



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



II-MEMORIA

1 Datos generales

1.1 Emplazamiento

El edificio destinado a la residencia de estudiantes está situado en la Calle de la Nube de Magallanes S/N junto al Paseo de Juan Carlos I en Valladolid. En los planos nº1 y nº2 se puede observar con más detalle la situación y el emplazamiento de la parcela.

1.2 Propiedad

El propietario del inmueble es la Universidad de Valladolid, con C.I.F. G7382056, con domicilio en la Plaza Santa Cruz, número 8 de la ciudad de Valladolid.

1.3 Projectista

El autor del Proyecto es David Francisco Muñoz, alumno de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid.

2 Descripción general

2.1 Descripción del edificio

Se trata de un edificio de nueva construcción de seis niveles de altura situado en la Calle de la Nube de Magallanes S/N junto al Paseo de Juan Carlos I (según se representa en los planos adjuntos), en el término municipal de Valladolid.

Estos seis niveles, estarán compuestos por un Sótano, que estará en disposición de semi-Sótano ya que se encuentra a ras de calle, una planta Baja o planta Principal (que será la planta por donde se acceda al edificio), tres plantas destinadas a habitaciones y salas para el desarrollo de actividades propias del sector estudiantil, y una cubierta destinada principalmente a alojar la instalación ACS y cuartos de Instalaciones.

Es un local cubierto, a nivel y por encima del de la calle, destinado a “Residencia para estudiantes”, proyectado para su construcción en base a la

licencia municipal. La parcela en la que se ubica este centro ocupa 10720 m² y el total de espacio construido es de 930 m² por planta; haciendo un total de 5600 m². La residencia estará situada en una esquina de la parcela con acceso para vehículos y aparcamiento propio, quedando reservado así el otro lado de la parcela para la futura construcción de edificios públicos.

Dispone de 66 plazas distribuidas en 30 habitaciones individuales y 18 habitaciones dobles, además de contar con los servicios necesarios para el desarrollo de las actividades de este centro residencial, como salas de estudio y actividades, biblioteca, gimnasio, etc...

El centro de Transformación va situado fuera del edificio, dentro de la parcela del mismo.

El aforo del establecimiento es de 66 residentes, 20 trabajadores y 30 visitantes estimados. Esto hace un total de 116 personas.

2.1.1 Sótano

Situado sobre rasante (nivel $\pm 0,00$) a pie de calle, su superficie total es de 930 m². Se accede desde la calle y tiene disposición de Semi-Sótano debido a que no es subterráneo. Esta planta está dividida en las siguientes estancias: un almacén, cuarto del grupo electrógeno ó generador, cuartos de calderas de calefacción, cuartos de grupo de presión de agua Sanitaria y grupo de Presión de Incendios, RITI, Cocina (compuesta de sala de cocina, despensa, cámara frigorífica, sala de preparaciones, sala de montaplatos, sala de lavavajillas, almacén propio y cuarto de basuras), gimnasio con sus dos respectivos vestuarios, sala de fisioterapia y despacho propio, el despacho de la dirección del centro, sala de reuniones, lavandería con su habitación de lavado y de secado-planchado, servicios para hombres, mujeres y discapacitados.

Todas las superficies de las distintas estancias quedan debidamente reflejadas en el apartado “Planos” de este proyecto.

2.1.2 Planta baja

Situada sobre rasante (nivel +3,00) con una superficie total de 930m². Es la planta principal del centro y se accede a ella desde la calle mediante una rampa de acceso. Está dedicada a alojar la Recepción del centro, el comedor y su terraza, la cafetería, sala de visitas, despacho de administración, reprografía, consulta de médico, una enfermería y servicios para hombres, mujeres y discapacitados.

Todas las superficies de las distintas estancias quedan debidamente reflejadas en el apartado “Planos” de este proyecto.

2.1.3 Planta primera

Situada sobre rasante (nivel +6,00) con una superficie total de 930 m². Se accede a ella mediante escaleras o ascensores propios de la residencia. Está dedicada a alojar 16 habitaciones individuales (dos de ellas para persona discapacitada), con cuarto de baño propio, una sala de actividades, una sala de proyecciones, un office, un almacén de ropa con su pasillo de servicio para depositar la ropa con destino a la Lavandería mediante Montacargas, cuartos de limpieza y mantenimiento y servicios comunes para hombres y mujeres, con adaptación para discapacitados.

Todas las superficies de las distintas estancias quedan debidamente reflejadas en el apartado “Planos” de este proyecto.

2.1.4 Planta segunda y tercera

Se trata de dos plantas gemelas de idénticas características.

Situadas sobre rasante (nivel +9,00) y (nivel +12,00) respectivamente con una superficie total de 930 m². Está dedicada a alojar 16 habitaciones: siete de ellas son individuales (dos de ellas para persona discapacitada), con cuarto de baño propio y el resto son habitaciones dobles con cuarto de baño propio, sala de estudio, biblioteca, sala de descanso, office, sala de limpieza, un almacén de ropa con su pasillo de servicio para depositar la ropa con destino a la Lavandería mediante Montacargas.

Todas las superficies de las distintas estancias quedan debidamente reflejadas en el apartado “Planos” de este proyecto.

2.1.5 Cubierta

Situadas sobre rasante (nivel +15,00) y una superficie total de 255 m². Está dedicada a alojar cuartos de instalaciones, RITS, cuarto de ascensores, y en el exterior (azotea) el campo de captación de la instalación ACS.

Todas las superficies de las distintas estancias quedan debidamente reflejadas en el apartado “Planos” de este proyecto.

Se dispone de dos puntos de acceso al edificio: uno en planta baja mediante rampa de acceso y otro en planta sótano a ras de calle, así como salidas de emergencia en ambas plantas que conducen directamente al exterior.

Todo lo descrito anteriormente puede comprobarse en los planos nº 4,5,6,7 y 8.

2.2 Uso y clasificación del edificio

El edificio objeto del proyecto se destina a uso residencial.

El edificio, de acuerdo al uso indicado en el párrafo anterior, dispone de libre acceso de público y, por lo tanto, se clasifica como edificio de pública concurrencia.

2.3 Justificación de la ocupación

El nivel de ocupación de los Locales se ha considerado teniendo en cuenta la NBE-CPI-96, en su Art. 6.2, en el que se define el “Cálculo de Ocupación para Edificios de Baja Densidad”.

En dicho Artículo 6.2. de la NBE-CPI-96, en el apartado d) indica que debe considerarse 1 persona cada 20 m² de superficie, obteniéndose una ocupación máxima de 280 personas.

Según la ITC-BT-28, se considera local de pública concurrencia a las Residencias de Estudiantes de más de 50 personas, por lo que ha de ser considerado como pública concurrencia.

Al existir la condición de pública concurrencia, los conductores de las líneas eléctricas de las zonas de usos comunes serán libres de halógenos.

3. Objeto del proyecto.

El siguiente proyecto tiene como objeto el cálculo de las instalaciones eléctricas y el centro de transformación necesarios para el correcto funcionamiento y desarrollo de las actividades previstas en una Residencia de Estudiantes en la ciudad de Valladolid.

Este proyecto tiene la función de mostrar ante la Universidad de Valladolid que la instalación cumple con la normativa vigente, de tal manera que se pueda obtener la autorización administrativa y la ejecución de la instalación.

4. Características generales según Normativa (UNE 20460-3)

Según la norma UNE 20460-3 desarrollamos a continuación las características generales de la instalación ejecutada con mayor amplitud de lo recogido en la memoria del proyecto técnico presentado.

Utilización prevista según descripción edificio:

-Uso Residencial.

Potencia prevista:

-Se prevé una potencia total de 419.797,5 W.

Tipo de suministro:

-Trifásico, de cuatro conductores con esquema tipo TT (neutro puesto a tierra y masas puestas a tierra de forma separada).

Alimentación:

-La tensión de suministro de la compañía eléctrica a la instalación será de 400/230 V – 50 Hz.

Máxima demanda:

-Para el cálculo de las instalaciones se han utilizado los correspondientes coeficientes de simultaneidad permitidos por el REBT, con lo que la máxima demanda de la instalación queda cubierta con la instalación proyectada.

Servicios de seguridad:

-Se ha garantizado el alumbrado de emergencia requerido por la instalación mediante luminarias de emergencia autónomas alimentadas mediante baterías, con la potencia y duración determinada por la normativa vigente siendo su situación y número las reflejadas en el proyecto.

División de instalaciones:

-La instalación ejecutada está subdividida en circuitos tal y como se refleja en los planos del proyecto que permiten evitar cualquier peligro y limitar las consecuencias de un defecto, facilitar la verificación, ensayo y mantenimiento y prevenir los fallos que puedan ocurrir por el fallo de un solo circuito.

Compatibilidad:

-Tal y como se refleja en los planos y documentos del proyecto se han tomado las medidas adecuadas para prevenir los posibles riesgos sobre otros materiales eléctricos.

Mantenibilidad:

-Se han previsto y ejecutado las instalaciones de manera que se garantizará que las posibles verificaciones, ensayos, mantenimientos o reparación puedan realizarse de forma segura y fácil, utilizando materiales que permitan su fiabilidad de funcionamiento y la eficacia de las medidas de protección para garantizar su seguridad en la vida prevista.

5. Normativa y Reglamentos

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, Real Decreto 1890/2008 del 14 de Noviembre, BOE 279 del 19 de Noviembre de 2008.
- 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.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- 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.
- Normas UNE, de obligado cumplimiento.
- 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.

Todos los materiales y equipos son de primera calidad, de procedencia idónea, y aquellos que lo requieran estarán homologados por los organismos competentes, obedeciendo tanto en su fabricación como en su montaje a las normas vigentes.

Se tendrá en cuenta especialmente:

Acometidas.

Las acometidas necesarias para la ejecución de la presente instalación serán realizadas según la ITC-BT-11 del Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

Los Tubos o canales cumplirán lo estipulado por las normas UNE-EN 50086-2-1 para tubos rígidos y UNE-EN 50085-1 para canales.

Los cables y conductores de las acometidas realizadas cumplirán lo estipulado por las ITC-BT 06 y 07 para redes aéreas o subterráneas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El cableado de las redes subterráneas se ha ejecutado de acuerdo a la norma UNE-HD 603.

Las canalizaciones para las redes subterráneas se han ejecutado según lo estipulado por la norma UNE 20.435.

Las intensidades máximas admisibles para los cables utilizados en las redes subterráneas son las recogidas en la norma UNE 20.435.

La caída de tensión de la acometida cumplirá las instrucciones propias de la compañía suministradora.

Derivaciones individuales.

Las derivaciones individuales han sido realizadas según la ITC-BT-15 del Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

Las canalizaciones ejecutadas cumplen lo estipulado por la norma UNE-EN 60.439-2.

Las cajas de derivación cumplen con la norma UNE-EN 60695-11-10.

Los conductores utilizados en la realización de las derivaciones individuales cumplen lo estipulado por las normas UNE 21.123 partes 4 y 5; UNE 21.1002; UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1.

Los tubos y canales protectores instalados cumplen lo estipulado por la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La intensidad máxima admisible de los conductores se ha calculado en función de lo recogido en las ITC-BT-07 y 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La caída de tensión se calculará en base a lo estipulado por el artículo 3 b) de la ITC-BT-15 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Instalaciones interiores.

Las instalaciones interiores ejecutadas cumplirán las prescripciones generales para instalaciones interiores recogidas en la ITC-BT-19 del Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

La sección de los conductores instalados se ha calculado teniendo en cuenta lo estipulado por el pto. 2.2.2. de la citada ITC-BT-19.

La Intensidad máxima admisible de los conductores se ha calculado en función de lo recogido en la norma UNE 20.460-5-523.

Los conductores de protección cumplirán lo estipulado por la norma UNE 20460-5-54 Apdo. 543.

Así mismo las conexiones realizadas en los conductores de protección han de cumplir la norma UNE-EN 60.998-2-1.

El tipo de canalización, así como su instalación se ha realizado en función de lo estipulado por la ITC-BT-20 del Reglamento electrotécnico de Baja Tensión, así como la norma UNE 20.460-5-52.

Las canales protectoras instaladas cumplirán lo estipulado por la norma UNE-EN 50.085-1.

Los conductores instalados sobre bandejas cumplirán lo estipulado por la norma UNE 20.460-5-52.

Para las canalizaciones prefabricadas para iluminación se cumplirá la norma UNE EN 60570.

Para las canalizaciones prefabricadas de uso general se cumplirá la norma UNE EN 60439-2.

Tubos y canales protectoras.

Los tubos y canales protectores instalados cumplirán lo estipulado por la ITC-BT-21 del Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. Los diámetros exteriores mínimos habrán de cumplir lo marcado por la Tabla 5 de la citada ITC-BT-21.

Los sistemas de tubos rígidos cumplirán la norma UNE-EN 50.086-2-1.

Los sistemas de tubos curvables cumplirán la norma UNE-EN 50.086-2-2.

Los sistemas de tubos flexibles cumplirán la norma UNE-EN 50.086-2-3.

Los sistemas de tubos enterrados cumplirán la norma UNE-EN 50.086-2-4.

Los tubos unión roscada cumplirán la norma UNE-EN 60423.

La instalación y puesta en obra de tubos se ha realizado de acuerdo a lo estipulado por la norma UNE 20.460-5-523 y las ITC-BT 19 y 20 del Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

Las canales protectoras instaladas cumplirán lo recogido en la norma UNE EN 50085.

La colocación de las canales protectoras se ha realizado según las prescripciones de la norma UNE 20.460-5-523 y lo recogido en las ITC-BT 19 y 20 del Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

6. Eficiencia Energética

Por su trascendencia, el Código Técnico de la Edificación (CTE) establece en el DB-HE (Ahorro de energía) y en el DB-HE-5 (Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica), la obligatoriedad de contar con instalaciones con un mínimo de aprovechamiento de energías renovables. Por ese motivo este edificio cuenta con diversos sistemas para reducir el consumo de la energía convencional.

Como mejora en la eficiencia energética del sistema a instalar, de acuerdo a la norma del CTE antes mencionada se dispondrá de un sistema de captación solar para producción de agua caliente sanitaria, que propiciará un ahorro en el gasto en energía primaria.

La potencia demandada no se mantiene fija a lo largo del día ni del año. Siendo en consumo sustancialmente distinto en invierno que en verano, ya que el agua a calentar tendrá menor temperatura en épocas frías que en épocas cálidas, a la vez que no existirá la misma radiación solar en invierno que en verano. Estas diferencias en el consumo son de gran importancia y el ahorro variará de unas estaciones del año a otras.

Se tendrán en cuenta las disposiciones generales y específicas contempladas en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior conforme a las cuales el régimen de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior se realizará mediante relojes astronómicos.

Todas estas consideraciones quedan reflejadas en la colocación del alumbrado en las distintas dependencias tal y como se muestra en los planos adjuntos.

Las luminarias utilizadas en la instalación de la Residencia son de bajo consumo y de alta eficiencia energética. La residencia dispone de sistemas de control de iluminación, así como detectores de presencia-movimiento, el resto de equipos de consumo eléctrico y electrodomésticos, dispondrán de una calificación energética A o superior.

Con estas medidas se aumentará notablemente el porcentaje de ahorro energético exigido por la norma.

En el apartado arquitectónico, la residencia dispone de una gran cristalera en su cara sur haciendo las veces de “invernadero” y aprovecha la energía del sol que se acumula en su interior debido a dicho efecto invernadero, ya que la radiación solar entra, pero no puede salir calentando de este modo el interior.

7. Suministro de Energía

El suministro eléctrico se realizará a través de la red eléctrica subterránea de media tensión propiedad de la compañía suministradora IBERDROLA DISTRIBUCIÓN S.A.U., mediante una línea de 13,2 KV y una frecuencia de 50 Hz.

Por tanto, la contratación de la energía se realizará en media tensión, que se transformará a una tensión de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, mediante un centro de transformación de abonado. La potencia eléctrica instalada es de 419.797,5 W, tal y como figura en el anexo de cálculos.

En el caso que las instalaciones dejasen de recibir suministro eléctrico o la tensión bajase a un 70 % de la tensión nominal por parte de la empresa suministradora, entraría a funcionar un grupo electrógeno del cliente, el cual mantendría una alimentación restringida de los elementos indispensables de la instalación, actuando así como un “suministro de reserva” tal y como dice el REBT en la ITC-28.

8. Descripción de las instalaciones

8.0 Descripción general

El edificio objeto de este proyecto es de nueva construcción y está destinado a ser una “Residencia de Estudiantes”. Dispondrá de seis plantas: sótano, planta baja, planta primera, planta segunda, planta tercera y cubierta; teniendo tres metros de altura entre forjados en todas las plantas.

El diseño de la instalación, teniendo en cuenta la disposición del edificio, se realiza colocando un cuadro general de mando y protección en la planta sótano en un pasillo al cual solo tiene acceso personal autorizado por el centro.

En el exterior del edificio, a unos cinco metros de distancia, existe un centro de transformación con un transformador de 500 KVA que garantiza el

consumo eléctrico total al 90% de su rendimiento. Además, para la mejora de la eficiencia energética en el ahorro de energía primaria, se instalará un sistema de generación de agua caliente sanitaria a partir de un sistema de captación solar, cuyo dimensionado se detalla en el Anexo 1 de este Proyecto.

Para la comprensión más fácil de la instalación vamos a dividir la misma en los siguientes capítulos:

- Cajas Generales de Protección.
- Líneas generales de alimentación.
- Centralización de Contadores.
- Derivaciones Individuales.
- Cuadros eléctricos.
- Mecanismos, conductores y canalizaciones interiores.
- Instalaciones de servicios comunes.
- Red de Tierras.

A continuación, se da una descripción de cada capítulo, aunque los planos que acompañan al proyecto dan una idea del funcionamiento de la instalación.

8.1 Cajas Generales de Protección

Es la parte de la acometida destinada a conectar la red de la Compañía Eléctrica Suministradora con la red del usuario además de proteger la red interior del edificio contra sobreintensidades.

Para el edificio se prevé la instalación de una Caja de Seccionamiento con bases fusibles tipo cuchillas, con dispositivo extintor de arco, de acuerdo a la potencia necesaria. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible que incluye una CGP.

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. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

Cumplirán con lo indicado en la Instr. ITC-BT-13 del Reglamento de B.T.

La Caja de Seccionamiento se colocará en el cierre de fachada, cerca del Centro de Transformación previsto. Será de los tipos establecidos en las Normas particulares de la Compañía Distribuidora.

8.2 Líneas Generales de alimentación

Al tratarse de un único usuario y al encontrarse ubicada la Caja de Seccionamiento junto al Armario de Medida, la Línea General de Alimentación será una simple conexión entre ambos armarios.

8.3 Centralización de Contadores.

En este caso no existirá centralización de contadores sino un solo contador al ser abonado único y medición en baja tensión.

Se dispondrá de un Armario de Medida individual (medida indirecta) para contador integral, ubicado en el cierre de fachada, cerca del Centro de Transformación previsto y junto a la Caja de Seccionamiento.

8.4 Derivación Individual

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Al tratarse de un único usuario, existirá una única derivación individual, que estará constituida por conductores de cobre aislados, de tensión nominal asignada 0,6/1KV.

La derivación individual constará de los conductores de fase necesarios, uno de neutro y uno de protección.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.133 parte 4 ó 5; o la norma UNE 211002 (Según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los cables no prestarán empalmes y su sección será uniforme exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los conductores a utilizar serán Cable RZ1-Cu (AS+). Conductor no propagador del incendio y resistente al fuego, de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre de clase 5 y un aislamiento de compuesto termoestable a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos. de cobre, aislado y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT 19.

La sección del hilo de mando será de 1,5 mm² y será de color rojo y la máxima intensidad por densidad de corriente se aplica la tabla I de la ICT-BT-19 p4.

La caída de tensión máxima será del 1,5 %, al tratarse de un único usuario.

Los tubos y cables protectores tendrán una sección nominal que permita ampliar las secciones de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

8.5 Cuadros eléctricos

El cuadro eléctrico general del edificio está situado en la planta sótano. De él parten los circuitos que alimentan al resto de cuadros del edificio, tal como se puede comprobar en el esquema eléctrico correspondiente en los Planos.

En locales de uso común o de pública concurrencia deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

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.

Todos los cuadros estarán provistos, en cabecera, de un interruptor general automático de corte omnipolar para protección a cortocircuitos y sobrecargas, permitiendo su accionamiento manual.

Todos los circuitos se protegerán a sobrecarga y cortocircuito mediante interruptores magnetotérmicos de calibre adecuado a la sección de los conductores a proteger.

Igualmente, la protección contra contactos indirectos se realizará mediante diferenciales de alta sensibilidad.

El número de circuitos y sus características se detallan en los planos de esquemas unifilares, donde se detallan los distintos tipos de equipamiento eléctrico.

El conjunto de la instalación se protegerá a contactos indirectos mediante la instalación en el Cuadro de diferenciales de alta sensibilidad.

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.

8.6 Mecanismos, conductores y canalizaciones interiores

Los puntos de utilización (interruptores, enchufes, etc) se han realizado de acuerdo con la Inst. ITC-BT-25 Tabla 2.

Los conductores serán de cobre, flexibles, para una tensión asignada de 450 / 750 V, tipo H07V-K de acuerdo con la denominación UNE. También se utilizará el cable ES07Z1-K (AS) y ES07Z1-K(AS+). En los esquemas unifilares del apartado “Planos” se podrá ver de forma sencilla qué conductores y mecanismos se utilizan en los diferentes circuitos.

Las tomas de corriente utilizadas son tomas Schuko 16 A, toma 25 A y tomas trifásicas de la marca Legrand.

La sección de los conductores se determinará de modo que la caída de tensión máxima, desde el origen de la instalación interior (cuadro general) a cualquier punto de utilización, sea menor del 3% para el alumbrado y del 5% para los demás usos, de acuerdo con la ITC-BT-19.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

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

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
--	--

$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

La sección mínima de los conductores contemplada en el Proyecto, será de 1,5 mm² para los conductores de 750 V de tensión nominal, en el caso de los circuitos de alumbrado y de 2,5 mm² para los circuitos de fuerza.

Los conductores de la instalación deberán ser fácilmente identificables o por inscripciones indelebles en el aislamiento de los mismos o bien mediante colores normalizados:

- azul claro para el neutro
- marrón, gris y/o negro para los conductores de fases
- amarillo-verde para el de protección

La norma UNE 21.031 dicta las siglas de designación que se resumen a continuación:

- Letra inicial:

H = Conforme con las normas armonizadas europeas.

A = Cable de tipo nacional reconocido.

- Tensión:

03 = Tensión nominal del cable 150/300 V.

05 = Tensión nominal del cable 300/500 V.

07 = Tensión nominal del cable 450/750 V.

- Materiales de aislamiento y cubierta:

B = EPR (Etileno-propileno).

N = PVP (Neopreno).

V = PVC (Policloruro de vinilo).

R = X= XLPE (Polietileno reticulado).

F = conductor flexible, clase 5, para instalación móvil.

- Forma del cable:

H colocada al final de la designación = Cables planos con conductores que pueden separarse

H2 colocada al final de la designación = Cables planos con conductores que no pueden separarse.

- Conductor:

U = Conductor rígido unipolar.

R = Conductor rígido de varios alambres cableados.

K = Conductor flexible, clase 5, para instalación fija.

Para la determinación de la intensidad máxima admisible, se tendrán en cuenta, los valores, para conductores de cobre aislados con policloruro de vinilo, de la Tabla I de la Inst. ITC BT 019.

Las canalizaciones, estarán constituidas, por lo general, por tuberías de PVC flexible o XLPE, del diámetro adecuado al número y sección de los conductores, grado de protección 5, empotradas en rozas de paredes o techos de acuerdo con UNE-EN 50086-2-3. En los casos donde existan falsos techos, se graparán a éstos.

La sección interior de los tubos será como mínimo igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

El trazado de las tuberías se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan al local donde se realiza la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados que aseguren la continuidad de la protección proporcionada a los conductores.



Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos o tuberías después de colocados y fijados éstos y sus accesorios disponiéndose para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados y fijados éstos.

Los registros podrán estar destinados exclusivamente para 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 o si son metálicas protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá, cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

En ningún caso se realizará la unión de conductores, como empalmes 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.

Las uniones se realizarán siempre en el interior de cajas de empalme o derivación.

Los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial 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 0,80 m para tubos rígidos y 0,60 m para tubos flexibles. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Es conveniente que se dispongan los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo con objeto de su eventual protección a daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen en montaje empotrado, su instalación deberá realizarse después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo aplicarse el enlucido de los mismos posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

Es conveniente disponer los recorridos horizontales de los tubos empotrados en paredes, a 50 cm como máximo de suelo o techos. Los recorridos verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

8.7 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, por ejemplo, a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., 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.

8.8 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.

8.9 Resistencia de Aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo cc (V)</u>	<u>R. de aislamiento (MΩ)</u>
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

8.10 Instalaciones de servicios comunes

8.10.1 Condiciones de Iluminación

Para las actividades que se desarrollan en el interior de la Residencia de estudiantes, cumpliendo los niveles mínimos de iluminación de los puestos de trabajo establecidos en los RD 486/1997, RD 838/2002 y en la UNE 12464-1. Los niveles de iluminación media para las siguientes estancias son:

- Recepción: 300 lux
- Pasillos/Recibidores: 100 lux
- Despachos de trabajo: 500 lux a un metro del suelo
- Gimnasio: 200 lux
- Vestuario y Servicios: 150 lux
- Consulta del Médico y Enfermería: 300 lux
- Almacenes: 100 lux
- Lavandería: 300 lux
- Mantenimiento y salas de limpieza: 100 lux (mínimo)
- Habitaciones/zona descanso: 150 lux
- Habitaciones/zona estudio: 500 lux
- Sala de estudio/ Biblioteca: 500 lux
- Salas de descanso: 100 lux
- Cocina: 400 lux
- Bar/Comedor: 300 lux

8.10.2 Instalaciones de Servicios de Seguridad

Las instalaciones de seguridad son todos aquellos servicios de alumbrado de emergencia no autónomos, sistemas contraincendios, ascensores u otros servicios indispensables, necesarios para garantizar, en caso de incendio, una rápida actuación y evacuación, salvaguardando la integridad física de las personas. Por lo tanto, estas instalaciones tienen que tener una alimentación durante y después de un incendio.

Estos conductores tienen que cumplir con la norma UNE-50200, teniendo que ser éstos libres de alógenos y tener una emisión de humos y opacidad reducida. Esta norma garantiza que todos los conductores que la cumplan, tengan una cierta resistencia al fuego, es decir, que éste sobreviva a un fuego durante un tiempo específico. Este tiempo viene reflejado en el cable, indicando su duración en minutos después de las siglas PH. Para los locales de pública concurrencia se recomienda los cables PH 90, es decir, que tengan una supervivencia al fuego de al menos 90 minutos.

El cable de instalación habitual es:

- Cable ES07Z1-K (AS+): Debido a que en las instalaciones de todos los servicios de alumbrado de emergencia son equipos autónomos, estos conductores alimentarán a los ascensores del local.

8.10.3 Suministros complementarios

En los locales de pública concurrencia, según la ITC-BT-28, con una ocupación mayor de 100 personas deberán ser provistos con un alumbrado de seguridad, que es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas y que evacuen una zona (alumbrado de evacuación), y el alumbrado de ambiente o anti-pánico que permite identificar y acceder a las rutas e identificar obstáculos (se debe proporcionar 0,5 lux desde el suelo hasta una altura de 1 metro).

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.

8.10.3.1 Alumbrado de emergencia y señalización.

Para la iluminación de emergencia se pueden utilizar varios métodos:

- Equipos autónomos: Estas luminarias incorporan una batería con una autonomía mínima de una hora. Las baterías se cargan mediante la red, mientras esto ocurre un testigo led indica que éstas se están cargando.

Hay dos tipos de luminarias autónomas, las permanentes y las no permanentes, siendo las primeras las que están encendidas tanto reciban o no suministro eléctrico, y las no permanentes solo entrarán en funcionamiento cuando no reciban suministro eléctrico.

- Alimentación mediante baterías de acumuladores: Las luminarias estarían alimentadas mediante baterías de acumuladores, las cuales estarían ubicadas en una zona técnica. Estas baterías sólo entrarán en funcionamiento en el caso de que las luminarias no recibieran suministro eléctrico.

- Grupo electrógeno: Las luminarias estarían alimentadas mediante un grupo electrógeno, el cual estaría ubicado en una zona técnica. Este grupo entraría en funcionamiento en el caso de que las luminarias no recibieran suministro eléctrico.

En este proyecto, para la iluminación de emergencia se utilizarán equipos autónomos ya que resulta la opción más económica y a su vez se garantiza la iluminación en caso de fallo eléctrico o cuando la tensión baje del 70% de su valor nominal.

La alimentación de los circuitos de alumbrado de emergencia se ha previsto desde los diferentes cuadros secundarios.

Se ha previsto alumbrado de emergencia y señalización en todas las escaleras de la edificación y otras zonas comunes, además de cuadros técnicos, mediante equipos autónomos con baterías y equipo cargador y una autonomía de al menos 1 hora.

Se utilizan aparatos con lámparas incandescentes y un flujo luminoso de 60 lúmenes, instalándose tal y como se indica en los Planos.

Los circuitos de todo este tipo de alumbrado mencionado transcurren por canalizaciones independientes del resto de circuitos.

8.10.3.2 Suministros Complementarios generales

En caso de que se interrumpa el suministro eléctrico, el cliente está obligado a tener una forma alternativa para alimentar el alumbrado de seguridad para la evacuación del edificio. Para eso se decide la instalación de un grupo electrógeno como suministro de reserva, con un 25% de capacidad de la potencia contratada tal y como indica la ITC-28

En este proyecto se instalará un grupo electrógeno diésel, aunque tenga un consumo elevado, no se espera que el grupo trabaje muchas horas, y por lo tanto las diferencias económicas en el consumo no son tan importantes como el propio coste del equipo.

8.11 Puesta a Tierra

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.

Los conductores utilizados en las líneas de tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerá una elevada resistencia a la corrosión. Su sección será tal que la máxima corriente de cortocircuito para éstos, en caso de defecto o descarga atmosférica, no lleve a estos conductores a una temperatura próxima a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones. A efectos de dimensionar las secciones, el tiempo mínimo a considerar por la duración del defecto a la frecuencia de la red, será de un segundo. En ningún caso se admitirán secciones inferiores a 25 mm² en el caso de cobre y de 50 mm² en caso de acero.

Podrán utilizarse como conductores a tierra las estructuras de acero de fijación de los elementos de la instalación. Por lo que es aplicable a las armaduras de hormigón armado, a no ser en caso de tratarse de armaduras pretensadas, en este caso se prohíbe el uso de los conductores a tierra.

– 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.

– Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

– 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.
- 50 V en los demás casos.

Se establecerán tres sistemas generales de tierras:

Un sistema para la puesta a tierra de todas las masas metálicas del edificio, instalándose en el fondo de las zanjas de cimentación, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de 35 mm² de sección, formando un anillo cerrado a lo largo de todo su perímetro. A este anillo se conectarán varios electrodos verticalmente hincados en el terreno con objeto de disminuir la resistencia de tierra.

Al conductor en anillo, mediante conductor de cobre de las mismas características y soldadura aluminotérmica o grapas de conexión/derivación, se conectarán los siguientes elementos:

- Las zapatas de hormigón armado, como mínimo uno de los hierros de los considerados principales.
- Las tuberías metálicas accesibles, caso de que las hubiese.
- La distribución de agua y desagües del edificio.
- La antena de radio y televisión.

Otro sistema de tierra, está previsto para prevenir la posible falta de aislamiento de la instalación eléctrica de B.T., instalándose un conjunto de arquetas con picas de acero cobreado, en varios puntos de la edificación. Estas tierras deberán ser independientes del sistema anterior, y en caso de que esto no fuese posible, se recomienda la unión de todas las tierras para constituir un sistema único.

El último sistema de tierra pertenece al centro de transformación que tendrá una puesta a tierra formada por piquetas, teniendo dos circuitos: uno de servicio y otro de protección

8.12 Régimen del Neutro

El régimen del neutro sirve para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto y contra sobreintensidades. Por lo tanto, hay que tener en cuenta los diferentes regímenes de neutros que se establece en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora por el otro.

Los regímenes de neutros que hay son los siguientes:

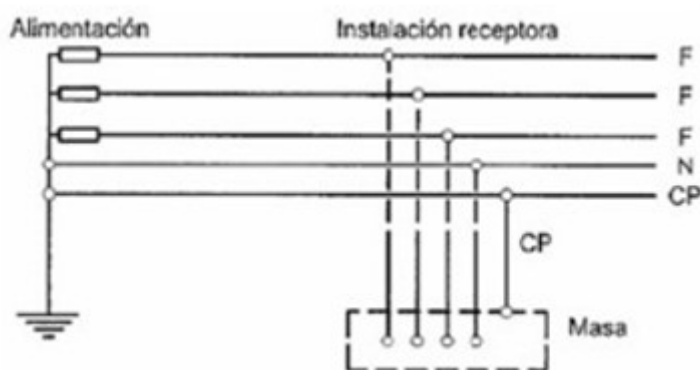
-Régimen TN:

Tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a este mismo punto mediante conductor de protección. En este sistema las corrientes de defecto son muy elevadas, ya que un defecto fase-masa es equivalente a un cortocircuito fase-neutro.

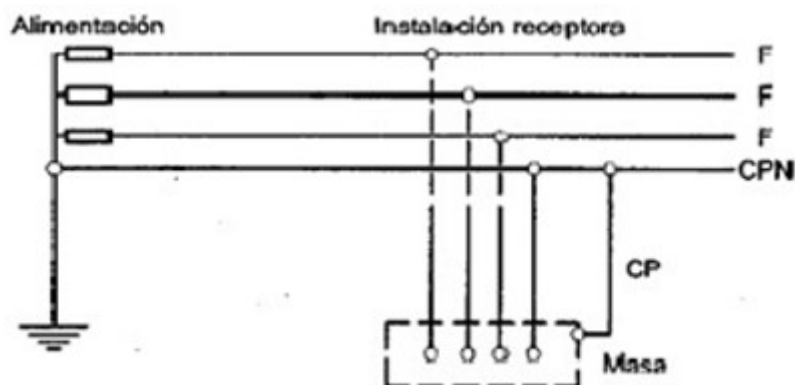
Este tipo de instalaciones es la más económica, aunque cada aplicación requiere de un estudio de las protecciones. Se utiliza para instalaciones temporales como grupos electrógenos temporales.

Dentro del régimen TN se pueden distinguir tres tipos de regímenes según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

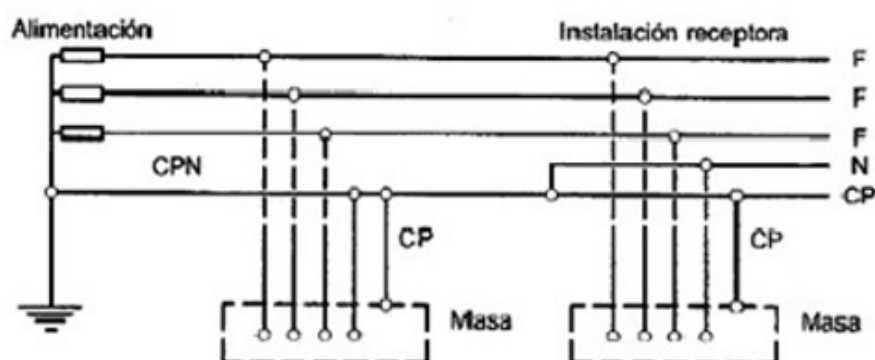
- Régimen TN-S: El conductor neutro y el de protección son diferentes en todo el esquema.



- Régimen TN-C: Las funciones del neutro y protección están combinadas en un mismo conductor en todo el esquema.



- Régimen TN-C-S: Las funciones del neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema

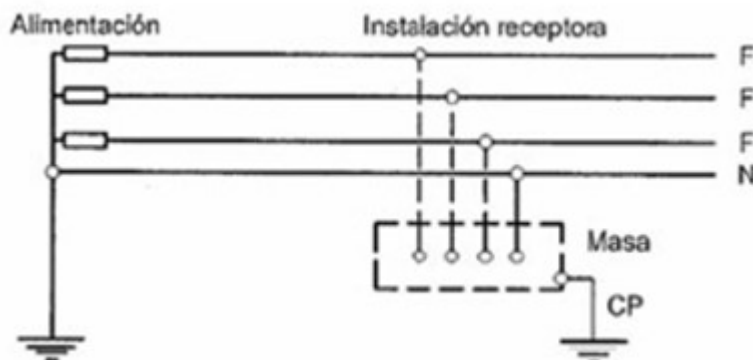


-Régimen TT:

Tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de alimentación. Las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los cortocircuitos, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición en tensiones peligrosas.

Es el sistema más seguro para las personas, ya que las tensiones entre masa y tierra son muy pequeñas. Las instalaciones TT suelen ser más caras que las TN debido al elevado precio de los interruptores y relés diferenciales. Por el contrario, resulta más económica para realizar ampliaciones.

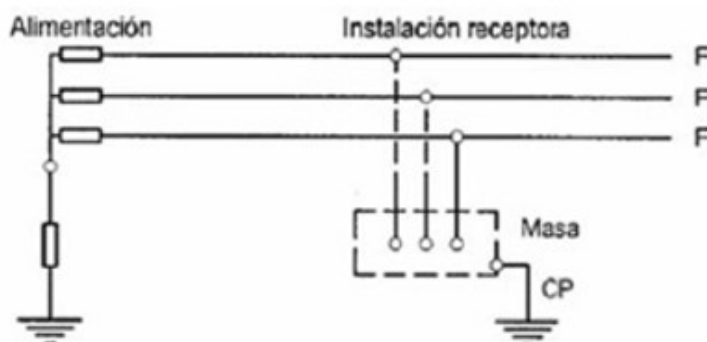
Este régimen se utiliza para las redes públicas y en la mayoría de instalaciones industriales.



-Régimen IT:

No tiene ningún punto de alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra. La intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas. La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de alimentación, generalmente el neutro, y tierra. A este efecto resulta necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra.

Las instalaciones IT suelen resultar caras debido al elevado precio de los controladores de aislamiento. Se utiliza para instalaciones en las que no es posible un corte de suministro, ya que las averías se pueden reparar sin la necesidad de interrumpir la alimentación.



Según el REBT la elección de uno de los tres regímenes hace falta que se haga en función de las características técnicas y económicas de cada instalación.

En este proyecto se elige el régimen TT, ya que es la solución más simple y económica, no requiere de una vigilancia permanente, por lo tanto, requiere menos personal de mantenimiento. Otro motivo es la presencia de los interruptores diferenciales, lo cual permite una mayor prevención contra contactos directos e indirectos.

Protección del neutro

- Cuando la sección del neutro es igual a la de las fases, no es necesario prever una protección de sobreintensidad en el neutro.
- En el caso de que la sección del neutro sea inferior a la de las fases, debe contarse con la protección contra sobreintensidades adecuada a la sección.

Debe asegurarse el seccionamiento de todos los conductores activos del sistema, incluido el neutro.

8.13 Protecciones

Se han estudiado dos soluciones para las protecciones eléctricas, que son las protecciones con regulación y las protecciones por selección de calibre.

- Las protecciones con regulación ofrecen una regulación de los tiempos de disparo, con lo cual se puede regular el tiempo de una forma precisa para que dispare la protección que interese.
- Las protecciones según el calibre no ofrecen ninguna regulación, consiste en no superar el calibre de las protecciones aguas abajo de las mismas.

Por las características de la instalación y por ser la solución más segura, en este proyecto se prefiere instalar protecciones por regulación de tiempos de disparo y por selección de calibre, haciendo que las protecciones que estén más aguas abajo actúen antes que las que estén aguas arriba. Esto se hace escogiendo las curvas de disparo y el calibre de las protecciones.

9 Relación de Potencias

En este apartado se previenen los valores de las potencias demandadas, que serán aquellas con las cuales se dimensionarán las secciones de las líneas, los mecanismos de protección y la contratación de la energía. El detalle de la obtención de estos cálculos se puede observar en el anexo de cálculos eléctricos expuesto en este proyecto.

9.1 Potencia Instalada

La potencia instalada total se deduce de la suma algebraica de las potencias nominales de los receptores instalados, sin considerar ningún coeficiente y en función de los valores obtenidos de la placa de características o facilitados por el fabricante. En este caso, y según desglose detallado asciende a 419797,50 W.

S-S.C.Sótano	115555 W
PB-S.C.PlantaBaja	39839 W
PP-S.C.PPrimera	45709 W
PS-S.C.P.Segunda	42652 W
PT-S.C.P.Tercera	36902 W
C-S.C.Cubierta	139140.5 W
TOTAL....	419797.5 W

9.1.1 Potencia de cálculo

Se trata de la máxima carga prevista para la que se dimensiona la instalación. La potencia de cálculo se obtiene a partir de la potencia instalada, es decir se obtiene aplicando a la potencia instalada los factores indicados por el REBT, así como la simultaneidad o reserva estimada para cada caso, los factores se ven reflejados en el anexo de cálculo.

9.1.2 Potencia a contratar

Se elige la potencia normalizada por la compañía suministradora más próxima y superior a la potencia de cálculo, aplicando coeficientes de simultaneidad y utilización según criterio del proyectista.

10. Justificación de la Protección contra sobretensiones

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.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas

10.1 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 estará constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curvas térmicas de corte o por fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas

10.2 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 en uno principal, cada uno de estos circuitos disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

11 Justificación de la Protección contra contactos directos e indirectos.

11.1 Protección contra contactos directos

Esta protección consiste en recoger las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que puedan derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Los medios a utilizar están expuestos y definidos en la norma UNE 20.460-441, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas de la instalación.
- Protección por medio de barreras u obstáculos que impidan al individuo un posible contacto con las partes activas de la instalación.

11.2 Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se consigue mediante el 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, el cual pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

La protección frente a contactos indirectos se realizará mediante la correcta puesta a tierra de todas las masas y mediante la instalación de



interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad en la cabecera de la instalación.

12 Verificación e inspecciones de la instalación

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia, deberán ser objeto de inspección por un organismo de control, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

- Inspecciones iniciales:

La instalación requerirá una inspección inicial por parte del órgano competente de la comunidad autónoma, ya que la instalación industrial precisa proyecto y es de pública concurrencia, tal y como se indica en la ITCBT-05.

- Inspecciones periódicas:

La instalación será objeto de revisiones periódicas cada 5 años, puesto que necesita inspección previa. Para ello será necesario un contrato de mantenimiento entre la empresa propietaria de la Residencia y una empresa de mantenimiento autorizada por el departamento de industria de la Comunidad de Castilla y León.

13 Centro de Transformación.

13.1 Emplazamiento

El centro de transformación estará situado en la propiedad del cliente, y este será el encargado de reducir la tensión de media a baja.

El centro de transformación objeto de éste proyecto estará ubicado en una caseta prefabricada, de la casa Ormazábal, y éste estará situado en el límite norte de la fachada de la propiedad. La caseta del C.T. tendrá la pared que contiene las puertas de acceso orientada hacia el exterior, facilitando el acceso de los técnicos de la compañía suministradora

13.2 Características Generales del C.T.

El Centro de Transformación objeto del presente proyecto será un centro de abonado prefabricado de 500 kVA de potencia instalada, utilizando celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica.

En este centro se transformará la energía que nos suministrará la compañía eléctrica IBERDROLA a una tensión de 13,2 kV trifásica y a frecuencia de 50 Hz, a la tensión de utilización de 230/400 V y a 50 Hz de frecuencia.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón. Tendrá su propia puesta de tierra. El C.T. estará dividido en dos zonas: una llamada zona de compañía y otra llamada zona de abonado. La zona de la compañía contendrá el transformador, el acceso a esta zona estará restringido al personal de la compañía eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la compañía. La zona de abonado contendrá las celdas del C.T. y su acceso estará restringido al personal de la compañía eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

La acometida al mismo será subterránea, alimentado al centro mediante una red media tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de 13,2 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la compañía suministradora IBERDROLA.

Para la distribución de energía eléctrica en media tensión se colocará un armario prefabricado formado por una serie de celdas prefabricadas. El tipo de celdas generales a emplear serán celdas CGM de la casa Ormazábal.

13.3 Obra Civil

– Edificio de transformación

El edificio será prefabricado de hormigón armado vibrado modelo PFU-5 de la casa Ormazábal o similar. Este edificio se compone de dos partes, una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural y otra que constituye el techo. La estanquidad queda garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/ cm². La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

La propia armadura de mallazo garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, inundada en hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios. Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

En la base de la envolvente irán dispuestos, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión.



– Cimentación

Para la ubicación del centro de transformación prefabricado se realizará una excavación, cuyas dimensiones son de 6,88 m de ancho por 3,18 m de fondo por 0,56 m de profundidad, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm. de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm², de tal manera que los edificios o instalaciones anejas al CT y situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

– Solera, pavimento y cerramientos exteriores

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según hemos indicado anteriormente. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT, BT y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las ordenanzas municipales y/o distintas legislaciones de las comunidades autónomas.

– Cuba de recogida de aceite

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que este se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

– Puertas y rejillas de ventilación

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las rejillas estarán diseñadas y dispuestas de manera que la circulación del aire, provocada por el tiro natural, ventile eficazmente la sala del transformador. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación. Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

– Cubierta

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

– Pinturas

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos, siendo el color blanco para las paredes, y el color marrón en techos, puertas y rejillas.

– Índice de protección y sobrecargas admisibles

Serán conformes a la UNE 20324 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m².
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m² (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m².

13.4 Instalación Eléctrica

- Red de alimentación

El centro de transformación se alimenta de una línea subterránea de media tensión de la empresa IBERDROLA. La línea subterránea cuenta con una tensión de 13,2 kV y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

- Aparataje de alta tensión

Como aparataje de alta tensión tenemos las celdas y el transformador.

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en gas SF₆, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparataje del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son



perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Utilizamos celdas de tensión asignada de 24 kV, cuyas características generales son las siguientes:

- Tensión asignada:

 - 24 kV

- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:

 - A tierra y entre fases: 50 kV

 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV

- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):

 - A tierra y entre fases: 125 kV

 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV

- Características de las celdas

Las celdas elegidas son ORMAZABAL serie CGM que forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para Media Tensión, con una función específica por cada módulo o celda. Cada función dispone de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas SF₆, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

La prefabricación de estos elementos, y los ensayos realizados sobre cada celda fabricada, garantizan su funcionamiento en diversas condiciones de temperatura y presión.

Su aislamiento integral en SF₆ les permite resistir en perfecto estado la polución e incluso la eventual inundación del Centro de Transformación, y reduce la necesidad de mantenimiento, contribuyendo a minimizar los costes de explotación.

El conexionado entre los diversos módulos, realizado mediante un sistema patentado, es simple y fiable, y permite configurar diferentes esquemas para los Centros de Transformación con uno o varios transformadores, seccionamiento, medida, etc. La conexión de los cables de acometida y del transformador es igualmente rápida y segura.

A continuación, se detallan algunas características de las celdas utilizadas:

- CGM 3-L: Celda de línea. Dotada con un interruptor-seccionador de tres posiciones que permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornes de los cables de Media Tensión. Esta se utiliza para la acometida de entrada o salida de los cables de MT, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas. Esta celda puede tener una extensibilidad hacia izquierda, derecha y ambos lados.



- CGM 3-P: Celda de protección con fusibles. Además de un interruptor igual al de la celda de línea, incluye la protección con fusibles, permitiendo su asociación o combinación con el interruptor (funciones de protección), teniendo la posición de tierra antes y después de los fusibles. Esta se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas. Esta celda puede tener una extensibilidad hacia izquierda, derecha y ambos lados.

- CMG 3-V: Celda de interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra). Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección general de la instalación, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas. Esta celda puede tener una extensibilidad hacia izquierda, derecha y ambos lados.

- CMM 36: Celda de medida. Esta celda se utiliza para alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas, mediante cable seco.

- Características del transformador

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13,2 kV y la tensión a la salida en vacío de 420 V entre fases y 230 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, marca Ormazabal o similar, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Características eléctricas y mecánicas del transformador:

- Potencia del transformador: 500 KVA
- Tensión nominal primario: 13,2 kV
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V
- Regulación sin tensión: +/- 5 %
- Frecuencia: 50 Hz
- Grupo de conexión: Dyn11
- Perdidas en vacío: 880 W
- Perdidas en carga: 5500 W
- Impedancia de cortocircuito % a 75°C: 4%
- Nivel de potencia acústica: 64 dB
- Caída de tensión a plena carga:

Cos ϕ =1	1.16 %
Cos ϕ =0,8	3.21 %



Universidad de Valladolid



–Rendimiento:

Carga 100%

Cos φ =1 98.75 %

Cos φ =0,8 98.44 %

Carga 75%

Cos φ =1 98.96 %

Cos φ =0,8 98.70 %

–Largo: 1622 m

–Ancho: 962 mm

–Alto: 1026 mm

–Diámetro ruedas: 125 mm

–Volumen de aceite: 390 L

–Peso total: 1600 kg

- Aparamenta de baja tensión

El cuadro de baja tensión tipo UNESA posee en su zona superior un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar que evita la entrada de agua al interior. Dentro de este compartimento existen 4 pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. Más abajo existe un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se realiza mediante conductores unipolares de cobre, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 150 mm².

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

13.5. Medida de la energía eléctrica

En centros de transformación tipo abonado la medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

13.6. Puesta a tierra

– Tierra de protección

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

– Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

Se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

13.7. Instalaciones secundarias

- Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

- Protección Contra Incendios

De acuerdo con el MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos MO según Norma UNE 23727.

- Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

- Medidas de Seguridad

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

Los bornes de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y



baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables. La puerta de acceso al CT llevará el lema corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones. Deberán estar dotados de bandeja o bolsa porta-documentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

14. Compensación de Energía Reactiva

14.1 Introducción

La energía reactiva, es necesaria para la creación de los campos magnéticos en el funcionamiento de ciertos receptores, como motores, reactancias de alumbrado de descarga etc., pero no se transforma directamente en trabajo, como lo hace la energía activa.

Aunque la energía reactiva requerida por las cargas inductivas no se transforma en trabajo útil, debe ser generada, transportada y distribuida por la red eléctrica. Esto obliga al sobredimensionado de transformadores, generadores y líneas, e implica la existencia de pérdidas y caídas de tensión. Por esta razón, las compañías eléctricas penalizan el consumo de energía reactiva, aplicando recargos. Los condensadores eléctricos instalados en la proximidad de las cargas inductivas producen la energía reactiva requerida por éstas.

Para compensar la energía reactiva y por lo tanto mejorar el factor de potencia, se acostumbran a utilizar condensadores estáticos conectados en paralelo con la red, que proporcionan la potencia reactiva necesaria para establecer los campos magnéticos de los receptores, quedando descargada la línea de corrientes reactivas y circulando únicamente corrientes activas.

Se utilizan condensadores fijos que compensan la potencia reactiva de los transformadores de alimentación y que compensan en cada momento la potencia reactiva de las cargas.

Las corrientes reactivas circulan por las instalaciones del usuario y por las líneas de transporte proporcionando:

- Menor rendimiento de la instalación.
- Menor capacidad de transporte de las líneas y aparamenta.



- Menor duración y vida de la aparamenta.
- Menor seguridad.
- Menor aprovechamiento de transformadores, cables, interruptores, etc.
- Mayores pérdidas por calor.
- Mayores caídas de tensión.
- Mayores gastos de mantenimiento.
- Mayores gastos de inversión por sobredimensionado de transformadores, cables, automáticos etc.
- Mayores recargos por parte de las compañías eléctricas hasta un (Kr) máximo de un 47% por encima de los términos de potencia y energía.

Al corregir el factor de potencia de la instalación obtendremos las siguientes ventajas:

- Disminución de la corriente de línea y por lo tanto las pérdidas de efecto Joule.
- Disminución de la caída de tensión en las líneas.
- Disminución de la sección de los conductores debido a la disminución de la corriente de línea.
- Posibilidad de aumento de potencia útil.

14.2 Tipos de Compensación

Hay varios tipos de compensación de la energía reactiva, la compensación individual, la compensación parcial y la compensación global.

Compensación individual: este tipo de compensación consiste en instalar una batería de condensadores directamente a los bornes del receptor.

Ventajas:

- Elimina el consumo de energía reactiva, eliminando el recargo de la suministradora.
- La corriente reactiva no circula por las líneas del cliente ni de la suministradora.
- Alivia el centro de transformador.
- Las pérdidas de tensión en las líneas disminuyen.

Inconvenientes:

- Es necesario un condensador o una batería de condensadores por cada receptor, aumentando esto el coste.

Compensación parcial: este tipo de compensación consiste en instalar una batería de condensadores en una línea que alimente a varios receptores, haciendo que la compensación se haga por zonas.



Ventajas:

- Elimina el consumo de energía reactiva, eliminando el recargo de la suministradora.
- La corriente reactiva no circula por parte de las líneas del cliente ni de la suministradora.
- Alivia el centro de transformador.
- Las pérdidas de tensión en las líneas disminuyen en la parte de las líneas compensadas, es decir, desde donde están las baterías de condensadores hasta el CT.

Inconvenientes:

- La corriente reactiva estará presente en las líneas, desde los receptores hasta las baterías.
- Es necesario un condensador o una batería de condensadores por cada zona, aumentando esto el coste de una manera intermedia.

Compensación global: este tipo de compensación consiste en instalar una batería de condensadores en el principio de la línea, haciendo que la compensación se haga para todos los receptores.

Ventajas:

- Elimina el consumo de energía reactiva, eliminando el recargo de la suministradora.
- Alivia el centro de transformación.
- Coste reducido.
- Fácil control.
- Fácil instalación.

Inconvenientes:

- La corriente reactiva estará presente en las líneas del cliente, hasta donde está conectada la batería de condensadores.
- Las caídas de tensión producidas por la energía reactiva no quedan compensadas en las líneas del cliente.

En este proyecto se utilizará la compensación de energía reactiva de forma global ya que es la solución que elimina el recargo de la factura de la suministradora. Como todos los receptores no estarán funcionando al mismo tiempo, la potencia a instalar será menor que si se instalara de alguna otra forma y las pérdidas de tensión comparadas, si utilizáramos otro método, no son importantes. No cabe olvidar que esta solución es la de menor coste de instalación.



Hay dos tipos de compensaciones utilizando la forma de compensación global, la compensación fija y la compensación automática. Dependiendo de los receptores instalados y del tiempo que éstos estén funcionando, es conveniente elegir uno de los dos tipos.

- Compensación fija: es aquella compensación en la que suministramos a la instalación, de manera constante, la misma potencia reactiva de carácter capacitivo.

Este tipo de compensación se ha de utilizar cuando se necesite compensar una instalación dónde la demanda reactiva sea constante.

- Compensación automática: es aquella compensación en la que suministramos a la instalación una potencia reactiva de carácter capacitivo dependiendo de la energía reactiva. En ningún caso se podrá ceder a la red energía reactiva de carácter capacitiva. Por este motivo la batería de condensadores va cambiando su capacidad a medida que la energía reactiva de carácter capacitivo vaya cambiando, intentando que el factor de potencia sea 1.

En este proyecto se utilizará la compensación automática ya que es la que más garantías nos ofrece de que compensa la cantidad adecuada de energía reactiva, garantizando que no se cederá en ningún caso energía reactiva de carácter capacitivo a la red.

Este tipo de compensación proporciona un menor coste de instalación y, si bien las líneas y circuitos permanecen en las mismas condiciones de carga que antes de la compensación, se emplea mayoritariamente en instalaciones de mediana y pequeña dimensión, cuando el objetivo prioritario es reducir los costes de explotación.

Las ventajas que aporta la compensación son:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Ajusta la potencia aparente a la necesidad real de la instalación.
- Aumenta la potencia disponible del centro de transformación.

14.3 Batería de Condensadores a instalar

Para el cálculo de la batería de condensadores se ha estimado un factor de potencia de la instalación de 0,80 y se pretende conseguir un factor de potencia de 1.

Según los cálculos, que se pueden ver en el apartado de cálculos, la energía a compensar es de 330,58 kVar. Para conseguirlo, se instalará una batería de condensadores automática, en el cuadro CG de 313,18 kVar. La potencia de la batería de condensadores es más pequeña que la potencia a compensar, dado que en rara ocasión se conseguirá un nivel tan grande de



energía reactiva. A su vez es la batería que tiene una potencia más aproximada a la energía reactiva a compensar y dado que no se puede ceder bajo ningún momento energía capacitiva a la red, la batería no tiene que ser capaz de hacerlo.

Las baterías automáticas SCHNEIDER ELECTRIC poseen las siguientes características y equipamiento:

- Fácil montaje sobre pared.
- Conexión a red eléctrica por la parte superior mediante pasa cables.
- Fusibles a.p.r. para circuito de potencia y mando.
- Regulador digital multifunción con alarmas configurables y puerto TTLRS232.
- Contactores especiales con resistencias de preinserción (de desconexión mecánica).
- Condensadores tipo "CRM".
- Armario metálico IP31.
- Ventilación natural mediante rejillas laterales.
- Termostato de máxima temperatura.
- Protección contra contactos directos incluso con la propia puerta.
- Serie empotrar: AUTOTRANSFORMADOR 400/230 V.A.C INTEGRADO NO NECESARIA CONEXIÓN DE NEUTRO
- Montaje del equipo vertical. No horizontal

La batería de condensadores a instalar será de la marca SCHNEIDER ELECTRIC BLRCH500A000B40 con las características siguientes:

- Modelo: BLRCH500A000B40
- Potencia de compensación: 331 kVAr
- Composición: 10+20+30+40
- Conexión: Trifásica en triángulo
- Tensión nominal: 400 V 50 Hz
- Regulador: Regulador digital multifunción con alarmas configurables
- Programa de trabajo: 1:2:4
- Construcción: Armario metálico
- Condensador: CRM
- Grado protección: IP31
- Color: Blanco
- Instalación: Interior
- Montaje: vertical en pared
- Entrada cables: parte superior mediante pasacables
- Señalización escalones conectados: Display LCD regulador
- Peso: 59 kg
- Dimensiones: 705x170x260 mm



15. Grupo Electrónico

15.1 Introducción

El grupo electrónico está pensado para alimentar a toda la instalación, en los casos de fallo de suministro o anomalías de alimentación ya mencionados en esta memoria. La potencia prevista a suministrar es de 105 kVA con un factor de potencia de 0,8, teniendo por lo tanto una potencia activa de 84 kW. Para garantizar que el grupo pueda arrancar y tenga una larga vida según el fabricante, la carga de éste, no podrá ser superior al 70% de la potencia total del grupo.

15.2 Características del grupo electrónico

El grupo electrónico elegido es el modelo IVRN-115- GAMA RENTAL, de construcción tipo “insonorizado” de 105 kVA, 84 kW de potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red según ISO 8528-1. La potencia activa (kW) está sujeta a una tolerancia de $\pm 5\%$ de acuerdo con las especificaciones del fabricante del motor diésel.

El grupo está formado por los siguientes elementos:

– Motor diésel VOLVO TAD551GE (IIIA).

- Ciclo: Diésel 4 tiempos
- Refrigeración: Agua por radiador
- Nº y disposición de los cilindros: 4 en línea
- Cilindrada total: 4,76 L
- Aspiración del aire: Turbo-Interc.
- Regulador de serie: Electrónico
- Capacidad de aceite: 21 L
- Consumo de aceite a plena carga: 0,11%
- Ratio de compresión: 18
- Diámetro por carrera: 108x130 mm
- Conexión: Estrella.
- Clase de aislamiento: H.
- Protección: IP23.

– Cuadro automático tipo AUT-MP12 que realiza la puesta en marcha del grupo electrónico al fallar el suministro eléctrico de la red y da la señal al cuadro de conmutación para que se conecte la carga al grupo. Al normalizarse el suministro eléctrico de la red, transfiere la carga a la red y detiene el grupo. Se basa en un módulo programable con tres microprocesadores especializados en las tareas de mediciones eléctricas lógica del grupo y comunicaciones, lo



cual confiere al equipo una gran potencia de proceso. Todas las mediciones y las alarmas se visualizan en una pantalla TFT en color.

- Selector de funcionamiento "TEST". Permite probar el funcionamiento del grupo electrógeno de forma independiente del equipo automático y dar servicio a la carga de forma manual si fuera preciso.
- Cargador electrónico de baterías además del alternador de carga de baterías propio del motor diésel.
- Interruptor automático magnetotérmico de protección a la salida del alternador.
- Una batería de 24 V, 120 Ah, tipo plomo-ácido, con cables, terminales y desconectador.
- Resistencia calefactora del motor alimentada por la red, que facilita el arranque en ambientes fríos.

Todos estos elementos montados sobre bancada metálica con antivibratorios de soporte de las máquinas y debidamente conectados entre sí.

El grupo incluye protecciones de los elementos móviles (correas, ventilador, etc.) y elementos muy calientes (colector de escape, etc.), cumpliendo con las directivas de la Unión Europea de seguridad de máquinas 98/37/CE, baja tensión 73/23/CEE y compatibilidad electromagnética 89/336/CEE.

El grupo lleva el marcado "CE" y se facilita el certificado de conformidad correspondiente.

– Alternador:

-Marca: MECC-ALTE

-Modelo: ECP 34-2S/4

-Tipo de cuadro de control: AUT-MP12

-Potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red (Potencia LTP "Limited Time Power" de la norma ISO 8528-1): 115 kVA 90 kW

-Potencia en servicio principal (Potencia PRP "Prime Power" de la norma ISO 8528-1): 105 kVA 84 kW

-Eficiencia Alt. 3/4%: 92,50%

-Eficiencia Alt. 4/4%: 92,20%

-Nº de polos: 4

-Tensión: 400 V

-Regulador de tensión: DSR

-Precisión de la tensión en régimen permanente: $\pm 0,5\%$

-Factor de potencia: de 0,8 a 1

-Frecuencia: 50 Hz



– Medidas:

Largo.....	2990 mm
Ancho.....	1140 mm
Alto.....	1900 mm
Peso sin combustible.....	2120 kg
Capacidad del depósito de combustible.....	190 litros

15.3 Datos de instalación del grupo electrógeno

El grupo electrógeno se situará en el interior del edificio, en la planta "Sótano" en una estancia de superficie 15,66 m², con condiciones especiales de insonorización y revestimiento con la ventilación adecuada acorde a la normativa vigente, así como la evacuación de gases de escape.





Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

Valladolid, Junio de 2.017.
El Ingeniero Eléctrico.

David Francisco Muñoz.