

ANEJO 16:
RED ELÉCTRICA Y ALUMBRADO

ÍNDICE

1	Objeto.....	5
2	Consideraciones generales.....	5
3	Red eléctrica. Baja Tensión	6
3.1	Suministro directo a las embarcaciones	6
3.2	Suministro a las edificaciones	7
3.3	Suministro para la iluminación.....	7
3.4	Potencia requerida	8
3.5	Intensidad de la red de distribución y sección nominal.....	8
3.6	Canalizaciones	9
4	Centro de transformación	10

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 16.1. Triángulo de potencias. 8

Ilustración 16.2. Sección nominal de los cables enterrados para una determinada intensidad. . 9

Ilustración 16.3. Distribución tipo PFU de Ormazabal. 10

ÍNDICE TABLAS

Tabla 16.1. Potencias nominal y real por esloras..... 6

Tabla 16.2. Potencia real de las embarcaciones. 7

Tabla 16.3. Potencia de las edificaciones..... 7

Tabla 16.4. Potencia para el suministro de iluminación. 8

1 OBJETO

El objeto del presente documento es el de dimensionar toda la red eléctrica necesaria en para dar servicio a todas las embarcaciones y los edificios que se proyectan. Además, en este anejo se detallará el alumbrado que se dispondrá alrededor de toda la dársena del puerto de El Perelló, así como la reposición del alumbrado que se necesita en el exterior.

Debido a que la instalación existente es muy antigua, va a ser necesario la instalación de un centro de transformación del puerto para realizar el cambio de la línea de Alta Tensión a la Línea de Baja Tensión.

Para el dimensionamiento se tomarán todas las consideraciones que se establece en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), así como documentación tipo que tiene Iberdrola para el diseño de un centro de transformación.

2 CONSIDERACIONES GENERALES

Según se establece en el ITC-BT-42, las instalaciones eléctricas de puertos y barcos de recreo deben de estar dispuestas de manera que ninguna persona pueda estar expuesta a peligros. Con carácter general, la tensión asignada de las instalaciones que alimentan a los barcos de recreo no debe ser superior a 230 V.

Los equipos eléctricos deberán poseer al menos, el grado de protección IPX6, según UNE 20.324, salvo si están encerrados en un armario que tenga este grado de protección y no pueda abrirse sin el empleo de herramientas específicas.

En los puertos y marinas deben utilizarse alguna de las canalizaciones siguientes:

- Cables con conductores de cobre con aislamiento y cubierta dentro de:
 - Conductos flexibles no metálicos
 - Conductos no metálicos rígidos de resistencia elevada
 - Conductos galvanizados de resistencia media o elevada
- Cables con aislamiento mineral y cubiertas de protección en PVC
- Cables con armadura y cubierta de material termoplástico o elastómero

Los cuadros de distribución de los puertos y marinas estarán situados lo más cerca posible de los amarres a alimentar y estarán colocados a 1 metro por encima de la acera o, si se toman las medidas correspondientes, a 0,3 metros respecto el nivel de la acera.

Como norma general, las bases de las tomas de corriente deberán de ser uno de los tipos establecidos en la norma UNE-EN 60309, con las siguientes características:

- Tensión asignada: 230 V
- Intensidad asignada: 16 A
- Número de polos: 2 y toma tierra
- Grado de protección IP X6 (Protección contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa)

Y, por último, el dispositivo de conexión a los barcos de recreo estará compuesto por:

- Una clavija con contacto unido al conductor de protección.

- Un cable flexible tipo H07RN-F, unido de manera estable al barco de recreo mediante un conector.

La longitud de los cables de conexión a las embarcaciones no debe ser superior a 25 metro, ni debe tener ninguna conexión intermedia o empalme.

3 RED ELÉCTRICA. BAJA TENSIÓN

Para determinar la carga máxima que necesita asumir nuestra red de baja tensión que se va a instalar en el puerto, necesitamos conocer la potencia que van a necesitar el conjunto de todas las embarcaciones, además, de las cargas que necesitan asumir las edificaciones y la luminaria que se dispondrá en el puerto. Para determinar la previsión de cargas de nuestra red, utilizaremos lo establecido en la *ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)*, además del documento *Puertos Deportivos: Servicios e Instalaciones* realizado por Almazán J.L, Palomino M. C. y Espinosa J. en enero del 2000.

3.1 SUMINISTRO DIRECTO A LAS EMBARCACIONES

En los puertos deportivos la tasa de consumo es muy variable, ya que la demanda eléctrica de las embarcaciones varía de forma exponencial a medida que aumentamos la eslora y, además, durante la época estival se produce unas puntas en el consumo. El consumo medio real del suministro de la red eléctrica se obtiene aplicando dos factores de simultaneidad: F_u , es el factor que tiene en cuenta el uso simultáneo de diferentes equipos eléctricos en una misma embarcación, y F_c , que representa el porcentaje de embarcaciones que se encuentran en el puerto haciendo uso de la red eléctrica. Según estableció Almazán J.L, Palomino M. C. y Espinosa J. (enero 2000) en el documento *Puertos Deportivos: Servicios e Instalaciones*, estos coeficientes son de 0,3 para el factor F_u y de 0,2 para el factor F_c .

Se considerará que el porcentaje de embarcaciones que van a estar haciendo uso de la red al mismo tiempo es del 30%, por lo tanto, según a la tabla de potencias nominales que se refleja en el documento de los anteriores autores tenemos la siguiente potencia real de cada embarcación en función de la eslora que tenga:

Tabla 16.1. Potencias nominal y real por esloras

TIPO DE EMBARCACIÓN (eslora)	POTENCIA NOMINAL (Kw)	F_u	F_c	POTENCIA REAL (kW)	INTENSIDAD DISPONIBLE (A)
> 8 m	3	0,3	0,3	0,27	16
8 - 12 m	7	0,3	0,3	0,63	32
12 - 16 m	10	0,3	0,3	0,9	32
16 - 22 m	15	0,3	0,3	1,35	60
> 22 m	20	0,3	0,3	1,8	60 - 120

Por lo tanto, para nuestra instalación eléctrica en la dársena de El Perelló tenemos el siguiente consumo de potencia para cada uno de los pantalanes:

Tabla 16.2. Potencia real de cada pantalán.

Pantalán	Unidades por eslora (m)						Embarcaciones por pantalán	Potencia Real por pantalán (kW)
	5	6	8	10	12	14		
P_CN1	-	-	-	-	12	6	18	16,2
P_CN2	-	-	-	13	12	-	25	18,99
P_CN3	-	-	-	18	-	-	18	11,34
P_CN4	-	-	9	7	-	-	16	10,08
P_CN5	-	-	18	-	-	-	18	11,34
P_CN6	-	-	18	-	-	-	18	11,34
P_CN7	-	-	18	-	-	-	18	11,34
P_CN8	-	11	11	-	-	-	22	9,9
P_CN9	-	24	-	-	-	-	24	6,48
P_CN10	-	24	-	-	-	-	24	6,48
P_CN11	14	12	-	-	-	-	26	7,02
P_CN12	28	-	-	-	-	-	28	7,56
TOTAL								128,07

3.2 SUMINISTRO A LAS EDIFICACIONES

Según se establece en el *ITC-BT-10: Previsión de cargas para suministros en baja tensión*, la carga total destinada a los edificios comerciales o de oficinas se calcula considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta. Por otro lado, considera que la carga total destinada a los edificios industriales es como mínimo 125W por metro cuadrado y planta.

Por lo tanto, para el cálculo de la potencia total necesaria en nuestro puerto para dar suministro eléctrico a las edificaciones se supondrá que de 150W por metro cuadrado y planta para el edificio del Club Náutico y de 100W para el edificio de vigilancia. Se considera para estos edificios un coeficiente de simultaneidad de 1. Por lo tanto, tenemos la siguiente potencia:

Tabla 16.3. Potencia de las edificaciones.

Edificio	Potencia (W)	Área (m ²)	Plantas	Potencia (kW)
Club Náutico	150	340	1	51
Vigilancia	100	66	1	6,6
TOTAL				57,6

3.3 SUMINISTRO PARA LA ILUMINACIÓN

Respecto a la iluminación interior que se va a disponer en el puerto vamos a tener los siguientes elementos:

- Torretas. Incorporan una luminaria en la parte superior. Requieren de una potencia de 9W cada una de ellas.
- Luminaria vertical que requiere de 250W cada una.

El coeficiente de simultaneidad es de 1 para la luminaria que se va a colocar. Por lo tanto, la potencia necesaria para dar suministro a las torretas y a las luminarias verticales es de:

Tabla 16.4. Potencia para el alumbrado.

Tipo	Potencia (W)	Unidades	Potencia requerida (kW)
Torreta	9	69	0,621
Farola	250	10	2,5
TOTAL			3,121

3.4 POTENCIA REQUERIDA

La potencia total que se requiere para realizar nuestra instalación portuaria es la suma de cada una de las potencias establecidas en los apartados anteriores. Por lo tanto, tenemos:

$$P_T = P_{embarcaciones} + P_{edificaciones} + P_{luminaria} = 128,07 + 57,6 + 3,121 = \mathbf{188,79 \text{ kW}}$$

Según se establece en el Triángulo de Potencias, la potencia obtenida en la ecuación anterior es la Potencia Activa P , que se puede utilizar del sistema, que transforma la energía eléctrica en otro tipo de energía. Pero existe un porcentaje de la energía que no se puede transformar, es decir, es una energía perdida. A esta potencia perdida se le denomina Potencia Reactiva Q . Se va a asumir que las pérdidas en el sistema corresponden al 5%, esto significa que el factor de carga será igual a $\cos \varphi = 0,95$.

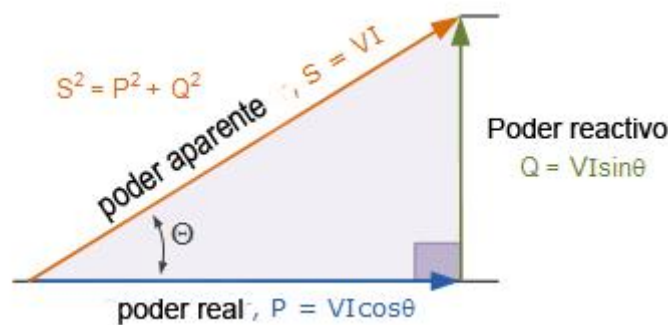


Ilustración 16.1. Triángulo de potencias.

Con todo lo mencionado anteriormente, la potencia aparente que debe asumir nuestro puerto es de:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{188,79}{0,95} = \mathbf{198,73 \text{ KVA}}$$

Y de la potencia reactiva:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \mathbf{62,1 \text{ KVar}}$$

3.5 INTENSIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y SECCIÓN NOMINAL

Una vez obtenida la potencia necesaria para suministrar la energía eléctrica de baja tensión por todo nuestro puerto, es necesario determinar la intensidad máxima admisible que va a tener nuestra red. El circuito de la red se realizará mediante una distribución trifásica, es decir, la tensión será de 400V y cuando lleguemos a cada una de las tomas, se realizará el cambio a una distribución monofásica en el interior de la torreta.

Para determinar la intensidad se empleará la siguiente ecuación:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{198,73 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 286,84 \text{ A}$$

La intensidad anterior corresponde a la intensidad de la red de distribución que sale del cuadro general. Habría que realizar un calculo de cada una de las líneas para determinar la intensidad que tenemos por cada una de ellas y realizar los unifilares que tendríamos en el puerto. Además, con la intensidad obtenida mediante la anterior ecuación, se puede obtener la sección nominal que podemos utilizar en nuestro puerto mediante la *tabla 4* de la ITC-BT 07.





Sección nominal mm²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	—	—	—
630	690	680	600	—	—	—

Ilustración 16.2. Sección nominal de los cables enterrados para una determinada intensidad.

Por lo tanto, en nuestro puerto se emplearán unos cables unipolares del material XLPE (Polietileno reticulado) con una sección nominal de 150 mm².

3.6 CANALIZACIONES

Tanto para la distribución de la red en baja tensión como la del alumbrado discurrirán por la misma zanja de 60 centímetros de ancho con una separación entre ellas de 10 centímetros. La profundidad de la zanja será hasta la cota -0,80 metros respecto el nivel de la acera.

El lecho de la zanja se colocará una capa de arena de 10 cm de espesor y se rellenará con una capa de 30 cm por encima del cable con tierra que no contenga áridos de más de 4 cm. Se colocará una hilada de ladrillos por toda la longitud de la canalización a modo de protección

mecánica de la instalación y, encima de esta hilada, una cita de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión.

4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Según lo establecido en el artículo 46 del Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre del 2000, *por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica*, las Compañías Distribuidoras de energía eléctrica no están obligados a suministrar en baja tensión si la potencia es superior a 50 kW, por lo que, es necesario de la instalación de un centro de transformación CT, para transformar la red eléctrica de media tensión a baja tensión.

Se empleará el Centro de Transformación Prefabricado **PFU4** de Ormazabal, que es un Centro de superficie de maniobra interior de 36 kV y con una potencia de 250 kVA con posibilidad de ampliarse hasta los 630 kVA.

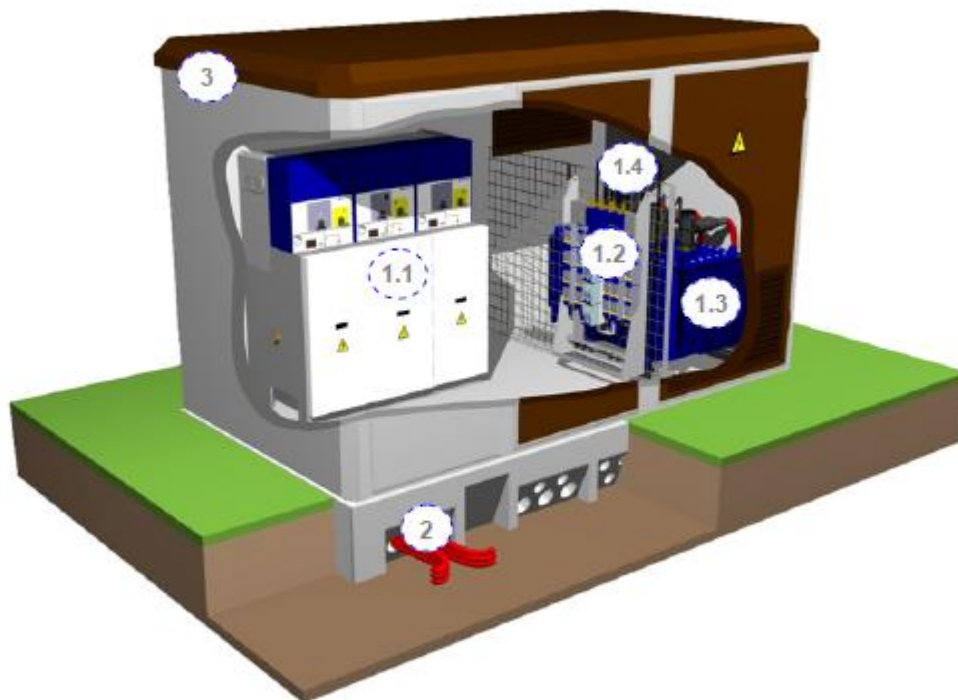


Ilustración 16.3. Distribución tipo PFU de Ormazabal.

La configuración de la línea estará formada por 3 celdas de media tensión, una protección con interruptor automático de vacío, un transformador y un cuadro de baja tensión. Las dimensiones que tendrá el PFU-4 son 3045x4460x2380 mm, altura, longitud y fondo respectivamente.

Tal y como se indica en los planos proporcionados por el fabricante, es necesario realiza una excavación de 5260 mm de anchura x 3180 mm de fondo x 560 mm de profundidad. Como el terreno será competente para que se coloque el Centro y no se produzcan asientos, se colocará una capa arena de nivelación de 10 cm de espesor.