Comité Español de Iluminación

Título del trabajo/ Title of paper:

Agaete, Puerto de estrellas

Autor/es/ Author/s:

J. Federico de la Paz Gómez

Empresa/s Company/s:

Instituto de Astrofísica de Canarias

Dirección principal/ Mail address:

C/ Vía Láctea s/n. 38205.
La Laguna. Tenerife

Teléfono, e-mail de la persona de contacto/
Phone, e-mail address of the contact person:

922 605365 – Movil 660 104687

federico.paz@iac.es

Tema: 13

1. Científico y formación en aspectos generales de la iluminación: visión, color, fotometría, luminotecnia…….
2. Luz, salud y bienestar
3. Normativa, Legislación, Calibración y Certificación
4. Iluminación interior
5. Iluminación conectada en interior
6. Sistemas de control y equipos auxiliares
7. Eficiencia energética y empresas de Servicios energéticos
8. Ciudades inteligentes e iluminación conectada en exterior
9. Gestión de fondos y ayudas para el ahorro
10. Otros usos de la luz
11. Novedades tecnológicas
12. Realizaciones prácticas
13. Contaminación lumínica
14. Energías renovables
15. Alumbrado de emergencia

1. Introducción

La proliferación de la Luz Artificial Nocturna (ALAN, por sus siglas en inglés) se ha consolidado como un agente contaminante de primer orden con implicaciones directas en la salud humana, la eficiencia energética y el equilibrio de los ecosistemas. En entornos portuarios, esta problemática se agudiza debido a la necesidad de mantener altos niveles de iluminancia para garantizar la seguridad operativa y estiba. El presente estudio detalla la intervención realizada en el Puerto de las Nieves (Agaete, Gran Canaria), donde se ha implementado un cambio de paradigma: la transición de una iluminación meramente funcional a una iluminación ecosostenible y y de bajo impacto para la astrofísica.

A mediados de 2024, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y la entidad pública Puertos Canarios establecieron un marco de colaboración estratégica. El objetivo no era únicamente la renovación tecnológica, sino la creación de un "Puerto Starlight", un concepto que integra la operatividad industrial con el respeto riguroso al patrimonio celeste y la protección de especies vulnerables, estableciendo un precedente para otras infraestructuras críticas en el archipiélago canario.

2. Marco Teórico y Justificación Ambiental

La intervención se sustenta sobre la necesidad de mitigar tres impactos críticos derivados de una iluminación deficiente:

En primer lugar, la “Dispersión de Rayleigh”, fenómeno físico por el cual las longitudes de onda corta (espectro azul) se dispersan con mayor facilidad en la atmósfera, generando un resplandor luminoso que degrada la observación astronómica. Dado que ciertas zonas de Canarias albergan algunos de los observatorios más importantes del mundo, la Ley del Cielo exige una reducción drástica de esta componente azul.

En segundo lugar, el “impacto en la avifauna”, específicamente sobre la *Calonectris borealis* (Pardela Cenicienta). Esta especie marina experimenta una fototaxia positiva extrema en sus primeros vuelos desde el nido hacia el mar. La luz blanca-fría de los puertos actúa como un polo de atracción que desorienta a los polluelos, provocando colisiones fatales o caídas en tierra de las que no pueden despegar por sí mismos.

Finalmente, el “confort y seguridad humana”. El deslumbramiento incapacitante, provocado por proyectores con inclinación excesiva, no solo afecta a la calidad de vida de los residentes de Agaete, sino que disminuye el contraste y la visibilidad de los trabajadores portuarios, aumentando el riesgo de accidentes laborales.

3. Diagnóstico del Estado Inicial y Auditoría Lumínica

La fase de diagnóstico reveló que el Puerto de las Nieves presentaba las patologías lumínicas típicas de las instalaciones de finales del siglo XX. Se identificaron proyectores con ángulos de inclinación de entre 10º y 15º respecto a la horizontal, lo que enviaba una fracción significativa del flujo luminoso directamente al cielo y al horizonte (FHS instalado estimado entre el 15% y el 30%).

Desde el punto de vista espectral, el uso de tecnología LED con temperaturas de color de entre 4000K y 6500K representaba un desafío mayor. Estas fuentes presentan un pico de emisión en la banda de los 450 nm, la más dañina para la biodiversidad y la más disruptiva para el cielo nocturno. Además, se detectó una sobreiluminación sistemática en áreas donde la actividad era nula durante gran parte de la noche, lo que evidenciaba una falta de gestión dinámica del flujo.

4. Metodología de Intervención Técnica

4.1. El Espigón y la Innovación en Filtrado Espectral

En la zona del espigón, el reto consistía en corregir una instalación de 4000K que, aunque moderna, no cumplía con los estándares de máxima protección del IAC. En lugar de una sustitución completa de los equipos —con el consecuente gasto económico y de recursos, se optó por una solución de ingeniería: la integración de “filtros Super Cálidos".

Estos filtros actúan de forma selectiva, recortando la emisión en el espectro azul y desplazando la temperatura de color correlacionada (CCT) hacia los 2200K (tonos ámbar). Esta intervención permitió alcanzar una emisión espectral similar a la del vapor de sodio de alta presión (HPS) pero con las ventajas de control y uniformidad del LED, garantizando un FHS instalado de 0% mediante el uso de cierres de vidrio plano instalados rigurosamente a 0º de inclinación.

4.2. Áreas de Maniobra y Aplicación de Ópticas Asimétricas

Para el área del varadero y las explanadas operativas, donde se requiere iluminar grandes superficies desde torres de gran altura, se descartó el uso de proyectores convencionales. Se implementó una tecnología caracterizada por sus ópticas asimétricas de alta precisión.

A diferencia de los proyectores simétricos, que deben inclinarse para proyectar luz a distancia, estas luminarias permiten que el chasis se mantenga paralelo al suelo. El diseño interno de las lentes redirige el haz de luz hacia adelante de forma intensiva, logrando los niveles de lux requeridos en el plano de trabajo sin emitir luz por encima de la horizontal. La temperatura de color seleccionada fue de 2700K, certificada por el IAC para minimizar la dispersión atmosférica.

4.3. Integración de la Operativa Privada: El Caso de las Navieras

Un análisis exhaustivo a posteriori demostró que una parte crítica de la contaminación lumínica provenía de los activos de los operadores privados. La colaboración con “Fred Olsen Express” permitió identificar que las rampas de carga utilizaban proyectores de 6500K, cuya luz "blanco frío" es extremadamente desorientadora para las aves.

Se procedió a la recomendación de sustitución por fuentes de 2700K y a la reconfiguración de los protocolos de uso en buques como el “Bajamar Express”. Esto implicó que las luces de maniobra de proa y popa, tradicionalmente encendidas durante largos periodos, ahora se utilicen exclusivamente durante la fase crítica de atraque y desatraque, reduciendo drásticamente la huella lumínica del buque.

5. Gestión Inteligente y Protocolos de Protección Estacional

La innovación de este proyecto no se limita al hardware, sino que se extiende a la gestión temporal de la luz. Se ha diseñado e implementado el “Protocolo Estacional de Máxima Restricción”, activo durante los meses de octubre y noviembre. Este periodo coincide con la salida de los nidos de los polluelos de Pardela Cenicienta.

Durante estas semanas, el puerto opera bajo un régimen de "mínimos vitales". Esto supone el apagado total de cualquier iluminación ornamental o decorativa y la aplicación de curvas de regulación mediante sistemas de control punto a punto, que reducen la intensidad en las zonas operativas hasta el límite mínimo permitido por la normativa de seguridad en el trabajo. Esta gestión dinámica permite que el puerto "respire" y se adapte al ciclo biológico de las especies locales.

6. Evaluación de Resultados y Análisis Comparativo

Tras un año de monitorización (periodo 2024-2025), los resultados confirman la eficacia de las medidas adoptadas. En términos de biodiversidad, el número de ejemplares de Pardela Cenicienta accidentados y recogidos durante la campaña de 30 días descendió de 270 en el año base a 112 en el año de intervención, lo que representa una reducción del 59%. Este dato es especialmente relevante por su valor estadístico y su impacto en la conservación de la especie.

En el ámbito energético, la optimización de potencias y la mejora en la eficiencia de las ópticas permitieron reducir la carga instalada de 12.785 W a 7.944 W, logrando un ahorro directo del 38% en el consumo eléctrico. Paralelamente, la eliminación del flujo hemisférico superior y la corrección de la temperatura de color han resultado en una atmósfera notablemente más oscura y limpia, recuperando la visibilidad del firmamento en el entorno inmediato del puerto y reduciendo el brillo de fondo de cielo percibido desde el municipio de Agaete.

7. Conclusiones y Prospectiva

El proyecto "Agaete, Puerto de Estrellas" constituye un caso de éxito que demuestra que la tecnificación y el respeto ambiental pueden y deben coexistir. La intervención ha validado que el uso de ópticas asimétricas a 0º, el filtrado espectral hacia tonos cálidos y la gestión estacional son herramientas eficaces para mitigar la contaminación lumínica en infraestructuras de alta exigencia logística.

Este modelo no solo posiciona al Puerto de las Nieves como un referente en sostenibilidad, sino que establece una hoja de ruta técnica exportable a otros puertos nacionales e internacionales situados en áreas de sensibilidad ecológica. El camino hacia los "Puertos Starlight" es, por tanto, una realidad técnica y una necesidad ética en la gestión del territorio canario.