

ANEJO XXI:
CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO
ELECTROTÉCNICO DE BAJA
TENSIÓN Y REGLAMENTO DE
INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS
EDIFICIOS

ÍNDICE:

	Página
1.- OBJETIVO	6
2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN	6
3.-DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y SUMINISTRO ELÉCTRICO	6
4.- SUMINISTRO COMPLEMENTARIO	8
4.1.- GRUPO ELECTRÓGENO	8
5.- CLASIFICACION DEL LOCAL	10
6.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	10
7.- ACOMETIDA	11
7.1.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN PREVISTA	11
8.- INSTALACIONES DE ENLACE	12
8.1.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (ITC –BT 13)	12
8.2.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (ITC –BT 14)	13
8.3.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (ITC –BT 15)	14
8.4.- CONTADORES (ITC –BT 16)	15
8.5.-DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCION (ITC –BT 17)	15
8.6.- INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA (ITC –BT 18)	16
8.6.1.- Tomas de tierra	17
8.6.2.- Conductores de tierra	18
8.6.3.- Bornes de puesta a tierra	18
8.6.4.- Conductores de protección	18
8.6.5.- Conductores de equipotencialidad	20
8.6.6.- Cálculo de la red de tierra	20

8.6.7.-Resistencia de las tomas de tierra	21
8.6.8.- Tomas de tierra independientes	21
8.7.- INSTALACIONES INTERIORES	21
8.7.1.- Conductores	21
8.7.1.1.- Sección de los Conductores. Caídas de Tensión	21
8.7.1.2.- Identificación de los conductores	23
8.7.1.3.- Subdivisión de las instalaciones	23
8.7.1.4.- Equilibrado de carga	23
8.7.1.5.- Conexiones	24
8.7.2.- Sistemas de Instalación	24
8.7.2.1.- Prescripciones Generales	24
8.7.2.2.- Disposiciones	24
8.7.2.3.- Accesibilidad e identificación	25
8.7.2.4.- Conductores	25
9.- PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES	27
9.1.-PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBREINTENSIDADES	
(ITC-BT 22)	27
9.1.1.-Protección contra sobrecargas	28
9.1.2.-Protección contra cortocircuitos	28
9.2.-PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES (ITC-BT 23)	28
9.2.1.-Medidas para el control de las sobretensiones	28
10.-PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	
(ITC-BT 24)	30
10.1.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS	30
10.1.1.- Protección por aislamiento de las partes activas	30
10.1.2.- Protección por medio de barreras o envolventes	30

10.2.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	30
11.- INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA (ITC-BT 28)	31
11.1.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA	31
11.1.1.- Alumbrado de Seguridad	31
11.1.2.- Alumbrado de Evacuación	31
11.1.3.- Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia	32
11.1.3.1.- Luminaria alimentada por fuente central	32
11.1.4.- Prescripciones de carácter general	32
12.- INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES	33
12.1.- MÁQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE (ITC-BT 32)	33
12.1.1.- Requisitos Generales	33
13.- INSTALACIÓN DE RECEPTORES	34
13.1.- RECEPTORES A MOTOR (ITC-BT 47)	34
13.2.- TRANSFORMADORES (ITC-BT 48)	35
13.2.1.- Protección de los transformadores contra sobreintensidad	35
14.- DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ILUMINACIÓN	35
14.1.- TIPOS DE ILUMINACIÓN EN CADA RECINTO	35
15.- DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE LÁMPARAS	40
15.1.- LÁMPARAS HALÓGENAS TIPO MBT	40
15.2.- LÁMPARAS HALÓGENAS TIPO TBT dicróicas	40
15.3.- LÁMPARAS FLUORESCENTES	41

15.4.- LÁMPARAS FLUORESCENTES (Downlights)	42
15.5.- LÁMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESIÓN	42
15.6.- ILUMINACIÓN POR FIBRA OPTICA (Metrolight)	43
15.7.- LÁMPARAS DE INCANDESCENCIA REFLECTORAS	43
16.- NIVELES DE ILUMINACIÓN	45
17.- BIBLIOGRAFÍA	47

1.- OBJETIVO

En este anejo vamos a describir la instalación eléctrica para alumbrado y fuerzas de los módulos de producción y de servicios.

Se describen en el anejo las características de la instalación eléctrica, su distribución y requisitos que ha de cumplir.

2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

- EI REBT- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN E INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS (R.D. 842/2002 de 2 de agosto de 2002).

Establece todas las condiciones técnicas que deben cumplir obligatoriamente las Instalaciones de Baja Tensión, tanto en interiores de edificios como en las calles.

Las condiciones técnicas de cada parte de la instalación se establecen en las Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la Empresa Distribuidora de Energía, Endesa Distribución, S. L. U., en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía, aprobadas por Resolución de 5 de Mayo de 2.005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

- Documento Básico SI "Seguridad en caso de Incendio" del Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 314/2.006 de 17 de Marzo.

- Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Protección de Riesgos Laborales.

- R. D. 1677/1.997 Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción.

3.-DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y SUMINISTRO ELÉCTRICO

La parcela aparece atravesada por 2 líneas eléctricas, una de Baja Tensión, en adelante B.T., y otra de Alta Tensión, en adelante A.T. La línea antigua de B.T., es propia de la zona rural en la que nos encontramos, y que abastecería en su momento a algún antiguo cortijo. Cruza la parcela junto a la carretera de acceso a la propiedad, es aérea sobre postes. La línea es de A.T.,

cruza la parcela de norte a sur, por el centro de la misma. Próximo a la carretera encontramos un centro de transformación en torre, figura 1.

Para el proyecto usaremos la nueva línea eléctrica de A.T., ya que ofrece unas mayores garantías de mantenimiento y conservación que la antigua línea de B.T., y ya que por su posición en la parcela es más próxima al nuevo edificio proyectado.

La instalación eléctrica se alimenta desde un nuevo centro de transformación de superficie en caseta aislada, y el suministro de energía se realizará desde el Cuadro de Baja Tensión del edificio.

La línea de B.T. será subterránea de tipo ramificada donde todos los cables parten del centro de transformación, con acometidas realizadas desde las arquetas más próximas.

Figura 1: Torre de transformación



Fuente: Elaboración propia

Las canalizaciones serán registrables en todas las plantas, instalándose cuadros parciales para minimizar las caídas de tensión.

Las características de la energía eléctrica serán:

- Corriente Alterna Trifásica con neutro
- Tensión 400/230 V.
- Frecuencia 50 Hz.

4.- SUMINISTRO COMPLEMENTARIO

Según este Reglamento, los edificios de pública concurrencia deberán adoptar suministros complementarios, que a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. Estos suministros podrán realizarse por dos empresas diferentes o por la misma Empresa, cuando se disponga, en el lugar de utilización de la energía, de medios de transporte y distribución independientes, o por el usuario mediante medios de producción propios.

Se considera suministro complementario aquel que aun partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente del suministro normal desde su mismo origen en baja tensión.

En nuestro caso, según la ITC-BT 28, se dispondrá de un suministro de socorro, limitado a una potencia receptora mínima equivalente al 15 por 100 del total contratado para el suministro normal.

Teniendo en cuenta que la potencia instalada para el suministro normal en los módulos de producción y de servicios es de 983.94 Kw, se dispondrá un grupo electrógeno que garantizará el 60% de la potencia instalada, por tanto superior al 15 % mínimo exigido para los suministros de socorro (147.591 kW).

4.1.-Grupo electrógeno

El funcionamiento del grupo se ha previsto a efectos de energía complementaria en sustitución de la red normal eléctrica.

Está constituido por un motor diesel especial para esta aplicación y un generador de corriente alterna con neutro, formando ambos una unidad compacta en ejecución monobloque con los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

Las partes principales de que consta el grupo electrógeno, incluidas las necesarias para su instalación, funcionamiento y control, son las siguientes:

- Motor diesel
- Alternador
- Acoplamiento

- Cuadro de control: En este cuadro estarán centralizadas todas las alarmas de parada de grupo, señalización y de parámetros eléctricos de la red y del generador incluidos los del motor diesel.
- Cargador de batería de acumuladores: Este tiene la función de mantener a las baterías constantemente en estado óptimo de carga, bien mediante el suministro eléctrico auxiliar de red, bien a partir del suministro del generador. Todo ello controlado electrónicamente.
- Batería de acumuladores: Estará compuesta por dos baterías de plomo ácido, que permiten cinco maniobras consecutivas de arranque. Ambas baterías irán instaladas sobre un soporte con fijación regulable, protegido contra la corrosión.
- Almacenamiento de combustible: El grupo electrógeno se suministrará con un depósito de combustible de doble pared con capacidad para 1500 litros. Con él vendrán incorporadas conexiones para alarmas de bajo nivel de gasoil, tapón atmosférico, bomba, conexiones para llenado y llave de paso de toma de combustible. Este depósito irá montado en el costado del mismo grupo, al que se unirá mediante conexiones flexibles para la alimentación y el retorno de los inyectores. La autonomía que le proporciona este depósito al grupo es de 12 horas a plena potencia.
- Bancada: Su función es la de soportar el peso del grupo y sus componentes, así como asegurar la alineación entre motor y alternador manteniendo con ello el buen funcionamiento del conjunto según el tipo de montaje necesario para la máquina.
- Antivibratorios: Irán instalados en la parte inferior de la bancada, apoyados directamente en el suelo. Su función es la de aislar las posibles vibraciones que se pudieran producir.
- Tuberías de gases de escape: Estarán compuestas por colector, silenciador con atenuador de -30 dB(A), tuberías y bridas de adaptación al motor y chimeneas (dos) calorifugadas y forradas en aluminio.
- Silenciadores de relajación: Para el aire de entrada y salida que sirve de ventilación al grupo electrógeno, se han previsto silenciadores modelo absorción-relajación, fabricados en chapa de 1,5 mm, con baffles autoportantes rellenos de paneles de fibra de vidrio de alta densidad protegidos para evitar la erosión por efecto del aire.

5.- CLASIFICACION DEL LOCAL.

En relación al punto 1 de la ITC-BT-28, la bodega, independientemente de su aforo está considerada como Local de Pública Concurrencia, debiendo realizarse su instalación eléctrica de acuerdo con la citada Instrucción.

6.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se obliga a la reserva de local para Centro de Transformación si la previsión de carga del local, edificio o agrupación de éstos exceda de 100Kw. El local se dedicará exclusivamente a la finalidad prevista.

En función de la previsión de potencia total del complejo, $P=983.94$ Kw, dado que los consumos son superiores a los 100KW, siguiendo el REBT será necesario dotar a la instalación de un centro de transformación propio en lugar de fácil acceso.

Dicho centro de transformación dispondrá del transformador adecuado conectado en bucle. La entrada de la línea de alimentación se realizará de forma subterránea.

El Centro de transformación es un local con posibilidad de intercambio de gases con el exterior mediante rejillas de ventilación. Respecto a la puesta a tierra, se tendrá especial cuidado en cumplir con lo establecido en la ITC-BT 18 respecto a la separación de las tomas de tierra.

Como elementos que forman parte del centro de transformación hay que incluir: Seccionador, con tensión nominal 20KV, intensidad nominal 200 A, con poder de corte 350 a 500 MVA, y fusibles con tensión nominal 20KV, e intensidad nominal 2.5 veces la del primario del transformador.

Para elegir el grupo del Centro de Transformación: $\text{Cos} = P/S$

P = Potencia Activa, en nuestra instalación 983.94 Kw

S = Potencia Aparente

Cos = Factor de potencia

Vamos a considerar un factor de potencia de 0,9

$S = 983940 \text{ W} / 0,9 = 1093266.66 \text{ VA} = 1093.26666 \text{ KVA}$

Consultando un catálogo de la empresa INCOESA hemos seleccionado para nuestra instalación 2 transformadores de 630 KVA. Será un centro de transformación exterior donde el transformador quedará alojado en una habitación de dimensiones mínimas: 2.80 m de ancho, 1,35 m de largo y 1,90 m de alto.

7.- ACOMETIDA

Se denomina acometida la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (CGP). La acometida será responsabilidad de la empresa suministradora, que asumirá la inspección y verificación final (Reglamento). Se regula por la ITC-BT 11.

Esta instalación será subterránea, con cables de aluminio con aislamiento XLPE, de polietileno reticulado, debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos. Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma UNE-HD 603. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 16 mm² para conductores de aluminio.

7.1.-Cálculo de la intensidad prevista

Dado que se trata de un sistema trifásico, con las propiedades de factor de potencia, arriba indicadas y tensión de servicio de 400 V, la intensidad total viene dada por la siguiente expresión:

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi)$$

dónde

P potencia total demandada

U tensión nominal de servicio

ϕ ángulo correspondiente al factor de potencia.

Por tanto, la intensidad es de: $I = 983940 / (3 \cdot 400 \cdot 0.9) = 1578 \text{ A}$

Para los monofásicos calcularemos la Intensidad como: $I = P / (U \cdot \cos \phi) = 983940 / (400 \cdot 0.9)$
 $= 2733.17 \text{ A}$

8.- INSTALACIONES DE ENLACE

Son instalaciones de enlace las que unen la caja general de protección, o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Se componen de: caja general de protección, línea general de alimentación, elementos para la ubicación de contadores, derivación individual, caja para interruptor de control de potencia y dispositivos generales de mando y protección.

8.1.-Caja general de protección (ITC –BT 13)

Las cajas generales de protección alojan elementos de protección de las líneas generales de alimentación y señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Según lo expuesto en la ITC-BT-13, se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora. Con una acometida subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

En todos los casos se procurará que la situación elegida, esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de

otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc., según se indica en ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación. Cuando para un suministro se precisen más de dos cajas, podrán utilizarse otras soluciones técnicas previo acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Serán de las siguientes características:

- Potencia nominal 250 Kw.
- Intensidad nominal 250 A.

Cada una de ellas se instalará en un nicho de 70x140x30 cm., en el interior del cual se preverá un orificio para alojar un tubo de fibrocemento de 120mm de diámetro.

8.2.- Línea general de alimentación (ITC –BT 14)

La línea general de alimentación es la parte de la instalación que enlaza una caja general de protección con la centralización de contadores.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común.

Las dimensiones de otros tipos de canalizaciones deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores en un 100%.

En instalaciones de cables aislados y conductores de protección en el interior de tubos enterrados se cumplirá lo especificado en la ITC-BT-07, excepto en lo indicado en la presente instrucción.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.

Además, cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente lo hará por el interior de la chimenea de instalaciones, empotrada o adosada al hueco al ser un espacio continuo. La línea general de alimentación no podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zona de uso común cuando estos recintos no sean protegidos conforme a lo establecido en el DB-SI. Se evitarán las curvas, los cambios de dirección y la influencia térmica de otras canalizaciones del edificio.

Este conducto será registrable y precintable en cada planta y se establecerán cortafuegos cada tres plantas, como mínimo y sus paredes tendrán una resistencia al fuego de RF 120. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30 x 30 cm y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

8.3.- Derivación individual (ITC–BT 15)

La derivación individual parte de la línea general de alimentación y comprende los aparatos de medida, mando y protección.

Las compañías suministradoras facilitarán los valores máximos previsibles de las potencias o corrientes de cortocircuito de sus redes de distribución, con el fin de que el proyectista tenga en cuenta este dato en sus cálculos.

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m² de superficie.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables.

La altura mínima de las tapas registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo.

Con objeto de facilitar la instalación, cada 15 m se podrán colocar cajas de registro precintables, comunes a todos los tubos de derivación individual, en las que no se realizarán empalmes de conductores.

8.4.- Contadores (ITC –BT 16)

Son los dispositivos de medida de la energía eléctrica. Se ubican en armarios que deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

8.5.-Dispositivos generales e individuales de mando y protección (ITC –BT 17)

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán en los cuadros generales de distribución ubicados en la planta sótano, en zonas de acceso restringido al público, con puerta de entrada provista de cerradura, que será utilizada exclusivamente por el personal de mantenimiento.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE correspondientes. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22). Nuestra instalación dispondrá de un Cuadro General desde el que se alimentarán los Cuadros Secundarios situados en cada una de las distintas plantas y zonas específicas que lo requieran como son la sala de elaboración y de barricas de la bodega, según se detalla en planos y esquemas unificares adjuntos.

8.6.- Instalaciones de puesta a tierra (ITC –BT 18)

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial

peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

8.6.1.-Tomas de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- 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;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no

aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación

8.6.2.- Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

8.6.3.-Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

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

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

8.6.4.-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.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red.
- a un relé de protección.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores.
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- conductores separados desnudos o aislados.

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

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

8.6.5.-Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

8.6.6.- Cálculo de la red de tierra

La red de tierra se unirá a través de un conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección. En el momento de realizar el armado de los pilares se cerrará en ellos un anillo formado por un conductor de Cu desnudo de 35 mm², no siendo necesario intercalar pica alguna para rebajar la resistencia de la tierra debido al tamaño de la instalación según recoge la NTE-IEP.

La resistencia del terreno se estima de acuerdo con la tabla 3 de la Instrucción ITC-BT-18. Para este caso se toma una resistividad de 700 ohm x m. Suponiendo una longitud del conductor en tierra de 100 m. Según la tabla 5 de la Instrucción ITC-BT-18 la resistencia de tierra (R) será:

$$R = 2 r / L$$

L= longitud del conductor

r= resistividad del terreno

$$R = 2 \cdot 700 / 10 = 140$$

Al estar el receptor protegido contra contactos indirectos mediante un interruptor diferencial de 30 mA, de sensibilidad:

$$V_c = I_d \times R_t$$

donde;

V_c = tensión de contacto

I_d = sensibilidad del interruptor diferencial

R_t = resistencia máxima a tierra

Por lo que, sustituyendo, se tiene un $V_c = 0.03 \times 140 = 4.2 \text{ V}$

8.6.7.-Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local o emplazamiento conductor, y de 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

8.6.8.- Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

8.7.- INSTALACIONES INTERIORES

8.7.1.-Conductores (ITC-BT 19)

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones proyectadas serán de aluminio e irán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-BT 20.

8.7.1.1.-Sección de los conductores. Caídas de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del presente reglamento y en su defecto con las indicaciones facilitadas por el usuario considerando una utilización racional de los aparatos. En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 1:

Tabla 1: Sección mínima de los conductos de protección

Sección de los conductores de fases (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S _p (mm ²)
--	---

$S_f \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Fuente: Elaboración propia

8.7.1.2.- 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 protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

8.7.1.3.- Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

8.7.1.4.- 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.

8.7.1.5.- Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

8.7.2.-Sistemas de instalación (ITC-BT 20)

8.7.2.1.- Prescripciones generales

- Circuitos de potencia

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimiento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

- Separación de circuitos

No deben instalarse circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad (MBTS ó MBTP) en las mismas canalizaciones, a menos que cada cable esté aislado para la tensión más alta presente o se aplique una de las disposiciones siguientes:

- que cada conductor de un cable de varios conductores esté aislado para la tensión más alta presente en el cable.
- que los conductores estén aislados para su tensión e instalados en un compartimento separado de un conducto o de una canal, si la separación garantiza el nivel de aislamiento requerido para la tensión más elevada.

8.7.2.2.- Disposiciones

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

8.7.2.3.- Accesibilidad e identificación

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

En nuestro caso se emplearán tubos de PVC flexible tipo corrugado no propagadores de la llama empotrados en los paramentos.

8.7.2.4.- Conductores

- Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

- Prescripciones generales

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo

para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- Cuando los tubos se instarán en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
 - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
 - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
 - En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

9.- PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

9.1.-Protección contra las sobreintensidades (ITC-BT 22)

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas

9.1.1.-Protección contra sobrecargas

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

9.1.2.-Protección contra cortocircuitos

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos

de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

9.2.- Protección contra sobretensiones (ITC-BT 23)

9.2.1.-Medidas para el control de las sobretensiones

Es preciso distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo. (Esta instrucción no trata este caso).
- Las debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias.

Cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad), se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la Tabla 1 de la instrucción y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

Una línea aérea constituida por conductores aislados con pantalla metálica unida a tierra en sus dos extremos, se considera equivalente a una línea subterránea.

Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias.

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (por ejemplo, continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT o IT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación. En redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección. En redes TN-C, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el neutro o compensador. No obstante se permiten otras formas de conexión, siempre que se demuestre su eficacia.

10.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS (ITC-BT 24)

10.1.-Protección contra contactos directos

10.1.1.-Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

10.1.2.- Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes

activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

10.2.-Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

11.-INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA (ITC-BT 28)

11.1.-Alumbrado de emergencia

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve (alimentación automática disponible en 0,5 s como máximo).

11.1.1.-Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

11.1.2.-Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

En nuestro caso se ha previsto la instalación de aparatos autónomos de 300 lúmenes-6W en todos los pasillos y de 150 lúmenes-6W en el resto de dependencias del centro, todo según se detalla en Planta de Distribución adjunta.

11.1.3.-Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia

11.1.3.1.- Luminaria alimentada por fuente central

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

11.1.4.- Prescripciones de carácter general

Las instalaciones en los Locales de Pública Concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables se colocarán bajo tubos de PVC flexible tipo corrugado empotrados en los paramentos que estén clasificados como "no propagadores de la llama".

12.-INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES

12.1.- Máquinas de elevación y transporte (ITC-BT 32)

12.1.1.-Requisitos generales

La instalación en su conjunto se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor omnipolar general de accionamiento manual, colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugares fácilmente accesibles desde el suelo, en el mismo local o recinto

en el que esté situado el equipo eléctrico de accionamiento y será fácilmente identificable mediante un rótulo indeleble.

Los ascensores, las estructuras de todos los motores, máquinas elevadoras, combinadores y cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de las cajas o sobre ellas y en el hueco, se conectarán a tierra.

Se considerarán conectados a tierra los equipos montados sobre elementos de estructura metálica del edificio si dicha estructura ha sido conectada previamente a tierra y satisface las siguientes prescripciones:

- su continuidad eléctrica está asegurada, ya sea por construcción, ya sea por medio de conexiones apropiadas, de manera que estén protegidas contra deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- su conductibilidad debe ser adecuada a este uso
- sólo podrá ser desmontada si se han previsto medidas compensatorias
- ha sido estudiada y adaptada para este uso

La estructura metálica de la caja soportada por los cables elevadores metálicos que pasen por poleas o tambores de la máquina elevadora se considerará conectados a tierra con la condición de ofrecer toda garantía en las conexiones eléctricas entre ellos y tierra. Si esto no se cumpliera se instalará un conductor especial de protección.

Los locales, recintos, etc. en los que esté instalado el equipo eléctrico de accionamiento, sólo deberán ser accesibles a personas cualificadas. Cuando sus dimensiones permitan penetrar en él, deberán adoptarse las disposiciones relativas a las instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico según lo establecido en la ITC-BT-30. En estos lugares se colocará un esquema eléctrico de la instalación.

13.- INSTALACIÓN DE RECEPTORES

13.1.- Receptores a Motor (ITC-BT 47)

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán en los cuadros generales de distribución que se ubicarán en una zona de acceso restringido al público, estando provista de cerradura la puerta de entrada, que será utilizada exclusivamente por el personal de mantenimiento.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

13.2.- Transformadores (ITC-BT 48)

Los transformadores que puedan estar al alcance de personas no especializadas, estarán contruidos o situados de manera, que sus arrollamientos y elementos bajo tensión, si ésta es superior a 50 V, sean inaccesibles.

Los transformadores en instalación fija no se montarán directamente sobre partes combustibles de un edificio, y cuando sea necesario instalarlos próximos a los mismos, se emplearán pantallas incombustibles como elemento de separación.

La separación entre los transformadores y estas pantallas será de 1 cm. cuando la potencia del transformador sea inferior o igual a 3.000 VA. Esta distancia se aumentará proporcionalmente a la potencia cuando ésta sea mayor. Los transformadores en instalación fija, cuando su potencia no exceda de 3.000 VA, provistos de un limitador de temperatura apropiado, podrán montarse directamente sobre partes combustibles.

El empleo de autotransformadores no será admitido si los dos circuitos conectados a ellos no tienen un aislamiento previsto para la tensión mayor.

En la conexión de un autotransformador a una fuente de alimentación con conductor neutro, el borne del extremo del arrollamiento común al primario y al secundario, se unirá al conductor neutro.

13.2.1.- Protección de los transformadores contra sobreintensidad

Todo transformador estará protegido por un dispositivo de corte por sobreintensidad u otro sistema equivalente. Este dispositivo estará de acuerdo con las características que figuran en la placa del transformador, y con la utilización de dicho transformador.

14.- DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ILUMINACIÓN

14.1.-Tipo de iluminación en cada recinto

Iluminación directa, características:

- Del 90 al 100 % del flujo luminoso se dirige hacia el suelo.
- Las luminarias son normalmente reflectoras, con el reflector dirigido hacia abajo.
- Rendimiento luminoso del sistema: 45 - 50 % (es decir, un 45-50 % de la luz producida en las lámparas llega al plano de trabajo).
- Es el sistema más eficaz a los efectos de producir luz en el Plano de Trabajo, ya que no hay absorción en el techo y muy escasa en paredes.
- Los techos quedan en oscuridad o con muy pequeña iluminación → es adecuado integrarlo con iluminación natural mediante claraboyas o lucernarios en cubiertas en diente de sierra.
- Si los techos no son muy altos ($H < 5\text{m.}$) se dispone en la luminaria un Elemento Difusor (vidrió, plástico o rejilla) para evitar deslumbramientos - además su uso permite disminuir el ensuciamiento de la lámpara.

- Las sombras son duras y profundas, siendo el sistema con peor acabado estético y ambiente, pero el de menor consumo energético para conseguir un determinado nivel de iluminancia en el plano de trabajo.
- Además, es sensible a producir deslumbramientos, por excesivo contraste entre el plano de trabajo y las paredes, y por visión directa de las luminarias, por lo que debe comprobarse con cuidado esta posibilidad.
- Da excelentes resultados si se desea una iluminación general adecuada en el plano de trabajo - en ese caso, debería emplearse pocas luminarias de gran potencia, aunque siempre con un número mínimo para conseguir un adecuado Coeficiente de Uniformidad.
- Es el sistema más utilizado, por su economía y simplicidad.
- Es un sistema adecuado en:
 - Fábricas e industrias
 - Instalaciones deportivas

Aplicación en el proyecto:

- Sala de elaboración
- Recepción
- Escaleras

Iluminación semidirecta, características:

- Del 60 al 90 % del flujo luminoso se dirige hacia el suelo.
- Las luminarias de este tipo se consiguen añadiendo a las luminarias de iluminación directa un Difusor adecuado que conduce aparte de la luz por encima de la horizontal, reduciendo algo el rendimiento luminoso de la luminaria, pero consiguiendo un efecto mucho mejor.
- Rendimiento luminoso del sistema: 40 %

- Se mantienen un buen rendimiento y uniformidad, aunque para lograr un mismo nivel de iluminación, es necesario emplear un mayor nº de puntos de luz que en el caso anterior, y tener un consumo energético algo mayor.
- Es adecuado integrar este sistema de iluminación con iluminación natural mediante claraboyas, cúpulas luminosas o lucernarios en cubiertas en diente de sierra.
- Las sombras no son tan duras como en el caso de iluminación directa, y además se reduce considerablemente el riesgo de deslumbramiento.
- La mayor parte del flujo luminoso incide sobre el plano de trabajo, pero las paredes y techos están moderada y agradablemente iluminadas, con ausencia de brillos y sombras, consiguiendo un efecto acogedor y confortable.
- Las paredes y techos deben ser de colores claros.
- Es adecuado usarlo:
 - Cuando se desee disponer de un "Alumbrado Ambiental".
 - Cuando el local no disponga de techos altos (rango de utilización normal entre 2,50 y 3,50 m.).
 - Se usan en Locales Grandes - deben situarse las luminarias en hileras paralelas a las paredes, y elegir la posición de las luminarias de acuerdo con la posición de las ventanas.
 - Es un sistema adecuado para el alumbrado general en:
 - Oficinas
 - Aulas

En estos casos, a veces debe complementarse con un alumbrado suplementario en puntos específicos (pizarra, mesas de trabajo...).

Aplicación en el proyecto:

- Oficinas
- Pasillos
- Vestuarios
- Escaleras
- Sala de catas
- Baños

Iluminación indirecta, características:

- Casi todo el flujo luminoso (90 %) se dirige hacia arriba en ángulos por encima de la horizontal, repartiéndose uniformemente en el techo y reflejándose desde éste hacia el suelo.
- De este modo, el observador no ve fuentes de luz, sino solamente zonas iluminadas.
- Por ello, es necesario que el techo esté pintado de un color muy claro y liso, y renovar frecuentemente dicha pintura. Asimismo, se necesitan un mantenimiento y limpieza cuidadosos de las luminarias.
- Su gran ventaja es que no hay sombras ni brillos en el local iluminado, al ser toda la luz difusa → Es muy apropiado para todo tipo de tareas, incluyendo trabajos delicados y lectura.
- Rendimiento luminoso del sistema: 20 %.
- Es la forma de iluminación más cara, pero también la que consigue un mejor efecto luminoso:
 - La iluminación de los objetos es muy suave y sin contrastes de brillo
 - Carece totalmente de deslumbramientos
 - Está exenta de sombras laterales

- Es la forma más “noble” y artística de la iluminación artificial, y la más semejante a la luz natural.
- Debido a su mayor coste, se usa solo en casos muy específicos en los que se cuida especialmente el aspecto estético:
 - Salas de arte - Reduce el calor sobre las obras, y con ello su deterioro.
 - Halls de hoteles, restaurantes.
 - Salas de congresos
 - Habitaciones de hoteles de cierto lujo

Aplicación en el proyecto:

- Sala de barricas
- Sala de botellas

Desde el punto de vista Económico y de Consumo de Energía, el sistema más adecuado sin duda sería la Iluminación Directa: Se usa casi siempre en fábricas, talleres, y en general, en sitios en los que se busca una iluminación barata y de gran rendimiento, siendo secundarios el efecto estético o la calidad del alumbrado.

Desde un punto de vista Estético, el sistema más adecuado es la Iluminación Indirecta, sin embargo, la uniformidad perfecta conseguida perjudica muchas veces la visión exacta de los objetos, pues tiende a unificar su luminancia y a aplanarlos, haciéndoles perder parte de su plasticidad. Asimismo, es muy cara, necesitando de un 30 % a un 50 % más de potencia de lámparas instaladas y consumo energético que una iluminación directa que consigue el mismo nivel de iluminancia en el plano de trabajo.

En muchos casos, la solución mejor estará en una iluminación intermedia entre ambos extremos:

- No son tan caras como la Iluminación Indirecta
- Producen sombras suaves, agradables a la vista y que resaltan el relieve de los objetos iluminados.

En el proyecto la solución generalizada para la mayor parte de los espacios es la semidirecta.

15.- DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE LÁMPARAS

15.1.- Lámparas Halógenas tipo MBT

Específicas para el ahorro de energía, con mayor duración que las normales.

Aplicación en el proyecto:

- Recepción
- Sala de catas
- Sala de estar trabajadores bodega

15.2.- Lámparas Halógenas tipo TBT dicroicas

Permiten calentar poco el objeto iluminado, por ello, son usadas en escaparates, galerías de arte, etc.

Aplicación en el proyecto:

- Acceso

15.3.- Lámparas fluorescentes

- Su Rendimiento Luminoso es elevado, $\eta = 95-105 \text{ lm/w}$.
- Para un mismo flujo luminoso, su consumo es el 20% del de una lámpara de incandescencia.
- Vida Útil = 6.000-20.000 h., muy superior a la de las lámparas de incandescencia
- Calentamiento muy débil - (La superficie del tubo está a unos 55 °C) - es así porque invierte muy poca energía en calor → Supone menos carga para el aire acondicionado.
- Permite una amplia variedad de tonalidades de color, incluyendo la Luz del Día.

- La Luz es Difusa:
 - Gran comodidad visual, evitando en buena medida los deslumbramientos.
 - Menor cantidad de sombras.
- Precio más elevado de 1ª instalación que las lámparas incandescentes.
- Fragilidad mecánica.
- Tiempo de encendido apreciable → No son aptas para múltiples encendidos y apagados, los cuales además disminuirían su Vida Útil.
- Originan en el usuario cierto “Parpadeo”, debido a la corriente alterna, originando una fatiga mayor en el ojo, teniendo incluso cierto Efecto Estroboscópico → Hoy se soluciona con las modernas Reactancias y Autotransformadores Electrónicas, y disponiendo los tubos por parejas o tríos en las luminarias.

Aplicación en el proyecto:

- Hall bodega (Color de Luz Blanco/Cálido)
- Oficinas (Color de Luz Blanco/Neutro o Blanco/Frío)
- Pasillos (Color de Luz Blanco/Cálido)
- Sala de crianza y envejecimiento (Color de Luz Blanco/Cálido)
- Sala de sobretablas (Color de Luz Blanco/Cálido)
- Sala de embotellado (Color de Luz Blanco/Cálido)
- Comedor bodega, almacenes y Vestuarios

15.4.- Lámparas fluorescentes (downlights)

Aplicación en el proyecto:

- Hall bodega

- Pasillos
- Escaleras

15.5.- Lámparas de vapor de sodio de alta presión

- Emite una luz con espectro discontinuo (pero ya no monocromático), con un Rendimiento de Color IRC = 20-80 %, que ya es aceptable
- La luz es blanco-dorada con Tc entre 1900 K y 4200 K
- Rendimiento Luminoso elevado, entre 100 y 135 lm/w, aunque no tan elevado como el de las lámparas de VSBP
- Tiempo de encendido 4-10 minutos - a los 3 minutos ya da el 80 % del flujo luminoso en régimen permanente
- Tiempo de reencendido 0-3 minutos
- Vida Útil 8.000-16.000 h.
- No necesita una posición de funcionamiento determinada
- Intensidad en el arranque = 1,5-1,8 veces la intensidad nominal
- Sí les influyen de forma notable las variaciones de tensión en la red

Aplicación en el proyecto:

- Sala de maquinaria
- Alumbrado exterior de la zona peatonal y jardines

15.6.- Iluminación por fibra óptica (metrolight)

El sistema de iluminación por fibra óptica ofrece todas las garantías de seguridad y los beneficios de las aplicaciones de la iluminación colorista. Es la solución final para la iluminación de piscinas, saunas, jacuzzis, jardines, terrazas, paisajes,....

15.7.- Lámparas de incandescencia reflectoras

- Muy buena reproducción cromática, al tener espectro continuo, con IRC prácticamente 100 %.
- No necesitan accesorios para su funcionamiento, conectándose directamente a la Red.
- Fácil regulación de la intensidad luminosa, con un potenciómetro.
- Posibilidad de Encendido y Reencendido instantáneos - (posibilidad que no tienen las lámparas de luminiscencia).
- Elevado flujo luminoso para una lámpara de reducidas dimensiones.

Aplicación en el proyecto:

- En el resto del proyecto

Las lámparas utilizadas serán de la casa OSRAM, figura 1.

Figura 1: Lámparas utilizadas en la iluminación



Fuente: Catálogo Comercial OSRAM.

16.- NIVELES DE ILUMINACIÓN

Antes de la selección del tipo de luminaria, se establecerán los niveles de iluminación requeridos para todos los locales. Los requerimientos establecidos serán los siguientes, mostrados en la tabla 1.

Tabla 1: Requerimiento luminicos establecidos para un óptimo servicio

LOCAL A ILUMINAR		NIVEL DE ILUMINACIÓN	TIPO DE ILUMINACIÓN	TIPO DE LÁMPARA
ENTRADA	Vestíbulo	500 lux	Semidirecta	Fluorescente
	Recepción	500 lux	Directa	Incandescente/ Fluorescente
	Baños	100 lux	Semidirecta	Incandescente
	Comunicación vertical	150 lux	Semidirecta	Fluorescente
OFICINAS	Oficina 1	500 lux	Semidirecta	Fluorescente
	Oficina 2	500 lux	Semidirecta	Fluorescente

	Oficina 3	750 lux	Semidirecta	Fluorescente
EXTERIOR	Zona de recepción	50 lux	Directa	Incandescente/ Fluorescente
ELABORACIÓN	Recepción de uva	50 lux	Directa	VMCC
	Despallado	1000 lux	Directa	VMCC
	Zona embotellado	1000 lux	Directa	VMCC
	Comunicación vertical servicio	150 lux	Semidirecta	Fluorescente
	Zona de tanques	1000 lux	Directa	VMCC
PASILLOS		150 lux	Semidirecta	Fluorescente
SERVICIOS TRABAJADORES	Comedor	300 lux	Semidirecta	Fluorescente
	Sala de estar	300 lux	Semidirecta	Incandescente
	Vestuarios	250 lux	Semidirecta	Fluorescente
	Comunicación vertical	150 lux	Semidirecta	Fluorescente
BARRICAS	Sala de envejecimiento	200 lux	Semidirecta	Fluorescente

	y crianza			
	Sala de sobretablas	150 lux	Semidirecta	Fluorescente
	Comunicación vertical	150 lux	Semidirecta	Fluorescente
	Baños	100 lux	Semidirecta	Incandescente
	Almacén botellas	150 lux	Semidirecta	Fluorescente
CATAS	Sala de catas	300 lux	Directa	Incandescente
INSTALACIONES	Instalaciones bodega	200 lux	Semidirecta	Fluorescente

Fuente: Elaboración propia

17.-BIBLIOGRAFÍA

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (REBT). (2002). Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid. España.

Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE): (2007) Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid. España.