



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE FI DE CARRERA

**TÍTOL: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE
MATERIAS PLÁSTICAS PARA CONSTRUCCIÓN**

AUTOR: YURY BOGDANOV

TITULACIÓ: ENGINYERIA TÈCNICA ELÈCTRICA

DIRECTOR: ARNAU DÒRIA CEREZO

DEPARTAMENT: ENGINYERIA ELÈCTRICA

DATA: JUNY 2009

TÍTOL: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE MATERIAS PLÁSTICAS PARA CONSTRUCCIÓN

COGNOMS: BOGDANOV

NOM: YURY

TITULACIÓ: ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL

ESPECIALITAT: ELECTRICITAT

PLA: 95

DIRECTOR: ARNAU DÓRIA CEREZO

DEPARTAMENT: ENGINYERIA ELÈCTRICA

QUALIFICACIÓ DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

JOSE ANTONIO SANCHEZ LOPEZ

PEDRO ANDRADA GASCON

JUAN SANGRA MAS

DATA DE LECTURA: 9 de Juliol de 2009

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: Sí No

PROYECTE FI DE CARRERA

RESUM (màxim 50 línies)

El presente proyecto se encarga de toda la instalación eléctrica de una nave industrial que se dedica a producción de materiales plásticos para construcción.

El proyecto describe la fase productiva de la planta de tal manera que se puede ver toda la transformación de materias primas en producto final.

Todos los cálculos eléctricos están hechos de acuerdo con la normativa vigente de instalaciones de baja y media tensión.

Es previsto instalar un centro de transformación de alta a baja tensión. Estará conectada a la red eléctrica a partir de la línea de 25kV. La potencia total instalada será de unos 3000 kVA. La tensión de alimentación de las máquinas e iluminación será de 230V/400V. El centro de transformación será de tipo prefabricado y contendrá dos transformadores de 1000kVA cada uno. Además en el centro de transformación estarán instalados todos los aparatos de protección y medida de baja y alta tensión.

Desde el centro de transformación la línea de baja tensión llegará en la nave, desde donde alimentará todos los cuadros existentes.

Para compensar el factor de potencia que tiene la planta (aproximadamente 0,8) se instalará una batería de condensadores electrónica que automáticamente estará conectando paquetes de baterías de tal manera consiguiendo en todo el momento tener el factor de potencia 1.

En el presente proyecto además hay un estudio de protección de contra incendios. Pero éste estudio está hecho de manera que solo adapta a instalación eléctrica.

Para finalizar, se ha analizado todas las posibles repercusiones sobre el medio ambiente que puede provocar el proceso de producción.

Paraules clau (màxim 10):

Centro de medida	Centro de transformación	Cuadro general BT	Potencia instalada
Batería de condensadores	Caída de tensión	Media ambiente	Instalación contra Incendios
Conductores	Alumbrado de emergencia		

ÍNDIX.

ÍNDIX.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. OBJETO.....	5
1.2. NORMATIVA APLICABLE.....	5
2. DATOS GENERALES.....	7
2.1. PETICIONARIO.....	7
2.1.1. TITULAR.....	7
2.1.2. ESTABLECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD.....	7
2.1.3. REPRESENTANTE.....	7
2.2. EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN.....	7
2.3. ASPECTOS URBANÍSTICOS.....	8
2.4. ACTIVIDADES QUE SE DESAROLLAN.....	8
2.5. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	9
3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	9
3.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	9
3.2. PRODUCCIÓN Y CONSUMOS.....	11
3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	12
3.3.1. Poliestireno en granos.....	12
3.3.2. CO ₂	12
3.3.3. Aditivos colorantes.....	13
3.3.4. Nucleante.....	13
3.3.5. Retardante de llama.....	14
3.3.6. Etanol.....	14
3.3.7. Ácido esteárico.....	14
3.4. MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN.....	15
3.5. PERSONAL.....	16
3.6. ELEMENTOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN.....	16
3.6.1. Nave de producción.....	16
3.6.2. Almacenamiento de materias primas.....	16
3.6.3. Almacenamiento de accesorios.....	17
3.6.4. Almacenamiento de productos semi-elaborados.....	17
3.6.5. Almacenamiento de producto terminado.....	17
4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	18
4.1. SUMINISTRO.....	18
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	18
4.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	18
4.3.1. Canalizaciones.....	19
4.3.2. Conductores.....	20
4.3.3. Otros materiales.....	21
4.4. PROTECCIONES.....	21
4.4.1. Protecciones contra contactos directos.....	21
4.4.2. Protecciones contra contactos indirectos.....	21
4.4.3. Protecciones contra sobreintensidades.....	22
4.5. RED PUESTA A TIERRA.....	22
4.6. ACOMETIDA.....	23
4.7. INSTALACIONES DE ENLACE.....	24
4.7.1. Caja de protección y medida.....	24
4.7.2. Derivación individual.....	24

4.7.3.	Dispositivos generales e individuales de mando y protección	25
4.8.	INSTALACIONES INTERIORES	27
4.8.1.	Conductores.....	27
4.8.2.	Identificación de los conductores	27
4.8.3.	Subdivisión de las instalaciones	28
4.9.	EQUILIBRADO DE CARGAS	28
4.10.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	28
4.11.	CONEXIONES	29
4.12.	SISTEMAS DE INSTALACIÓN	29
4.12.1.	Prescripciones generales.....	29
4.12.2.	Conductores aislados bajo tubos protectores.....	30
4.13.	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LOCALES DE REUNIÓN	32
4.13.1.	Alimentación de los servicios de seguridad	32
4.13.2.	Alumbrado de emergencia.....	33
4.13.3.	Lugares donde se instalará alumbrado de emergencia	34
4.14.	ALUMBRADO INTERIOR BÁSICO	35
4.15.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	36
4.15.1.	Descripción de transformadores.....	36
4.15.2.	Obra civil.....	37
4.15.3.	Dispositivos de AT	38
4.15.4.	Dispositivos de BT	40
4.15.5.	Características descriptivas de dispositivos	40
4.16.	COMPENSACIÓN DE FACTOR DE POTENCIA	42
4.17.	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....	42
4.18.	PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN	43
5.	CÁLCULOS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	44
5.1.	CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	44
5.2.	CÁLCULOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	46
5.3.	CÁLCULOS DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	51
5.4.	EMBARRADOS	54
5.5.	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA EN BT	55
5.6.	CÁLCULO DE FACTOR DE POTENCIA	55
5.7.	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	55
6.	INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN DE CONTRA INCENDIOS	56
6.1.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	56
6.2.	CUADROS ELÉCTRICOS.....	57
6.3.	SEÑALIZACIÓN.....	57
6.4.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	58
6.4.1.	Alumbrado de seguridad	58
6.4.2.	Alumbrado de reemplazamiento	59
7.	REPERCUSIONES SOBRE EL ENTORNO	60
7.1.	REPERCUSIONES SOBRE ATMÓSFERA	60
7.2.	INFLUENTES LÍQUIDOS	60
7.3.	RESIDUOS SÓLIDOS.....	60
7.4.	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA, RUIDOS Y VIBRACIONES	61
7.5.	RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.....	61
8.	SOFTWARE DE APOYO	62
9.	BIBLIOGRAFÍA	62

1.INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

Éste proyecto tiene como finalidad la realización del proyecto de instalación eléctrica de una planta industrial dedicada a la fabricación de productos plásticos e aislamiento para construcción.

En el proyecto también se incluye un estudio de la instalación de medidas de protección de incendios de la instalación eléctrica y un estudio medio ambiental.

1.2. NORMATIVA APLICABLE

La normativa considerada en la redacción del presente documento, es la siguiente:

- Llei 3/98, de 27 de Febrer, de la Intervenció Integral de l'Administració Ambiental. (D.O.G.C. n. 2598 de 13.03.1998).
- Decret 143/2003 de 10 de juny, de modificació del Decret 136/99, de 18 de maig pel qual s'aprova el Reglament general de desplegament de la Llei 3/1998, de Intervenció Integral de l'Administració Ambiental.
- Decret 136/99, de 18 de Maig, pel que s'aprova el Reglament general de desplegament de la Llei 3/1998, de Intervenció Integral de l'Administració Ambiental.
- R.D. 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (C.T.E.).
- Real Decreto 842/2002 de 20 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Decreto 322/75 de 6 de Febrero, por el que se desarrolla la ley 38/1972 de 22 de Diciembre sobre Protección del Medio Ambiente Atmosférico. (BOE nº 96 de 22 de Abril de 1975).

- Decret 322/87, de 23 de Septiembre, de desplegament de la Llei 22/83, de 21 de Noviembre sobre Protecció del Ambient Atmosfèric (DOGC nº 919 de 25 de Noviembre de 1987).
- Ordenanzas Municipales.
- Pla Parcial Urbanístic del Sector de Sòl Urbanitzable delimitat S.A.U.I “xxxxxxx” – Ajuntament de xxxxxxxx.
- Ley 20/86, de 14 de Mayo, Básica de residuos Tóxicos y Peligrosos.
- R.D. 833/88, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/86, Básica de residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Llei 6/83, de 7 d’abril, sobre residus industrials. DOGC núm. 321 de 20.04.83 y modificaciones posteriors.
- Decret 142/84 de 11 d’abril, de desplegament de la Llei 6/83 sobre residus industrials.
- Ordre de 17 d’Octubre de 1984, sobre la classificació de residus industrials. DOGC 495 de 19.12.84.
- Decret de la Generalitat de Catalunya 341/1995, de 9 de Gener, por la que se aprova el “Catàleg de residus de Catalunya”. (DOGC núm. 2166, de 09.02.96).
- Ley 29/85, de 2 de Agosto, de Aguas. (BOE nº 189 de 08.08.85 y nº 243 de 10.10.85).
- Real decreto 849/86, de 11 de Abril, que desarrolla parcialmente la Ley de Aguas.
- R.D. 486/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica. (DOGC núm. 3675 de 11.07.2002).
- R.D. 2267/2004, de 3 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Decret 241/1994, de 26 de Juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis als edificis.
- R.D. 379 / 2001, de 6 de abril (BOE num. 112 de 10 de mayo), por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 1244/1979, de , por el que aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.

- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

2.DATOS GENERALES

2.1. PETICIONARIO

2.1.1. TITULAR

Razón Social: PLANTA, S.L.
Dirección: Plaza General Prim, 4 – 5, 4º – 1ª
08720 – TARRAGONA

Telf.: 999 999 999
NIF.: B – 6666666

2.1.2. ESTABLECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD

Razón Social: PLANTA, S.L.
Dirección: Plaza General Prim, 4 – 5, 4º – 1ª
43720 – TARRAGONA

Telf.: 999 999 999
NIF.: B – 6666666

2.1.3. REPRESENTANTE

Nombre: Francisco BALAGUER
Dirección: Plaza General Prim, 4 – 5, 4º – 1ª
43720 – TARRAGONA

Telf.: 999 999 999
NIF.: B – 6666666

2.2. EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN

El solar donde se implantará la fábrica está ubicado en el polígono industrial “VELL” situado en el término municipal de VALLMOLL, provincia de TARRAGONA.

El polígono queda situado a las afueras del núcleo urbano de Vallmoll, cuyo acceso principal se realiza por la Carretera T-233, cerca de su enlace con la N-240 que une las poblaciones de Valls y Tarragona.

La parcela está identificada en el Plan Parcial Urbanístico de la zona como PARCELA 3-GI, tiene la clasificación GI (Gran industria) y una superficie de 35.353 m² con una longitud y anchura de 217x163 m.

La situación del polígono es idónea para el transporte por carretera tanto de materias primas como de producto acabado.

Además, está situada a unos 25 km del polígono petroquímico de Tarragona donde se concentra un gran número de industrias químicas que suministran las materias primas que necesitará la planta.

En los planos PFC-YB-01 y PFC-YB-02 se puede ver la situación y emplazamiento de la fábrica.

2.3. ASPECTOS URBANÍSTICOS

De acuerdo con la normativa aplicable, en el polígono donde se instalará la planta, los parámetros urbanísticos a los que habrá que atenerse, son los siguientes:

CARACTERÍSTICA	CLASIFICACIÓN
Tipo de Ordenación	G.I.
Tipo de construcción	Aislada
Parcela mínima (m ²)	6.000,00
Fachada mínima parcela (m)	40,00
Edificabilidad (m ² st/m ² s)	0,88
Edificabilidad (m ²)	6.667,22
Ocupación (%)	70,00
Ocupación (m ²)	5.303,47
Altura máxima reguladora (m)	11,00
Altura máxima cumbres (m)	15,00
Separación al vial (m)	8,00
Separación a particiones (m)	6,00
Elementos singulares (%)	25,00
Elementos singulares (m ²)	1.666,81
Plazas aparcamiento (turismo)	1/140
Plazas de aparcamiento (bicicleta)	1/200

2.4. ACTIVIDADES QUE SE DESAROLLAN

Las actividades principales a desarrollar en los locales son:

- TRANSFORMACIÓN DE MATERIALES TERMOPLÁSTICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

2.5. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad principal de la empresa y su código son, de acuerdo con la Clasificación Catalana de Actividades Económicas (CCAIE-93):

25.230	Fabricación de materias plásticas para la construcción
--------	--

3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN

La fabricación de planchas de poliestireno extruido es un proceso continuo en el que se pueden diferenciar las fases siguientes:

Mezcla de materias primas:

Las materias primas son, básicamente, poliestireno en grano, aditivos (colorantes, nucleantes, retardante de llama y expansionantes) y material recuperado, que son enviados mediante un sistema de transporte a unas tolvas donde el material se mezcla condicionado por su peso y su velocidad.

Plastificación:

Las materias primas premezcladas son introducidas en la primera extrusora.

Dentro se realiza una aportación de calor, que, juntamente con el calentamiento de las materias primas durante el transporte, produce la fluidificación de la mezcla.

En esta zona se añade además el agente espumante en estado líquido, y se homogeneiza la mezcla en el paso de la extrusora.

Homogeneización y control de temperatura:

En la segunda extrusora la masa sigue mezclándose y se realiza un control de temperatura de la misma, mediante sistemas de resistencias eléctricas y de enfriamiento por agua hasta llegar a la temperatura óptima de expansión.

Al final de la segunda extrusora se hace pasar por un mezclador estático para alcanzar la homogeneidad, temperatura, velocidad y viscosidad óptimas.

Expansión:

A la salida del mezclador estático la masa pasa por un cabezal y de dos placas metálicas paralelas, separadas una cierta distancia prefijada, denominadas “labios”, a la salida de los cuales se produce la expansión de la masa fluidificada, a temperatura ambiente y presión atmosférica, dando lugar a una banda continua de unos 700-1600 mm de ancho y espesor variable entre 20 y 200 mm en función de la producción que se esté realizando.

Curado:

Una vez el producto se ha expandido se hace pasar la plancha por diferentes máquinas que determinan el ancho y la planimetría mientras continúa enfriándose.

La velocidad del panel se determina para permitir el enfriamiento completo del material antes de su corte.

Corte y Mecanizado:

Una vez enfriado el material, se realizan las operaciones de corte y mecanizado del panel para conseguir planchas de dimensiones y acabados comerciales.

Todas las máquinas y zonas de corte y mecanizado se realizan en el interior de salas estancas y perfectamente aisladas para evitar la salida de recortes y polvo que se forma en estas operaciones.

Estas salas están conectadas con el sistema de recuperación donde se reprocessan todos esos materiales.

Así mismo, las salas evitan la emisión de ruidos al resto de la nave, ya que las operaciones que se realizan en ellas emiten ruidos en niveles que es preciso controlar.

Embalaje y Almacenamiento:

Una vez obtenidas las planchas con las características físicas deseadas, se apilan formando paquetes de las dimensiones adecuadas al transporte, mediante un film retráctil de polietileno.

Cada uno de estos paquetes se identifica mediante las oportunas etiquetas y se trasladan al almacén de producto acabado.

Control de Calidad:

Durante todo el proceso se realizan las operaciones de control de calidad del material y las planchas, retirándose las que presentan defectos o no cumplen con las especificaciones requeridas.

Recuperación de producto:

Todos los restos de material producidos en los diferentes puntos de mecanizado de la plancha son transportados por un sistema de aspiración a unos silos de almacenamiento de producto triturado.

Las planchas defectuosas, así como todo el material producido durante las etapas de puesta en marcha o parada de la línea son trituradas en un molino y posteriormente transportadas a los silos de material triturado.

El material triturado almacenado en estos silos pasará por un sistema de recuperación que, mediante la plastificación y posterior trituración formará la “granza” que se almacena en unos silos específicos para volver a ser introducido en la línea de producción como una materia prima más.

Para evitar que el aire del sistema de aspiración que transporta el material recuperado y triturado pueda arrastrar al exterior virutas y polvo, se hace pasar a través de unos filtros específicos que se encargan de retener las partículas existentes en la corriente de aire y dejar pasar el aire limpio al exterior.

Las partículas sólidas retenidas en el filtro se recuperan igualmente a través del sistema de recuperación de material.

El esquema del proceso está representado en plano PFC-YB-03.

3.2. PRODUCCIÓN Y CONSUMOS

La producción estimada de la planta será de:

- Planchas de poliestireno extruido: 250.000 m³/año (8.750 Tn/año)

Las materias primas que se consumirán se estiman en:

- Poliestireno en grano: 9.000 Tn/año
- Etanol: 260 Tn/año
- Retardante de llama: 190 Tn/año
- Nucleante: 175 Tn/año
- Aditivo colorante: 20 Tn/año
- CO₂: 375 Tn/año
- Ácido esteárico: 125 Tn/año

Los consumos de energía estimados serán:

- Electricidad: 5.500 MWh/año
- Gasoil: 1 Tn/año

El consumo de gasoil no se utiliza directamente en el proceso productivo, sino que está contemplado por el consumo de las carretillas elevadoras que se utilizan para el transporte y almacenado del producto dentro de la planta.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

A continuación se describen algunas de las características y condiciones de almacenaje de las materias primas utilizadas para la producción de poliestireno extruido:

3.3.1. Poliestireno en granos

Nombre comercial de la sustancia: polystyrene GPPS.

Propiedades físicas y químicas:

Estado físico	Sólido
Color	Incoloro
Olor	Inodoro
Forma	Gránulos
Punto de inflamación	>350°C
Temperatura de autoignición	ca. 490°C
Densidad	ca. 1050 kg/m ³ a 20°C
Densidad aparente	620 kg/m ³
Solubilidad en agua	Insoluble

Almacenamiento: se debe mantener alejado de la luz directa del sol y de otras fuentes de calor o ignición.

3.3.2. CO₂

Nombre comercial de la sustancia: Dióxido de carbono líquido refrigerado (CO₂).

Propiedades físicas y químicas:

Estado físico	Gas licuado
Color	Incoloro
Olor	Sin olor
Peso molecular	44g/mol
Densidad relativa del vapor	1,52 (aire = 1)
Densidad relativa	1,03 (agua = 1)
Presión de vapor	57,30 bar a 20°C
Temperatura de ebullición	-78,5°C
Temperatura de fusión	-56,6°C
Solubilidad en agua	2,000 g/l

Almacenamiento: no se debe permitir que la temperatura de almacenamiento alcance los 50°C. Los envases deben ser almacenados en un lugar especialmente construido y bien ventilado, preferiblemente al aire libre. No almacenar en un espacio confinado. Los envases deben ser almacenados en lugares libres de riesgo de incendio y lejos de fuentes de calor e ignición y protegerse si son almacenados al aire libre contra la corrosión y las condiciones atmosféricas extremas.

3.3.3. Aditivos colorantes

Nombre comercial de la sustancia: PDC FFSB-0133 AMB PSEXTNC NB25Kg.

Propiedades físicas y químicas:

Estado físico	Sólido
Color	Incoloro
Olor	Inodoro
Punto de fusión	>80°C
Propiedades explosivas	no explosivo
Propiedades comburentes	no oxidante
Densidad aparente	620-1200 kg/m ³
Solubilidad en agua	Insoluble

Almacenamiento: se debe conservar en lugar fresco manteniéndose alejado de llamas y chispas donde se evite la acumulación de cargas electrostáticas. Si se almacena en locales, éstos deben estar adecuadamente aireados.

3.3.4. Nucleante

Nombre comercial de la sustancia: PDC CFSB-0016 AMB PSINJNC NB25Kg.

Propiedades físicas y químicas:

Estado físico	Sólido
Color	Incoloro
Olor	Inodoro
Punto de fusión	>80°C
Propiedades explosivas	no explosivo
Propiedades comburentes	no oxidante
Densidad aparente	620-1200 kg/m ³
Solubilidad en agua	Insoluble

Almacenamiento: se debe conservar en lugar fresco manteniéndose alejado de llamas y chispas donde se evite la acumulación de cargas electrostáticas. Si se almacena en locales, éstos deben estar adecuadamente aireados.

3.3.5. Retardante de llama

Nombre comercial de la sustancia: PDC CFSB-0079 AMB PSENTNC NB25Kg.

Propiedades físicas y químicas:

Estado físico	Sólido
Color	Incoloro
Olor	Inodoro
Punto de fusión	>80°C
Propiedades explosivas	no explosivo
Propiedades comburentes	no oxidante
Densidad aparente	620-1200 kg/m ³
Solubilidad en agua	Insoluble

Almacenamiento: se debe conservar en lugar fresco manteniéndose alejado de llamas y chispas donde se evite la acumulación de cargas electrostáticas. Si se almacena en locales, éstos deben estar adecuadamente aireados.

3.3.6. Etanol

Nombre comercial de la sustancia: Alcohol Etilica 96°.

Propiedades físicas y químicas:

Estado físico	Líquido
Color	Incoloro
Olor	Alcohólico
Temperatura de fusión	-144°C
Temperatura de ebullición	78,3°C
Temperatura de autoignición	365°C
Presión de vapor	59,2 mbar a 20°C
Densidad	0,806 g/cm ³ a 20°C
Solubilidad en agua	Totalmente miscible

Almacenamiento: se debe almacenar en envases herméticamente cerrados, en lugares frescos y bien ventilados.

3.3.7. Ácido esteárico

Nombre comercial de la sustancia: Lasacid.

Propiedades físicas y químicas:

Estado físico	Sólido
Color	Blanco
Olor	Graso
Temperatura de ebullición	240°C
Temperatura de autoignición	350°C
Densidad	840 kg/m ³ a 75°C
Solubilidad en agua	Insoluble

Almacenamiento: se debe almacenar en envases hechos con materiales apropiados para el uso de ácidos grasos.

3.4. MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN

La relación de maquinaria para el proceso productivo a instalar en la planta y la estimación de su potencia es la siguiente:

MÁQUINA	POTENCIA (kW)
1ª Extrusora	600
Empaquetadora	40
Paletizado	60
Aspiración	300
Molino	45
2ª Extrusora	530
Refrigeración	135
Bombas de agua	70
Tanque CO2	5
Cinta arrastre	60
Tanque etanol	5
Bomba LEWA 1	25
Bomba LEWA 2	25
Bomba LEWA 3	25
Compresor 1	30
Compresor 2	30
Secador	2
Purgas	2
Pallmann	180
Pretritador	60
Silo triturado	5
Silo	5
Paternóster PN1, PN2, PN3, PN4	40
Noria de enfriamiento 1	40
Noria de enfriamiento 2	25
Fresado Longitudinal	70
Fresado Transversal	120

La maquinaria necesaria exige gran superficie al tratarse de un proceso continuo y debido al tiempo necesario entre cada operación.

3.5. PERSONAL

La fabricación de poliestireno extruido necesita de poca mano de obra ya que el proceso productivo está totalmente mecanizado y simplemente necesita personal para el control y mantenimiento de dicha maquinaria. Además la planta albergará una zona de oficinas y laboratorio para la gestión y control de calidad del proceso y del producto por lo que también contará con personal ello. Así la relación de personal con el que contará la planta para el desarrollo de la actividad será la siguiente:

CARGO	PERSONAL
Directivos	1
Técnicos de producción, calidad y mantenimiento	4
Administrativos	5
Operarios proceso (a turnos)	20
Operarios mantenimiento (a turnos)	7
TOTAL	37

3.6. ELEMENTOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN

Para el desarrollo de la actividad de la planta, ésta necesitará de los siguientes elementos:

3.6.1. Nave de producción

La planta necesitará de una nave industrial que albergue y proteja la zona donde se ubicará la maquinaria de producción y las zonas de dirección y gerencia de la fábrica. Además la nave industrial también contará con un laboratorio donde se realice el control de calidad del producto. Estas zonas son en las que se desarrollará el trabajo continuo de los empleados y que requieren de unas condiciones ambientales y de confort para su realización.

3.6.2. Almacenamiento de materias primas

Las materias primas necesarias para la producción de poliestireno extruido, se pueden clasificar en dos grupos, materias sólidas, y materias líquidas y gaseosas. Debido a las

características vistas anteriormente de dichas sustancias el sistema de almacenamiento de éstas será:

Silos metálicos de almacenamiento para las sustancias sólidas:

- Poliestireno en grano.
- Material recuperado.
- Nucleante.
- Retardante de llama.
- Colorante.

Tanques herméticos para las sustancias solidas y gaseosas:

- CO₂.
- Etanol.

3.6.3. Almacenamiento de accesorios

Además del almacenamiento de las materias primas propiamente dichas, para el funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria se necesitarán aceites y otras sustancias que también deben ser almacenadas. Por ello la fábrica también contará con un almacén donde se guarden las sustancias antes mencionadas y otros artículos como las bobinas de film retráctil necesario para el embalaje de las planchas de XPS.

3.6.4. Almacenamiento de productos semi-elaborados

En él se almacenarán las planchas de XPS una vez empaquetadas en la zona principal de producción. En este almacén pasarán un periodo de cuarentena donde las planchas de poliestireno extruido terminarán de enfriarse en todo su volumen y se hará el control de calidad del producto terminado. Dado que en este almacén intermedio se realizarán trabajos de recogidas esporádicas de muestras para el control de la producción y el producto ya está en su última fase y no necesita de condiciones ambientales especiales sino que consiguen su enfriamiento con la temperatura ambiente, este almacenamiento se hará en una construcción a parte de la nave industrial con una estructura cubierta para facilitar los trabajos en él antes descritos.

3.6.5. Almacenamiento de producto terminado

El producto terminado empaquetado y embalado, no necesita de condiciones especiales para su almacenamiento. Además la producción prevista para la planta de planchas de poliestireno extruido es bastante amplia por lo que el almacenaje del producto terminado se realizará al aire libre en estructuras de varios niveles de fácil acceso mediante carretillas elevadoras.

4.INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El presente apartado tiene por objeto la INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN que la empresa PLANTA, S.L. quiere ejecutar en sus locales del P.I. VELL de VALLMOLL (Tarragona).

4.1. SUMINISTRO

El suministro de energía eléctrica se realizará la compañía suministradora ENDESA y será de tipo trifásico a alta tensión de 25 kV y a una frecuencia de 50 Hz. La nave dispondrá un centro de transformación propio para alimentar la maquinaria que dispone a baja tensión, 230 V para los equipos monofásicos y 400V para los equipos trifásicos.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La potencia total instalada es de:

3.136,98 kW

Se estima un factor de simultaneidad aproximado de 0.5, con lo que la potencia en carga se estima aproximadamente en

1.568 kW

La solución elegida para suministrar la energía eléctrica es instalar 2 transformadores de 1000kVA cada uno. Por motivos económicos se instalará la oportuna batería de condensadores para alcanzar un

$\cos \varphi = 0.99$

4.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

La instalación parte de una Estación Transformadora (ET).

El sistema de Conexión del neutro adoptado es TN-S.

De la estación transformadora parte la Acometida conectada al Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) donde se instalan las protecciones generales de la instalación.

El Cuadro General de Baja Tensión se instala dentro de una sala específica situada en la Primera Planta del Anexo SUR – OESTE de la nave, desde donde parten las diferentes líneas de alimentación a los diferentes consumidores y cuadros de maniobra, donde, en su caso, se instalan además protecciones específicas.

El suministro de Energía se contrata en Alta Tensión, por lo que no existe en esta instalación (Baja Tensión) ningún Interruptor de Control de Potencia que limite el consumo que se realiza ni Conjunto de Medida para su control.

4.3.1. Canalizaciones

Las canalizaciones se realizan por regla general mediante canales y bandejas perforadas instaladas al efecto en la nave.

En las zonas donde existe peligro de que acciones mecánicas externas puedan afectar a los cables, se instalarán tapas de protección.

En concreto, se instalarán bandejas con tapa en todas las bandejas o tramos de bandeja situadas en los dos primeros metros sobre el nivel de la nave.

Las canalizaciones situadas fuera de las naves, serán por regla general enterradas, con utilización de tubos de PE corrugado de doble capa que conectarán las diferentes arquetas o éstas con el interior de las naves y/o edificaciones.

En los pasos por zonas con tránsito de vehículos estos tubos se instalarán debidamente protegidos por recubrimiento de hormigón en masa, de acuerdo con la ITC-BT-07.

Para la acometida, dado el elevado número de cables a instalar, se realizará una canalización especial, mediante la construcción de una zanja donde se instalarán los cables directamente enterrados sobre un lecho de arena lavada de río.

En el cruce de la calle situada en el OESTE de la parcela, y para acceder desde la zona sin tránsito hasta el interior de la nave, esta zanja se convertirá en un canal de hormigón armado de 20 cm de espesor de pared, donde se alojarán los cables directamente enterrados sobre un lecho de arena lavada de río.

Este canal estará protegida en su parte superior por una losa de hormigón armado de forma que los cables estén perfectamente protegidos frente a las acciones mecánicas del tránsito, pero que será practicable de forma que pueda retirarse en caso de necesidad de acceso a los cables instalados en dicha canal.

Esta canalización no cumple estrictamente con lo indicado en la ITC-BT-07 pero se considera perfectamente válida para la correcta protección de los cables instalados en ella.

4.3.2. Conductores

Las secciones de los conductores se elegirán en función de los cálculos de Caída de Tensión y Cortocircuito de los diferentes circuitos.

Las bases de cálculo están indicadas en el Anexo del presente proyecto.

Las características de los conductores a utilizar serán de los siguientes:

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA):

Cableado de Potencia:

- Tipo: Conductor RZ1-K, no propagador de la llama.
- Tensión nominal: 0.6 / 1 kV
- Aislamiento: XLPE
- Material conductor: COBRE
- Señalización por colores:
 - . Fase R: Negro
 - . Fase S: Gris
 - . Fase T: Marrón
 - . Neutro: Azul
 - . Tierra: Amarillo – Verde

INTERIOR DE ARMARIOS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MANDO:

Cableado de Potencia:

- Tipo: Conductor H07Z-R.
- Tensión nominal: 450 / 750 V
- Aislamiento: Poliolefina ignífuga
- Material conductor: COBRE
- Señalización por colores:
 - . Fase R: Negro
 - . Fase S: Gris
 - . Fase T: Marrón
 - . Neutro: Azul
 - . Tierra: Amarillo – Verde

LÍNEAS A RECEPTORES:

Cableado de Potencia:

- Tipo: Conductor RZ1-K, no propagador de la llama.
- Tensión nominal: 0.6 / 1 kV
- Aislamiento: XLPE
- Cubierta exterior: NO
- Armadura: NO
- Material conductor: COBRE

En el Anexo se incluye la lista de cables a instalar, así como sus protecciones y la intensidad máxima admisible para cada uno de ellos.

4.3.3. Otros materiales

Todos los materiales empleados serán adecuados para su utilización en la zona donde se instalen.

Así, y por regla general, todos los consumidores y mecanismos que se instalen a la intemperie tendrán un índice de protección IP-55 o superior.

4.4. PROTECCIONES

4.4.1. Protecciones contra contactos directos

Todas las partes activas de la instalación eléctrica dispondrán de cubiertas u obstáculos que impidan el contacto franco o accidental de las personas que ocasionalmente o frecuentemente concurren por la zona objeto del proyecto, en cumplimiento del vigente Reglamento de Baja Tensión.

4.4.2. Protecciones contra contactos indirectos

Todas las masas de las instalaciones que puedan quedar accidentalmente bajo tensión se conectarán a tierra para la protección contra contactos indirectos, junto con dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Las masas de los motores y equipos eléctricos estarán unidas eléctricamente a la red de tierras a instalar, según se describe en el capítulo 4.4 de esta memoria.

En las líneas de alumbrado se instalarán además interruptores diferenciales de sensibilidad 300 mA

La red de tierras tendrá una resistencia tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en locales y emplazamientos conductores.
- 50 V en los demás casos

4.4.3. Protecciones contra sobreintensidades

Cada uno de los circuitos de alimentación a los receptores estará provisto en el origen de los elementos necesarios de protección contra sobreintensidades, tanto por sobrecargas como por cortocircuitos.

En los motores gobernados por convertidores de frecuencia, capaces de proteger al receptor contra sobrecargas, no será necesaria protección térmica adicional. En este caso, se protegerán la instalación global convertidor – motor contra cortocircuitos mediante fusibles calibrados.

Los circuitos de alumbrado y maniobra se protegerán mediante interruptores automáticos magnetotérmicos, de curva y calibre adecuados.

La curva seleccionada, siempre que así lo permitan los cálculos, será “C”.

4.5. RED PUESTA A TIERRA

Todos los receptores y otros elementos susceptibles de quedar, aún de forma accidental, bajo tensión se conectarán a tierra mediante los oportunos cables de protección, que serán de la misma sección que el conductor con que se alimenta.

La conexión a tierra de todos estos cables de protección se efectuará a través de un anillo de tierra instalado alrededor de toda la nave, formando un circuito equipotencial y constituido por cable desnudo de Cu, de sección 90 mm^2 de acuerdo con lo indicado en el apartado 8 de la ITC-BT-18.

El anillo de equipotencialidad se conectará a las tomas de tierra colocadas alrededor de la nave, formadas por piquetas o placas de puesta a tierra instaladas en pozos registrables instalados al efecto.

Las líneas de alumbrado exterior se acompañarán igualmente con cable desnudo de Cu de 16 mm^2 de sección, de forma que puedan conectarse a este anillo todos báculos, postes y otras masas susceptibles de quedar bajo tensión.

La resistencia de éste circuito principal de tierra será

$$R < 37 \Omega$$

Para garantizar que se cumple esta condición, se efectuarán mediciones oportunas en campo. Si el valor obtenido en las mediciones no fuera el deseado, se ampliará la red de tierra mediante la colocación de nuevos electrodo hasta obtener el resultado indicado.

4.6. ACOMETIDA

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Aérea, posada sobre fachada. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para los cruces de vías públicas y espacios sin edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.
- Aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.
- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.
- Aero-subterránea. Cumplirá las condiciones indicadas en los apartados anteriores. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:
 - Resistencia al impacto: Fuerte (6 julios).
 - Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
 - Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
 - Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
 - Resistencia a la penetración de objetos sólidos: $D > 1 \text{ mm}$.
 - Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta.
 - Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

4.7. INSTALACIONES DE ENLACE

4.7.1. Caja de protección y medida

Para el caso de suministros a un único usuario, al no existir línea general de alimentación, se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible que incluye una CGP.

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

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.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

4.7.2. 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.

La derivación individual estará constituida por conductores aislados en el interior de tubos empotrados.

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

4.7.3. Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

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.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha

en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

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

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

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

" I_a " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" U " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).

Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

4.8. INSTALACIONES INTERIORES

4.8.1. Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

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 %).

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
$S_f > 35$	$S_f/2$

4.8.2. Identificación de los conductores

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

4.8.3. Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, 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.

4.9. 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.

4.10. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

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>aislamiento (MΩ)</u>	<u>Tensión ensayo cc (V)</u>	<u>Resistencia de</u>
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50
> 500 V	1000	≥ 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.

4.11. CONEXIONES

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

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

4.12. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

4.12.1. Prescripciones generales

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

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

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

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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

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

4.12.2. Conductores aislados bajo tubos protectores

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

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

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- 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.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de

suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

4.13. PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LOCALES DE REUNIÓN

4.13.1. Alimentación de los servicios de seguridad

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, independientes de la alimentación normal.

En la planta locales de reunión se encuentran en la zona de oficinas. Ésta parte de la planta estará equipada de los luces de emergencia autónomos que se pondrán en marcha en el caso de la falta de suministro eléctrico y funcionarán durante de un tiempo suficiente necesario para evacuación de personal de la zona interior de oficinas.

Las luces de emergencia contendrán las baterías incorporadas que estarán conectadas a la red eléctrica de tal manera para que no se pierdan su carga.

A parte del alumbrado de emergencia en la zona de oficinas habrá equipos SAI que alimentarán equipos informáticos de administración, servidor general y los ordenadores generales de control del proceso de producción.

Las fuentes para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- el emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.

- no se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad (alumbrado de evacuación, alumbrado ambiente y alumbrado de zonas de alto riesgo).

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia (alumbrado de seguridad y alumbrado de reemplazamiento, según los casos).

4.13.2. Alumbrado de emergencia

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

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

Alumbrado de seguridad:

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

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

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la

fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

En la nave habrá dos tipos de alumbrado de seguridad:

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

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

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

- **Alumbrado ambiente o anti-pánico:** Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

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

Alumbrado de reemplazamiento:

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

4.13.3. Lugares donde se instalará alumbrado de emergencia

Con alumbrado de seguridad:

- a) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- b) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- c) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- d) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- e) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.

- f) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- g) a menos de 2 m de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- h) a menos de 2 m de cada cambio de nivel.
- i) a menos de 2 m de cada puesto de primeros auxilios.
- j) a menos de 2 m de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- k) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

4.14. ALUMBRADO INTERIOR BÁSICO

Para cumplir el Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los sitios de trabajo refiriendo al alumbrado, se ha realizado el estudio de grado de alumbrado de cada zona del establecimiento.

El alumbrado de cada zona o parte de un sitio de trabajo se adapta a las características de la actividad que se realiza en ella, teniendo en cuenta los riesgos de la seguridad y salud de los trabajadores que dependen de las condiciones de visibilidad y las exigencias visuales de las tareas que ejecuten.

Siempre que sea posible los sitios de trabajo tendrán un alumbrado natural, que se complementará con un alumbrado artificial cuando el primero, por sí solo, no puede garantizar las condiciones de visibilidad adecuadas. En estos casos se utilizará preferentemente el alumbrado artificial general complementada, al mismo tiempo, con una localización cuando en las zonas concretas requieren niveles de alumbrado elevados.

Los niveles mínimos de alumbrado de los sitios de trabajo serán establecidos en la tabla siguiente:

Zona o parte del sitio de trabajo (*)	Nivel mínimo de alumbrado (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1. Bajas exigencias visuales	100
2. Exigencias visuales moderadas	200
3. Exigencias visuales altas	500
4. Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50
(*) El nivel de alumbrado de una zona en la que ejecute una tarea se medirá a la altura donde se realiza; en los casos de zonas de uso general será de 85 cm de altura y en el de las vías de circulación a nivel de altura.	

4.15. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.15.1. Descripción de transformadores

Como ya fuera indicado antes estarán instalados 2 transformadores. Cada transformador a instalar será de aceite de fabricante ORMAZABAL, o equivalente. Cada uno tendrá las siguientes características:

Potencia (kVA)	1000
Tensión asignada primaria	25kV
Tensión asignada secundaria	400V
Grupo de conexión	Dyn 11
Pérdidas en Vacío (W)	2000
Pérdidas en carga (W)	10500
Impedancia de cortocircuito % a 75°C	6
Intensidad de Vacío al 100% de Vn	1,5
Nivel de potencia acústica	68
Caída de tensión a plena carga ($\cos\varphi=1$)	1,2
Rendimiento(carga 100%, $\cos\varphi=1$)	98,8
Rendimiento(carga 75%, $\cos\varphi=1$)	99

Las sobrecargas admisibles estarán de acuerdo a IEC 354. El transformador será de tipo hermético, tendrá la caja completamente llenada con aceite. Estará equipado con paredes de aletas flexibles que permitirán la refrigeración suficiente del transformador y también compensarán los cambios de volumen de aceite durante el calentamiento. No necesitará ningún tipos de análisis periódico del aceite porque como ya era descrito antes será de tipo hermético y por lo tanto el aceite no estará en contacto con aire.

Los elementos que tendrá que llevar el transformador son:

- Dos anillas de elevación: para poder manipularlo con grúa en el momento de montaje y desmontaje.
- Base con ruedas bidireccionales: para poder instalarlo en el sitio previsto en la caseta del centro de transformación.
- Terminales para la puesta en tierra
- Conmutador sin tensión
- Descargadores de arco para tensiones de 25kV
- Placa de características

El tipo de aceite que tendrá que llevar el transformador será de tipo mineral con características eléctricas y químicas conformes a las Normas IEC y exente de P.C.B o P.C.T.

4.15.2. Obra civil

Características constructivas:

El centro de transformación a instalar será prefabricado en hormigón de tipo caseta PFU de fabricante ORMAZABAL, o equivalente.

El centro de transformación constará de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporarán todos los componentes eléctricos: desde dispositivo de Alta tensión, hasta los cuadros de Baja tensión, incluyendo transformador, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La construcción, montaje y equipamiento interior se realizará íntegramente en fábrica.

La entrada al CT se realizará a través de una puerta en su parte frontal, que dará acceso a la zona de dispositivo, en la que se encuentran las celdas de Alta tensión, cuadros de Baja tensión y elementos de control del centro. Además cada transformador tendrá su propia puerta prevista para su extracción del centro en caso de sustitución o para el acceso para mantenimiento.

La envolvente de este centro será de hormigón armado vibrado, y se compondrá de 2 partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Donde estará ubicado cada transformador el centro de transformación dispondrá de un cubeto previsto para en el caso de pérdida de todo el aceite de transformador, el líquido se quede dentro del cubeto hasta que no esté recogida por empresa especial dedicada a reciclaje de este tipo de aceite.

Todas las armaduras del hormigón estarán unidas entre si y al colector de tierra, según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 k Ω respecto a la tierra de la envolvente.

El acabado estándar del centro se realizará con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes, y color marrón en techos, puertas y rejillas.

Además, por motivo que la potencia de cada transformador supera 630kVA está previsto instalar rejillas de ventilación adicionales.

Los índices de protección presentados para este edificio serán:

Centro	IP23
Rejillas	IP23
Sobrecarga de nieve	250kg/m ²
Sobrecarga del viento	100kg/m ²
Sobrecarga en el piso	400kg/m ²
Temperatura min transitoria	-15°C
Temperatura max transitoria	50°C
Temperatura media diaria	35°C

Las características constructivas de la caseta prefabricada serán:

Dimensiones exteriores	Longitud	6080mm
	Anchura	2380mm
	Altura	3240mm
	Superficie	14,5m ²
Dimensiones interiores	Longitud	5900mm
	Anchura	2200mm
	Altura	2550mm
	Superficie	13m ²
Dimensiones excavación	Longitud	6880
	Anchura	3180
	Profundidad	560
Peso	18000kg	
Puerta de acceso	1100x2100mm	
Puerta de transformador	1260x2400mm	

El centro de transformación está representado en el plano PFC-YB-13.

4.15.3. Dispositivos de AT

Las características generales de los dispositivos utilizados en la instalación son las celdas CGM. El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de alta tensión, con el aislamiento y corte en SF₆, la conexión entre diferentes módulos se realiza mediante un sistema patentado por Ormazabal. Las partes que forman estas celdas son:

- **Base y frente:**

La altura y diseño de estas bases permite el paso de cableado entre las celdas sin necesidad de pozo, y presenta el circuito unifilar y eje de accionamiento de dispositivos a la misma altura de su operación. También, la altura de estas bases facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, el mirador para el manómetro, y esquema eléctrico de la celda y los accesorios de los accionamientos del mando.

En la parte inferior se encuentra las presas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una platina de cobre a lo largo de toda la celda, que permite la conexión al mismo sistema de tierras y de las pantallas de cables.

- **Cuba:**

La cuba, fabricada en acero inoxidable y contiene el interruptor, embarrado y portafusibles, y el gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión de 1,3 bares (excepto para las celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento

de los requisitos de operación segura durante toda la vida útil de la celda, sin necesidad de reposición de gas.

Ésta cuba contiene un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite la salida hacia la parte de atrás de la celda, evitando así incidencias sobre las personas, cables o dispositivos del centro de transformación.

El embarrado que se encuentra en la cuba está dimensionado para soportar intensidad asignada.

- ***Interruptor/seccionador/seccionador puesta a tierra:***

El interruptor del sistema CGM tiene 3 posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de éste interruptor se realiza mediante la palanca de accionamiento sobre dos ejes diferentes: un para el interruptor y otro para seleccionar la puesta a tierra de los cables a acometida.

Estos elementos son de maniobra independiente, de forma que su velocidad de actuación no depende de la velocidad de accionamiento de operario.

El interruptor de la celda CMIP sólo tiene posición de conectado y seccionado.

- ***Mando:***

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, que se pueden ser accionados de manera manual o motorizada.

- ***Fusibles (celda CMP-F):***

En las celdas de CMP-F los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen e los tubos de portafusibles de resina aislante. Los tres tubos son perfectamente estancos respecto al gas SF₆ y del exterior. El disparo se produce por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleva debido a una falta en los fusibles o al calentamiento excesivo de estos.

- ***Conexión entre las celdas:***

Elemento empleado para realizar la conexión eléctrica y mecánica entre celdas, és un elemento patentado por Ormazabal y permite la unión del embarrado de las celdas fácilmente.

- ***Conexión de los cables:***

La acometida de alta tensión y las salidas a transformador o celda de medida se realiza con el cable. Los uniones de éstos cables han de realizarse con terminales enchufables de conexión sencilla.

- ***Enclavamientos:***

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

- No se puede conectar el seccionador de puesta a tierra con los aparatos principales cerrados, y además no se puede cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se puede sacar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y también para abrir seccionador de puesta a tierra la tapa frontal tiene que estar cerrada.

- ***Características eléctricas:***

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal	36kV
Nivel de aislamiento:	
Frecuencia industrial:	
- A tierra y entre fases	70kV
- A la distancia de seccionamiento	80kV
Impulso de tipo relámpago:	
- A tierra y entre fases	170kV
- A la distancia de seccionamiento	195kV

En la descripción de cada celda se incluye los valores propios correspondientes a las intensidades nominales térmicas, dinámicas, etc.

4.15.4. Dispositivos de BT

Los elementos de salida en baja tensión en centro de transformación se colocará un interruptor automático para cada transformador, que tendrán como misión actuar como la protección general de la instalación de potencia en baja tensión.

4.15.5. Características descriptivas de dispositivos

Celda de entrada/salida 1 (CGM-CML-36):

Celda con protección exterior metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo de $V_n = 36$ kV, $I_n = 400$ A y dimensiones 420mm x 850mm x 1800mm y de peso total de 145 kg.

La celda CML del interruptor - seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre y aislante, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior – frontal mediante bornes enchufables. Presenta también captadores para la detección de tensión en los cables de acometida.

Otras características constructivas:

Capacidad de corte:	400 A
Intensidad de corto circuito:	16 kA/40kA
Capacidad de cierre:	40 kA
Mando interruptor:	manual tipo B

Celda de abonado (CGM-CMIP-36):

Celda con protección exterior metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo de $V_n = 36$ kV, $I_n = 400$ A y dimensiones 420mm x 850mm x 1800mm y de peso total de 125 kg.

La celda CML del interruptor - seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un

embarrado superior de cobre y aislante. Presenta también captadores para la detección de tensión en los cables de acometida.

Otras características constructivas:

Capacidad de corte:	400 A
Intensidad de corto circuito:	16 kA/40kA
Capacidad de cierre:	40 kA
Mando interruptor:	manual tipo B

Interruptor automático (CGM-CMP-V-36):

Celda con protección exterior metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo de $V_n = 36$ kV, $I_n = 400$ A y dimensiones 600mm x 850mm x 1800mm y de peso total de 238 kg.

La celda CMP-V del interruptor automático, dotada con un sistema de protección RPGM. Las posibilidades de relé de ésta celda incluyen las protecciones contra sobrecargas de fase y pérdidas a tierra, contra corto circuito entre fases y tierra, y unidad de disparo externo.

Capacidad de ruptura:	400 A
Capacidad de ruptura en c.c.:	12,5 kA
Intensidad de c.c.:	12,5 kA/31,5 kA
Capacidad de cierre:	31,5 kA
Relé de protección:	RPGM
Mando interruptor automático:	RAM motorizado

Relé de protección general (RPGM):

El interruptor de potencia en la celda de protección se acciona mediante el relé electrónico de tecnología analógica y muy bajo consumo, que se alimenta para su funcionamiento de la energía proporcionada por los transformadores de intensidad tiroidales, analiza la información circulante, y es capaz de activar el disparador en función de su curva de operación.

El incendio del sistema se produce automáticamente a partir de 5 A. Para los corrientes inferiores no es operativo.

El equipo permite, por familias de curvas de tipo normalmente inverso, muy inverso, extremadamente inverso y instantáneo, protección contra sobrecargas de fase, corto circuito entre fases, protección homopolar, contra faltas a tierra y por disparo externo.

Celda de medida (CGM-CMM-36):

Celda con protección exterior metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo de $V_n = 36$ kV, $I_n = 400$ A y dimensiones 1100mm x 1160mm x 1950mm y de peso total de 290 kg.

La celda CMM de medida es un módulo metálico, construido con chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión y intensidad que se utilizan para dar valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

La tapa de la celda tiene dispositivos que evitan la posibilidad de contacto auxiliar, y permiten el sellado de ella misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

Transformador de intensidad:

De aislamiento seco y construido cumpliendo las normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Relación de transformación:	15/5
Potencia:	15VA
Clase de precisión:	0,5
Intensidad térmica:	80In
Sobreintensidad admisible en perman.:	1,2In
Aislamiento:	
Tensión nominal:	36kV
A frec. Industrial:	70kV
A impulso:	170kV

Transformador de tensión:

Relación de transformación:	27500/V3-110/V3
Potencia:	50VA
Clase de precisión:	0,5
Sobretensión admisible en perm.:	1,2Vn
Aislamiento nominal:	36kV
A frec. Industrial:	70kV
A impulso:	170kV

4.16. COMPENSACIÓN DE FACTOR DE POTENCIA

Se instalará una batería de condensadores de 1200kVar, para mejorar el factor de potencia de la instalación.

Este equipo de compensación será un equipo automático, que dispondrá de diferentes módulos de condensadores, en éste caso 4 módulos de 300kVar cada uno. La batería de condensadores será de tipo modular y se controlará a partir de equipo electrónico incorporado que calculará que módulos hay que conectar en cada momento para tener el factor de potencia prefijado.

4.17. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Periódicamente se realizarán las oportunas revisiones de la instalación de puesta a tierra, con comprobación y medidas de la resistencia de tierra y de continuidad de los circuitos.

Como mínimo se realizará una revisión anual coincidiendo con la época de mayor sequía.

Igualmente se revisará el resto de la instalación eléctrica, reparando las deficiencias encontradas.

En el caso del circuito de puesta a tierra, si los valores medidos de resistencia de tierra fueran mayores que los indicados, se ampliará hasta alcanzar dichos valores.

El mantenimiento de las instalaciones se contratará a un servicio de mantenimiento externo debidamente autorizado, o bien podrá ser realizado por los servicios de mantenimiento de la Propiedad, previa autorización por los Serveis d'Industria como "Empresa Automantenedora".

4.18. PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN

Una vez ejecutados los trabajos de instalación se realizarán las siguientes pruebas de la misma:

- Prueba de CONTINUIDAD DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN
- Prueba de RESISTENCIA DE AISLAMIENTO de la instalación.
- Medida de RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.
- Medida de RESISTENCIA DE BUCLE.
- Medida de CORRIENTES DE FUGA.
- Prueba de FUNCIONAMIENTO DE INTERRUPTORES DIFERENCIALES.
- Medida del ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Los resultados de las medidas de Resistencia indicadas deberán ser satisfactorios de acuerdo con los límites calculados en el capítulo 6 del presente Proyecto

5. CÁLCULOS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1. CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Intensidad de alta tensión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Donde:

S – Potencia prevista en VA

V_p – Tensión nominal del primario en V

I_p – Intensidad prevista del primario en A

Substituyendo los valores obtenemos que la intensidad del primario es **36.95^a**

Intensidad de baja tensión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s}$$

Donde:

S – Potencia prevista en VA

V_s – Tensión nominal del secundario en V

I_s – Intensidad prevista del secundario en A

Substituyendo los valores obtenemos que la intensidad del secundario es **2309.5A**

Corto circuito:

Para los cálculos de intensidad de corto circuito se escoge como base la potencia de corto circuito en el punto de acometida del centro de recepción. Este valor es 500MVA, facilitado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

1. Corriente de corto circuito en alta tensión

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Donde:

S – Potencia de corto circuito de la red en kVA

V_p – Tensión nominal del primario en kV

I_s – Intensidad de corto circuito de alta tensión en kA

Substituyendo los valores obtenemos que intensidad de corto circuito de primario es **11.55kA**

2. Corriente de corto circuito en baja tensión

$$I_{ccs} = \frac{S \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot V_s}$$

Donde:

S – Potencia del transformador kVA

V_p – Tensión nominal del secundario en kV

E_{cc} – Tensión de corto circuito del transformador en %

I_s – Intensidad de corto circuito de baja tensión en kA

Substituyendo los valores obtenemos que la intensidad de corto circuito de secundario es **72.15kA**

Dimensiones del embarrado:

Las celdas utilizadas están dimensionadas por el fabricante para poder soportar la corriente indicada en hoja de características de cada celda.

Comprobación por densidad de corriente:

La comprobación por densidad de corriente tiene objeto verificar el conductor indicado sea capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima admisible por material del embarrado. Eso se comprueba mediante los cálculos teóricos y también se puede comprobar mediante los ensayos. Todas las celdas utilizadas están certificadas y cumplen la norma correspondiente, según la documentación que facilita el fabricante.

Comprobación por sollicitación electrodinámica:

La intensidad dinámica de corto circuito es valorada aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de corto circuito.

Las celdas utilizadas llevan el certificado de cumplir la norma, según el fabricante.

Comprobación por sollicitación térmica:

La comprobación térmica tiene como objeto comprobar que no se produce un calentamiento excesivo de la celda por efecto de un corto circuito. Ésta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos y también con ensayos prácticos según la normativa vigente.

En la instalación se van a instalar las celdas prefabricadas, cuales el fabricante de las mismas ya hizo todas las pruebas adecuadas, lo que demuestra con certificados específicos.

Selección de las protecciones de alta tensión y baja tensión:

Los transformadores estarán protegidos en alta tensión y en baja. En alta tensión la protección efectuará la celda asociada a cada transformador y en baja la protección se incorporará en la salida del cuadro de baja tensión de la línea de salida del centro de transformación. Como se instalará dos transformadores en paralelo, cada uno tendrá su protección en alta tensión y en baja de forma independiente. Con esto no habrá falta

instalar el grupo electrógeno, porque en caso de falta de algunos transformador podrá funcionar el otro independientemente mientras se arregla el otro.

Dimensionado de la ventilación del centro de transformación:

Para realizar el dimensionado de la superficie de la entrada de aire al CT, el fabricante de la caseta prefabricada ha hecho los cálculos teóricos necesarios y los ensayos adecuados según la norma vigente.

En el caso de instalar dos transformadores de 1000kVA en caseta prefabricada por Ormazabal, el fabricante nos aconseja añadir unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.

Dimensionado de pozo apaga fuegos:

Cada pozo apaga fuegos tendrá dimensiones suficientes para contener una capacidad mínima, igual al volumen de aceite del transformador correspondiente situado sobre él. Al utilizar un centro de transformación prefabricado por Ormazabal, o equivalente, el pozo apaga fuegos cumplirá con su dimensionado. De tal manera que en caso de avería cada pozo podrá absorber como mínimo 565l de aceite, lo que contiene cada transformador.

5.2. CÁLCULOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Para el estudio de la instalación de tierras se ha utilizado el método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación, desarrollado por la comisión de reglas UNESA.

Investigación de las características de tierra:

Para instalaciones de tercera categoría, tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1kV, y intensidad de corto circuito a tierra inferior a 16kA, en apartado 4.1. de la MIE RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del tierra o medirla.

Corriente máxima de puesta a tierra y tiempo máximo de eliminación del defecto:

En instalaciones eléctricas de alta tensión de tercera categoría, hay que tener presente en el cálculo de la corriente máxima de fuga a tierra en caso de falta en la red de alta tensión es el tratamiento del neutro de dicha red. En este caso, y según el informe técnico de enlace de suministro en alta tensión a 25kV, hay que considerar que el neutro de alta tensión está unido a tierra a través de reactancia de 25Ω .

Cuando se produce un defecto a tierra, éste se elimina abriendo un dispositivo de corte que actúa por el orden que le transmite un dispositivo que controla la intensidad del defecto. El tiempo máximo de la corriente de defecto a tierra, elemento de corte será un interruptor que su desconexión estará controlada por un relé que establece su tiempo de apertura.

Diseño preliminar de la instalación de tierra:

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de UNESA.

Datos de partida:

Tensión de servicio: $U_n=25\text{kV}$

Impedancia de puesta a tierra del neutro: $X_n=25\Omega$

Duración de falta: desconexión inicial de relé a tiempo independiente $t'=0,5\text{s}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del centro de transformación:
 $V_{bt}=8000\text{V}$

Resistividad del terreno: $300\Omega/\text{m}$

Resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas de los centros (R_t) y intensidad del defecto (I_d):

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Donde:

I_d – Intensidad de falta a tierra en A

R_t – Resistencia total de puesta a tierra en Ω

V_{bt} – Tensión de aislamiento en baja tensión en V

Substituyendo los valores, obtenemos: **$I_d=480,56\text{A}$, $R_t=16,65\Omega$**

Selección del tipo de electrodo:

Valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Donde:

K_r – coeficiente del electrodo

R_t – resistencia total de puesta a tierra en Ω

ρ – resistividad del terreno en Ω/m

Substituyendo los valores obtenemos: **$K_r \leq 0,0555$**

La configuración adecuada:

Configuración seleccionada

30-35/5/88

Geometría del sistema

Rectángulo de 3 m x 3,5 m

Sección del conductor de cobre

50 mm²

Profundidad del electrodo	0,5 m
Número de picas	8
Longitud de las picas	8 m

Parámetros característicos del electrodo:

Resistencia $K_r = 0,049$

Tensión de paso $K_p = 0,0092$

Tensión de contacto $K_c = 0,0142$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto:

Las puertas y rejillas metálicas que salen al exterior del CT no tendrán contacto eléctrico con masas conductores susceptibles de quedar puestos a tensión debido a defectos o averías, y solo en este caso se conectarán a tierra.

En el piso del CT se instalará una malla cubierta por una capa de 10 cm conectada a la puesta a tierra de protección del CT.

Valores de resistencia de puesta a tierra (R'_t), intensidad del defecto (I'_d) con picas

Resistencia de puesta a tierra:

$$R'_t \leq R_t$$

$$R'_t = K_r \cdot \rho$$

Donde:

R'_t – resistencia real de puesta a tierra en Ω

ρ – resistividad del terreno en $\frac{\Omega}{m}$

K_r – parámetro característico de electrodo

Substituyendo los valores, obtenemos: **$R'_t = 14,7\Omega$**

Intensidad del defecto real:

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

U – tensión de servicio en V

X_n – reactancia de neutro en Ω

I'_d – intensidad real de falta a tierra en A

R_t – resistencia total de puesta a tierra en Ω

R_n – resistencia neutro de puesta a tierra

Substituyendo los valores, obtenemos: **$I'_d = 497,69 A$**

Cálculo de tensiones de paso en el exterior, en el acceso de CT y de defecto
Tensión de paso en exterior:

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d$$

Donde:

V'_p – tensión de paso en exterior de CT en V

K_p – parámetro característico de electrodo

ρ – resistividad de terreno en Ω/m

I'_d – intensidad de falta a tierra en A

Substituyendo valores, obtenemos: **$V'_p = 1373,62$ V**

Tensión de paso en acceso al CT:

$$V'_p(\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I'_d$$

Donde:

$V'_p(\text{acc})$ – tensión de paso en acceso al CT en V

K_c – parámetro característico de electrodo

ρ – resistividad de terreno en Ω/m

I'_d – intensidad real de falta a tierra en A

Substituyendo los valores, obtenemos: **$V'_p(\text{acc}) = 2120,16$ V**

Tensión de defecto:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Donde:

V'_d – tensión de defecto en V

R'_t – resistencia real de puesta a tierra en Ω

I'_d – intensidad real de falta a tierra en A

Substituyendo valores, obtenemos: **$V'_d = 7316,04$ V**

Tensiones máximas admisibles:

Los valores admisibles son por una duración total de la falta igual a $t = 0,5$ s

Entonces: $n = 1$ y $K = 72$, són valores en función de la durada de falta si falta es $0,9 \geq t > 0,1$

Tensión máxima de paso en exterior de CT:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho}{1000}\right)$$

Donde:

V_p – tensión de paso en exterior en V

t – duración de la falta en segundos

n – valor en función de t , que si $0,9 \geq t > 0,1$ n es igual a 1

K – valor en función de t , que si $0,9 \geq t > 0,1$ K es igual a 72

ρ – resistividad de terreno en Ω/m

Substituyendo los valores, obtenemos: $V_p = 4320 \text{ V}$

Tensión máxima de paso en el acceso a la instalación admisible:

$$V_p(\text{acc}) = \frac{10K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right)$$

Donde:

V_c – tensión de contacto interior en V

t – duración total de la falta en segundos

n – valor en función de t , que si $0,9 \geq t > 0,1$ n es igual a 1

K – valor en función de t , que si $0,9 \geq t > 0,1$ K es igual a 72

ρ – resistividad de terreno en Ω/m

ρ' – resistividad superficial de tierra interior en Ω/m

Substituyendo los valores, obtenemos: $V_p(\text{acc}) = 15696 \text{ V}$

Comprobación de valores calculados con admisibles

Tensión de paso a exterior:

$$V'_p \leq V_p$$
$$1373,62V < 4320V$$

Tensión de paso en acceso a CT:

$$V'_p(\text{acc}) \leq V_p(\text{acc})$$
$$2120,16V \leq 15696V$$

Tensión de defecto o contacto:

$$V'_d \leq V_d$$
$$7316,04 \leq 8000V$$

Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiere tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afectan a los usuarios, hay que establecer una separación entre los electrodos más próximos de los dos sistemas, siempre que la tensión del defecto supera 1000V

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras:

$$D = \frac{\rho \cdot I'_d}{2000\pi}$$

Donde:

D – distancia en m

ρ – resistividad del terreno en Ω/m

I'_d – intensidad real de falta a tierra en A

Substituyendo los valores, obtenemos: **D = 23,76 m**

5.3. CÁLCULOS DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

Formulas utilizadas

Sistema trifásico:

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

$$e = \left(\frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left(\frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos\varphi} \right)$$

Sistema monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos\varphi \cdot R}$$

$$e = \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos\varphi} \right)$$

Donde:

P_c – potencia de cálculo en W

L – longitud de cálculo en m

e – caída de tensión en V

K – conductividad

I – intensidad en A

U – tensión de servicio en V (trifásica o monofásica)

S – sección del conductor en mm^2

$\cos\varphi$ – factor de potencia

R – rendimiento (para líneas de motores)

n – número de conductores por fase

X_u – reactancia por unidad de longitud en $m\Omega/m$

Conductividad eléctrica:

$$K = \frac{1}{\rho}$$
$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$
$$T = T_o + \left[(T_{max} - T_o) \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2 \right]$$

Donde:

K – conductividad del conductor a la temperatura T

ρ – resistividad del conductor a la temperatura T

ρ_{20} – resistividad del conductor a 20° C:

$\rho_{20}[Cu] = 0,018$

$\rho_{20}[Al] = 0,029$

α – coeficiente de temperatura:

$\alpha[Cu] = 0,00392$

$\alpha[Al] = 0,00403$

T – temperatura del conductor en °C

T_o – temperatura de ambiente en °C:

$T_o[\text{cables enterrados}] = 25^\circ\text{C}$

$T_o[\text{cables al aire}] = 40^\circ\text{C}$

T_{max} – temperatura máxima admisible del conductor en °C:

$T_{max}[XLPE/EPR] = 90^\circ\text{C}$

$T_{max}[PVC] = 70^\circ\text{C}$

I – intensidad prevista para el conductor en A

I_{max} – intensidad máxima admisible del conductor en A

Sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

I_b – intensidad utilizada en el circuito en A

I_z – intensidad admis. de la canal. según la norma UNE 20 – 460/5 – 523, en A

I_n – intensidad nominal del dispositivo de protección en A

I_2 – intensidad que asegura efectividad el func. del dispositivo de protección

Corto circuito:

$$I_{pccI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Donde:

I_{pccI} – intensidad permanente de c. c. en inicio de línea en kA

C_t – coeficiente de tensión

U – tensión trifásica en V

Z_t – impedancia total en Ω aguas arriba

$$I_{pccF} = C_t \cdot \frac{U_F}{2 \cdot Z_t}$$

Donde:

I_{pccF} – intensidad permanente de c. c. al final de la línea en kA

C_t – coeficiente de tensión

U_F – tensión monofásica en V

Z_t – impedancia total en Ω

La impedancia total hasta el punto de corto circuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

R_t – suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c. c.

X_t – suma de reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c. c.

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

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

Donde:

R – resistencia de la línea en Ω

X – reactancia de la línea en Ω

L – longitud de la línea en m

C_R – coeficiente de resistividad

K – conductividad de metal

S – sección de la línea en mm^2

X_u – reactancia de la línea en Ω/m

n – número de conductores por fase

Tiempo máximo que un conductor suporta intensidad máxima de corto circuito:

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

Donde:

t_{mcicc} – tiempo máximo en segundos que un conductor suporta una I_{pcc}

C_c – const. que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento

S – sección de la línea en mm^2

I_{pccF} – intensidad permanente de c. c. en final de línea en A

Tiempo de fusión de fusible:

$$t_{ficc} = \frac{\text{ctn. fusible}}{I_{pssF}^2}$$

Donde:

t_{ficc} – tiempo de fusión de un fusible por una determinada intensidad de c. c.

I_{pccF} – intensidad permanente de c. c. al final de línea en A

Longitud máxima de conductor protegido:

$$L_{max} = \frac{0,8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}}$$

Donde:

L_{max} – longitud máxima de conductor protegido a c. c. en m

U_F – tensión de fase en V

K – conductividad

S – sección del conductor mm^2

X_u – reactancia por unidad de longitud en Ω/m

n – número de conductores por fase

C_t – 0,8 (coeficiente de tensión)

C_R – 1,5 (coeficiente de resistencia)

I_{F5} – intensidad de fusión en A de fusibles en 5s.

Curvas válidas (para protección de interruptores automáticos dotados de relé electromagnético)

CURVA B IMAG = 5In

CURVA C IMAG = 10In

CURVA D Y MA IMAG = 20In

Las secciones de todos los cables utilizados en la instalación se encuentra en anexo.

5.4. EMBARRADOS

Cálculo electrodinámico:

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

Donde:

σ_{max} – tensión máxima en las platinas en kg/cm^2

I_{pcc} – intensidad permanente de c. c. en kA

L – separación entre soportes en cm

d – separación entre platinas en cm

n – número de platinas por fase

W_y – módulo resistente por platina eje y – y en cm^3

σ_{adm} – tensión admisible de material en kg/cm^2

Comprobación para sollicitación térmica en corto circuito:

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

Donde:

I_{pcc} – intensidad permanente de c. c. en kA

I_{cccs}

– intensidad de c. c. suportada por conductor tiempo de duración de c. c. en (kA)

S – sección total de las platinas en mm²

t_{cc} – tiempo de duración de c. c. en segundos

K_c – constante del conductor:

$K_c[\text{Cu}] = 164$

$K_c[\text{Al}] = 107$

Los cálculos de las líneas eléctricas se han realizado con el programa dm-ELEC.
En los anexos se puede ver los cálculos justificativos de las líneas eléctricas.

5.5. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA EN BT

El cálculo de la puesta a tierra se ha realizado con el programa dm-ELEC.
Para puesta a tierra en baja tensión como solución adaptada es la siguiente:
Conductor de cobre desnudo de 35 mm² de longitud mínima de 30m.

5.6. CÁLCULO DE FACTOR DE POTENCIA

El valor de potencia reactiva necesaria para compensar el factor de potencia medio de la planta, que es de 0,8, hasta un factor de potencia que es la unidad, se calcula de siguiente manera:

$$Q_c = P \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$$

Donde:

Q_c – potencia reactiva de compensación en kVar

P – potencia activa de la planta en kW

φ_1 – ángulo de desfase entre tensión y corriente inicial

φ_2 – ángulo de desfase entre tensión y corriente final

Substituyendo los valores, obtenemos: **Qc = 1188,75 kVar**

5.7. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Para la realización de estos cálculos se ha utilizado el programa Dialux, donde tendremos unos resultados óptimos para los cálculos luminotécnicos.

Se han tenido en cuenta aspectos importantes para el cálculo:

- Tipo de actividad de cada zona

- Dimensiones de cada zona
- Tipo de color de techo, tierra y paredes

Luminaria	Cantidad	Potencia unitaria
<i>Nave de producción:</i>		
Philips Hermes 3 HPK300	36	1x400W
<i>Oficinas planta baja:</i>		
Philips Fugato Mini LBS250	13	1x60W
Philips IMPALA TBS160	38	4x36W
<i>Oficinas planta primera:</i>		
Philips Fugato Mini LBS250	4	1x60W
Philips IMPALA TBS160	21	4x36W
Philips MAXOS 4MX091	41	1X36W

En los anexos del proyecto se puede ver el cálculo detallado con el programa Dialux de todas las zonas de la planta.

6. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN DE CONTRA INCENDIOS

6.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El uso de aceite mineral como aislamiento y refrigerante en los dos transformadores de distribución que se utilizan en la planta, implica un riesgo de incendio que es necesario proteger.

Como el centro de transformación estará ubicado en la parte exterior de la planta entonces deberá cumplir reglamento MIE-RAT-15 punto 5.1:

El centro de transformación deberá adoptar los materiales y los dispositivos de protección que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:

- La propagación de incendio a otras partes de la instalación
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros
- La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio

De acuerdo de este reglamento se tomarán las siguientes medidas:

- La distancia entre el centro de transformación y otras naves colindantes será superior de 3 metros por no superar 10.000kVA.
- Se construirá una fosa colectora del líquido aislante para cada transformador. Estas cubas o fosas colectoras no es necesario que se dimensionen para la totalidad de líquido aislante del transformador, según MIE-RAT 15 punto 5.1

Por utilizar transformadores con un volumen unitario inferior de 600 litros no deberá de disponer un sistema fijo de extinción automático.

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia 89 B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

6.2. CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos instalados en la planta contendrán como mínimo un extintor de CO₂ de cómo una carga 5 kg cada uno o un extintor de polvo seco BC o ABC con carga de 6 kg.

6.3. SEÑALIZACIÓN

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) estarán señalizados mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño será:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Serán fotoluminiscentes, y cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

6.4. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación de trabajadores.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

Los cálculos del alumbrado de emergencia del establecimiento se encuentran en el Anexo del presente proyecto.

6.4.1. Alumbrado de seguridad

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

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

La instalación de este alumbrado será fija y estará prevista 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.

Alumbrado de evacuación:

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

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminación horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminación máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor 40.

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

Con los cálculos realizados en el Anexo del presente proyecto se garantiza que las vías de evacuación estarán siempre señalizadas e iluminadas cuando el local esté o pueda estar ocupado. Bien sea con alumbrado normal o con alumbrado de evacuación.

La función de señalización se realizará mediante señales con símbolos normalizados.

Cuando no se produzca fallo de la alimentación, el alumbrado normal puede realizar la función de iluminación de las vías de evacuación, ya que el local no podrá estar ocupado cuando el alumbrado normal no esté encendido. En este caso se debe garantizar que su interrupción no pueda ser realizada por el público en general, sino solo por persona autorizada.

Alumbrado ambiente o anti-pánico:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminación máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

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

Para cumplir los requisitos de iluminación de alumbrado de evacuación y ambiente con un único equipo de alumbrado de emergencia, se instalará al menos 2 m por encima del suelo.

6.4.2. Alumbrado de reemplazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

Según Guía BT-28, se puede utilizar el mismo apartado de alumbrado de emergencia para cubrir los requisitos de varios tipos de alumbrado simultáneamente, como por ejemplo alumbrado de evacuación y anti-pánico.

7. REPERCUSIONES SOBRE EL ENTORNO

7.1. REPERCUSIONES SOBRE ATMÓSFERA

Tal y como se indica en la descripción del proceso, la fabricación de planchas de Poliestireno extruido puede producir emisiones de polvo durante las etapas de corte y mecanizado de las planchas, operaciones necesarias para obtener las formas comerciales deseadas.

Para reducir o eliminar la incidencia que se pudiese producir sobre el entorno, todas estas operaciones se realizan dentro de cabinas herméticamente cerradas, que dispondrán de un sistema de extracción capaz de absorber los recortes y polvo generado, y que los transporta a un molino triturador y posteriormente a los Silos de producto recuperado.

7.2. INFLUENTES LÍQUIDOS

Dado el proceso productivo, no existirán vertidos de efluentes líquidos peligrosos en la presente instalación.

Los efluentes líquidos provenientes de los servicios, aseos y otros puntos están considerados como “efluentes urbanos” y se evacuarán mediante la conexión a la red de alcantarillado del polígono.

7.3. RESIDUOS SÓLIDOS

El proceso productivo no produce residuos sólidos especiales. Sin embargo, en el funcionamiento normal de la actividad se producen algunos residuos sólidos especiales como bidones impregnados de aceite utilizado en la diversa maquinaria.

Estos residuos y cualquier otro de este tipo que puedan aparecer, deberá ser gestionado por un gestor de residuos autorizado.

7.4. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA, RUIDOS Y VIBRACIONES

En el interior de las instalaciones existirán zonas donde se sobrepasarán los niveles permitidos por la Normativa vigente de Condiciones de Seguridad e Higiene en los centros de trabajo.

Estas zonas corresponden básicamente a las operaciones de mecanizado de las planchas y de triturado del material recuperado.

Todas estas zonas se encontrarán debidamente aisladas del resto de las instalaciones y se colocarán carteles indicadores de la obligatoriedad del uso de cascos auditivos protectores.

Una vez puesta en marcha la instalación se realizarán mediciones de nivel sonoro en los alrededores de estas zonas y estudios de inmisión sonora en el perímetro de la planta para asegurar que los niveles se mantienen dentro de los parámetros admisibles.

En la planta existirán además motores y máquinas móviles que pueden producir vibraciones que se pueden transmitir a otras zonas de la fábrica.

Para eliminar la transmisión de estas vibraciones a otras zonas de la fábrica, en esta maquinaria se instalarán elementos amortiguadores de las mismas, o se anclarán a cimentaciones específicas que las absorban.

Los horarios de apertura y cierre del local se ajustarán a lo establecido en las ordenanzas municipales y en las normas de funcionamiento de los locales de esta zona específica.

7.5. RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Los riesgos de incendio y/o explosión pueden derivarse de las instalaciones eléctricas de la planta.

Para minimizar el riesgo de incendio, las instalaciones se revisarán por personal especializado, debidamente autorizado, perteneciente a empresas debidamente registradas para lo que se establecerán los contratos de mantenimiento oportunos.

Los materiales utilizados serán siempre adecuados para este tipo de instalaciones, y estarán debidamente homologados, cumpliendo estrictamente con la normativa vigente.

Cualquier modificación en dichas instalaciones se ejecutará también por personal y empresas debidamente autorizadas.

Además existe riesgo de incendio y/o explosión por la existencia de una instalación de almacenamiento de Etanol, producto sujeto al Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos Inflamables.

8. SOFTWARE DE APOYO

Para la realización de las diferentes actividades de que se compone el proyecto se prevé la utilización de varios programas informáticos que ayuden a la resolución tanto de la parte gráfica como de la parte de cálculo de algunas de ellas. A continuación se citan algunos de ellos:

- AUTOCAD 2008.
- dmELECT 2007.
- DAISALUX V4.
- DIALUX
- OFFICE 2007.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] “Informe: La industria española del aislamiento”, Grupo ANDIMA, setiembre de 2003.
- [2] “Catalogo URSA XPS”, Grupo URALITA, 2007.
- [3] Günter G. Seip, “Instalaciones eléctricas”. Ed. Berlin, 1989
- [4] Proyecto final de carera EPSEVG de Balcells Pernau, Sergi (2006) “Proyecto de instalacions de una nave industrial”. Director J.A. Sanchez
- [5] Proyecto final de carera EPSEVG de Alcalá, Marcos (2006) “Instalación de una fábrica (local con riesgo de incendio y explosión). Director Ramón Caoumons Sangrá
- [6] www.ormazabal.com, Ormazabal, empresa dedicada a fabricación de centros de transformación y dispositivos de alta tensión, fecha de consulta 28.04.2009
- [7] www.abb.es, ABB, empresa dedicada a fabricación de dispositivos de baja tensión y también de baterías de condensadores, fecha de consulta 28.04.2009