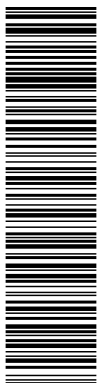


DOCUMENT MEMÒRIA: E3-1-5- Memòria Sistema Regulació y Control Túnel Borràs_signat	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>60J3H-NOD0B-DA3XE</b> Data d'emissió: <b>2 de Juliol de 2026 a les 12:30:45</b> Pàgina 1 de 7	SIGNATURES	ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 11:19



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4386731 60J3H-NOD0B-DA3XE 0394785F4C0A0D0D2F28B9E40D F537C43A344DF) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificador/Document/home>

### **Memoria descriptiva del sistema de regulación y control de iluminación del Túnel Borràs**

La actuación llevada a cabo en el Túnel de Plaça Borràs ha implicado una renovación integral del control del alumbrado apoyada en una nueva arquitectura de comunicaciones, sensores de campo y supervisión centralizada. Además de sustituir equipos obsoletos se ha conseguido un sistema más robusto, configurable y preparado para adaptar los niveles de iluminación a las condiciones reales de explotación del túnel.

Se ha extraído la siguiente información de los Pliegos Técnicos de licitación de la actuación elaborada por AMB denominados “Subministrament i instal·lació d'enllumenat de tipus LED per a una major eficiència al túnel de la plaça Borràs i ramal IJ de les rondes de Barcelona”. Se ha corroborado que se han cumplido las características establecidas en dicho pliego en la certificación de final de obra.

#### **Equipos instalados**

El nuevo sistema de control del túnel cuenta con una monitorización mediante sensores de los parámetros ambientales del interior y del entorno exterior inmediato del mismo. Este sistema de control actúa sobre los sistemas de ventilación y alumbrado.

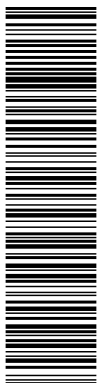
La tecnología LED, con su capacidad de regulación, permite la adaptación del alumbrado del interior del túnel a las condiciones fotométricas y climatológicas del exterior en tiempo real, a través del sistema de control DALI integrado en los drivers de los proyectores LED.

Se ha implantado una nueva red de comunicaciones por fibra óptica en topología de anillo, con integración en sistema SCADA existente para la supervisión de los túneles.

El sistema instalado incorpora los siguientes sensores para ajustar la regulación a las condiciones exteriores e interiores del túnel:

- 3 luminancímetros exteriores situados en las bocas de acceso para medir la luminancia de entrada, 1 por sentido y 1 en el ramal.
- 5 luxómetros interiores para verificar los niveles reales de iluminación dentro del túnel, 2 por sentido y 1 en el ramal.
- 3 pluviómetros ópticos, sensores de lluvia para detectar el estado del pavimento a la entrada del túnel, seco o mojado, 1 por sentido y 1 en el ramal.
- 2 sensores de tráfico mediante cámara infrarroja orientados a conocer intensidad y velocidad media de circulación, 1 por sentido.

DOCUMENT MEMÒRIA: E3-1-5- Memoria Sistema Regulación y Control Túnel Borràs_signat	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>60J3H-NOD0B-DA3XE</b> Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:45 Pàgina 2 de 7	SIGNATURES	ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 11:19



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4396781 60J3H-NOD0B-DA3XE 0394785F4C0A00BDD2F28B9E40D F537C43A344DF) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: https://verificador.amb.cat/verificador/Document/home

u	(FHT11123) Luminancímetre de boca per túnel model SFLINT-C marca SIFISA o equivalent, d'acord a la normativa estandard CIE amb un rang de mesura de 0 a 60,000 Cd/m2. Camp visual ajustable de 16 a 32º amb òptiques variables 3,5/80-110. Corrent de sortida de 4 a 20 mA, 250 ohms. Sortida amb micro-fusible i encapsulat, equipat amb un diode Zener d'absorció de voltatges transitoris. Exterior amb doble carcassa d'acer inoxidable AISI 316L. Dimensions (Llarg x Ample x Alt) 455 x 175 x 185 mm. Protecció: IP 65. Pes: 7,5 kg. Rang de temperatures ambients de funcionament: -30...+70ºC. Conversor d'informació en fibra òptica no inclos. Inclou kit de subjecció en AISI 316L de 3mm de gruix. Completament instal·lat, connectat a control i en funcionament.	1,000
u	(FHT11122) Luxòmetre per a la mesura dels nivells lumínics a l'interior del túnel model DURLUX 4-20mA de la marca DURAN ELECTRÓNICA o equivalent, d'acord a la normativa estandard CIE amb un rang de mesura de 0 a 10.000 Lux.	2,000
m	Corrent de sortida de 4 a 20 mA. Completament instal·lat, connectat al control i en funcionament. (EP42D986) Cable de parells per a instal·lacions telefòniques, de 6 parells, per a instal·lació exterior, aïllament de polietilè i coberta de poliolefina termoplàstica lliure d'halògens, conductor de coure rígid de 0,91 mm de diàmetre, amb pantalla d'alumini / polièster, col·locat en canal o safata (KEVW2002) Pluviòmetre Òptic (mesurador de pluja) que detecta la quantitat de pluja que impacta sobre la seva superfície exterior per mitjà de feixos de llum infraroja. Sortida contactes NO/NC. Completament muntat connectat a targeta de entrades digitals, provat i en funcionament. Inclou suport d'acer per muntatge exterior i fins a 30m de cable 2x1,5mm 0,6/1kV RZ1-K per connectar-se a la targeta de entrades digitals.	415,000
u	(KEVW2003) Sistema per a la monitorització del trànsit que permet determinar la freqüència de pas de vehicles per obtenir mesures i determinar la seva variació durant el dia. Basat en una càmera d'infrarojos FLIR THERMICAM ETH 3xx o equivalent amb camp de visió entre 35º-25º-17º. Connexió a port ethernet mitjançant connector RJ45. Alimentació a 24V. Inclou fins a 100m de cable 8x1mm2 coonector estanc, visera d'alumini per apantallar la llum solar, interfície ETHERNET, suport per muntatge en mur. Completament configurada per la detecció i comptatge de vehicles en els carrils d'entrada al túnel, llicència per el software, firmware de la càmera. Completament muntada, connectada configurada i en funcionament.	1,000

Figura 1. Menció a los sensores en la Certificación Final de Obra (Dirección Llobregat)

La regulación de los proyectores se realiza mediante protocolo DALI-2, con control punto por punto, bidireccional y configurable por grupos o escenas. Esta arquitectura permite regular pero también monitorizar el estado de funcionamiento, horas de servicio, tensión, consumo de energía, potencia activa y aparente, etc, convirtiendo la instalación en una plataforma de gestión energética y mantenimiento predictivo, no solo de encendido y regulación.

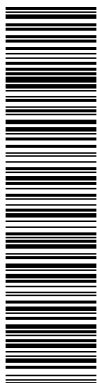
**Sistema de regulación**

El sistema de control de iluminación dispone de un PLC que permite establecer escenarios múltiples de funcionamiento de las instalaciones. De esta manera, la adaptación a las condiciones de contorno de las instalaciones es máxima y consigue una iluminación adaptativa de las instalaciones que maximiza el ahorro energético.

El principio de funcionamiento consiste en monitorizar las condiciones del entorno que determinan los niveles de iluminación aplicables. En base a estas condiciones y para cada período de muestreo de los sensores, el PLC aplica el escenario que se ajusta más al estado actual de las instalaciones. Se han definido 15 escenas en total, basadas en horario y en el valor de la luminancia umbral, denominada Lth, y con fórmula de cálculo:

$$Lth = k \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot L20$$

Siendo:



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398781 60J3H-NOD0B-DA3XE 0394785F4C0A0D0DD2F28B9E40DF537C43A344DF) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: https://verificador.amb.cat/verificadorDocumento/home

- K variable que permite establecer valores de prueba o mantenimiento, por defecto = 1.
- F1 factor del estado de la calzada (seca o mojada).
- F2 factor de la intensidad de tráfico.
- F3 factor de mantenimiento según las medidas reales de los luxómetros interiores.
- L20 Luminancia media a la entrada del túnel (variante en función de la climatología).

La relación entre el valor Lth calculado y los valores establecidos durante la programación inicial del PLC darán lugar a los 10 escenarios de refuerzo por encima de la L int (intensidad básica).

Las escenas configuradas son las siguientes:

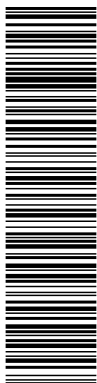
ESCENA	REFORÇ	VALOR Lth de activación	VALOR Lth de desactivación
1	Reforç al 100%	100% Lth càlcul	95% Lth càlcul
2	Reforç al 90%	90% Lth càlcul	85% Lth càlcul
3	Reforç al 80%	80% Lth càlcul	75% Lth càlcul
4	Reforç al 70%	70% Lth càlcul	65% Lth càlcul
5	Reforç al 60%	60% Lth càlcul	55% Lth càlcul
6	Reforç al 50%	50 Lth càlcul	45% Lth càlcul
7	Reforç al 40%	40 Lth càlcul	35% Lth càlcul
8	Reforç al 30%	30 Lth càlcul	25% Lth càlcul
9	Reforç al 20%	20 Lth càlcul	15% Lth càlcul
10	Reforç al 10%	10 Lth càlcul	5% Lth càlcul
11	Bàsic	100% L int	
12	Nocturn	60% L int	
13	Nocturn reduït	40% L int	
14	Emergència comunicació		
15	Emergència subministrament elèctric		

Figura 2. Escenas configuradas según Pliego Técnico

La escena Básica, con una intensidad fijada determinada por el operador durante la programación del PLC, es el nivel mínimo durante el día. A esta intensidad se añaden los diferentes porcentajes de refuerzo en función de las mediciones.

La escena nocturna reduce la intensidad al 60% de la escena básica y se activa según reloj astronómico virtual, con escena nocturna reducida al 40% cuando la intensidad de circulación es inferior a 500 veh/hora por carril. En caso de fallo de comunicación se activa un 80% de la potencia máxima y en caso de falta de suministro, las luminarias del circuito SAI se encenderían al 100%.

DOCUMENT MEMÒRIA: E3-1-5- Memoria Sistema Regulación y Control Túnel Borràs_signat	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>60J3H-NOD0B-DA3XE</b> Data d'emissió: <b>2 de Juliol de 2026 a les 12:30:45</b> Pàgina 4 de 7	SIGNATURES	ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 11:19



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4398781 60J3H-NOD0B-DA3XE 0394785F4C0A0D0DD2F28B9E40D F537C43A344DF) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: https://verificador.amb.cat/verificador/Document/home

### Monitorización SCADA

El sistema SCADA implementado proporciona una interfaz de supervisión y control que integra información en tiempo real de todos los elementos del sistema de iluminación. Para cada sentido de circulación, el SCADA presenta en tiempo real la escena lumínica activa, los valores medidos por los luminancímetros en cd/m<sup>2</sup>, el estado del pavimento detectado por los sensores de lluvia, la intensidad de tráfico en vehículos por hora y carril, y los niveles de iluminancia interior medidos por los luxómetros.

El sistema permite la gestión avanzada de todos los dispositivos del bus DALI. El SCADA incorpora la configuración de los umbrales de activación y desactivación de las quince escenas predefinidas y la gestión del reloj astronómico virtual que actúa como respaldo ante fallo de luminancímetros.

Existe un módulo específico dedicado a la monitorización de consumos energéticos discriminados por circuito, con lecturas en tiempo real de potencias activa, reactiva y aparente, consumo acumulado, y que permite la visualización interactiva de diferentes gráficas y la generación automática de informes mensuales de consumo energético.

<p>ud (BY10005) Actualització SCADA, segons especificació funcional a desenvolupar i proposar per l'adjudicatari i validar per part de la Direcció Tècnica del contracte, que ha d'incloure com a mínim:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nova pantalla de layout del túnel amb la visualització dels elements del túnel, el seu estat i KPIs principals del túnel.</li> <li>- Nova pantalla d'enllumenat, desenvolupant un mínim de dos pantalles corresponent a la visualització de l'estat general de la instal·lació i pantalla de visualització/modificació dels diferents paràmetres de l'enllumenat. El SCADA haurà d'emmagatzemar els paràmetres de visualització, com a mínim, nivell de luminància, nivell de trànsit, estat del paviment, numero de punts de llum en error i consum per circuits.</li> <li>- Nova pantalla de ventilació, desenvolupant un mínim de dos pantalles corresponent a la visualització de l'estat general de la instal·lació i pantalla de visualització/modificació dels diferents paràmetres de la ventilació. El SCADA haurà d'emmagatzemar els paràmetres de visualització, com a mínim, els valors de mesura instantanis dels dispositius, els valors de funcionament de la ventilació sanitària.</li> </ul> <p>Inclourà l'actualització de la programació funcional de la ventilació sanitària del túnel, en funció de la nova informació dels sensors a instal·lar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nova pantalla d'energia, visualitzant els estats, en forma d'esquema elèctric global de la instal·lació, dels diferents interruptors i elements principals, així com la informació resum dels diferents analitzadors de xarxes i SAls de la instal·lació. Des d'aquesta pantalla es podrà accedir a consulta de la informació de cadascun d'aquests elements.</li> <li>- Nova pantalla de comunicacions amb visualització d'estats de comunicació de l'anell de fibra òptica, switchs, ports òptics i elèctrics, PLCs, etc...</li> <li>- Actualització de la pantalla d'alarmes i de missatgeria SMS en correspondència amb la nova instal·lació.</li> <li>- Actualització, adaptació i verificació dels programes existents al PLCs de SAI i la nova programació del PLC1500.</li> <li>- Actualització dels informes de sortides de l'SCADA, corresponents a alarmes, events, estats, històric, etc.... relatius a les instal·lacions d'aquest túnel.</li> <li>- Desenvolupament de l'adreçament IP de la nova instal·lació.</li> <li>- Actualització de l'aplicació web de l'SCADA.</li> </ul> <p>Serà necessari el desenvolupament de tota la programació, proves en un entorn de pre-producció per a la seva validació prèvia abans de la carrega en els servidors. També s'haurà de desenvolupar el pla de proves i d'implantació de la actualització així com totes les feines a camp o a instal·lacions per tal de la seva correcta posada en marxa, funcionament, operació i validació final.</p>	1,000
<p>ud (BY10008) Implementació del sistema i algorisme d'enllumenat per regular els nivells de luminància a l'interior del túnel en funció de les entrades dels sensors, luminancímetre sensor de pluja, sensor de trànsit, luxímetres.</p>	1,000

*Figura 3. Menció a las características del SCADA en la Certificación Final de Obra*

Se muestran a continuación imágenes reales del sistema en funcionamiento:

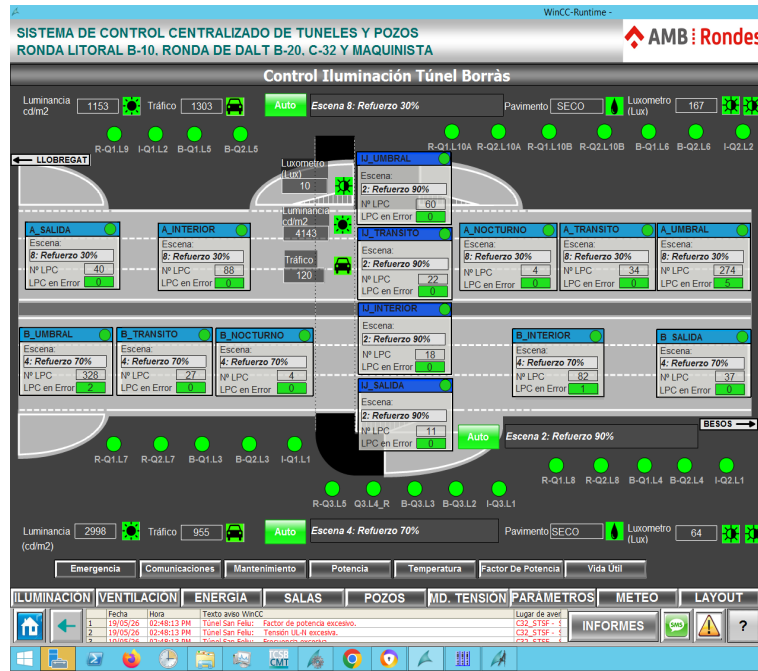
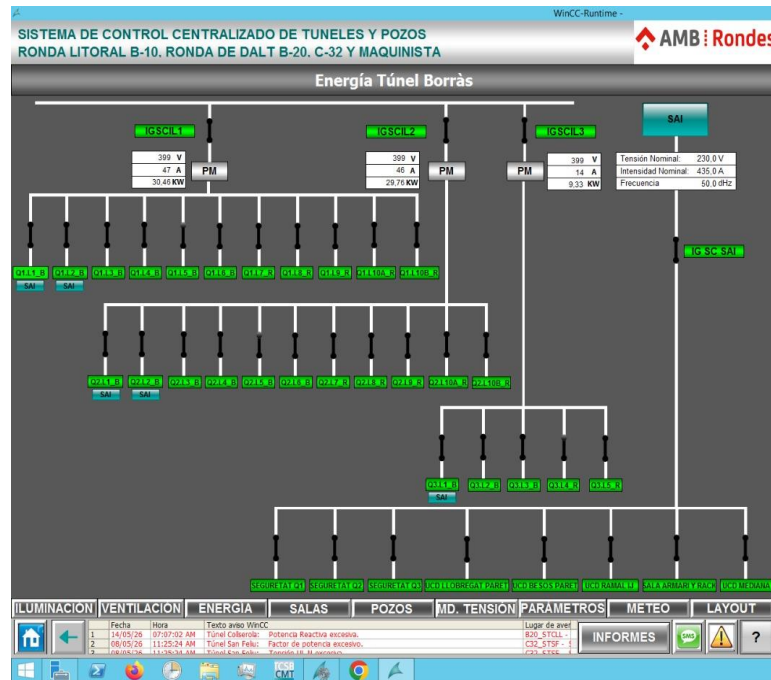
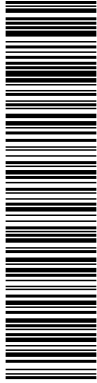


Figura 4. Sinóptico de estado actual del túnel, escenarios activos, lectura de sensores y acceso a opciones de configuración





Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4386781 60J3H-NOD0B-DA3XE 0394785F4C0A00BDD2F28B9E40D5E37C43A344DF) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: https://verificador.amb.cat/verificadorDocumento/home

Figura 5. Pantalla de estado de cada circuito, con información en cada cabecera de la potencia instantánea en tiempo real

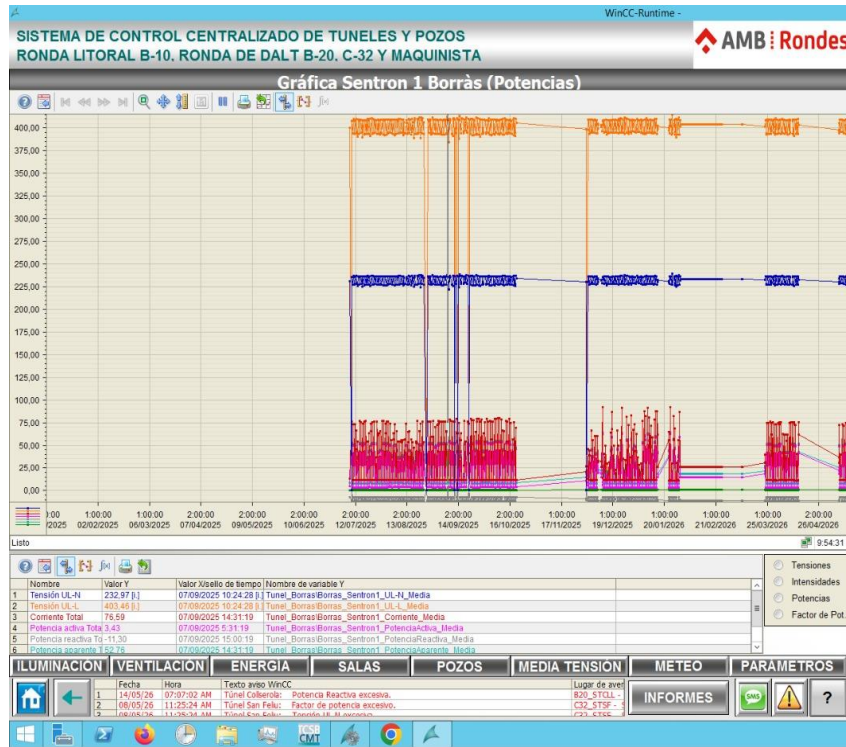


Figura 6. Pantalla de monitorización energética con gráficas de registros históricos por circuito

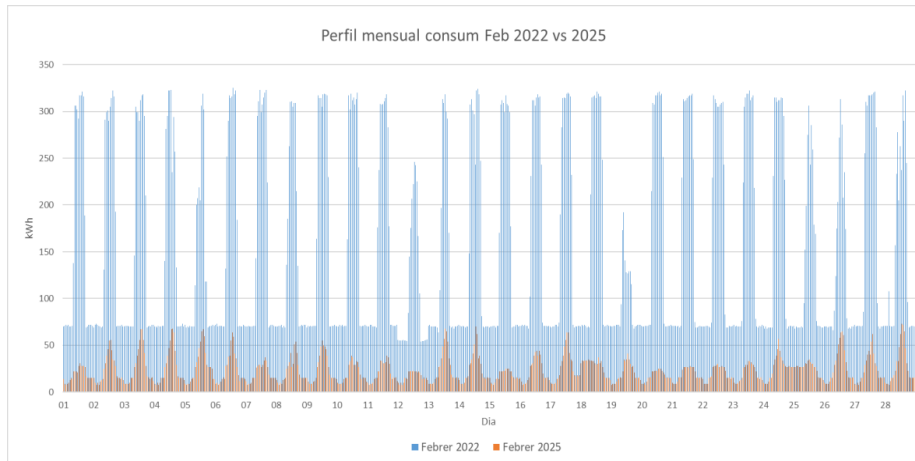
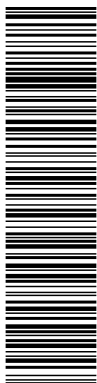


Figura 7. Gráfica de consumos horarios antes y después de la actuación

DOCUMENT MEMÒRIA: E3-1-5- Memoria Sistema Regulación y Control Túnel Borràs_signat	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>60J3H-NOD0B-DA3XE</b> Data d'emissió: <b>2 de Juliol de 2026 a les 12:30:45</b> Pàgina <b>7 de 7</b>	SIGNATURES	ESTAT <b>APROVAT</b> 23/06/2026 11:19



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4396781 60J3H-NOD0B-DA3XE 0394785F4C0A00BDD2F28B9E40DF537C43A344DF), generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document està APROVAT. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificadorDocumento/home>

Por último, se certifica que la solución implementada cumple rigurosamente con la normativa vigente en materia de iluminación de túneles:

- Norma UNE-CR 14380:2007 "Aplicaciones de iluminación. Alumbrado de túneles".
- Orden Circular 36/2015 sobre "Criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomo II, Recomendaciones para la iluminación de túneles".
- CIE 88:2004 "Guía para el alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores".
- CIE 189:2010 "Criterios de calidad de los cálculos de iluminación de túneles".
- RD 635/2006, "Requisitos mínimos de Seguridad en los túneles de Carreteras del Estado".
- RD 1890/2008, "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07".
- Normas UNE en relación con los elementos de iluminación y dispositivos de control.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.
- Código Técnico de la Edificación.
- Instrucción técnica de túneles viarios urbanos de la ciudad de Barcelona.

En Barcelona, a 18 de Junio de 2026  
Firmado  
Nombre : Roberto Martinez Garcia  
Cargo : Jefe de Seccion Coordinación Rondas. DS Proyectos Singulares

**Roberto Martínez García**  
43536074  
H (TCAT)

Firmado digitalmente por Roberto Martínez García 43536074H (TCAT)  
Fecha: 2026.06.18 13:21:07 +02'00'