Emisión Global es:



4. OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA EN LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO

4.1. ESTUDIOS DE CONTRATACIÓN DE SUMINISTROS

4.1.1. SUMINISTROS ANALIZADOS

Nº	CENTRO DE MANDO	REF. CONTRATO
1	Merida, Ap .(Calleja peatonal Miguel Antolín)	10490780174
2	Antonio Martinez Pinillos AP (CT JL Mesías)	10490780187
3	Gabriel Y Galan, Ap (AP 1)	10490780192
4	Sol, Alumbrado Público, ., Almendrjo, 06200, (ba)	10490780208
5	PzCorazon de Maria 1, ., Almendrjo, 06200, (ba)	10490780214
6	Juderia, Ap	10490780227
7	Mc Abastos, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10490780232
8	Pz Iglesia, S/n, X, Almendralejo, 06200, (ba)	10490780246
9	Colombia, S/n, ., Almendralejo, 06200, (ba)	10490780251
11	Av Goya, S/n-, C.Transfor, Almendrjo, 06200, (ba)	Sin cont. TUR
12	Cr Sevilla, S/n, Cto.Tolos (Bodegas Ortiz)	10490883690
15	Lago de Alange, S/n, ., Almendralejo, 06200, (ba)-AP Ctra Sevilla	10490883725
16	Cr Sevilla, S/n (Danubio)	10490883730
18	Giralda, Ap, ., Almendrjo, 06200, (ba)	10490883759
19	Giralda, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10490887257
20	Luna, S/n, Ct Montero, Almendralejo, 06200, (ba)	10490887262
21	Alfonso X, S/n, -Montero Espinosa	10490887276
22	Santa Marta, Cuadro Iglesia San José	10490887281
23	Vistahermosa 1, Ap, ., Almendrjo, 06200, (ba)	10490894644
24	Cruz 19, Oficina Cse, ., Almendrjo, 06200, (ba)	10490894657
25	Miguel Antolin, S/n, ., Almendralejo, 06200, (ba)	10490896008
26	Badajoz 30, AL Publico	10490896014
29	Zugasti, S/n, ., Almendralejo, 06200, (ba)	10490931597
30	Av Goya, S/n-, C. Transfo- 300 viviendas- C/ Pozas	10490931603
31	San Roque, S/n, 23 AP-Calle Venezuela	3352668700
33	Av San Antonio, Ap A (Espolón, JLMesías- CT Pepín)	10490947816
34	Lobon, S/n, (AP Ctra. Sta Ana)	10490949393
35	Pz Extremadura, S/n, (AP)	10490995064
36	Av Paz, Ap Ayuntamiento, Y, Almendrjo, 06200, (ba)	10490995160
37	Ur Ciudad Verde 1, (Parque FdoAixalá)	10491042849

38	Cr Fuente, la, S/n, (CT C/Jaraiz)	10491083115
39	Pq Mercedes, Ayto., a.P., Almendrjo, 06200, (ba)	10491085224
40	Pg Carretera Ar 1, (Discoteca Malibú)	10491162119
41	Pg Carretera Ar 1, (Frente tanatorio)	10491162123
42	Cervantes 16,(Cuadro C/ Hierba)	10491195404
43	Lago Alange, S/n, CtLimon (alumbrado Ctra. Alange-Bodega)	10491196989
44	Barjola 22, Alumbrado, Almendrjo, 06200, (ba)	10491199065
45	Ur Pizarrillas, (Cuadro C/ Hiedra)	10491217459
46	Polideportivo, (Eduardo Naranjo-Parque Dulce Chacon)	10491247074
47	Gabriel Y Ga, Ap, (AP 2)	10491250641
48	San Judas, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491279326
49	San Juan, S/n, Alum. Publ, (alimenta Avenida A Rúa)	10491279331
50	LopezPruden, Ap (Urbanización El Paraíso)	10491301057
51	Campo Arañuelo, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491306416
52	Bahamas, Edi Alumbrado, (Cuadro trafo parque de obras)	10491322514
53	Cr Badajoz, Ap Ermita (Alumbrado ermita San Marcos)	10491533374
54	Gonzalo de Correas, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491570974
55	Av Miguel Herna, ApEsq.Colombia	10491586159
56	Guatemala, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491586353
57	Rafael Alberti, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491608513
58	Ortega Y Muñoz, Ap (Esquina con Juan Campomanes)	10491615094
59	Alfonso X, Ap (Parque - alimentación P Ruiz Picasso)	10491693210
60	Vapor, Alumbrado Publico,	10491693400
61	Nogales, Ap Esq.--cl e, Almendrjo, 06200, (ba)	10491704144
62	Juderia, Alum Ornamental	10490780227
63	Miajadas, ApEsq.Rep.Cuba, Almendrjo, 06200, (ba)	10491756842
64	Pio Baroja, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491756856
65	PoligonoInd, Fte C/ Industria (traseras cementerio)	10491761432
66	Jose Luis Me, en Cd 45716, Almendrjo, 06200, (ba)	10491770877
67	Aguila, ApAyto, (zona San Marcos)	10491780242
68	Sierra Mirav, Ap Y V. Ambroz, Almendrjo, 06200, (b)	10491798964
69	Trujillo, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491798977
70	Av Goya, Ap,(Ct Esquina con Fco García Lorca)-obra IMES	10491800229
71	Electricidad, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491813483
72	Juan Blasco, Ap Cr Ex 300, Fachada Nestle	10491833605
73	Cr Badajoz, Ap Cr Ex-300 Transformador Zamorano	10491833658
74	Pg Industrial Las Picadas II (C/ Tomás Bote Romero)	10491850632

75	Pg Industrial Las Picadas II (C/ Luis Ramírez Dópido)	10491858120
76	Rafael Alber, ApEsqGuatemal, Almendrjo, 06200, (10491869596
77	Cuacos de Yuste, Ap (C/ El Salvador)	10491872837
78	Av San Antonio, Ap (monolito en boulevard)	10491882692
79	Hermandad San Marcos, Alumbrado P.	10491892047
80	PoligonoInd (EX300 frente Fraema)	10491914820
81	Ava.Rua, Ap (AP Recinto Ferial)	10491951028
83	Rabogato, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491961467
84	Ciruelo, Ud.Ejec. 137, a Publico	10491974990
85	General Barbazas, Ap, Almendrjo, 06200, (ba)	10491952017
86	Rafael Alberti AP-UE 181 (C/ Jamaica)	10491988792
88	NicolasMegi, Ap Esq. Quevedo, Almendrjo, 06200, (10491865418
89	Mirador San Marcos CT 4	10492009574
90	Mirador San Marcos CT 3	10492009589
91	Mirador San Marcos CT 1	10492009593
92	Mirador San Marcos CT 2	10492016385
93	Juan Pabón Paredes (Cantalgallo)	10492021604
94	Torrejón El Rubio (obra Cefal Hnos.)	10492021828
95	Ciudad deportiva AP (Barragán)	10492028443
96	Francisco Pizarro AP (CT Pepín)	10492030294
97	Clara Campoamor AP	10492061084
98	Hinojosa del Valle (HiperLeclerc)	10510810881
99	Zugasti (C/ Carmen Flores- CT Vendimia)	10510774146
100	Triana AP (Enológica)	10512742047
101	Sevilla AP 3- Cementerio	10511717783

4.1.2. MEDIDAS QUE MODIFICAN LOS PARÁMETROS DE CONTRATACIÓN

En el presente apartado, se estudian las medidas oportunas para mejorar la contratación actual con la compañía eléctrica. Han sido objeto de estudio los suministros eléctricos correspondientes a alumbrado público o similar, indicados en el punto anterior. Los ratios comparativos obtenidos tras aplicar las medidas más adecuadas para el ayuntamiento, son los siguientes:

- PRECIO UNITARIO ACTUAL: **0,1227 €/kWh**
- PRECIO UNITARIO FUTURO: **0,1218 €/kWh**
- PORCENTAJE DE AHORRO: **0,73 %**