



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Eléctrica

**Diseño de la instalación para el suministro
de energía eléctrica a una empresa del
sector metalúrgico**

Autor:

Castrillo de la Rubia, Jorge

Tutor:

Muñoz Cano, Manuel
Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Valladolid, Mayo 2016

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres por darme la oportunidad de estudiar una carrera y dejarme cumplir mi sueño de ser ingeniero. Gracias por enseñarme que con esfuerzo, educación y actitud, se puede llegar muy lejos. A mi hermano porque siempre me ha apoyado en todo, me ha intentado ayudar en la medida de lo posible y nunca ha dejado que me rindiera.

A los profesores que han colaborado en mi formación, pero en especial, a todo el departamento de ingeniería eléctrica por marcarme los pasos a seguir para comprender poco a poco este enorme mundo de la electricidad y todo lo que la rodea.

A todos los amigos de clase con los que las largas tardes de estudio se hacían más amenas, que hacían que madrugar no fuese tan duro porque si no era en la biblioteca, era volviendo a casa o sino en clase, siempre acabábamos riendo juntos y nos quitábamos toda esa presión que supone el curso. En especial, quiero acordarme de Javi, Raúl, Cristian, Isra, Fradejas y Alberto.

Quiero mencionar también aquí a todos esos compañeros de piso que empezaron siendo amigos y poco a poco se han convertido en una segunda familia. A todos esos amigos que siempre nos acompañan cuando estamos por ahí, con ellos todo es sencillo, le dan a Valladolid un significado diferente y me ponen una sonrisa en la cara cada vez que pienso en todo lo que hemos vivido.

No podría terminar estos agradecimientos sin acordarme de mi grupo de amigos de Aranda, los de toda la vida, que siempre hacen que la vuelta a casa sea especial, que con cada visita han conseguido que tomara fuerzas para volver al curso con las pilas cargadas de ganas de aprender y de seguir creciendo como persona. Gracias a los que están siempre ahí, para escuchar detrás de un café, cada una de las mil historias que me pasaban cuando estaba fuera y por escribir nuevas cuando estábamos juntos.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fin de grado es definir, justificar, calcular y documentar, la instalación eléctrica en baja tensión de una empresa dedicada a la obtención de Zinc mediante un proceso electrolítico.

La instalación se lleva a cabo en un edificio industrial de 100 m de ancho por 300 de largo. La alimentación se realiza a partir de un centro de transformación de abonado con dos transformadores de 1600 kVA, que alimentan siete salidas a 400 V con una previsión de cargas de unos 1,9 MW y unas baterías de 1427.38 kVAR para compensar el factor de potencia. Los dispositivos de protección de cada circuito están convenientemente coordinados, siendo selectivos con otros dispositivos generales que les preceden.

Todo el diseño realizado en base a las condiciones industriales y características técnicas requeridas para el proceso, cumpliendo la reglamentación y la normativa vigente.

PALABRAS CLAVE

Instalación eléctrica
Proyecto

Baja tensión
Metalurgia del Zinc

Energía

ABSTRACT

The objective of this final degree essay is to define, justify, calculate and document the electrical installation which is made in low voltage. The Company is dedicated to manufacturing Zinc through electrolytic process.

The installation is performed in an industrial building which is 100 meters of width and 300 of length. The supply is begun in one subscribed transformation center which has got two transformers of 1600 KVA each. They power seven outputs of 400 V and have 19 MW prevision of loads so they have a few batteries of 200 kVar to compensate the power factor. The electrical safeguards are coordinated and they will be selectives with other general devices which are installed before them.

All of design is based on the industrial conditions which our case requires. The project respects the standards and regulations which are required.

KEYWORDS

Electrical installation
Project

Low voltage
Metallurgy of Zinc

Energy

INDICE GENERAL:

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	11
MEMORIA DESCRIPTIVA.....	17
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	51
PLIEGO DE CONDICIONES.....	83
PRESUPUESTO:	157
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	165
BIBLIOGRAFÍA:.....	181
ÍNDICE DE PLANOS	185



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El zinc es un abundante elemento metal en la corteza terrestre, que ha sido históricamente muy utilizado y lo es en la actualidad, por sus buenas propiedades, como la dureza, puntos de ebullición y fusión elevados y buena conducción del calor y la electricidad. Aunque uno de sus principales usos es como aislante en las galvanizaciones metálicas, para lo que es necesario partir de zinc con altas concentraciones, una forma muy extendida de conseguir estas altas concentraciones es mediante un proceso de electrólisis como el que vamos a describir en el presente trabajo.

El objetivo de este trabajo fin de grado es planificar, describir, calcular y presupuestar, las instalaciones eléctricas de baja tensión de una industria dedicada a la obtención de zinc mediante un proceso de electrólisis.

El complejo se encuentra situado en la provincia de Asturias.

El edificio construido consta de una única planta de 100 m de ancho por 300 m de largo, con puertas de acceso situadas a lo largo del perímetro del edificio. Dispone además de un edificio anexo a una de las fachadas, donde se encuentra el centro de transformación y los servicios generales. También cuenta con comunicaciones por medio de ferrocarril con el exterior, así como por vía marítima, con la finalidad de recibir materiales y exportar productos.

En este proyecto solo trataremos la instalación eléctrica y alguna instalación complementaria. Enfocando el proyecto desde una visión general, uno de los aspectos prioritarios será el uso de normativa y reglamentos totalmente actualizados.

En nuestro proyecto, definiremos, calcularemos y diseñaremos la instalación eléctrica en baja tensión para el suministro de la energía eléctrica demandada por la empresa.

Primeramente, tendremos un centro de transformación de abonado, que será el encargado de reducir la tensión de distribución de la compañía eléctrica hasta la tensión necesaria para el funcionamiento de las instalaciones que componen la empresa.

El segundo lugar, pasaremos a la definición del cuadro general de baja tensión (C.G.B.T). Desde este cuadro se organizarán los cables de salida para alimentar las distintas instalaciones receptoras de la nave. Cada salida dispondrá de un dispositivo de mando y protección. Además, se cuenta con una instalación de compensación.

Las instalaciones aguas abajo de cada salida, se subdividirán de forma que las posibles perturbaciones originadas por averías en cualquier punto de su

recorrido, afecten solamente a ciertas partes de la instalación. Los dispositivos de protección de cada circuito estarán convenientemente coordinados, siendo selectivos con otros dispositivos generales que le precedan.

Para conseguir el mayor equilibrado posible de las cargas monofásicas, éstas se repartirán uniformemente entre las tres fases o conductores polares a lo largo de la instalación.

Desde el cuadro general de distribución (CGBT) partirán las salidas a para alimentar a los distintos cuadros eléctricos.

Por otra parte, se diseñará una red de tierras por todo el edificio que proteja, tanto las instalaciones receptoras como las personas que se encuentren en el edificio.

Finalmente se colocarán las luminarias, tomas de corriente, aparatos de otras instalaciones industriales, como las redes de telecomunicaciones, por todo el edificio, considerando las necesidades específicas de cada zona.

La potencia total instalada que se ha previsto es de 1903168 W, siendo la potencia total instalada de alumbrado de 49168 W, la potencia total de fuerza de 1854000 W. La potencia conjunta recomendada los transformadores para alimentar nuestra industria es de 3200 kVA.

El proyecto está estructurado en cinco partes principales, Memoria descriptiva, Cálculos justificativos, Pliego de condiciones, Presupuesto, Estudio de seguridad y salud y Bibliografía. Además, consta de un anexo, en el que se presentarán los planos.

En la Memoria se describe detalladamente la instalación sobre la que se ha trabajado. Primeramente conocemos el objeto del proyecto y así como su autor en los antecedentes. Para justificar todos los consumos posteriores y todos los diseños primeramente se detallará en qué consiste y como se consigue la producción de zinc electrolítico. Se diferenciarán las partes del proceso en recepción y almacenamiento, tostación, planta de ácido sulfúrico, lixiviación (neutra y ácida), purificación, electrólisis y, por último, fusión y colada. Se desarrollarán brevemente las ideas principales de cada parte para dar una idea general de los consumos de potencia que se pueden esperar en el resto del trabajo, quedando así justificados. A continuación, se presenta una descripción detallada de la instalación eléctrica especificando y explicando cómo se deben ejecutar las diferentes partes, acometida, instalación de enlace, esquemas de distribución, instalaciones interiores, prestaremos gran atención al diseño de las protecciones contra

sobreintensidades, sobretensiones, contactos directos e indirectos y presentaremos como se ha diseñado la puesta a tierra.

Seguidamente, se explican de forma concisa y clara como se han realizado los cálculos justificativos de cada embarrado basándose en la demanda de potencias y en las características de los emplazamientos. Todos los resultados se recogerán finalmente en una tabla resumen. En la que se indican, la denominación de cada cuadro acompañado de la potencia, la distancia de cálculo, la sección, las corrientes de cálculo y admisible en cada tramo, además de las caídas de tensión y el sistema de la instalación elegido. También se presenta, una tabla que ilustra el análisis de cortocircuito de cada cuadro, definiendo longitud, sección, corriente permanente en cortocircuito al inicio de la línea, poder de corte, corriente permanente de cortocircuito al final de la línea, tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una corriente de cortocircuito y finalmente las curvas válidas para el aislamiento de corrientes.

En el Pliego de Condiciones se detallan las responsabilidades del instalador y se especifica cómo deben ser los materiales que componen la instalación, como por ejemplo el grado de protección, materiales de las canalizaciones, tensiones nominales de aislamiento, sección de la toma de tierra, etc.

En la parte de Presupuesto, resumimos los materiales necesarios en nuestro proyecto, indicando cantidades, precios unitarios y precios totales. Está agrupado en seis capítulos por este orden, medición cables, medición canales y bandejas, medición magnetotérmicos e interruptores automáticos, medición diferenciales, transformadores, cuadros eléctricos y toma tierra.

El Estudio Básico de Seguridad y Salud especifica los riesgos existentes durante la ejecución de la obra, así como las medidas de prevención para evitar esos riesgos. Se detallan los protocolos a tener en cuenta cuando se realicen mantenimientos preventivos y correctivos, de diversas partes de la instalación.

En último lugar estarán los planos, que recogerán de forma más visual y esquemática los resultados alcanzados, mediante la representación de esquemas unifilares de la instalación, dando una idea general de la distribución de los consumos. En primer lugar se indica la situación del emplazamiento con el plano de situación, a continuación, un esquema unifilar de las principales salidas del embarrado de los transformadores, seguido de un total de seis planos cada uno de ellos con un esquema unifilar de cada salida aguas abajo del embarrado principal. Excepto las salidas seis y siete que se agrupan debido al poco espacio ocupado por la batería de condensadores ubicada en la última salida.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

INDICE

1.	ANTECEDENTES	19
2.	OBJETO DEL PROYECTO.....	21
3.	PROCESO OBTENCIÓN DE ZINC ELECTROLITICO	21
4	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES.....	26
5	ACOMETIDA.....	27
6	INSTALACIÓN DE ENLACE	27
7	ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN	27
8	INSTALACIONES INTERIORES	28
8.1	CONDUCTORES	28
8.2	IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES	28
8.3	EQUILIBRADO DE CARGAS	29
8.4	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA	29
8.5	CONEXIONES.....	29
8.6	SISTEMAS DE LA INSTALACIÓN	30
9	PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES.....	31
10	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	32
10.1	MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES	34
11	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	34
11.1	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	34
11.2	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	36
12	PUESTAS A TIERRA.....	38
12.1	UNIONES A TIERRA:.....	39
12.2	CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD	42
12.3	RESISTENCIA DE LAS TOMAS TIERRA	43
12.4	TOMAS TIERRA INDEPENDIENTES	43
12.5	SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	43
12.6	REVISIÓN DE LAS TOMAS TIERRA	44
13	RECEPCIONES DE ALUMBRADO	44

14	RECEPTORES A MOTOR	45
15	BATERÍA DE CONDENSADORES.....	47

ANTECEDENTES

Se redacta el siguiente proyecto de **INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A UNA EMPRESA DEL SECTOR METALÚRGICO** a petición de **METALURGIAS DEL NORTE**, con C.F.I.: B45574140, y dominio social en nº 4, de calle Madrid y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Asturias.

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es definir, justificar y calcular los diferentes elementos que componen el diseño de la instalación eléctrica de baja tensión de una planta de producción de zinc electrolítico, para garantizar el cumplimiento de la reglamentación vigente y presentarlo a los organismos competentes.

2. PROCESO OBTENCIÓN DE ZINC ELECTROLITICO

RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADOS

El proceso para la obtención de zinc comienza con la recepción de mineral procedente de explotaciones mineras. Es aquí donde aparece la metalurgia extractiva para separar las partes valiosas de mineral, mena, de las no valiosas, ganga. Se lleva a cabo una preparación de mineral, consistente en reducir su tamaño mediante operaciones de trituración y molienda.

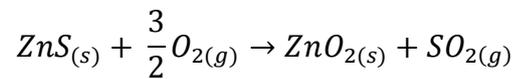
A continuación, se concentran las menas mediante flotación, este proceso se basa en la energía superficial. La energía superficial dicta el grado de atracción y repulsión de las moléculas dentro de la disolución. La flotación mediante un tratamiento físico químico consigue que las partículas primeramente de cobre floten al adherirse a burbujas de aire, que es inyectado desde la parte inferior mientras se agita la disolución. Los minerales depositados son los de zinc y plomo. Después se hacen flotar la galena (PbS), la blenda (ZnS) o la pirita (FeS₂) cambiando las condiciones de la disolución mediante adicción de reactivos y dentro del tanque se modifican las condiciones de presión o temperatura, estos cambios hacen cambiar las energías superficiales por lo que se consigue la flotación de diferentes minerales dentro de un mismo tanque.

Los resultados son principalmente menas en forma de Sulfuros de zinc como la blenda y Óxido de zinc también denominado Calcine.

TOSTACIÓN Y DEPURACIÓN DE GASES

Para recuperar el contenido metálico de la mena, se la somete a una tostación oxidante. Se lleva a cabo mediante hornos de lecho fluido, que

alcanzan temperaturas de 700° C y se encuentran en continua agitación. El lecho está compuesto de un material inerte granulado que es fluidizado mediante una corriente de aire ascendente. La mena que entra en el horno reacciona rápidamente debido a la gran superficie de contacto creada por la corriente de aire. La reacción dentro de estos hornos es la siguiente:



El concentrado se tuesta con aire, formando Calcine y dióxido de azufre gaseoso, este último se lleva a la planta de Ácido sulfúrico.

Los óxidos de zinc y de hierro forman ferritas de zinc $ZnO \cdot Fe_2O_3$ si se calientan a una temperatura determinada. Estas ferritas de zinc, se formarán si hay hierro alojado de forma sustitucional en la blenda. También se formarán en el caso de que el hierro este como pirita y se alcancen las temperaturas adecuadas.

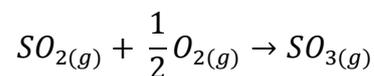
El calor residual de los hornos, se aprovecha para generar vapor de agua que se usará en la autogeneración de electricidad en la planta. El calor de este vapor también se aprovecha en las etapas de lixiviación y purificación.

Tras el proceso de tostación, obtenemos calcine que es enfriado y almacenado en silos, de cara a la siguiente etapa del proceso, la lixiviación.

Por otro lado, obtenemos un gas limpio de calcine $SO_{2(g)}$, que es llevado a las torres de lavado para eliminar componentes que puedan interferir en la producción de ácido sulfúrico. Para eliminar el agua que pueda tener la corriente se la hace pasar por un precipitador electrostático de gas húmedo.

PLANTAS DE ÁCIDO SULFÚRICO

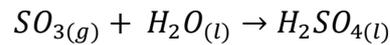
La corriente de dióxido de azufre que obtenemos de la reacción de tostación, se aprovecha para la fabricación de ácido sulfúrico. Primeramente, se hace pasar esta corriente gaseosa por una torre de catálisis donde aceleraremos la siguiente reacción:



Se trata de una reacción de catálisis heterogénea con catalizador sólido. El catalizador utilizado es el óxido de vanadio (V) o V_2O_5 para controlar que se esté produciendo en todo momento trióxido de azufre. Por otro lado, el catalizador también tendrá una temperatura óptima de utilización, y mantenerla tratándose de una reacción tan exotérmica es complicado, por eso la torre tendrá varios niveles en los que la temperatura se regulará hasta

la óptima. El catalizador solamente tiene la función de acelerar la reacción no interviene en ella.

Una vez obtenido el trióxido de azufre, lo hacemos pasar por una torre de absorción para producir finalmente el ácido sulfúrico buscado. En la torre de absorción se transmitirá materia desde la corriente gaseosa a una corriente en estado líquido, en este caso será agua. La reacción será la siguiente:



El gas asciende por la columna de agua debido a la diferencia entre las presiones de entrada y salida, en este momento las dos fases están en contacto, y la reacción se produce debido a que el soluto (SO_3) es muy afín al disolvente (H_2O). La torre de absorción se diseñará con el fin de que este contacto dure lo máximo posible para conseguir un ácido sulfúrico de la mayor calidad.

LIXIVIACIÓN

Entendemos por lixiviación la extracción sólido-líquido en la que un disolvente líquido disuelve uno o más componentes de un sólido pulverizado. El objetivo de la lixiviación es disolver el zinc y otros metales contenidos en la calcine en una disolución de ácido sulfúrico. Consta de dos etapas lixiviación neutra y lixiviación ácida.

En la lixiviación neutra se disuelve el óxido de zinc junto con una disolución de electrolito agotado procedente de la electrolisis y una solución de sulfato de zinc recirculada de la lixiviación ácida en una disolución diluida de ácido sulfúrico. El tanque se agita durante al menos dos horas, donde el ácido de la solución reacciona con el óxido de zinc de la calcine y lo diluye como sulfato de zinc, quedando las ferritas formadas en la tostación $ZnO \cdot Fe_2O_3$ intactas.

Mediante espesadores, se separan los sólidos no disueltos de la disolución obtenida. La disolución se lleva directamente a la etapa de purificación, mientras que los sólidos no disueltos se llevarán a la lixiviación ácida.

La lixiviación ácida se efectúa a una temperatura cercana a la de ebullición en torno a 90-95°C, de esta forma se consigue disolver más metales exceptuando plomo, calcio o silicio que se encontraran formando compuestos insolubles en medio sulfúrico. Es en este momento cuando se somete a la disolución obtenida a un proceso de hidrólisis junto con agua que proviene del lavado, que se ha recirculado para una mayor extracción de zinc. El resultado es un compuesto sintético llamado jarosita, es un sulfato de hierro de carácter básico insoluble, tiene la siguiente fórmula, $M_2Fe_6(SO_4)_4(OH)_{12}$ donde M puede ser Pb, Na, K o NH_4 . La jarosita tiene la ventaja de separarse

muy bien de la disolución de hierro, por lo que se recupera mayor cantidad de zinc en las operaciones de decantación y filtración posteriores a la hidrólisis.

Tras estas dos últimas operaciones la parte decantada se envía a la balsa de residuos junto con metales no disueltos como el arsénico, estaño o germanio, otra parte, se lleva de nuevo a lixiviación neutra.

PURIFICACIÓN

La parte de la lixiviación neutra que no pasa a la parte ácida, se lleva a la etapa de purificación, el objetivo es eliminar algunos elementos presentes en la disolución. Debido a que cualquier impureza puede ser perjudicial para el producto final esta operación es muy importante, por eso es un proceso que se ejecuta de forma continua.

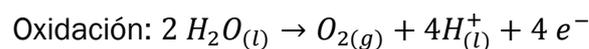
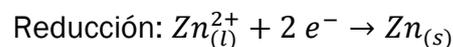
Primeramente se añade zinc en polvo que proviene de la siguiente etapa (electrolisis), mientras se agita mecánicamente en un tanque la disolución, para precipitar cobre, cadmio y cobalto. A continuación, se separan níquel, germanio, estaño, arsénico y antimonio con un proceso intermitente en tanques agitados mecánicamente. La agitación es continua hasta que descienden los contenidos de estos metales a niveles aceptables.

Seguidamente, se realiza una filtración y la solución se enfría mediante torres de refrigeración y se bombea al tanque de almacenamiento electrolítico.

ELECTRÓLISIS

Una vez purificada la disolución de sulfato de zinc, se lleva a cabo la electrolisis, operación que permitirá obtener el zinc puro.

En la electrolisis una corriente eléctrica aplicada entre un ánodo y un cátodo hace que los aniones (iones con carga negativa) vayan hacia el ánodo donde se oxidan. Por otro lado, los cationes (iones con carga positiva) irán hacia el cátodo donde experimentarán la reacción de reducción. En nuestro caso las reacciones serían de la siguiente forma:



La reducción del zinc se da en un cátodo de aluminio, mientras que la oxidación en un ánodo de plomo aleado con un 1% de plata para evitar la contaminación del zinc con plomo.

Todo esto sucede en las cubas de electrolisis, que son rectangulares de hormigón y recubiertas de plomo o PVC.

FUSIÓN Y COLADA

Como los cátodos de aluminio no son una buena forma de comercializar el zinc, este se somete a una fusión y a una colada, pudiendo obtener diferentes productos y aleaciones, con diferentes concentraciones y pudiéndolo usar en diversas aplicaciones industriales.

La fusión de los cátodos se efectúa en grandes hornos de inducción eléctrica que funcionan a baja frecuencia, es decir, a frecuencia de red. El principio de funcionamiento de estos hornos es similar al de un transformador sin espiras en el secundario, toda la corriente se transformará en pérdidas por efecto joule, produciendo un gran aporte de calor y temperatura.

Después de fundir, el metal se prepara para los diferentes tipos de colada en función de los tipos de lingotes o aleaciones. Además, en la colada, se generan espumas, óxidos de zinc o grasos, que permanecen flotando sobre el zinc fundido y que son recuperados y enviados de nuevo al horno para ser refundidos.

Hay que resaltar que todos los hornos están conectados a un sistema de depuración de gases donde se reducen los elementos contaminantes que estos puedan tener, reduciendo así las emisiones nocivas para la atmosfera.

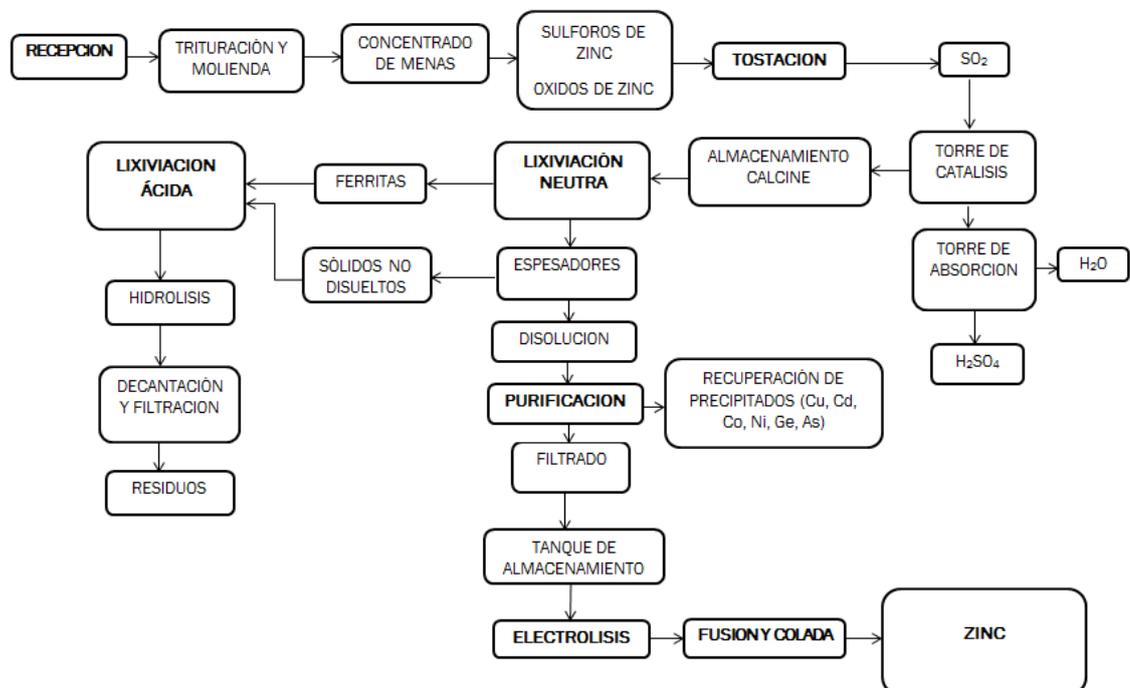


Figura 1-Proceso de obtención del zinc electrolítico

4 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES

El Proyecto está obligado a cumplir los límites impuestos por las siguientes normas establecidas:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002 y actualizaciones 2010-2014-2015.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio. Febrero 2010
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía. Septiembre 2013
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización. Febrero 2010
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido. Septiembre 2009
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Septiembre 2009
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte. Julio 2009
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

5 ACOMETIDA

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la Caja General de Protección o unidad funcional equivalente en este caso. La acometida será subterránea y se realizará de acuerdo a lo indicado en la ITC-BT-07.

Además, se tendrá en cuenta las separaciones mínimas indicadas en la ITC-BT-07 en los cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, gas, líneas de telecomunicaciones y con otros conductores de energía eléctrica.

La acometida se realiza en media tensión y alimentará un centro de transformación de abonado con dos transformadores. Los transformadores se conectarán en paralelo, para asegurar la continuidad del suministro del centro, consiguiendo, de esta forma, alimentación al menos por un lado en caso de fallo.

6 INSTALACIÓN DE ENLACE

Desde el secundario de los transformadores se alimenta el cuadro general de baja tensión (CGBT). Al ser un único usuario no existe la Línea General de Alimentación. El sistema es trifásico con neutro y tierra, a una tensión de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

7 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la correcta protección ante posibles contactos indirectos y sobreintensidades será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución deben establecerse en función de las conexiones a tierra de la red de distribución y de las masas de la instalación receptora. Se usa un código para la identificación de los diferentes esquemas:

- Primera letra: identificará el tipo de alimentación con respecto a tierra.
Puede ser:
T → conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
I → Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

- Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:
 T → Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

En la planta de zinc se instalarán como esquemas de distribución los esquemas IT y TT. Los esquemas IT se instalarán en los procesos químicos en los que sea peligroso quedar sin suministro, por ejemplo, en la planta de ácido sulfúrico, en las lixiviaciones neutra y ácida, en la estación de purificación y en la electrólisis. En los consumos más comunes el esquema utilizado será TT.

8 INSTALACIONES INTERIORES

8.1 CONDUCTORES

Los cables y conductores elegidos en el diseño serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados en PVC. Cuando se alimenta la instalación desde un centro de transformación de media tensión en propiedad, la máxima caída de tensión máxima admisible en alumbrado del 4,5% y del 6,5% para los demás usos. Considerando que la instalación de baja tensión empieza en el secundario de los transformadores desde los que se alimenta.

Las intensidades máximas admisibles, se guían por lo indicado en la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección vienen dados por la tabla 1:

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE(mm ²)	SECCIÓN CONDUCTORES PROTECCIÓN(mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 1- Secciones de los conductores de protección

8.2 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

CONDUCTOR	COLOCACIÓN		
Neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	Azul 		
Protección	Verde-Amarillo 		
Fase	Marrón 	Negro 	Gris 

Tabla 2- Identificación de conductores de fase y protección

8.3 EQUILIBRADO DE CARGAS

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

8.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

La instalación debe tener una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla 3:

TENSIÓN NOMINAL INSTALACIÓN AISLAMIENTO(MΩ)	TENSIÓN ENSAYO CORRIENTE CONTINUA (V)	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MΩ)
≤ 500 V	500	≥ 0,50

Tabla 3- Valores de la resistencia de aislamiento para un nivel de tensión dado

Se puede saber la rigidez dieléctrica, realizando una pequeña prueba de resistencia consistente en lo siguiente, con todos los receptores desconectados se somete durante 1 minuto a una tensión de $2U+1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con mínimo de 1500.

Las corrientes de fuga en circuitos de cualquier nivel no podrán ser superiores a la sensibilidad de los interruptores diferenciales instalados contra contactos indirectos.

8.5 CONEXIONES

Todas las conexiones han de realizarse mediante bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, como uso excepcional, se permite el uso de bridas de conexión, las cuales deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o derivación. Lo que

se pretende evitar con este apartado es aclarar que no se empalmen cables enrollándolos uno sobre el otro nunca.

8.6 SISTEMAS DE LA INSTALACIÓN

El sistema de instalación elegido es la bandeja perforada, deberá cumplir primeramente unas especificaciones generales comunes a todos los sistemas, además de unas propias de este sistema.

De forma general en la canalización los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada. Si se tienen más tipos de canalizaciones además de las eléctricas, se dejará un mínimo de 3 cm de separación entre las superficies exteriores. Además, si las otras canalizaciones corresponden a instalaciones de calefacción, vapor o humo, se dejará una distancia mayor para no tener problemas con elevaciones de temperatura. Por otro lado, si los conductos pueden dar lugar a condensaciones se procurará que las canalizaciones eléctricas no pasen por debajo de estas y en caso de que así sea estén lo suficientemente protegidas contra los efectos de las condensaciones.

Las bandejas serán sencillas de manipular, inspeccionar, con gran accesibilidad y dentro de ellas fáciles de identificar circuitos y elementos, de cara a que los mantenimientos preventivos o correctivos sean también más sencillos y rápidos de ejecutar.

Si en algún momento alguna bandeja tuviera que atravesar algún elemento de construcción como muros, tabiques o techos, no podrá haber en ese tramo ningún empalme o derivación, además, se protegerán frente a posibles desgastes mecánicos, incidentes químicos y los efectos de la humedad.

Toda la aparatada que se encuentre en locales húmedos o ambientes mojados, será de material aislante.

Las bandejas perforadas, utilizarán cables con tensión asignada superior a 450/750 V. Dentro de las bandejas, puede haber instalada aparatada de mando y maniobra así como empalmes de conductores entre ellos o con los diversos mecanismos instalados.

Las bandejas perforadas dedicadas a actividades no ordinarias, deberán cumplir unas determinadas especificaciones mínimas de resistencia de impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las características del emplazamiento. Además, las bandejas no serán propagadoras de llama. Todas estas características cumplirán la norma UNE-EN 50.085.

En el diseño, el trazado de las canalizaciones procurará seguir líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local de la instalación.

Las bandejas con conductividad eléctrica se conectarán a la red de tierra de la instalación de forma segura.

9 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Los circuitos de la instalación deben estar protegidos contra sobrecargas en cualquier punto de su recorrido, abriendo el circuito en un tiempo óptimo. Las sobrecargas pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas provocadas por aparatos o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

La protección contra sobrecargas empieza con el límite que marca el propio conductor contra sobrecargas, con su máxima corriente admisible, en la planta de zinc habrá siempre al principio de todas las salidas, un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, que garantizará la protección en todo el circuito. A nivel de equipos se utilizará contra sobrecargas el relé térmico en combinación con el interruptor automático.

Para la protección contra cortocircuitos se instalarán interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar al principio del circuito, la capacidad de corte será la adecuada para la intensidad de cortocircuito que se presente en el punto de la conexión. Cuando se presentan varios circuitos que proceden de otro principal, estos pueden tener su propia protección contra sobrecargas y tendrán uno general y común para cortocircuitos que proteja a todos.

Se puede ver cómo funcionan los interruptores automáticos observando sus curvas de disparo, que se dividen en dos tramos, uno para el disparo por sobrecarga y otra para el disparo por cortocircuito.

El disparo por sobrecarga corresponderá a la característica térmica de tiempo inverso o de tiempo dependiente. Mientras que el disparo por cortocircuito será instantáneo, sin retardo, y estará caracterizado según su corriente de disparo denominada por I_m a esta corriente también se la conoce como característica magnética o de tiempo independiente.

Los interruptores automáticos ofrecen varias curvas (B, C, D) de disparo magnético, que nos permiten elegir en función de la corriente asignada (I_n), estos valores están normalizados de la siguiente forma:

- Curva B: $I_m=(3-5)I_n$
- Curva C: $I_m=(5-10)I_n$
- Curva D: $I_m=(10-20)I_n$

La curva B se usa cuando se conoce que en las instalaciones no se van a producir transitorios. La curva D tendrá su utilidad cuando existan transitorios importantes como puede ser en nuestro caso por el arranque de grandes motores. La curva C se utilizará para casos intermedios.

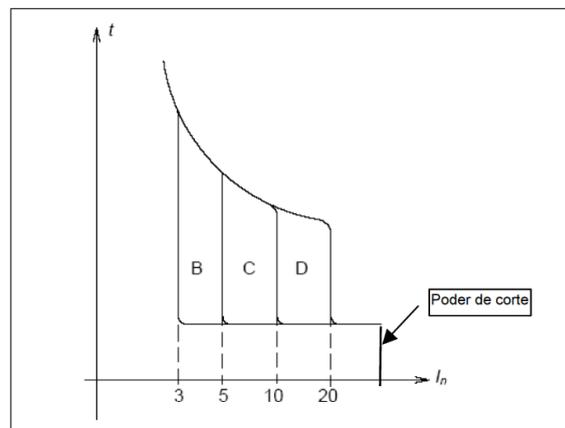


Figura 2- Curvas de disparo magnético por sobrecarga en interruptores automáticos

10 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Se trata de proteger las instalaciones eléctricas interiores contra sobretensiones que pueden llegar transmitidas por las redes de distribución, originadas casi en su totalidad por descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Para hacer una adecuada protección en las instalaciones y equipos, estos se clasifican por categorías con el fin de diferenciar los diversos grados de tensión soportada por los equipos a la onda de choque de sobretensión, además de establecer el límite máximo de tensión residual permitida por las protecciones de cada parte de la instalación o sus equipos. Con esta clasificación se pretende disminuir las sobretensiones de entrada a valores inferiores a los que indica cada categoría. Para ello se lleva a cabo una estrategia de protección en cascada que integra tres niveles de protección: basta, media y fina, de esta forma se consiguen valores de tensión residual

no peligrosos para los equipos y una capacidad de derivación de energía que ayudará a alargar la vida útil de los dispositivos de protección.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA POR IMPULSOS 1,2/50 (KV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690/1000	-	8	6	4	2,5

Tabla 4- Tensiones soportadas por impulsos para una tensión nominal dada

A continuación, pasaremos a explicar porque en la planta de cinc hay equipos de todas las categorías presentes en la tabla, para ello las definiremos brevemente:

Categoría I:

Los equipos serán muy sensibles frente a sobretensiones y están conectados constantemente a la instalación de suministro. Para este caso las medidas se toman fuera de los equipos a proteger. En la instalación industrial que nos ocupa, a nivel de equipos habrá sensores y actuadores muy delicados que formen parte de esta categoría.

Categoría II:

Aquí estarán los equipos conectados a una instalación eléctrica fija.

Categoría III:

Estará constituido por equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a equipos de los que se requiere gran fiabilidad, como puede ser toda la aparamenta de mando y maniobra de la planta industrial.

Categoría IV:

Aquí estarán los equipos, que se conectan muy próximos al origen de la instalación, como contadores o los equipos principales de protección contra sobreintensidades.

10.1 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES

Frente a descargas lejanas de rayo, defectos o conmutaciones en la red o diversos efectos capacitivos o inductivos, se pueden presentar dos situaciones:

- Situación natural: la protección contra sobretensiones transitorias no es necesaria.
- Situación controlada: la protección contra sobretensiones transitorias es necesaria.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben tener un nivel de protección no superior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales escogidos en el diseño.

11 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

La instalación de suministro de energía eléctrica debe diseñarse de forma que no suponga un riesgo para el personal que trabaja en la planta, frente a averías que puedan ocasionarse. Para evitar riesgos se protegerá frente a contactos directos e indirectos.

11.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Se produce un contacto directo cuando una persona entra en contacto con una parte de la instalación, materiales o equipos eléctricos que en funcionamiento normal está bajo tensión (parte activa).

Las protecciones contra contactos directos según la Norma UNE-HD 60364-4-41:2010, serán:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección por medio de barreras o envolventes
- Protección por medio de obstáculos
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual

PROTECCIÓN POR AISLAMIENTO DE LAS PARTES ACTIVAS

Las partes activas llevarán un aislamiento que no sea fácil de eliminar, es decir, tendrá que ser destruido para poder ser eliminado. Los acabados con adición de material no se consideran protecciones contra contactos directos.

PROTECCIÓN POR MEDIO DE BARRERAS O ENVOLVENTES

Las partes activas se protegerán también con elementos envolventes o barreras que cumplan el grado de protección IP XXB especificado en la Norma

UNE 20.324. Además deben estar convenientemente señalizadas para que toda persona que fuera a tener contacto con las barreras sea consciente del peligro que puede sufrir.

Todas las barreras y envolventes estarán instaladas de forma fiable para asegurar la zona en condiciones normales ante posibles efectos externos.

En ocasiones será necesario abrir las barreras y acceder a las envolventes, ha de hacerse de forma segura por lo que es necesario:

- Abrir la barrera mediante una llave o una herramienta específica
- Las partes activas dejen de estar en tensión hasta después de cerrar las barreras

PROTECCIÓN POR MEDIO DE OBSTACULOS

Se pretenden evitar contactos físicos involuntarios con partes activas, pero si serán posibles los contactos intencionados, por lo que no es una medida de seguridad del todo fiable. Deberá garantizar:

- Acercamientos físicos no intencionados a partes activas
- Contactos con partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el funcionamiento.

PROTECCIÓN POR PUESTA FUERA DE ALCANCE POR ALEJAMIENTO

Consiste en poner una distancia de seguridad entre las partes activas y las posibles personas que involuntariamente pudieran establecer contacto.

Se establece un volumen de accesibilidad de las personas, para definir el espacio cercano a un emplazamiento por el que pueden pasar personas y cuyos límites estén lo suficientemente lejos como para no ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Suele limitarse como se muestra en la figura 2, con una altura de 2.5 m.

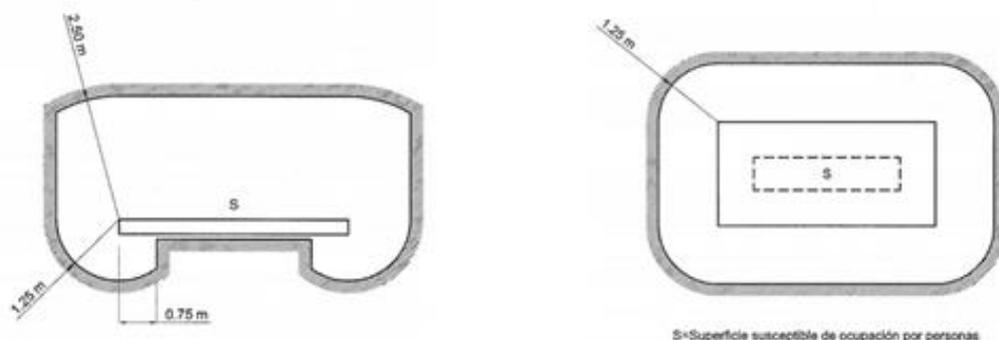


Figura 2- Detalle del volumen de aislamiento para la protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA POR DISPOSITIVOS DE CORRIENTE DIFERENCIAL-RESIDUAL

Es una medida de protección complementaria a las protecciones por aislamiento de partes activas y a las protecciones por puesta fuera de alcance por alejamiento, se usarán interruptores diferenciales con corrientes de funcionamiento inferiores a 30 mA. Actuará en caso de que fallen las otras medidas de protección a contactos directos.

En instalaciones con corrientes diferenciales que puedan no ser senoidales, se emplearán dispositivos de corriente diferencial-residual de clase A, preparados para corrientes alternas senoidales y continuas pulsantes.

11.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Se produce un contacto indirecto cuando una persona entra en contacto con un elemento metálico que en condiciones normales no debería estar sometido a tensión, pero que debido a un fallo de aislamiento o sujeción, circunstancialmente si esté bajo tensión.

Se protegerá de los posibles contactos por corte automático de la alimentación, existiendo una coherencia entre los dispositivos de protección y la instalación de tierra. Para ello se deben cumplir dos condiciones:

- Cumpliendo con las especificaciones de toma tierra dadas en las ITC-BT-18 e ITC-BT-19 se debe crear el adecuado bucle de defecto correspondiente a nuestro esquema de conexión.
- En función del esquema de conexión a tierra instalar ~~en~~ el dispositivo de protección que mejor cumpla con los tiempos indicados en los apartados 4.1.1 a 4.1.3 de la ITC-BT-24.

Las tensiones límite en valor eficaz, serán 50 V en condiciones normales y 24 V en ambientes húmedos o alumbrados exteriores.

En el diseño de la instalación se ha considerado que la protección contra contactos indirectos tendrá dos partes cada una constituida por un esquema diferente. En las partes donde los consumos no supongan un riesgo en caso de quedarse sin alimentación el régimen de neutro será TT y en las operaciones que lleven a cabo procesos químicos en los que sea peligrosa una falta de suministro se instalará el régimen de neutro IT.

Esquema TT:

En el esquema de protección TT todas las masas están protegidas por un mismo dispositivo de protección, deben de ser interconectadas y unidas a la misma toma tierra. Puede darse el caso en que varios dispositivos de

protección estén montados en serie, entonces se conectará cada masa de cada dispositivo por separado a la toma tierra común de la instalación.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_a \leq U$$

donde:

R_A es la suma de las resistencias de la toma tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual-asignada.

U es la tensión de contacto límite convencional.

En el diseño de la instalación se usarán dispositivos de corriente diferencial residual y se instalarán de forma selectiva cuando estén conectados en serie, respetando el tiempo máximo de 1 segundo marcado por el reglamento.

Para los diferenciales de tipo general, las normas marcan los siguientes tiempos de funcionamiento:

	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$
Tiempo máximo de corte (s)	0.3	0.15	0.04

Tabla 5- Máximos tiempos de disparos en segundos para dispositivos diferenciales

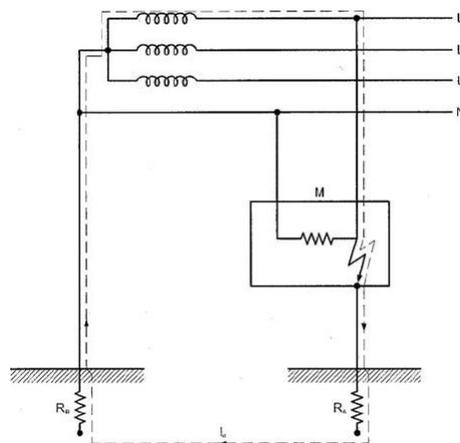


Figura 2-Bucle de defecto del esquema de conexión TT

Esquema IT:

En el esquema IT, la instalación estará aislada de tierra o conectada a tierra por una impedancia lo suficientemente grande. En nuestra instalación se pueden dar los siguientes casos ya que los consumos son diversos y de distinta naturaleza:

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_d \leq U_L$$

donde:

R_A es la suma de las resistencias de toma tierra y de los conductores de protección de las masas

I_d es la corriente de defecto de un primer defecto franco de baja impedancia entre un conductor de fase y una masa. Este valor tiene en cuenta las corrientes de fuga y la impedancia global de puesta a tierra de la instalación eléctrica.

U_L es la tensión de contacto límite convencional

12 PUESTAS A TIERRA

La puesta a tierra consiste en unir eléctricamente con la masa terrestre sin pasar por las protecciones, bien una parte del circuito eléctrico o una parte conductora que no pertenece al circuito, por medio de la instalación de tierra. La instalación de tierra la componen dos partes, la puesta a tierra de servicio relacionada con los circuitos eléctricos y la puesta a tierra de protección para elementos metálicos que no pertenecen al circuito.

Con la instalación de puesta a tierra se debe conseguir que no aparezcan diferencias de potencial peligrosas, pero a su vez puedan derivarse correctamente las corrientes de defecto.

Las puestas a tierra tienen como función principal mantener el punto que se une a tierra a un potencial nulo, limitar las diferencias de potencial entre estructuras metálicas y tierra, establecer un camino de baja impedancia para el bucle de defecto, deben además ayudar al rápido funcionamiento de las protecciones y ser camino de evacuación para las descargas atmosféricas.

12.1 UNIONES A TIERRA:

Los materiales elegidos para la instalación deben cumplir una serie de requisitos y condiciones en su instalación:

- La resistencia de puesta a tierra debe cumplir las especificaciones de la ITC-BT-24 asegurando los requisitos establecidos para cada caso particular en las correspondientes Instrucciones Técnicas.
- Los materiales conductores elegidos permitirán la correcta circulación de las corrientes de defecto a tierra, y las corrientes de fuga sin peligro, desde el punto de vista de las sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- No podrá haber incidencias por un mal cálculo en las sollicitaciones mecánicas que exigen las condiciones del terreno o factores externos.
- Deben ser resistentes a la intemperie cuando sea necesario y conservarse sin corrosión, evitando efectos de electrólisis.

Las instalaciones de puesta a tierra se componen de las siguientes partes:

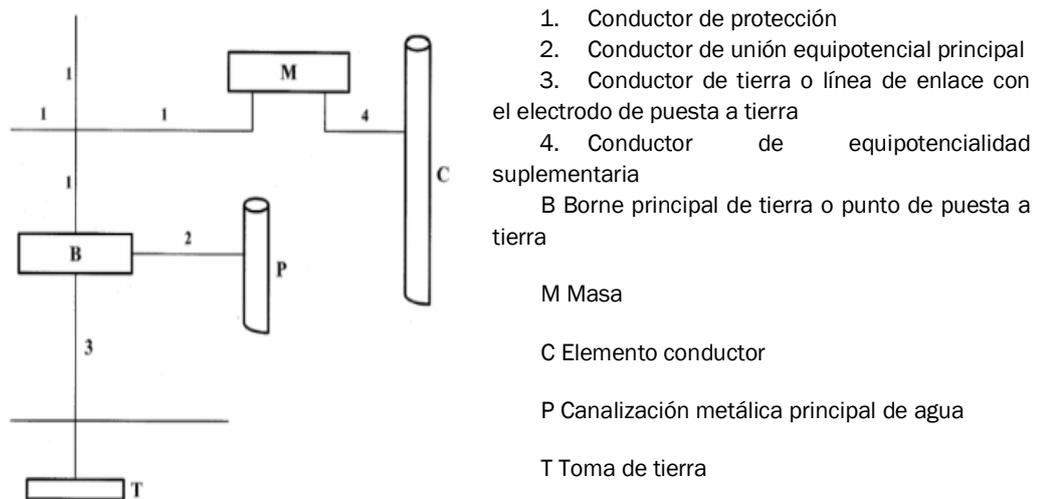


Figura 3- Detalle de las partes de la puesta a tierra

Tomas tierra

Se pueden utilizar electrodos formados por diversos elementos:

- Barras, tubos
- Pletinas, conductores desnudos
- Placas
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones
- Armaduras de hormigón enterradas con excepción de las armaduras pretensadas.

Cuando se use conductores de cobre estos deberán ser de clase 2 de la norma UNE-EN 60228:2005

Con vistas a que la toma tierra no aumente la resistencia de la toma tierra por encima del valor previsto debido a humedades o la formación de hielo en la superficie, la profundidad nunca será inferior a 0.5 metros. Esta profundidad puede aumentar a 0.8 metros si se trata de zonas con heladas continuadas.

Por razones de seguridad, las canalizaciones metálicas no deben ser utilizadas como tomas tierra.

En cuanto a los materiales elegidos en el diseño de la puesta a tierra se procurará que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión para que no se comprometan las especificaciones de la instalación.

Conductores de protección:

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

La sección de los conductores de protección debe respetar lo indicado en la tabla número 6:

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE S (mm ²)	SECCIÓN CONDUCTORES PROTECCIÓN S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 6- Sección de los conductores de protección para un conductor de fase dado

Cuando al aplicar la tabla no encontramos valores normalizados, se usarán los conductores de protección con la sección normalizada superior más próxima.

Para la protección de varios circuitos mediante un mismo conductor este se dimensionará en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Suelen usarse como conductores de protección:

- Conductores en cables multiconductores
- Conductores aislados o desnudos con envolvente común a los conductores activos
- Conductores separados desnudos o aislados

Los conductores de protección deben estar protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones serán siempre accesibles para la verificación y ensayos.

No se pueden conectar aparatos en el conductor de protección, excepcionalmente para ensayos, se podrán usar conexiones desmontables mediante los útiles adecuados.

Conductores de tierra:

Se deben extremar las precauciones al unir los conductores de tierra y los electrodos de tierra, para que sean correctas y seguras. Esto se conseguirá si se realizan mediante grapas de conexión, soldadura aluminotérmica o autógena.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Las secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra se recogen en la tabla 7:

TIPO	PROTEGIDO MECÁNICAMENTE	NO PROTEGIDO MECÁNICAMENTE
PROTEGIDO CONTRA LA CORROSIÓN*	Según lo indicado en el apartado de conductores de protección	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
NO PROTEGIDO CONTRA LA CORROSIÓN		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
*La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 7- Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

Se recomienda, a pesar de lo especificado en la tabla que los conductores de tierra sea de cobre denudo y de sección mínima 35 mm²

Bornes de puesta a tierra:

En el diseño de toda instalación de puesta a tierra, se prevé un borne principal de tierra, al que se unirán:

- Los conductores de tierra
- Los conductores de protección
- Los conductores de unión equipotencial principal
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios

Mediremos la resistencia de toma tierra, sobre los conductores de tierra en un lugar accesible y seguro, mediante un dispositivo que puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Cuando se realicen ensayos con el puente se recomienda desconectar el suministro eléctrico para evitar no quedar sin protección a contactos indirectos.

Resaltar que la sección del puente seccionador de tierra debe ser la misma que la del conductor de tierra o sección equivalente si se utilizan otros materiales.

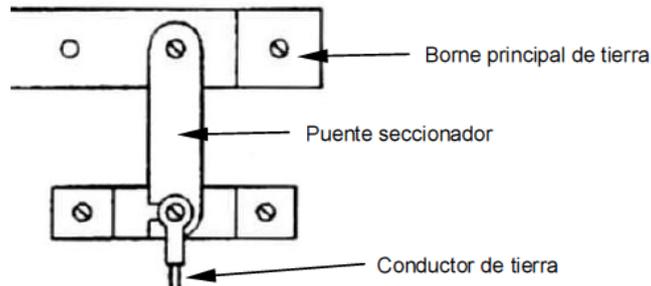


Figura 4- Detalle del puente de tierra

12.2 CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD

Los conductores de equipotencialidad se encargan de unir el borne principal de protección con la canalización principal de agua para que se evacue de forma segura.

El conductor de equipotencialidad tendrá una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, el mínimo será 6 mm^2 , si es de cobre su sección puede reducirse a 2.5 mm^2 .

En el caso en que el conductor de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

Se puede asegurar este conductor aislándolo en bandejas no desmontables o por conductores suplementarios.

12.3 RESISTENCIA DE LAS TOMAS TIERRA

Los electrodos de toma tierra se diseñan para que su resistencia de tierra no supere los valores especificados de 24V en ambientes conductores y 50V en el resto de casos.

Las condiciones de los electrodos pueden verse afectadas por cambios en la resistividad del terreno. La resistividad aumenta debido a bajas temperaturas o sequedad de algunas zonas. Se verá afectada también si el terreno tiene estratos con corrientes subterráneas cercanas. Por estas razones el diseño de los electrodos debe ser muy fiable.

12.4 TOMAS TIERRA INDEPENDIENTES

Dos toma tierra se consideran independientes cuando, en una no aparezca una tensión superior a 50V, respecto de un punto con potencial cero, mientras por la otra pasa su máxima corriente de defecto prevista.

12.5 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No podrá haber una canalización metálica que una la zona de las tierras del centro de transformación con las zonas donde estén los consumos.
- Debe haber al menos 15 metros de distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en la planta industrial. Para terrenos con resistividad menores de $100 \Omega \text{ m}$ aplicaremos la siguiente fórmula para el cálculo de distancias:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2\pi U}$$

donde:

D: distancia entre electrodos en metros

ρ : resistividad térmica del terreno en $\Omega \cdot m$

I_d : intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica.

U: 1200V para la parte del sistema de distribución TT porque el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión es inferior a 5 segundos.

- El centro de transformación estará en un recinto aislado de la planta industrial.

12.6 REVISIÓN DE LAS TOMAS TIERRA

La instalación de toma tierra debe ser comprobada por el director de obra o un Instalador Autorizado que verificarán su buen estado para poder darla de alta.

Anualmente personal cualificado realizará comprobaciones en la instalación de tierra cuando el terreno este más seco, de forma que la resistividad sea la más desfavorable. Se medirá la resistencia de tierra y se repararán urgentemente los posibles fallos encontrados.

Si la instalación se encuentra en un terreno no favorable para la conservación de la puesta a tierra, cada cinco años se pondrá al descubierto para ser sometidos a examen.

13 RECEPCIONES DE ALUMBRADO

Las luminarias seguirán las especificaciones establecidas en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La tensión asignada de los cables utilizados será la de los cables de alimentación.

Los cables deben diseñarse teniendo en cuenta la temperatura de servicio a la que pueden ser expuestos.

Se asegurarán las luminarias con partes activas de clases inferiores a la II con elementos de puesta a tierra, mediante la conexión al conductor de protección del circuito. En la clase II habrá luminarias con aislamiento doble y/o aislamiento reforzado en su totalidad y sin provisión para descarga a

tierra, por lo que ya llevarán la puesta a tierra incluida. En el ambiente industrial que nos ocupa la mayoría de las luminarias serán de clase II.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para llevar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Se sobredimensionará, para la carga mínima en voltiamperios, con un coeficiente de 1,8 la potencia en vatios de las lámparas de descarga en receptores.

Para las partes monofásicas de la instalación el conductor neutro y el de fase tendrán la misma sección. El coeficiente puede ser diferente en el cálculo de la sección si el factor de potencia de cada receptor es igual o mayor a 0.9, y se conozca la carga de cada receptor asociado a las lámparas y sus corrientes de arranque. En este caso el coeficiente será el que resulte.

Para los receptores con lámparas de descarga, el factor de potencia debe ser compensado hasta un valor por lo menos igual a 0.9. No se podrá compensar el conjunto con carga variable a no ser que se haga con un sistema específico de compensación autónoma con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

14 RECEPTORES A MOTOR

La norma UNE 20460 regula la instalación de los motores así como los emplazamientos en que vayan a ser instalados.

Los motores se instalarán de forma que sus partes móviles no sean peligrosas y no puedan ser causa de accidente.

Debido a la temperatura que puedan alcanzar, los motores no deben situarse cerca de materiales que puedan ser foco de incendios.

CONDUCTORES DE CONEXIÓN

En la instalación eléctrica de la planta de zinc habrá agrupaciones con varios motores, el cálculo de la sección de los conductores de conexión debe hacerse con un coeficiente de mayoración del 125% para el motor con la corriente nominal más alta, sumada a la corriente nominal de los demás motores.

PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES

Los motores deben protegerse frente a cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases. En motores trifásicos, se debe proteger también frente a la falta de tensión en una de sus fases.

Cuando los motores se arranquen en estrella-triángulo, deben asegurarse la protección en las dos conexiones.

PROTECCIÓN CONTRA FALTA DE TENSIÓN

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, si el arranque del motor es espontáneo, ya que puede provocar accidentes o perjudicar el motor, esto se especifica más detalladamente en la norma UNE 20460-4-45.

Este dispositivo puede formar parte del de arranque o del de protección contra sobrecargas, para incorporarlo podemos hacerlo si se cumple una de estas dos opciones:

- Los motores a proteger van a instalarse en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kW.
- Los motores a proteger van a instalarse en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

En caso de que el motor arranque automáticamente en unas determinadas condiciones preestablecidas, no será necesario el dispositivo de protección contra la falta de tensión, quedando fuera de riesgo frente a un arranque espontáneo. Si el motor tiene que llevar limitadores de potencia absorbida en el arranque, estos deben volver a la posición inicial si hubiese una falta de tensión y parada del motor.

SOBREINTENSIDAD DE ARRANQUE

Los motores deben tener limitada la intensidad de arranque, ya que pueden ocasionar huecos de tensión y otros efectos indeseables para la instalación.

Cuando los motores sean de potencia superior a 0.75 kW deben estar preparados con reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes, que permitan la conexión progresiva hasta la plena carga.

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
POTENCIA NOMINAL DEL MOTOR	CONSTANTE MÁXIMA DE PROPORCIONALIDAD ENTRE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE Y LA PLENA CARGA
De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
De más de 15 kW	1,5

Tabla 8- Constantes de proporcionalidad para sobreintensidades de arranque de motores de corriente alterna

Pese a todo esto en las empresas habrá más libertad de maniobra siempre que no se altere el normal funcionamiento de las redes de distribución.

INSTALACIÓN DE REÓSTATOS Y RESISTENCIAS

Los reóstatos de arranque y regulación de velocidad y las resistencias adicionales de los motores, deben estar separadas de los muros al menos 5 cm.

Se prestará especial atención a que no se causen desgastes por radiación térmica o acumulación de polvo. Deben montarse sin que haya riesgo de ignición por parte de las partes combustibles de la estructura del edificio, ni otros objetos combustibles, si hubiera esta posibilidad todos los elementos llevarían un revestimiento especial no propagador de incendios.

Además, los reóstatos y resistencias deben poder separarse de la instalación mediante dispositivos de corte omnipolar, se podrán usar los propios interruptores del receptor.

15 BATERÍA DE CONDENSADORES

La batería de condensadores de nuestra instalación estará conectada al embarrado principal, para ofrecernos una compensación global, sin llegar a convertir en capacitiva la energía absorbida de la red. Por tanto, la batería estará conectada en cabecera y asegurará la compensación del conjunto de la instalación, descarga el centro de transformación y se adaptará en cada instante con la capacidad adecuada. El factor de potencia a conseguir tiene un valor de 1, y para ello se instalarán unas baterías compensadores de 1427.38 kVAr, con una capacidad de condensadores de 1352.22 μ F. Cada escalón tendrá una potencia reactiva de 203.91 kVAr.

La batería está dividida en varios escalones regulados automáticamente por elementos electrónicos, asegurando que la variación del factor de potencia no sea mayor de un $\pm 10\%$ del valor medio obtenido durante un prolongado período de funcionamiento.

Cuando la batería se desconecte de la instalación por medio de elementos de maniobra, quedará descargada a tierra por medio de unas resistencias.

Los condensadores deben protegerse con la aparamenta adecuada, cuando se vayan a utilizar con sobreintensidades superiores a 1,3 veces la intensidad correspondiente a la tensión asignada a frecuencia de red, excluidos los transitorios. Esta aparamenta debe soportar en régimen permanente de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre capacidades.

Las características de los condensadores y su instalación deberán ser las especificadas en la norma UNE-EN 60831-1 y UNE-EN 60831-2.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

La instalación de suministro de energía eléctrica tiene asociados una serie de cálculos basados en las diferentes demandas de potencias que conocemos así como las condiciones y características de nuestra instalación. Para ello, nos atendremos a los reglamentos y normativas que nos afectan.

Partiendo de las potencias y conociendo las tensiones y factores de potencia las cargas, podemos hallar la corriente de cada tramo cuando sea corriente trifásica, con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos\varphi \eta}$$

Y si la corriente fuese monofásica:

$$I = \frac{P_c}{U \cos\varphi \eta}$$

donde:

P_c es la potencia de cálculo en vatios

U es la tensión de servicio en voltios

$\cos\varphi$ es el factor de potencia

η es el rendimiento, solo lo tendremos en cuenta para líneas a motor

Para obtener las caídas de tensión (ΔU) de cada tramo utilizaremos la siguiente fórmula para el caso trifásico:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \sin\varphi}{1000 U n \eta \cos\varphi}$$

Y para el caso monofásico usaremos:

$$\Delta U = \frac{2 L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{2 L P_c X_u \sin\varphi}{1000 U n \eta \cos\varphi}$$

donde:

L es la longitud de cálculo en metros

σ es la conductividad eléctrica

n es el número de conductores por fase

S es la sección del conductor en mm²

X_u es la reactancia por unidad de longitud en mΩ/m

Conociendo la corriente podemos elegir el conductor que vaya a soportar la carga adecuadamente, basándonos en la ITC-BT-19. También tendremos en cuenta la ITC-BT-44 para los consumos de alumbrado corrigiendo los factores de potencia y la ITC-BT-47 para los consumos con motores mayorando la corriente como se indica.

Una vez conocidas y corregidas las corrientes por cada conductor, podemos calcular las caídas de tensión de cada tramo, el criterio a seguir si superamos los límites (4.5% alumbrado y 6.5% para los demás usos) marcados por la ITC-BT-19 es aumentar la sección del conductor.

Para realizar comprobaciones térmicas nos apoyamos en las fórmulas que relacionan la conductividad y resistividad eléctricas con la temperatura del conductor en servicio, siempre que las condiciones de la instalación sean diferentes a las de las tablas de las ITC-BT-07.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{max} - T_0)\left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2]$$

donde:

σ es la conductividad eléctrica

ρ es la resistividad eléctrica

ρ_{20} es la resistividad eléctrica del conductor a 20°C $Cu = \frac{1}{56} \frac{K m}{W}$ $Al = \frac{1}{35} \frac{K m}{W}$

Es el coeficiente de temperatura $Cu = 0.00392$ $Al = 0.00403$

T es la temperatura del conductor en °C

T_0 es la temperatura ambiente en °C Cables enterrados= 25°C Cables al aire=40°C

T_{max} es la máxima temperatura admisible por el conductor en °C

XLPE, EPR=90°C y PVC=70°C

I es la intensidad prevista por el conductor en amperios

I_{max} es la intensidad máxima admisible del conductor en amperios

Los dispositivos de protección deben cumplir estas condiciones para proteger adecuadamente los conductores frente a sobrecargas, siguiendo la GUIA-ITC-BT-22:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 I_z$$

donde:

I_b es la intensidad utilizada en el circuito teniendo en cuenta los coeficientes de utilización y de simultaneidad.

I_n es la intensidad nominal del dispositivo de protección y en caso de que se trate de un dispositivo de protección regulable, I_n es la corriente escogida.

I_z es la intensidad admisible del conductor en función del sistema de la instalación. La sección y el material de aislamiento del conductor con la constante k.

I_2 es la corriente que nos asegura el disparo de la protección. Se suele escoger:

- A la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para interruptores automáticos, $1.45 I_n$ como máximo.
- A la intensidad de fusión en tiempo convencional, para los fusibles ($1.6 I_n$)

Las fórmulas de cortocircuito para proteger un conductor o una canalización serán las siguientes siguiendo la GUIA-ITC-BT-22.

$$PdC \geq I_{cc \max}$$

$$(I^2 t)_{IA} \leq (I^2 t)_{Conductor} = k^2 S^2$$

$$I_m < I_{cc \min}$$

donde:

PdC es el poder de corte, la intensidad máxima capaz de cortar por el aparato.

$I_{cc \max}$ es la corriente de cortocircuito máxima al comienzo del cable

$I_{cc \min}$ es la corriente de cortocircuito mínima al final del cable

I_m es la corriente que asegura el disparo electromagnético

I es el valor eficaz de la corriente de cortocircuito efectiva en A

S es la sección en mm²

K es una constante que toma valores indicados en la norma UNE-HD 60364-4-43:2013

Cuando estemos dimensionando la instalación debemos tener en cuenta el poder de corte (PdC). Debe ser mayor o igual que la intensidad de cortocircuito máxima prevista.

Los tiempos de disparo deben ser menores a 5 segundos en todos los casos. La relación corriente tiempo debe ser inferior en los interruptores automáticos que en cables.

La última condición se usa en el diseño como medida adicional contra el riesgo de incendio.

Para compensar la energía reactiva y conseguir el factor de potencia deseado mediante una compensación trifásica en triángulo, nos basaremos en los cálculos que aparecen a continuación:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$C = \frac{Q_c 1000}{3 U^2 \omega}$$

donde:

$\cos \varphi$ es el factor de potencia de la instalación

P es la potencia de la instalación en kW

S es la potencia aparente de la instalación en kVA

Q es la potencia reactiva de la instalación en kVAR

Q_c es la potencia reactiva a compensar en kVAR

φ_1 es el ángulo de desfase de la instalación sin compensar

φ_2 es el ángulo de desfase de la instalación después de compensar

U es la tensión compuesta en V

$\omega = 2 \pi f$ es la frecuencia angular, donde f es la frecuencia de red y vale 50 Hz

C es la capacidad de los condensadores en F

Una de las partes más importantes en el diseño de la instalación es el correcto cálculo de cortocircuitos, para ello nos basaremos en las siguientes formulas:

$$I_{pccI} = \frac{Ct U}{\sqrt{3} Zt}$$

donde:

I_{pccI} intensidad permanente en cortocircuito en el inicio de la línea en kA

Ct coeficiente de tensión

U tensión trifásica en V

Zt impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de cortocircuito(sin incluir la línea objeto de estudio)

$$I_{pccF} = \frac{Ct U_F}{2 Zt}$$

donde:

I_{pccF} intensidad permanente en cortocircuito al final de la línea en kA

Ct coeficiente de tensión

U tensión monofásica en V

Zt impedancia total en mohm, incluyendo la propia línea o circuito(por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea)

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = \sqrt{Rt^2 + Xt^2}$$

Rt suma de resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito

Xt suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito

$$R = \frac{L 1000 C_R}{K S n}$$

$$X = \frac{X_u L}{n}$$

R es la resistencia de la línea en mohm

X es la reactancia de la línea en mohm

L longitud de la línea en m

C_R coeficiente de resistividad

σ conductividad del metal

S sección de la línea en mm²

X_u reactancia de la línea en mohm por metro

n número de conductores por fase

Una vez calculadas las corrientes permanentes en cortocircuito podemos calcular el tiempo máximo que soportan los conductores estas condiciones de la siguiente forma:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c S^2}{I_{pccF}^2}$$

donde:

t_{mcicc} es el tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una corriente de cortocircuito en régimen permanente

C_c constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento

S sección de la línea en mm²

I_{pccF} intensidad permanente en cortocircuito en fin de línea en A

Las siguientes formulas corresponden a los cálculos del embarrado, tienen una parte de cálculo electrodinámico y otra de comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito.

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 L^2}{60 d W_y n}$$

donde:

σ_{max} tensión máxima en las pletinas en kg/cm²

I_{pcc} es la intensidad permanente de c.c. en kA

L es la separación entre los apoyos en cm

d es la separación entre pletinas en cm

n es el número de pletinas por fase

W_y es el módulo resistente por pletina del eje y-y en cm²

La comprobación térmica se realiza mediante el siguiente cálculo:

$$I_{cccs} = \frac{K_c S}{1000 \sqrt{t_{cc}}}$$

I_{cccs} es la intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. en kA

K_c es la constante del conductor Cu= 164 y Al=107

t_{cc} es el tiempo de duración del cortocircuito en segundos

S es la sección total de las pletinas en mm²

Los cálculos de las resistencias de puesta a tierra se efectúan siguiendo lo que especifica en la ITC-BT-18, de modo que tenemos varias situaciones:

- Placa enterrada $R_t = 0.8 \frac{\rho}{P}$
- Placa vertical $R_t = \frac{\rho}{P}$
- Conductor enterrado horizontalmente $R_t = 2 \frac{\rho}{P}$
- Asociación en paralelo de varios electrodos $R_t = \frac{1}{\left(\frac{L_c}{2\rho} + \frac{L_p}{\rho} + 0.8 \frac{P}{\rho}\right)}$

donde:

R_t es la resistencia de tierra en Ω

ρ es la resistividad del terreno en Ωm

P es el perímetro de la placa en m

L es la longitud del conductor en m

L_c es la longitud total del conductor en m

L_p es la longitud total de las picas en m

DEMANDA DE POTENCIAS:

Recogemos en la tabla 9 las potencias instaladas, que nos sirven como punto de partida para realizar los cálculos justificativos descritos anteriormente.

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO	349648
S2 TOSTACIÓN	342800
S3 LIXIVIACIÓN	230120
S4 PURIFICACIÓN	410240
S5 ELECTROLISIS	150120
S6 FUSIÓN Y COLADA	420240
TOTAL	1903168

Tabla 9- Potencia total instalada en cada salida

A continuación, se detallan los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. La denominación de los cuadros se hará añadiendo a cada número de salida un número más cuando empiece un nivel, que irá aumentando para cada nueva derivación dentro del subcuadro. Por ejemplo, **S1 1.1 RECEP**. S1 se refiere a la salida uno, del CGBT. 1.1 Es la denominación para el Subcuadro uno después del nivel uno.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA
TRAFO 1	1536000	4	11(3x120/70)Cu	2309,47	2530	0,08	0,08	
TRAFO 2	1536000	4	11(3x120)Cu	2309,47	2530	0,08	0,08	
S1 RECEP. ALM.	283333,12	50	2(4x120+TTx70)Cu	511,21	520	0,79	0,87	150x60
S2 TOST. M.P.	211824,02	50	2(4x95+TTx50)Cu	382,19	448	0,73	0,81	100x60
S3 LIXIVIACIÓN	163951,2	25	2(4x50+TTx25)Cu	262,94	290	0,54	0,62	75x60
S4 PURIFIC.	418432	10	3(4x95+TTx25)Cu	603,97	672	0,19	0,27	150x60
S5 ELECTROL.	138794,39	40	2(4x50+TTx25)Cu	286,2	290	0,75	0,82	75x60
S6 FUS. COLAD.	257059,2	10	2(4x120+TTx70)Cu	463,8	520	0,14	0,22	150x60
Batería Condensadores	1903168	2	13(3x120+TTx70)Cu	3090,45	3120	0,02	0,1	

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
TRAFO 1	4	11(3x120/70)Cu	40,42	50	18054,58	109,31	2500;B
TRAFO 2	4	11(3x120)Cu	40,42	50	180054,58	109,31	2500;B
S1 RECEP. ALM.	50	2(4x120+TTx70)Cu	80,18	100	16882,41	2,67	630;B,C,D
S2 TOST. M.P.	50	2(4x95+TTx50)Cu	80,18	100	14162,4	2,38	400;B,C,D
S3 LIXIVIACIÓN	25	2(4x50+TTx25)Cu	80,18	100	14740,22	0,61	400;B,C,D
S4 PURIFIC.	10	3(4x95+TTx25)Cu	80,18	100	33151,26	0,98	630;B,C,D
S5 ELECTROL.	40	2(4x50+TTx25)Cu	80,18	100	9977,07	1,33	400;B,C,D
S6 FUS. COLAD.	10	2(4x120+TTx70)Cu	80,18	100	32424,17	0,72	630;B,C,D
Batería Condensadores	2	13(3x120+TTx70)Cu	80,18	100	36052,54	24,76	3200;B,C

Subcuadro S1 RECEP.ALM.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA
S1,1 RECEP.	26380,48	25	4x10+TTx10 Cu	42,31	52	0,86	1,72	75x60
S1,2 ALM.	189888	30	2(4x120+TTx70)Cu	322,46	416	0,31	1,17	150x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S1,1 RECEP.	25	4x10+TTx10 Cu	37,47	50	1599,3	0,52	50;B,C,D
S1,2 ALM.	30	2(4x120+TTx70)Cu	37,47	50	11675,56	5,59	400;B,C,D

Subcuadro S1,1 RECEP.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA
S1,1,1,1 AL. RE. Z1	16	16	4X1,5+TTX1,5 Cu	2,8	16	0,19	2,33	75X60
S1,1,1,2 AL. RE. Z2	16	16	4X1,5+TTX1,5 Cu	2,8	16	0,19	2,33	75X61

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S1,1,1,1 AL. RE. Z1	16	4x1,5+TT x 1,5 Cu	0,76	4,5	186,78	0,85	10;B,C
S1,1,1,2 AL. RE. Z2	16	4x1,5+TT x 1,5 Cu	0,76	4,5	186,78	0,85	10;B,C

Subcuadro S1.1.2 FZA. RECEP.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S1,1,2,1 FZA. RECEP. Z1	12000	20	3x4+TT x 4 Cu	21,65	30	0,58	2,77	75x60
S1,1,2,2 FZA. RECEP. Z2	12000	20	3x4+TT x 4 Cu	21,65	30	0,58	2,77	75x60
S1,1,2,3 CLIMA REPC.	10000	15	3x2,5+TT x 2,5 Cu	18,04	22	0,78	2,97	75x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S1,1,2,1 FZA. RECEP. Z1	20	3x4+TT x 4 Cu	2,29	4,5	473,42	0,94	25;B,C
S1,1,2,2 FZA. RECEP. Z2	20	3x4+TT x 4 Cu	2,29	4,5	473,42	0,94	25;B,C
S1,1,2,3 CLIMA REPC.	15	3x2,5+TT x 2,5 Cu	2,29	4,5	427,15	0,45	20;B,C,D

Subcuadro S1,2 ALM.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S1.2.1 AL. ALM.	5832	25	3x25+TTx16Cu	9.35	88	0.07	1.24	75x60
S1.2.2. FZA. ALM.	217000	25	2(3x95+TTx50)Cu	391.53	414	0.38	1.55	

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S1.2.1 AL. ALM.	25	3x25+TTx16Cu	25.92	35	3213.07	0.8	10;B,C,D
S1.2.2. FZA. ALM.	25	2(3x95+TTx50)Cu	25.92	35	8726.32	6.27	400;B,C,D

Subcuadro S1,2,1 AL.ALM.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S1,2,1,1 AL.ALM. Z1	3240	155	4x25+TTx16Cu	5,2	95	0,14	1,38	75x60
S1,2,1,2 AL.ALM. Z2	3240	155	4x25+TTx16Cu	5,2	95	0,14	1,38	75x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S1,2,1,1 AL.ALM. Z1	155	4x25+TTx16Cu	7,13	10	578,36	24,71	10;B,C,D
S1,2,1,2 AL.ALM. Z2	155	4x25+TTx16Cu	7,13	10	578,36	24,71	10;B,C,D

Subcuadro S1.2.2. FZA. ALM.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S1.2.2.1 FZA. ALM. Z1	120000	90	3x120+TTx70Cu	216,51	240	0,73	2,28	75x60
S1.2.2.2 FZA. ALM. Z2	120000	90	3x120+TTx70Cu	216,51	240	0,73	2,28	75x60
S1.2.2.3 C. BAT. ALM.	70000	65	3x50+TTx25Cu	126,3	133	0,79	2,35	75x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S1.2.2.1 FZA. ALM. Z1	90	3x120+TTx70Cu	19,37	22	3518,11	15,39	250;B,C
S1.2.2.2 FZA. ALM. Z2	90	3x120+TTx70Cu	19,37	22	3518,11	15,39	250;B,C
S1.2.2.3 C. BAT. ALM.	65	3x50+TTx25Cu	19,37	22	2440,81	5,55	160;B,C

Subcuadro S2 TOST. M. P.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.1 TOSTAC. S2.2 DEPUR.	54608	40	4x50+TTx25Cu	92,73	145	0,55	1,36	75x60
S2.2 DEPUR.	101529,6	50	4x95+TTx50Cu	172,41	224	0,69	1,5	75x60
S2.3 ACI. SULF.	37304	60	4x35+TTx16Cu	63,35	110	0,8	1,61	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS	
S2.1 TOSTAC. S2.2 DEPUR.	40	4x50+TTx25Cu	31,44	35	4004,81	2,06	160;B,C,D	
S2.2 DEPUR.	50	4x95+TTx50Cu	31,44	35	5331,35	4,2	250;B,C,D	
S2.3 ACI. SULF.	60	4x35+TTx16Cu	31,44	35	218227	3,2	100;B,C,D	

Subcuadro S2.1.1 AL.TOST.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.1.1.1 AL. TOST. Z1	4608	110	4x25+TTx16Cu	7	95	0,95	1,71	75x60
S2.1.1.2 AL. TOST. Z2	4608	110	4x25+TTx16Cu	7	95	0,95	1,71	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS	
S2.1.1.1 AL. TOST. Z1	110	4x25+TTx16Cu	3,14	4,5	583,79	24,25	10;B,C,D	
S2.1.1.2 AL. TOST. Z2	110	4x25+TTx16Cu	3,14	4,5	583,79	24,25	10;B,C,D	

Subcuadro S2.1.2 FZA.TOST.

DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.1.2.1 FZA. TOST. Z1	50000	80	3x25+TTx16Cu	90,21	95	1,33	3,61	75x60
S2.1.2.2 FZA. TOST. Z2	50000	80	3x25+TTx16Cu	90,21	95	1,33	3,61	75x60

CORTOCIRCUITO

DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S2.1.2.1 FZA. TOST. Z1	80	3x25+TTx16Cu	4,65	6	826,71	12,09	100;B
S2.1.2.2 FZA. TOST. Z2	80	3x25+TTx16Cu	4,65	6	826,71	12,09	100;B

Subcuadro S2.2 DEPUR.

DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.2.1 AL. DEP.	8294,4	50	4x25+TTx16Cu	13,3	88	0,2	1,7	75x60
S2.2.2 FZA. DEP.	112000	50	3x95+TTx50Cu	202,08	207	0,79	2,28	

CORTOCIRCUITO

DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S2.2.1 AL. DEP.	50	4x25+TTx16Cu	11,83	15	1553,22	3,43	16;B,C,D
S2.2.2 FZA. DEP.	50	3x95+TTx50Cu	11,83	15	3254,9	11,27	250;B,C

Subcuadro S2.2.1 AL. DEP.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.2.1.1 AL. DEP. Z1	4608	155	4x2.5+TTx2.5Cu	7	22	1,98	3,68	75x60
S2.2.1.2 AL. DEP. Z2	4608	155	4x25+TTx16Cu	7	95	0,2	1,89	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S2.2.1.1 AL. DEP. Z1	155	4x2.5+TTx2.5Cu	3,45	4,5	67,43	18,18	10;B	
S2.2.1.2 AL. DEP. Z2	155	4x25+TTx16Cu	3,45	4,5	484,92	35,15	10;B,C,D	

Subcuadro S2.2.2 FZA. DEP.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.2.2.1 FZA. DEP. Z1	80000	90	3x70+TTx35Cu	144,34	171	0,82	3,11	75x60
S2.2.2.2 FZA. DEP. Z2	80000	90	3x70+TTx35Cu	144,34	171	0,82	3,11	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S2.2.2.1 FZA. DEP. Z1	90	3x70+TTx35Cu	7,22	10	1664,31	23,4	160;B,C	
S2.2.2.2 FZA. DEP. Z2	90	3x70+TTx35Cu	7,22	10	1664,31	23,4	160;B,C	

Subcuadro S2.3 ACI. SULF.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.3.1 AL.A.SUL.	4147,2	50	3x25+TTx16Cu	6,65	88	0,1	1,71	75x60
S2.3.2 FZA.A.SUL.	49000	50	3x35+TTx16Cu	88,41	110	0,91	2,52	

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS	
S2.3.1 AL.A.SUL.	50	3x25+TTx16Cu	4,84	6	1092,3	6,93	10;B,C,D	
S2.3.2 FZA.A.SUL.	50	3x35+TTx16Cu	4,84	6	1274,2	9,98	100;B,C	

Subcuadro S2.3.1 AL.A.SUL.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.3.1.1 AL. A. SUL. Z1	2304	60	4x1.5+TTx1.5Cu	3,5	16	0,75	2,46	75x60
S2.3.1.2 AL. A. SUL. Z2	2304	60	4x25+TTx16Cu	3,5	95	0,04	1,75	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS	
S2.3.1.1 AL. A. SUL. Z1	60	4x1.5+TTx1.5Cu	2,42	4,5	99,32	3,02	10;B	
S2.3.1.2 AL. A. SUL. Z2	60	4x25+TTx16Cu	2,42	4,5	682,81	17,73	10;B,C,D	

Subcuadro S2.3.2 FZA.A.SUL.

DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S2.3.2.1 FZA. A. SUL. Z1	35000	60	3x16+TTx16Cu	63,15	70	1,16	3,67	75x60
S2.3.2.2 FZA. A. SUL. Z2	35000	60	3x16+TTx16Cu	63,15	70	1,16	3,67	75x60

CORTOCIRCUITO

DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	Ipccl(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S2.3.2.1 FZA. A. SUL. Z1	60	3x16+TTx16Cu	2,83	4,5	608,76	9,14	100;B
S2.3.2.2 FZA. A. SUL. Z2	60	3x16+TTx16Cu	2,83	4,5	608,76	9,14	100;B

Subcuadro S3 LIXIVIACIÓN

DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S3.1 AL.LIXIV.	3686,4	80	4x25+TTx16Cu	5,91	88	0,14	0,76	75x60
S3.2 FZA LIXIV.	45000	80	3x25+TTx16Cu	81,19	88	1,91	2,53	75x60
S3.3 REC. GER.	108225.6	100	4x95+TTx50Cu	183,78	224	1,48	2,1	75x60

CORTOCIRCUITO

DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	Ipccl(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S3.1 AL.LIXIV.	80	4x25+TTx16Cu	32,72	35	1258,08	5,22	10;B,C,D
S3.2 FZA LIXIV.	80	3x25+TTx16Cu	32,72	35	1258,08	5,22	100;B,C
S3.3 REC. GER.	100	4x95+TTx50Cu	32,72	35	3286,98	11,05	250;B,C

Subcuadro S3.1 AL.LIXIV.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S3.1.1 AL. LIXIV. Z1	2304	60	4x25+TTx16Cu	3,5	95	0,04	0,8	75x60
S3.1.2 AL. LIXIV. Z2	2304	60	4x1.5+TTx1.5Cu	3,5	16	0,75	1,51	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S3.1.1 AL. LIXIV. Z1	60	4x25+TTx16Cu	2,79	4,5	744,12	14,93	10;B,C,D	
S3.1.2 AL. LIXIV. Z2	60	4x1.5+TTx1.5Cu	2,79	4,5	100,53	2,94	10;B,C	

Subcuadro S3.2 FZA LIXIV.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S3.2.1 FZA. LIXIV. Z1	37500	60	3x16+TTx16Cu	67,66	70	1,25	3,78	75x60
S3.2.2 FZA LIXIV. Z2	37500	60	3x16+TTx16Cu	67,66	70	1,25	3,78	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S3.2.1 FZA. LIXIV. Z1	60	3x16+TTx16Cu	2,79	4,5	605,05	9,25	100;B	
S3.2.2 FZA LIXIV. Z2	60	3x16+TTx16Cu	2,79	4,5	605,05	9,25	100;B	

Subcuadro S3.3 REC. GER.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S3.3.1 AL.R.GER.	4147,2	30	4x1.5+TTx1.5Cu	6,65	16	1,03	3,13	75x60
S3.3.2 FZA .R.GER.	105000	30	3x95+TTx50Cu	189,45	207	0,44	2,54	

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S3.3.1 AL.R.GER.	30	4x1.5+TTx1.5Cu	7,3	10	204,93	0,71	10;B,C,D
S3.3.2 FZA .R.GER.	30	3x95+TTx50Cu	7,3	10	2657,74	16,9	250;B,C

Subcuadro S3.3.1 AL.R.GER.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S3.3.1.1 AL. GER. Z1	2304	60	4x1.5+TTx1.5Cu	3,5	16	0,75	3,88	75x60
S3.3.1.2 AL. GER. Z2	2304	60	4x1.5+TTx1.5Cu	3,5	16	0,75	3,88	75x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S3.3.1.1 AL. GER. Z1	60	4x1.5+TTx1.5Cu	0,45	4,5	71,26	5,86	10;B
S3.3.1.2 AL. GER. Z2	60	4x1.5+TTx1.5Cu	0,45	4,5	71,26	5,86	10;B

Subcuadro S3.3.2 FZA .R.GER.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S3.3.2.1 FZA. GER. Z1	75000	60	3x70+TTx35Cu	135,32	171	0,56	3,1	75x60
S3.3.2.1 FZA. GER. Z2	75000	60	3x70+TTx35Cu	135,32	171	0,56	3,1	75x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S3.3.2.1 FZA. GER. Z1	60	3x70+TTx35Cu	5,9	6	1748,06	21,21	160;B,C
S3.3.2.1 FZA. GER. Z2	60	3x70+TTx35Cu	5,9	6	1748,06	21,21	160;B,C

Subcuadro S4 PURIFIC.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S4.1 AL. PURIF.	7372,8	125	4x25+TTx16Cu	11,82	88	0,45	0,72	75x60
S4.2 FZA PURIF.	60000	125	3x35+TTx16Cu	108,26	110	2,87	3,14	75x60
S4.3 RE.M.SE.	216451.2	150	2(4x95+TTx50)Cu	367,56	448	2,23	2,49	100x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S4.1 AL. PURIF.	125	4x25+TTx16Cu	73,58	100	863,98	11,07	16;B,C,D
S4.2 FZA PURIF.	125	3x35+TTx16Cu	73,58	100	1203,86	11,18	125;B
S4.3 RE.M.SE.	150	2(4x95+TTx50)Cu	73,58	100	5114,64	18,25	400;B,C

Subcuadro S4.1 AL. PURIF.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S4.1.1 AL. PURIF. Z1	4608	55	4x1.5+TTx1.5Cu	7	16	1,24	1,95	75x60
S4.1.2 AL. PURIF. Z2	4608	55	4x25+TTx16Cu	7	95	0,07	0,79	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS	
S4.1.1 AL. PURIF. Z1	55	4x1.5+TTx1.5Cu	1,92	4,5	104,74	2,71	10;B,C	
S4.1.2 AL. PURIF. Z2	55	4x25+TTx16Cu	1,92	4,5	602,13	22,8	10;B,C,D	

Subcuadro S4.2 FZA PURIF.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S4.2.1 FZA. PURIF. Z1	50000	55	3x35+TTx16Cu	90,21	110	0,6	3,75	75x60
S4.2.2 FZA. PURIF. Z2	50000	55	3x35+TTx16Cu	90,21	110	0,6	3,75	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS	
S4.2.1 FZA. PURIF. Z1	55	3x35+TTx16Cu	2,67	4,5	840,25	22,95	100;B	
S4.2.2 FZA. PURIF. Z2	55	3x35+TTx16Cu	2,67	4,5	840,25	22,95	100;B	

Subcuadro S4.3 RE.M.SE.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S4.3.1AL.R,M,SE,	8294,4	50	4x25+TTx16Cu	13,3	95	0,2	2,7	75x60
S4.3.2 FZA.R.M.SE.	210000	50	2(3x95+TTx50)Cu	378,9	448	0,72	3,22	150x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS
S4.3.1AL.R,M,SE,	50	4x25+TTx16Cu	11,35	15	1534,11	3,51	16;B,C,D
S4.3.2 FZA.R.M.SE.	50	2(3x95+TTx50)Cu	11,35	15	3917,16	31,11	400;B

Subcuadro S4.3.1 AL.R,M,SE,								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S4.3.1.1 AL. R. M. SE Z1	4608	65	3x25+TTx16Cu	7	95	0,1	2,79	75x60
S4.3.1.2.AL. R. M. SE. Z2	4608	65	3x25+TTx16Cu	7	95	0,1	2,79	75x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS
S4.3.1.1 AL. R. M. SE Z1	65	3x25+TTx16Cu	3,41	4,5	802,22	12,84	10;B,C,D
S4.3.1.2.AL. R. M. SE. Z2	65	3x25+TTx16Cu	3,41	4,5	802,22	12,84	10;B,C,D

Subcuadro S4.3.2 FZA.R.M.SE.

DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA
S4.3.1 FZA. R. M. SE. Z1	150000	47	2(4x50+TTx25)Cu	270,64	290	0,67	3,88	75x60
S4.1.2.2 FZA R. M. SE. Z2	150000	47	2(4x50+TTx25)Cu	270,64	290	0,67	3,88	75x60

CORTOCIRCUITO

DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS
S4.3.1 FZA. R. M. SE. Z1	47	2(4x50+TTx25)Cu	8,69	10	2759,33	17,37	400;B
S4.1.2.2 FZA R. M. SE. Z2	47	2(4x50+TTx25)Cu	8,69	10	2759,33	17,37	400;B

Subcuadro S5 ELECTROL.

DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S5.1 AL. ELEC.	3686,4	130	4x25+TTx16Cu	5,91	95	0,23	1,05	75x60
S5.2 FZA. ELEC.	45000	130	4x35+TTx16Cu	81,19	119	2,13	2,95	75x60
S5.3 RE. A.SUL.	52225,6	130	4x35+TTx16Cu	88,69	119	2,5	3,32	75x60

CORTOCIRCUITO

DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS
S5.1 AL. ELEC.	130	4x25+TTx16Cu	22,15	25	777,2	13,68	10;B,C,D
S5.2 FZA. ELEC.	130	4x35+TTx16Cu	22,15	25	1056,19	14,52	100;B,C
S5.3 RE. A.SUL.	130	4x35+TTx16Cu	22,15	25	1056,19	14,52	100;B,C

Subcuadro S5.1 AL. ELEC.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S5.1.1 AL. ELEC. Z1	2304	110	4x25+TTx16Cu	3,5	95	0,08	1,13	75x60
S5.1.2 AL. ELEC. Z2	2304	110	4x25+TTx16Cu	3,5	95	0,08	1,13	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S5.1.1 AL. ELEC. Z1	110	4x25+TTx16Cu	1,73	4,5	436,03	43,48	10;B,C,D	
S5.1.2 AL. ELEC. Z2	110	4x25+TTx16Cu	1,73	4,5	436,03	43,48	10;B,C,D	

Subcuadro S5.2 FZA. ELEC.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S5.2.1 FZA. ELEC. Z1	37500	110	3x35+TTx16Cu	67,66	119	0,94	3,89	75x60
S5.2.2 FZA. ELEC. Z2	37500	110	3x25+TTx16Cu	67,66	95	1,34	4,3	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S5.2.1 FZA. ELEC. Z1	110	3x35+TTx16Cu	2,34	4,5	600,31	44,96	100;B	
S5.2.2 FZA. ELEC. Z2	110	3x25+TTx16Cu	2,34	4,5	511,91	31,54	100;B	

Subcuadro S5.3 RE. A.SUL								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S5.3.1 AL.R.A.SU.	4147,2	50	4x25+TTx16Cu	6,65	88	0,1	3,42	75x60
S5.3.2 FZA.R.A.SU.	49000	50	3x25+TTx16Cu	88,41	95	1,3	4,62	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS	
S5.3.1 AL.R.A.SU.	50	4x25+TTx16Cu	2,34	4,5	712,08	16,3	10;B,C,D	
S5.3.2 FZA.R.A.SU.	50	3x25+TTx16Cu	2,34	4,5	712,08	16,3	100;B	

Subcuadro S5.3.1 AL.R.A.SU.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S5.3.1.1 AL. R. A. SUL. Z1	2304	60	4x25+TTx16Cu	3,5	95	0,04	3,46	75x60
S5.3.1.2 AL.R. A. SUL. Z2	2304	60	4x25+TTx16Cu	3,5	95	0,04	3,46	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS	
S5.3.1.1 AL. R. A. SUL. Z1	60	4x25+TTx16Cu	1,58	4,5	511,91	31,54	10;B,C,D	
S5.3.1.2 AL.R. A. SUL. Z2	60	4x25+TTx16Cu	1,58	4,5	511,91	31,54	10;B,C,D	

Subcuadro S5.3.2 FZA.R.A.SU.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S5.3.2.1 FZA.R. A. SUL. Z1	35000	60	3x25+TTx16Cu	63,15	95	0,71	5,33	75x60
S5.3.2.2 FZA. R. A. SUL. Z2	35000	60	3x25+TTx16Cu	63,15	95	0,71	5,33	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S5.3.2.1 FZA.R. A. SUL. Z1	60	3x25+TTx16Cu	1,58	4,5	511,91	31,54	100;B	
S5.3.2.2 FZA. R. A. SUL. Z2	60	3x25+TTx16Cu	1,58	4,5	511,91	31,54	100;B	

Subcuadro S6 FUS. COLAD.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S6.1 AL.FU.C.	7372,8	150	4x25+TTx16Cu	11,82	88	0,54	0,75	75x60
S6.2 FZA FU.C.	60000	150	4x35+TTx16Cu	108,26	110	3,45	3,67	75x60
S6.3 PRODUCT.	223451.2	200	2(4x95+TTx50)Cu	379,45	448	3,08	3,29	100x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S6.1 AL.FU.C.	150	4x25+TTx16Cu	71,97	100	720,6	15,92	16;B,C,D	
S6.2 FZA FU.C.	150	4x35+TTx16Cu	71,97	100	1004,48	16,06	125;B	
S6.3 PRODUCT.	200	2(4x95+TTx50)Cu	71,97	100	3894,32	31,48	400;B	

Subcuadro S6.1 AL.FU.C.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S6.1.1 AL. FU. C. Z1	4608	110	4x25+TTx16Cu	7	95	0,15	0,9	75x60
S6.1.2 AL. FU. C. Z2	4608	110	4x25+TTx16Cu	7	95	0,15	0,9	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S6.1.1 AL. FU. C. Z1	110	4x25+TTx16Cu	1,6	4,5	417,63	47,39	10;B,C,D	
S6.1.2 AL. FU. C. Z2	110	4x25+TTx16Cu	1,6	4,5	417,63	47,39	10;B,C,D	

Subcuadro S6.2 FZA FU.C.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S6.2.1 FZA. FU. C. Z1	50000	110	3x35+TTx16Cu	90,21	110	1,21	4,87	75x60
S6.2.2 FZA. FU. C. Z2	50000	110	3x35+TTx16Cu	90,21	110	1,21	4,87	75x60

CORTOCIRCUITO								
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS	
S6.2.1 FZA. FU. C. Z1	110	3x35+TTx16Cu	2,23	4,5	583,23	47,63	100;B	
S6.2.2 FZA. FU. C. Z2	110	3x35+TTx16Cu	2,23	4,5	583,23	47,63	100;B	

Subcuadro S6.3 PRODUCT.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S6.3.1 AL.PROD.	8294,4	60	4x25+TTx16Cu	13,3	95	0,24	3,54	75x60
S6.3.2 FZA.PROD.	217000	60	2(3x95+TTx50)Cu	391,53	448	0,9	4,19	100x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS
S6.3.1 AL.PROD.	60	4x25+TTx16Cu	8,64	10	1242,24	5,36	16;B,C,D
S6.3.2 FZA.PROD.	60	2(3x95+TTx50)Cu	8,64	10	3042,02	51,59	400;B

Subcuadro S6.3.1 AL.PROD.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S6.3.1.1 AL. PROD. Z1	4608	110	4x25+TTx16Cu	7	95	0,15	3,68	75x60
S6.3.1.2 AL. PROD. Z2	4608	110	4x25+TTx16Cu	7	95	0,15	3,68	75x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	I _{pccI} (Ka)	P de C(kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (s)	CURVAS VÁLIDAS
S6.3.1.1 AL. PROD. Z1	110	4x25+TTx16Cu	2,76	4,5	552	27,13	10;B,C,D
S6.3.1.2 AL. PROD. Z2	110	4x25+TTx16Cu	2,76	4,5	552	27,13	10;B,C,D

Subcuadro S6.3.2 FZA.PROD.								
DENOMINACIÓN	P. CÁLCULO(W)	DIST. CALCULO(m)	SECCIÓN(mm ²)	I. CÁLCULO(A)	I ADM.(A)	ΔU.PARC.(%)	ΔU.TOTAL.(%)	DIMENSIONES(mm) BANDEJA PERFORADA BAND.
S6.3.2.1 FZA. PROD. Z1	200000	110	2(3x95+TTx50)Cu	360,85	448	0,89	5,08	100x60
S6.3.2.2 FZA. PROD. Z2	110000	200	3x120+TTx70Cu	198,47	260	1,2	5,4	75x60

CORTOCIRCUITO							
DENOMINACIÓN	LONGITUD(m)	SECCIÓN(mm ²)	IpccI(Ka)	P de C(kA)	IpccF(A)	tmcicc(s)	CURVAS VÁLIDAS
S6.3.2.1 FZA. PROD. Z1	110	2(3x95+TTx50)Cu	6,75	10	2169,73	101,41	400;B
S6.3.2.2 FZA. PROD. Z2	200	3x120+TTx70Cu	6,75	10	1409,42	95,87	250;B

CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA:

La resistividad del terreno es 300 $\Omega\cdot\text{m}$.

El electrodo en la puesta a tierra de la instalación industrial, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 30 m
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
Picas de acero recubierto de Cobre	14 mm 1 pica de 2 m
Picas de acero galvanizado	25 mm

Con lo que obtenemos una resistencia de tierra de 17.65 Ω



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1	CONDICIONES ADMINISTRATIVAS	89
1.1	CONTRATACIÓN DE LA EMPRESA	89
1.2	RECISIÓN DEL CONTRATO	90
1.3	CONTRATO	92
1.4	PERSONAL FACULTATIVO	92
1.5	VALIDEZ DE LA OFERTA	93
1.6	CONTRAINDICACIONES Y OMISIÓN EN LA DOCUMENTACIÓN	93
1.7	PLANOS PROVISIONALES	93
1.8	ADJUDICACIÓN DEL CONCURSO	93
1.9	REGLAMENTOS Y NORMAS	94
1.10	MATERIALES	94
1.11	PLAZOS DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	95
1.11.1	INICIO	95
1.11.2	PLAZOS	95
1.11.3	RECEPCIÓN DE LAS OBRAS	96
1.11.4	RECEPCIÓN PROVISIONAL	96
1.11.5	PLAZO DE GARANTÍA	96
1.11.6	RECEPCIÓN DEFINITIVA	96
1.11.7	LIBRO DE ÓRDENES	97
1.12	FIANZA PROVISIONAL, DEFINITIVA Y FUENTES DE GARANTÍA	97
1.12.1	FIANZA PROVISIONAL	97
1.12.2	FIANZA DEFINITIVA	97
1.12.3	FONDOS DE GARANTÍA	97
1.13	INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO	98
1.14	OBRAS COMPLEMENTARIAS	98
1.15	MODIFICACIONES	98
1.16	MEDIOS AUXILIARES	100
1.17	GASTOS GENERALES A CARGO DEL CONTRATISTA	100
1.18	GASTOS GENERALES A CARGO DEL CONTRATANTE	101
2	CONDICIONES ECONÓMICAS Y LEGALES	101
2.1	PRINCIPIO GENERAL	101

2.2	FIANZAS	101
2.2.1	FIANZA PROVISIONAL.....	102
2.2.2	EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO DE LA FIANZA.....	102
2.2.3	DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA.....	102
2.3	PRECIOS.....	102
2.3.1	PRECIOS UNITARIOS	102
2.3.2	BENEFICIO INDUSTRIAL.....	103
2.3.3	PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	103
2.3.4	PRECIO DE CONTRATA.....	103
2.3.5	PRECIOS CONTRADICTORIOS	104
2.3.6	RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS	104
2.3.7	FORMAS TRADICIONALES DE MEDIDA O APLICAR LOS PRECIOS	104
2.3.8	FORMAS TRADICIONALES DE REVISAR LOS PRECIOS CONTRACTADOS.....	104
2.3.9	ALMACENAJE DE MATERIALES	105
2.4	OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.	105
2.5	LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN	106
2.6	ABONO A LOS CONSTRUCTORES DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA.....	107
2.7	RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS	107
2.8	RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR	107
2.9	VALORACIÓN Y ABONAMIENTO DE LOS TRABAJOS	108
2.10	RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES	108
2.11	MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.....	109
2.12	ABONAMIENTO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA 110	
2.13	ABONAMIENTO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS	110
2.14	PAGOS	111
2.15	INDEMNIZACIONES MUTUAS.....	111
2.16	DEMORA DE LOS PAGAMIENTOS.....	111
2.17	VARIOS.....	112

2.17.1	MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS	112
2.17.2	UNIDADES DE OBRAS DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.....	112
2.17.3	SEGURO DE LAS OBRAS.....	113
2.17.4	CONSERVACIÓN DE LA OBRA.....	113
2.17.5	UTILIZACIÓN POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIOS O BIENES DEL PROPIETARIO	114
3	CONDICIONES FACULTATIVAS.....	114
3.1	DIRECCIÓN.....	114
3.2	CONTROL DE CALIDAD EN LA RECEPCIÓN	114
3.3	REALIZACIÓN.....	114
3.4	MATERIALES	115
3.5	AJUSTES Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	115
4	CONDICIONES TÉCNICAS.....	115
4.1	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	115
4.1.1	EMPLAZAMIENTO.....	115
4.1.2	ACCESOS.....	116
4.1.3	DIMENSIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	116
4.1.4	CRITERIOS CONSTRUCTIVOS	116
4.1.5	INSONORIZACIÓN, ANTI-VIBRATORIAS Y ANTI-RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA	117
4.1.6	PUERTAS Y TAPAS DE ACCESO	117
4.1.7	REJILLAS DE VENTILACIÓN	117
4.1.8	PANTALLAS DE PROTECCIÓN.....	117
4.1.9	CELDA DE MEDIA TENSIÓN	117
4.1.10	COMPARTIMIENTO DE APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	120
4.1.11	COMPARTIMIENTO DEL JUEGO DE BARRAS DE MEDIA TENSIÓN .	120
4.1.12	COMPARTIMIENTO DE MANDO DE MEDIA TENSIÓN	120
4.1.13	COMPARTIMIENTOS DE MANDO DE MEDIA TENSIÓN	120
4.1.14	COMPARTIMIENTO DE CONTROL DE MEDIA TENSIÓN	120
4.1.15	TRANSFORMADORES	121
4.1.16	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	121
4.1.17	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	121
4.1.18	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	122

4.2	RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	122
4.2.1	ESTRUCTURA	122
4.2.2	EXTENDIDA DE CABLES	122
4.2.3	TRAZADO DE LÍNEA.....	124
4.2.4	ABERTURA ZANJA, DISPOSICIÓN DE LOS CONDUCTORES, PROTECCIÓN Y REPOSICIÓN DE LA ZANJA.....	125
4.2.5	RELLENADO DE ZANJAS	126
4.2.6	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.....	127
4.2.7	VALLADO Y SEÑALIZACIÓN	127
4.2.8	DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. CRUCES	128
4.2.9	DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. PARALELISMOS ...	128
4.2.10	DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. PROXIMIDADES ALCANTARILLADO.....	129
4.2.11	CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN.....	130
4.2.12	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	131
4.2.13	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	132
4.2.14	PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS.....	132
4.2.15	PUESTA A TIERRA	133
4.3	RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	133
4.3.1	ZANJAS. FASES DE EJECUCIÓN.....	134
4.3.2	ZANJAS. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN DE ARENA .	136
4.3.3	ABERTURA DE PAVIMENTOS.....	137
4.3.4	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.....	138
4.3.5	DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. CRUCES	139
4.3.6	DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. PARALELISMOS CONDUCTORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA:.....	140
4.3.7	DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. PROXIMIDADES ALCANTARILLADO	140
4.3.8	ENTUBADO DE LOS CONDUCTORES	141
4.3.9	CONDUCTORES.....	141
4.3.10	TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES	141
4.3.11	EXTENDIDA DE CABLES.....	142
4.3.12	EMPALMES.....	143

4.3.13	TERMINALES	144
4.3.14	PROTECCIONES MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES EXTENDIDOS	144
	En las canalizaciones se instalarán las siguientes protecciones:.....	144
4.3.15	PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS	145
4.3.16	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS	145
4.3.17	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	146
4.3.18	CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO.....	146
4.3.19	PUESTA A TIERRA DEL CONDUCTOR NEUTRO	146
4.4	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.....	146
4.4.1	CONDUCTORES.....	147
4.4.2	CAJAS DE EMPALMES Y DERIVACIÓN Y TUBOS PROTECTORES.....	147
4.4.3	REGATAS PARA INSTALACIÓN DE TUBOS, CAJAS DE DERIVACIÓN Y MECANISMOS.....	148
4.4.4	CUADROS ELÉCTRICOS.....	148
4.4.5	APARATOS DE MANDO	149
4.4.6	APARATOS DE PROTECCIÓN	149
4.4.7	INTERRUPTORES	150
4.4.8	TOMAS DE CORRIENTE	150
4.4.9	RECEPTORES	150
4.4.10	CUARTOS DE BAÑO	151
4.4.11	ALUMBRADO	151
4.4.12	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	151
4.4.13	RED DE TIERRAS	152

El siguiente pliego de condiciones establecerá las condiciones administrativas, económicas y facultativas a las cuales se tendrá que adaptar la empresa que ejecute los trabajos descritos en el presente proyecto de instalación eléctrica y que no estarán sujetos a ningún tipo de modificación, en caso contrario sería un incumplimiento de las bases establecidas para la ejecución de los trabajos.

Se fijan los alcances de los trabajos y la ejecución cualitativa de los mismos, así como se regula la ejecución de las obras, fijando los niveles de calidad exigibles, y precisando según el contrato y de acuerdo con la vigente legislación las obligaciones y derechos del propietario, contratista y encargados, así como las relaciones entre ellos y sus obligaciones en el cumplimiento del contrato de obra.

Este documento afectará a todas las obras comprendidas en el proyecto, señalándose en él los criterios generales que serán de aplicación, condiciones de los materiales, pruebas a realizar, etc.

1 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

1.1 CONTRATACIÓN DE LA EMPRESA

La contratación de la empresa se efectuará por parte del promotor de la obra y bajo la tutela del director técnico de la misma.

Los requisitos mínimos se establecerán por parte del contratante y no se aceptarán ofertas que no los cumplan. Las ofertas se enviarán por triplicado y bajo las condiciones fijadas por la propiedad.

En caso de existir discrepancias, defectos u omisiones en cualquier de los documentos del presente proyecto, las empresas ofertantes podrán requerir al respecto las pertinentes aclaraciones presentándolas en un plazo inferior a la mitad del plazo estipulado a las bases de la demanda. Estos requerimientos se estudiarán por parte de la empresa contratante y una vez tomada la decisión se informará a los ofertantes en un plazo inferior a 7 días laborales. Los resultados de las aclaraciones se transmitirán a todas las empresas ofertantes si se estipula necesario debido a tratarse de información de interés general.

Podrán modificar por exceso los plazos de presentación (por parte de la empresa contratante) si se considera oportuno a tal efecto. La ampliación de plazos se tendrá que comunicar obligatoriamente a todas las empresas activas en el concurso de las obras.

Los documentos a presentar obligatoriamente por los ofertantes serán los siguientes (en original y con copias por duplicado):

– Primer cuadro de precios, en letra y cifras numéricas los precios unitarios asignados a cada unidad de obra la definición de las cuales figuren en el siguiente contrato. Se incluirán todos los porcentajes de partidas generales, beneficio industrial y los pertinentes IVA que facturarán independientemente. Prevaldrá el precio en cifras escritas en caso de existir diferencias en defectos de forma, así como prevalecerá el primer cuadro de precios respecto al segundo cuadro de precios.

– Segundo cuadro de precios, donde se especificará la repartición siguiendo la siguiente estructura de apartados:

- Mano de obra por categorías profesionales (horas y coste de hora por categoría profesional).

- Materiales y cantidades requeridas expresando el precio de cada elemento y su precio unitario.

- Maquinaria y medios auxiliares, indicando el tipo de máquina, número de horas invertidas por aparato y coste horario.

- Transporte, indicando en las unidades que lo requieran el precio por tonelada y quilómetro.

- Resto de elementos no nombrados anteriormente y que se incluirán en partidas secundarias.

- Porcentaje de gastos generales, beneficio industrial e IVA.

– Presupuesto de ejecución material, obtenido al aplicar los precios unitarios a las mediciones del proyecto. En caso de existir variaciones o defectos de forma entre el presupuesto y el primer cuadro de precios, siempre prevalecerá el cuadro de precios.

1.2 RECISIÓN DEL CONTRATO

Cuando a juicio del contratante, se produzca por parte del contratista el incumplimiento de algunas de las cláusulas del contrato las cuales puedan ocasionar graves interferencias en la realización de las obras, en el cumplimiento de los plazos, o en su aspecto económico, la empresa contratante podrá decidir la resolución del contrato con las penalizaciones que tuviesen que ocurrir. También se podrá proceder a la resolución con pérdida de fianza y garantía suplementaria si hubiese en caso de ocurrir alguna de las siguientes suposiciones:

a) Cuando no se haya efectuado el montaje de las instalaciones y medios auxiliares o no se haya aportado la maquinaria relacionada con la oferta o su equivalente en potencia o capacidad en los plazos previstos incrementados

en un 25 %, o si el contratista haya sustituido la nombrada maquinaria en sus elementos principales sin la previa autorización de la empresa contratante.

b) Cuando durante un periodo de tres meses consecutivos y considerados conjuntamente, no se llegase a un ritmo de ejecución del 50 % del programa aprobado para la obra característica.

c) Cuando se cumpla el plazo final de obra y hagan falta aún ejecutar más del 20 % de presupuesto de obra. La imposición de las multas establecidas por los retardos sobre este plazo, no obligará a la empresa contratante a la prórroga del mismo, pudiéndose elegir por su parte entre la resolución o la continuidad del contrato.

Será también causa suficiente para la rescisión del contrato, alguno de los hechos siguientes:

- La fallida, defunción o incapacidad del contratista. En este caso, la empresa contratante podrá optar por la resolución del contrato, o porque se subrogue en el lugar del contratista, los síndicos de la fallida o sus representantes.
- La disolución, por cualquier motivo, de la sociedad, si el contratista fuese una persona jurídica.

Si el contratista, es una agrupación temporal de empresas y alguna de las integrantes se encuentra incluida en alguno de los supuestos previstos, la empresa contratante estará facultada para exigir el cumplimiento de las obligaciones pendientes del Contrato a las restantes empresas que constituyen la agrupación.

Si se procede a la suspensión de la obra iniciada, siempre por motivos ajenos al contratista, y no está previsto poder dar inicio a la obra en un plazo de 3 meses, se podrá rescindir el contrato.

Cuando el motivo de la rescisión sea imputable al contratista, este estará obligado a dejar a disposición de la empresa contratante hasta la completa finalización de los trabajos, la maquinaria y medios auxiliares existentes en la obra que la empresa contratante estime oportuno abonando el contratante un alquiler igual a lo estipulado en el baremo por trabajos por administración, pero descontando los porcentajes de gastos generales y beneficio industrial del contratista

El contratista, se compromete como obligación subsidiaria de la cláusula anterior, a conservar la propiedad de las instalaciones, medios auxiliares y maquinaria seleccionada por la empresa contratante a reconocer como obligación precedente frente a terceros, la derivada de esta condición.

La empresa contratante, comunicará al contratista, con un mínimo de 30 días de anticipación, la fecha en que desea reintegrar los elementos que venía utilizando. La devolución, se realizará a pie de obra, siendo a cargo del contratista los gastos para su traslado definitivo.

En todos los contratos rescindidos, se procederá a efectos de garantías y finanzas, a efectuar las recepciones provisionales y definitivas de todos los trabajos ejecutados por el contratista hasta la fecha de rescisión.

1.3 CONTRATO

Dentro de los treinta días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la empresa contratante, depositará la fianza definitiva y formalizará el contrato en el lugar y hora que se le notifique oficialmente.

Una vez depositada la fianza definitiva y firmando el contrato, la empresa contratante procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, en caso de que hubiese.

Cuando por causas imputables al contratista, no pudiese formalizar el contrato en el plazo estipulado, la empresa contratante podrá proceder anular la adjudicación con la incautación de la fianza provisional.

Se considerará a efectos de plazos de ejecución, una fecha de inicio de las mismas que se especifique en el pliego particular de condiciones y en su defecto la del orden de inicio de los trabajos. El orden de inicio, se comunicará al contratista en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha de firma del contrato.

1.4 PERSONAL FACULTATIVO

El contratista designará su representante a pie de obra y se comunicará por escrito a la empresa contratante especificando sus poderes, que tendrán que ser suficientemente amplios para recibir y resolver en consecuencia las comunicaciones y órdenes de la representación de la empresa contratante. En ningún caso será excusable por causa de la ausencia del representante del contratista a pie de obra.

El contratista, está obligado a presentar al contratante una relación del personal facultativo responsable de la ejecución de la obra contratada y de dar también posteriormente una relación de los cambios que en el mismo se efectúen, durante la vigencia del contrato.

La empresa contratante se reserva el derecho de dar conformidad a la empresa contratante en este aspecto e referencia al representante así como

de cualquier técnico facultativo con grado de responsabilidad en la ejecución de los trabajos.

1.5 VALIDEZ DE LA OFERTA

No se tendrá en consideración ninguna oferta presentada fuera de los plazos establecidos por el contratante y bajo ningún concepto, así como tampoco aquellas ofertas que presenten carencias por lo que refiere a la documentación mínima a presentar por parte del ofertante.

La validez de la oferta tendrá efectividad durante un periodo mínimo de tres meses a partir de la data límite para la recepción de ofertas, excepto cuando se produzcan modificaciones en los plazos por parte del propietario.

1.6 CONTRAINDICACIONES Y OMISIÓN EN LA DOCUMENTACIÓN

Las omisiones en los apartados de planos y pliego de condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que tengan que ser corregidos para que se puede llevar a cabo lo estipulado en el proyecto, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos sino que por lo contrario, tendrán que ser ejecutados como si hubiesen estado correctamente especificados en los correspondientes apartados de planos y pliego de condiciones.

1.7 PLANOS PROVISIONALES

Con la finalidad de acelerar los trámites de licitación y adjudicación de las obras y consecuentemente iniciación de las mismas, la empresa contratante, podrá facilitar a los contratistas, y únicamente para consulta, documentación con carácter provisional. La documentación provisional no podrá ser utilizada en la ejecución de los trabajos.

La documentación provisional tendrá única y exclusivamente carácter provisional y solo servirá para establecer criterios de mediciones y permitir el estudio de precios en el que se basará la redacción del presupuesto de la empresa ofertante para el concurso de las obras.

Toda la documentación provisional estará debidamente marcada por tal de evitar su uso negligente. La empresa propietaria está obligada a entregar la documentación definitiva con los plazos suficientes que permitan el correcto cumplimiento de fechas del contrato de ejecución.

1.8 ADJUDICACIÓN DEL CONCURSO

La empresa contratante procederá al estudio de todas y cada una de las ofertas presentadas por los licitadores y las estudiará en todos los aspectos. La empresa contratante tendrá alternativamente la facultad de adjudicar el concurso a la propuesta más ventajosa, sin atender necesariamente al valor

económico de la misma, o declarar en caso de ser oportuno desierto el concurso.

En caso de declararse desierto el concurso, se podrá suspender definitivamente la licitación de la sobras o proceder a la realización de un nuevo concurso pudiendo ser introducidas las variaciones estimadas necesarias por parte de la propiedad, en lo que refiere al sistema de licitación contratación.

Una vez pasados los plazos máximos de solución de ofertas, los contratistas podrán retirarse sin incurrir en ningún delito sus ofertas y proceder así mismo a retirar las fianzas depositadas como garantía de las mismas.

En caso de producirse favorablemente la resolución de la oferta, el contratista escogido recibirá mediante documentación certificada la carta de intención por parte del contratante.

En un plazo máximo de dos semanas a partir de la confirmación de recepción de la notificación, el contratista bajo requerimiento de la empresa contratante procederá a formalizar el contrato. En tanto que no se firme el contrato y se constituya la fianza definitiva, el contratante procederá a retener la fianza provisional depositada por el contratista a efecto de que la oferta presentada se mantenga en todos sus preceptos.

1.9 REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en sus reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para el tipo de instalaciones comprendidas en el presente proyecto así como todas las que se describen en la memoria descriptiva del presente proyecto de instalación.

Se adoptarán además, las presentes condiciones particulares e instrucciones complementarias que afecten a las indicadas por los reglamentos y normas nombradas.

1.10 MATERIALES

Todos los materiales usados serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones y características indicadas en el proyecto, pliego de condiciones técnicas así como las normas técnicas generales, así como las de la compañía suministradora de energía, por lo que refiere a este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en los documentos del proyecto, son igualmente de obligatorio cumplimiento.

Caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al técnico director de la obra, que decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin autorización específica.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse, el contratista presentará al técnico director los catálogos, cartas de muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que se vayan a utilizar. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el técnico director.

1.11 PLAZOS DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

1.11.1 INICIO

El contratista dará inicio a la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El contratista tiene la obligación de comunicar por escrito o personalmente al técnico director la fecha de inicio de los trabajos.

1.11.2 PLAZOS

En el pliego particular de condiciones de cada obra, se establecerán los plazos parciales y plazos finales de ejecución, a los cuales el contratista se tendrá que ajustar obligatoriamente.

La obra se ejecutará en el plazo que se establezca con la propiedad o en su defecto en el que se establezca en las condiciones de este pliego.

Una vez el contratista, de acuerdo con alguno de los extremos incluidos en el presente pliego de condiciones, o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar un trabajo con posterioridad que esté condicionado por la misma, estará obligado a tener preparada para la nombrada inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el contratista, bien no sea normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de la obra.

Los plazos parciales corresponderán a la finalización y puesta a disposición de determinados elementos, obras o conjuntos de obras, que se consideren necesarios para la consecución de otras fases del montaje de la instalación.

La finalización de la obra y su puesta a disposición, será independiente del importe de los trabajos realizados a precio de contrato, salvo que el importe

de la hora característica supere en un mínimo del 10 % del presupuesto asignado para esta parte de la obra.

En la valoración final de los trabajos realizados, no se tendrá en consideración los aumentos del coste producidos por revisiones de precios y si únicamente los aumentos reales del volumen de obra.

En el caso que el importe de la obra característica realizada supere en un 10 % el presupuesto para este capítulo de la obra, los plazos parciales y finales se prorrogarán en un plazo igual al incremento porcentual que exceda de este 10 %.

1.11.3 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

El contratista, no podrá excusarse en referencia al incumplimiento de los plazos de obra pactados, alegando la falta de planos o órdenes por parte del técnico, con la única excepción de que habiéndolas solicitado por escrito no le hayan sido proporcionadas.

1.11.4 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez finalizadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional.

Para llevar a cabo esta recepción, se practicará un detenido reconocimiento por parte del técnico director y la propiedad en presencia del contratista, procediendo al levantamiento de acta e iniciando desde este momento el periodo de latencia del plazo de garantía, en caso de aceptarse la instalación.

Si se produce alguna denegación, se hará constar en acta y se darán las pertinentes instrucciones al contratista para que proceda a la corrección de los defectos, fijándose en un plazo a tal efecto.

Una vez haya pasado el plazo de corrección, se procederá a un nuevo reconocimiento con la finalidad de proceder a la recepción provisional.

1.11.5 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será como mínimo de un año, con inicio desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también iniciándose desde la misma fecha. Durante este periodo queda a cargo del contratista la conservación de las obras y subsanación de desperfectos causados durante el transcurso de las mismas o debido a una mala construcción.

1.11.6 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Se realizará después de que pase el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha, el contratista ya no tendrá la obligación de conservar y corregir a su cargo las obras si bien subsistirán las

responsabilidades que pudiese tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

1.11.7 LIBRO DE ÓRDENES

El contratista dispondrá en la obra de un libro de órdenes donde se describan las que el técnico director estipule dar a través del encargado o responsable, sin perjuicio de las que dé por oficio cuando crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el encargado.

1.12 FIANZA PROVISIONAL, DEFINITIVA Y FUENTES DE GARANTÍA

1.12.1 FIANZA PROVISIONAL

La fianza provisional del mantenimiento de las ofertas se constituirá para los contratistas ofertantes por la cantidad que se fije en las bases de licitación. Esta fianza se depositará al tomar parte en el concurso y se hará efectivo.

1.12.2 FIANZA DEFINITIVA

En la firma del contrato, el contratista tendrá que constituir la fianza definitiva para un importe igual al 5 % del presupuesto total de la adjudicación.

La empresa contratante se reserva el derecho de modificar el anterior porcentaje, estableciendo previamente a las bases del concurso el importe de la fianza.

La fianza se constituirá en efectivo o por aval bancario realizable a satisfacción de la empresa contratante. En el caso que el aval bancario sea efectuado por diversos bancos, todos ellos quedan obligados solidariamente con la empresa contratante y con renuncia expresa a los beneficios de división y exclusión. El modelo de aval bancario, será facilitado por la empresa contratante, habiéndose de ajustar obligatoriamente el contratista a este modelo.

La fianza, tendrá carácter irrevocable desde el momento de la firma del contrato, hasta la liquidación final de las obras y será devuelta una vez realizada esta.

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva.

1.12.3 FONDOS DE GARANTÍA

Independientemente de esta fianza, la empresa contratante retendrá el 5 % de las certificaciones mensuales, las cuales se irán acumulando hasta constituir un fondo de garantía.

Este fondo de garantía responderá de los defectos de ejecución o de la mala calidad de los materiales suministrados por el contratista, pudiendo la

empresa contratante realizar con cargo en esta cuenta las reparaciones pertinentes, en caso que el contratista no ejecutase por su parte y cargo esta reparación.

Este fondo de garantía se devolverá, una vez deducidos los impuestos a que pudiese dar lugar el parágrafo anterior, a la recepción definitiva de las obras.

1.13 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del proyecto, corresponderá al técnico director. El contratista está obligado a someter a este, cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias alienas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hará responsable de cualquier error en la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente tendrá que rehacer a su cargo los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto.

El contratista, está obligado a realizar todo cuando sea necesario para la buena ejecución de la obra, aunque no quede expresado explícitamente en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente de forma directa al técnico director y con suficiente antelación las fechas donde quedaran listas para inspección, cada una de las partes de la obra para las que se han indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente tengan que quedar ocultas con posterioridad. De las unidades de obra que se hayan de quedar ocultas, se tomarán antes de producirse, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritas por el técnico director de encontrarlas correctas. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por este.

1.14 OBRAS COMPLEMENTARIAS

El contratista, tiene obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquier de los documentos del proyecto, sin variación del importe contratado.

1.15 MODIFICACIONES

El contratista, tiene obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquier de los documentos del proyecto, aunque en él no

figuren explícitamente mencionadas estas obras complementarias. Todo lo nombrado, sin variación del importe contratado.

El contratista, también podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y una supresión de las unidades de obra marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que esta sea de las comprendidas en el contrato.

Cuando se trate de aclarar o interpretar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos, las ordenes o instrucciones se comunicarán exclusivamente por escrito al contratista, estando obligado este a la vez a devolver una copia suscribiendo con su firma la recepción de la notificación.

Todas estas modificaciones será obligatorias para el contratista y siempre que a los precios del contrato, sin posteriores omisiones, no alteren el presupuesto total de la ejecución material contratado en más de un 35 %, tanto por exceso como por defecto, el contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a la indemnización de ninguna clase.

Si la cuantía total de la certificación final, correspondiente a la obra ejecutada por el contratista, fuese a consecuencia de las modificaciones del proyecto, inferior al presupuesto total de ejecución material del contrato en un porcentaje superior al 35 %, el contratista tendrá derecho a indemnizaciones.

Para fijar la cuantía, el contratista tendrá que presentar a la empresa contratante en el plazo máximo de dos meses a partir de la fecha de esta certificación final, una petición de indemnización con las justificaciones necesarias debido a los posibles aumentos de los gastos generales e insuficiente amortización de equipos e instalaciones, y en las que se valore el perjuicio que le resulte de las modificaciones introducidas en las previsiones del proyecto. Al efectuar esta valoración, el contratista tendrá que tener en consideración que el primer 35 % de reducción no tendrá repercusión para estos efectos.

Correspondiente a la obra ejecutada por el contratista, fuese, a causa de las modificaciones del proyecto, superior al presupuesto total de ejecución material del contrato y cualquiera que fuese el porcentaje de aumento, no procederá al pagamiento de ninguna indemnización ni revisión de precios para este concepto.

No se admitirán mejoras de obra más que en el caso que la dirección de la obra haya ordenado por escrito, la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratantes.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo de error en las mediciones del proyecto, o salvo que la dirección de obra ordene por escrito la ampliación de las contratadas. Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando se quiera introducir innovaciones que supongan una reducción apreciable en las unidades de obra contratadas. Obra defectuosa.

Cuando el contratista encuentre cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en el presente pliego de condiciones, el técnico director podrá aceptarlo o rechazarlo. En el primer caso, este fijará el precio que crea justo con las variaciones y ajustes que convengan necesarios, estando el contratista obligado a aceptar esta valoración, en otro caso, se reconstruirá bajo pago del contratista la parte mal ejecutada sin que esto sea motivo de reclamación económica o de ampliación de los plazos de ejecución.

1.16 MEDIOS AUXILIARES

Serán por cuenta del contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de las obras. En la utilización de los mismos será obligatorio el cumplimiento de todos los reglamentos de seguridad en los trabajos vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

1.17 GASTOS GENERALES A CARGO DEL CONTRATISTA

Se incluirán en este apartado todos esos gastos referidos a modificaciones en la ejecución debido a defectos, ensayos de materiales que se tengan que realizar, construcciones auxiliares, infraestructuras de soporte, zonas de servicio, señalización, protecciones de la vía pública y de los viandantes, protecciones de los materiales y trabajadores, tareas de modificación provisional de servicios principales, así como instalaciones provisionales, herramientas de limpieza y cualquier otro elemento relacionado con lo nombrado en el presente pliego de condiciones.

Irán también a cargo del contratista, todos los gastos relacionados con la adquisición de servicios provisionales requeridos para la ejecución de las obras, tal como suministro de agua, energía eléctrica y/o otros servicios requeridos.

Todos los gastos relacionados con la retirada de roca o materiales inservibles u otros que por exigencia de las ordenanzas municipales o reglamentación vigente se tengan que realizar, correrán a cargo del contratista.

La corrección de las deficiencias observadas en los ensayos, así como los gastos derivados de posibles averías, accidentes o daños que se produzcan durante las pruebas, reparación y conservación de las obras durante el plazo de garantía, correrán a cargo del contratista.

Cualquier gasto de mano de obra, materiales u otros, requeridos para la liquidación de las obras, irán a cargo del contratista. Las actas notariales que precisen ser levantadas, así como la retirada de todos los materiales utilizados en los trabajos correrán a cargo del contratista.

1.18 GASTOS GENERALES A CARGO DEL CONTRATANTE

La empresa contratante, abonará los gastos originados por la inspección de las obras del personal de la empresa contratada a tal efecto, la comprobación o revisión de las certificaciones, la toma de muestras y los ensayos de laboratorio para la comprobación periódica de calidad de materiales y obras realizadas, a excepción de lo expresado en apartados anteriores del presente pliego de condiciones. No se incluirán los medios de locomoción a utilizar en cargas y descargas de materiales.

La empresa contratante correrá con los gastos de primera instalación, conservación y mantenimiento de oficinas de obra, residencias de trabajadores si es el caso, botiquines de primeros auxilios y cualquier otra edificación propiedad de la empresa contratante y utilizados por el personal activo en la obra que forme parte de la nombrada empresa contratante.

Los gastos de empresas de vigilancia, así como de los servicios auxiliares requeridos a tal efecto, correrán a cargo del contratante.

2 CONDICIONES ECONÓMICAS Y LEGALES

2.1 PRINCIPIO GENERAL

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades acreditadas para su correcta actuación de acuerdo con las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de las obligaciones de pago.

2.2 FIANZAS

El contratista prestará fianza de acuerdo con algunos de los procedimientos siguientes, según que estipule:

- Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 por 100 y 10 por 100 del precio total de contrato.
- Mediante retención a las certificaciones parciales o pagamientos a cuenta en la misma proporción.

2.2.1 FIANZA PROVISIONAL

El contratista al cual se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio por la misma, tendrá que depositar en el punto y plazo fijados al anuncio de la subasta o lo que se determine en el pliego de condiciones particulares del proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será del diez por cien (10 por 100) de la cantidad para la cual se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquier de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el pliego de condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que sea comunicada la adjudicación y en este plazo tendrá que presentar el adjudicatario la carta de pagamiento o recibo que acredite la constitución de la fianza a la cual se refiere el mismo párrafo.

El incumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para formar parte en la subasta.

2.2.2 EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO DE LA FIANZA

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos necesarios para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el arquitecto-director, en nombre y representación del propietario, les ordenará ejecutar a un tercero o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a las cuales tenga derecho el propietario, en el caso que el importe de la fianza no fuese suficiente para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recepción.

2.2.3 DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no exceda treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y el saldo de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tal como los salarios, suministros, subcontratos. Si la propiedad, con la conformidad del arquitecto director, accediese a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que le sea devuelta al parte proporcional de la fianza.

2.3 PRECIOS

2.3.1 PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado se sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se consideran costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervengan directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalación utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrará en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

2.3.2 BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las partidas anteriores.

2.3.3 PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se nombrará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos excepto el beneficio industrial.

2.3.4 PRECIO DE CONTRATA

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

El IVA gira sobre esta suma, pero no integra el precio.

En el caso que los trabajos a hacer en un edificio u obra aliena cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material más el tanto por cien (%) sobre este último precio en concepto de beneficio industrial de contratista. El beneficio se estima normalmente, en un 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro diferente.

2.3.5 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios solo cuando la propiedad mediante el arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando haga afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

Si no hay acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el arquitecto y el contratista antes de empezar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar en el banco de precios de utilización más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

2.3.6 RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el contratista antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de la sobras (con referencia a facultativas).

2.3.7 FORMAS TRADICIONALES DE MEDIDA O APLICAR LOS PRECIOS

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecte a la aplicación de los precios o de la forma de medida de la unidades de obra ejecutadas, se respetará aquello previsto en primer lugar, en el pliego general de condiciones técnicas, y en segundo lugar, al pliego general de condiciones particulares.

2.3.8 FORMAS TRADICIONALES DE REVISAR LOS PRECIOS CONTRACTADOS

Si se contratan obras por su cuenta y riesgo, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no llegue, en la suma de las unidades que faltan para realizar el acuerdo con el calendario, a un montante superior al tres por 100 (3 %) del importe total del presupuesto de contrato.

En caso de producirse variaciones en alza superiores a estos porcentajes, se efectuará la revisión correspondiente de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100 (3%).

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

2.3.9 ALMACENAJE DE MATERIALES

El contratista está obligado a hacer los almacenajes de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales almacenados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su cura y conservación será responsable el contratista.

2.4 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.

Obras por administración, son aquellas en que las gestiones que hagan falta para su realización las lleve directamente el propietario, sea él personalmente, sea un representante suyo o bien mediante un constructor. Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Obras por administración directa, son aquellas en que el propietario por sí mismo o mediante un representante suyo, que puede ser el mismo arquitecto-director, autorizado expresamente para este tema, lleve directamente las gestiones que hagan falta para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en definitiva, interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo fuese, o el encargado de su realización, es un simple dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es el que se reúne, por lo tanto, la doble personalidad de propiedad y contratista.

Obras por administración delegada o indirecta, es aquella en que convienen un propietario y un constructor para que este último, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que hagan falta y se convengan.

Son, por lo tanto, características peculiares de las “obras por administración delegada o indirecta” las siguientes:

– Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente o por medio del constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí mismo o mediante el arquitecto-director en su representación, la orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos tienen que utilizarse y todos los elementos que crea necesarios para regular la realización de los trabajos convenidos.

– Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares que hagan falta y, en definitiva, todo aquello que, en armonía con su tarea, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

2.5 LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que con esta finalidad se establezcan en las “condiciones particulares de índole económica” vigentes en la obra; en caso que no hubiese, los gastos de administración los presentará el constructor al propietario, en relación valorada a la cual se adjuntarán en el orden expresado más adelante los documentos siguientes conformados todos ellos por el aparejador o arquitecto técnico:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o la utilización de los citados materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a aquello que está establecido en la legislación vigente, especificando el nombre de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y si categoría, acompañando las nombradas nóminas con una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados, guardianes, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo al cual correspondan las nóminas que se presenten.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de roca.

d) Los recibos de licencias, impuestos y otros cargos inherentes a la obra que hayan pagado o en la gestión de la cual haya intervenido el constructor, ya que su abonamiento es siempre a cuenta del propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en la gestión o pagamiento de la cual hayan intervenido el constructor se le aplicará, si no hay convenio especial, un quince por ciento (15 %), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que originen al constructor los trabajos por administración que realice el beneficio industrial del mismo.

2.6 ABONO A LOS CONSTRUCTORES DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

Salvo pacto distinto, los abonamientos al constructor de las cuentas de administración delegada, las realizará el propietario mensualmente según los comunicados de trabajo realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el aparejador o el arquitecto técnico redactarán, con la misma periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola de acuerdo con el presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonamientos al constructor sino que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

2.7 RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

Si el arquitecto-director advirtiese en los comunicados mensuales de obra ejecutada que preceptivamente tiene que presentarle al constructor, que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en alguna de las unidades de obra efectuadas fuesen notablemente inferiores a los rendimientos normales admitidos generalmente por unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor, con la finalidad que este haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el arquitecto director.

Si una vez hecha esta notificación al constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajándole su importe del quince por ciento (15 %) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente se tengan que efectuar. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo por el que refiere a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

2.8 RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor solo será responsable de los defectos constructivos que pudiesen tener los trabajos o unidades ejecutadas por él y también los accidentes o perjuicios que pudiesen sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado

las medidas necesarias y que en las disposiciones legales y vigentes se establecen. En cambio, y exceptuando lo expresado en el artículo 63 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos según las normas establecida en este artículo.

En virtud de lo que se ha consignado anteriormente, el constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o prejuicios expresados en el parágrafo anterior.

2.9 VALORACIÓN Y ABONAMIENTO DE LOS TRABAJOS

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y exceptuando que en el pliego particular de condiciones económicas se preceptivo otra cosa, el abonamiento de los trabajos se efectuarán así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso al importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, el precio invariable del cual se haya fijado por adelantado, pudiendo variar solamente el nombre de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las unidades diversas de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado por adelantado por cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados de acuerdo con los documentos que constituyen el proyecto, los cuales servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos utilizados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del arquitecto-director.

Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4. Para listas de jornales y recibos de material autorizados en la forma que el presente “pliego general de condiciones económicas” determina.
5. Por horas de trabajo, ejecutando en las condiciones determinadas en el contrato.

2.10 RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los “pliegos de condiciones particulares” que rijan en la obra, formará el contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el aparejador.

El trabajo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además aquello establecido en el presente “pliego general de condiciones económicas” respecto a mejores o substituciones de materiales o a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender esta relación, el aparejador le facilitará los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolas de una nota de envío, al objeto que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recepción de esta nota, el contratista pueda examinarlas y devolverlas firmadas con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recepción, el arquitecto-director aceptará o rechazará las reclamaciones del contratista si existieran, dándole cuenta de su resolución y pudiendo el contratista, en el segundo caso, acudir delante el propietario contra la resolución del arquitecto-director en la forma prevista en los “pliegos generales de condiciones facultativas y legales”.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, el arquitecto-director expedirá la certificación de las obras ejecutadas.

Del importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El material almacenado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 %) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remeterán al propietario, dentro del mes siguiente al periodo al cual se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se derivan de la liquidación final, no suponiendo tampoco estas certificaciones ni aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo al cual la valoración se refiere. En caso que el arquitecto-director lo exigiese, las certificaciones se extenderán al origen.

2.11 MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el contratista, incluido con autorización del arquitecto-director, utilizase materiales de preparación más esmerada o de medidas más grandes

que las señaladas en el proyecto o substituyese una clase de fábrica por otra de precio más alto, o ejecutase con dimensiones más grandes cualquier parte de la obra o, en general introdujese en la obra sin pedirlo, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a criterio del arquitecto-director, no tendrá derecho, no obstante, más que el abonamiento de lo que pudiese corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.12 ABONAMIENTO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Exceptuando lo perpetuado en el “pliego de condiciones particulares de índole económica”, vigente en la obra, el abonamiento de los trabajos presupuestados en partidaalzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si hay precios contratados por unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida de alzada, se abonarán precia medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si hay precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no hay precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al contratista, exceptuando el caso que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de esta partida se tiene que justificar, en este caso, el arquitecto-director indicará al contratista y con anterioridad a la ejecución, el procedimiento que se tiene que seguir para llevar esta cuenta que, en realidad será la administración, valorando los materiales y jornales a los precios que figuran en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que anteriormente a la ejecución convengan ambas partes, incrementarse el importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

2.13 ABONAMIENTO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Cuando hiciesen falta efectuar agotamientos, inyecciones u otros trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no haber estado contratados no fuesen por cuenta del contratista, y si no fuesen contratados con tercera persona, el contratista tendrá la obligación de hacerlos y de pagar los gastos de todo tipo que ocasionen, y le serán abonados por el propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al contratista, se le abonarán juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el pliego de condiciones particulares.

2.14 PAGOS

El propietario pagará en los plazos previamente establecidos.

El importe de estos plazos corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el arquitecto-director, en virtud de las cuales se verificarán los pagamientos.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubiesen ejecutado trabajos, para su abonamiento de procederá así:

1. Si los trabajos que se hacen estuviesen especificados en el proyecto y, sin causa justificada, no se hubiesen realizado por el contratista en su tiempo, y el arquitecto- director exigiese su realización durante el plazo de garantía, serán valorados los precios que figuran en el presupuesto y abonados de acuerdo con el que se va a establecer en los “pliegos particulares” o en su defecto en los generales, en el caso que estos precios fuesen inferiores a los vigentes en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han realizado trabajos puntuales para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, debido a que este ha estado utilizado durante este tiempo por el propietario, se valorarán y abonarán los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han realizado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, no se abonará para estos trabajos nada al contratista.

2.15 INDEMNIZACIONES MUTUAS

La indemnización por retraso en la finalización se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de finalización fijado en el calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

2.16 DEMORA DE LOS PAGAMIENTOS

Si el propietario no pagase las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponde el plazo convenido, el contratista tendrá además el derecho de percibir el abonamiento de un cuatro y medio por ciento (4,5 %) anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo de retraso y sobre el importe de la nombrada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del final de este plazo de un mes sin realizarse este pagamiento, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales almacenados, siempre que estos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la finalización de la obra contratada o adjudicada. Pese a lo expresado anteriormente, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundado en demora de pagamientos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de la citada solicitud ha invertido en obra o en materiales almacenados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

2.17 VARIOS

2.17.1 MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS

No se admitirán mejoras de obra, solo en el caso que el arquitecto-director haya mandado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, excepto en caso de error en las mediciones del proyecto, a no ser que el arquitecto-director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o utilización, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados a utilizar y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando el arquitecto-director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

2.17.2 UNIDADES DE OBRAS DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa hiciese falta valorar obra defectuosa, pero aceptable según el arquitecto-director de las obras, este determinará el precio de partida de abonamiento después de oír al contratista, el cual se tendrá que conformar con la nombrada resolución, excepto el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, se estime derrocar la obra y rehacerla de acuerdo con condiciones, sin exceder el nombrado plazo.

2.17.3 SEGURO DE LAS OBRAS

El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, porque con cargo en la cuenta se abone la obra que se construya, y a medida que esta se vaya haciendo. El reintegro de esta cantidad al contratista se hará por certificaciones, como el resto de trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de este impuesto por menesteres diferentes del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo que anteriormente se ha expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abonamiento completo de los gastos, materiales almacenados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le haya abonado, pero solo en proporción equivalente a aquello que represente la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados con esta finalidad por el arquitecto-director.

En las obras de reforma o reparación, se fijará previamente la parte de la instalación que tenga que ser asegurada y su cuantía, y si no se prevé, se entenderá que el seguro tiene que comprender toda la parte de la instalación afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, con el objeto de obtener de este su previa conformidad u objeciones.

2.17.4 CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el contratista, todo y siendo su obligación, no atiende la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso que la instalación no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el arquitecto-director, en representación del propietario, podrá disponer todo lo que haga falta para que se atienda la vigilancia, limpieza y todo lo que se tenga de menester para su buena conservación, abonándose todo por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista la instalación, tanto por buena finalización de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el arquitecto-director fije.

Después de la recepción provisional de la instalación y en el caso que la conservación sea cargo del contratista, no se guardarán más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc. que los indispensables para la vigilancia y limpieza y para los trabajos que fuesen necesario ejecutar.

En todo caso, tanto si la instalación está ocupada como si no, el contratista está obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente “pliego de condiciones económicas”.

2.17.5 UTILIZACIÓN POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIOS O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras el contratista ocupe, con la necesaria y previa autorización del propietario, edificios o utilice materiales o útiles que pertenezcan al propietario, tendrá la obligación de cuidarlos y conservarlos para hacer entrega al finalizar el contrato, en estado de perfecta conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso que en acabar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el contratista con aquello previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquel y con cargo en la fianza.

3 CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1 DIRECCIÓN

La dirección del montaje, será responsable en todo momento del personal a su cargo, velando por el buen funcionamiento y correcta ejecución de las obras así como todo relacionado con ellas.

3.2 CONTROL DE CALIDAD EN LA RECEPCIÓN

Se establecerán los controles necesarios para que la obra en su ejecución cumpla con todos los requisitos especificados en el presente pliego de condiciones.

3.3 REALIZACIÓN

El personal encargado de la instalación, tendrá que tener la categoría profesional requerida para llevar a cabo la instalación, según la normativa vigente.

La realización del montaje se realizará tal como se indica en los planos del presente proyecto, si a juicio del técnico director fuese necesario realizar

cualquier modificación, se tendrá que redactar y pasará a formar parte integrante del proyecto primitivo.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el técnico director de obra podrá verificar que los trabajos realizados estén de acuerdo con el proyecto y especificaciones de calidad de la instalación.

Una vez finalizados los trabajos, el contratista tendrá que solicitar la recepción del trabajo, donde se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento de los conductores.

En la conclusión del trabajo, se realizarán los planos de final de obra, los cuales se entregarán inmediatamente después del final de los trabajos y donde figurarán los detalles singulares que se hubiesen puesto de manifiesto durante la ejecución de la misma.

3.4 MATERIALES

Todos los materiales utilizados tendrán que cumplir las condiciones mecánicas, físicas y químicas necesarias a juicio del director técnico, el cual se reserva el derecho de ordenar retirar o reemplazar, si a juicio propio perjudicasen en modo alguno, cualquier medida de seguridad de voltaje.

3.5 AJUSTES Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

La ejecución se llevará a cabo según todas las condiciones especificadas en esta sección del proyecto, del técnico director de obra.

Las obras, no se darán por concluida hasta haber ajustado todos los elementos de la instalación por tal de obtener un rendimiento y características de funcionamiento adecuado.

4 CONDICIONES TÉCNICAS

No se procederá a la utilización de materiales sin que estos sean examinados y aceptados en los plazos que preinscriben las respectivas condiciones estipuladas por cada tipo de material en el pliego de condiciones.

4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.1.1 EMPLAZAMIENTO

La ubicación del centro de transformación es la más idónea para asegurar buenas condiciones de explotación y mantenimiento del recinto. El acceso se realizará siempre desde la vía pública y permitirá la extendida de todas las canalizaciones subterráneas previstas.

El nivel mínimo de solera quedará obligatoriamente 30 cm por encima del nivel freático más alto.

4.1.2 ACCESOS

Se podrá acceder directamente y de forma permanente desde la vía pública y permitirá la libre entrada de personal y material. Se dejará paso libre permanente para los equipos de emergencia incluso con las puertas del centro de transformación abiertas.

El suelo por donde se ha de desplazar el transformador para su emplazamiento definitivo tendrá que soportar una carga rodante de 4.000 daN soportada sobre cuatro ruedas equidistantes.

Los accesos y ventilaciones cumplirán las distancias reglamentarias y condiciones de seguridad indicadas en la NBE-CPI96 y en la ITC MIE-RAT 14.

4.1.3 DIMENSIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se dimensiona de forma que:

- Pueda dar cabida a una tercera celda de línea de media tensión a todos los elementos y maquinaria necesarios para la realización de la instalación.
- La ejecución de las maniobras propias de la explotación en condiciones adecuadas para la seguridad del personal.
- Las tareas de mantenimiento y/o sustitución de elementos.

4.1.4 CRITERIOS CONSTRUCTIVOS

Los elementos delimitadores del centro de transformación así como los elementos estructurales en su interior tendrán una resistencia al fuego mínima RF240 y los materiales constructivos del revestimiento interior serán de la clase M0.

Se instalará una capa impermeabilizante exterior que impida la filtración de humedades. No contendrá en su interior canalizaciones ajenas a las de la compañía eléctrica.

Los paramentos verticales interiores estarán recubiertos con mortero de cemento hasta una altura de 1,5 metros y acabados con pintura plástica de color blanco.

Se protegerán los elementos metálicos contra oxidación.

Los cables entrarán al C.T. a través de canalizaciones que lleguen hasta las celdas con cuadros correspondientes. El radio de curvatura de cualquier conductor no será nunca inferior a 0,60 metros. Las canalizaciones tendrán una ligera pendiente descendente hacia el exterior del 2 %.

El acabado final será tal que integre al centro de transformación en el entorno donde se ubica.

4.1.5 INSONORIZACIÓN, ANTI-VIBRATORIAS Y ANTI-RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Se preverán sistemas de insonorización por tal de evitar la transmisión de vibraciones molestas. Las medidas podrán ser la colocación de pantallas o revestimientos murales o bien combinación de los dos.

Las pantallas serán de materiales auto extingüibles y no propagadoras de llama.

Los materiales fonoabsorbentes y la protección contra radiaciones electromagnéticas vendrán determinadas por los niveles de emisión predeterminados y se establecerá la solución constructiva de acuerdo con las prescripciones de la empresa suministradora.

4.1.6 PUERTAS Y TAPAS DE ACCESO

Las puertas abrirán hacia el exterior y se tendrán que abatir sobre el paramento, las salientes se reducirán al mínimo.

La carpintería y cerrajería serán metálicas con solidez por tal de garantizar la inaccesibilidad. El grado mínimo de protección será IP 23.

Las dimensiones de las puertas de acceso serán las adecuadas para permitir el paso. Las dimensiones de las puertas de acceso a la sala de celdas permitirá el paso de las celdas de media tensión.

4.1.7 REJILLAS DE VENTILACIÓN

Se dispondrá de un sistema de rejillas que impida la entrada de agua y pequeños animales. La ventilación del centro de transformación se calcula por tal de evacuar el calor producido en su interior.

Las rejillas de ventilación estarán insertadas en las puertas de acceso y estarán constituidas por un marco y un sistema de láminas que impida la introducción de objetos.

4.1.8 PANTALLAS DE PROTECCIÓN

El compartimento de ubicación del transformador estará protegido por tal de impedir el contacto accidental de las personas con partes en tensión, mediante pantallas macizas metálicas desmontables con un grado de protección mínimo IP 20 las cuales dispondrán de una mira transparente de 400 x 200 mm situada a 1,5 metros del suelo.

Las pantallas y los soportes se conectarán a tierra.

4.1.9 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

La apartamenta de media tensión, estará constituida por conjuntos modulares compactos. Dispondrán de corte y aislamiento en atmósfera SF6.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra (p.a.t.), con tres posiciones de trabajo (abierto, cerrado y puesta a tierra), constarán de sistemas de enclavamiento que impidan el cierre simultáneo de ambos. El interruptor tendrá que poder soportar el 100 % de carga, 100 maniobras de abertura y cierre, siendo de categoría B según norma CEI256.

Las cubas que contienen SF6 estarán bajo sobrepresión de 0,3 bar y dispondrán de hermetismo que asegure la no propagación de gas. Dispondrá de mecanismos para la disipación de sobrepresiones.

Se instalarán dispositivos de bloqueo mecánico en cualquier eje de accionamiento.

Los accionamientos de las celdas se encontrarán situados en la frontal de la celda a una altura que permita la correcta manipulación de estas.

El aislamiento se realiza mediante gas SF6, situado en cubas en los módulos donde se encuentren los aparatos de maniobra y el embarrado.

Las celdas compactas, son de reducidas dimensiones con diversas funciones integradas en una única envolvente metálica totalmente llena de gas SF6.

En una única envolvente metálica se agrupan las funciones de media tensión que permiten la maniobra de la red, así como la conexión, alimentación y la protección de los transformadores.

Función de línea con interruptor-seccionador para maniobrar la entrada o salida de línea del centro de transformación.

Función de protección del transformador con interruptor-fusibles combinados.

Seccionadores de p.a.t. con poder de cierre (40 kA valor cresta) en todas las funciones.

Características no eléctricas:

- Grado de protección general: IP 337
- Grado de protección cuba de gas: IP 642
- Temperatura de trabajo: de -5 a +40 °C
- Temperatura ambiente de funcionamiento: 35 °C

Celda de línea:

Las celdas de línea están constituidas por un interruptor seccionador de accionamiento manual con tres posiciones:

Conexión – Seccionamiento – Puesta a tierra.

El accionamiento del aparato es exclusivamente manual, se realiza mediante una palanca que se introduce en el alojamiento del eje de accionamiento que corresponda según la maniobra a realizar. Disponen de dos alojamientos uno para abrir o cerrar el interruptor y otro para abrir o cerrar el seccionador de puesta a tierra.

Las celdas de línea disponen de un sistema de enclavamientos que garantiza las condiciones siguientes:

- El interruptor-seccionado y el seccionado de p.a.t. no pueden estar cerrados simultáneamente.
- El interruptor-seccionado y los seccionadores de p.a.t. disponen de un dispositivo que permite bloquear la maniobra, tanto en la posición de abierto como en la de cerrado.
- La tapa de acceso a los terminales, está enclavada con el correspondiente seccionado de p.a.t. (opcionalmente puede eliminarse este enclavamiento).

Celda de protección del transformador:

La celda de protección, está constituida por un interruptor seccionador de las mismas características que el de las celdas de línea, pero además lleva incorporados fusibles que con su actuación desconectan el interruptor.

El accionamiento del interruptor en esta celda es siempre manual en la que al cierre se refiere, la abertura se puede realizar de forma manual o automática. En esta último caso se puede producir por la actuación de la bobina de desconexión accionado por el termómetro del transformado (protección de los transformadores contra sobre temperaturas), o bien por la fusión de un fusible.

En la celda de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos porta-fusibles de resina aislante inmersos en SF6. Los tubos son perfectamente estancos respecto del gas, y cuando están cerrados, lo son también respecto del exterior, garantizando así la insensibilidad a la polución externa y a las inundaciones. Así se consigue mediante un sistema de cierre rápido con membrana. Esta membrana cumple también otra misión: el accionamiento del interruptor por su abertura, que puede tener origen en:

- La acción del percutor de un fusible cuando este se funde.
- La sobrepresión interna del porta-fusibles por calentamiento excesivo del fusible.

4.1.10 COMPARTIMIENTO DE APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Estará lleno de gas SF₆ y sellado. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante la vida útil del centro de transformación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,3 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimiento de paramenta estará limitada por la abertura de la parte posterior del depósito. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna proyección en la parte frontal.

Las maniobras de abertura y cierre de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, tendrá que tener un poder de corte en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

4.1.11 COMPARTIMIENTO DEL JUEGO DE BARRAS DE MEDIA TENSIÓN

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante roscas Allen de métrica 8. El par será de 2,8 mdaN.

4.1.12 COMPARTIMIENTO DE MANDO DE MEDIA TENSIÓN

Se podrá conectar cables unipolares de aislamiento seco. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos.

4.1.13 COMPARTIMIENTOS DE MANDO DE MEDIA TENSIÓN

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- 1) Motorizaciones.
- 2) Bobinas de abertura y/o cierre.
- 3) Contactos auxiliares.

Este compartimiento tendrá que ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión del centro.

4.1.14 COMPARTIMIENTO DE CONTROL DE MEDIA TENSIÓN

En el caso de mandos motorizados, este compartimiento estará equipado de bornes de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este

compartimiento, será accesible en tensión tanto en barras como en los cables.

4.1.15 TRANSFORMADORES

Se instalarán dos transformadores trifásicos, con neutro accesible en baja tensión, refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable en desconexión.

Cada transformador se colocará sobre los carriles instalados a tal efecto.

Se instalará así mismo un pozo de recogida de aceite con protección contra llamas tal como piedras de río o similar. Se instalará un termómetro con contactos eléctricos ajustables como protección contra sobre-temperaturas del transformador (se trata de un transformador de baño en aceite), el mismo termómetro actúa como protección contra sobrecargas, mientras que los fusibles de media tensión actúan como protección contra cortocircuitos asociados al interruptor-seccionador para maniobra del transformador.

El cuadro de paramenta del transformador, dispondrá así mismo de dos salidas de servicios auxiliares para el propio transformador (una para el termómetro y la otra para el alumbrado del centro de transformación). Se preverá espacio suficiente para la instalación de una tercera celda de línea que puede ser instalada por prescripción de la empresa distribuidora.

4.1.16 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación, se ajustarán en todo caso a los planos, mediciones y cualidades que se expresan, así como en las directrices que la dirección facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que pudiesen afectar, emitidas por organismos oficiales y en particular las de la empresa suministradora.

La adquisición de materiales, se hará de forma que estos no padezcan alteraciones durante su depósito en la obra, habiéndose de retirar y reposar todos los que hubiesen sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

4.1.17 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La paramenta eléctrica que compone al instalación tendrá que ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA según las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad autorizada y acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, en la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- 1) Resistencia de aislamiento de la instalación.
- 2) Resistencia de los sistemas de puesta a tierra (p.a.t.).
- 3) Tensiones de paso y de contacto.

4.1.18 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Queda prohibida la entrada al recinto de personal ajeno a la empresa suministradora, a tal efecto se instalarán cerraduras y bloqueos mecánicos establecidos y homologados por la empresa suministradora.

Una vez la instalación esté finalizada y se hayan realizado las pruebas y comprobaciones correspondientes y el cliente esté en disposición de todos los permisos requeridos, la instalación será cedida por el cliente a la empresa suministradora por tal de proceder a la puesta en servicio dentro de la red de distribución pública.

El procedimiento para la puesta en servicio en coordinación con el centro de mando será conectar primeramente los seccionadores de la parte de media tensión, y posteriormente el interruptor de media tensión (dejando en vacío el transformador).

Posteriormente se conectará el interruptor de baja tensión del cuadro de baja tensión pudiéndose entonces instalar los fusibles de baja tensión en el cuadro de baja tensión.

Las tareas de puesta en funcionamiento así como la reparación de cualquier anomalía irán a cargo de la empresa suministradora.

Las tareas de mantenimiento, maniobra o puesta fuera de servicio irán a cargo de la empresa suministradora de acuerdo con las condiciones de cesión de las instalaciones y los contratos establecidos.

El cliente no se hará responsable de averías y/o defectos una vez la instalación haya estado cedida y se hayan cumplido los plazos de garantía.

4.2 RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

4.2.1 ESTRUCTURA

Se trata de una red trifásica, alterna y mallada de tensión nominal 13.2 kV.

4.2.2 EXTENDIDA DE CABLES

Cuando se desplace la bobina en tierra haciéndola rodar, hay que vigilar que el sentido de rotación sea el que se indica en la misma bobina, con la finalidad de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no se almacenará sobre suelos blandos.

Antes de comenzar la extendida del cable, se estudiará el punto más apropiado para el emplazamiento de la bobina, generalmente para facilitar en la tendida: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo.

Se tiene que evitar emplazar la bobina si hay muchos pasos entubados, procurando colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos.

Para la extendida, la bobina siempre estará elevada y sujeta por una barra transversal y gatos hidráulicos adecuados al peso de la misma.

Los cables siempre serán desenrollados y puestos en su sitio con la mayor atención posible, evitando la torsión, bucles y teniendo en consideración que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro, durante la extendida y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Si la extendida se hace a mano, el número de operarios será adecuado y estarán distribuidos uniformemente a lo largo de la zanja.

Si la extendida por lo contrario se realiza con cabrestante, estirando del extremo del cable al que se tiene que adoptar una cabeza apropiada, el esfuerzo de tracción por mm² de conductor no tendrá que sobrepasar lo indicado por el fabricante (nunca será superior a 4 kg/mm²) en cables trifásicos de cobre y la mitad para conductores de aluminio. El cabrestante tendrá que constar obligatoriamente de un dinamómetro para la medida del esfuerzo.

La extendida, se realizará obligatoriamente sobre rodetes que puedan girar ligeramente y contruidos de forma que no puedan afectar a los conductores.

Se colocarán rodetes cada 3 metros aproximadamente en alineaciones así como en todas las curvas, cambios de dirección o puntos con aristas cortantes de forma que el radio de curvatura no sea menor a 20 veces el diámetro del cable.

Durante la extendida del cable se tomarán precauciones para evitar golpes y cortes que deterioren el aislamiento de los conductores.

El cable siempre se desplazará lateralmente a mano y solo se podrá desenrollar fuera de la zanja bajo la supervisión del técnico de obra.

La zanja estará cubierta en toda su longitud de una capa de 10 cm de arena fina en el fondo, antes de iniciar la extendida de los conductores. No se dejarán nunca cables descubiertos en una zanja abierta sin haberlos cubierto antes con 15 cm de arena y planchas de PE. Los extremos de los cables quedarán protegidos.

Las zanjas una vez abiertas y antes de iniciar la extendida de los conductores, se recorrerán con detenimiento por tal de comprobar que no hubiese restas de roca u otros elementos en el fondo que puedan deteriorar los cables.

Los conductores se embridarán cada dos metros aproximadamente y se marcarán con cintas adhesivas de colores diferentes con un código de colores estipulado.

Cuando el cable se extienda a mano o con cabrestante y dinamómetros y se tenga que entubar, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, el cual llevará incorporado un dispositivo para la estirada y siempre vigilando el esfuerzo de tracción.

Se situará un operario en cada boca del tubo, por tal de guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o fricciones en el tramo del cruce.

Los cables de baja tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo, dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se pasarán dos circuitos trifásicos de bajo tensión por un mismo tubo.

Se evitará las canalizaciones con grandes tramos entubados o en caso contrario, se instalarán arquetas intermedias.

Una vez extendido el cable dentro de tubos, se tapanán con mortero aislante o similar, para evitar la inundación de los tubos o la entrada de tierras u otros elementos.

4.2.3 TRAZADO DE LÍNEA

Las canalizaciones se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados y de acuerdo con el proyecto.

El trazado será rectilíneo, paralelo a las aceras y fachadas, con especial atención por tal de no afectar a los cimientos de los mismos.

Antes de iniciar los trabajos, se marcará el pavimento en las zonas donde se abrirán zanjas.

Se abrirán catas de reconocimiento antes de iniciar la abertura de las zanjas por tal de confirmar o rectificar el trazado previsto.

El radio mínimo de curvatura de las zanjas, no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a instalar en la posición definitiva y 20 veces en la extendida.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada.

Se eliminará toda rugosidad del fondo que pudiese afectar la cubierta de los cables y se extenderá una capa de arena fina de 10 cm para cama de los cables.

Será obligatorio dejar un paso de 50 cm. Entre la zanja y las tierras estrechas, con la finalidad de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar caídas de tierras en la zanja.

4.2.4 ABERTURA ZANJA, DISPOSICIÓN DE LOS CONDUCTORES, PROTECCIÓN Y REPOSICIÓN DE LA ZANJA

Antes de proceder a la abertura de las zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

La abertura de zanja con medios mecánicos se realizará en aquellos puntos y fases de la excavación en los que no suponga ningún peligro para los operarios ni para los servicios existentes en su utilización.

La maquinaria a utilizar será la adecuada para los trabajos a realizar y su manipulación será por parte de personal formado por su utilización.

La abertura de zanja manualmente se realizará cuando haya peligro de afectar algún servicio existente. Las herramientas utilizadas serán manipuladas por personal debidamente formado para su utilización.

Una vez se proceda a la extracción de tierras, hay que dejar una distancia mínima de 50 cm a los lados de la zanja por tal de evitar vertimientos.

La zanja tiene que quedar protegida por vallas u otros elementos de protección adecuados por tal de asegurar el bienestar de viandantes y vehículos.

Los nuevos circuitos, se instalarán bajo acera o calzada. El trazado será rectilíneo, paralelo en su longitud a aceras. Hay un radio mínimo de curvatura a prever en las curvas que tendrá que ser mayor de 20 veces el diámetro del conductor.

La profundidad de la zanja para líneas de media tensión instaladas en acera y según normativa de compañía es de 90 cm y de 110 cm para las instaladas en calzada o en cruces de calles.

En caso de tratarse de un vado de vehículos no pesados se protegerá el circuito mediante tubo seco de adecuada resistencia mecánica (mirar apartado Protecciones), si se considera un vado de vehículos pesados el cruce se realizará mediante tubo de polietileno hormigonado.

La anchura variará según el nombre de circuitos instalados, en el apartado de planos se adjunta un seguido de croquis de zanjas tipo según el nombre de circuitos instalados.

Si las condiciones del terreno lo exige la zanja se tendrá que entibar para evitar la caída de rocas al fondo. Antes de proceder a la extendida se tiene que retirar toda la roca de la extracción. Una vez el fondo de la ras esté completamente limpio, se depositará una cama de arena de 6 a 10 cm (arena de río o similar, sin piedras con aristas cortantes).

La profundidad mínima del circuito de media tensión extendido será de 80 cm en su parte más alta y en las zanjas abiertas en acera y de 90 cm en su parte más alta en las zanjas abiertas en calzada o en cruces de calles.

En el caso del nuevo plan parcial y a menos que las indicaciones de compañía sean contrarias, los nuevos circuitos se tienen que instalar en acera, es decir a una profundidad mínima de 80 cm.

Después de extender el conductor y encintar las fases cada 1,5 metros aproximadamente, se procederá a extender otra cama de arena de protección sobre el circuito de un grosor de 24 cm aproximadamente, sobre el cual ya se procederá a instalar las protecciones con planchas de PE con el anagrama de la empresa suministradora y donde se indique con claridad la existencia de cables eléctricos.

Los primeros 30 cm por encima de las planchas de polietileno se depositará tierra exenta de roca, llenando por capas de 15 cm y compactando mediante medios mecánicos.

Si fuese necesario se regaría el terreno para una buena compactación.

Después de llenar con tierras adecuadas y a una profundidad aproximada de 15 cm a nivel de superficie, se instalará la pertinente cinta de atención donde se indica la existencia de cables eléctricos.

Es obligatoria la instalación de una plancha de polietileno y de una cinta de atención para cada circuito instalado, de otra forma la compañía en virtud de propietaria de la instalación puede adoptar medidas al respecto (ver apartado Protecciones).

4.2.5 RELLENADO DE ZANJAS

Para el relleno de las zanjas, se actuará de acuerdo a las prescripciones técnicas de los jefes de obra de la empresa suministradora y dependiendo de las rocas extraídas, se podrá exigir la adquisición de tierras “nuevas” o bien autorizar la reutilización de las tierras de la propia extracción.

El relleno, se realizará por capas de 15 cm de espesor con compactación mecánica. En el fondo de la zanja, se depositará una capa de arena fina de 4 cm de espesor la cual cubrirá el ancho total de la zanja.

El grosor mínimo de la cama en el fondo de la zanja será de 16 cm.

Se utilizará arena limpia, exenta de roca o sustancias orgánicas o particulares de tierra, en caso necesario se limpiará y se efectuará un cribado de las tierras.

Los primeros 30 cm por encima de la placa de PE, se tendrá que rellenar con tierras de nueva adquisición y libre de roca.

Si es necesario, se regarán las diversas capas por tal de conseguir una mayor consistencia del terreno.

Las rocas de la extracción se retirarán en un vertedero donde serán tratados convenientemente.

4.2.6 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

Los pavimentos serán iguales a los anteriores en la abertura de la zanja.

Los pavimentos se reposaran de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por la empresa propietaria de los mismos.

El pavimento reposado tendrá que seguir con homogeneidad al anterior.

Todos los materiales serán de nueva adquisición a excepción de aquellos pavimentos especiales como adoquinados, aceras de granito o similares los cuales se reinstalarán con cuidado de no afectar los elementos.

4.2.7 VALLADO Y SEÑALIZACIÓN

La zona de trabajo estará convenientemente vallada y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de la iluminación nocturna en color ámbar o rojo.

El vallado tendrá que abarcar todo elemento que altere la superficie vial y será continuo en todo el perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando todos los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización.

La obra será identificada mediante carteles normalizados por el ayuntamiento.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de viandantes, automovilistas y personal de obra. Las señales de tráfico a disponer serán como mínimo, las exigidas por el Código de Circulación y las Ordenanzas vigentes.

4.2.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. CRUCES

Las líneas de M.T. según normativa de compañía tienen que respetar unas distancias reglamentarias que se detallan a continuación:

Calles y carreteras:

Los cruces, se realizarán con tubos hormigonados en toda la longitud a una profundidad mínima de un metro y perpendicularmente al eje vial. Los tubos serán los indicados en el apartado protecciones.

Cables de energía eléctrica:

Entre cables de media tensión, la distancia del cruce será de 20 cm. Con cables de baja tensión será de 25 cm.

Si hay algún empalme, la distancia del cruce a este tiene que ser de un metro como mínimo.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de PE o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Cables de telecomunicaciones: La distancia será de 20 cm.

Si hay algún empalme, la distancia del cruce a este tiene que ser de un metro como mínimo.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de PE o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Canalizaciones de agua y/o gas: La distancia será de 20 cm.

No se puede cruzar por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua y gas o de los entroncamientos de media tensión.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

4.2.9 DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. PARALELISMOS

Se evitará que los cables de media tensión queden en el mismo plano vertical que el resto de conducciones.

Conductores de energía eléctrica:

Entre cables de media tensión la distancia será de 20 cm. Con cables de baja tensión será de 25 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Cables de telecomunicaciones:

La distancia será de 25 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Canalización de agua y/o gas:

La distancia será de 25 cm, excepto si la canalización de gas es de alta presión (4 bar), caso en que la distancia será de 40 cm.

La distancia mínima entre entroncamientos de energía eléctrica y juntas de canalizaciones será de un metro.

Se procurará también mantener una distancia de 25 cm en proyección horizontal.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Hay que procurar que las conducciones de agua y gas queden por debajo del circuito eléctrico.

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán medidas para evitar la posible acumulación de gas: tapar las bocas y conductos y asegurar la ventilación de las cámaras de registro de la canalización eléctrica o rellenarlas con arena.

4.2.10 DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. PROXIMIDADES ALCANTARILLADO

Hay que procurar pasar los cables de energía eléctrica por encima del alcantarillado.

No se puede incidir en su interior, si no se puede se pasará por bajo, disponiendo los cables con una protección adecuada resistencia mecánica.

Acometidas:

Hay que mantener una distancia de 30 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

La entrada a acometidas o conexiones de servicio de las instalaciones, tanto en baja tensión, como en media tensión se tiene que taponar con mortero aislante hasta conseguir una estanqueidad perfecta (para evitar incidentes en caso de haber fugas de gas).

Depósitos de carburante:

Se tiene que disponer los cables bajo tubos de resistencia adecuada y a una distancia mínima de 1,20 metros del depósito. Los extremos sobrepasarán al depósito en dos metros por cada extrema y se tapanán para conseguir la estanqueidad.

4.2.11 CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN

Los conductores utilizados serán ternas de cables unipolares de aislamiento seco termoestable, serie 18/30 kV de 1x240mm² de aluminio con cubierta de color rojo fabricados por triple extrusión simultánea.

Capa semiconductor interna: capa extorsionada de material conductor. La capa semiconductor forma un cuerpo único con aislamiento y no se separa del mismo ni cuando el conductor se somete a tracciones, constituyendo la verdadera superficie equipotencial del conductor. Los eventuales espacios de aire quedan bajo esta superficie equipotencial del conductor, fuera de la acción del campo eléctrico.

Aislamientos: la capa de aislamiento está realizada a base de etileno-propileno (EPR). Sus características mecánicas, físicas y eléctricas, hacen de estos materiales uno de los mejores aislamientos para cables. Lo que más lo distingue es su resistencia al envejecimiento térmico y su resistencia a las descargas parciales, factor influyente en terrenos húmedos.

Capa semiconductor extorsionado de material conductor separable en frío.

La pantalla está constituida por una envolvente metálica (cintas de cobre, hilos de cobre, etc.) aplicada sobre una capa conductora externa, la cual, a la vez, se tiene que situar sobre el aislamiento con el mismo propósito para el que se coloca la capa conductora interna sobre el conductor, evitar que entre la pantalla y el aislamiento quede una capa de aire ionizable y zonas de alta sollicitación eléctrica en el aislamiento.

Pantalla metálica: formada por una corona de hilos de cobre de sección nominal de 16 mm². Las pantallas realizan diferentes funciones como confinar el campo eléctrico en el interior del cable, conseguir una distribución

simétrica y radial del esfuerzo eléctrico al aislamiento, limitar la influencia mutua entre cables eléctricos y evitar, o reducir el peligro de electrocuciones.

Cubierta exterior: (Z1) X. La cubierta exterior, de poliolefina termoplástica, conjuga una gran resistencia y flexibilidad en frío, con una elevada resistencia a la deformación en caliente con una elevada resistencia a la ruptura a temperatura ambiente, a la vez que a muy alta resistencia a la deformación.

Las principales ventajas que presenta respecto a los cables convencionales:

- Mayor resistencia a la absorción de agua.
- Mayor resistencia al roce y al abrasamiento.
- Mayor resistencia a los golpes.
- Mayor resistencia a la ruptura.
- Mayor facilidad de instalación en tramos tubulares.
- Mayor seguridad en el montaje.

Características constructivas:

- Sección nominal: 240 mm²
- Diámetro exterior: entre 42 y 44 mm
- Peso aproximado: 1930 kg/km
- Tensión nominal: 18/30 kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial: 70 kV
- Tensión de ensayo al choque: 170 kV
- Resistencia eléctrica a 20 °C: 0,206 Ω /km
- Capacidad: 0,183 μ F/km
- Intensidad máxima instalación enterrada: 415 A

4.2.12 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Se utilizarán interruptores automáticos asociados a relés de protección que estarán colocados en las cabeceras de los cables subterráneos.

Hay que evitar que un cable en servicio permanente tenga sobrecarga superior al 25% durante un máximo de una hora y que el intervalo sucesivo entre dos sobrecargas sea inferior a 6 horas.

El límite establecido por la compañía es de 100 sobrecargas máximas por año y de 500 en la vida útil del conductor.

Protección contra defectos:

– Tendrá que estar protegido por las protecciones, las cuales garantizarán que las posibles faltas afecten al conductor.

4.2.13 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Se utilizarán pararrayos de características adecuadas (en lugares adecuados como por ejemplo en las conversiones).

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del conductor y el nivel de protección del pararrayos será del 80 %.

4.2.14 PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS

Planchas de polietileno:

Para protección de cables enterrados, se utilizarán planchas de polietileno (PE) con una densidad específica mínima de 0,94 g/cm³ o de polipropileno (PP) con densidad específica mínima de 1 g/cm³.

Estas planchas permiten acoplarse entre ellas longitudinalmente y transversalmente.

Llevaran las siguientes rotulaciones estampadas:

Serial de advertencia de riesgo eléctrico tipo AE-10.

Inscripción:

“¡ATENCIÓN! CABLES ELÉCTRICOS”.

Marca anagrama del fabricante.

Año de fabricación (dos últimas cifras).

Las siglas y nº siguiente: PPC ETU 0206.

Son de color amarillo S0580-Y10R según UNE 48.103, y presentan una resistencia a la tracción mínima de 10 daN y una resistencia al impacto de 50 J.

En los tramos rectos, se utilizarán planchas de un metro de longitud y para curvas se utilizarán planchas de 0,5 metros de longitud.

Cinta de atención:

Las características técnicas de la cinta para la señalización del cable subterráneo son las siguientes:

Ancho: 15+/- 0,5 cm, espesor: 0,1+/- 0,01 mm. Color (UNE-48.103): amarillo vivo b-532, impresión en negro indeleble, resistencia a la tracción longitudinal mínima: 100 kg/cm², resistencia a la tracción transversal mínima: 80 kg/cm².

Tubos de protección:

Los tubos que se utilizan para la protección de los cables subterráneos de media tensión en los cruces de calzada y vados de vehículos serán tubos rígidos de PE de doble pared, una interior lisa y una exterior corrugada, siendo el diámetro exterior de 160 mm.

Serán de color rojo, con una resistencia a la compresión superior a 450 N y un grado de protección xx9 según UNE-20.324. En la superficie exterior llevarán marcas indelebles indicando: nombre, marca, fabricante, designación, número de lote o las dos últimas cifras del año de fabricación y la norma UNE EN 50086-2-4.

4.2.15 PUESTA A TIERRA

En baja tensión, se realiza a través del conductor neutro. Se pondrán a tierra las cajas generales de protección que se instalen.

En los centros de transformación de nueva construcción donde las tierras son separadas, la tierra del neutro tiene que ser independiente. Se utilizará cable aislado (RV-0,6/1 kV), entubado e independiente de la red, con secciones mínimas de cobre de 50 mm², unido a la pletina del neutro del cuadro de baja tensión.

El conductor de neutro a tierra, se instalará a profundidad mínima de 60 cm pudiendo ser utilizadas alguna de las zanjas de baja tensión.

El valor de resistencia de la red de baja tensión, una vez conectadas todas las puestas a tierra (p.a.t.), tendrá que ser tal que no pueda provocar tensiones superiores a 24 V en lugares húmedos, ni superior a 50 V en el resto.

4.3 RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

Previamente al inicio de la ejecución de los trabajos para realizar la instalación de cables subterráneos de distribución, se procederá a realizar una serie de comprobaciones y reconocimientos.

Se comprobará que se dispone de todos los permisos y licencias, tanto oficiales como particulares para la ejecución de los trabajos (licencia

municipal de abertura y reposición de zanjas, permisos necesarios de diversos organismos...).

Se hará un reconocimiento sobre el terreno del trazado de la conducción subterránea, analizando los posibles inconvenientes que puedan aparecer en la ejecución de los trabajos tal como la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, conducciones de agua y gas, alumbrados públicos, arquetas de registro...

Una vez realizados los reconocimientos, se establecerá contacto con los servicios de otras compañías distribuidoras por tal de conseguir los planos As-Built de estas instalaciones por tal de poder realizar los trabajos con las máximas condiciones de seguridad posibles.

El contratista, tendrá antes de iniciar los trabajos de abertura de las zanjas, que realizar un estudio de la canalización de acuerdo con la normativa municipal, así como los pasos que sean necesarios para el acceso a portales, vados de aparcamiento, comercios así como chapeas metálicas que se tengan que colocar sobre la zanja para el paso de vehículos.

Todos los elementos de protección y señalización tendrán que estar instalados por el contratista previamente al inicio de la ejecución de los trabajos.

4.3.1 ZANJAS. FASES DE EJECUCIÓN

La ejecución de las rajjas, comprende:

- Abertura de zanjas.
- Suministro y colocación de camas de arena de protección de los conductores.
- Instalación de conductores.
- Depósito de camas de arena superior para protección de los conductores.
- Instalación de planchas de polietileno de protección y de ladrillos macizos en caso de incumplimiento de distancias reglamentarias.
- Instalación de cintas de atención sobre los conductores.
- Tapado y compactado de las zanjas.
- Carga y transporte de tierras sobrantes y evacuación de rocas de obra.
- Uso de los dispositivos de balizamiento propios.

Antes de proceder a la abertura de las zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

La abertura de zanja con medios mecánicos se realizará en aquellos puntos y fases de la excavación en los que no suponga ningún peligro para los operarios ni para los servicios existentes en su utilización.

La maquinaria a utilizar será la adecuada para los trabajos a realizar y su manipulación será por parte de personal formado para su utilización.

La abertura de zanja manualmente se realizará cuando haya peligro de afectar algún servicio existente. Las herramientas utilizadas serán manipuladas por personal debidamente formado para su utilización.

Una vez se procede a la extracción de tierras, hay que dejar una distancia mínima de 50 cm a los lados de la zanja por tal de evitar vertimientos.

La zanja tiene que quedar protegida por vallas u otros elementos de protección adecuados por tal de asegurar la seguridad de los viandantes y vehículos.

Los nuevos circuitos, se instalarán bajo acera o calzada. El trazado será rectilíneo, paralelo en su longitud a aceras. Hay un radio mínimo de curvatura a prever en las curvas que tendrá que ser mayor de 20 veces el diámetro del conductor.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y aparcamientos. Si fuese necesario interrumpir la circulación, se solicitará una autorización específica al organismo competente.

La profundidad de la zanja para líneas de baja tensión, instaladas en acera y según normativa de compañía es de 70 cm y de 90 cm para las instaladas en calzada o en cruces de calles.

En caso de tratarse de un vado de vehículos no pesados se protegerá el circuito mediante tubo seco de adecuada resistencia mecánica, si se considera un vado de vehículos pesados el cruce se realizará mediante tubo de polietileno hormigonado.

El ancho variará según el número de circuitos instalados, en el apartado de planos se adjunta un seguido de croquis de zanjas tipo según el número de circuitos instalados.

Si las condiciones del terreno lo exige la zanja se tendrá que estibar para evitar la caída de rocas al fondo. Antes de proceder a la extensión se tiene que retirar todas las rocas de la extracción. Una vez el fondo de la zanja esté

completamente limpio, se depositará una cama de arena de 4 a 8 cm (arena de río o similar, sin piedras con aristas cortantes).

La profundidad mínima del circuito de baja tensión una vez extendido será de 60 cm en su parte más alta y en las zanjas abiertas en acera y de 80 cm en su parte más alta en las zanjas abiertas en calzada o en cruces de calle.

Después de extender el conductor y encintar las fases cada 1,5 metros aproximadamente, se procederá a extender otra cama de arena de protección sobre el circuito de un grosor de 20 cm aproximadamente, sobre el cual ya se procederá a instalar las protecciones con planchas de polietileno con el anagrama de la empresa suministradora y donde se indique con claridad la existencia de cables eléctricos.

Los primeros 30 cm por encima de las planchas de polietileno se depositará tierra exenta de rocas, rellenando por capas de 15 cm y compactando mediante medios mecánicos.

Si fuese necesario se regaría el terreno para una buena compactación.

Después de rellenar con tierras adecuadas y a una profundidad aproximada de 15 cm a nivel de superficie, se instalará la pertinente cinta de atención donde se indica la existencia de cables eléctricos.

Es obligatoria la instalación de una plancha de polietileno y de una cinta de atención para cada circuito instalado, de otra forma la compañía en virtud de propietaria de la instalación puede emprender medidas al respecto.

4.3.2 ZANJAS. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN DE ARENA

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, por la cual cosa si fuese necesario se lavará y cribará convenientemente.

Se utilizará tierra de cantera o río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones del grano sean de dos a tres mm.

Se instalará una cama de 10 cm de espesor de arena, sobre la cual se depositará el cable.

Por encima del cable irá otra cama de 15 a 20 cm de arena. Ambas capas llenarán todo el ancho de la zanja.

Por encima de la capa de arena superior y en aquel caso donde no se puedan conseguir las profundidades adecuadas, se instalará una capa protectora formada por ladrillos macizos.

Si por lo contrario las distancias que no se pueden cumplir son las horizontales, se instalarán a lo largo de la zanja, ladrillos de lado para separar los conductores.

Se considera como zanja normal para cables de baja tensión la que tiene 0,40 metros de anchura media y profundidad 70 cm en acera y 90 cm en calzada. Esta profundidad se podrá aumentar por criterio exclusivo del supervisor de obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de diferentes circuitos, tendrá que ser de 0,20 metros.

Al ser de 10 cm la cama de arena, los cables irán como mínimo a 60 cm del suelo en acera y a 80 cm en calzada e irán protegidos por las protecciones mecánicas que estipule la empresa suministradora.

Cuando al abrir catas de reconocimiento para la extendida de cables, se localicen otros servicios, se cumplirán los siguientes requisitos:

Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra, tomará las medidas necesarias, en el caso que otros servicios queden descubiertos se sujetarán y protegerán de forma que no puedan sufrir deterioro.

Se instalarán los nuevos circuitos de forma que no se crucen con otros servicios si se puede evitar.

Cuando en una misma zanja se instalen conductores e baja tensión y de media tensión, cada uno se tendrá que situar a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena, planchas de polietileno y cinta de atención.

Se procurará que los cables de media tensión, vayan instalados al lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión al lado contrario.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas es de 25 cm.

4.3.3 ABERTURA DE PAVIMENTOS

Además de las disposiciones dadas por la empresa propietaria de los pavimentos, para la abertura de estos se tendrá que tener en consideración lo siguiente:

– La rotura del pavimento con mazo, está rigurosamente prohibido teniéndose que hacer el corte de la misma forma limpia y con aparatos adecuados.

– En caso de tratarse de pavimentos especiales o adoquinados, se sacarán estos con la debida precaución por tal de no ser afectados, colocándose después de forma que no impida la libre circulación.

4.3.4 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arena, protecciones..., serán retiradas en un vertedero y serán tratadas adecuadamente.

El lugar del trabajo quedará libre de tierras y completamente limpio.

Durante la ejecución de la obras, estas estarán correctamente señalizadas de acuerdo con los conocimientos de los organismos afectados y según legislación vigente de las ordenanzas municipales.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

El nuevo pavimento repostado, será homogéneo, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible con el antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas salvo de pavimentos especiales que hayan estado desmontados y numerados.

Una vez instaladas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras, cortantes o rocas), compactada mecánicamente.

El tapado de la zanja se hará por capas sucesivas de 0,10 metros de espesor, las cuales serán compactadas y regadas.

Para el hormigonado de tubos y pavimentos, se depositará previamente una solera de hormigón de aproximadamente 8 cm de espesor sobre la que se asentará la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm procediéndose seguidamente a hormigonarlos por completo.

En los cambios de dirección, se construirán arquetas de registro, no admitiendo ángulos inferiores a 90°. Las arquetas estarán permitidas en aceras o lugares por los que normalmente no haya tráfico rodado.

En las arquetas, los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodetes en las operaciones de extensión. Una vez extendido el cable, los tubos se tapan con tiza de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso tendrán que tener tapas metálicas o de hormigón provistas de mecanismos de

sujeción que faciliten la abertura. Los fondos de estas arquetas serán permeables de forma que permitan la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables, se cubrirán con los materiales necesarios para evitar el hundimiento, sobre la cubeta se extenderá una capa de arena y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

La cinta de atención, se instalará aproximadamente 10 cm del suelo.

El contratista, será responsable en el caso que se produzcan rebajas o hundimientos del pavimento debido a una mala compactación.

4.3.5 DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. CRUCES

Las líneas de Baja tensión, según normativa de compañía tienen que respetar unas distancias mínimas reglamentarias que se detallan a continuación:

Calles y carreteras:

Se realizarán con tubos de hormigón en toda la longitud a una profundidad mínima de 0,8 metros y perpendicularmente al eje vial. Los tubos serán los indicados en el apartado protecciones.

Cables de energía eléctrica:

Entre cables de baja tensión, la distancia de cruce será de 20 cm y con cables de media tensión será de 25 cm.

Si hay algún entroncamiento, la distancia del cruce a este tiene que ser de un metro como mínimo.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Cables de telecomunicaciones: La distancia será de 20 cm.

Si hay algún entroncamiento, la distancia de cruce a este tiene que ser de un metro como mínimo.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Canalizaciones de agua y/o gas: La distancia será de 20 cm.

No se puede cruzar por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua y gas o de los entroncamientos de baja tensión.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y el de la conducción metálica no será inferior a 0,30 metros.

4.3.6 DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. PARALELISMOS CONDUCTORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

Entre cables de baja tensión, la distancia será de 20 cm. Con cables de media tensión, será de 25 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Cables de telecomunicaciones: La distancia será de 20 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Canalizaciones de agua y/o gas:

La distancia será de 20 cm, excepto si la canalización de gas es de alta presión (4 bar), caso en que la distancia será de 40 cm.

La distancia mínima entre entroncamientos de energía eléctrica y juntas de canalizaciones será de un metro.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Hay que procurar que las condiciones de agua y gas queden por debajo del circuito eléctrico.

4.3.7 DISTANCIAS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS. PROXIMIDADES ALCANTARILLADO

Hay que procurar pasar los cables de energía eléctrica por encima del alcantarillado.

No se puede incidir en su interior, si no se puede pasar por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

Acometidas:

Hay que mantener una distancia de 30 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

La entrada a acometidas o conexiones de servicio de las instalaciones, tanto de baja tensión como de media tensión se tiene que taponar con mortero aislante hasta conseguir una estanqueidad perfecta (para evitar incidentes en caso de haber fugas de gas).

Depósitos de carburante:

Hay que disponer los cables bajo tubos de resistencia adecuada y a una distancia mínima de 1,20 metros de depósitos. Los extremos sobrepasarán al depósito en dos metros por cada extremo y se tapanarán para conseguir la estanqueidad.

4.3.8 ENTUBADO DE LOS CONDUCTORES

El cable, tendrá que ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- a) Cruce de calles, caminos o carreteras de tráfico rodado.
- b) En las entradas de aparcamientos públicos o privados.
- c) En los lugares donde por causas diversas no se tenga que dejar tiempo la zanja abierta.
- d) En los lugares donde se crea necesario por indicación del proyecto o del técnico supervisor de la empresa distribuidora.

4.3.9 CONDUCTORES

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kV para la línea repartidora y de 450/750 V para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE.

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

4.3.10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga sobre camiones o remolques adecuados, se realizará siempre mediante la inserción de una barra adecuada transversalmente por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la boina sobre cables, cuerdas, cadenas o similar que envuelvan la bobina y se soporten sobre la capa

exterior de los conductores enrollados, así mismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

4.3.11 EXTENDIDA DE CABLES

Cuando se desplace la bobina en el suelo haciéndola rodar, hay que vigilar que el sentido de rotación sea el que se indica en la misma bobina, con la finalidad de evitar que se afloje el cable enrollado a la misma.

La bobina no se almacenará sobre tierras blandas.

Antes de empezar la extendida de cable, se estudiará el punto más apropiado para el emplazamiento de la bobina, generalmente para facilidad en la extendida: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo.

Hay que evitar emplazar la bobina si hay muchos pasos entubados, procurando colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos.

Para la extendida, la bobina siempre estará elevada y sujeta por una barra transversal y gatos hidráulicos adecuados al peso de la misma.

Los cables siempre serán desenrollados y puestos en su sitio con la mayor atención posible, evitando la torsión, bucles y tomando en consideración que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro, durante la extendida y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Si la extendida se hace a mano, el número de operarios será el adecuado y estarán distribuidos uniformemente a lo largo de la zanja.

Si la extendida por el contrario se realiza con cabrestante, estirando del extremo del cable al que se tiene que adoptar una cabeza apropiada, el esfuerzo de tracción por mm² de conductor no tendrá que sobrepasar lo indicado por el fabricante (nunca será superior a 4 kg/mm²) en cables trifásicos de cobre y la mitad para conductores de aluminio. El cabrestante tendrá que constar obligatoriamente de un dinamómetro para la medida del esfuerzo.

La extendida, se realizará obligatoriamente sobre rodetes que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan afectar a los conductores. Se colocarán roetes cada 3 m aproximadamente en alineaciones así como en todas las curvas, cambios de dirección o puntos con aristas cortantes de forma que el radio de curvatura no sea menor de 20 veces el diámetro del cable.

Durante la extendida del cable se tomarán precauciones para evitar golpes y cortes que deterioren el aislamiento de los conductores.

El cable siempre se desplazará lateralmente a mano y solo se podrá desenrollar fuera de la zanja bajo la supervisión del técnico de obra.

La zanja estará cubierta en toda su longitud de una capa de 10 cm de arena fina en el fondo, antes de iniciar la extendida de los conductores. No se dejarán nunca cables, descubiertos en una zanja abierta sin haberlos cubierto antes con 15 cm de arena y planchas de PE. Los extremos de los cables quedarán protegidos.

Las zanjas una vez abiertas y antes de iniciar la extendida de los conductores, se recorrerán con detenimiento por tal de comprobar que no hayan restos de rocas u otros elementos en el fondo que puedan deteriorar los cables.

Los conductores se embridarán cada dos metros aproximadamente y se marcarán con cintas adhesivas de colores diferentes con un código de colores estipulado.

Cuando el cable se extienda a mano o con cabrestante y dinamómetros y se tenga que entubar, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, el cual llevará incorporado un dispositivo para la estirada y siempre vigilando el esfuerzo de tracción.

Se situará un operario en cada boca del tubo, por tal de guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o fricciones en el tramo del cruce.

Los cables de baja tensión unipolares de un mismo circuito, pasará todos juntos por un mismo tubo, dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se pasarán dos circuitos trifásicos de baja tensión por un mismo tubo.

Se evitará las canalizaciones con grandes tramos entubados o en caso contrario, se instalarán arquetas intermedias.

Una vez extendido el cable dentro de los tubos, se taparán con mortero aislante o similar, para evitar la inundación de los tubos o la entrada de tierras u otros elementos.

4.3.12 EMPALMES

Se realizarán empalmes del tipo reconstructivo.

Para la confección de los empalmes se seguirán las instrucciones dadas por la empresa suministradora, el técnico director de obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o de los empalmes.

En los conductores de aislamiento seco, se vigilará con atención especial a la limpieza de los trazos de cinta semiconductor ya que pueden ofrecer

dificultad a la vista y los efectos de deficiencia en este sentido pueden originar un defecto del cable de servicio.

4.3.13 TERMINALES

Las conexiones de la totalidad de los cables de baja tensión subterráneos al conectarse en los armarios, caja de distribución y cajas generales de protección, se realizarán mediante terminales bimetálicos a compresión, realizados a base de aluminio y cobre electrolítico puro.

4.3.14 PROTECCIONES MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES EXTENDIDOS

En las canalizaciones se instalarán las siguientes protecciones:

Se utilizarán planchas de polietileno (PE) con una densidad específica mínima de 0,94 g/cm³ o de Polipropileno (PP) con densidad específica mínima de 1 g/cm³.

Estas planchas permiten acoplarse entre ellas longitudinalmente y transversalmente.

Llevarán las siguientes rotulaciones estampadas:

- Serial de advertencia de riesgo eléctrico tipo AE-10.
- Inscripción: “¡ATENCIÓN! CABLES ELÉCTRICOS”.
- Marca anagrama del fabricante.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Las siglas y nº siguiente: PPC ETU 0206.

Son de color amarillo S0580-Y10R según UNE 48.103, y presentan una resistencia a la tracción mínima de 10 daN y una resistencia al impacto de 50 J.

En los tramos rectos, se utilizarán planchas de un metro de longitud y para curvas se utilizarán planchas de 0,5 metros de longitud.

Se instalarán cintas de atención a unos 10 cm del nivel más bajo del plano de reposición.

Las características técnicas de la cinta para la señalización del cable subterráneo son las siguientes:

- Ancho: 15 +/- 0,5 cm.
- Grosor: 0,1 +/- 0,01 mm.
- Color (UNE-48.103): amarillo vivo b-532.

- Impresión en negro indeleble.
- Resistencia a la tracción longitudinal mínima: 100 kg/cm².
- Resistencia a la tracción transversal mínima: 80 kg/cm².
- Se instalarán tubos para la protección de conductores en determinados casos.

Los tubos que se utilicen para la protección de cables subterráneos de baja tensión en los cruces de calzada y vados de vehículos serán tubos rígidos de polietileno de doble pared, una interior lisa y una exterior corrugada, siendo el diámetro exterior de 180 mm.

Serán de color rojo, con una resistencia a la compresión superior a 450 N y un grado de protección xx9 según UNE-20.324. En la superficie exterior llevarán marcas indelebles indicando nombre, marca, fabricante, designación, número de lote o las dos últimas cifras del año de fabricación y norma UNE EN 50086-2-4.

4.3.15 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS

La protección se realizará mediante fusibles clase gG en cabecera (se instalarán en el centro de transformación, así como en derivaciones con cambio de sección cuando el conductor de esta sección no esté protegido en cabecera).

El fusible tiene que permitir la plena utilización del conductor. La característica Intensidad/Tiempo del conductor tiene que ser superior a la del fusible para un tiempo de 5 segundos.

El calibre del fusible a la salida del centro de transformación, se adecuará a la intensidad nominal del secundario del transformador.

Las derivaciones de líneas secundarias se estructurarán a partir de cajas de entrada y salida de un cable de baja tensión principal. Este modo constructivo permite en caso de avería la identificación del defecto y la separación del tramo averiado.

4.3.16 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Ubicación del circuito en zanja de profundidad según normativa para evitar contactos fortuitos. Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red, así como conexiones pertinentes en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan útiles especiales para la abertura. Aislamiento específico de los conductores (XLPE).

4.3.17 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Según normativa de compañía, se utiliza un esquema TT en la red de baja tensión (neutro de baja tensión puesto a tierra y masas de la instalación receptoras conectadas a una tierra independiente separada de la anterior, así como la utilización de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada).

El neutro según normativa tiene que estar conectado a tierra en el centro de transformación y mínimo cada 200 metros en redes subterráneas.

El neutro también se conectará a tierra en todas las cajas de distribución en urbanizaciones y en todas las cajas de seccionamiento, siempre y cuando la distancia al centro de transformación no sea inferior a la estipulada por la compañía.

4.3.18 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO

En baja tensión, el neutro no puede ser interrumpido excepto si se hace en uniones amovibles en el neutro, próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase (debidamente señalizadas y que solo se puedan interrumpir con herramientas adecuadas).

En este caso el neutro no se puede seccionar si no han estado previamente las fases y las fases no se pueden conectar si no lo ha estado previamente el neutro.

4.3.19 PUESTA A TIERRA DEL CONDUCTOR NEUTRO

En baja tensión se realiza a través del conductor neutro. Se pondrán a tierra las cajas generales de protección que se instalen.

En los centros de transformación de nueva construcción donde las tierras están separadas, la tierra del neutro tiene que ser independiente. Se utiliza cable aislado (RV-0,6/1 kV), entubado e independiente de la red, con secciones mínimas de cobre de 50 mm², unido a la pletina del neutro del cuadro de baja tensión.

El conductor neutro a tierra, se instalará a una profundidad mínima de 60 cm pudiendo ser utilizadas alguna de las zanjas de baja tensión.

El valor de resistencia de la red de baja tensión una vez conectadas todas las puestas a tierra (p.a.t.) tendrá que ser tal que no pueda provocar tensiones superiores a 24 V en lugares húmedos, ni superior a 50 V en el resto.

4.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

Toda la instalación cumplirá las especificaciones del REBT, RD 842/2002, del 2 de Agosto de 2002.

4.4.1 CONDUCTORES

Todos los conductores de baja tensión seguirán las normas UNE correspondientes y la instrucción ITC-BT 19.

Por lo que refiere a la red subterránea de distribución de baja tensión, desde el nuevo centro de transformación a construir y hasta las cajas generales de protección, cumplirá lo que establece la ITC-BT 07. Las líneas generales de alimentación cumplirán lo que establece la ITC-BT 14 mientras que las líneas de las derivaciones individuales cumplirán lo que establece la ITC-BT 15.

Los conductores se extenderán por el interior de tubos por si solos o con la ayuda de guías adecuadas.

Los conductores serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kV para las líneas generales de alimentación y de 750 V para el resto de la instalación.

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar en las mismas canalizaciones que los anteriores o bien de forma independiente, siguiendo en este caso lo estipulado al REBT. La sección mínima de los conductores será la obtenida utilizando la instrucción ITC-BT 18.

Todos los conductores estarán homologados según normas UNE.

Todos los conductores estarán convenientemente identificados mediante un código de colores para sus aislamientos:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.
- Amarillo/verde para el conductor de tierra o protección.

4.4.2 CAJAS DE EMPALMES Y DERIVACIÓN Y TUBOS PROTECTORES

Se instalarán tubos protectores curvables en caliente de polietileno o de PVC, totalmente estancos y no propagadores de llama y grado de protección 7. Los diámetros mínimos serán los descritos en el apartado de cálculos. Se seguirá todo lo que refiere al REBT ITC-BT 21. Todos los tubos tendrán que tener revestimiento mínimo de un cm de material de obra. Los tubos formarán una canalización ininterrumpida desde caja a caja y desde estas a mecanismos.

Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar dentro del mismo tubo, la sección de este será como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

Las cajas se colocarán de forma que queden enrasadas con la superficie exterior del revestimiento de la pared o del techo.

Las cajas y tubos nunca se instalarán con los conductores dentro de ellos. Estarán constituidas por materiales aislantes (PVC) con un grado de protección mínimo 3, su capacidad será adecuada al nombre de conductores a alojar. En instalaciones de superficies se utilizarán cajas adecuadas con un grado de protección mínimo IP347.

Los empalmes en el interior de las cajas se harán mediante bornes o regletas de conexión.

Las cajas de empalmes y derivación, serán de material plástico resistente o metálicas, en el segundo caso estarán instaladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar todos los conductores del circuito.

Su profundidad equivaldrá al 50 % superior del diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm por el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, dentro o fuera de las cajas de registro, no se realizarán nunca mediante la unión simple de los conductores, sino utilizando bornes o regletas de conexión.

4.4.3 REGATAS PARA INSTALACIÓN DE TUBOS, CAJAS DE DERIVACIÓN Y MECANISMOS

Los vacíos para los interruptores serán de una altura que podrá oscilar entre 1,10 y 1,30 metros del suelo y a una distancia de entre 15 y 20 cm de las puertas. Los vacíos para tomas de corriente podrán oscilar entre 20 y 30 cm del suelo.

Para la ejecución de regatas, se seguirán caminos verticales y horizontales, hará falta prever la instalación de los puntos de sujeción para ganchos de cortinas y cajas de persianas.

4.4.4 CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros eléctricos de la instalación estarán fabricados con materiales aislantes con protección anti-llama. Los cuadros se situarán lo más cercanos posible de su origen de alimentación, los cuadros dispondrán como mínimo de un interruptor de corte omnipolar (con poder de corte mínimo de 4,5 kA) y de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecarga así como de protección diferencial necesarios (además de los interruptores de control de potencia en el interior de las viviendas, propiedad de la compañía

suministradora). El cuadro de mando y protección estará situado lo más cercano posible del punto de entrada de la derivación individual, la altura del cuadro de mando y protección estará comprendida entre 1,5 y 1,8 metros respecto del suelo. Los interruptores diferenciales de sensibilidad elevada (30 mA de corriente de defecto máxima).

Se instalará como mínimo dos interruptores diferenciales en cada vivienda por criterio facultativo.

Los elementos interiores de los cuadros estarán cableados siguiendo un orden estipulado mediante materiales homologados y según normativa vigente (REBT).

4.4.5 APARATOS DE MANDO

Son los interruptores y conmutadores de mando y maniobra que pueden cortar la corriente máxima en un circuito sin dar lugar a la formación del arco permanente.

Serán del tipo cerrado y de material aislado.

Los aparatos serán de tipo homologado y en ellos no se podrán producir temperaturas superiores a los 65 °C. Todos los aparatos estarán compuestos de materiales aislantes y su carga mínima de trabajo será de 10.000 maniobras de abertura y cierre en carga nominal.

Todos los elementos constarán de indicativos de su intensidad nominal y estarán probados a tensión de 1 kV.

4.4.6 APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico, de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en el que estén emplazados sin dar lugar a la formación del arco eléctrico.

La protección térmica estará calibrada para actuar a temperaturas superiores a los 65 °C.

Todos los elementos constarán de indicadores de intensidad y tensión nominal así como el signo indicativo de conexión y desconexión. Los interruptores serán de corte omipolar.

Los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad y de corte omipolar.

Los fusibles de protección de circuitos secundarios o de la centralización de contadores estarán calibrados a la intensidad del circuito a la que protegen.

Los fusibles tendrán que poder ser cambiados bajo tensión sin ningún tipo de peligro.

4.4.7 INTERRUPTORES

Se instalarán interruptores unipolares o bipolares según la línea sobre la que tengan que actuar. Se interrumpirá siempre el conductor de fase y nunca el neutro.

Los interruptores bipolares se utilizarán por el accionamiento de aparatos de potencia y fijos (termos, lavadoras, calefactores...).

Los mecanismos se colocarán en posición vertical.

4.4.8 TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente instaladas serán uno de los modelos homologados y dispondrán de bornes de conexión de puesta a tierra (p.a.t.), su intensidad variará según el receptor (se establece en la memoria descriptiva y la memoria de cálculo).

Las tomas de corriente instaladas serán estancas y tendrán que poder soportar en régimen permanente la intensidad nominal establecida por el fabricante.

Las tomas de corriente se instalarán entre 20 y 30 cm respecto el suelo.

Los conductores tienen que tener como mínimo una vez conectados a la base de la toma de corriente, una longitud de 10 cm por tal de facilitar la sustitución en caso de avería.

Las tomas de corriente de trabajo normal a instalar en las cocinas irán a una altura aproximada de 30 o 40 cm respecto del suelo y a una altura aproximada de 1,10 metros respecto del suelo las tomas para pequeños electrodomésticos. Las tomas de corriente de tipo directo conexión de puesta a tierra (p.a.t.), su intensidad variará según el receptor (se establece para receptores como hornos, cocinas, congeladores, frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, termos...) e irán instaladas a unos 20 cm del suelo.

4.4.9 RECEPTORES

En el caso de los receptores, se cumplirá todo lo preceptivo a las Instrucciones Técnicas Complementarias del REBT siguientes: ITC-BT 18, ITC-BT19, ITC-BT 26, ITC-BT 27, ITC-BT 43, ITC-BT44, ITC-BT 45, ITC-BT 47 y ITC-BT 48.

4.4.10 CUARTOS DE BAÑO

Se conectarán todas las partes metálicas (agua fría, agua caliente, desguace, calefacción) y de las masas de los aparatos sanitarios al circuito de tierra, por tal de conseguir una red equipotencial.

En el volumen 0, no se instalarán mecanismos ni ningún tipo de aparatos fijos como cableado de alimentación para estos.

En el volumen 1, solo se podrán instalar mecanismos para el accionamiento de aparatos alimentados a muy baja tensión de servicio (MBTS) no superior a 12 V. Se podrán instalar calentadores, bombas y equipos eléctricos para hidromasajes protegidos por dispositivos adicionales de protección diferencial (índice de protección IPX5).

En el volumen 2, se podrán instalar interruptores o bases para MBTS la fuente de alimentación de los cuales esté situada en el volumen 3 como mínimo. Se podrán instalar luminarias, ventiladores o calefactores si están protegidos con dispositivos de protección diferencial (índice de protección IPX4).

En el volumen 3 se permite la instalación de mecanismos y aparatos si están debidamente protegidos mediante interruptores automáticos y dispositivos de protección diferencial o bien por transformadores de aislamiento o fuentes de MBTS.

4.4.11 ALUMBRADO

Para el alumbrado, se tendrá en consideración las especificaciones del REBT, ITC-BT 28.

4.4.12 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Los alumbrados de emergencia que se instalen, seguirán las prescripciones de la ITC-BT 28.

Serán receptores fijos, previstos de fuentes propias de energía las cuales entrarán en funcionamiento por defectos de suministro o para tensiones de alimentación de un valor inferior al 70 % de la nominal.

Las condiciones de servicios serán de cómo mínimo una hora a excepción de aquellos puntos donde se especifique lo contrario en la memoria descriptiva del presente proyecto.

La iluminación mínima en los puntos de ubicación de los elementos contra incendios o cuadros de ubicación de instalaciones eléctricas será de cómo mínimo 5 lux. La uniformidad de la iluminancia proporcionada en los diferentes puntos de cada zona será tal que el coeficiente entre la iluminación máxima y la mínima será menor de 40.

Las características que cumplirán los aparatos de alumbrado de emergencia serán las estipuladas en las normas UNE 20392 75 y 60598-2-22 para alumbrados de emergencia con lámparas de fluorescencia.

En los planos del presente proyecto, se estipularán los puntos de ubicación de los aparatos de alumbrado de emergencia, el origen de sus líneas de alimentación y las protecciones instaladas.

Para la instalación de los elementos de emergencia se procederá a montar el cuerpo base con fijación en el soporte, conectar a la red eléctrica y conexionar el equipo cargador batería cuando proceda. Después se instalarán las lámparas y se realizarán las pruebas de encendido y apagado de la red, montar las protecciones mecánicas y retirar los embalajes sobrantes.

La propiedad recibirá en la entrega de la instalación un resumen del origen industrial de cada aparato montado así como de las lámparas instaladas en el mismo.

En general, una vez al año se revisará cada aparato, observando todos sus conexiones y estado mecánico de todas sus piezas y principalmente de todas aquellas que se puedan desprender.

La instalación solo podrá ser manipulada por personal especializado y dejando sin tensión previamente la red.

4.4.13 RED DE TIERRAS

El sistema de tierras se realizará tal y como se indica en la Memoria Descriptiva y en el apartado de planos.

La puesta a tierra dispondrá de puntos para poder realizar las medidas pertinentes.

Todo el sistema de tierras de la instalación de la instalación de baja tensión, se ajustará a la ITC-BT 18.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO:

En el siguiente estudio económico se encuentran desglosadas con sus precios las diferentes partidas de materiales requeridas para la instalación diseñada en el presente trabajo fin de grado.

El resumen consta de siete capítulos, que son: Medición de Cables, Medición de Bandejas, Medición de Magnetotérmicos e Interruptores Automáticos, Medición Diferenciales, Transformadores, Cuadros Eléctricos y Toma Tierra.

Primeramente se encontrará un resumen con el coste total de cada partida, para, a continuación, presentar los precios de cada material por separado.

RESUMEN PRESUPUESTO	
CAPITULO	COSTE
CAPITULO I: MEDICIÓN CABLES	172674,23
CAPITULO II: MEDICIÓN BANDEJAS	57557,45
CAPITULO III: MEDICIÓN MAGNETOTÉRMICOS E INTERRUPTORES AUTOMATICOS	192821,47
CAPITULO IV: MEDICIÓN DIFERENCIALES	52309,96
CAPITULO V: TRANSFORMADORES	80000,00
CAPITULO VI: CUADROS ELECTRICOS	80602,71
CAPITULO VII: TOMA TIERRA	26781,12
PRECIO SUBTOTAL	662746,94
I.V.A. 21 %	139176,86
PRECIO TOTAL	801923,80

PRECIOS MATERIAL DESCOMPUESTOS:

CAPITULO I: MEDICIÓN CABLES						
SECCIÓN(mm ²)	METAL	DESIGN	POLARIDAD	TOTAL(m)	P.U.(€)	P.TOTAL(€)
1,50	Cu	VV-K	Unipolar	128,00	0,25	32,00
1,50	Cu	VV-K	Tetrapolar	340,00	0,96	326,40
2,50	Cu	VV-K	Unipolar	45,00	0,46	20,70
2,50	Cu	VV-K	Tetrapolar	155,00	1,45	224,75
4	Cu	VV-K	Unipolar	120,00	0,37	44,40
10	Cu	VV-K	Tripolar	15,00	3,98	59,70
10	Cu	VV-K	Tetrapolar	25,00	5,29	132,25
16	Cu	VV-K	Unipolar	720,00	2,04	1468,80
25	Cu	VV-K	Unipolar	2830,00	3,08	8716,40
25	Cu	VV-K	Tripolar	335,00	10,31	3453,85
25	Cu	VV-K	Tetrapolar	1970,00	12,85	25314,50
35	Cu	H07V-K	Tripolar	50,00	18,12	906,00
35	Cu	VV-K	Unipolar	2440,00	4,34	10589,60
35	Cu	VV-K	Tripolar	125,00	18,12	2265,00
35	Cu	VV-K	Tetrapolar	190,00	18,12	3442,80
50	Cu	VV-K	Unipolar	1827,00	6,28	11473,56
70	Cu	VV-K	Unipolar	900,00	8,38	7542,00
70	Cu	RV-K	Unipolar	44,00	8,38	368,72
95	Cu	H07V-K	Tripolar	130,00	35,94	4672,20
95	Cu	VV-K	Unipolar	4940,00	11,45	56563,00
95	Cu	VV-K	Tripolar	100,00	35,94	3594,00
120	Cu	H07V-K	Tripolar	26,00	57,46	1493,96
120	Cu	VV-K	Unipolar	1860,00	14,11	26244,60
120	Cu	RV-K	Unipolar	264,00	14,11	3725,04
					TOTAL	172674,23

CAPITULO II: MEDICIÓN CANALES Y BANDEJAS				
DIMENSIONES(mm)	TIPO	TOTAL(m)	P.U.(€)	P.TOTAL(€)
60x60	B. Perforada	30,00	22,18	665,40
75x60	B. Perforada	6151,00	8,15	50130,65
100x60	B. Perforada	570,00	9,34	5323,80
150x60	B. Perforada	120,00	11,98	1437,60
			TOTAL	57557,45

CAPITULO III: MEDICIÓN MAGNETOTÉRMICOS E INTERRUPTORES AUTOMATICOS					
DESCRIPCIÓN	INTENSIDAD(A)	P. DE CORTE(Ka)	CANTIDAD	P.U.(€)	P.TOTAL(€)
Interruptor de corte en carga	10,00		7,00	25,33	177,31
Magnetotérmico/Tripolar	10,00	4,50	2,00	80,08	160,16
Magnetotérmico/Tetrapolar	10,00	4,50	24,00	113,28	2718,72
Magnetotérmico/Tripolar	10,00	6,00	1,00	80,08	80,08
Magnetotérmico/Tetrapolar	10,00	10,00	3,00	153,91	461,73
Magnetotérmico/Tetrapolar	10,00	25,00	1,00	351,33	351,33
Magnetotérmico/Tripolar	10,00	35,00	1,00	258,29	258,29
Magnetotérmico/Tetrapolar	10,00	35,00	1,00	348,87	348,87
Interruptor de corte en carga	16,00		5,00	78,85	394,25
Magnetotérmico/Tetrapolar	16,00	4.5	1,00	355,85	355,85
Magnetotérmico/Tetrapolar	16,00	10,00	2,00	355,85	711,70
Magnetotérmico/Tetrapolar	16,00	15,00	2,00	355,85	711,70
Magnetotérmico/Tetrapolar	16,00	100,00	2,00	540,36	1080,72
Magnetotérmico/Tripolar	20,00	4.5	1,00	98,78	98,78
Magnetotérmico/Tripolar	25,00	4.5	2,00	100,69	201,38
Interruptor de corte en carga	50,00		1,00	78,85	78,85
Magnetotérmico/Tripolar	50,00	4.5	1,00	283,05	283,05
Magnetotérmico/Tetrapolar	50,00	4.5	1,00	380,01	380,01
Magnetotérmico/Tetrapolar	50,00	50,00	1,00	549,09	549,09
Interruptor de corte en carga	100,00		6,00	155,70	934,20
Interruptor Automático/Tripolar	100,00	4.5	13,00	125,41	1630,33
Interruptor Automático/Tripolar	100,00	6,00	3,00	538,25	1614,75
Interruptor Automático/Tetrapolar	100,00	25,00	2,00	532,95	1065,90
Interruptor Automático/Tripolar	100,00	35,00	1,00	1033,05	1033,05
Interruptor Automático/Tetrapolar	100,00	35,00	1,00	3580,19	3580,19
Interruptor de corte en carga	125,00		1,00	134,70	134,70
Interruptor Automático/Tetrapolar	125,00	4.5	1,00	896,01	896,01
Interruptor Automático/Tripolar	125,00	100,00	1,00	1425,17	1425,17
Interruptor Automático/Tetrapolar	125,00	100,00	1,00	1327,22	1327,22
Interruptor de corte en carga	160,00		2,00	191,46	382,92
Interruptor Automático/Tripolar	160,00	6,00	2,00	1210,27	2420,54
Interruptor Automático/Tripolar	160,00	10,00	2,00	1210,27	2420,54

Interruptor Automático/Tetrapolar	160,00	10,00	1,00	1210,27	1210,27
Interruptor Automático/Tripolar	160,00	22,00	1,00	1210,27	1210,27
Interruptor Automático/Tetrapolar	160,00	35,00	1,00	1210,27	1210,27
Interruptor de corte en carga	200,00		2,00	266,46	532,92
Interruptor de corte en carga	250,00		2,00	359,42	718,84
Interruptor Automático/Tripolar	250,00	10,00	2,00	2423,51	4847,02
Interruptor Automático/Tripolar	250,00	15,00	1,00	2423,51	2423,51
Interruptor Automático/Tripolar	250,00	22,00	2,00	2423,51	4847,02
Interruptor Automático/Tetrapolar	250,00	35,00	2,00	2423,51	4847,02
Interruptor de corte en carga	320,00		2,00	508,55	1017,10
Interruptor de corte en carga	400,00		4,00	519,36	2077,44
Interruptor Automático/Tripolar	400,00	10,00	3,00	3958,62	11875,86
Interruptor Automático/Tetrapolar	400,00	10,00	2,00	3958,62	7917,24
Interruptor Automático/Tripolar	400,00	15,00	1,00	3958,62	3958,62
Interruptor Automático/Tetrapolar	400,00	15,00	1,00	3958,62	3958,62
Interruptor Automático/Tripolar	400,00	22,00	1,00	3958,62	3958,62
Interruptor Automático/Tripolar	400,00	35,00	1,00	3958,62	3958,62
Interruptor Automático/Tetrapolar	400,00	50,00	1,00	3958,62	3958,62
Interruptor Automático/Tetrapolar	400,00	100,00	5,00	3958,62	19793,10
Interruptor de corte en carga	500,00		1,00	578,23	578,23
Interruptor de corte en carga	630,00		2,00	718,38	1436,76
Interruptor Automático/Tetrapolar	630,00	100,00	3,00	7578,89	22736,67
Interruptor Automático/Tripolar	2500,00	50,00	1,00	16337,31	16337,31
Interruptor Automático/Tetrapolar	2500,00	50,00	1,00	17473,04	17473,04
Interruptor Automático/Tripolar	3200,00	100,00	1,00	21671,09	21671,09
				TOTAL	192821,47

CAPITULO IV: MEDICIÓN DIFERENCIALES						
DESCRIPCIÓN	CLASE	INTENSIDAD(A)	SENSIBILIDAD(mA)	CANTIDAD	P.U.(€)	P.TOTAL(€)
Diferencial/Tetrapolar	AC	25,00	30,00	15,00	62,65	939,75
Diferencial/Tetrapolar	AC [s]	40,00	300,00	1,00	509,26	509,26
Diferencial/Tetrapolar	AC [s]	63,00	30,00	1,00	580,14	580,14
Diferencial/Tetrapolar	AC	63,00	300,00	1,00	381,00	381,00
Relé y Transformador	AC	100,00	300,00	14,00	477,93	6691,02
Relé y Transformador	AC [s]	100,00	300,00	4,00	684,57	2738,28
Relé y Transformador	AC	100,00	500,00	2,00	467,65	935,30
Relé y Transformador	AC [s]	125,00	300,00	2,00	496,99	993,98
Relé y Transformador	AC	160,00	300,00	5,00	419,27	2096,35
Relé y Transformador	AC [s]	160,00	300,00	1,00	419,27	419,27
Relé y Transformador	AC	160,00	500,00	1,00	423,23	423,23
Relé y Transformador	AC	250,00	300,00	3,00	648,93	1946,79
Relé y Transformador	AC [s]	250,00	300,00	2,00	648,93	1297,86
Relé y Transformador	AC	250,00	500,00	2,00	652,43	1304,86
Relé y Transformador	AC	400,00	300,00	3,00	1357,24	4071,72
Relé y Transformador	AC [s]	400,00	300,00	4,00	1357,24	5428,96
Relé y Transformador	AC	400,00	500,00	3,00	1360,74	4082,22
Relé y Transformador	AC [s]	400,00	500,00	2,00	1360,74	2721,48
Relé y Transformador	AC [s]	630,00	500,00	3,00	3004,95	9014,85
Relé y Transformador	AC	3200,00	30,00	1,00	5733,64	5733,64
					TOTAL	52309,96

CAPITULO V: TRANSFORMADORES				
DESCRIPCION	POTENCIA (KVA)	CANTIDAD	P.U.(€)	P. TOTAL(€)
TRAFO	1600,00	2,00	40000,00	80000,00
				TOTAL
				80000,00

CAPITULO VI: CUADROS ELECTRICOS				
DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	CANTIDAD	P.U.(€)	P.TOTAL(€)
CUADRO GENERAL	2000x4000x600	1,00	3170,01	3170,01
CUADRO NIVEL 1	2000x1200x600	6,00	1945,01	11670,06
CUADRO NIVEL 2	1800x1200x600	9,00	1297,39	11676,51
CUADRO NIVEL 3	1000x1000x400	27,00	2003,19	54086,13
			TOTAL	80602,71

CAPITULO VII: TOMA TIERRA				
DESCRIPCIÓN	DESIGNACIÓN	TOTAL(m)	P.U.(€)	P.TOTAL(€)
Malla conductor Cu desnudo	35 mm ²	30,00	2,81	84,30
Pica vertical Acero recubierto Cu de 2m	14mm	1,00	18,00	18,00
Cable TT	1,5 mm ² Cu Unipolar	372,00	0,25	93,00
Cable TT	2,5 mm ² Cu Unipolar	170,00	0,37	62,90
Cable TT	4 mm ² Cu Unipolar	40,00	0,46	18,40
Cable TT	10 mm ² Cu Unipolar	40,00	1,34	53,60
Cable TT	16 mm ² Cu Unipolar	4435,00	2,04	9047,40
Cable TT	25 mm ² Cu Unipolar	473,00	3,08	1456,84
Cable TT	35 mm ² Cu Unipolar	300,00	4,34	1302,00
Cable TT	50 mm ² Cu Unipolar	1550,00	6,28	9734,00
Cable TT	70 mm ² Cu Unipolar	586,00	8,38	4910,68
			TOTAL	26781,12



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO	167
1.1	OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	167
1.2	ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....	167
2	IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	167
2.1	TIPO DE OBRA	167
2.2	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	167
2.3	SUMINISTRO DE AGUA POTABLE	167
2.4	SERVICIOS HIGIÉNICOS	167
2.5	INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS	167
3	IDENTIFICACIÓN PREVENTIVA.....	168
4	RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN	169
4.1	OBRA CIVIL.....	169
4.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES	169
4.1.2	Estructura	170
4.1.3	CERRAMIENTOS.....	171
4.1.4	ALBAÑILERÍA.....	171
4.2	MONTAJE.....	172
4.2.1	COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS	172
4.2.2	OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN	172
4.2.3	MEDIOS AUXILIARES	173
4.2.4	HERRAMIENTAS.....	173
5	PROTECCIONES FRENTE A LOS RIESGOS.....	174
5.1	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	174
5.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI).....	175
6	VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA OBRA.....	177
6.1	VIGILANCIA DE LA SALUD.....	177
7	OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA ANTES DE INICIAR LAS OBRAS.....	177

1 OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO

1.1 OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene como objetivo servir de base para que las empresas contratistas y cualquier otra que participe en la ejecución de las obras a que hace referencia el presente proyecto, las lleven a cabo en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo de esta forma lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de octubre (B.O.E. de 25/10/97).

1.2 ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud debe servir también de base para que las empresas constructoras, contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras antes del comienzo de las actividades en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud, tal y como indica el articulado del Real Decreto citado anteriormente.

2 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

2.1 TIPO DE OBRA

La obra objeto del presente proyecto consiste en la ejecución de una instalación eléctrica en baja tensión.

2.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

2.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

2.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

2.5 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto, deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado

en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3 IDENTIFICACIÓN PREVENTIVA

Las medidas preventivas a aplicar por la empresa, deberán cumplir los siguientes principios generales:

- Identificar y evitar los riesgos.
- Identificar y evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir todo elemento peligroso por otro que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información y formación suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Los trabajadores deben recibir toda la información necesaria sobre los riesgos a los que están expuestos, así como de las medidas de protección y prevención para estos riesgos.
- Se consultará y permitirá a los trabajadores su participación en todo lo relacionado con la prevención de riesgos, previo a la adopción de cualquier decisión relativa a:
 - a. Planificación y organización del trabajo.
 - b. Introducción de nuevas tecnologías.
 - c. Organización y desarrollo de las actividades de prevención y protección.
 - d. Designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.

- e. Proyecto y organización de la formación en materia preventiva.
- f. Cualquier acción que tenga efectos sustanciales sobre la seguridad de la salud de los trabajadores.

Los trabajadores, siempre en relación con sus posibilidades, y con arreglo a su formación y siguiendo instrucciones del empresario deberán:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas y, en general, cualquier otro medio con el que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas por éste.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Cooperar con el empresario para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo seguras.

4 RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas, dentro de los apartados de Obra civil y Montaje.

4.1 OBRA CIVIL

4.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo de la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.

- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

4.1.2 Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas a distinto nivel, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros de espera, eslingas en mal estado, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electroclusiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobre esfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.

- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.1.3 CERRAMIENTOS

a) Riesgos más frecuentes.

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (andamios ,escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.1.4 ALBAÑILERÍA

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.

- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

4.2 MONTAJE

4.2.1 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

4.2.2 OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

c) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.

- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes del grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.2.3 MEDIOS AUXILIARES

Escaleras y andamios

a) Riesgos más frecuentes

- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos a través de la escalera.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas de prevención

- Todas las escaleras y andamios tendrán la base antideslizante.
- En el caso de colocar las escaleras en superficies no niveladas, se emplearán calzos de total seguridad para la nivelación de las mismas.
- En el caso de que las dimensiones de las escaleras lo recomienden, éstas serán manipuladas por varios operarios.
- Cuando los andamios deban ser trasladados de una parte a otra de la obra constarán de ruedas con sus correspondientes frenos homologados. Para su traslado no podrá encontrarse en ellos ningún trabajador.
- Será obligatorio el uso de casco en toda la obra.

4.2.4 HERRAMIENTAS

Herramientas eléctricas: Taladradora, radial, sierra, etc.

a) Riesgos más frecuentes

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Atrapamientos.

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas de prevención

- Siempre que se emplee cualquiera de estas herramientas, así como cualquier otra similar, se emplearán gafas de seguridad
- También se emplearán guantes, botas, casco y ropa de seguridad.
- Cuando se prevea la producción de polvo será de obligatorio emplear mascarillas para evitar su inhalación.

Herramientas de mano: Martillos de golpeo, mallas, pelacables ,tijeras, etc.

a) Riesgos más frecuentes

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

b) Medidas de prevención

- Será obligatorio el uso de casco, gafas, guantes, ropa y botas de seguridad en toda la obra.

5 PROTECCIONES FRENTE A LOS RIESGOS

5.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

Señalización

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

Las señales podrán ser tanto visuales como sonoras. Se emplearán las señales normalizadas tanto en colores, como en tamaño, siendo las mismas de fácil comprensión para los trabajadores.

5.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Durante la obra todos los trabajadores dispondrán de los siguientes equipos de protección:

- Casco homologado clase E-AT con barboquejo.
- Pantalla facial de policarbonato con atalaje de material aislante.
- Protectores anti ruido clase C.
- Gafas anti-impacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.
- Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil radial.
- Guantes "tipo americano", de piel flor y lona, de uso general.
- Guantes de precisión (taponero) con manguitos largos, en piel curtida al cromo.
- Guantes dieléctricos homologados clase II (1 000 V).
- Botas de seguridad dieléctrica, con refuerzo en puntera de acero.
- Botas de seguridad sin refuerzos para trabajos en tensión.
- Cinturón de seguridad anti caída con arnés clase C y dispositivo de anclaje y retención.

La ropa de trabajo cubrirá la totalidad del cuerpo y como norma genera cumplirá los requisitos mínimos siguientes:

- Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección.
- Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.
- Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.
- Dado que los electricistas están sujetos al riesgo de contacto eléctrico su ropa de trabajo no debe tener ningún elemento metálico, ni se utilizarán anillos, relojes o pulseras.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE TIPO GENERAL

DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD QUE DEBERAN APLICARSE EN LAS OBRAS

Se aplicaran siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

A. Ámbito de aplicación

Será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

B. Vías y salidas de emergencia

- Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer libres de obstáculos y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
- En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.
- Las vías y salidas específicas deberán señalizarse conforme al R.D.485/97.
- Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.
- En caso de avería del sistema de alumbrado las vías de salida y emergencia deberán disponer de iluminación de seguridad de la suficiente intensidad.

C. Detección y lucha contra incendios

Según las características de la obra y del número de personas trabajando, se dispondrá de un número suficiente de dispositivos contra incendios y, si fuere necesario, detectores y sistemas de alarma. Dichos dispositivos deberán revisarse y mantenerse con regularidad.

D. Primeros auxilios

- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.
- Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

6 VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA OBRA

6.1 VIGILANCIA DE LA SALUD

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (ley 31/95 de 8 de Noviembre), en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo que solo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo. Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El R.D. 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en su art. 37.3 que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

7 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA ANTES DE INICIAR LAS OBRAS

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Valladolid, Abril de 2016



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA:

REGLAMENTACIÓN, NORMATIVAS Y FUNDAMENTOS TEORICOS:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, actualizado según el Real Decreto 1053/2014 de 12 de diciembre de 2014.
- Guías Técnicas de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (actualizada Septiembre 2015)
- Código técnico de la edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo de 2006.
- UNESA: Guía técnica sobre cálculo, diseño y medida de instalaciones depuesta a tierra en redes de distribución, 1985.
- Colmenar Santos, A. ; Hernández Martín J. L. “Instalaciones eléctricas en baja tensión : diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje” Editorial Ra-Ma 2007

PROCESO ELECTROLÍTICO DEL ZINC:

- <http://www.azsa.es/> Octubre 2015
- <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11036/Tasm04de16.pdf?sequence=4> Noviembre 2015
- <http://www.prtr-es.es/data/images/Gu%C3%ADa%20Tecnol%C3%B3gica%20Metalurgia%20del%20zinc-9D845607A3E1FD50.pdf> Febrero 2016

CATALOGOS:

- http://www.schneiderelectric.es/documents/local/soporte/tarifas/2016/Tarifa_Aparamenta/ESMKT02010A16_AparamentaModular.pdf Abril 2016
- http://www.schneiderelectric.es/documents/local/soporte/tarifas/2016/Compact/ESMKT02004A16_Compact_Masterpact_Vigirex_Powerlogic.pdf Abril 2016
- <http://pdf.directindustry.es/pdf/ide-i-division-electrica/tarifa-general-2015/55901-391531.html> Abril 2016
- http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/Electricas.html Abril 2016
- http://www.urgon.es/sites/default/files/tarifa_unex_2014.pdf Abril 2016

PROGRAMAS UTILIZADOS:

- DEMELEC versión 2013
- AUTOCAD 2012
- Paquete Microsoft Office 2010



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano nº 1: Situación de la fábrica
- Plano nº 2: Esquema unifilar general
- Plano nº 3: Esquema unifilar salida 1
- Plano nº 4: Esquema unifilar salida 2
- Plano nº 5: Esquema unifilar salida 3
- Plano nº 6: Esquema unifilar salida 4
- Plano nº 7: Esquema unifilar salida 5
- Plano nº 8: Esquema unifilar salidas 6 y 7