



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Auditoría Energética y Medioambiental del Alumbrado Público de Vitoria-Gasteiz

Autor: José Ignacio Arriba

Institución: Ayuntamiento de Vitoria - Gasteiz

e-mail: avelasco@vitoria-gasteiz.org

Otros Autores: Aitor Epalza (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz); Andrés Alonso (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz); Carlos Cifuentes (Consultoría Lumínica)

RESUMEN

Vitoria-Gasteiz consumió, en 2008, incluyendo el sector industrial, 1.500 GWh de electricidad. El 2% de este consumo, 31 GWh, corresponde al alumbrado público (AP), que se presta a través de 32.000 puntos de luz y 480 cuadros de mando, con un total de 4.200 horas anuales de encendido.

Varios fueron los factores que animaron al Ayuntamiento a realizar dicha auditoría: elevado ratio de consumo energético por habitante, muy lejos del recomendado por la UE, obsolescencia de una parte importante del mismo, con iluminación ineficiente e inadecuada, importe contribución al gasto eléctrico municipal (57%). Por otro lado, pocas inversiones tienen tanta rentabilidad energética, económica y social como las dedicadas a la mejora de la eficiencia energética en el alumbrado público.

La auditoría, tras analizar todas las calles de la ciudad, ha puesto de manifiesto que la mitad de las vías tienen niveles de iluminación excesivos, un tercio presentan luz intrusa, y la mitad contaminación lumínica.

La auditoría concluye que es posible alcanzar un 34% de ahorro energético y 1,3 millones de € anuales, mediante una inversión estimada de 7,3 millones de €. Además, propone una serie de actuaciones inmediatas, a corto y a medio plazo.

Entre las inmediatas, que ya están iniciadas y en algún caso ya realizadas, destacan la sustitución de las luminarias tipo bola, la renovación/rehabilitación de todos los faroles clásicos del Casco Medieval, así como la revisión y ajuste a su uso horario exacto de los sistemas de encendido astronómicos incorporados en todos los cuadros de mando.

Palabras Clave: Alumbrado público, auditoría energética y mediambiental, ahorro energético, contaminación lumínica.

1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Vitoria-Gasteiz consumió, en 2008, incluyendo el sector industrial, 1.500 GWh de electricidad. El 2% de este consumo, 31 GWh, corresponde al alumbrado público, que se presta a través de 32.000 puntos de luz y 480 cuadros de mando, con un total de 4.200 horas anuales de encendido.

El ratio de consumo por habitante, actualmente en 128 kWh/habitante/año esta muy lejos del recomendado por la UE, 75 kWh/habitante/año.

Al igual que una buena parte de las ciudades españolas, parte del alumbrado público está obsoleto, carece de tecnología moderna e ilumina ineficiente e inadecuadamente.

El alumbrado público de Vitoria-Gasteiz es el responsable indirecto de la emisión anual de 12.000 toneladas de CO₂ a la atmósfera.

El alumbrado supone el 57% del gasto total eléctrico del propio Ayuntamiento.

El Plan Local de la Energía de Vitoria-Gasteiz (2007-2012) aprobó un objetivo municipal de ahorro energético del 9%, mediante, entre otras acciones, la optimización energética del alumbrado público. Así, durante los años 2007 y 2008, se cambiaron los equipos y las lámparas de 1.600 puntos de luminarias viarias, reduciendo la potencia de 250 W a 150 W, y de 1.800 puntos, bajando de 150 W a 100 W, manteniendo idéntico nivel lumínico, por la colocación de lámparas de alto rendimiento lumínico y a una limpieza minuciosa del bloque óptico, consiguiendo un ahorro energético anual de 1,5 millones de kWh.

Sin embargo, esta optimización energética del alumbrado público debía abarcar todas las áreas de la ciudad y todos los sistemas de iluminación exterior existentes. Por este motivo, era necesario priorizar, identificando primeramente aquello en lo que peor se encontraba el servicio desde el punto de vista energético y medioambiental, para posteriormente determinar las mayores potencialidades de ahorro existentes y valorar la rentabilidad ambiental (en términos de ahorros de emisiones de CO₂) y económica (periodo de retorno de la inversión) de dichas actuaciones.

Para llevar a cabo esta priorización, se consideró que lo más eficaz era elaborar una **auditoria global**, tanto energética como medioambiental, del alumbrado público de la ciudad, a partir de la cual se pudiera proponer un conjunto de acciones a corto, medio y largo plazo.

2. ALCANCE DE LA AUDITORÍA

La Auditoria fue llevada a cabo por la empresa Consultoría Lumínica SL utilizando el **Manual para la Auditoria Energética y Medioambiental del Alumbrado Público del Municipio**, elaborado por la misma empresa. El trabajo se realizó durante el primer semestre de 2009.

El proyecto ha contado con una financiación del 75% a través de los fondos EVE-IDAE.

Se decidió que el alcance de la extensión geográfica de la auditoría fuera el correspondiente al callejero de Vitoria-Gasteiz de 2008, sin incluir los núcleos rurales. Se dividió la ciudad en 29 barrios, según el criterio urbanístico municipal, y se clasificaron las 844 unidades del callejero, que corresponden a calles, plazas, sendas, avenidas, bulevares y otros, por sus barrios correspondientes.

Tabla 1. División del AP por barrios de la ciudad

| Barrio | Nº habitantes | Nº de vías | Nº de cuadros |
|-----------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| Casco Viejo | 9.824 | 59 | 1 |
| Ensanche | 8.967 | 32 | 17 |
| Lovaina | 8.722 | 32 | 21 |
| Coronación | 13.416 | 23 | 5 |
| El Pilar | 10.462 | 23 | 11 |
| Gazalbide | 2.595 | 7 | 7 |
| Txagorritxu | 9.181 | 19 | 6 |
| San Martín | 13.671 | 30 | 9 |
| Zaramaga | 13.668 | 36 | 24 |
| El Anglo | 4.707 | 14 | 9 |
| Arantzabela | 1.667 | 4 | 17 |
| Santiago | 4.138 | 12 | 5 |
| Aranbizkarra | 12.838 | 14 | 14 |
| Arana | 3.569 | 12 | 4 |
| Desamparados | 6.620 | 14 | 7 |
| Judimendi | 6.335 | 17 | 3 |
| Santa Lucía | 9.116 | 5 | 7 |
| Adurtza | 7.473 | 45 | 21 |
| San Cristobal | 7.040 | 21 | 11 |
| Mendizorrotza | 4.842 | 66 | 26 |
| Ariznabarra | 8.533 | 26 | 10 |
| Ali-Gobeo | 884 | 16 | 11 |
| Sansomendi | 21.989 | 47 | 43 |
| Arriaga-Lakua | 26.301 | 71 | 46 |
| Abetxuko | 3.250 | 22 | 8 |
| P. I. Betoño | 1.971 | 36 | 20 |
| P. I. Jundiz | 1.351 | 38 | 21 |
| Zabalgana | 4.116 | 52 | 21 |
| Salburua | 4.629 | 51 | 17 |
| Vitoria-Gasteiz | 231.875 | 844 | 422 |

3. OBJETIVOS DE LA AUDITORÍA

La realización de la **Auditoría energética y medioambiental para el alumbrado público de Vitoria-Gasteiz** ha contribuido a responder algunas interrogantes que existían en el alumbrado público de la ciudad.

¿Cómo alcanzar un alumbrado público sostenible en Vitoria-Gasteiz?

El principal objetivo que debe perseguir una buena política de alumbrado es iluminar donde y cuando se necesita. Para cumplir esta premisa, se establece una cadena de suministros de necesidades compleja pero vital a la hora de conseguir que el alumbrado público sea eficiente:

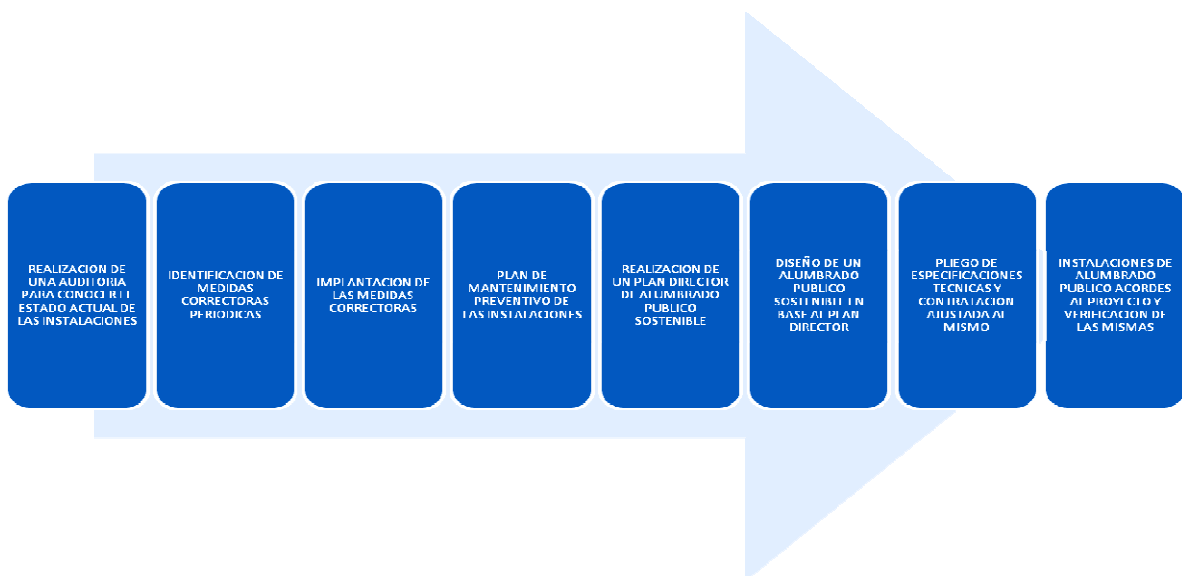


Fig. 1. Diagrama de flujo para conseguir un alumbrado público sostenible

El objetivo de la auditoría es la identificación, el control y la planificación para la rectificación de los aspectos ineficientes energéticos y medioambientales del alumbrado público de Vitoria-Gasteiz, quedando para una fase posterior, la implantación de las medidas correctoras necesarias para paliar dicha ineficiencia, así como la elaboración de un Plan Director de Alumbrado Público Sostenible de Vitoria-Gasteiz.

¿Es eficiente el alumbrado público de Vitoria-Gasteiz?

Mediante un sencillo parámetro de medida de la eficiencia de nuestras instalaciones se puede observar que, siendo:

- Eficiencia de la instalación de AP (%) = Energía aprovechada / Energía consumida
- Eficiencia de la instalación de AP de Vitoria-Gasteiz (%) = 18 GWh / 31 GWh = 58%

Las causas principales de la ineficiencia de una instalación de alumbrado público, como se verá más tarde, son principalmente:

- Diseño erróneo de las instalaciones.
- Empleo de tecnologías ineficientes o en desuso.
- Carencia de un mantenimiento preventivo.

Esta ineficiencia energética está intrínsecamente asociada a una ineficiencia medioambiental, que hay que mitigar, no bajando de un objetivo global de eficiencia energética y medioambiental del 92%. Siendo:

- G_p , la ganancia potencial de eficiencia de una instalación de alumbrado público
- E_a , la eficiencia de la instalación actual.
- E_m , la eficiencia de la instalación mejorada.

$$G_p = E_m - E_a$$

Estableciendo un objetivo de eficiencia energética del 92% del total de las instalaciones de alumbrado público, se tiene una ganancia potencial de eficiencia G_p (92 – 58) del 34% (sumatorio de medidas correctoras energéticas + medioambientales + sociales), lo que representaría:

- un ahorro energético de 10,54 GWh/año.
- un ahorro de unas 4.000 toneladas en emisiones de CO₂/año.
- un ahorro económico de aproximadamente de 1.500.000 €/año.
- una actualización de las instalaciones a futuro.
- una mitigación del resplandor luminoso del municipio adaptado a la normativa.
- una mitigación de la luz intrusa en las viviendas adaptado a la normativa.
- una adecuación de los niveles de alumbrado a las normativas vigentes.
- una mejora de la imagen social de la administración pública.

¿Por qué es ineficiente el alumbrado público de Vitoria-Gasteiz?

Los principales factores que contribuyen a la ineficiencia de cualquier instalación de alumbrado público, y su correlativo nivel de importancia, son los siguientes:

Tabla 2. Factores que contribuyen a la ineficiencia del AP

| Factor | Importancia |
|---|--------------------|
| Mal diseño de las instalaciones existentes (ubicación y dimensionamiento) | Alta |
| Tipología de los diferentes asfaltos utilizados | Alta |
| Poca utilización de los equipos de regulación | Alta |
| Lámparas de baja eficiencia lumínica (VM, HM, etc.) | Media |
| Luminarias con bajo rendimiento lumínico | Media |
| Equipos de control ferromagnéticos | Media |
| Mala programación horaria de los equipos de control existentes | Media |
| Falta de mantenimiento preventivo de las instalaciones | Media |
| Elección de la compañía suministradora + tarifa de suministro idónea | Media |

El sumatorio de eficiencia lumínica del alumbrado público sostenible en Vitoria-Gasteiz, es el resultado de la eficiencia lumínica parcial de sus partes:

- *Lámpara:* su elección debe ser la primera en el diseño del sistema de AP. En la actualidad es necesario escoger entre fuentes de luz eficientes como son el LED, el vapor de sodio alta presión, la fluorescencia compacta y los halogenuros metálicos para espacios ornamentales y cascos urbanos. Hay que desechar el uso de lámparas de vapor de mercurio por su menor eficiencia y su alto contenido en mercurio.
- *Luminaria:* es la envolvente y genera eficiencia en el sistema. Se encarga de entregar la luz donde se necesita. Su comportamiento depende de variables controlables como el rendimiento, la distribución lumínica, su dimensión o su nivel de estanqueidad. Debe cumplir obligatoriamente la premisa de emisión de luz hacia el hemisferio superior (FHS_{INST}), no sobrepasando los valores admitidos para cada tipo de zona medioambiental (entre el 1% y el 25%).
- *Equipo eléctrico:* es el motor del sistema y mejora de forma ostensible el funcionamiento del conjunto. Puede ser electromagnético, electrónico o de doble nivel. Ayuda a consumir menos, a que la lámpara trabaje de una forma más óptima y eleva la vida del conjunto.
- *Equipo eléctrico de gestión:* controla varios equipos/luminarias y les ordena cual debe ser su comportamiento en parámetros cualitativos y cuantitativos.
- *Entorno:* que interactúa constantemente en el sistema de AP, haciendo que pueda ser más o menos eficiente. La lluvia, el sol, la vegetación o el color del asfalto hacen que un sistema eficaz pueda dejar de serlo. Es necesario controlar todos estos parámetros “naturales” para que el sistema de alumbrado no pierda eficiencia de forma innecesaria. El conjunto de, una buena limpieza de los sistemas ensuciados por los agentes naturales, una poda controlada de la vegetación adyacente a las luminarias o un color claro del asfalto hacen que el sistema permanezca lo más cercano posible a los parámetros iniciales de diseño.

4. REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA

La realización de la **Auditoria Energética y Medioambiental del Alumbrado Público de Vitoria-Gasteiz** se basó en las siguientes fases:

- Fase 1. Recogida de datos
- Fase 2. Análisis de la situación
- Fase 3. Establecimiento de medidas correctoras
- Fase 4. Establecimiento de un Plan de Acción Estratégica

Para llevar a cabo la recogida de datos se utilizó la Unidad Móvil de Eficiencia Energética del ecoAlumbrado Público. Se trata de un vehículo que incorpora los últimos avances en tecnología, junto con un software (SAGAP – Software Auditor y Gestor de Alumbrado Público), específico para la realización de auditorías energéticas en el Alumbrado Público.

El laboratorio está equipado con accesorios de última generación para la toma fiable de datos reales: altura de la luminaria e interdistancia entre ellas, posicionamiento GPS de las luminarias, luminancia, iluminancia, niveles de uniformidad, contaminación lumínica, reflexión de la calzada, nivel de luz intrusa, etc.

Fig. 2. Unidad Móvil de Eficiencia Energética del ecoAlumbrado Público



El vehículo está dotado además de los siguientes ítems:

- 1 sistema GPS para ubicar la posición exacta de cada luminaria, armario, cuadro de mandos, etc., en una cartografía digital
- diferentes sensores para calcular los niveles de luz:
 - sensores lumínicos tipo A, capaces de medir la reflexión de luz en la calzada y de realizar un cálculo estimado de niveles (Luminancia).
 - sensores lumínicos tipo B, que repartidos estratégicamente en una calle, avenida o plaza den una medición exacta de los niveles lumínicos (Iluminancia).
- 3 equipos informáticos con los accesorios necesarios: impresoras, etc.
- 1 antena para conexión a Internet, 1 antena GPS para posicionamiento, y 1 dispositivo para proteger los circuitos electrónicos contra accesos no autorizados.

El programa recopila y analiza los datos reales de iluminación. El análisis se realiza calle por calle y luminaria por luminaria. El software registra aspectos como el impacto visual del conjunto lumínico, la luz intrusa doméstica y de los comercios, la influencia de la vegetación, el estado de los componentes de las luminarias, los niveles lumínicos, la uniformidad, la contaminación lumínica, etc.

Para cada calle de la ciudad se obtiene información gráfica y alfanumérica a cerca de:

- la potencia instalada
- las emisiones de CO₂
- el nivel de iluminación: Excesivo, Correcto, Insuficiente
- el nivel de uniformidad: Bueno, Malo, Regular
- la contaminación lumínica: Adecuada, Inadecuada
- la luz intrusa: Adecuada, Inadecuada, No se genera
- la prioridad de actuación: Inmediata, Medio Plazo, Corto Plazo
- la inversión sugerida.



| NOMBRE DE LA VÍA | MUNICIPIO | Nº BARRIO | POTENCIA TOTAL (w) | EMISIONES CO2 (Kg/año) | NIVEL DE ILUMINACION | NIVEL DE UNIFORMIDAD | CONTAMINACION LUMINICA | LUZ INTRUSA | PRIORIDAD DE ACTUACION | PARTIDA ECON. SUGERIDA (K) |
|----------------------------|-----------------|------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------------|
| ARCA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 2.216 | 4.875 | CORRECTO | REGULAR | INADECUADO | INADECUADO | CORTO PLAZO | 2.503 |
| EDUARDO DATO | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 23.545 | 51.799 | EXCESIVO | REGULAR | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 32.535 |
| ESTATUTO DE GERNIKA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 1.662 | 3.656 | CORRECTO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | CORTO PLAZO | 3.155 |
| FUEROS | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 5.959 | 13.110 | INSUFICIENTE | REGULAR | INADECUADO | INADECUADO | CORTO PLAZO | 12.285 |
| GENERAL ALAVA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 4.959 | 10.910 | EXCESIVO | MALO | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 37.025 |
| INDEPENDENCIA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 4.709 | 10.360 | EXCESIVO | REGULAR | INADECUADO | INADECUADO | CORTO PLAZO | 6.315 |
| JOSE ERBINA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 4.104 | 9.020 | CORRECTO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | MEDIO PLAZO | 6.941 |
| LA FLORIDA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 41.535 | 91.377 | EXCESIVO | REGULAR | ADECUADO | ADECUADO | INMEDIATA | 36.091 |
| LA PAZ | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 11.970 | 26.334 | EXCESIVO | REGULAR | ADECUADO | ADECUADO | INMEDIATA | 32.685 |
| LEHENDAKARI AGUIRRE | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 1.385 | 3.047 | EXCESIVO | MALO | INADECUADO | NO SE GENERA | INMEDIATA | 3.535 |
| LOPE DE LABRERA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 2.493 | 5.485 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | ADECUADO | CORTO PLAZO | 4.595 |
| MANUEL IRADIER | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 11.080 | 24.376 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | CORTO PLAZO | 16.725 |
| NUESTRA SEÑORA DEL CABELLO | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 342 | 752 | CORRECTO | MALO | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 3.315 |
| OLAGUIBEL | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 20.927 | 46.030 | CORRECTO | MALO | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 28.936 |
| PARQUE LA FLORIDA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 13.245 | 29.130 | CORRECTO | BUENO | ADECUADO | NO SE GENERA | MEDIO PLAZO | 21.470 |
| PASEO DE LA FLORIDA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 2.320 | 5.104 | CORRECTO | BUENO | ADECUADO | NO SE GENERA | MEDIO PLAZO | 6.040 |
| PASEO DE LA SENDA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 1.710 | 3.762 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | NO SE GENERA | INMEDIATA | 10.435 |
| PASEO DE DUENDE | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 2.052 | 4.514 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | NO SE GENERA | CORTO PLAZO | 1.904 |
| PLAZA AMARICA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 4.986 | 10.969 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | CORTO PLAZO | |
| PLAZA DE ESPAÑA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 5.540 | 12.188 | EXCESIVO | REGULAR | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 8.105 |
| PLAZA DE LOS FUEROS | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | | | EN OBRAS | EN OBRAS | EN OBRAS | EN OBRAS | EN OBRAS | |
| PLAZA DEL GENERAL LOMA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 1.197 | 2.633 | CORRECTO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | CORTO PLAZO | |
| PLAZA JESUS MN DE LEIZOLA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 684 | 1.505 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | NO SE GENERA | INMEDIATA | 3.595 |
| PLAZA SEFARAD | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 1.108 | 2.438 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 1.003 |
| PLAZUELA DE LA ESTACION | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 1.385 | 3.047 | CORRECTO | REGULAR | ADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 4.055 |
| POSTAS | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 10.249 | 22.548 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 14.005 |
| RAMON ORTIZ DE ZARATE | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 3.099 | 6.818 | CORRECTO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 4.780 |
| RAMON Y CAJAL | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 7.524 | 16.553 | CORRECTO | REGULAR | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 14.496 |
| RIOJA | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 3.132 | 6.890 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | MEDIO PLAZO | 6.815 |
| SALVADOR GARCIA DEL DESTRO | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 1.515 | 3.333 | EXCESIVO | REGULAR | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 6.115 |
| SAN ANTONIO | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 3.878 | 8.532 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 6.281 |
| SAN PRUDENCIO | VITORIA-GASTEIZ | 2 ENSANCHE | 5.540 | 12.188 | EXCESIVO | BUENO | INADECUADO | INADECUADO | INMEDIATA | 10.425 |
| TOTAL BARRIO DE ENSANCHE | | | 206.050 | 453.310 | | | | | | 346.186 |

Tabla 3. Información alfanumérica por calles

5. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

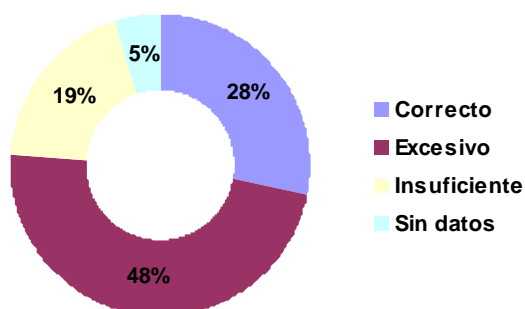
Nivel de iluminación

Se establecen unos ratios de tolerancia respecto al nivel de iluminación en función de los resultados obtenidos de acuerdo al siguiente criterio, siendo el nivel de referencia el marcado por la normativa¹:

- Si el nivel medido está por debajo del 0,85*nivel de referencia → el nivel es insuficiente.
- Si el nivel medido está comprendido entre el 0,85*nivel de referencia y el 1,15* nivel de referencia → el nivel es correcto.
- Si el nivel medido está por encima del 1,15*nivel de referencia → el nivel es excesivo

Se puede reflejar, de forma gráfica los resultados analizados:

¹ 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.



En niveles absolutos, casi la mitad de las vías analizadas tienen niveles de alumbrado excesivos, mientras que una quinta parte tienen deficiencias en el mismo.

Gráfico. 1. Niveles de iluminación

Balance energético

La tabla 4 recoge el balance energético del AP por barrios, considerando exclusivamente la potencia de la lámpara, sin incluir, la potencia de los equipos auxiliares de encendido ni las pérdidas tanto en cuadros como en las líneas de alimentación de las luminarias.

Tabla 4. Balance energético de Vitoria-Gasteiz por barrios:

| Barrio | Habitantes | Superficie m ² | W (lámpara) /m ² | W/hab |
|--------------|------------|---------------------------|-----------------------------|-------|
| Casco Viejo | 9.824 | 222.211 | 0,9233 | 20,89 |
| Ensanche | 8.967 | 330.411 | 0,6236 | 22,98 |
| Lovaina | 8.722 | 296.534 | 0,8710 | 29,61 |
| Coronación | 13.416 | 216.582 | 0,3726 | 6,01 |
| El Pilar | 10.462 | 216.616 | 0,6851 | 14,18 |
| Gazalbide | 2.595 | 164.488 | 0,2665 | 16,89 |
| Txagorritxu | 9.181 | 326.109 | 0,2634 | 9,36 |
| San Martín | 13.671 | 524.473 | 0,4135 | 15,86 |
| Zaramaga | 13.668 | 489.310 | 0,2953 | 10,57 |
| El Anglo | 4.707 | 121.346 | 0,6278 | 16,18 |
| Arantzabela | 1.667 | 115.483 | 0,4181 | 28,96 |
| Santiago | 4.138 | 105.815 | 0,4590 | 11,74 |
| Aranbizkarra | 12.838 | 306.268 | 0,2581 | 6,16 |
| Arana | 3.569 | 76.836 | 0,5408 | 11,64 |
| Desamparados | 6.620 | 207.252 | 0,2767 | 8,66 |
| Judimendi | 6.335 | 160.593 | 0,3755 | 9,52 |

| Barrio | Habitantes | Superficie m ² | W (lámpara) /m ² | W/hab |
|------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|
| Santa Lucía | 9.116 | 204.027 | 0,2954 | 6,61 |
| Adurtza | 7.473 | 2.059.683 | 0,0882 | 24,30 |
| San Cristobal | 7.040 | 211.647 | 0,4579 | 13,77 |
| Mendizorrotza | 4.842 | 2.728.368 | 0,1148 | 64,68 |
| Ariznabarra | 8.533 | 269.394 | 0,3215 | 10,15 |
| Ali-Gobeo | 884 | 1.851.001 | 0,0731 | 153,14 |
| Sansomendi | 21.989 | 1.437.548 | 0,2534 | 16,57 |
| Arriaga-Lakua | 26.301 | 3.535.593 | 0,1513 | 20,34 |
| Abetxuko | 3.250 | 326.116 | 0,1616 | 16,21 |
| P. I. Betoño | 1.971 | 7.412.879 | 0,0262 | 98,71 |
| P. I. Jundiz | 1.351 | 8.315.951 | 0,0465 | 286,37 |
| Zabalgana | 4.116 | 441.853 | 0,2144 | 67,44 |
| Salburua | 4.629 | 1.456.338 | 1,1363 | 121,98 |
| Vitoria-Gasteiz | 231.875 | 34.130.725 | 0,1472 | 21,66 |

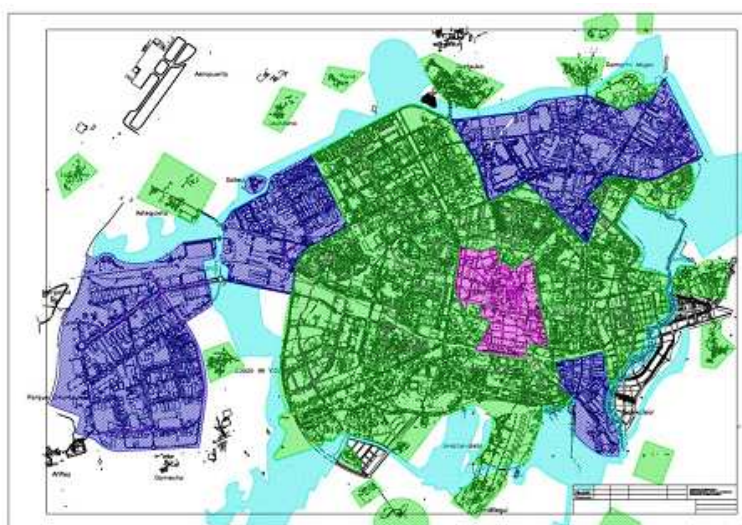
Balance medioambiental de Vitoria-Gasteiz:

Se analizan los componentes medioambientales básicos del AP de Vitoria-Gasteiz:

- **Contaminación lumínica**

En primer lugar, se procede a delimitar la ciudad en función de sus zonas medioambientales según aparece en la figura 3.

Fig. 3. Zonas medioambientales en Vitoria-Gasteiz



Como se observa, el municipio queda dividido en 4 zonas medioambientales de protección contra la contaminación lumínica que corresponden con los siguientes valores:

Tabla 5. Zonas medioambientales y valores límite

| Zona | Descripción | Flujo hemisférico superior instalado |
|------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| E1 | Áreas con entornos o paisajes oscuros | ≤ 1% |
| E2 | Áreas de brillo o luminosidad baja | ≤ 5% |
| E3 | Áreas de brillo o luminosidad media | ≤ 15% |
| E4 | Áreas de brillo o luminosidad alta | ≤ 25% |

- **Vías contaminación lumínica**

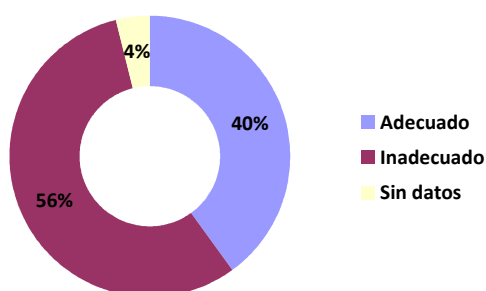


Gráfico 2. Contaminación lumínica

- **Luz intrusa doméstica**

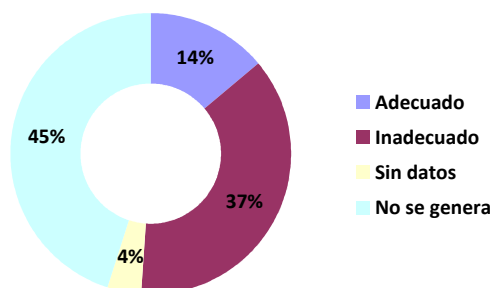


Gráfico 3. Luz intrusa doméstica

- ***Influencia no deseada de la vegetación en el alumbrado público***

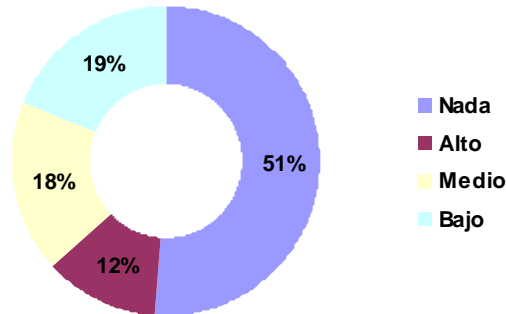


Gráfico 4. Influencia de la vegetación

6. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

¿Qué actuaciones hay que implementar sobre el alumbrado público?

En el conjunto total de vías del municipio se clasifican las líneas de actuación de la siguiente forma:

- 382 vías de actuación inmediata con una inversión aproximada de 3.974.791,49 €
- 163 vías de actuación a corto plazo con una inversión aproximada de 1.261.263,33 €
- 270 vías de actuación a medio plazo con una inversión aproximada de 2.083.586,22 €

La inversión total de actuaciones parciales de todo el municipio sería de 7.269.641,04 €

A continuación, teniendo en cuenta su potencial de ahorro y rentabilidad, se explican en detalle las siguientes 6 actuaciones de carácter inmediato:

1. ***Sustitución de todos los faroles del Casco Histórico***

Existe un parque de 511 faroles clásicos equipados con equipo y lámpara de halogenuros metálicos de 250 W en el Casco Histórico.

Estos faroles clásicos son altamente ineficientes en cuanto a rendimiento, no superando el 35% en el mejor de los casos, generan alta contaminación lumínica y elevada luz intrusa en la mayor parte de los hogares del Casco Histórico.

Consumen aproximadamente unos 595 MWh al año, lo que supone un costo energético de 77.000 € y unas emisiones de 226 toneladas de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

La auditoría propone una actuación inmediata sobre la totalidad de los mismos, replanteando la geometría de las luminarias y/o bajando potencias, lo que conduciría a la colocación de unas luminarias preparadas técnicamente para no emitir luz hacia el hemisferio superior, mitigando la contaminación lumínica, evitar el

envío de luz hacia los laterales, con lo que también se mitigaría la luz intrusa en los hogares, y podría pasarse a una potencia de 150 W con lámparas de halogenuros metálicos de alta reproducción cromática ($R_a > 80$) con luminarias con balastos de doble nivel y rendimiento del 65%, lo que permitirá ahorrar unos 300 MWh al año, 39.000 € de costo eléctrico y la emisión de 114 toneladas de CO_2 y otros gases de efecto invernadero.

La inversión necesaria para acometer esta medida global sería de 345.000 €, los cuales podrían ser financiados en un 40% por las ayudas a la eficiencia energética, resultando entonces un periodo de retorno de la inversión de 5,3 años.

2. Eliminación de todas las bolas contaminantes del municipio

Existen en la ciudad unas 8.400 luminarias tipo bola con un rendimiento muy bajo, no superando en la mayoría de los casos el 45%.

La bola por su geometría es, una luminaria altamente ineficiente que genera además importantísimos problemas medioambientales como son, elevada contaminación lumínica, alta luz intrusa en los hogares y alto derroche energético derivado de los dos anteriores aspectos.

En la ciudad, existen tres tipos de bolas:

- Bolas con alta ineficiencia lumínica pero sin producir contaminación lumínica ni luz intrusa, que se clasifican como regulares.
- Bolas con alta ineficiencia lumínica y que producen media contaminación lumínica y luces intrusas, que se clasifican como malas.
- Bolas con alta ineficiencia lumínica y que producen alta contaminación lumínica y luz intrusa, que se clasifican como muy malas.

La cantidad de bolas descritas como malas es de unas 3.800 unidades con un consumo anual aproximado de unos 2,54 GWh, en las que se propone la colocación de un sombrerete superior que mitigaría altamente la emisión de luz hacia el hemisferio superior así como la luz intrusa, evitando de esta forma el resplandor luminoso generado. Además, por su geometría lumínica se propone la bajada de potencia de un 30%, por lo que se ahorraría unos 760 MWh al año, 99.000 € de costo eléctrico y la emisión de 290 toneladas de CO_2 y otros gases de efecto invernadero.

La cantidad de bolas descritas como muy malas es de unas 1.400 unidades con un consumo anual aproximado de unos 0,94 GWh, en las que se propone su sustitución total. Además, por su geometría lumínica se propone la bajada de potencia de un 40% por lo que ahorraríamos del orden de 375 MWh al año, 49.000 € de costo eléctrico y la emisión de 143 toneladas de CO_2 y otros gases de efecto invernadero.

Con cargo al Fondo Estatal para el Empleo y la Sostenibilidad Local 2010 se han renovado la totalidad de las 1.140 bolas de policarbonato, clasificadas como muy malas, bajando la potencia instalada un 40%.

3. Colocación de difusores planos en todas las luminarias viales contaminantes del municipio

El parque de luminarias técnicas que producen alta contaminación lumínica y luz intrusa en los hogares en el municipio es de unas 4.800 unidades, estando equipadas con difusores cóncavos de alta ineficiencia lumínica.

Para mitigar este problema medioambiental se aconseja la incorporación de difusores planos que minimizan altamente la luz dirigida hacia el hemisferio superior así como la luz intrusa doméstica no deseada.

Con cargo al Fondo Estatal para el Empleo y la Sostenibilidad Local 2010 se han renovado 220 luminarias, bajando la potencia instalada un 40%.

4. Colocación de sistemas de gestión y adecuación de los usos horarios del alumbrado público del municipio.

El alumbrado público está gobernado por 422 cuadros eléctricos que poseen el dispositivo Sacelux que genera ordenes de encendido y apagado en función de su programación. Esta al estar tarados de fábrica se decala el alumbrado innecesariamente por lo que reprogramando los mismos, conseguiríamos ahorros de 20' diarios aproximadamente o 405 MWh al año, 52.000 € de costo eléctrico y la emisión de 154 toneladas de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

Durante 2010, todos los dispositivos se han reprogramado, sustituyendo 21 unidades que estaban obsoletas.

5. Eliminación de las lámparas de vapor de mercurio.

En la actualidad se está licitando la sustitución de los equipos de encendido y las lámparas de vapor mercurio por equipos de encendido y lámparas de vapor de sodio alta presión de alto rendimiento lumínico y halogenuros metálicos con quemador cerámico. Se proyecta actuar sobre el total de los 538 puntos de luz existentes con vapor de mercurio, disminuyendo la potencia instalada en un 48%, con un ahorro energético de 131.515 kWh/año.

6. Elección de una empresa de servicios energéticos que se haga cargo de la gestión de las medidas anteriores y del control de la instalación del alumbrado público del municipio

Las Empresas de Servicios Energéticos (ESE) son empresas de reciente creación que brindan a sus clientes la planificación, realización y financiación de una serie de medidas de eficiencia energética en sus instalaciones, con el fin de optimizar el suministro y el uso de la energía resultando en un ahorro de consumo y coste para el cliente.

6. CONCLUSIONES

La Auditoría ha puesto de manifiesto la situación energética y medioambiental del alumbrado público de la ciudad y ha permitido con carácter general priorizar las acciones de mejora energética y medioambiental, diferenciando aquellas de realización inmediata, de aquellas que pueden realizarse a corto y medio plazo, estableciendo las inversiones necesarias.

Una de cada cuatro acciones propuestas como inmediatas ya ha sido llevada a cabo, y en los próximos 2-3 años se espera poder completar todas ellas.

Con una inversión total en la mejora del alumbrado público de unos 7,3 M€ se conseguirían los ratios de eficiencia energética que persigue la UE, se ahorraría más de un 30% del consumo total, aproximadamente 9 GWh/año (ahorro anual de 1 M€) y se mitigaría al máximo la contaminación lumínica y el resplandor luminoso en la ciudad.

Pocas inversiones tienen tanta rentabilidad como la inversión en eficiencia energética en el alumbrado público.

En paralelo a la realización de las medidas correctoras identificadas, se va a trabajar en la elaboración de un Plan Director del Alumbrado Público Sostenible de Vitoria-Gasteiz, que normalice cualquier proyecto de implantación o renovación del alumbrado público de la ciudad.

7. REFERENCIAS

- 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.
- Manual para la Auditoría Energética y Medioambiental del **eco**Alumbrado Público del Municipio. Consultoría Lumínica.
- Auditoría Energética y Medioambiental del **eco**Alumbrado Público del Municipio de Vitoria-Gasteiz. Consultoría Lumínica. 2010.