

Título del trabajo/ Title of paper

Iluminación de un túnel con tecnología LED.  
Un caso de éxito en la circunvalación de Barcelona.

Autor/es/ Author/s

Carles Villasur, Roberto Martínez, Diego Antón

Afiliación/es del autor/es/ Affiliation/s of the author/s

AMB – C.&G. CARANDINI, S.A.

Dirección principal/ Mail adress

Verneda 66, E-08107 Martorelles (Barcelona)

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

Teléfono: 93 317 40 08 Fax: 93 317 18 90

Tema:

Realizaciones prácticas - Se presenta en tipo ponencia

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1. Presentación AMB

El Área Metropolitana de Barcelona (AMB) es la administración pública del territorio metropolitano de Barcelona, que ocupa una extensión de 636 Km<sup>2</sup> y está formada por 36 municipios donde viven más de 3,2 millones de personas. Es la aglomeración metropolitana más importante del Mediterráneo occidental, donde se genera la mitad del PIB de Cataluña.

Los ámbitos de gestión del AMB tienen relación con el territorio y el urbanismo, la movilidad, la vivienda, el medio ambiente, el desarrollo económico y la cohesión social. Dentro de las competencias territoriales están las infraestructuras de interés metropolitano, y en concreto las Rondas de Barcelona.



### 1.2. Ámbito / Alcance

Principales características de las Rondas de Barcelona:

Longitud

- Calzada central: 30,58 km
- Ramales: 32,24 km

Túneles

- Número de túneles: 22
- Longitud total: 8,5 km

Iluminación

- Iluminación exterior: 3.620 luminarias
- Iluminación interior (túnel): 11.700 proyectores

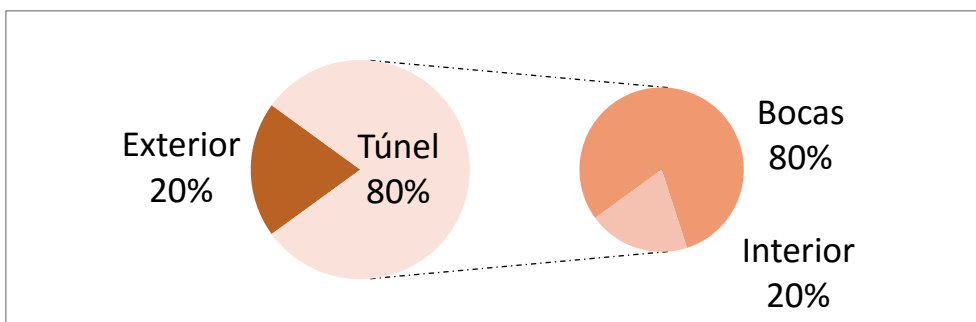
### 1.3. Procesos / Análisis

En 2012 se inician una serie de estudios y pruebas lumínicas para conocer de primera mano los resultados de la tecnología LED, inicialmente con la iluminación exterior para posteriormente realizarlos en las bocas de los túneles, obteniendo los primeros resultados viables técnica y económicamente.

#### 1.4. Necesidad AMB

La cantidad de túneles junto con las características del clima, la IMD y la velocidad de la vía provocan un consumo eléctrico muy elevado, principalmente causado por las bocas de los túneles. Este consumo eléctrico se traduce en un elevado coste económico que tiene que reducirse, para ello se definen los objetivos técnicos en el campo de la iluminación:

- Renovación de las actuales luminarias y proyectores por otros más eficientes.
- Ajustar los niveles a la normativa actual.
- Regulación lumínica a las necesidades específicas de la vía.



Las pruebas permiten determinar que en alumbrado exterior la tecnología LED no ofrece ninguna duda y es totalmente competitiva e incluso aporta mejoras a las habituales de Vsap y nos muestran una serie de condicionantes que deberán tener las instalaciones de LED dentro de los túneles para poder competir con el Vsap.

A partir del 2015 se decide instalar siempre luminarias LED y se empieza a implementar una prueba real con LED en la boca de uno de los túneles de las Rondas de Barcelona. En la actualidad ya se están pasando algunos alumbrados permanentes en túnel a LED y se han realizado diferentes proyectos de túneles completamente a LED. Estamos a la espera de la implementación total.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN - RETO

### 2.1. Características instalación

- Longitud: m 814 m
- Sección tipo de 2 carriles de 3.30 m + arcén 2.5 y 1.9 m (total 11 m)
- Pavimento asfáltico tipo R3
- Altura máxima en eje: 4.55 m (Proyectores a 4.40 m)
- DS 86.76 m (viene determinada) En estudios: 84 m
- Lth. 162 cd\*m<sup>2</sup> (en estudios 160 cd\*m<sup>2</sup>)
- Lin. 4.6 cd\*m<sup>2</sup>. Alumbrado nocturno 2.2 cd\*m<sup>2</sup>
- Factor de mantenimiento. 0.80
- Túnel clase 3

### 2.2. Producto utilizado: Proyector T-MAX

T-MAX es un producto diseñado para ofrecer una solución global a todo tipo de túneles.

Concepción y diseño contrastados con diferentes entidades europeas de tipo propietarias, ingenierías, mantenedoras o instaladoras de túneles.

Se caracteriza por su modularidad y versatilidad gracias a su variedad de tamaños, ópticas y fijaciones. De esta manera se adapta a cualquier configuración de túnel existente, especialmente para los casos de renovación.

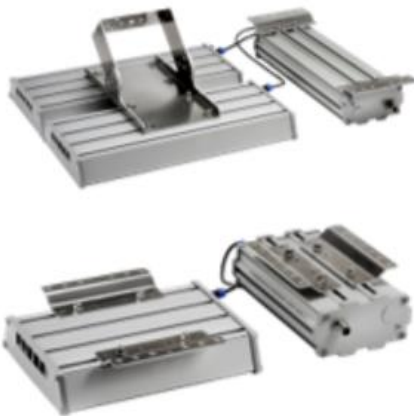
Excelente gestión térmica con sistema patentado.

### 2.3. Principales características del T-MAX

Flujo luminoso hasta 53.000lm.

IP66 / IP69K – Preparado para limpieza de máquina a presión.

Resistencia a impactos IK09. Cierre de vidrio templado de 4mm de espesor.



Diferentes sistemas de fijación que se adaptan a cualquier tipo de instalación y a cualquier configuración de túnel existente.

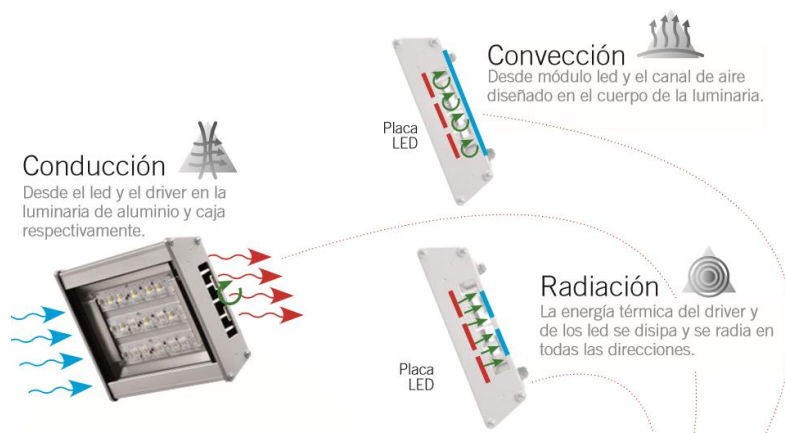


**Modelo T-MAX – 1 Módulo**  
Alumbrado permanente



**Modelo T-MAX – 2 Módulos**  
Alumbrado de bocas

**Excelente gestión térmica** para garantizar la vida y rendimiento de la luminaria.  
Ventilación en la armadura para una máxima transferencia térmica.



## 2.4. Imágenes del túnel





### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Lectura de pruebas

Los resultados lumínicos de las pruebas son los siguientes, tanto para el tramo de la zona de acceso como para el tramo interior:

Variable		Daylight illumination			Night illumination		
		Standard	Theoretical study	Test mesure	Standard	Theoretical study	Test mesure
Average available light		2600 lux (173 cd/m <sup>2</sup> )	3.303 lux	<b>3.311 lux</b>	75 lux (5 cd/m <sup>2</sup> )	99.46 lux	<b>98.49 lux</b>
Longitudinal uniformity	Slow lane	0.60	0.80	<b>0.80</b>	0.60	0.80	<b>0.78</b>
	Fast lane		0.64	<b>0.70</b>		0.75	<b>0.73</b>

### **3.2. Ahorros**

Los ahorros conseguidos se establecen en una disminución importante y muy significativa del consumo energético, solo por el cambio de tecnología de la instalación de la prueba piloto. Hay que tener en cuenta que este porcentaje de ahorro está basado en las primeras pruebas, con la primera generación de TMAX. Actualmente se ha sustituido el proyector por su nueva versión, sin tener aun los datos concretos de ahorros que se prevén serán mayores.

### **3.3. Impacto en la infraestructura.**

Mejora de la calidad lumínica por cambio de tecnología y uso de luz blanca que permite un mejor reconocimiento visual por mejora de la reproducción cromática y confort lumínico en los accesos, en ámbitos con alta densidad de tráfico, en tramos de túneles encadenados y condiciones muy variables de iluminación por diversas orientaciones de túneles en el anillo viario.

Instalación con prestaciones futuras de mayor adaptabilidad de la iluminación a las condiciones reales de contorno y de la vía, con la posibilidad de establecer cambios más adaptativos y paulatinos de la iluminación en la zona acceso, permitiendo un mejor confort en la transición entre el exterior e interior del túnel.

Disminución sensible, solo por el cambio de tecnología, del consumo energético de la instalación, aun aumentando niveles lumínicos respecto de los existentes, en la zona donde mayor es el impacto de ahorro, debido a la densidad de bocas y túneles existentes en un ámbito de anillo urbano, como son las Rondas de Barcelona.

### **3.4. Futuro**

Necesidad de implantación de un control muy dinámico y adaptable a la vía, que acompañe al cambio de tecnología, debido a la varianza de las condiciones de tráfico de una vía urbana como es las Rondas de Barcelona (de tráfico congestionado a tráfico muy fluido en diferentes condiciones de iluminación exterior, tanto en horario diurno como nocturno).

Redefinición de las necesidades normativas de iluminación en las zonas de acceso del túnel contrastándolas con los valores reales de luminancia de boca, densidades de tráfico, velocidades y presencia/ausencia de pavimento húmedo a través de registro de los valores reales medidos en campo, aprovechando sensorizaciones de sistemas de control, con objeto de realizar redefiniciones de diseño a las situaciones reales de campo que permitan ajustar aún más la potencia instalada a las necesidades efectivamente reales de iluminación.