# PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL POLIGONO UNIVERSITARIO RIO SAN PEDRO.

# CAMPUS UNIVERSITARIO DE PUERTO REAL (CÁDIZ).

## ANEJO Nº 7: ELECTRICIDAD Y ALUMBRADO.

# CÁLCULOS

**2.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

**2.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

**2.1.2 CALCULO DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN.**

**2.1.3 CALCULO DE LOS CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN A PUNTOS DE LUZ**

**2.1.3.1 Cálculo de la caída de tensión**

**2.1.3.2 Justificación de la sección del conductor**

**2.2 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS**

**2.2.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN**

**2.2.2 JUSTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS LUMINOTÉCNICOS**

**2.3 CÁLCULOS CIRCUITO EBAR**

**2.4 GRUPO ELECTRÓGENO EBAR.**



Alumbrado exterior Escuela Superior de Ingeniería.

# CÁLCULOS

## 2.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

El calculo y dimensionamiento de la red eléctrica para la alimentación del alumbrado público tiene que cumplir con lo dispuesto en el vigente reglamento electrotécnico de baja tensión y en las instrucciones técnicas complementarias ITC-BT-09 y la ITC-BT-07 del ministerio de industria y energía, y ajustándose a las técnicas de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

En el cálculo de las secciones debe contemplarse lo dispuesto por la instrucción ITC-BT-09 considerando que la máxima caída de tensión admisible será de un 3% de la tensión nominal de la red.

### 2.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

A continuación se calculará el balance de la potencia instalada en el alumbrado según los diferentes circuitos. La previsión de cargas cumplirá con lo establecido en la instrucción ITC-BT-09 siendo la carga por punto nominal de la lámpara multiplicado por 1,8, debido a que se trata de lámparas de descarga corrigiendo así la potencia aportada por sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases.

**Cuadro de alumbrado público**

| nº | nº Lum 2x150W | nº Lum 70 W | nº Lum 150 W | | Coef | TOTAL W |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| **1** | 5 | | | | 1,8 | 2700 |
| **2** | 5 | | | | 1,8 | 2700 |
| **3** | 5 | | | | 1,8 | 2700 |
| **4** | 6 | | | | 1,8 | 3240 |
| **5** | 6 | | | | 1,8 | 3240 |
| **6** | 6 | | | | 1,8 | 3240 |
| **7** | 5 | | 6 | | 1,8 | 4320 |
| **8** | | 21 | 14 | | 1,8 | 6426 |
| **9** | | | 10 | | 1,8 | 2700 |
| **10** | | 8 | | | 1,8 | 1008 |
| **11** | 17 | 8 | | | 1,8 | 10188 |
| **12** | | | 4 | | 1,8 | 1080 |
| | | | | | | |

**Potencia Total (W)** **43542**

**Barra de red**

| nº | nº Lum 2x150W | nº Lum 70 W | nº Lum 150 W | | Coef | TOTAL W |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| **1** | 5 | | | | 1,8 | 2700 |
| **2** | 5 | | | | 1,8 | 2700 |
| **4** | 6 | | | | 1,8 | 3240 |
| **5** | 6 | | | | 1,8 | 3240 |
| **9** | | | 10 | | 1,8 | 2700 |
| **12** | | | 4 | | 1,8 | 1080 |
| | | | | | | |

**Potencia Total (W)** **15660**

**Barra de grupo**

| nº | nº Lum 2x150W | nº Lum 70 W | nº Lum 150 W | | Coef | TOTAL W |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| **3** | 5 | | | | 1,8 | 2700 |
| **6** | 6 | | | | 1,8 | 3240 |
| **7** | 5 | | 6 | | 1,8 | 4320 |
| **8** | | 21 | 14 | | 1,8 | 6426 |
| **10** | | 8 | | | 1,8 | 1008 |
| **11** | 17 | 8 | | | 1,8 | 10188 |
| | | | | | | |

**Potencia Total (W)** **27882**

**2.1.2 CALCULO DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN.**

La potencia instalada es la que se calculó en el paso anterior 15660 para red y 27882 para grupo. Para el cálculo de la derivación individual de cada barra se utilizará la potencia máxima admisible de la instalación, que no es otra que la que permite el interruptor general de cada barra del cuadro de alumbrado que en este caso es de 4x40 A que corresponde a 24800 W para red y 4x80 A que corresponde a 49700 W para grupo.





**Embarrado de red**

| | | |
|---|---|---|
| Potencia | 24800 | W |
| Tensión | 400 | V |
| Coseno φ | 0,9 | |
| Intensidad | 39,8 | A |
| Longitud | 176 | m |
| Sección de Fase | 240 | mm2 |
| Sección del Neutro | 150 | mm2 |
| Caída de tensión | 0,8 | V |
| Caída de tensión (%) | 0,20 | |

| | | |
|---|---|---|
| Intensidad máxima admisible | 490 | A |
| Factor de corrección | 1,00 | |
| Imax admisible * Factor | 490,0 | A |
| Calibre del int. Automático | 40 | A |

De esta forma tenemos que la intensidad máxima admisible en el conductor una vez aplicado el factor de corrección es superior a la intensidad resultante de la potencia instalada y al calibre de la protección.

*** Justificación del circuito en régimen de corto circuito**

*Justificación del interruptor automático de protección de la línea

*protección contra sobrecarga.

| | | |
|---|---|---|
| $I_{func}$ | 39,8 | Intensidad de funcionamiento del circuito en (A) |
| $I_{max}$ | 490,0 | Intensidad máxima admisible por el conductor en (A) |
| $I_{N\ MAG}$ | 40 | Intensidad nominal o asignada del interruptor |

Para considerar que la protección contra sobrecarga en el circuito es correcta debe cumplirse que:

| $I_{func}$ | < | $I_{N\ MAG}$ | < | $I_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| 39,8 | < | 40 | < | 490 |

*Justificación de las condiciones de corto circuito

| | | |
|---|---|---|
| $I_{mag}$ | 400 | Valor eficaz de la intensidad en (A) por la que el interruptor disparará instantáneamente en t<0,1 segundos Para el int. Merlín Gerin C60N entre 5 y 10 $I_{N\ mag}$ |
| $I_{CC\ F\text{-}N}=Ct(U/V3)/Zt$ | 5433 | Mínima int. (A) de corto circuito (Fase-Neutro asimétrico) |
| $Zt_{FN}$ | 0,034 | Impedancia total del circuito en ohmios. |
| $t_{desc(Imag)}$ | 0,02 | Tiempo de desconexión del interruptor a $I_{mag}$ en S. |
| $t_{mcc}=(KS/I_{CCF\text{-}N})^2$ | 35,57 | Tiempo que el conductor soporta la I de corto circuito en s. |

Para considerar que la protección contra corto circuito es correcta debe cumplirse que:

| $I_{mag}$ | < | $I_{CC\ F\text{-}N}$ |
|---|---|---|
| 400 | < | 5433 |

Y que:

| $t_{desc(Imag)}$ | < | $t_{mcc}$ |
|---|---|---|
| 0,02 | < | 35,57 |

A tenor de los resultados obtenidos se justifica plenamente tanto la elección de la sección de los conductores como de las protecciones.

**Embarrado de grupo**

| | | |
|---|---|---|
| Potencia | 49700 | W |
| Tensión | 400 | V |
| Coseno φ | 0,9 | |
| Intensidad | 79,8 | A |
| Longitud | 176 | m |
| Sección de Fase | 150 | mm2 |
| Sección del Neutro | 95 | mm2 |
| Caída de tensión | 2,6 | V |
| Caída de tensión (%) | 0,65 | |

| | | |
|---|---|---|
| Intensidad máxima admisible | 363 | A |
| Factor de corrección | 1,00 | |
| Imax admisible * Factor | 363,0 | A |
| Calibre del int. Automático | 80 | A |

De esta forma tenemos que la intensidad máxima admisible en el conductor una vez aplicado el factor de corrección es superior a la intensidad resultante de la potencia instalada y al calibre de la protección.





*** Justificación del circuito en régimen de corto circuito**

*Justificación del interruptor automático de protección de la línea

*protección contra sobrecarga.

| | | |
|---|---|---|
| $I_{func}$ | 79,8 | Intensidad de funcionamiento del circuito en (A) |
| $I_{max}$ | 363,0 | Intensidad máxima admisible por el conductor en (A) |
| $I_{N\ MAG}$ | 80 | Intensidad nominal o asignada del interruptor |

Para considerar que la protección contra sobrecarga en el circuito es correcta debe cumplirse que:

| $I_{func}$ | < | $I_{N\ MAG}$ | < | $I_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| 79,8 | < | 80 | < | 363 |

*Justificación de las condiciones de corto circuito

| | | |
|---|---|---|
| $I_{mag}$ | 800 | Valor eficaz de la intensidad en (A) por la que el interruptor disparará instantáneamente en t<0,1 segundos Para el int. Merlín Gerin C60N entre 5 y 10 $I_{N\ mag}$ |
| $I_{CC\ F\text{-}N}=Ct(U/V3)/Zt$ | 3423 | Mínima int. (A) de corto circuito (Fase-Neutro asimétrico) |
| $Zt_{FN}$ | 0,054 | Impedancia total del circuito en ohmios. |
| $t_{desc(Imag)}$ | 0,02 | Tiempo de desconexión del interruptor a $I_{mag}$ en S. |
| $t_{mcc}=(KS/I_{CCF\text{-}N})^2$ | 34,99 | Tiempo que el conductor soporta la I de corto circuito en s. |

Para considerar que la protección contra corto circuito es correcta debe cumplirse que:

| $I_{mag}$ | < | $I_{CC\ F\text{-}N}$ |
|---|---|---|
| 800 | < | 3423 |

Y que:

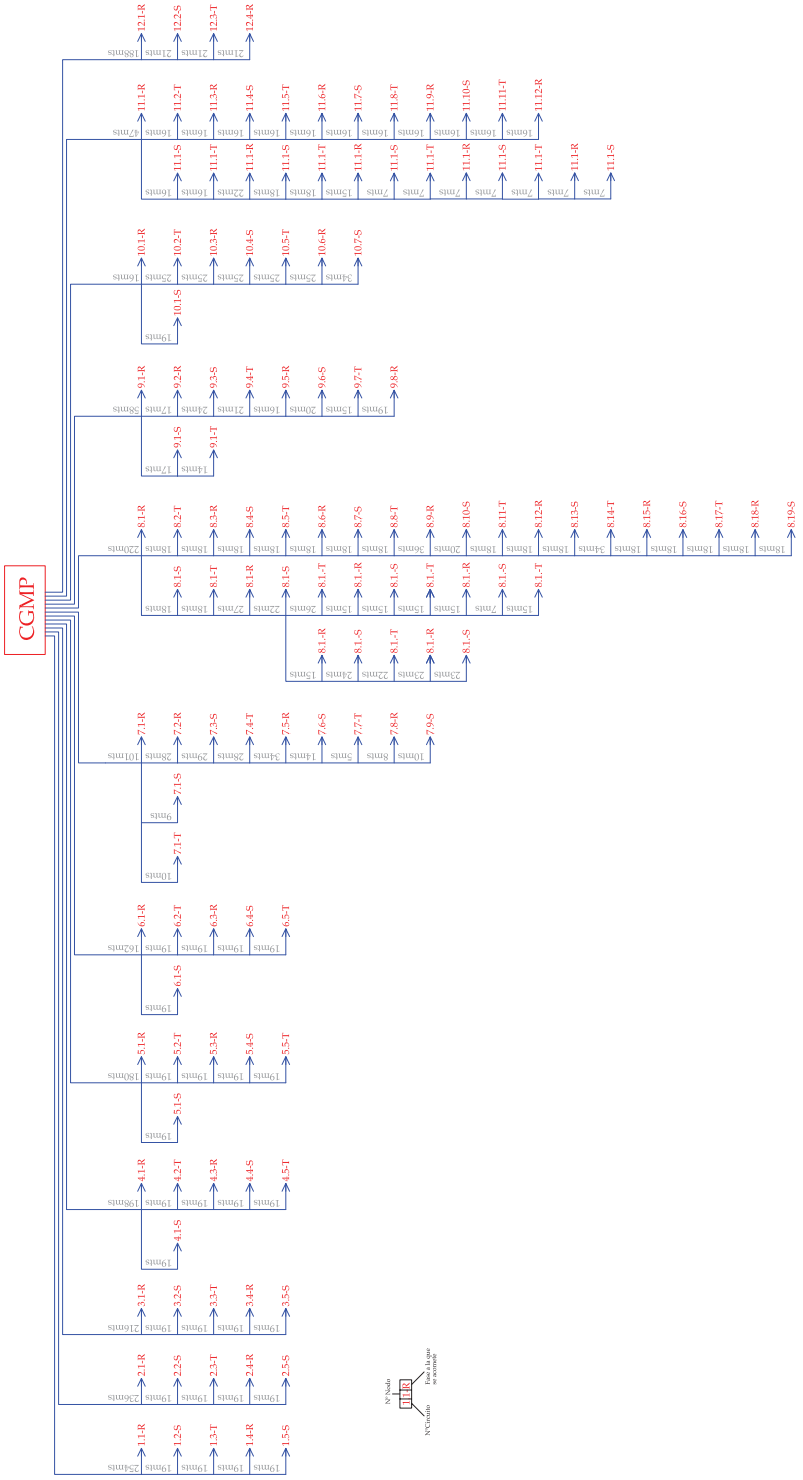
| $t_{desc(Imag)}$ | < | $t_{mcc}$ |
|---|---|---|
| 0,02 | < | 34,99 |

A tenor de los resultados obtenidos se justifica plenamente tanto la elección de la sección de los conductores como de las protecciones.

### 2.1.3 CALCULO DE LOS CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN A PUNTOS DE LUZ

#### 2.1.3.1 Cálculo de la caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión en cada circuito se definirán unos nodos que coinciden con la situación de los distintos puntos de luz y con las bifurcaciones de los circuitos. Estos nodos están representados en los planos anexos y en el esquema siguiente. Se calcula por tanto la caída de tensión en cada tramo del circuito y la acumulada hasta el final de cada circuito. Indicada en cada tabla en negrita.



### Circuito nº 1

| Nº nodo | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Poten. | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 |
| Sum. P | 2700 | 2160 | 1620 | 1080 | 540 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 4,3 | 3,5 | 2,6 | 1,7 | 0,9 |
| Long. | 254 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| IxL | 1101,2 | 65,9 | 49,4 | 32,9 | 16,5 |
| Sum.IxL | 1265,9 | 164,7 | 98,8 | 49,4 | 16,5 |
| Secc. | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Caid. V | 3,52 | 0,46 | 0,27 | 0,14 | 0,05 |
| Caid. % | **0,88** | 0,11 | 0,07 | 0,03 | 0,01 |

Los circuitos 3 y 4 son idénticos al nº 1 pero con menor longitud, de modo que se consideran correctos.

### Circuito nº 4

| Nº nodo | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Poten. | 1080 | 540 | 540 | 540 | 540 |
| Sum. P | 3240 | 2160 | 1620 | 1080 | 540 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 5,2 | 3,5 | 2,6 | 1,7 | 0,9 |
| Long. | 198 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| IxL | 1030,1 | 65,9 | 49,4 | 32,9 | 16,5 |
| Sum.IxL | 1194,8 | 164,7 | 98,8 | 49,4 | 16,5 |
| Secc. | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Caid. V | 3,32 | 0,46 | 0,27 | 0,14 | 0,05 |
| Caid. % | **0,83** | 0,11 | 0,07 | 0,03 | 0,01 |

Los circuitos 5 y 6 son idénticos al nº 4 pero con menor longitud, de modo que se consideran correctos.





### Circuito nº 7

| Nº nodo | 7,1 | 7,2 | 7,3 | 7,4 | 7,5 | 7,6 | 7,7 | 7,8 | 7,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poten. | 1350 | 540 | 540 | 540 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 |
| Sum. P | 4320 | 2970 | 2430 | 1890 | 1350 | 1080 | 810 | 540 | 270 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 6,9 | 4,8 | 3,9 | 3,0 | 2,2 | 1,7 | 1,3 | 0,9 | 0,4 |
| Long. | 101 | 28 | 29 | 28 | 34 | 14 | 5 | 8 | 10 |
| IxL | 700,6 | 133,5 | 113,2 | 85,0 | 73,7 | 24,3 | 6,5 | 6,9 | 4,3 |
| Sum.IxL | 1148,0 | 447,4 | 313,9 | 200,7 | 115,8 | 42,1 | 17,8 | 11,3 | 4,3 |
| Secc. | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Caid. V | 3,19 | 1,24 | 0,87 | 0,56 | 0,32 | 0,12 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |
| Caid. % | **0,80** | 0,31 | 0,22 | 0,14 | 0,08 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |

### Circuito nº 8

| Nº nodo | 8,1 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,6 | 8,7 | 8,8 | 8,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poten. | 4158 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| Sum. P | 6426 | 2268 | 2142 | 2016 | 1890 | 1764 | 1512 | 1512 | 1386 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 10,3 | 3,6 | 3,4 | 3,2 | 3,0 | 2,8 | 2,4 | 2,4 | 2,2 |
| Long. | 220 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 36 |
| IxL | 2269,9 | 65,5 | 61,9 | 58,3 | 54,6 | 51,0 | 43,7 | 43,7 | 80,1 |
| Sum.IxL | 2952,5 | 682,6 | 617,1 | 555,1 | 496,9 | 442,3 | 391,3 | 347,6 | 303,9 |
| Secc. | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Caid. V | 5,13 | 1,19 | 1,07 | 0,96 | 0,86 | 0,77 | 0,68 | 0,60 | 0,53 |
| Caid. % | **1,28** | 0,30 | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,13 |

| Nº nodo | 8,10 | 8,11 | 8,12 | 8,13 | 8,14 | 8,15 | 8,16 | 8,17 | 8,18 | 8,19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poten. | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| Sum. P | 1260 | 1134 | 1008 | 882 | 756 | 630 | 504 | 378 | 252 | 126 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,2 |
| Long. | 20 | 18 | 18 | 18 | 34 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| IxL | 40,5 | 32,8 | 29,1 | 25,5 | 41,3 | 18,2 | 14,6 | 10,9 | 7,3 | 3,6 |
| Sum.IxL | 223,8 | 183,3 | 150,5 | 121,4 | 95,9 | 54,6 | 36,4 | 21,8 | 10,9 | 3,6 |
| Secc. | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Caid. V | 0,39 | 0,32 | 0,26 | 0,21 | 0,17 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,01 |
| Caid. % | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

### Circuito nº 9

| Nº nodo | 9,1 | 9,2 | 9,3 | 9,4 | 9,5 | 9,6 | 9,7 | 9,8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poten. | 810 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 |
| Sum. P | 2700 | 1890 | 1620 | 1350 | 1080 | 810 | 540 | 270 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 4,3 | 3,0 | 2,6 | 2,2 | 1,7 | 1,3 | 0,9 | 0,4 |
| Long. | 58 | 17 | 24 | 21 | 16 | 20 | 15 | 19 |
| IxL | 251,4 | 51,6 | 62,4 | 45,5 | 27,7 | 26,0 | 13,0 | 8,2 |
| Sum.IxL | 486,0 | 234,5 | 182,9 | 120,5 | 75,0 | 47,3 | 21,2 | 8,2 |
| Secc. | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Caid. V | 1,35 | 0,65 | 0,51 | 0,34 | 0,21 | 0,13 | 0,06 | 0,02 |
| Caid. % | **0,34** | 0,16 | 0,13 | 0,08 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |

### Circuito nº 10

| Nº nodo | 10,1 | 10,2 | 10,3 | 10,4 | 10,5 | 10,6 | 10,7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poten. | 252 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| Sum. P | 1008 | 756 | 630 | 504 | 378 | 252 | 126 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,2 |
| Long. | 16 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 34 |
| IxL | 25,9 | 30,3 | 25,3 | 20,2 | 15,2 | 10,1 | 6,9 |
| Sum.IxL | 133,9 | 108,0 | 77,7 | 52,4 | 32,2 | 17,0 | 6,9 |
| Secc. | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Caid. V | 0,23 | 0,19 | 0,14 | 0,09 | 0,06 | 0,03 | 0,01 |
| Caid. % | **0,06** | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |

### Circuito nº 11

| Nº nodo | 11,1 | 11,2 | 11,3 | 11,4 | 11,5 | 11,6 | 11,7 | 11,8 | 11,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poten. | 4248 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 |
| Sum. P | 10188 | 5940 | 5400 | 4860 | 4320 | 3780 | 3240 | 2700 | 2160 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 16,4 | 9,5 | 8,7 | 7,8 | 6,9 | 6,1 | 5,2 | 4,3 | 3,5 |
| Long. | 47 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| IxL | 768,8 | 152,6 | 138,7 | 124,9 | 111,0 | 97,1 | 83,2 | 69,4 | 55,5 |
| Sum.IxL | 1684,5 | 915,6 | 763,0 | 624,3 | 499,4 | 388,4 | 291,3 | 208,1 | 138,7 |
| Secc. | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Caid. V | 2,93 | 1,59 | 1,33 | 1,08 | 0,87 | 0,68 | 0,51 | 0,36 | 0,24 |
| Caid. % | **0,73** | 0,40 | 0,33 | 0,27 | 0,22 | 0,17 | 0,13 | 0,09 | 0,06 |





| Nº nodo | 11,10 | 11,11 | 11,12 |
|---|---|---|---|
| Poten. | 540 | 540 | 540 |
| Sum. P | 1620 | 1080 | 540 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 2,6 | 1,7 | 0,9 |
| Long. | 16 | 16 | 16 |
| IxL | 41,6 | 27,7 | 13,9 |
| Sum.IxL | 83,2 | 41,6 | 13,9 |
| Secc. | 16 | 16 | 16 |
| Caid. V | 0,14 | 0,07 | 0,02 |
| Caid. % | 0,04 | 0,02 | 0,01 |

### Circuito nº 12

| Nº nodo | 12,1 | 12,2 | 12,3 | 12,4 |
|---|---|---|---|---|
| Poten. | 540 | 540 | 540 | 540 |
| Sum. P | 2160 | 1620 | 1080 | 540 |
| Tens. | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cos. φ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Inten. | 3,5 | 2,6 | 1,7 | 0,9 |
| Long. | 188 | 21 | 21 | 21 |
| IxL | 652,0 | 54,6 | 36,4 | 18,2 |
| Sum.IxL | 761,3 | 109,2 | 54,6 | 18,2 |
| Secc. | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Caid. V | 1,32 | 0,19 | 0,09 | 0,03 |
| Caid. % | **0,33** | 0,05 | 0,02 | 0,01 |

Como se puede observar en ninguno de los circuitos se supera la caída tensión máxima permitida por el RBT ITC-BT-09 que es del 3%. La caída de tensión acumulada será la más desfavorable sumando la caída en la derivación individual en cada uno de los embarrados.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Red | 0,20 | + | 0,88 | = | **1,08 %** |
| Grupo | 0,65 | + | 1,28 | = | **1,93 %** |

### 2.1.3.2 Justificación de la sección del conductor

Se justificará la sección del circuito más desfavorable, entendiendo se este está correctamente diseñados los otros también. Circuito 11.

| | | |
|---|---|---|
| Potencia | 10188 | W |
| Tensión | 400 | V |
| Coseno φ | 0,9 | |
| Intensidad | 16,4 | A |
| Longitud | 223 | m |
| Sección de Fase | 16 | mm2 |
| Sección del Neutro | 16 | mm2 |

| | | |
|---|---|---|
| Intensidad máxima admisible | 120 | A |
| Factor de corrección | 0,80 | |
| Imax admisible * Factor | 96,0 | A |
| Calibre del int. Automático | 25 | A |

De esta forma tenemos que la intensidad máxima admisible en el conductor una vez aplicado el factor de corrección es superior a la intensidad resultante de la potencia instalada y al calibre de la protección.

### * Justificación del circuito en régimen de corto circuito

*Justificación del interruptor automático de protección de la línea

*protección contra sobrecarga.

| | | |
|---|---|---|
| $I_{func}$ | 16,4 | Intensidad de funcionamiento del circuito en (A) |
| $I_{max}$ | 96,0 | Intensidad máxima admisible por el conductor en (A) |
| $I_{N\ MAG}$ | 25 | Intensidad nominal o asignada del interruptor |

Para considerar que la protección contra sobrecarga en el circuito es correcta debe cumplirse que:

| $I_{func}$ | < | $I_{N\ MAG}$ | < | $I_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| 16,4 | < | 25 | < | 96 |





*Justificación de las condiciones de corto circuito

| | | |
|---|---|---|
| $I_{mag}$ | 250 | Valor eficaz de la intensidad en (A) por la que el interruptor disparará instantáneamente en t<0,1 segundos<br>Para el int. Merlín Gerin C60N entre 5 y 10 $I_{N\ mag}$ |
| $I_{CC\ F-N}=Ct(U/V3)/Zt$ | 372 | Mínima int. (A) de corto circuito (Fase-Neutro asimétrico) |
| $Zt_{FN}$ | 0,4978 | Impedancia total del circuito en ohmios. |
| $t_{desc(Imag)}$ | 0,02 | Tiempo de desconexión del interruptor a $I_{mag}$ en S. |
| $t_{mcc}=(KS/I_{CCF-N})^2$ | 33,79 | Tiempo que el conductor soporta la I de corto circuito en s. |

Para considerar que la protección contra corto circuito es correcta debe cumplirse que:

| | $I_{mag}$ | < | $I_{CC\ F-N}$ |
|---|---|---|---|
| | 250 | < | 372 |
| Y que: | $t_{desc(Imag)}$ | < | $t_{mcc}$ |
| | 0,02 | < | 33,79 |

A tenor de los resultados obtenidos se justifica plenamente tanto la elección de la sección de los conductores como de las protecciones.

## 2.2 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Para la justificación de los parámetros luminotécnicos, se distinguirán tres supuestos diferentes de cálculo, nº1 el vial al que afecta el circuito 11, nº2 el vial al que afecta el circuito 10 y nº3 el aparcamiento.

### 2.2.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN (nº1 vial del circuito 11)

A continuación se indican los principales datos de la instalación.

Tipo de vía, tráfico rodado de baja, muy baja velocidad y carriles bici.
Longitud aproximada: 264 metros
Ancho aproximado: Calzada de 7 metros.
Nº de puntos de luz: 17 Ud de CDM 150 W a 5,8 metros de altura
Situación de proyecto: D3 - D4
Clase de alumbrado: Calzada CE4
En calzada Iluminancia media: Em = 10 Lux
Iluminancia mínima: Emin = No definido
Uniformidad media: Um(%) = Emin/Em = 0,4

### 2.2.2 JUSTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS LUMINOTÉCNICOS

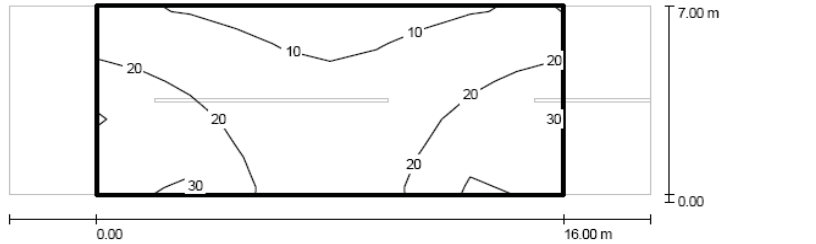
Dado que se trata de un camino que no es recto, para la comprobación de los datos reglamentarios se cogerán un sector significativo de la instalación.

**Sectores específicos de cálculo**

**Calzada**

Isolineas y valores calculados:

**Vial del circuito 11 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**




Valores en Lux, Escala 1 : 158

Trama: 10 x 5 Puntos

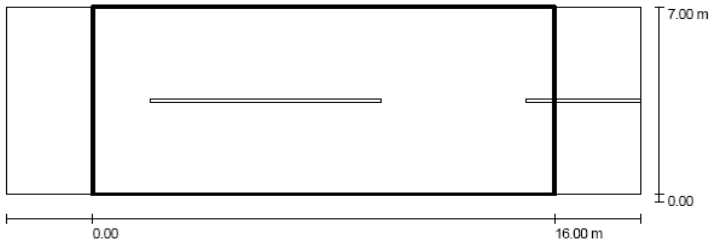
| $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ | $E_{min}$ / $E_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| 18 | 8.20 | 34 | 0.456 | 0.239 |





Comprobación de resultados con parámetros exigidos

**Vial del circuito 11 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados**




Factor mantenimiento: 0.80 Escala 1:158

Trama: 10 x 5 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Clase de iluminación seleccionada: CE4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

| | $E_m$ [lx] | U0 |
|---|---|---|
| Valores reales según cálculo: | 18 | 0.5 |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 10 | ≥ 0.4 |
| Cumplido/No cumplido: | ✓ | ✓ |

| Clase de alumbrado serie CE4<br>Vías trafico rodado de baja, muy baja velocidad y carril bici | | | |
|---|---|---|---|
| Parámetros | iluminan. media Em (lux) | Iluminan. mínima Emin (lux) | Uniform. media Um(%)=Emin/Em |
| Objetivo | 10 | No definido | 0,4 |
| Calculado | 18 | | 0,5 |
| Resultado | Válido | Válido | Válido |

### 2.2.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN (nº1 vial del circuito 9 y 10)

A continuación se indican los principales datos de la instalación.
Tipo de vía, camino peatonal
Longitud aproximada: 312 metros
Ancho aproximado: Calzada de 5 metros.
Nº de puntos de luz: 12 Ud de CDM 150 W a 5,8 metros de altura
Situación de proyecto: E2
Clase de alumbrado: Calzada S2
En calzada Iluminancia media: Em = 10 Lux
Iluminancia mínima: Emin = 3 Lux
Uniformidad media: Um(%) = Emin/Em = No definido

### 2.2.2 JUSTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS LUMINOTÉCNICOS

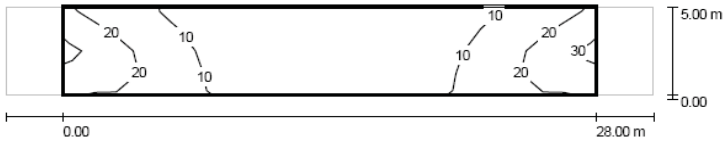
Dado que se trata de un camino que no es recto, para la comprobación de los datos reglamentarios se cogerán un sector significativo de la instalación.

**Sectores específicos de cálculo**

**Camino peatonal**

Isolineas y valores calculados:

**CAMINO PEATONAL CIRCUITO 9 Y 10 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Isolíneas (E)**



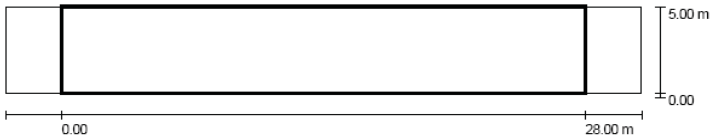

Valores en Lux, Escala 1 : 244

Trama: 10 x 4 Puntos

| $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ | $E_{min}$ / $E_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 2.91 | 32 | 0.251 | 0.092 |

Comprobación de resultados con parámetros exigidos

**CAMINO PEATONAL CIRCUITO 9 Y 10 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Sumario de los resultados**




Factor mantenimiento: 0.80 Escala 1:244

Trama: 10 x 4 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

| | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] |
|---|---|---|
| Valores reales según cálculo: | 12 | 3 |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 10 | ≥ 3 |
| Cumplido/No cumplido: | ✓ | ✓ |





| Clase de alumbrado serie S2 Camino peatonal | | | |
|---|---|---|---|
| Parámetros | iluminan. media Em (lux) | Iluminan. mínima Emin (lux) | Uniform. media Um(%)=Emin/Em |
| Objetivo | 10 | 3 | No definido |
| Calculado | 12 | 3 | |
| Resultado | Válido | Válido | Válido |

### 2.2.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN (nº3 aparcamiento)

A continuación se indican los principales datos de la instalación.

Tipo de vía, baja velocidad
Longitud aproximada: 118 metros
Ancho aproximado: Calzada de 102 metros.
Nº de puntos de luz: 53 Ud de CDM 150 W a 5,8 metros de altura
Situación de proyecto: D1 - D2
Clase de alumbrado: Calzada CE4
En calzada Iluminancia media: Em = 10 Lux
Iluminancia mínima: Emin = No definido
Uniformidad media: Um(%) = Emin/Em = 0,4

### 2.2.2 JUSTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS LUMINOTÉCNICOS

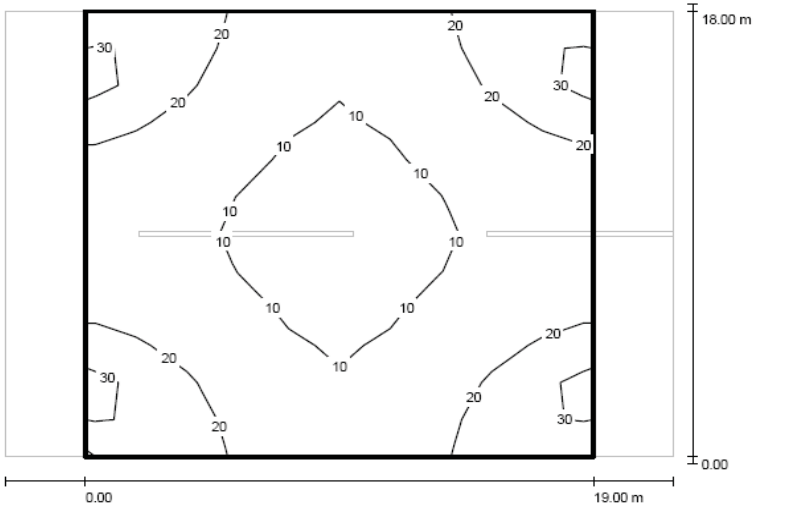
Dado que se trata de un aparcamiento, para la comprobación de los datos reglamentarios se cogerán un sector significativo de la instalación.

**Sectores específicos de cálculo**

**Calzada**

Isolineas y valores calculados:

**Aparcamiento / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)**




Valores en Lux, Escala 1 : 179

Trama: 10 x 12 Puntos

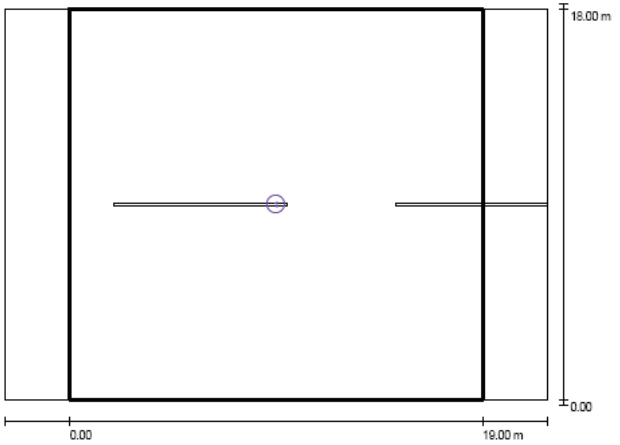
| $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ | $E_{min}$ / $E_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| 16 | 8.32 | 35 | 0.530 | 0.238 |





Comprobación de resultados con parámetros exigidos

**Aparcamiento / Resultados luminotécnicos**




Factor mantenimiento: 0.80 Escala 1:179

**Lista del recuadro de evaluación**

1 Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 19.000 m, Anchura: 18.000 m
Trama: 10 x 12 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Clase de iluminación seleccionada: CE4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

| | $E_m$ [lx] | U0 |
|---|---|---|
| Valores reales según cálculo: | 16 | 0.5 |
| Valores de consigna según clase: | ≥ 10 | ≥ 0.4 |
| Cumplido/No cumplido: | ✓ | ✓ |

| Clase de alumbrado serie CE4 Aparcamientos | | | |
|---|---|---|---|
| Parámetros | iluminan. media Em (lux) | Iluminan. mínima Emin (lux) | Uniform. media Um(%)=Emin/Em |
| Objetivo | 10 | No definido | 0,4 |
| Calculado | 16 | | 0,5 |
| Resultado | Válido | Válido | Válido |

## 2.3 CALCULO DEL CIRCUITO EBAR

Según los datos aportados la estación de bombeo contará con una potencia de 50 Kw.

| | | |
|---|---|---|
| Potencia | 50000 | W |
| Tensión | 400 | V |
| Coseno φ | 0,9 | |
| Intensidad | 80,3 | A |
| Longitud | 386 | m |
| Sección de Fase | 150 | mm2 |
| Sección del Neutro | 95 | mm2 |
| Caída de tensión | 5,7 | V |
| Caída de tensión (%) | 1,44 | |

| | | |
|---|---|---|
| Intensidad máxima admisible | 415 | A |
| Factor de corrección | 0,80 | |
| Imax admisible * Factor | 332,0 | A |
| Calibre del int. Automático | 125 | A |

De esta forma tenemos que la intensidad máxima admisible en el conductor una vez aplicado el factor de corrección es superior a la intensidad resultante de la potencia instalada y al calibre de la protección.

Como se puede observar la caída de tensión es menor del 6,5% según la ITC-BT-19 de REBT.

*** Justificación del circuito en régimen de corto circuito**

*Justificación del interruptor automático de protección de la línea

*protección contra sobrecarga.

| | | |
|---|---|---|
| $I_{func}$ | 80,3 | Intensidad de funcionamiento del circuito en (A) |
| $I_{max}$ | 332,0 | Intensidad máxima admisible por el conductor en (A) |
| $I_{N\ MAG}$ | 125 | Intensidad nominal o asignada del interruptor |

Para considerar que la protección contra sobrecarga en el circuito es correcta debe cumplirse que:

| $I_{func}$ | < | $I_{N\ MAG}$ | < | $I_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| 80,3 | < | 125 | < | 332 |





*Justificación de las condiciones de corto circuito

| | | |
|---|---|---|
| $I_{mag}$ | 1250 | Valor eficaz de la intensidad en (A) por la que el interruptor disparará instantáneamente en t<0,1 segundos<br>Para el int. Merlín Gerin C60N entre 5 y 10 $I_{N\ mag}$ |
| $I_{CC\ F-N}=Ct(U/V3)/Zt$ | 1561 | Mínima int. (A) de corto circuito (Fase-Neutro asimétrico) |
| $Zt_{FN}$ | 0,1185 | Impedancia total del circuito en ohmios. |
| $t_{desc(Imag)}$ | 0,02 | Tiempo de desconexión del interruptor a $I_{mag}$ en S. |
| $t_{mcc}=(KS/I_{CCF-N})^2$ | 168,32 | Tiempo que el conductor soporta la I de corto circuito en s. |

Para considerar que la protección contra corto circuito es correcta debe cumplirse que:

| | $I_{mag}$ | < | $I_{CC\ F-N}$ |
|---|---|---|---|
| | 1250 | < | 1561 |
| Y que: | $t_{desc(Imag)}$ | < | $t_{mcc}$ |
| | 0,02 | < | 168,32 |

A tenor de los resultados obtenidos se justifica plenamente tanto la elección de la sección de los conductores como de las protecciones.

## 2.3 GRUPO ELECTRÓGENO EBAR

Con el objeto de mantener el servicio en caso de falta del suministro eléctrico se prevé instalar dos grupos electrógenos que en caso de falta de la tensión en la red de la compañía suministradora arrancará y conmutará las instalaciones de forma automática, sin que se acople en ningún momento con la red mediante enclavamientos eléctricos y mecánicos. Los servicios que alimentará el grupo será el 100% de toda la instalación.

El grupo elegido para esta instalación será de 100 KVA insonorizado automático.

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

**2.9. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.**

**2.9.1. Condiciones previas.**

**2.9.2. Cálculo de la intensidad máxima admisible del conductor.**

**2.9.3. Cálculo de la caída de tensión.**

**2.9.4. Cálculo en régimen de corto circuito del conductor.**

**2.9.5. Cálculo en régimen de corto circuito de la pantalla.**

**2.9.6. Cálculo de la potencia activa perdida.**

### 2.9. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.

Para alimentación del CT que nos ocupa se instalará un circuito de media tensión entre el punto de conexión definido en los planos y el centro de transformación, este circuito estará formado por conductores DHZ1 12/20KV 3(1X240) mm2 AL + H16

La elección de la sección del conductor se hace por homologación con los circuitos instalados en el campus universitario, partiendo de la máxima intensidad admisible según las condiciones de instalación que en este caso enterrada bajo tubo.

Este cálculo es una propuesta dado que el punto de suministro aun no ha sido definido por la compañía suministradora.

#### 2.9.1. Condiciones previas.

Las principales características de la línea que se calcula son las que se definen a continuación:

- Tipo de instalación: subterránea bajo tubo.
- Circuito con conductor: DHZ1 12/20KV 3(1X240) mm2 AL + H16
- Longitud: 1700 metros





- Tensión de servicio: 20KV.
- Intensidad eficaz de cortocircuito trifásico de corta duración: 16 KA.
- Intensidad de corto circuito máxima en la red fase-tierra: 1000 A.
- Tiempo de actuación de las protecciones: 1 seg.
- Intensidad de bucle: se considera la intensidad máxima del conductor

#### 2.9.2. Cálculo de la intensidad máxima admisible del conductor.

Se considerará para el cálculo de la Imax el sistema de instalación que se da en el proyecto, subterránea bajo tubo.

A la intensidad máxima admisible por el conductor indicada en la tabla 12 (Imax admisible para cables de hasta 18/30 KV bajo tubo) de la ITC-LAT 06 RLAT RD 223/2008, le aplicamos los coeficientes de corrección de las tablas 7 a 11 de la misma instrucción.

En estas condiciones el conductor soportará una intensidad máxima de:

| | |
|---|---|
| Imax. Admisible según ITC-LAT 06 | 310 A |
| Coef. tabla 7 temperatura distinta de 25ºC | 1 |
| Coef. tabla 8 por resistividad térmica distinta de 1.5 K·m/W | 1 |
| Coef. tabla 10 por agrupamiento | 1 |
| Coef. tabla 11 por profundidad distinta de 1 mts. | 0.85 |
| Imax. Admisible | **265 A** |

Por tanto la potencia máxima que puede transportar la red viene dada por:

$$P = I\,max * U * \cos\alpha * \sqrt{3}$$

De donde:

Imax= Intensidad máxima admisible por el conductor (Kw)

U= tensión nominal (Kv.)

cos $\alpha$ = ángulo de desfase (0,8)

P = Potencia máxima que es capaz de transportar la red de MT

Para estas condiciones de instalación la potencia máxima para la línea de MT es de:

**P = 7344 KW.**

### 2.9.3. Cálculo de la caída de tensión.

El centro de transformación que se proyecta, formará parte de la red de media tensión de la compañía suministradora. Y aunque la longitud de la nueva línea es la que se indica en los párrafos anteriores, el cálculo de la caída de tensión se hará tomando la longitud ente la central anterior y posterior al CT proyectado, no desde el punto de conexión.

La caída de tensión por tramos se obtiene de la siguiente expresión:

$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R\cos\varphi + X\operatorname{sen}\varphi)$

$R = 1.03/(K_{90^o} \cdot S) = 0.153\ \Omega/KM.$

$K_{90^o}$ = 28 para el AL.

S = Sección de la línea 240 $mm^2$.

X = 0.100 Ω/KM (Dato de catálogo)

Cosφ = 0.8

Senφ = 0.6

$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R\cos\varphi + X\operatorname{sen}\varphi) = \sqrt{3}x265x1.7x(0.153x0.8+0.1x0.6) =$ **142.3 V**





ΔV (%)= **0.7 % < 7%** según RD 1955/2000.

### 2.9.4. Cálculo en régimen de corto circuito del conductor.

Para que las condiciones de corto circuito en el conductor se consideren admisibles, debe cumplirse que:

Icc admisible por el conductor > Icc máxima en la red

Icc en la red = 16 KA (Dato de la compañía suministradora)

$Icc_{adm\ cond} = KS/\sqrt{tcc}$

K = 94 para el AL. Según UNE 21192

S = 240 mm

Tcc = tiempo de duración del corto circuito 1 seg, dato de la compañía.

$Icc_{adm\ cond} = KS/\sqrt{tcc} = 94x240/1 = 22560 =$ **22.5 KA > 16 KA**

### 2.9.5. Cálculo en régimen de corto circuito de la pantalla.

Para que las condiciones de corto circuito en la pantalla se consideren admisibles, debe cumplirse que:

Icc admisible por la pantalla > Icc F-T máxima en la red

$Icc_{adm\ pantalla}$ = 2400 A (Según UNE 211435 tabla B.5)

Icc F-T máx = 1000 A (según compañía suministradora)

Icc admisible por la pantalla > Icc F-T máxima en la red

**2400 > 1000**

Se considera correcta la sección elegida para la pantalla del conductor.

**2.9.6. Cálculo de la potencia activa perdida.**

La potencia activa perdida en la línea se define por:

$\Delta P=3RI^2$

Conductor DHZ1 12/20KV 3(1X240) mm2 AL + H16.

$\Delta P=3RI^2 = 3x(0.153x1.7)x265^2 = 54796$ **= 55 KW**