

ANEJO Nº 3

CÁLCULOS E INSTALACIONES AUXILIARES

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DIMENSIONADO CABLES DE BAJA TENSIÓN.....	2
2.1.	CONSIDERACIONES DE CÁLCULO	2
2.2.	CRITERIOS DE CÁLCULO DE LAS LÍNEAS	4
2.3.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LAS LÍNEAS	8
3.	INSTALACIONES DE BT DE LA ESTACIÓN DE LUGARITZ.....	11
4.	INSTALACIONES DE BT DE LA SALIDA DE EMERGENCIA DE AVENIDA ZARAUTZ.....	12
5.	INSTALACIONES DE BT DE LA ESTACIÓN DE BENTABERRI	13
6.	INSTALACIONES DE BT DE LA SALIDA DE EMERGENCIA DE PÍO BAROJA	14
7.	INSTALACIONES DE BT DE LA ESTACIÓN DE CONCHA	15
8.	INSTALACIONES DE BT DE LA ESTACIÓN DE EASO	16
9.	DIMENSIONADO DE CONDUCCIONES.....	17

1. INTRODUCCIÓN

En este Anejo se incluyen los cálculos justificativos de las instalaciones auxiliares de baja tensión de las estaciones de Bentaberri, Concha y Easo así como de las salidas de emergencia de Pío Baroja y Avenida Zarautz.

También se citan los cuadros eléctricos de la estación de Lugaritz que deben ser modificados o ampliados para acoger el nuevo equipamiento de ventilación, tomas de fuerza y alumbrado del nuevo túnel que unirá dicha estación con la siguiente de Bentaberri.

2. DIMENSIONADO CABLES DE BAJA TENSION

2.1. CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

Para el cálculo de los conductores se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

Para cada circuito se ha considerado la potencia máxima que pueda darse en el circuito en cuestión (producto del número de equipos por las potencias asignadas a los mismos), subestimada en algunos casos para tener en cuenta posibles sobrecargas, contenidos de armónicos, puntas de arranque etc.

Por el hecho de tratarse de una alimentación de un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador, y en consecuencia la máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de la instalación será (ITC-BT-19):

- Cargas de alumbrado: 4,5 %
- Cargas de fuerza: 6,5 %

La tabla de resultados muestra para cada salida del cuadro, una descripción del mismo, el código asignado y la composición de dicho circuito (el número de fases y si/no se distribuye el neutro y el conductor de protección PE). También se indican los calibres de cada una de las protecciones y la necesidad de diferencial, así como su sensibilidad.

En relación a la protección diferencial, dado que se trata de una configuración tipo TN-S, solo será necesaria una protección diferencial en aquellos casos en los que la longitud del circuito sea tal que la intensidad de defecto fase tierra, esté bajo del umbral de disparo de la protección magnetotérmica.

En este caso, sería necesaria la protección diferencial, calibrada a la intensidad.

De todas formas, por motivos de seguridad, dado que, un mal conexionado en la fase de montaje, puede originar una impedancia extra a la de la propia línea, que haga disminuir la intensidad de defecto a tierra en el sistema TN-S y que por tanto de lugar a tensiones de contacto peligrosas, se definen protecciones diferenciales para todos los circuitos. Esto se ha venido realizando de esta forma en instalaciones similares.

Aun así, dado que en el caso de darse una falta entre fase y tierra, el disparo debiera ser de la protección magnética y no de la térmica ni del diferencial; se calcula la sección mínima del conductor de fase en función del calibre de la protección magnetotérmica y la distancia del circuito correspondiente.

De esta forma, la impedancia de línea tendrá un valor máximo que procure el disparo de la protección magnética, incluso ante un cortocircuito mínimo (en el punto final de la línea, junto a la carga que alimenta).

Las tablas, por tanto, muestran los datos y resultados del cálculo de las secciones de los cables en función del calentamiento y de la caída de tensión máximos permitidos, así como por intensidad de cortocircuito mínima.

Para la determinación del conductor de protección se seguirá la directriz marcada por la norma UNE HD 60364-5-54:2011. Esta norma marca mediante la siguiente tabla, la sección mínima a definir para este conductor de protección:

Tabla 54.3 – Sección mínima de los conductores de protección

Sección de los conductores de fase S mm^2	Sección mínima de los conductores de protección correspondientes mm^2	
	Si el conductor de protección es del mismo material que el conductor de fase	Si el conductor de protección no es del mismo material que el conductor de fase
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16^a	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S^a}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

donde

k_1 es el valor de k para el conductor de fase, derivado de la fórmula en anexo A o de la tabla 43A del Documento de Armonización HD 384.4.43 conforme con el material del conductor y su aislamiento;

k_2 es el valor de k del conductor de protección elegido según se especifica en las tablas A.54.2 a A.54.6.

^a Para el conductor PEN, la reducción de la sección se permite solamente de acuerdo con las reglas del dimensionamiento del conductor neutro (véase lo especificado en el Documento de Armonización HD 384.5.52).

Además, se debe comprobar que la sección al mismo tiempo sea mayor que la dada por la siguiente fórmula:

$$S \geq \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Siendo S la sección mínima del conductor de protección (PE)

- I la intensidad máxima de defecto
- T el tiempo de que tardaría en actuar la protección
- K valor característico en función del material y la configuración del conductor de protección:
- Dado que el material considerado siempre será cobre y que el aislamiento será tipo XLPE, este valor "k" solo tendrá dos valores posibles:

§ Caso de tratarse de conductor de protección en cable multipolar $k = 143$

§ Caso de tratarse de conductor de protección en cable unipolar independiente del circuito que acompaña $k = 176$

2.2. CRITERIOS DE CÁLCULO DE LAS LÍNEAS

Generalidades

Los cálculos de secciones comprenden desde bornas de Baja Tensión de Transformadores de potencia, hasta el último punto de consumo.

El circuito correspondiente a la alimentación desde el secundario del transformador de auxiliares, hasta el cuadro general de baja tensión (servicios auxiliares) ya fue calculado en el anejo 2, siendo su configuración de $3 \times (4 \times (1 \times 240 \text{ mm}^2)) + 4 \times (1 \times 120 \text{ mm}^2)$ Cu XLPE 0,6/1kV en la salida de los dos transformadores en CT de la estación de Bentaberri, Concha y Easo.

En el anejo 2 también se justifica la selección del circuito desde el secundario del transformador de auxiliares, hasta el cuadro general de baja tensión (servicios auxiliares). Este circuito se definió como sigue: $3 \times [4 \times (1 \times 120 \text{ mm}^2) + 4 \times (1 \times 70 \text{ mm}^2)]$ Cu XLPE 0,6/1kV

La red general de distribución de fuerza será trifásica, con neutro, con tensiones de servicio de 400/230 V.

La red de distribución de fuerza auxiliar (tomas de corriente) y alumbrado, será, dependiendo de los casos, trifásica 400/230 V o monofásica 230 V.

Los cálculos se han realizado según:

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.
- Normativa UNE o CEI en aquellos aspectos no cubiertos por el Reglamento.
- Normativa VDE para cálculos de cortocircuito.

La elección de la sección de los cables se ha realizado de la siguiente forma:

- a) Por intensidad térmica.
- b) Por caída de tensión.
- c) Por intensidad de cortocircuito, incluyendo el análisis del cortocircuito mínimo.

Sección de cable por intensidad térmica

A efectos de cálculo de secciones de cables, se ha considerado una temperatura ambiental de 40 °C, a excepción de cables entubados y envueltos en dado de hormigón por túneles que se ha considerado de 25 °C.

El factor de corrección de intensidad k por agrupamiento de cables en bandejas, y conducciones entubadas empotradas en hormigón por túnel, se ha considerado de 0,7.

Para el cálculo de las distintas intensidades de corriente y para distintos receptores se han utilizado las siguientes fórmulas:

$$I = \frac{P}{1,73 \cdot U_c \cdot \cos \phi} \quad (1)$$

$$I = \frac{P}{U_s \cdot \cos \phi} \quad (2)$$

Siendo:

- I = Intensidad en amperios
- P = Potencia activa en vatios
- U_c = Tensión compuesta
- U_s = Tensión simple
- $\cos \phi$ = Factor potencia

Las fórmulas anteriores se utilizarán para:

- 1) Fuerza distribución trifásica 400 V
- 2) Fuerza distribución monofásica 230 V

Todos los valores de intensidad I , estarán afectados por el coeficiente de corrección $k = 0,7$ por agrupamiento en las conducciones.

Los valores de intensidad, una vez aplicado el coeficiente de corrección, no serán inferiores, para la elección de la sección del cable, a los indicados en las tablas A.3.1 y A.3.2 de la Norma UNE 211.435.

Sección de cable por caída de tensión

De acuerdo con el REBT, las caídas de tensión máximas previstas, tal y como se ha citado, entre bornas de secundario transformadores de potencia y último receptor, son las siguientes:

- 6,5% para circuitos de fuerza
- 4,5% para circuitos de alumbrado

Para el cálculo de la caída de tensión (c.d.t.) en líneas en que la reactancia X del cable es despreciable respecto a la resistencia R , generalmente en cargas

monofásicas y trifásicas de fuerza auxiliar y alumbrado, las fórmulas a utilizar serán las siguientes:

Para sistemas trifásicos:

$$s = \frac{P' L' 100}{56' U_c' U_c' S} \times \text{c.d.t. en \%}$$

Para sistema monofásico:

$$s = \frac{2' P' L' 100}{56' U_s' U_s' S} \times \text{en \%}$$

Siendo:

- s = c.d.t. en %
- P = Potencia activa en watios
- L = Longitud en m
- U_c = Tensión compuesta en voltios
- U_s = Tensión simple en voltios
- S = Sección del cable en mm² de cobre

Para el cálculo de la caída de tensión en líneas en que la X del cable no es despreciable respecto a R, generalmente para receptores de gran consumo, se utilizará la siguiente fórmula:

$$DU = 1,73 \times L \times I (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Siendo:

- DU = c.d.t. en voltios
- L = Longitud en km
- I = Intensidad en amperios
- R = Resistencia del cable en Ω/km
- X = Reactancia del cable en Ω/km
- Cos φ = factor de potencia

De donde X, se considera para 3 cables en triángulo y en contacto mutuo.

$X = 2 \pi f L$, siendo f = frecuencia red 50 Hz y L inductancia del cable

$$L = \frac{2 \pi}{c} \left(0,05 + 0,46 \log \frac{2' f_{ext} \cdot \frac{\rho}{\sigma}}{f_{int} \cdot \frac{\rho}{\sigma}} \right) \times 10^{-3} \text{ henrios/m}$$

Para el cálculo de la c.d.t. y para estas secciones, se han seguido los coeficientes K1, indicados en el catálogo de Prysmian, que en la práctica coinciden en el desarrollo de las fórmulas indicadas anteriormente y de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$DU = K1 \times L \text{ (km)} \times I$$

Sección de cable por intensidad de cortocircuito, incluyendo el análisis del cortocircuito mínimo

Sección de cable por intensidad de cortocircuito

Para el cálculo de la sección, se ha seguido el criterio de la Norma UNE 211003-1, en la que el valor máximo de la temperatura alcanzado en el conductor de un cable durante el cortocircuito, y de duración no superior a 5 s, en contacto con un aislamiento XLPE, será de 250 °C y la fórmula aplicada es $I^2 \times t = 20.449 \times S^2$ para un cable de cobre y $I^2 \times t = 8.836 \times S^2$ para un cable de aluminio, siendo:

- I = Intensidad de cortocircuito (Icc)
- T = Duración del cortocircuito
- S = Sección del cable en mm²

Las Icc serán las indicadas en el apartado correspondiente de este anejo. Los tiempos de duración serán los de corte de los interruptores de protección en los cuadros de distribución, que corresponde a ≤ 30 m/s para interruptores generales protección secundario transformadores y ≤ 60 m/s para interruptores protección salidas a receptores.

Sección del conductor por intensidad de cortocircuito mínima

En relación al cálculo de la sección de cada circuito en base asegurar una mínima intensidad de falta (fase – tierra) que asegure el disparo de la protección magnética correspondiente, el cálculo ha considerado lo siguiente:

- Calibre de la protección del circuito
- Curva de disparo de la citada protección. Caso de que esta curva sea ajustable, se parte del hecho de que la sección de dicho circuito no se verá afectada por este concepto del cortocircuito mínimo, dado que la curva por disparo magnético podría ajustarse al valor requerido que asegure el disparo magnético. En este caso la sección del conductor vendrá determinada por el resto de criterios ya mencionados.
- Longitud del circuito

Con estos datos y partiendo de las curvas de disparo tipo siguiente, normalizadas por la norma UNE-EN 60898 y UNE-EN 60947-2:

- Curva B; con umbral de disparo magnético a partir de 5 veces la intensidad del calibre de la protección.
- Curva C; con umbral de disparo magnético a partir de 10 veces la intensidad del calibre de la protección.
- Curva D; con umbral de disparo magnético a partir de 14 veces la intensidad del calibre de la protección.
- Curva MA; con umbral de disparo magnético a partir de 12 veces la intensidad del calibre de la protección.

Se calcula, para la sección de conductor elegida bajo los criterios a, b y c1, la intensidad de cortocircuito mínimo (al final del circuito) mediante la fórmula siguiente:

$$I_{CC_{min}} = 0,8 \times 230 / (2 \times Z_{CableFase} + Z_{cc})$$

Siendo:

- $Z_{cableFase}$ la impedancia de un único conductor (el de fase) de tal forma que se multiplica por dos para obtener la impedancia del circuito de "ida" y el de "retorno" de la corriente de falta y
- Z_{cc} la impedancia acumulada entre la salida del secundario de los transformadores del centro de transformación y el embarrado del que cuelga la protección del circuito en análisis.

Caso de que esta intensidad, no supere el umbral de disparo, que a su vez se maximiza en un 10%, se considera un salto aumentando de sección del conductor a la siguiente normalizada. De esta forma se itera hasta conseguir asegurar el disparo por protección magnética del circuito correspondiente.

2.3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LAS LÍNEAS

En las hojas adjuntas se indica el cálculo de las secciones de cables, y que, siguiendo el mismo criterio, se han aplicado para todos los circuitos que se indican en los listados completos de cables, que se adjuntan en el Proyecto.

Los cálculos se representan de forma tabulada. A continuación, se presenta una explicación de cada celda:

- Nº: número de circuito
- Descripción circuito: Denominación de la carga que alimenta cada circuito.

- Tensión: nivel de tensión compuesta en caso de circuito trifásico o tensión monofásica.
- Potencia: en general potencia activa. Algunas cargas singulares se representan con su potencia aparente. En batería de condensadores se muestra su potencia reactiva.
- Factor de potencia: es el $\cos \varphi$. En general:
 - § para alumbrados, por su alto factor, $\cos \varphi = 0,95$
 - § para motores, $\cos \varphi = 0,85$
 - § resto de cargas, $\cos \varphi = 0,8$
- Intensidad de cálculo:
 - § En circuitos monofásicos es el resultado de dividir la potencia activa entre el $\cos \varphi$ y entre la tensión monofásica (230 V)
 - § En circuitos trifásicos es el resultado de dividir la potencia activa entre raíz de 3 (1,73) y entre la tensión compuesta de 400 V.
- Intensidad de calentamiento: en general, independientemente de la disposición de cada tendido se aplica un único coeficiente. Se trata de un coeficiente de 0,7, por lo que la intensidad de cálculo se divide por 0,7 en todos los casos. Para el caso de la batería de condensadores, lo que se aplica es un coeficiente sobre la I_n (intensidad de cálculo) de 1,8 que multiplica a dicha intensidad para seguir reglamento. Esta intensidad se utiliza únicamente para la estimación del cable necesario, pero no será la intensidad nominal que vaya a circular por dicho cable.
- Tipo:
 - § II: circuito monofásico
 - § IV: circuito trifásico
- Tipo (s/UNE): aislamiento de cada conductor. Para determinar tipo de cable se recomienda revisar el P.P.T.P.
- Nº cables/fase: el número de conductores existentes por cada fase.
- Dimensionado del cable: donde se representa el número de conductores por fase, neutro y tierra según corresponda.
- Long. (m): longitud en metros de cada circuito.
- Calibre aprox. Se trata de una cifra en torno a la cual se encontrará el calibre de cada protección. El calibre de cada protección estará siempre

entre la intensidad admisible (se explica más adelante) y la intensidad de cálculo ya mencionada. Este calibre aproximado se obtiene de sumar a la intensidad de cálculo la mitad de la diferencia entre la intensidad admisible y la citada intensidad de cálculo.

- Intensidad admisible: se trata del valor que da el fabricante de la corriente admisible que tiene cada cable en función de su aislamiento, tipo de conductor y sección del mismo. Se trata de la intensidad admisible de un conductor.
- Intensidad admisible nominal: se trata de la intensidad admisible nominal por fase. Coincide con el valor anterior, caso de tratarse de un conductor por fase.
- Factor de corrección: como ya se ha citado se supone 0,7 para todos los circuitos excepto para el de conexión de la batería de condensadores.
- Intensidad admisible > intensidad de calentamiento: debe cumplirse esta condición para todos los casos.
- Intensidad de cortocircuito: la calculada en este anejo para las protecciones de acometida a embarrado de C.G.B.T y para consumos importantes. Para consumos menores (menores calibres) se considera según curva de protección "C" salto de la protección en la zona magnética considerando 20 veces la intensidad nominal con disparo al de 10 ms.
- Caída de tensión: para cada circuito y la acumulada considerando para alumbrados un límite de un 4,5 % y para resto de cargas no mayor del 6,5%.
- Comprobación para el arranque de los motores: solo se considera para cargas importantes, como son los motores de las ventilaciones de emergencia. El $\cos \varphi$ en el arranque se supone de 0,35 para el cálculo de la caída de tensión. En los arranques la caída de tensión no debe superar el 10%.

En el arranque de motores dado que son de potencia menor de 1 kW, se considera arranque directo, - permitido por el REBT - de su motor trifásico, con una intensidad de arranque de 8 veces la nominal.

A continuación, se muestran los cálculos específicos, por cada una de las instalaciones implicadas.

3. INSTALACIONES DE BT DE LA ESTACIÓN DE LUGARITZ

La modificación de las instalaciones eléctricas de Lugaritz conllevará la modificación de los siguientes cuadros eléctricos:

- Cuadro General de Baja Tensión
- Cuadro Auxiliar CA-1
- Cuadro General de Control CGC
- Cuadro de SAI de Instalaciones

4. INSTALACIONES DE BT DE LA SALIDA DE EMERGENCIA DE AVENIDA ZARAUTZ

Por este orden se acompañan los cálculos de baja tensión para cada uno de los cuadros definidos:

- Cuadro de Salida Secundario de Trafo
- Cuadro General de Baja Tensión
- Cuadro Auxiliar CA-1
- Cuadro General de Control CGC

5. INSTALACIONES DE BT DE LA ESTACIÓN DE BENTABERRI

Por este orden se acompañan los cálculos de baja tensión para cada uno de los cuadros definidos:

- Cuadro de Salida Secundario de Trafos
- Cuadro General de Baja Tensión
- Cuadro Auxiliar CA-1
- Cuadro Auxiliar CA-2
- Cuadro General de Servicios Esenciales (SAI)
- Cuadro General de Servicios Esenciales (SAI) – CA-2
- Cuadro General de Control CGC
- Cuadro de Fuerza y Alumbrado del Cuarto de Comunicaciones y Señalización
- Cuadro de SAI del Cuarto de Comunicaciones y Señalización
- Cuadro General Cuarto Técnico de Red
- Cuadro Auxiliar del Cuarto de Jefe de Estación y Aseos
- Cuadro General Fuerza y Alumbrado Cuarto Auxiliar de Comunicaciones
- Cuadro E.B.A

Proyecto Instalaciones Eléctricas y Equipos Variante del Topo - Estación de Bentaberri																																																
CIRCUITO										CABLE										INTENSIDAD TERMICA ADMISIBLE					I. CORTOCIRCUITO Fase (Icc.Min / Icc.Max)					CAIDA DE TENSION			COMPROBACION PARA LOS ARRANQUES EN MOTORES															
Nº	Descripción Circuito.	Tensión (V)	Potencia (kW)	Potencia equipo (kW)	Factor Potencia	Intensidad Cálculo (A)	Intensidad por calentamiento (A)	Tipo	Tipo (s/ UNE)	Nº cables/fase	Dimensionado de Cable			Long. (m)	Calib. e	Curva	F. S. circulo	F. S. total	Intensidad Admisible (A) nominal (al aire)	Intensidad Adm (A) nominal (al aire)	Factores Corrección	Intensidad Adm cable	Int. Adm. > Int. Y	Zcc	Icc (kA)	Roirc.	Xoirc	Zoirc.	Iccf (kA) Min.	Iccf/Min Disparo (kA)	Iccm/In	Confirm. Icc/Min	t (Seg.)	S.min (mm2)	Confirm. S válida por c.c.	Factor K	C.T. (V)	%	% Acum.	Variador Arrancador	R (ohm/Km)	X (ohm/Km)	I. arranque	cos. fi. Arranque	Caída de tensión	%		
A16 CUADRO GENERAL JEFE DE ESTACION -EE-																																																
FA156	Entrada a Cuadro General Jefe de Estación -EE-	400	7,10	7,10	0,85	12,06	15,08	IV	XLPE 0,6/1 kV	1	(3 x 6) mm2 Cu	+ 6	6	10	40		1	1	45	45	0,8	SI		0,086	5,54	0,033	0	0,033						0,03	0,21	SI	5,59	0,7	0,17%	4,07%								
FA531	Tomas de Corriente T4 en Cuarto Jefe de Estación -EE-	230	1,20	1,20	0,80	6,52	9,31	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	16		1	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	2	0,86%	4,93%								
AE532	Alumbrado Cuarto Jefe de estación	230	0,39	0,39	0,95	1,79	2,56	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	10		1	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	0,5	0,23%	4,30%								
AE533	Alimentación Kits autónomos alumbr. cuarto Jefe de Estación	230	0,20	0,20	0,85	1,02	1,46	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	10		1	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	0,3	0,13%	4,20%								
AE534	Alumbrado Aseos y alim. Extractor	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,93	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	10		1	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	0,6	0,27%	4,34%								
AE535	Alimentación Kits autónomos alumbr aseos	230	0,20	0,20	0,85	1,02	1,46	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	10		1	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	0,3	0,13%	4,20%								
FA536	Reserva	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,93	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	10		1	1	26	26	0,7	SI			1,15	0,08	0	0,08						0,03	0,04	SI	15,07	0,3	0,13%	4,20%								
FA537	Reserva	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,93	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	10		1	1	26	26	0,7	SI			1,15	0,08	0	0,08						0,03	0,04	SI	15,07	0,3	0,13%	4,20%								
A19 CUADRO GENERAL F/A Cuarto Auxiliar de Comunicaciones																																																
FA155	Entrada a Cuadro General de Comunicaciones	400	5,00	5,00	0,85	8,49	10,61	IV	XLPE 0,6/1 kV	1	(3 x 6) mm2 Cu	+ 6	6	10	40		1	1	45	45	0,8	SI		0,086	5,54	0,033	0	0,033						0,03	0,21	SI	5,59	0,5	0,12%	2,74%								
FA571	Tomas de Corriente T4 en Cuarto Aux. Comunicaciones	230	0,72	1,20	0,80	3,91	5,59	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	16		0,6	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	1,2	0,51%	3,25%								
FA572	Tomas de Corriente T4 en Cuarto Aux. Comunicaciones	230	0,72	1,20	0,80	3,91	5,59	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	16		0,6	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	1,2	0,51%	3,25%								
FA573	Alimentación Aire Acondicionado	400	1,32	1,32	0,80	2,38	3,40	IV	XLPE 0,6/1 kV	1	(3 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	16		1	1	26	26	0,7	SI			1,15	0,16	0	0,16						0,03	0,04	SI	13,1	0,6	0,16%	2,90%								
FA574	Alumbrado Normal Cuarto Aux. Comunicaciones	230	0,39	0,39	0,95	1,79	2,56	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	10		1	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	0,5	0,23%	2,97%								
FA575	Alimentación Kits autónomos alumbr ASD4	230	0,20	0,20	0,85	1,02	1,46	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	10		1	1	26	26	0,7	SI			0,58	0,16	0	0,16						0,03	0,02	SI	15,07	0,3	0,13%	2,87%								
FA576	Reserva	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,93	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 2,5) mm2 Cu	+ 2,5	2,5	20	16		1	1	26	26	0,7	SI			1,15	0,08	0	0,08						0,03	0,04	SI	15,07	0,3	0,13%	2,87%								
A21 CUADRO TICKETING TESTERO CA-1																																																
FS430	Entrada a Cuadro Ticketing CA-1 desde salida CA-1	230	2,00	2,00	0,85	10,23	12,79	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 6) mm2 Cu	+ 6	6	20	16	C	1	1	45	45	0,8	SI		0,086	7,61	0,066	0	0,066	1,113	0,176	6,324	SI	0,03	0,29	SI	6,43	1,3	0,57%	1,48%									
FS431-1	Alimentación Expendidora 1	230	0,50	0,50	0,85	2,56	3,20	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,9	1,27%	3,61%									
FS431-2	Alimentación Expendidora 2	230	0,50	0,50	0,85	2,56	3,20	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,9	1,27%	3,61%									
FS431-3	Alimentación Expendidora 3	230	0,50	0,50	0,85	2,56	3,20	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,9	1,27%	3,61%									
FS431-4	Reserva Expendidora	230	0,50	0,50	0,85	2,56	3,20	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,9	1,27%	3,61%									
FS435	Entrada a Cuadro Ticketing CA-1 desde Cuadro SAI CA-1	230	2,00	2,00	0,85	10,23	12,79	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 10) mm2 Cu	+ 10	10	20	16	C	1	1	62	62	0,8	SI			7,61	0,038	0	0,038	1,682	0,176	9,557	SI	0,03	0,29	SI	3,84	0,8	0,34%	1,25%									
FS436	Alimentación Control Cuadro Ticketing CA-1	230	0,20	0,40	0,85	1,02	1,28	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	1,2	0,50%	2,84%									
FS437-1	Alimentación Validadora 1	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,56	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,3	1,01%	3,35%									
FS437-2	Alimentación Validadora 2	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,56	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,3	1,01%	3,35%									
FS437-3	Alimentación Validadora 3	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,56	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,3	1,01%	3,35%									
FS437-4	Alimentación Validadora 4	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,56	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,3	1,01%	3,35%									
FS437-7	Reserva Validadora	230	0,40	0,40	0,85	2,05	2,56	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 4) mm2 Cu	+ 4	4	120	10	C	1	1	35	35	0,8	SI			7,61	0,594	0,001	0,594	0,151	0,11	1,373	SI	0,03	0,29	SI	9,46	2,3	1,01%	3,35%									
A22 CUADRO TICKETING TESTERO CA-2																																																
FS408	Entrada a Cuadro Ticketing CA-2 desde salida CA-2	230	2,00	2,00	0,85	10,23	12,79	II	XLPE 0,6/1 kV	1	(2 x 6) mm2 Cu	+ 6	6	20	16	C	1	1	45	45	0,8	SI		0,086	7,61	0,066	0	0,066	1,113	0,176	6,324	SI	0,03	0,29	SI	6,43	1,3	0,57%	1,48%									
FS481-1	Alimentación Expendidora 1	230	0,50																																													

6. INSTALACIONES DE BT DE LA SALIDA DE EMERGENCIA DE PÍO BAROJA

Por este orden se acompañan los cálculos de baja tensión para cada uno de los cuadros definidos:

- Cuadro de Salida Secundario de Trafo
- Cuadro General de Baja Tensión
- Cuadro Auxiliar CA-1
- Cuadro General de Control CGC

7. INSTALACIONES DE BT DE LA ESTACIÓN DE CONCHA

Por este orden se acompañan los cálculos de baja tensión para cada uno de los cuadros definidos:

- Cuadro de Salida Secundario de Trafos
- Cuadro General de Baja Tensión
- Cuadro Auxiliar CA-1
- Cuadro Auxiliar CA-2
- Cuadro General de Servicios Esenciales (SAI)
- Cuadro General de Servicios Esenciales (SAI) – CA-2
- Cuadro General de Control CGC
- Cuadro de Fuerza y Alumbrado del Cuarto de Comunicaciones y Señalización
- Cuadro de SAI del Cuarto de Comunicaciones y Señalización
- Cuadro Auxiliar del Cuarto de Jefe de Estación y Aseos
- Cuadro General Fuerza y Alumbrado Cuarto Auxiliar de Comunicaciones
- Cuadro E.B.A.

8. INSTALACIONES DE BT DE LA ESTACIÓN DE EASO

Por este orden se acompañan los cálculos de baja tensión para cada uno de los cuadros definidos:

- Cuadro de Salida Secundario de Trafos
- Cuadro General de Baja Tensión
- Cuadro Auxiliar CA-1
- Cuadro Auxiliar CA-2
- Cuadro General de Servicios Esenciales (SAI)
- Cuadro General de Servicios Esenciales (SAI) – CA-2
- Cuadro General de Control CGC
- Cuadro de Fuerza y Alumbrado del Cuarto de Comunicaciones y Señalización
- Cuadro de SAI del Cuarto de Comunicaciones y Señalización
- Cuadro General Cuarto Técnico de Red
- Cuadro Auxiliar del Cuarto de Jefe de Estación y Aseos
- Cuadro General Fuerza y Alumbrado Cuarto Auxiliar de Comunicaciones
- Cuadro E.B.A

9. DIMENSIONADO DE CONDUCCIONES

Bandejas de cables

Teniendo en cuenta que los cables no deben ocupar más del 40% de la sección recta de la bandeja, la sección S_g necesaria de la misma en mm^2 nos vendrá dada por:

$$S_g = R (\sum n \times S_c) \quad (\sum = \text{Sumatorio})$$

siendo:

R = Coeficiente de reserva previsto = 2,5

n = Nº de conductores

S_c = Sección en mm^2 de dichos conductores

Tubos conduit

El dimensionamiento de tubos estará de acuerdo con R.E.B.T., concretamente la ITC-BT-21.

La sección del tubo será como mínimo superior a 3 veces la sección total de los cables alojados en dicho tubo.