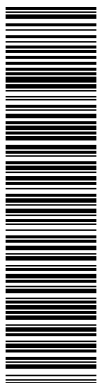


DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 1 de 15	SIGNATURES	ESTAT NO REQUEREIX SIGNATURES

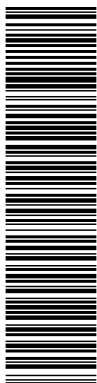


# PROJECTE D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ  
D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR  
EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE  
BARCELONA

Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4385183.VSS7Q-Q113M-MJ72H.73876A97F4BBD9A80D138A0EBAB618578E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home>

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 2 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



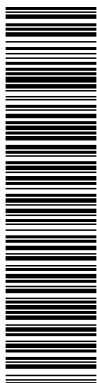
Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 43951183\_VSS7Q-Q113M-MJ72H\_73876A97F44BB9D9A80D138A0EBA8619579EC2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificador/DocumentId/home>

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

**Contingut**

- 1. Objecte ..... 3
- 2. Dades generals ..... 3
  - 2.1. Titular ..... 3
  - 2.2. Instal·lació ..... 3
- 3. Relació de lluminàries i potències ..... 3
- 4. Factors de la instal·lació ..... 4
- 5. Règim de funcionament i descripció dels sistemes d'accionament ..... 6
  - 5.1. Règim de funcionament ..... 6
  - 5.2. Sistema d'accionament ..... 6
- 6. Mesures adoptades per a la millora de la eficiència i estalvi energètic, així com per a la limitació del enlluernament nocturn i reducció de llum intrusa ..... 7
  - 6.1. Mesures d'estalvi energètic ..... 7
  - 6.2. Limitació del enlluernament nocturn ..... 7
  - 6.3. Reducció de la llum intrusa ..... 7
- 7. Eficiència energètica según ITC EA-01 ..... 7
  - 7.1. Característiques de la zona estudiada ..... 8
  - 7.2. Dades d'estudi ..... 9
  - 7.3. Càlcul del valor de eficiència energètica (E) ..... 9
  - 7.4. Càlcul del índex d'eficiència energètica (I<sub>e</sub>) y del índex de consum energètic (ICE) ... 10
- 8. Qualificació energètica ..... 11
- 9. Etiqueta energètica ..... 12
- 10. Reducció del consum d'energia (kWh/any i ktep/any) ..... 13
  - 10.1. Estalvi energètic direcció Besòs ..... 13
  - 10.2. Estalvi energètic direcció Llobregat ..... 14
  - 10.3. Consum total infraestructura ..... 15

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 3 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395193.VSS7Q-Q113M-MJ72H.73876A97F44BB9D9A80D138A0EBAB619579E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

## 1. Objecte

L'objecte de la memòria és concretar les característiques de tots i cadascun dels components i de les obres executades, amb especial referència al compliment del reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat i la millora de l'eficiència i estalvi energètic.

## 2. Dades generals

### 2.1. Titular

NOM:	Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB)
NIF:	P08000258F
DIRECCIÓ:	Carrer 62, núm. 16-18, Zona Franca 08040 Barcelona

### 2.2. Instal·lació

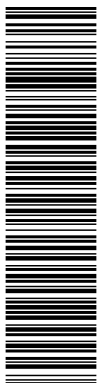
QUADRES:	Subquadre enllumenat 1, subquadre enllumenat 2, subquadre SAI
EMPLAÇAMENT QUADRES:	Túnel Sant Feliu (Local Tècnic)
COORDENADES (X,Y)	41.363872, 2.089801
ÚS AL QUE ES DESTINA	Enllumenat túnel

## 3. Relació de lluminàries i potències

A continuació es detallen les unitats i potències per a cadascun dels models instal·lats al túnel per ambdós sentits.

SENTIT BESÒS (198U.)		
UNITATS	MODEL	TOTAL (W)
138	BGP237 LED780-4S/740 DM12 DGR MSP D9 SRG (Reforç diürn)	522,5
12	BGP237 LED580-4S/740 DM12 DGR MSP D9 SRG (Reforç diürn)	374
16	BGP236 LED360-4S/740 DW10 DGR MSP D9 SRG (Reforç diürn)	231
32	BGP235 LED180-4S/740 DX10 DGR MSP D9 SRG (Permanent: Nocturn + Seguretat)	114

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>VSS7Q-Q113M-MJ72H</b> Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 4 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4985183.VSS7Q-Q113M-MJ72H.73876A97F44BBD9A80D138A0EBAB618578E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

SENTIT LLOBREGAT (201U.)		
UNITATS	MODEL	TOTAL (W)
134	BGP237 LED780-4S/740 DM12 DGR MSP D9 SRG (Reforç diürn)	374
10	BGP237 LED580-4S/740 DM12 DGR MSP D9 SRG (Reforç diürn)	374
22	BGP236 LED360-4S/740 DW10 DGR MSP D9 SRG (Reforç diürn)	231
35	BGP235 LED180-4S/740 DX10 DGR MSP D9 SRG (Permanent: Nocturn + Seguretat)	231

Com es pot observar a la taula anterior, al sentit Llobregat hi ha més unitats de lluminàries degut a dos motius:

- La boca del túnel per la seva orientació requereix uns nivells lumínics més elevats i per tant es necessari més projectors de reforç de més potència.
- Al tub direcció Llobregat inclou la Sortida 14 de la C-32 amb els projectors que això comporta.

#### 4. Factors de la instal·lació

Factor d'utilització ( $f_u$ ) = No aplica al tractar-se de tecnologia LED.

Factor de manteniment ( $f_m$ ) = 0,80

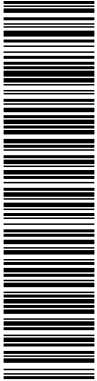
Eficiència lluminàries ( $E_L$ ) / Rendiment ( $\eta$ ) =

EFICIÈNCIA LLUMINÀRIES (EL)	
MODEL	Lm/W
BGP237 LED780-4S/740 DM12 DGR MSP D9 SRG	134,65
BGP237 LED580-4S/740 DM12 DGR MSP D9 SRG	134,29
BGP236 LED360-4S/740 DW10 DGR MSP D9 SRG	144,00
BGP235 LED180-4S/740 DX10 DGR MSP D9 SRG	136,73



Fluxe hemisfèric superior instal·lat ( $FHS_{inst}$ ) = 0% (per tots els models)

A continuació s'adjunten les fotometries de cada referencia de projector led instal·lat:

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>VSS7Q-Q113M-MJ72H</b> Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 5 de 15	SIGNATURES
	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>

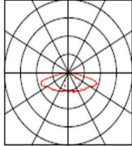


Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4385183.VSS7Q-Q113M-MJ72H.73876A97F4BBD9A80D138A0EBAB619578E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. Mitjançant el codi de verificació pot comprovar la validesa de la signatura electrònica dels documents signats en l'adreça web: <https://verificador.amb.cat/verificador/DocumentId/home>

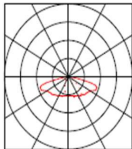
	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
---	---	---

**Philips Lighting**

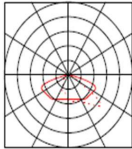
Nº de artículo :  
 Nombre de la lum. : BGP237 T25 DM12 1xLED780-4S/740 L96@100kh/4000  
 Equipamiento : 1 x LED780-4S/740 L96@100kh/4000 475 W / 78000 lm  
 Factor de mant. : 0.80



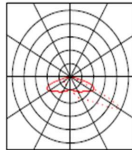
Nº de artículo :  
 Nombre de la lum. : BGP237 T25 DM12 1xLED580-4S/740 L97@100kh/4000  
 Equipamiento : 1 x LED580-4S/740 L97@100kh/4000 340 W / 58000 lm  
 Factor de mant. : 0.80



Nº de artículo :  
 Nombre de la lum. : BGP236 T25 DW10 1xLED360-4S/740 L97@100kh/4000  
 Equipamiento : 1 x LED360-4S/740 L97@100kh/4000 210 W / 36000 lm  
 Factor de mant. : 0.80

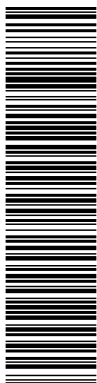


Nº de artículo :  
 Nombre de la lum. : BGP235 T25 DX10 1xLED180-4S/740 L97@100kh/4000  
 Equipamiento : 1 x LED180-4S/740 L97@100kh/4000 104 W / 18000 lm  
 Factor de mant. : 0.80



Disposició espacial adoptada = Bilateral

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 6 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4985183\_VSS7Q-Q113M-MJ72H\_73876A97F4B8BD9A80D138A0EBA8618578E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home>

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

## 5. Règim de funcionament i descripció dels sistemes d'accionament

### 5.1. Règim de funcionament

La instal·lació d'enllumenat d'un túnel, a diferència de l'enllumenat exterior que només està en funcionament en el període comprès entre la posta i la sortida del sol, és necessària que estigui les 24h del dia en funcionament. Precisament, al revés del que passa a l'enllumenat exterior, les hores més crítiques són durant el dia, moment en el qual hi ha la major aportació lumínica natural per part del sol i que per tant, hem de suplir a les boques i sortides del túnel amb una gran aportació lumínica per tal d'evitar l'anomenat "efecte del forat negre". Aquest efecte, que es produeix quan estem a una distància considerable del túnel, és degut a que la luminància ambiental a l'exterior és molt més gran que la de l'entrada al túnel.

### 5.2. Sistema d'accionament

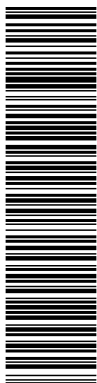
El túnel es controla a través d'un conjunt de quadres de control situats a la sala tècnica de Sant Feliu, situada a la vora del túnel, mitjançant el sistema SCADA de Siemens, existent a la majoria de túnels de les Rondes de Barcelona, WinCC.

En ser un sistema SCADA, integra una sèrie de subsistemes de control i mesura, tant per l'enllumenat com per altres sistemes de seguretat del túnel. Pel que fa al control de l'enllumenat es disposa, per a cadascun dels sentits de circulació, dels següents elements de mesura:

- Luxòmetre: Situat a la zona interior del túnel perquè la llum exterior no tingui cap tipus d'incidència, s'encarrega de mesurar el nivell de brutícia que hi ha al túnel amb els pas del temps mitjançant la variació en el LUX mesurats en aquella zona.
- Luminàncímetre intel·ligent: Situat a la distància de parada de la boca d'entrada del túnel, s'encarrega de mesurar 3 aspectes: luminància a la boca del túnel, densitat/velocitat del tràfic i les condicions del paviment a l'entrada del túnel (humit/sec).

Tota la informació captada per aquests elements permet habilitar diferents escenes lumíniques en funció de les condicions del túnel aconseguint d'aquesta manera la màxima eficiència, i per tant, assolir una reducció molt significativa en el cost d'explotació i en la duració de les llumeneres.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 7 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395193.VSS7Q-Q113M-MJ72H.73876A97F44BBD9A80D138A0EBA8619579E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

## 6. Mesures adoptades per a la millora de la eficiència i estalvi energètic, així com per a la limitació del enlluernament nocturn i reducció de llum intrusa.

### 6.1. Mesures d'estalvi energètic

Tal i com hem comentat a l'apartat anterior, mitjançant un total de 11 escenes lumíniques basades en el nivell lumínic a la boca del túnel, a l'estat del paviment (sec, mullat, gelat, etc), estat del trànsit (IMD instantània), el sistema permet ajustar les necessitats del túnel a temps real, a la escena més adient en cada cas. Totes aquestes escenes permeten subministrar la quantitat necessària de llum al túnel, aconseguint així un gran estalvi energètic i optimitzant les llumeneres en rendiment i vida útil.

### 6.2. Limitació del enlluernament nocturn

En aquest cas, al tractar-se d'un túnel, no aplica.

### 6.3. Reducció de la llum intrusa

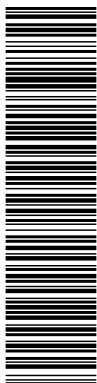
En aquest cas, al tractar-se d'un túnel, no aplica.

## 7. Eficiència energètica segun ITC EA-01

En els túnels, els nivells d'il·luminació requerits són molt més grans que els especificats en el Reglament d'Eficiència Energètica, sobretot a les boques d'entrada del mateix, ja que depenen dels nivells d'il·luminància exteriors amb llum natural, i en conseqüència són molt més elevats (poden arribar a 2500-3000 lux en el tram I del Llindar). Tot això obliga a reconsiderar l'aplicació del concepte de qualificació energètica en instal·lacions d'enllumenat de túnels, d'acord amb l'Ordre Circular 36/2015 del ministeri de foment.

Donades les particularitats de les instal·lacions d'enllumenat de túnels, no és d'aplicació el mètode d'avaluació d'eficiència energètica d'una instal·lació d'il·luminació que figura en el REEIAE, i per tant, el sistema de Qualificació Energètica que el mateix estableix.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 8 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 43851183\_VSS7Q-Q113M-MJ72H\_73876A97F44B8D9A80D138A0EBAB618578E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

En conseqüència, és aconsellable establir una sèrie de ratis o índex d'eficiència adequats a la problemàtica dels túnels, basats en l'experiència acumulada en la gran quantitat de túnels realitzats en la Red de Carreteras del Estado i la resta de la xarxa viària, que permetran d'una manera racional fixar uns límits d'eficiència energètica tenint en compte els diferents règims, els diferents trams del túnel, les condicions ambientals d'il·luminació exterior...

Per aquesta raó, els índex o ratios d'eficiència energètica de la instal·lació es calcularan d'acord amb les següents expressions:

$$\epsilon_{POT} = \frac{W_{instalada}}{S}$$

$$\epsilon_{CONSUMO} = \frac{C_{anual}}{S}$$

Siendo:

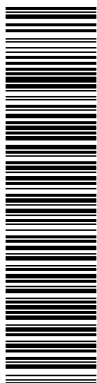
- $W_{instalada}$  = Potencia media total instalada para el régimen días soleados en todo el túnel.
- S = Superficie total del túnel, tomando como anchura la de la calzada más los arcenes
- $C_{anual}$  = Consumo anual por tramo de túnel, incluyendo todas las luminarias en un determinado tramo.

Tot el comentat amb anterioritat té sentit quan es tracta d'un túnel realitzat amb tecnologia de descàrrega o amb una combinació de descàrrega + LED. En el aquest cas, tractant-se d'un túnel realitzat íntegrament amb tecnologia LED només té sentit realitzar el càlcul de la eficiència energètica de l'enllumenat permanent/nocturn del túnel, que equivaldria al de l'enllumenat exterior.

### 7.1. Característiques de la zona estudiada

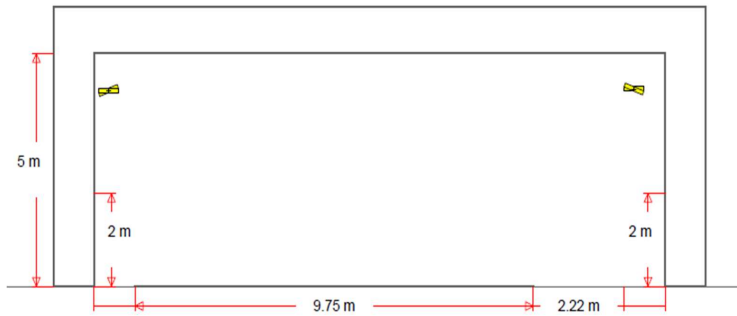
A continuació s'adjunta esquema representatiu de la geometria objecte d'estudi del túnel, per a cada un dels dos sentits,

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 9 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4395193.VSS7Q-Q113M-MJ72H.73876A97F44BBD9A80D138A0EBA8619579E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--



La zona estudiada pertany al enllumenat permanent/nocturn del túnel, on la distància constant entre projectors (interdistància) correspon a 18,00m i la separació de projectors transversalment és de 11m. Aquesta disposició de projectors està al llarg de tot el túnel y està encesa SEMPRE, les 24h del dia els 365 dies de l'any.

### 7.2. Dades d'estudi

La secció estudiada resulta representativa de tot el túnel, al ser igual al llarg de tot el túnel. Totes les lluminàries instal·lades disposen de tecnologia LED.

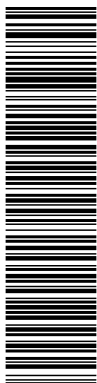
- Superfície = 11x18= 198 m<sup>2</sup>
- Il·luminació mitja = 46 lux (prevista en projecte)
- Potència instal·lada = 104 W

### 7.3. Càlcul del valor de eficiència energètica (ε)

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{198 \text{ m}^2 \cdot 46 \text{ lux}}{104 \text{ W}} = 87,57 \text{ m}^2 \cdot \text{lux/W}$$

El valor d' eficiència energètica mínima a arribar en instal·lacions d'enllumenat vial funcional s'obté d'interpol·lar en la taula 1 de la ITC-EA-01 per a la il·luminància mitja en servei calculada de 46 lux, obtenint un valor d' eficiència energètica mínima de 22 m<sup>2</sup>·lux/W.

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 10 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4985193.VSS7Q-Q113M-MJ72H.73876A97F44BBD9A80D138A0EAB619579E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

Iluminància mitjana en servici $E_m$ (lux)	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Es comprova que el valor obtingut en la instal·lació es superior al valor mínima anterior.

$\epsilon = 87,57 > 22$  (Funcional) **CUMPLEIX**

#### 7.4. Càlcul del índex d'eficiència energètica ( $I_\epsilon$ ) i del índex de consum energètic (ICE)

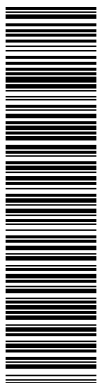
En primer lloc hem d'obtenir el valor d'eficiència energètica de referència ( $\epsilon_R$ ) corresponent a enllumenat funcional, interpolant a la taula 3 de la ITC-EA-01, obtenint-se el valor de referència  $32 \text{ m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$ .

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
≤ 7,5	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Aplicant les formules s'obté:

$$I_\epsilon = \frac{\epsilon}{\epsilon_R} = \frac{87,57}{32} = 2,74 \quad ICE = \frac{1}{I_\epsilon} = \frac{1}{2,74} = 0,36$$



	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	

## 8. Qualificació energètica

Un cop tenim el valor de  $I_E$  e ICE, obtenim la qualificació energètica de la instal·lació mitjançant la taula 4 de la ITC-EA-01.

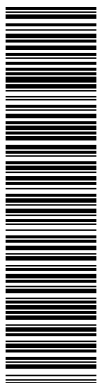
Calificació Energètica	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_E > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_E > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_E > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_E > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_E > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_E > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_E \leq 0,20$

és eficiente

enos eficiente

Tal i com podem observar, podem concloure que la qualificació energètica de la instal·lació de l'enllumenat permanent/nocturn del túnel és: A

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>VSS7Q-Q113M-MJ72H</b> Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 12 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



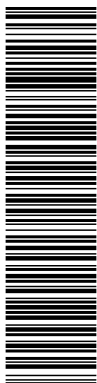
<b>aluvisa</b>	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	<b>AMB Rondes</b>
----------------	---	-------------------

## 9. Etiqueta energètica

Tenint en compte una potència de 52W (a la nit), que correspon al 50% de la potència dels projectors permanents, i sabent que tenim un total de 32 (dir. Besòs) i 35 (dir. Llobregat) calculem el consum d'energia anual. El càlcul està realitzat per 12h. diàries.

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
<p>Más eficiente</p> <p>Menos eficiente</p>	
Instalación:	TÚNEL DE SANT FELIU
Localidad / Calle:	Barcelona
Horario de funcionamiento:	4380 h. l'any
Consumo de Energía Anual (kWh/año):	328.973,04
Emisiones CO <sub>2</sub> anual (kg CO <sub>2</sub> /año):	171.394,95
Índice de eficiencia energética (Ie):	2,74
Iluminancia media en servicio E <sub>m</sub> (lux):	77
Uniformidad (%):	52

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: VSS7Q-Q113M-MJ72H Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 13 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4985183\_VSS7Q-Q113M-MJ72H\_73876A97F44BB9D9A80D138A0EBAB61678E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home

	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

## 10. Reducció del consum d'energia (kWh/any i ktep/any)

Per a obtenir la reducció del consum d'energia que s'ha portat a terme amb la substitució de tot l'enllumenat del túnel de tecnologia HID (VSAP) a LED es farà un càlcul del consum energètic estimat d'abans i del actual.

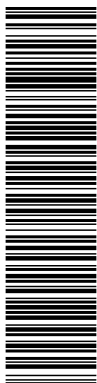
### 10.1. Estalvi energètic direcció Besòs

POTENCIES ESTIMAT VSAP_ABANS			
DIRECCIÓ BESÒS			
Unitats :			<b>322</b>
UNITATS	POTENCIA(W)	POTENCIA TOTAL (W)	TOTAL (W)
160	400 (diurn)	435	69600
40	250 (diurn)	275	11000
62	150 (diurn)	173	10726
60	250 (permanent)	275	16500
<b>CONSUM TOTAL</b>			<b>107826</b>

POTENCIES ESTIMAT LED_DESPRES			
DIRECCIÓ BESÒS			
Unitats :			<b>198</b>
UNITATS	POTENCIA(W)	POTENCIA TOTAL (W)	TOTAL (W)
138	475 (diurn)	522,5	72105
12	340 (diurn)	374	4488
16	210 (diurn)	231	3696
32	104 (permanent)	114	3648
<b>CONSUM TOTAL</b>			<b>83937</b>

ESTALVI ENERGÈTIC ESTIMAT			
DIRECCIÓ BESÒS			
REGIM	HORES	POTENCIA	kWh.any
ASSOLEJAT	12	107826	472277,88
NOCTURN	12	16500	72270
<b>TOTAL CONSUM ESTIMAT VSAP (ABANS)</b>			<b>544547,88</b>
REGIM	HORES	POTENCIA	kWh.any
ASSOLEJAT	12	83937	367644,06
NOCTURN	12	3648	15978,24
<b>TOTAL CONSUM ESTIMAT LED (DESPRES)</b>			<b>383622,3</b>
<b>ESTALVI ENERGÈTIC ESTIMAT</b>			<b>160925,58</b>

DOCUMENT ANNEX DIVERSOS: E1-2-4-e Projecte eficiència energètica Sant Feliu	IDENTIFICADORS	
ALTRES DADES Codi per a validació: <b>VSS7Q-Q113M-MJ72H</b> Data d'emissió: 2 de Juliol de 2026 a les 12:30:19 Pàgina 14 de 15	SIGNATURES	ESTAT <b>NO REQUEREIX SIGNATURES</b>



	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
--	---	--

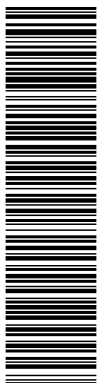
## 10.2. Estalvi energètic direcció Llobregat



POTÈNCIES ESTIMAT VSAP_ABANS			
DIRECCIÓ LLOBREGAT			
Unitats :			351
UNITATS	POTENCIA(W)	POTENCIA TOTAL (W)	TOTAL (W)
160	400 (diurn)	435	69600
40	250 (diurn)	275	11000
91	150 (diurn)	173	15743
60	250 (permanent)	275	16500
<b>CONSUM TOTAL</b>			<b>112843</b>

POTENCIES ESTIMAT LED_DESPRES			
DIRECCIÓ LLOBREGAT			
Unitats :			201
UNITATS	POTENCIA(W)	POTENCIA TOTAL (W)	TOTAL (W)
134	475 (diurn)	374	50116
10	340 (diurn)	374	3740
22	210 (diurn)	231	5082
35	104 (permanent)	231	8085
<b>CONSUM TOTAL</b>			<b>67023</b>

ESTALVI ENERGÈTIC ESTIMAT			
DIRECCIÓ LLOBREGAT			
REGIM	HORES	POTENCIA	kWh.any
ASSOLEJAT	12	112843	494252,34
NOCTURN	12	16500	72270
<b>TOTAL CONSUM ESTIMAT VSAP (ABANS)</b>			<b>566522,34</b>
REGIM	HORES	POTENCIA	kWh.any
ASSOLEJAT	12	67023	293560,74
NOCTURN	12	8085	35412,3
<b>TOTAL CONSUM ESTIMAT LED (DESPRES)</b>			<b>328973,04</b>
<b>ESTALVI ENERGÈTIC ESTIMAT</b>			<b>237549,3</b>

Aquesta és una còpia impresa del document electrònic (Ref.: 4385183.VSS7Q-Q113M-MJ72H.73876A97F44B8D9A80D138A0EBA8618578E6C2D1) generada amb l'aplicació informàtica Firmadoc. El document no requereix signatures. 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/DocumentId/home>



	SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT DE TIPUS LED PER A UNA MAJOR EFICIÈNCIA AL TÚNEL DE SANT FELIU DE LES RONDES DE BARCELONA	
---	---	---

10.3. Consum total infraestructura

	Unitat	Valor	Factor de conversió
1 Reducció del consum d'energia final a infraestructures públiques o empreses	(kWh/any)	398.474,88	
2 <b>Indicador de productivitat: CO34</b> – Reducció anual estimada de gasos d'efecte hivernacle	(tCO2/any)	207,61	0,521 kgCO2 / kWh
3 <b>Indicador de productivitat: E001Z</b> – Reducció del consum d'energia final en infraestructures públiques o empreses	(ktep/any)	0,03427	0,086 tep/MWh

Σ  
 Σ  
 Σ  
 Σ

A Barcelona, a 01 de Març de 2024  
 Jordi Rodríguez Fernández  
 Eng. Industrial  
 Nº.Coleg. 17922