

2. MEMORIA DE CÁLCULO.

2.1. INTRODUCCIÓN

2.2. RED DE BAJA TENSIÓN

2.2.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.

2.2.1.1. REPARTO DE CARGAS EN LOS TRANSFORMADORES

2.2.2. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD

2.2.3. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.

2.2.4. PROTECCIÓN DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.

2.3. ALUMBRADO PÚBLICO.

2.3.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD.

2.3.2. CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN

2.3.3. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD MECÁNICA CIMENTACIÓN+COLUMNA+LUMINARIA.

2.4. CONCLUSIÓN.

2. MEMORIA DE CÁLCULO.

2.1. INTRODUCCIÓN:

Seguidamente procederemos a justificar los cálculos de las secciones proyectadas para alimentación de las instalaciones descritas en los anteriores apartados.

Como hemos indicado en la memoria descriptiva tenemos circuitos trifásicos, cuya tensión de servicio es de 400 V entre fases.

Se dimensionará cada circuito de tal manera que la sección de cable resista:

- Las intensidades requeridas sin sobrepasar las intensidades máximas admisibles para la sección de cable proyectado y que están fijadas en el Reglamento de Baja Tensión (ITC BT 07).
- La red de distribución ha de ser capaz de, para estas intensidades requeridas que se producen en el cable, no producir una caída de tensión superior al 5,5% de la tensión nominal, ya que las normas particulares de Endesa nos indica que a ninguna Caja General de Protección debe llegar una tensión inferior al 94,5% de la tensión nominal, es decir a 22 V.
- Las sobreintensidades tipo sobrecarga y tipo cortocircuito a las que la sección de cable se verá sometida.

En el caso de alumbrado público, la caída de tensión no superará en ningún punto el 3% de la tensión nominal, tal y como nos exige la ITC-BT-09, Instrucción para Instalaciones de alumbrado exterior.

Una vez establecida la sección del cable, se comprobará que la intensidad de corriente que va a circular por el mismo no sea superior a la intensidad máxima admisible en servicio conforme a la ITC BT 07:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot U}$$

I = Intensidad en Amperios

P = Potencia a transportar en Vatios.

U = Tensión nominal de suministro en Voltios.

Cos Φ = Factor de potencia (0.8 en la Red de distribución y 0,9 en el caso del alumbrado público)

Cuando los cables vayan entubados en recorridos superiores a 15 m, se aplicará un coeficiente de reducción de 0.80 a la intensidad admisible debido a la mayor dificultad que en este caso se presentará para una adecuada disipación del calor generado en los cables.

2.1. MODELOS PARA EL CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSION

La expresión que se utiliza para el cálculo de la caída de tensión que se produce en la línea se obtiene considerando el circuito equivalente de una línea corta (inferior a 50 km.), mostrado en Figura 4. Tomo II. Circuito equivalente para el cálculo de la caída de tensión. junto con su diagrama vectorial que se muestra en la Figura 5 Tomo II. Diagrama vectorial del circuito equivalente, en la página 137:

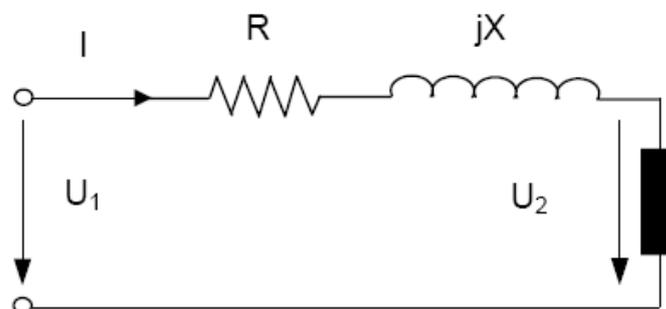


Figura 4. Tomo II. Circuito equivalente para el cálculo de la caída de tensión.

Diagrama vectorial:

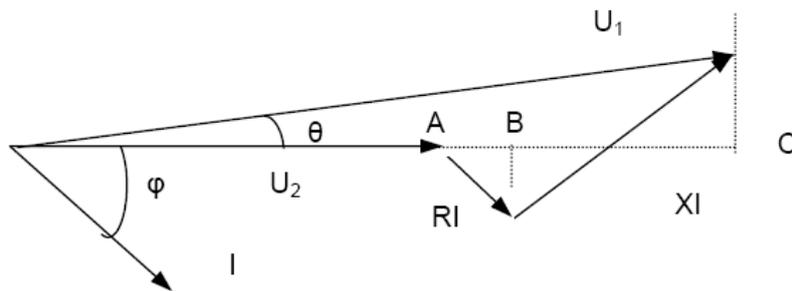


Figura 5 Tomo II. Diagrama vectorial del circuito equivalente.

Debido al pequeño valor del ángulo θ , entre las tensiones en el origen y el extremo de la línea, se puede considerar sin cometer prácticamente ningún error que el vector U_1 es igual a su proyección horizontal, por lo que el valor de la caída de tensión viene dado por:

$$e = \sqrt{3} \cdot (R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi)$$

Expresión que utilizaremos para el cálculo de la caída de tensión en la red de distribución de Baja Tensión.

Donde:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U}$$

En el caso del alumbrado, y para un factor de potencia de 0,9 podemos despreciar el efecto de la inductancia frente a la resistencia ($X=0$), y considerar que la resistencia depende únicamente de la resistividad, sección y longitud de la línea proyectada:

2.2.- RED DE BAJA TENSIÓN

2.2.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.

Para el cálculo de la potencia a instalar aplicaremos la ITC-BT-10, que nos permite hacer una previsión de la carga a instalar en edificios comerciales o de oficinas.

Este se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

La previsión de potencia de las distintas naves según los metros cuadrados de las mismas se muestra en las siguientes tablas:

PREVISIÓN DE POTENCIA PARCELA 11-A

Navenº	P.Baja	P.Alta	Entreplanta	TOTAL(m2)	Potencia Prevista(W)
1a	89,78	89,78		179,56	17.956
2a	87,75	47,51		135,26	13.526
3a	87,75	47,51		135,26	13.526
4a	87,75	47,51		135,26	13.526
5a	87,75	47,51		135,26	13.526
6a	87,75	47,51		135,26	13.526
7a	87,75	47,51		135,26	13.526
8a	87,75	47,51		135,26	13.526
9a	87,75	47,51		135,26	13.526
10a	87,75	47,51		135,26	13.526
11a	87,75	47,51		135,26	13.526
12a	87,75	47,51		135,26	13.526
13a	87,75	47,51		135,26	13.526
14a	96,93	47,51		144,44	14.444
15a	102,53	47,51		150,04	15.004
16a	90,18	90,18		180,36	18.036
17a	116,56	75,35		191,91	19.191
18a	87,75	47,51		135,26	13.526

Naven°	P.Baja	P.Alta	Entreplanta	TOTAL(m2)	Potencia Prevista(W)
19a	87,75	47,51		135,26	13.526
20a	87,75	47,51		135,26	13.526
21a	87,75	47,51		135,26	13.526
22a	88,17	47,64		135,81	13.581
23a	91,45		36,47	127,92	12.792
24a	91		36,40	127,4	12.740
25a	91		36,40	127,4	12.740
26a	91		36,40	127,4	12.740
27a	91		36,40	127,4	12.740
28a	91		36,40	127,4	12.740
29a	90,27		36,40	126,67	12.667
30a	112,69		38,72	151,41	15.141
				TOTAL (W)	418.928

$$P_{11-A} = 418,928 \text{ KW}$$

PREVISIÓN DE POTENCIA PARCELA 11-B

Naven°	P.Baja	P.Alta	Entreplanta	TOTAL(m2)	Potencia Prevista(W)
1b	93,65	68,85		162,5	16.250
2b	92,65	67,85		160,5	16.050
3b	91,65	66,85		158,5	15.850
4b	90,65	65,85		156,5	15.650
5b	89,65	64,85		154,5	15.450
6b	93,00		37,20	130,20	13.020
7b	93,00		37,20	130,20	13.020
8b	93,00		37,20	130,20	13.020
9b	93,00		37,20	130,20	13.020
10b	93,00		37,20	130,20	13.020
11b	93,00		37,20	130,20	13.020

Naven°	P.Baja	P.Alta	Entreplanta	TOTAL(m2)	Potencia Prevista(W)
12b	93,00		37,20	130,20	13.020
13b	93,00		37,20	130,20	13.020
14b	93,00		37,20	130,20	13.020
15b	93,00		37,20	130,20	13.020
16b	93,00		37,20	130,20	13.020
17b	93,00		37,20	130,20	13.020
18b	93,00		37,20	130,20	13.020
19b	93,00		37,20	130,20	13.020
20b	93,00		37,20	130,20	13.020
21b	93,00		37,20	130,20	13.020
22b	93,00		37,20	130,20	13.020
23b	93,00		37,20	130,20	13.020
24b	93,00		37,20	130,20	13.020
25b	93,00		37,20	130,20	13.020
26b	93,00		37,20	130,20	13.020
27b	93,00		37,20	130,20	13.020
28b	93,00		37,20	130,20	13.020
29b	93,00		37,20	130,20	13.020
30b	93,00		37,20	130,20	13.020
31b	93,00		37,20	130,20	13.020
				TOTAL (W)	417.770

$$P_{11-B} = 417,770 \text{ KW}$$

PREVISIÓN DE POTENCIA PARCELA 11-C

Navenº	P.Baja	P.Alta	Entreplanta	TOTAL(m2)	Potencia Prevista(W)
1c	98,45	75,74		174,19	17.419
2c	113,68	86,12		199,8	19.980
3c	113,68	86,12		199,8	19.980
4c	113,68	86,12		199,8	19.980
5c	113,68	86,12		199,8	19.980
6c	113,68	86,12		199,8	19.980
7c	113,68	86,12		199,8	19.980
8c	98,52	79,03		177,55	17.755
9c	93,10		38,43	131,53	13.153
10c	87,60		35,04	122,64	12.264
11c	87,60		35,04	122,64	12.264
12c	87,60		35,04	122,64	12.264
13c	87,60		35,04	122,64	12.264
14c	87,60		35,04	122,64	12.264
15c	87,60		35,04	122,64	12.264
16c	87,60		35,04	122,64	12.264
17c	87,60		35,04	122,64	12.264
18c	87,60		35,04	122,64	12.264
19c	87,60		35,04	122,64	12.264
20c	87,60		35,04	122,64	12.264
21c	87,60		35,04	122,64	12.264
22c	87,60		35,04	122,64	12.264
23c	87,60		35,04	122,64	12.264
24c	75,95		33,22	109,17	10.917
25c	92,33		35,04	127,37	12.737
26c	87,60		35,04	122,64	12.264
27c	87,60		35,04	122,64	12.264
28c	87,60		35,04	122,64	12.264
29c	87,60		35,04	122,64	12.264

Naven°	P.Baja	P.Alta	Entreplanta	TOTAL(m2)	Potencia Prevista(W)
30c	87,60		35,04	122,64	12.264
31c	87,60		35,04	122,64	12.264
32c	87,60		35,04	122,64	12.264
33c	87,60		35,04	122,64	12.264
34c	92,11		41,34	133,45	13.345
				TOTAL (W)	475.014

$$P_{11-C} = 475,014 \text{ KW}$$

$$\text{TOTAL} = P_{11-A} + P_{11-B} + P_{11-C} = 1311,712 \text{ KW}$$

2.2.1.1. REPARTO DE CARGAS EN LOS TRANSFORMADORES.

La numeración de las diferentes naves de cada parcela se detalla en los planos.

A continuación, realizaremos la repartición de cargas entre los transformadores, y a su vez entre sus diferentes salidas. Esta repartición se realiza siguiendo las prescripciones de BOJA n° 216 -5/Noviembre/2004 - Dirección Gral de Industria, Energía y Minas Previsión de Cargas Eléctricas y Coeficientes de Simultaneidad en áreas de uso comercial y de oficinas. El reparto de potencias lo haremos con un coeficiente de simultaneidad de 1, siendo este superior al mínimo permitido en la citada instrucción del BOJA n° 216, el cual establece un coeficiente de simultaneidad igual o superior a 0,8. La repartición se realiza de forma que resulte equilibrada dependiendo de las distancias y las potencias a soportar. Después de haber estudiado una solución posible debemos realizar todos los cálculos correspondientes, para estudiar si la solución estudia es factible y reúne todos los requisitos estipulados.

El centro de transformación 1 alimentará las naves de las parcelas 11-A y 11-B, además del cuadro de alumbrado público. El centro de transformación 2 alimentará las naves de la parcela 11-C.

Se proyectan nueve redes de distribución, tres por cada parcela, siguiendo el siguiente reparto de cargas:

PARCELA 11-A:

CIRCUITO 11.A.-1: Alimentando 10 naves. Potencia prevista de 166,742kW.

CIRCUITO 11.A.-2: Alimentando 10 naves. Potencia prevista de 147,886kW.

CIRCUITO 11.A.-3: Alimentando 10 naves. Potencia prevista de 104,300kW.

PARCELA 11-B:

CIRCUITO 11.B.-1: Alimentando 12 naves. Potencia prevista de 170,390kW.

CIRCUITO 11.B.-2: Alimentando 10 naves. Potencia prevista de 117,180kW.

CIRCUITO 11.B.-3: Alimentando 9 naves. Potencia prevista de 130,200kW.

PARCELA 11-C:

CIRCUITO 11.C.-1: Alimentando 12 naves. Potencia prevista de 161,929kW.

CIRCUITO 11.C.-2: Alimentando 12 naves. Potencia prevista de 146,003kW.

CIRCUITO 11.C.-3: Alimentando 10 naves. Potencia prevista de 167,264kW.

La distribución de dichos circuitos queda detallada en el plano N°2 “RED DE DISTRIBUCIÓN”.

2.2.2. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD.

La sección mínima del conductor viene impuesta en las Normas particulares de Compañía Sevillana de Electricidad; En estas normas, para el caso de redes de distribución de Baja Tensión se fija una sección mínima de conductor de aluminio de 150mm², para el cálculo de la sección del conductor vamos a estudiar el circuito más desfavorable, que será el de mayor potencia, ya que este será el que mayor carga tendrá que soportar.

El circuito de mayor potencia es el 11.C-3, con una $P=170,390$ kW, la carga que tendrá que soportar este circuito en las condiciones más desfavorables, es decir a plena carga, viene dada por:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot U}$$

Para una: $P=170,390$ kW,
 $U=400$ V
 $\cos \Phi=0,8$

Resulta:

$$I=307,42A.$$

En primer lugar comprobamos por límite térmico si el cable de 150 mm^2 , con conductor de aluminio (Al), XLPE, con un nivel de aislamiento de 0.6/1 KV (sección mínima exigida por la compañía distribuidora para redes de distribución) es capaz de soportar esta carga, si el cable cumple el criterio de límite térmico se comprobará por caída de tensión.

La intensidad máxima admisible para este conductor limitada en la ITC-BT-07 es de 330 A, aplicando un coeficiente reductor de 0,8 por ir bajo tubo en recorridos superiores a 15 metros. No se aplican más factores de corrección por ser las condiciones de instalación iguales a las de la tabla 4 de la ITC-BT-07 queda en:

$$I_{\text{max.adm.}}=330 \times 0.8 =264 \text{ A, con aislamiento XLPE.}$$

Por lo que vemos que este cable no es admisible para soportar la carga demandada por los circuitos de distribución proyectados. Por tanto, se hace la comprobación para la sección de cable inmediata superior.

Para cables unipolares con conductor de aluminio (Al), de una sección de 240 mm^2 y aislamiento XLPE, en la ITC-BT-07 se contempla que la intensidad admisible del

mismo es de 430 A. Aplicándole el coeficiente reductor por ir bajo tubo en recorridos superiores a 15 metros y no aplicándose más factores de corrección por ser las condiciones de instalación iguales a las Tabla 4 de la ITC-BT-07, se obtiene:

$$I_{\text{max.adm.}}=430 \times 0.8 = 344 \text{ A. con aislamiento XLPE.}$$

Así, queda demostrado, que un cable unipolar con conductor de aluminio y de 240 mm² de sección es admisible bajo el criterio de intensidad (límite térmico-régimen permanente) para soportar la carga demandada por los circuitos proyectados para la red de distribución en Baja Tensión.

Concretamente se instalará 3(1x240)+1x150 mm² de Aluminio, aislamiento polietileno reticulado (XLPE), con un nivel de aislamiento de 0.6/1 KV.

Esta sección nos permite calcular la máxima potencia a la que están limitados cada uno de los tres circuitos de cada parcela:

$$P_{\text{max}}=1.73 \times 400 \times 344 \times 0.9 = 214.243 \text{ W.}$$

Se observa que en ninguno de los nueve circuitos de la manzana M-11 se supera dicha potencia.

Esta potencia será la máxima a suministrar, por lo que vemos que la red de distribución así proyectada cumple los requisitos mínimos respecto al criterio de intensidad.

A continuación se muestra una tabla con la intensidad soportada en cada uno de los tramos de los diferentes circuitos:

RED DE DISTRIBUCIÓN**PARCELA 11-A**

	CIRCUITO 11-A.1		
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a A.1-1	166.742	240	300,84
de A.1-1 a A.1-2	135.260	240	244,04
de A.1-2 a A.1-3	108.208	240	195,23
de A.1-3 a A.1-4	81.156	240	146,42
de A.1-4 a A.1-5	54.104	240	97,62
de A.1-5 a A.1-6	27.052	240	48,81

	CIRCUITO 11-A.2		
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a A.2-1	147.886	240	266,82
de A.2-1 a A.2-2	119.916	240	216,35
de A.2-2 a A.2-3	86.876	240	156,74
de A.2-3 a A.2-4	54.159	240	97,71
de A.2-4 a A.2-5	27.107	240	48,91

	CIRCUITO 11- A.3		
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a A.3-1	104.300	240	188,18
de A.3-1 a A.3-2	78.768	240	142,11
de A.3-2 a A.3-3	53.288	240	96,14
de A.3-3 a A.3-4	27.808	240	50,17

PARCELA 11-B

	CIRCUITO 11- B.1		
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a B.1-1	170.390	240	307,42
de B.1-1 a B.1-2	138.090	240	249,14
de B.1-2 a B.1-3	109.620	240	197,78
de B.1-3 a B.1-4	83.580	240	150,80
de B.1-4 a B.1-5	57.540	240	103,81
de B.1-5 a B.1-6	26.040	240	46,98

CIRCUITO 11- B.2			
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a B.2-1	117.180	240	211,42
de B.2-1 a B.2-2	104.160	240	187,93
de B.2-2 a B.2-3	91.140	240	164,44
de B.2-3 a B.2-4	65.100	240	117,45
de B.2-4 a B.2-5	39.060	240	70,47
de B.2-5 a B.2-6	26.040	240	46,98

CIRCUITO 11- B.3			
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a B.3-1	130.200	240	234,91
de B.3-1 a B.3-2	104.160	240	187,93
de B.3-2 a B.3-3	78.120	240	140,95
de B.3-3 a B.3-4	52.080	240	93,96
de B.3-4 a B.3-5	26.040	240	46,98

PARCELA 11-C

CIRCUITO 11-C.1			
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a C.1-1	161929	240	292,16
de C.1-2 a C.1-3	136928	240	247,05
de C.1-3 a C.1-4	112400	240	202,79
de C.1-4 a C.1-5	86791	240	156,59
de C.1-5 a C.1-6	49056	240	88,51
de C.1-6 a C.1-7	24528	240	44,25

CIRCUITO 11-C.2			
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a C.2-1	146003	240	263,42
de C.2-2 a C.2-3	122640	240	221,27
de C.2-3 a C.2-4	98112	240	177,02
de C.2-4 a C.2-5	73584	240	132,76
de C.2-5 a C.2-6	49056	240	88,51
de C.2-6 a C.2-7	24528	240	44,25

	CIRCUITO 11- C.3		
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)
de CT a C.3-1	167264	240	301,78
de C.3-1 a C.3-2	142736	240	257,53
de C.3-2 a C.3-3	117319	240	211,67
de C.3-3 a C.3-4	79920	240	144,19
de C.3-4 a C.3-5	39960	240	72,10

2.2.3. CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN.

A continuación se procede a calcular la caída de tensión de cada uno de los circuitos, comprobando que en ningún momento se supere el máximo permitido.

Para ello, utilizamos los datos facilitados por el fabricante del conductor proyectado a su temperatura máxima en servicio permanente, la cual es a 90°C.

En esta ocasión, el fabricante, no nos facilita como tal, sino la caída de tensión unitaria, esto es el factor que resulta al sumar los productos de la resistencia e inductancia con el $\cos \varphi$ y $\sin \varphi$, dejando los valores de la resistencia e inductancia en función de la longitud de los circuitos, es decir:

$$e = \sqrt{3} \cdot (R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi)$$

$$e = I \cdot L \cdot \sqrt{3} \cdot (R' \cdot \cos \varphi + X' \cdot \sin \varphi)$$

ENERGY RV AL RV AI

TENSIÓN: 0.6/1 kV



								
	mm ²	mm	A	A	kg/km	mm	V/A.km	V/A.km
1068111	1x16	8,9	74	66	105	37	3,501	4,241
1068112	1x25	10,4	95	88	150	43	2,236	2,665
1068113	1x35	11,5	110	100	185	47	1,642	1,928
1068114	1x50	12,7	135	125	230	55	1,236	1,423
1068115	1x70	14,6	165	160	305	60	0,879	0,984
1068116	1x95	16,4	200	200	395	70	0,657	0,711
1068117	1x120	18,3	225	235	485	75	0,536	0,562
1068118	1x150	20,1	260	290	595	85	0,452	0,457
1068119	1x185	22,0	295	335	720	95	0,376	0,364
1068120	1x240	25,0	340	390	920	130	0,306	0,278
1068121	1x300	27,5	385	455	1125	140	0,26	0,222
1068122	1x400	30,8	445	540	1450	155	0,219	0,173
1068123	1x500	35,5	515	640	1815	180	0,187	0,134
1068124	1x630	40,1	590	760	2330	200	0,162	0,104

Para 1x240 y un $\cos \Phi=0,8$ tenemos $V_{\downarrow} (V/A \cdot Km.)=0,306$.

Es decir:

$$R' \cdot \cos \varphi + X' \cdot \text{sen} \varphi = 0,306$$

Por lo que el cálculo de la caída de tensión se simplifica a:

$$e = 0,306 \cdot L \cdot I$$

Estos cálculos se realizan teniendo en cuenta que desde la salida del Centro de Transformación hasta la primera derivación los conductores tendrán que soportar toda la carga de las naves aguas abajo, para la segunda derivación los conductores soportarán su carga y la de las naves aguas abajo, pero no aguas arriba, así sucesivamente.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

PARCELA 11-A

CIRCUITO 11-A.1						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGIT.	SECCIÓN (mm ²)	INTENSID (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a A.1-1	166.742	20	240	300,84	1,84	0,46
de A.1-1 a A.1-2	135.260	18	240	244,04	1,34	0,34
de A.1-2 a A.1-3	108.208	18	240	195,23	1,08	0,27
de A.1-3 a A.1-4	81.156	18	240	146,42	0,81	0,20
de A.1-4 a A.1-5	54.104	38	240	97,62	1,14	0,28
de A.1-5 a A.1-6	27.052	18	240	48,81	0,27	0,07
					TOTAL	1,62

CIRCUITO 11-A.2						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGITUD	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a A.2-1	147.886	50	240	266,82	4,08	1,02
de A.2-1 a A.2-2	119.916	18	240	216,35	1,19	0,30
de A.2-2 a A.2-3	86.876	18	240	156,74	0,86	0,22
de A.2-3 a A.2-4	54.159	18	240	97,71	0,54	0,13
de A.2-4 a A.2-5	27.107	18	240	48,91	0,27	0,07
					TOTAL	1,74

CIRCUITO 11-A.3						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGITUD	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a A.3-1	104.300	130	240	188,18	7,49	1,87
de A.3-1 a A.3-2	78.768	58	240	142,11	2,52	0,63
de A.3-2 a A.3-3	53.288	18	240	96,14	0,53	0,13
de A.3-3 a A.3-4	27.808	18	240	50,17	0,28	0,07
					TOTAL	2,70

PARCELA 11-B

CIRCUITO 11-B.1						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGITUD	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a B.1-1	170.390	45	240	307,42	4,23	1,06
de B.1-1 a B.1-2	138.090	18	240	249,14	1,37	0,34
de B.1-2 a B.1-3	109.620	18	240	197,78	1,09	0,27
de B.1-3 a B.1-4	83.580	18	240	150,80	0,83	0,21
de B.1-4 a B.1-5	57.540	18	240	103,81	0,57	0,14
de B.1-5 a B.1-6	26.040	18	240	46,98	0,26	0,06
					TOTAL	2,09

CIRCUITO 11-B.2						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGITUD	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a B.2-1	117.180	95	240	211,42	6,15	1,54
de B.2-1 a B.2-2	104.160	26	240	187,93	1,50	0,37
de B.2-2 a B.2-3	91.140	20	240	164,44	1,01	0,25
de B.2-3 a B.2-4	65.100	20	240	117,45	0,72	0,18
de B.2-4 a B.2-5	39.060	31	240	70,47	0,67	0,17
de B.2-5 a B.2-6	26.040	20	240	46,98	0,29	0,07
					TOTAL	2,34

CIRCUITO 11-B.3						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGITUD	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a B.3-1	130.200	100	240	234,91	7,19	1,80
de B.3-1 a B.3-2	104.160	20	240	187,93	1,15	0,29
de B.3-2 a B.3-3	78.120	20	240	140,95	0,86	0,22
de B.3-3 a B.3-4	52.080	20	240	93,96	0,58	0,14
de B.3-4 a B.3-5	26.040	20	240	46,98	0,29	0,07
					TOTAL	2,52

PARCELA 11-C

CIRCUITO 11-C.1						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGITUD	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a C.1-1	161929	15	240	292,16	1,34	0,34
de C.1-2 a C.1-3	136928	20	240	247,05	1,51	0,38
de C.1-3 a C.1-4	112400	20	240	202,79	1,24	0,31
de C.1-4 a C.1-5	86791	20	240	156,59	0,96	0,24
de C.1-5 a C.1-6	49056	20	240	88,51	0,54	0,14
de C.1-6 a C.1-7	24528	43	240	44,25	0,58	0,15
					TOTAL	1,54

CIRCUITO 11-C.2						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGITUD	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a C.2-1	146003	25	240	263,42	2,02	0,50
de C.2-2 a C.2-3	122640	18	240	221,27	1,22	0,30
de C.2-3 a C.2-4	98112	18	240	177,02	0,98	0,24
de C.2-4 a C.2-5	73584	38	240	132,76	1,54	0,39
de C.2-5 a C.2-6	49056	20	240	88,51	0,54	0,14
de C.2-6 a C.2-7	24528	20	240	44,25	0,27	0,07
					TOTAL	1,64

CIRCUITO 11-C.3						
TRAMOS	Potencia soportada por el tramo (W)	LONGITUD	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de CT a C.3-1	167264	90	240	301,78	8,31	2,08
de C.3-1 a C.3-2	142736	18	240	257,53	1,42	0,35
de C.3-2 a C.3-3	117319	18	240	211,67	1,17	0,29
de C.3-3 a C.3-4	79920	18	240	144,19	0,79	0,20
de C.3-4 a C.3-5	39960	20	240	72,10	0,44	0,11
					TOTAL	3,03

Por lo que queda probado que en ningún circuito se supera la intensidad máxima admisible (344 A) ni la máxima caída de tensión permitida (22V), siendo óptimas las dimensiones de los circuitos así proyectados.

2.2.4. PROTECCIÓN DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.

Todos los conductores activos deberán estar protegido por uno o varios dispositivos que corten automáticamente la alimentación en caso de sobrecargas o cortocircuitos.

Los dispositivos contra sobrecargas y contra cortocircuitos deberán colocarse en el origen de los circuitos y en aquellos puntos en que la intensidad máxima admisible disminuya por cambios de sección, de la naturaleza del conductor o de su aislamiento u otro cambio que reduzca la capacidad de soportar intensidades.

Para que la protección de redes eléctricas de BT sea la adecuada, se utilizarán fusibles cuyas características figuran en la norma UNE 21 103-80 “Cortocircuitos fusibles de Baja Tensión”, donde la intensidad nominal del fusible no será en ningún caso superior a la capacidad del cable a proteger.

Los dispositivos deben interrumpir cualquier sobrecarga en los conductores del circuito antes de que el aumento de temperatura provocado por dicha sobrecarga pueda perjudicar al aislamiento, a las uniones, a los terminales o a los elementos o materiales situados en las proximidades del cable.

2.2.4.1. CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.

A continuación se procede al cálculo de la Corriente de Cortocircuito en el circuito más desfavorable de la instalación. El tramo de circuito más desfavorable respecto criterio de corriente de cortocircuito es el de menor longitud, ya que esto hace que la impedancia de cortocircuito sea menor.

El tramo más desfavorable bajo el criterio de corrientes de cortocircuito es el primer tramo del circuito C.1, es decir, desde la salida del TRAFIO al punto C.1.1, del que se conocen los siguientes datos:

- $P = 161.929 \text{ W}$.
- $L = 15 \text{ m}$.

La impedancia de cortocircuito hasta el punto de cortocircuito en B.1.1. es igual a la suma de la impedancia de la red de alimentación a la instalación “ $(Z_{RED})_{BT} \equiv Z_{BT}$ ” y de la impedancia del transformador “ $Z_{TRAFIO} \equiv Z_T$ ”. El valor de esa impedancia, obtenido a continuación, está referido al lado de BT de la instalación.

IMPEDANCIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN A LA INSTALACIÓN.

Red de Media Tensión : $S_{cc} = 500 \text{ MVA}$ y $U_n = 20 \text{ kV}$

$$S_{cc} = \sqrt{3} \cdot I_k'' \cdot U_n$$

$$I_k'' = \frac{500 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 14,434 \text{ kA.}$$

Calculamos la impedancia equivalente de la red de Media Tensión “ $(Z_{RED})_{MT} \equiv Z_{MT}$ ”.

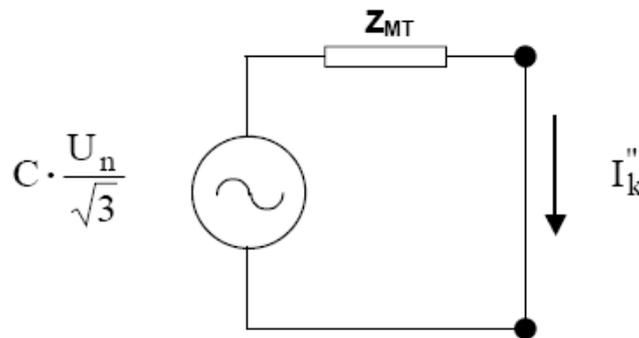


Figura 5. Tomo II. Circuito equivalente para el cálculo de la impedancia de la red M.T

Para red MT de “20 kV”, la constante C toma el valor 1,1.

$$Z_{MT} = C \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{I_k''}$$

$$Z_{MT} = 1,1 \cdot \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 14,434} = 0,88 \Omega$$

El valor obtenido de la impedancia de la red MT (Z_{MT}) lo referimos al lado de BT de la instalación “ $(Z_{RED})_{BT} \equiv Z_{BT}$ ”.

$$Z_{BT} = Z_{MT} \cdot \frac{1}{r_t^2} \quad \text{Donde:} \quad r_t^2 = \left[\frac{(U_n)_{MT}}{(U_n)_{BT}} \right]^2 = \left[\frac{20}{0,4} \right]^2 = 2.500$$

$$Z_{BT} = \left(\frac{0,88}{2.500} \right) = 0,352 \cdot 10^{-3} \Omega$$

IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR.

$S_n=630$ kVA: $\epsilon_{cc}\%=4\%$; $\epsilon_{Rcc}\%=1\%$;

$$E_{xcc} = \sqrt{\left(E_{cc}^2 - E_{Rcc}^2 \right)} = \sqrt{0,04^2 - 0,01^2} = 38,73 \cdot 10^{-3} pu$$

Calculamos la impedancia equivalente del transformador “ $Z_{TRAFO} \equiv Z_T$ “, trabajando con valores referidos al lado de BT de la instalación.

$$R_{cc} = E_{Rcc} \cdot \frac{(U_n)_{BT}^2}{(S_n)_{TRAFO}} = 0,01 \cdot \frac{400^2}{630 \cdot 10^3} = 2,54 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$X_{cc} = E_{xcc} \cdot \frac{(U_n)_{BT}^2}{(S_n)_{TRAFO}} = 37,83 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{400^2}{630 \cdot 10^3} = 9,6 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$Z_T = (2,54 + j \cdot 9,6) \cdot 10^{-3} \quad |Z_T| = 9,93 \cdot 10^{-3} \Omega$$

IMPEDANCIA DE LA LÍNEA CT-C.1.1.

Por simplificación en la nomenclatura se denomina a este tramo AB.

Calculamos la resistencia de la impedancia equivalente de la línea a la temperatura de 20 °C. Para ese valor de temperatura la resistencia es menor que a la temperatura de trabajo y, por tanto, la impedancia de línea ante cortocircuito es menor.

$L_1=15$ m. $S_{AB}=240$ mm²

$$(R_{AB})_{20^\circ C} = (\rho_{Al})_{20^\circ C} \cdot \frac{L_1}{S_{AB}} = \frac{1}{35} \cdot \frac{15}{240} = 1,78 \cdot 10^{-3} \Omega$$

La reactancia de la línea AB se determina a partir del valor de reactancia unitaria kilométrica “ X_L ”:

$$\Delta U_{0,8} = 0,306 \text{ V/A} \cdot \text{Km.}$$

$$\Delta U_1 = 0,278 \text{ V/A} \cdot \text{Km.}$$

$$\Delta U_1 = 3^{1/2} \cdot R \quad R = 0,278 / 3^{1/2} = 0,16 \Omega / \text{Km.}$$

$$\Delta U_{0,8} = 3^{1/2} \cdot (R \cdot 0,8 + X \cdot 0,6) \quad X = \frac{1}{0,6} \left[\frac{0,306}{\sqrt{3}} - 0,16 \cdot 0,8 \right] = 0,08 \Omega / \text{Km.}$$

$$(X_{AB})_L = 0,08 \Omega / \text{Km.} \quad X_{AB} = 0,08 \cdot \frac{15}{10^3} = 1,2 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$Z_{AB} = (1,78 + j \cdot 1,2) \cdot 10^{-3} \quad |Z_{AB}| = 2,15 \cdot 10^{-3} \Omega$$

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO A=C.1.1.

La máxima intensidad de cortocircuito que se puede dar en el punto A, se determina a partir del circuito equivalente siguiente.

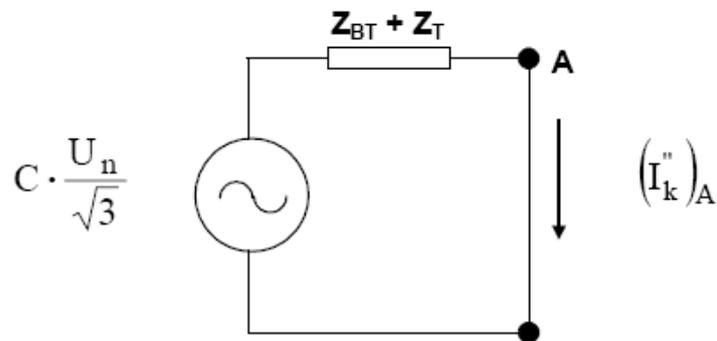


Figura 6. Tomo II. Circuito equivalente para el cálculo de la máxima I_{cc}

Para red BT de “400 V”, la constante C toma el valor 1.

La impedancia de cortocircuito hasta el punto de cortocircuito en A es igual a la suma de la impedancia de la red de alimentación a la instalación “ $(Z_{\text{RED}})_{\text{BT}} \equiv Z_{\text{BT}}$ ” y de la impedancia del transformador “ $Z_{\text{TRAFO}} \equiv Z_{\text{T}}$ ”. El valor de esa impedancia, obtenido a continuación, está referido al lado de BT de la instalación.

$$Z_A = (Z_{\text{BT}} + Z_{\text{T}}) = (2,54 + j \cdot 9,6) \cdot 10^{-3} \Omega \quad |Z_A| = 9,93 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$(I''_K)_A = C \cdot \frac{(U_n)_{\text{BT}}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{|Z_A|} = 1 \cdot \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 9,93 \cdot 10^{-3}} = 23,26 \text{ kA}$$

$$\{(I''_K)_A\}_{\text{min}} = (I''_K)_A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20,14 \text{ kA}$$

COMPROBACIÓN DE LAS LÍNEAS FRENTE A SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITO MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE FUSIBLES (PdC=100 kA.)

PROTECCIÓN APLICANDO CRITERIO DE SOBRECARGAS.

La característica de funcionamiento entre los conductores y los dispositivos de protección contra sobrecargas debe de cumplir las dos condiciones siguientes:

- $I_A \leq I_r \leq I_{Z2}$
- $I_2 \leq 1,6 I_{Z2}$

Siendo:

- I_A Intensidad que circula por el circuito se quiere diseñar.
- I_{Z2} Intensidad máxima admisible en el conductor en servicio permanente.
- I_N Intensidad nominal del dispositivo de protección.

I_2 Intensidad que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección.

$$I_A = 292,16A.$$

$$I_{Z2} = 344A.$$

1ª CONDICIÓN: $I_A \leq I_r \leq I_{Z2}$

$$292,16 A \leq I_r \leq 344 A$$

SE VERIFICA PARA FUSIBLES DE INTENSIDAD NOMINAL DE 315A.

2ª CONDICIÓN: $I_2 \leq 1,6 I_{Z2}$

$$I_2 \leq 1,6 \cdot 344A = 550,4 A$$

SE VERIFICA PARA FUSIBLES DE INTENSIDAD NOMINAL DE “315 A”.

PROTECCIÓN APLICANDO CRITERIO DE CORTOCIRCUITO.

Con los siguientes datos ya conocidos de la línea:

$$L=15m; \quad S=240; \quad I_A= 292,16A.; \quad I_{Z2} = 344A.; \quad I_{ccmax}=23,26kA.$$

Se comprueba las condiciones de protección del fusible frente a cortocircuito:

1ªCONDICIÓN:

$$\{I_{cc \max} < PdC\} \quad \{I_{cc \max} = 23,26kA < PdC = 100kA\} \rightarrow \text{SE VERIFICA}$$

2ªCONDICIÓN:

$$\{ t_{dfusibles} < t_{adcond} \} ; \text{ en las condiciones de } I_{ccmin}$$

De la siguiente Figura7. Tomo II: Curva I-t de actuación de los fusibles (PdC= 100kA):

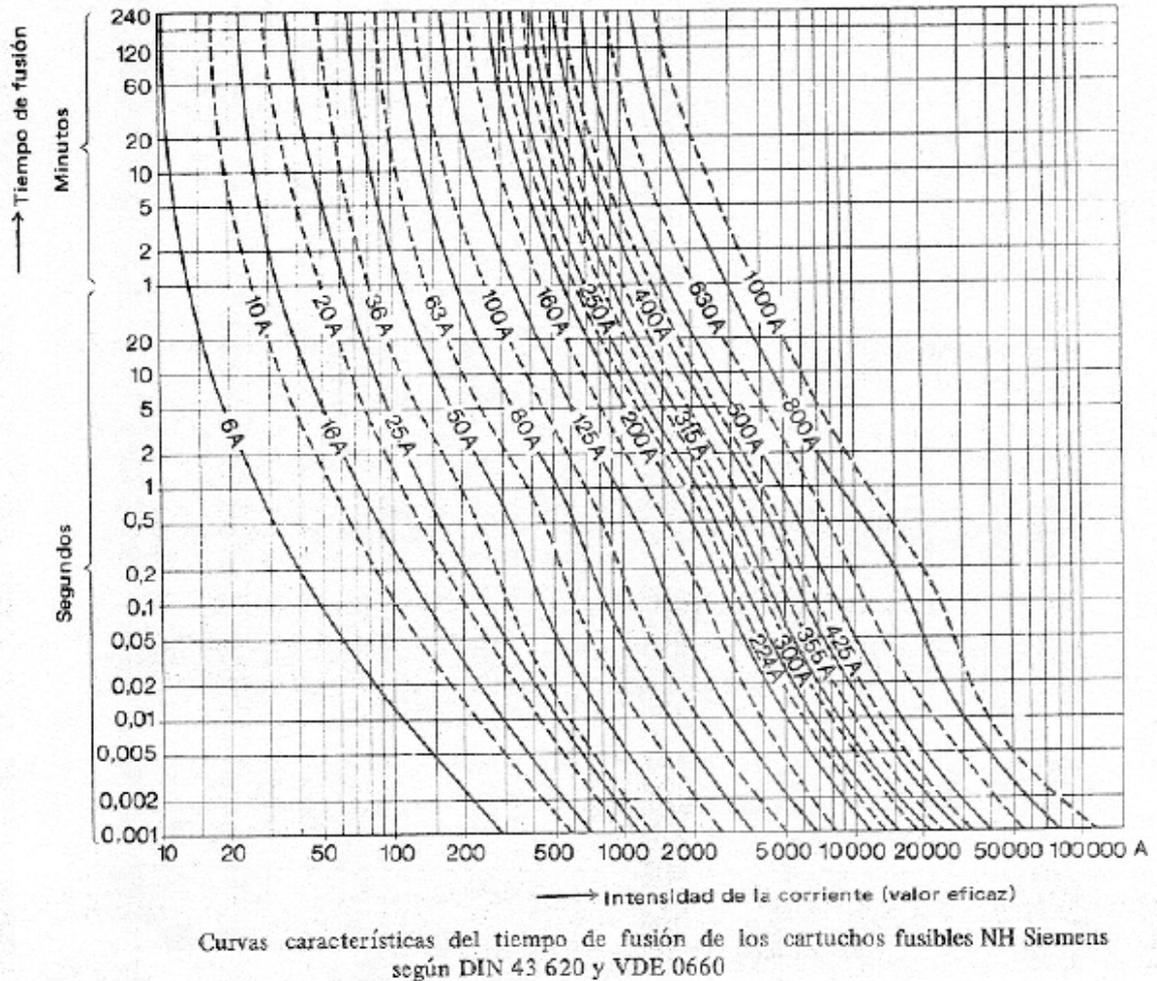


Figura7. Tomo II: Curva I-t de actuación de los fusibles (PdC= 100kA)

$$I_{ccmin}=20,14kA. \rightarrow (\text{Curva I-t fusible}) \rightarrow t_{dfusible}=0,0015 \text{ s.}$$

$$(I_{ccmin})^2 \cdot t_{adcond} = (k \cdot S)^2 \quad t_{adcond} = \left(\frac{k \cdot S}{I_{ccmin}} \right)^2$$

Donde K es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito.

La hipótesis más desfavorable es que los conductores se hallaran inicialmente a la temperatura máxima de régimen y que alcancen al final del cortocircuito la admisible en tal caso, el valor de K para cables de aluminio (Al) con aislamiento XLPE es de 93.

$$t_{adcond} = \left(\frac{k \cdot S}{I_{cc \min}} \right)^2 = \left(\frac{93 \cdot 240}{20,14 \cdot 10^3} \right)^2 = 1,23s.$$

$$\{ t_{dfusibles} = 0,0015 \text{ s.} < t_{adcond} = 1,23s \} \rightarrow \text{SE VERIFICA.}$$

3ªCONDICIÓN:

$$\{ t_{dfusibles} < t_{adcond} \} ; \text{ en las condiciones de } I_{cc \max}$$

De la Figura7. Tomo II: Curva I-t de actuación de los fusibles (PdC= 100kA), página 164.

$$I_{cc \max} = 23,26 \text{ kA.} \rightarrow (\text{ Curva I-t fusible}) \rightarrow t_{dfusible} = 0,001 \text{ s.}$$

$$(I_{cc \max})^2 \cdot t_{adcond} = (k \cdot S)^2 \rightarrow t_{adcond} = \left(\frac{k \cdot S}{I_{cc \max}} \right)^2 = \left(\frac{93 \cdot 240}{23,26 \cdot 10^3} \right)^2 = 0,96s$$

$$\{ t_{dfusibles} = 0,001 \text{ s.} < t_{adcond} = 0,96s \} \rightarrow \text{SE VERIFICA.}$$

Por lo que queda demostrado, que los fusibles e 315 A. y poder de corte de 100 kA son aptos para la protección de las líneas.

2.3. ALUMBRADO PÚBLICO.

A continuación se procede al cálculo del Alumbrado Público.

El alumbrado se realizará trifásico, repartiendo las fases por luminarias, se hará de tal manera que las fases queden equilibradas. Esto se consigue repartiendo las cargas por circuito de la forma más equitativa posible.

La previsión de potencia del alumbrado público se hará teniendo en cuenta que se emplearán lámparas de vapor de sodio de alta presión, de 250 W.

Potencia activa:	250W
Coefficiente de mayoración:	1,8
TOTAL	450 VA./ Luminaria.

El nivel de iluminación medio de las calles será de 18 lux.

El número de luminarias estimado es de 18.

La potencia necesaria para el alumbrado público será:

$$P= 250 \text{ (W/luminaria)} \times 18 \text{ luminarias} \times 1,8 = 8.100 \text{ VA.}$$

Para suministrar esta potencia demanda distribuiremos la red de alumbrado en dos circuitos, como se puede observar en el plano general de alumbrado nº 6

Así la previsión de potencia por circuito será:

$$\text{CIRCUITO 1: } P_{\text{Demand}} = 250 \times 10 \times 1,8 = 4.500 \text{ VA.}$$

En dicho circuito existen tres derivaciones, las cuales quedan reflejadas en el plano general de alumbrado nº 6.

Dicho circuito se compone de columnas de 10 m. equipadas para lámparas de 250 W. VSAP.

$$\text{CIRCUITO 2: } P_{\text{Demand}} = 250 \times 8 \times 1,8 = 3.600 \text{ VA.}$$

En dicho circuito existen también tres derivaciones, las cuales quedan reflejadas en el plano general de alumbrado nº 6, quedando así la red de alumbrado proyectada con una estructura ramificada.

Dicho circuito se compone de columnas de 10 m. equipadas para lámparas de 250 W. VSAP.

A continuación se calculan las magnitudes eléctricas de los circuitos de alumbrado. Comprobando en cada caso que los valores de caída de tensión e intensidad están dentro de los límites reglamentarios. Hay que hacer mención, que los cálculos eléctricos se realizarán considerando 1,8 veces la potencia en vatios, para tener en cuenta así la situación más desfavorable, que se da en el arranque, es decir, el momento del encendido de éstas.

2.3.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD.

Los tramos más desfavorables respecto a la carga soportada por el conductor van a ser a la salida del cuadro, ya que es en el tramo donde el conductor tendrá que soportar toda la carga de las luminarias aguas abajo. Una vez que los circuitos se ramifiquen, la carga que tendrán que soportar será inferior, ya que el número de luminarias aguas abajo será inferior. Estudiamos la intensidad soportada a la salida del cuadro para los dos circuitos proyectados, mediante la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot U}$$

$$I_{\text{circuito .1}} = 7,21A.$$

$$I_{\text{circuito .2}} = 5,77A.$$

Quedando así demostrado que el conductor proyectado es óptimo en criterio de intensidad, ya que la intensidad máxima admisible de dicho conductor es:

$$I_{\text{max.adm.}} = 72A.$$

Que si lo multiplicamos por el factor de 0,8 para tener en cuenta así el circuito más desfavorable en criterio de longitud tenemos:

$$I_{\max.\text{adm.}} = 72 \cdot 0,8 = 57,6 \text{ A.}$$

Intensidad bastante superior a la soportada por los circuitos objeto de estudio, por lo que es suficiente respecto criterio de intensidad la elección de la sección mínima exigida por la ITC-BT-09.

2.3.2. CALCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.

Para el cálculo de la caída de tensión emplearemos una expresión simplificada obtenida a partir de la expuesta en el apartado 2.1. Dicha expresión es la siguiente:

$$e = \frac{P \cdot L}{\sqrt{3} \cdot \gamma \cdot s \cdot U}$$

Se emplea esta expresión simplificada porque en la tablas de GENERAL CABLE la mínima sección incluida es 16 mm² y la sección considerada para la red de alumbrado es de 6 mm² en conductor de cobre, además dicha expresión también es válida para el diseño de esta red porque el factor de potencia al ser 0,9 permite despreciar la caída de tensión por reactancia del cable. Se incluye a continuación una tabla de la conductividad del Cobre a diferentes temperaturas:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44

Teniendo en cuenta que la temperatura de servicio de nuestro conductor es de 90°C ya que este tiene un aislamiento termoestable (polietileno reticulado), la conductividad que consideramos para nuestros cálculos es a 90°C, por lo que $\gamma_{90}=44$.

Para la realización de los cálculos se ha considerado un $\cos \phi = 0.9$ estimado.

CIRCUITO DE ALUMBRADO (TRAMO ROJO)

	TRAMO COMÚN SALIDA CUADRO DE ALUMBRADO						
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm2)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a I'	3	8	3600	6	5,77	0,10	0,03
TOTAL	3					0,10	0,03

	CIRCUITO I'						
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm2)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a I'	11,25	1	450	6	0,72	0,05	0,01
T.Común	3					0,10	0,03
TOTAL	14,25					0,15	0,02

	CIRCUITO II'						
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm2)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a 2'	32,2	1	450	6	0,72	0,14	0,03
T.Común	3					0,10	0,03
TOTAL	35,2					0,24	0,06

	CRUCE DE CALZADA						
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm2)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a M	14,5	6	2700	6	4,33	0,37	0,09
TOTAL	14,5					0,37	0,09

CIRCUITO III'							
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm2)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a 3'	14,75	2	900	6	1,44	0,13	0,03
de 3' a 4'	24	1	450	6	0,72	0,10	0,03
T.Común	3					0,10	0,03
C.Calzada	14,5					0,37	0,09
TOTAL	56,25					0,23	0,18

CIRCUITO IV'							
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm2)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a P	75	4	900	6	1,44	0,64	0,16
de P a 5'	13,6	2	450	6	0,72	0,06	0,01
de 5' a 6'	42	1	450	6	0,72	0,18	0,04
T.Común	3					0,10	0,03
C.Calzada	14,5					0,37	0,09
TOTAL	148,1					1,35	0,34

CIRCUITO V'							
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm2)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a P	70	4	1800	6	2,89	1,19	0,30
de P a 7'	42	2	900	6	1,44	0,36	0,09
de 7' a 8'	36	1	450	6	0,72	0,15	0,04
T.Común	3					0,10	0,03
C.Calzada	14,5					0,37	0,09
TOTAL	165,5					2,18	0,54

CIRCUITO DE ALUMBRADO (TRAMO AZUL)

	TRAMO COMÚN SALIDA CUADRO DE ALUMBRADO						
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a 1	3	10	4500	6	7,22	0,13	0,03
TOTAL	3					0,13	0,03

	CIRCUITO I		3				
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a 1	12,2	2	900	6	1,44	0,10	0,03
de 1 a 2	44,75	1	450	6	0,72	0,19	0,05
T.Común	3					0,13	0,03
TOTAL	59,95					0,42	0,11

	CRUCE DE CALZADA						
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a M	14,5	8	3600	6	5,77	0,49	0,12
TOTAL	14,5					0,49	0,12

CIRCUITO II							
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a 4	32,75	2	900	6	1,44	0,28	0,07
de 4 a 5	45,91	1	450	6	0,72	0,20	0,05
T.Común	3					0,13	0,03
C.Calzada	14,5					0,49	0,12
TOTAL	96,16					1,10	0,27

CIRCUITO III							
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a 3	20,375	6	2700	6	4,33	0,52	0,13
de 3 a P	60,5	5	2250	6	3,61	1,29	0,32
de P a 6	31,5	2	900	6	1,44	0,27	0,07
de 6 a 7	48	1	450	6	0,72	0,20	0,05
T.Común	3					0,13	0,03
C.Calzada	14,5					0,49	0,12
TOTAL	177,875					2,91	0,73

CIRCUITO IV							
TRAMOS	LONGITUD (m)	Nº Luminarias 250W	Potencia soportada por el tramo	Sección (mm ²)	INTENSIDAD (A)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)
de C a P	75	5	2250	6	3,61	1,60	0,40
de P a 8	21,5	3	1350	6	2,17	0,27	0,07
de 8 a 9	40	2	900	6	1,44	0,34	0,09
de 9 a 10	40	1	450	6	0,72	0,17	0,04
T.Común	3					0,13	0,03
C.Calzada	14,5					0,49	0,12
TOTAL	194					3,01	0,75

2.3.3. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD MECÁNICA CIMENTACIÓN + COLUMNA + LUMINARIA.

PARA LAS COLUMNAS DE 10M

Para la cimentación de las columnas se preparará una zapata de hormigón de dimensiones 0.8m x 0.8m x 1,5m.

JUSTIFICACIÓN DE DIMENSIONES DE ZAPATAS PARA LAS COLUMNAS DE ILUMINACIÓN DE 10 M.

Según la fórmula de Sultzberguer la instalación se considera estable si:

$$2,5 M_v < (M_1 + M_2)$$

Donde:

- M_v = Momento del vuelco debido al viento
- M_1 y M_2 = Momentos estabilizadores

$$M_1 = 0,278 \cdot a \cdot h^3 \cdot K$$

$$M_2 = P \cdot 0,4 \cdot a$$

Siendo:

h = profundidad de la cimentación (metros)

a = dimensión horizontal de la cimentación (metros)

P = peso de la cimentación y de los candelabros.

K = coeficiente de compresibilidad volumétrica del terreno ($K=5$ para terreno blando, $K=10$ para terreno normal, $K=15$ para terreno rocoso).

Según las fórmulas anteriores, y considerando la acción producida por el viento (78Kg/m^2 en la zona de Sevilla para columnas de 10m) sobre la superficie normal al viento de los proyectores y sobre la superficie de la columna se produce un momento de vuelco sobre el conjunto de 1.737 T.m.

Por tanto teniendo en cuenta el peso de la instalación es 0.124 T y que el peso de la zapata es de 2.11 T (considerando la densidad del hormigón en masa 2.200 Kg/m³), resulta:

Terreno normal:

$$M_v = 2.744 \text{ T.m}$$

$$M_1 = 7.506 \text{ T.m (considerando } K=10 \text{ Terreno normal)}$$

$$M_2 = 0.675 \text{ T.m}$$

$$\text{Con lo que } \frac{(M_1 + M_2)}{M_v} \geq 2,5$$

2.4. CONCLUSIÓN

Expuestas en este proyecto las razones que justifican la necesidad de la instalación y sus características, se solicita la aprobación y autorización para su construcción y posterior puesta en funcionamiento.