

*Título del trabajo/ Title of paper*

*Alumbrado Túnel de La Aldea, LED y mucho más*

*Autor/es/ Author/s*

*Javier Falcón  
Francisco Cavaller*

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

*Dirección General de Infraestructura Viaria del Gobierno de Canarias  
SALVI Lighting*

*Dirección principal/ Mail adress*

*Avda. del Vallés, 36  
08185 Lliçà de Vall*

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

*93 844 51 90 / 637 422 736  
fcavaller@salvi.es*

*Tema:*

*12. Realizaciones prácticas*

1. Científico y formación es 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 luminosa

*1-Antecedentes y objeto de la ponencia*

*El proyecto de alumbrado de este túnel resultaba un gran reto tecnológico ya que se trataba del mayor túnel de nueva construcción que se estaba construyendo en nuestro país y en el que se querían implantar todas las tecnologías disponibles en el mercado*

*2-Desarrollo y contenido de la ponencia*

*Por supuesto la tecnología LED era una condición indispensable dada su capacidad de obtener unos consumos sustancialmente inferiores a los que se acostumbra a usar con la tecnología de descarga, pero a su vez la electrónica y otros elementos asociados deberían permitir un control y regulación de la instalación del túnel.*

*Esta gestión del alumbrado debía permitir un control de funcionamiento de las luminarias, de los niveles de iluminación y de los parámetros eléctricos de la instalación, todo ello de forma local o remota.*

*El presente trabajo se exponen los principales hitos y desarrollos realizados en las etapas de proyecto, obra y resultados en la obra de alumbrado de los túneles de La Aldea, en la isla de Gran Canaria*

*3-Conclusiones*

*Se concluye que la tecnología LED y otras tecnologías de control asociadas a la misma ya están maduras y listas para ser empleadas en iluminación de infraestructuras viales de alto porte*



Alumbrado del  
Túnel de la Aldea, Gran Canaria,  
LED y mucho más...

Javier Falcón. Dirección General de Infraestructura Vial  
del Gobierno de Canarias  
Francisco Cavaller. SALVI Lighting



**Túnel de  
LA ALDEA**  
-  
**3.162 m**

**Fco. Javier  
Falcón Portillo**

ffalpor@  
gobiernodecanarias.org



**XLIII** Simposium Nacional  
de Alumbrado *Soria* del 24 al 26 de Mayo  
de 2017



**XLIII** Simposium Nacional  
de Alumbrado *Soria* del 24 al 26 de Mayo  
de 2017





## Convenio de carreteras,

ANEJO II (2.006 / 2.013) .....



Redacción de proyecto:



*sistemaingenieria.com*

<http://sistemaingenieria.com/wp-content/uploads/2015/01/2008-ATP-NUEVA-CARRETERA-GC-2-AGAETE-LA-ALDEA.pdf>





UTE Contratista de las obras:

## UTE LA ALDEA



[www.fcc.es](http://www.fcc.es)



[www.chl.es](http://www.chl.es)



<http://www.hemanostito.com>



Asistencia Técnica en la ejecución del proyecto:

## UTE: CV FUREL U.T.E.

(UTE EUROESTUDIOS SL – RABADAN 17 SL)



[www.tpfingenieria.com](http://www.tpfingenieria.com)



[www.rabadan17.com](http://www.rabadan17.com)  
[info@rabadan17.com](mailto:info@rabadan17.com)





## La justificación de la obra

- \* Es una franja donde la actual GC-200 presenta mayor peligrosidad.
- \* Trazado con fuertes pendientes y curvas de pequeño radio.
- \* Sujeta a desprendimientos en época de lluvias.

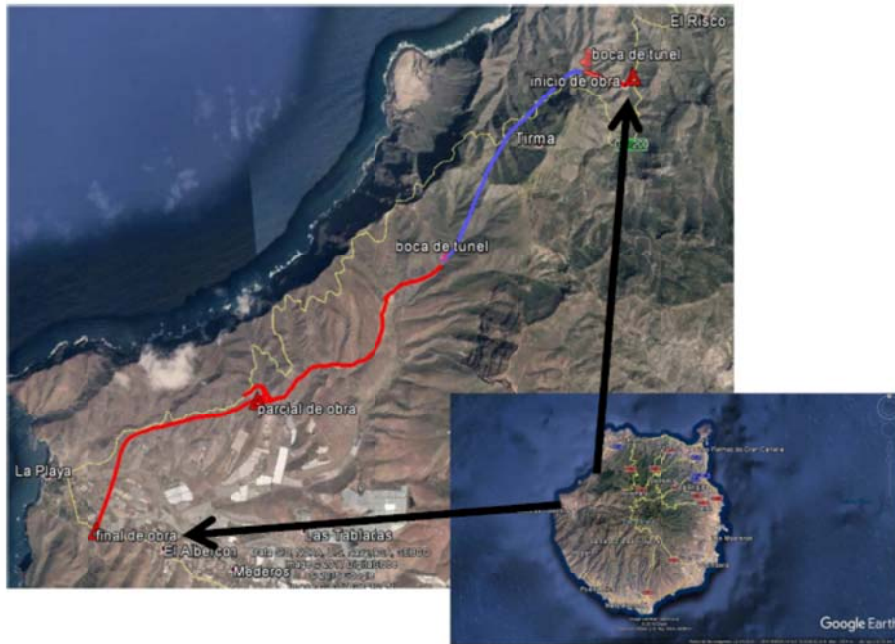
.Municipio: La Aldea  
.Habitantes: 8.300  
.Superficie: 139 km<sup>2</sup>  
.Longitud túnel: 3170 m

Todo ello genera periodos de incomunicación y aislamiento de la población de La Aldea.



## Situación de la obra





**XLIII**

Simposium Nacional  
de Alumbrado

*Soria*


del 24 al 26 de Mayo  
de 2017

## Datos de la carretera:

- \* Longitud del tramo: 10 km, de ellos abiertos al tráfico 7 km, siendo 3'170 km bajo túnel.
- \* IMD adoptada para el diseño: 1.615 vh/día,
- \* Significa un ahorro de tiempo neto de unos 20 min.
- \* Dispone de dos viaductos hormigonados in situ, de 111'90 y 118'70 mt. ●
- \* En sentido Aldea, dispone de dos lechos de frenado, dada la alta pendiente desarrollada. (7%) ●






### Datos de la carretera:

- Atraviesa 3 TTMM, bajo el macizo basáltico de Tirma, el mas antiguo de la isla.
- Por atravesar el Parque Natural de Tamadaba, se disponen de condicionantes específicos que minimizan el impacto ambiental generado.
- Presupuesto de ejec. mat. es de 100.320.734'79€, en PM2. 







### Datos del túnel:

- ❖ Perforado por el método austriaco, a sección completa  
(Jumbo con 3 brocas de 6 mt). 
- ❖ La sección semicircular forrada con tres capas de hormigón proyectado, aditivado y con fibras metálicas y de polipropileno ignífugo, en espesores de 5, 22 y 10 cm, clavadas a la roca con bulones especiales.
- ❖ Túnel con dos tubos unidireccionales, con dos carriles por tubo de 3'50 mt de ancho, dos arcones de 1 y 1'5 mt y aceras de 0'75 mt. 
- ❖ Entre bocas la diferencia de cota es de 100 mt. 





## Datos del túnel:

- ❖ Se disponen hasta 7 galerías de evacuación, entre ambos tubos. Con doble puerta contraincendios capaz para paso vehículos emergencia, y puertas c. antipánico para paso de hombre. Sobrepressionadas en caso de incidencia. Con rotulación antipérdida. 
- ❖ En zonas de filtraciones se dispone de lámina ignífuga e impermeable que redirigen filtraciones hacia tubo dren. 
- ❖ El drenaje se dispone con arquetas tipo NON FIRE. 
- ❖ Se diseña bandeja única anclada en el cenit del túnel. 



## Porqué hacer un túnel?















- 1.- Para disminuir/eliminar la peligrosidad de la GC-200.
- 2.- Para mejorar el trazado. (lo mas cercano a una línea recta).
- 3.- Para eliminar la dependencia con fenómenos atmosféricos y de otra índole.
- 4.- Para garantizar la comunicabilidad y eliminar las situaciones de aislamiento.

Todo lo cual reforzará un futuro crecimiento económico y social de la zona.






## Instalaciones del túnel :

- |  |  |
|--|--|
| 1.- Inst. Suministro eléctrico. C.E.M. + 2 EETT + 2 G.E. y LSMT.  | 8.- Instalación de postes S.O.S.        |
| 2.- Sistema de iluminación.                                       | 9.- Inst. de C.C.T.V.                   |
| 3.- S. Ventilación.   | 10.- Inst. de megafonía.                |
| 4.- S. Alumbrado de guiado.                                       | 11.- Inst. de radiocomunicaciones.      |
| 5.- S. Alumbrado emergencia.                                      | 12.- S. de control de contaminantes.    |
| 6.- S. Detección de incendios.                                    | 13.- S. señalización interna variable.  |
| 7.- S. Extinción de incendios.                                    | 14.- Inst. control acceso y detección.  |



## REQUERIMIENTOS en sistema de iluminación:

- ❖ Inicialmente proyectados en v.s.a.p y bilateral. 
- ❖ Exceso de potencia instalada e imposibilidad de suministro eléctrico.
- ❖ Ventajas de sistema de **leds** en la iluminación: menor potencia instalada y mayor duración vida útil y especial control de su encendido.
- ❖ Corrección del diseño original, y adoptando un alumbrado **cenital** casi centrado, con adaptación de su encendido con control punto a punto adaptándolo a la curva de adaptación CIE.
- ❖ Y un sistema de **telegestión**, que nos lleva a disponer de varios esquemas de iluminación, adaptándose a cada escenario de necesidades.





## El proyecto y la implantación de la iluminación y telegestión del túnel



De 120 cd/m<sup>2</sup> a 3 cd/m<sup>2</sup>



### 2 Túnel La Aldea

#### 2.1 Descripción Túnel La Aldea

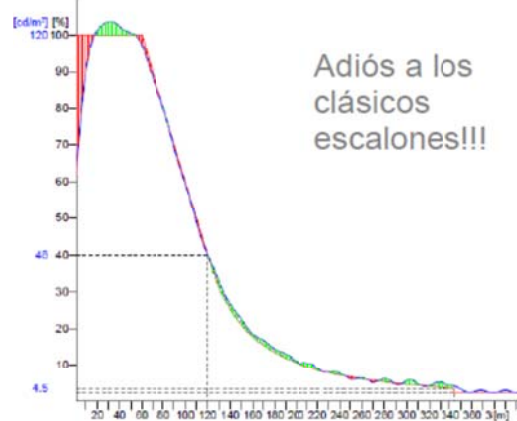
##### 2.1.1 Datos de planificación



|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Geometría del túnel</b>                 |                       |
| Longitud del túnel (real)                  | 3140 m                |
| Longitud del túnel (modelo de cálculo)     | 463 m                 |
| Altura del túnel                           | 9 m                   |
| <b>Anchura de la calzada</b>               |                       |
| Curvatura de curvas                        | 2                     |
| Revestimiento / material                   | RC, $\rho = 0,07$     |
| Arco de servicio                           | 1,5 m                 |
| Banda lateral derecha                      | 0,5 m                 |
| Banda lateral izquierda                    | 0,5 m                 |
| <b>Altura de la pared (a la derecha)</b>   |                       |
| Revestimiento / material                   | 5 m                   |
|  | difus 25%             |
| <b>Altura de la pared (a la izquierda)</b> |                       |
| Revestimiento / material                   | 5 m                   |
|  | difus 25%             |
| <b>Especificaciones para el cálculo</b>    |                       |
| Velocidad                                  | 130 km/h              |
| Longitud del trayecto de entrada           | 120 m                 |
| Luminancia de la entrada                   | 120 cd/m <sup>2</sup> |
| Luminancia del trayecto interior           | 3 cd/m <sup>2</sup>   |

#### 2.2 Resultados del cálculo, Túnel La Aldea

##### 2.2.6 Operación transcurrida: Adaptación (L), Sobado: 100%, OBS.2



Calculando....



**Interior, Trayecto Interior**

Área de medición: 375.00 m - 397.00 m puntos: nx = 10, ny = 6, nz = 3  
Observador (coordenada inicial) x = 290.17 m, z = 1.50 m dx = 85.93 m (móvil)  
y = 1.75 m y = 5.25 m

|                         |                          |                        |     |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|-----|
| calzada (R3, q0 = 0.07) |                          |                        |     |
| Lm                      | : 3.23 cd/m <sup>2</sup> | 3.23 cd/m <sup>2</sup> |     |
| Uo                      | Lmin/Lm : 0.62           | 0.61                   | 0.4 |
| UI                      | Lmin/Lmax: 0.77          | 0.78                   | 0.6 |

|                                   |                          |                        |  |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------------|--|
| Pared a la izquierda (diffus 25%) |                          |                        |  |
| Lm                                | : 2.83 cd/m <sup>2</sup> | 2.83 cd/m <sup>2</sup> |  |
| Uo                                | Lmin/Lm : 0.51           | 0.51                   |  |

|                                 |                          |                        |  |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------|--|
| Pared a la derecha (diffus 25%) |                          |                        |  |
| Lm                              | : 2.51 cd/m <sup>2</sup> | 2.51 cd/m <sup>2</sup> |  |
| Uo                              | Lmin/Lm : 0.54           | 0.54                   |  |

|                      |                |                    |                |
|----------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Iluminancia calzada  |                | Arcén de servicio  |                |
| Em                   | : 53.65 lx     | Em                 | : 42.83 lx     |
| Uo                   | Emin/Em : 0.54 | Uo                 | Emin/Em : 0.59 |
| Pared a la izquierda |                | Pared a la derecha |                |
| Em                   | : 35.56 lx     | Em                 | : 31.54 lx     |
| Uo                   | Emin/Em : 0.51 | Uo                 | Emin/Em : 0.54 |



Calculando....



|      |        |        |               |        |        |        |               |        |        |        |
|------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|
| [m]  | 2,27   | 2,11   | <b>(1,99)</b> | 2,05   | 2,11   | 2,28   | 2,53          | 2,61   | 2,5    | 2,30   |
| 6.42 | 2,84   | 2,64   | 2,56          | 2,69   | 2,99   | 3,32   | 3,44          | 3,49   | 3,38   | 2,99   |
| 5.25 | 3,48   | 3,4    | 3,48          | 3,84   | 4,19   | 4,45   | 4,68          | 4,58   | 4,13   | 3,74   |
| 4.08 | 3,76   | 3,72   | 3,66          | 4,23   | 4,56   | 4,75   | <b>[4,92]</b> | 4,75   | 4,36   | 3,96   |
| 2.02 | 3,05   | 2,91   | 2,93          | 3,14   | 3,43   | 3,7    | 3,76          | 3,7    | 3,57   | 3,17   |
| 1.75 | 2,39   | 2,20   | 2,16          | 2,20   | 2,36   | 2,54   | 2,74          | 2,77   | 2,64   | 2,48   |
| 0.58 |        |        |               |        |        |        |               |        |        |        |
|      | 376.10 | 378.30 | 380.50        | 382.70 | 384.90 | 387.10 | 389.30        | 391.50 | 393.70 | 395.90 |

|                             |           |   |
|-----------------------------|-----------|---|
| Posición del observador 1   |           | : x = 290, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 85.93) |
| Luminancia media            | Lm        | : 3.23 cd/m <sup>2</sup>                  |
| Luminancia mínima           | Lm        | : 1.99 cd/m <sup>2</sup>                  |
| Uniformidad total Uo        | Lmin/Lm   | : 0.62                                    |
| Uniformidad longitudinal UI | Lmin/Lmax | : 0.77                                    |

|                           |    |  |
|---------------------------|----|--|
| Posición del observador 1 |    | : x = 290, y = 1.75, z = 0 (dx = 0.00) |
| Aumento del valor umbral  | TI | : 8.61 %                               |



Comprobando....



Comprobando....

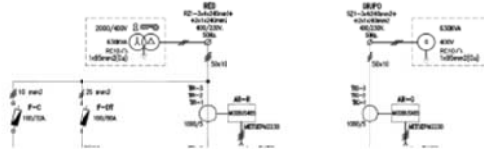


TÚNEL DE LA ALDEA

mediciones en obra 20/02/2017



|                                |             | interdistancia 22 m      |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
|--------------------------------|-------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------|------|------|------|
|                                |             | potencia 156 W nominales |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
|                                |             | 0                        | 1.1    | 3.3    | 5.5    | 7.7    | 9.9    | 12.1   | 14.3   | 16.5  | 18.7 | 20.9 | 22   |      |
| 7.00                           |             |                          |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| 6.42                           |             |                          | 83     | 70     | 57     | 44     | 36     | 35     | 43     | 53    | 70   | 82   |      |      |
| 5.25                           |             |                          | 96     | 81     | 65     | 47     | 38     | 37     | 45     | 63    | 82   | 94   |      |      |
| 4.08                           |             |                          | 109    | 91     | 68     | 51     | 39     | 38     | 48     | 67    | 89   | 107  |      |      |
| 2.92                           |             |                          | 111    | 94     | 66     | 51     | 38     | 38     | 47     | 68    | 91   | 111  |      |      |
| 1.75                           |             |                          | 100    | 89     | 64     | 51     | 38     | 38     | 45     | 65    | 86   | 100  |      |      |
| 0.58                           |             |                          | 84     | 77     | 58     | 46     | 37     | 36     | 43     | 58    | 73   | 83   |      |      |
| 0.00                           |             |                          |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Em (lux)                       |             |                          | 65.2   |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Emax (lux)                     |             |                          | 111.0  |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Emin (lux)                     |             |                          | 35.0   |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Emin/Em                        |             |                          | 0.54   |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Emin/Emax                      |             |                          | 0.32   |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| 0                              |             |                          |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| 1.17                           |             |                          | 2.22   | 2.12   | 2.3    | 2.66   | 2.92   | 3.15   | 3.6    | 3.88  | 3.62 | 3.12 | 2.51 | 2.32 |
| L med                          |             |                          | 2.99   |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| U long                         |             |                          | 0.55   |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| 7.00                           | 71.2        | 61.4                     | 43.4   | 35.5   | 29     | 29     | 35.5   | 47.4   | 61.4   | 71.2  |      |      |      |      |
| 6.42                           | 82.5        | 69.3                     | 52.4   | 42.9   | 36.6   | 36.6   | 42.9   | 52.4   | 69.3   | 82.5  |      |      |      |      |
| 5.25                           | 92.8        | 75.5                     | 56.8   | 46.8   | 39.8   | 39.8   | 46.8   | 56.8   | 75.5   | 92.8  |      |      |      |      |
| 4.08                           | 102.4       | 79.2                     | 59.8   | 49.8   | 40.8   | 40.8   | 49.8   | 59.8   | 79.2   | 102.4 |      |      |      |      |
| 2.92                           | 111         | 89.5                     | 66     | 51     | 38     | 38     | 47     | 68     | 91     | 111   |      |      |      |      |
| 1.75                           | 100         | 89                       | 64     | 51     | 38     | 38     | 45     | 65     | 86     | 100   |      |      |      |      |
| 0.58                           | 84          | 77                       | 58     | 46     | 37     | 36     | 43     | 58     | 73     | 83    |      |      |      |      |
| 0.00                           |             |                          |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| 376.10                         | 379.30      | 385.50                   | 387.70 | 384.50 | 387.10 | 389.30 | 391.50 | 385.70 | 385.90 |       |      |      |      |      |
| Distancia [m]                  |             |                          |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Altura del nivel de referencia |             |                          |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Iluminancia media              | Em          | 0.20 lx                  |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Iluminancia máxima             | Emax        | 12.7 lx                  |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Iluminancia mínima             | Emin        | 28.8 lx                  |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Uniformidad U0                 | valor medio | 1.187 (0.5)              |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |
| Uniformidad U0                 | valor max   | 1.322 (0.3)              |        |        |        |        |        |        |        |       |      |      |      |      |

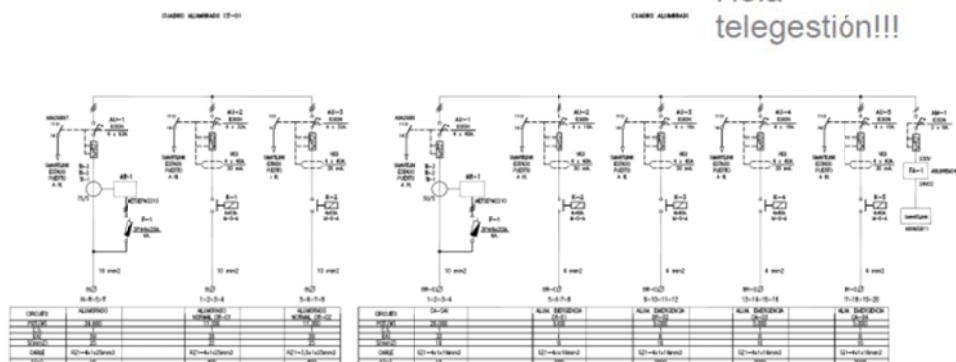


De los 232 KW en proyecto VSAP hemos pasado a 108 kW con esta solución led!!! ...  
y sin modificar los parámetros luminotécnicos



Adiós a múltiples líneas y apagados parciales de proyectores!!!

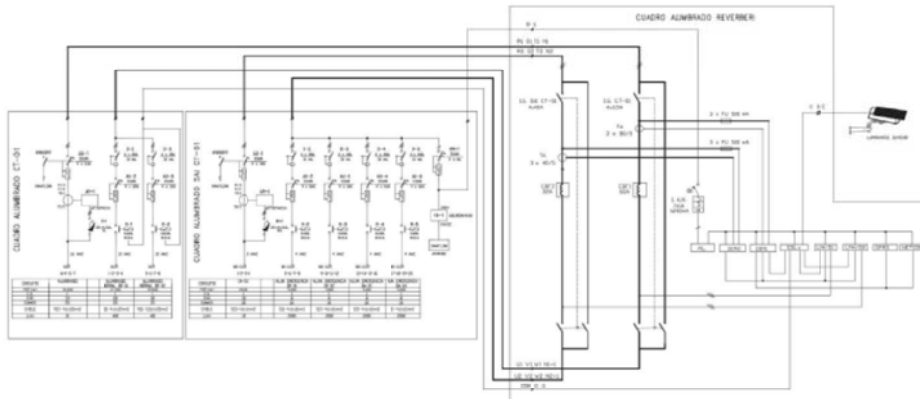
Hola telegestión!!!



Tan solo dos líneas eléctricas para el alumbrado de refuerzo diurno... el resto lo hace la telegestión



Una simple instalación de la telegestión: los dispositivos se conectan a la entrada del cuadro, no a las salidas individuales



Cuadros sencillos: a la izquierda el de potencia de alumbrado, a la derecha el de telegestión





## Video

Diseñado, y producido por :



[www.eurekamarketing.es](http://www.eurekamarketing.es)



# MUCHAS GRACIAS

## y ¡buena luz a todos!

Alumbrado del Túnel de la Aldea, Gran Canaria,  
LED y mucho más...

Javier Falcón. Dirección General de Infraestructura Viaria  
del Gobierno de Canarias  
Francisco Cavaller. SALVI Lighting

