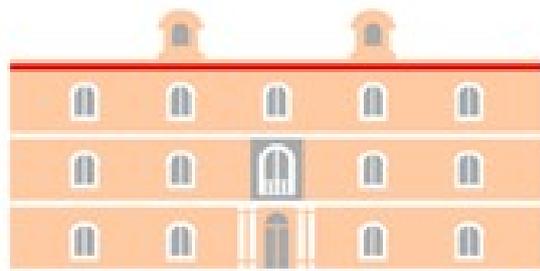


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



industriales
etsii UPCT

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO
DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES
FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO**

PROYECTO FIN DE GRADO
SEPTIEMBRE 2018

ALFONSO ALBACETE CARAVACA
DNI: 48746305-J
FECHA: SEPTIEMBRE-2018

TÍTULO

Título en castellano: Instalación eléctrica de nave de almacenamiento de productos químicos dotado de placas solares fotovoltaicas en cubierta para autoconsumo.

Título en Inglés: Electrical installation of storage of chemical products equipped with photovoltaic solar panels on deck for self-consumption.

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO
DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES
FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO.**

ÍNDICE

**(según la Resolución de 3 de julio de 2003 de la Dirección General de
Industria, Energía y Minas de Murcia, de contenidos esenciales de proyectos.
BORM 26-7-2003).**

1.- MEMORIA.

- 1.1.- Antecedentes.
- 1.2.- Objeto del Proyecto.
- 1.2.1.- Descripción general de la Industria e instalación que se proyecta.
- 1.3.- Reglamentos y disposiciones oficiales.
- 1.4.- Titular de la instalación; nombre y domicilio social.
- 1.5.- Situación y emplazamiento.
- 1.6.- Clasificación y características de las instalaciones.
- 1.6.1.- Prescripciones específicas adoptadas según riesgo de las dependencias de la industria.
- 1.6.1.1.- Locales con riesgo de incendio y explosión, según la ITC- BT-29. Emplazamiento, zonificación y modos de protección.
- 1.6.1.1.1.- Alcance
- 1.6.1.1.2.- Categoría y modo de protección de los equipos eléctricos a instalar
- 1.6.1.1.3.- Clasificación del emplazamiento
- 1.6.1.1.3.1.- Procedimiento de clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión.
- 1.6.1.1.3.1.2 Determinación de las fuertes y grado de escape
- 1.6.1.1.3.1.2 Determinación del grado de ventilación
- 1.6.1.1.3.1.3 Determinación de la disponibilidad de ventilación.
- 1.6.1.1.3.1.4 Determinación del tipo de zona
- 1.6.1.1.3.1.5 Calculo de la extensión de zona
- 1.6.1.1.4.- Requisitos de los equipos.
- 1.6.1.1.4.1 Selección de equipos eléctricos.
- 1.6.1.1.4.1.1 Selección del material eléctrico. Criterios de selección.
- 1.6.1.1.5.- Instalación de equipos eléctricos.
- 1.6.1.1.6.- Cableado del local con riesgo de incendio o explosión.
- 1.6.1.1.6.1 Requisitos de los cables y de los conductos.
- 1.6.1.1.7 - Condiciones generales de la instalación
- 1.6.1.1.7.1 Protección contra chispas peligrosas
- 1.6.1.1.7.2 Protección contra contactos indirectos
- 1.6.1.1.7.3 Protección eléctrica
- 1.6.1.1.7.4 Seccionamiento y parada de emergencia
- 1.6.1.1.8.- Documentación

- 1.6.1.1.9.- Mantenimiento y reparación
- 1.6.1.2.- Locales en los que existan baterías de acumuladores, según la ITC-BT-30.7.
- 1.6.1.3.- Instalaciones generadoras de baja tensión la ITC-BT-40.
 - 1.6.1.3.1.- Datos de la situación de la nave industrial.
 - 1.6.1.3.2.- Cálculo del número de paneles posibles a instalar.
 - 1.6.1.3.3.- Potencia y energía producible.
 - 1.6.1.3.4.- Cálculo energía consumida almacén.
 - 1.6.1.3.5.- Cálculo número de paneles reales necesarios.
 - 1.6.1.3.6.- Potencia y energía producible real.
 - 1.6.1.3.7.- Temperatura de los paneles.
 - 1.6.1.3.8.- Valores de tensión máximo y mínimo.
 - 1.6.1.3.9.- Valores de intensidad máximo y mínimo.
 - 1.6.1.3.10.- Coeficiente de variación de la tensión de máxima potencia respecto de la temperatura.
 - 1.6.1.3.11.- Cálculo N° paneles en serie y paralelo. Elección del inversor.
 - 1.6.1.3.12.- Dimensionado de las baterías.
 - 1.6.1.3.13.- Diseño de la instalación de baja tensión.
 - 1.6.1.3.14.- Esquema instalación fotovoltaica
- 1.6.2.- Características de la instalación.
 - 1.6.2.1.- Canalizaciones fijas.
 - 1.6.2.2.- Canalizaciones móviles.
 - 1.6.2.3.- Máquinas rotativas.
 - 1.6.2.4.- Luminarias.
 - 1.6.2.5.- Tomas de corriente.
 - 1.6.2.6.- Aparatos de conexión y corte.
 - 1.6.2.7.- Equipo móvil y portátil.
 - 1.6.2.8.- Sistemas de protección contra contactos directos e indirectos.
 - 1.6.2.9.- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
 - 1.6.2.10.- Protecciones contra sobretensiones.
 - 1.6.2.11.- Identificación de conductores.
- 1.7.- Programa de necesidades.
 - 1.7.1.- Potencia eléctrica instalada para los diferentes usos.
 - 1.7.2.- Instalación de iluminación según dependencias.
 - 1.7.2.1.- Iluminancia en locales
 - 1.7.2.2.- Tipo de lámpara
 - 1.7.2.3.- Tipo de luminaria
 - 1.7.2.4.- Número de luminarias
 - 1.7.2.5.- Emplazamiento de las luminarias
 - 1.7.2.6.- Iluminación estancias administrativas
 - 1.7.3.- Potencia eléctrica simultánea necesaria para el normal desarrollo de la actividad industrial.
 - 1.7.4.- Determinación de las características del equipo de medida y potencia a contratar.
- 1.8.- Descripción de la instalación.
 - 1.8.1.- Instalaciones de enlace.
 - 1.8.1.1.- Cuadro general de mando y protección. Ubicación y características.
 - 1.8.2.- Instalaciones receptoras para maquinaria y alumbrado.
 - 1.8.2.1.- Cuadros secundarios y su composición.

- 1.8.2.2.- Líneas distribuidoras y sus canalizaciones.
- 1.8.2.3.- Protección de receptores.
- 1.8.3.- Puestas a tierra.
- 1.8.4.- Equipos de corrección de energía reactiva.
- 1.8.5.- Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación.
- 1.8.6.- Alumbrados de emergencia.
- 1.8.7.- Protección contra incendios

ANEXO I INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

ANEXO II MEMORIA AMBIENTAL

Necesidad de evaluación de impacto ambiental

1. Descripción general de la actividad

1.1.- Identificación del solicitante

1.2.- Tipo de actividad. Justificación urbanística

1.3.- Descripción de diagramas de proceso de producción

1.3.1. Proceso productivo

2. Contaminación atmosférica

2.1. Clasificación según catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmosfera

3. Vertidos líquidos

3.1 Rotura de recipientes de productos químicos

3.2. Limpieza periódica de locales y aguas residuales de aseos.

4. Residuos

4.1. Procesos generadores de residuos.

5. Ruidos y olores

6. Medidas correctoras

8. Normativa aplicable

9. Plan de cierre de la actividad y restauración del emplazamiento

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

FÓRMULAS.- 105

1.1.- Fórmula Conductividad Eléctrica 105

1.2.- Fórmulas Sobrecargas 106

1.3.- Fórmulas compensación energía reactiva 107

1.4.- Fórmulas Resistencia Tierra 107

DEMANDA DE POTENCIAS 109

3.- Cálculo de la Línea: ALUMBRADOS OFICINAS 109

3.1.- SUBCUADRO ALUMBRADOS OFICINAS 110

3.1.1.- Cálculo de la Línea: RECEPCIÓN 111

3.1.2.- Cálculo de la Línea: ASEOS VISITAS 112

3.1.3.- Cálculo de la Línea: PASILLO 113

3.1.4.- Cálculo de la Línea: LOGÍSTICA 114

3.1.5.- Cálculo de la Línea: GERENTE 115

3.1.6.- Cálculo de la Línea: INGENIERÍA 116

3.1.7.- Cálculo de la Línea: ADMINISTRACIÓN 117

3.1.8.- Cálculo de la Línea: SALA REUNIONES 118

3.1.9.- Cálculo de la Línea: CONTROL CALIDAD 119

| | | |
|--|-----|-----|
| 3.1.10.- Cálculo de la Línea: TALLER | 120 | |
| 3.1.11.- Cálculo de la Línea: ASEOS PERSONAL | 121 | |
| 3.1.12.- Cálculo de la Línea: ALMACENILLO | 122 | |
| 3.1.13.- Cálculo de la Línea: ALUM.EMERGENCIA3 | 123 | 123 |
| 4.- Cálculo de la Línea: FUERZA OFICINAS | 124 | |
| 4.1.- SUBCUADRO FUERZA OFICINAS | 125 | |
| 4.1.1.- Cálculo de la Línea: FUERZA RECEPCIÓN | 126 | |
| 4.1.2.- Cálculo de la Línea: CLIMAT.RECEPCIÓN | 127 | |
| 4.1.3.- Cálculo de la Línea: FUERZA ASEOS VISITA | 128 | 128 |
| 4.1.4.- Cálculo de la Línea: SECAMA.ASEO VISITAS | 129 | 129 |
| 4.1.5.- Cálculo de la Línea: FUERZA LOGÍSTICA | 130 | |
| 4.1.6.- Cálculo de la Línea: CLIMAT. LOGÍSTICA | 131 | |
| 4.1.7.- Cálculo de la Línea: FUERZA GERENTE | 132 | |
| 4.1.8.- Cálculo de la Línea: CLIMAT.GERENTE | 133 | |
| 4.1.9.- Cálculo de la Línea: FUERZA INGENIERÍA | 134 | |
| 4.1.10.- Cálculo de la Línea: CLIMAT. INGENIERIA | 135 | |
| 4.1.11.- Cálculo de la Línea: FUERZA ADMINSTRA | 136 | |
| 4.1.12.- Cálculo de la Línea: CLIMAT.ADMINISTRA | 136 | |
| 4.1.13.- Cálculo de la Línea: FUERZA S.REUNIONES | 138 | 138 |
| 4.1.14.- Cálculo de la Línea: CLIMAT. S.REUNIONES | 139 | 139 |
| 4.1.15.- Cálculo de la Línea: FUERZA CONT CALIDAD | 140 | 140 |
| 4.1.16.- Cálculo de la Línea: CLIMAT. CALIDAD | 141 | |
| 4.1.17.- Cálculo de la Línea: FUERZA TALLER | 142 | |
| 4.1.18.- Cálculo de la Línea: FUERZA ASEO PERSON | 143 | 143 |
| 4.1.19.- Cálculo de la Línea: SECAM.ASEO PERSONAL | 144 | 144 |
| 4.1.20.- Cálculo de la Línea: FUERZA ALMACENILLO | 145 | 145 |
| 5.- Cálculo de la Línea: ALMACEN PROD.QUÍMIC | 146 | |
| 5.1.- SUBCUADRO ALMACEN PROD.QUÍMIC | 147 | |
| 5.1.1.- Cálculo de la Línea: AlumQuimi1 | 147 | |
| 5.1.2.- Cálculo de la Línea: AlumQuimi2 | 148 | |
| 5.1.3.- Cálculo de la Línea: AlumQuimi3 | 149 | |
| 5.1.4.- Cálculo de la Línea: ALUM.EMERGENCIA2 | 150 | |
| 6.- Cálculo de la Línea: F.ALMACÉN PROD QUÍM | 151 | |
| 6.1.- SUBCUADRO F.ALMACÉN PROD QUÍM | 152 | |
| 6.1.1.- Cálculo de la Línea: EXTRACTORES QUIMI | 152 | |
| 7.- Cálculo de la Línea: A.ALMACÉN GENERAL | 153 | |
| 7.1.- SUBCUADRO A.ALMACÉN GENERAL | 155 | |
| 7.1.1.- Cálculo de la Línea: AlumAlma1 | 155 | |
| 7.1.2.- Cálculo de la Línea: AlumAlma2 | 156 | |
| 7.1.3.- Cálculo de la Línea: AlumAlma3 | 157 | |
| 7.1.4.- Cálculo de la Línea: Alum.Emergencia1 | 158 | 158 |
| 8.- Cálculo de la Línea: F.ALMACÉN GENERAL | 159 | |
| 8.1.- SUBCUADRO F.ALMACÉN GENERAL | 160 | |
| 8.1.1.- Cálculo de la Línea: ENCHUFES | 160 | |
| 8.1.2.- Cálculo de la Línea: ENCHUFES | 161 | |
| 8.1.3.- Cálculo de la Línea: EXTRACTORES GRAL | 162 | |
| 9.- Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas: | 164 | |
| 9.1.- Cuadro General de Mando y Protección | 164 | |
| 9.2.- Subcuadro ALUMBRADOS OFICINAS | 164 | |
| 9.3.- Subcuadro FUERZA OFICINAS | 165 | |

- 9.4.- Subcuadro ALMACEN PROD.QUÍMIC 165
- 9.5.- Subcuadro F.ALMACÉN PROD QUÍM 166
- 9.6.- Subcuadro A.ALMACÉN GENERAL 166
- 9.7.- Subcuadro F.ALMACÉN GENERAL 166
- 10.- Cálculo de iluminación.
- 11.- Cálculo instalación eléctrica fotovoltaica.

3.- PLIEGO DE CONDICIONES.

- 3.1.- Calidad de los materiales.
 - 3.1.1.- Conductores eléctricos.
 - 3.1.2.- Conductores de protección.
 - 3.1.3.- Identificación de los conductores.
 - 3.1.4.- Tubos protectores.
 - 3.1.5.- Cajas de empalme y derivación.
 - 3.1.6.- Aparatos de mando y maniobra.
 - 3.1.7.- Aparatos de protección.
- 3.2.- Normas para ejecución de las instalaciones.
- 3.3.-Verificaciones y pruebas.
- 3.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.
- 3.5.- Resumen de medidas contra incendios.
- 3.6.- Certificados y documentación.
- 3.7.- Libro de órdenes.

4.- PRESUPUESTO.

- 4.1.- Presupuesto parcial con precios unitarios.
- 4.2.- Presupuesto total.

5.- PLANOS.

- 5.1.- Situación referida al P.G.O.U.
- 5.2.- Emplazamiento de la parcela.
- 5.3.- Distribución en planta.
- 5.4.- Clasificación de zonas.
- 5.5.- Esquema unifilar.
- 5.6.- Esquema unifilar subcuadros.
- 5.7.- Esquema unifilar alumbrado oficinas.
- 5.8.- Esquema unifilar fuerza oficinas.
- 5.9.- Esquema unifilar alumbrado almacén productos químicos.
- 5.10.- Esquema unifilar fuerza almacén productos químicos.
- 5.11.- Esquema unifilar alumbrado almacén general.
- 5.12.- Esquema unifilar fuerza almacén general.
- 5.13.- Plano PCI, vías de evacuación y alumbrado de emergencia.
- 5.14.- Plano iluminación y cuadro eléctrico.
- 5.15.- Plano placas solares.
- 5.16.- Distribución inversores y baterías.
- 5.17.- Esquema instalación fotovoltaica.
- 5.18.- Distribución esquema fotovoltaico.
- 5.19.- Puesta a tierra.



DOCUMENTO I. MEMORIA

1.1.- ANTECEDENTES.

A petición de ALFONSO ALBACETE CARAVACA, con D.N.I. 48746305-J y domicilio social en C/ La Olma, nº 23, en Murcia, se pretende realizar la instalación eléctrica de una nave de almacenamiento existente en una parcela industrial en el Polígono Industrial El Tiro de Murcia para el almacenamiento de productos químicos. La reforma de la nave implica el diseño de la instalación eléctrica completa con la peculiaridad de que se tendrá que dar suministro mediante la colocación de placas solares fotovoltaicas en la cubierta de la nave para autoconsumo y asimismo especificar las características de las instalaciones eléctricas en el local de la nave destinado al almacenamiento de sustancias inflamables y que por lo tanto se considera un local con riesgo de incendio o explosión.

1.2.- OBJETO DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene por objeto el diseño y construcción la instalación eléctrica de nave de almacenamiento de productos químicos dotado de placas solares fotovoltaicas en cubierta para autoconsumo, en el Polígono Industrial el Tiro, en Murcia.

En este documento se va a tratar los siguientes aspectos:

Objetivos generales:

- Dimensionado de instalación fotovoltaica.
- Instalación eléctrica conectada a red.
- Instalación eléctrica almacén de productos químicos y clasificación de las zonas con riesgo de incendio o explosión en la sala de productos inflamables.

Objetivos específicos:

- Determinar el número de módulos fotovoltaicos a instalar en la cubierta de la nave.
- Determinar el inversor a instalar en la planta fotovoltaica.
- Determinar el regulador de la PF.
- Determinar la capacidad del banco acumulador.
- Calcular la sección de los conductores de la PF.
- Calcular las protecciones necesarias en el lado de CC y CA.
- Determinar potencia generada por la instalación fotovoltaica.
- Determinar potencia total consumida por el almacén.
- Calcular y determinar la instalación eléctrica del almacén conectado a red.

-
- Determinar las protecciones de cada uno de los circuitos de BT de la nave.
- Clasificación de zonas con riesgo de incendio o explosión para la zona del almacén considerada con riesgo de incendio o explosión.
- Determinar el material eléctrico a instalar en las zonas clasificadas con riesgo de incendio o explosión.
- Análisis económico de la instalación.
- El estudio de seguridad y salud.

1.2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA E INSTALACIÓN QUE SE PROYECTA.

La industria consiste en una nave de almacenamiento de productos químicos. En la nave se distinguen diversas zonas de las cuales cabe destacar una zona de almacén general, en la cual se colocaran aquellas mercancías que no precisan de condiciones de almacenamiento especiales. La nave cuenta con otra zona de almacenamiento separada para la colocación de aquellos productos inflamables que precisan de condiciones especiales para su instalación eléctrica, debido a que puede producirse una atmósfera inflamable, asimismo se cuenta con otras dependencias destinadas a despachos, recepción, aseos, talleres, etc. y que quedan perfectamente reflejadas en los planos del presente proyecto.

Esta industria se caracteriza porque el suministro eléctrico proviene de una instalación de generación de electricidad mediante la colocación en la cubierta de placas fotovoltaicas en cantidad suficiente para abastecer la demanda del establecimiento.

1.3.- REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES OFICIALES.

Al presente proyecto le son de aplicación las siguientes normativas:

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Orden de 9 de septiembre de 2002, de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.
- Resolución de 3 de julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se Aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por real decreto 842/2002, de 2 de agosto, del reglamento electrotécnico para baja tensión.

- Resolución de 4 de noviembre de 2002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.
- Normas particulares y de normalización de la empresa suministradora IBERDROLA, S.A.
- Norma un 60079 Atmósferas Explosivas.
- Normas UNE de obligado cumplimiento establecidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento de Murcia.
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- MT 3.53.01 Edición 05 Condiciones técnicas de la instalación de producción eléctrica conectada a la red de Iberdrola distribución eléctrica, s.a.u.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red PCT-C-REV-julio 2011.
- Real Decreto 314/2.006, de 17 de marzo. Código técnico de la edificación CTE. Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10

1.4.- TITULAR DE LA INSTALACIÓN; NOMBRE Y DOMICILIO SOCIAL.

Las instalaciones proyectadas tienen como promotor y propietario a:

TITULAR : Alfonso Albacete Caravaca
DIRECCIÓN : C/ La Olma, 23
POBLACIÓN : 30005 Murcia
CIF/DNI : 48746305J

1.5.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

La nave de almacenamiento de productos químicos objeto del proyecto de instalación eléctrica está situada en el Polígono industrial El Tiro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia, entre la carretera de Madrid y la Costera negra, en el municipio de Murcia.

1.6.- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES.

1.6.1.- PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS ADOPTADAS SEGÚN RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LA INDUSTRIA.

1.6.1.1.- LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN, SEGÚN LA ITC- BT-29. EMPLAZAMIENTO, ZONIFICACIÓN Y MODOS DE PROTECCIÓN.

La nave de almacenamiento objeto de este proyecto dispone de una sala de almacenamiento de productos químicos inflamables que ha sido clasificada como local con riesgo de incendio o explosión.

La descripción de la instalación eléctrica de esta sala de almacenamiento a la que le es de aplicación la ITC BT 029 y la norma UNE 60079 se refleja a continuación.

1.6.1.1.1 ALCANCE

La sala de almacenamiento de productos inflamables dentro de la nave de almacenamiento objeto de este proyecto es un local que presenta riesgo de incendio o explosión, por lo que se establecen a continuación las reglas esenciales de diseño y ejecución adicionales de la instalación eléctrica que deberán mantenerse durante el funcionamiento de la instalación y asimismo tener en cuenta sus especiales características durante el mantenimiento y reparación de estas las instalaciones eléctricas para que no puedan ser la causa de inflamación de las sustancias inflamables almacenadas en la sala.

En el presente proyecto sólo se consideran los riesgos asociados a la coexistencia de equipos e instalaciones eléctricas con atmósferas explosivas; el resto de condiciones y características constructivas que deben de cumplir los locales de almacenamiento de productos químicos inflamables serán objeto de proyecto específico independiente con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RD. 656/2017, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y en particular, su ITC MIE APQ-10 sobre almacenamiento de recipientes móviles con líquidos inflamables.

1.6.1.1.2 CATEGORÍA Y MODO DE PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS A INSTALAR

Como se ha indicado anteriormente, el material eléctrico de los emplazamientos con riesgo de incendio o explosión deben cumplir unos requisitos adicionales al material eléctrico convencional.

El modo de protección de un equipo eléctrico es el conjunto de medidas específicas aplicadas a un equipo eléctrico para impedir la inflamación de una atmósfera explosiva que lo circunde.

Los modos de protección de un equipo eléctrico están definidos en la ITC MIE BT 029 del REBT y se establecen siguiendo las directrices marcadas por alguna de las normas UNE-EN de aplicación.

Debido a la seguridad que presentan, facilidad en la instalación, presencia en el mercado, disponibilidad de repuestos y económicamente ventajosos, para nuestra instalación se han adoptado, de todos los posibles, equipos con modo de protección **MEDIANTE ENVOLVENTE ANTIDFLAGRANTE "d"**, que son aquellos cuyo Modo de Protección consiste en el que las partes que pueden inflamar una atmósfera explosiva están situadas dentro de una envolvente que puede soportar los efectos de la presión derivada de una explosión interna de la mezcla y que impide la transmisión de la explosión a la atmósfera explosiva circundante. Las reglas de este modo de protección se definen en la Norma UNE-EN 50.018.

En el caso de que tras desarrollar el proyecto de almacenamiento de productos químicos se determinara la necesidad de instalar detectores de humo en aplicación del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales, será condición imprescindible que dichos equipos tengan un Modo de Protección de *Seguridad intrínseca "i"*, que es aquel que aplicado a un circuito o a los circuitos de un equipo hace que cualquier chispa o cualquier efecto térmico producido en condiciones normalizadas, lo que incluye funcionamiento normal y funcionamiento en condiciones de fallo especificadas, no sea capaz de provocar la inflamación de una determinada atmósfera explosiva. Las reglas de este modo de protección se definen en la norma UNE-EN 50.020.

Todos los equipos eléctricos instalados en esta zona contarán con la correspondiente *Declaración CE de conformidad*, consistente en un documento emitido por el fabricante, o por su representante legal, por el que se afirma que un determinado aparato, sistema o componente cumple todas las prescripciones de la directiva o directivas aplicables.

Considerando la clasificación de los equipos eléctricos establecida por el RD 400/1996, de 1 de marzo, en función de la peligrosidad del emplazamiento en que se van a utilizar, nuestra instalación se encuentra dentro del Grupo II por ser aquellos destinados al uso en otros lugares distintos a las minas, donde pueda haber peligro de formación de atmósferas explosivas e instalaremos equipos de categorías 3 por ser el apropiado para locales en los cuales es poco probable la formación de atmósferas explosivas o inflamables y que la probabilidad de formación sea infrecuente o su presencia sea de corta duración. No obstante se podrán instalar también equipos de categoría 1 o 2, cuyo grado de seguridad es mayor, si económicamente fueran más ventajosos.

Las categorías de los equipos son:

Categoría 1: Aparatos diseñados para que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto

Categoría 2: Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un alto nivel de protección.

Categoría 3: Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.

1.6.1.1.3 CLASIFICACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

El material eléctrico a emplear en zonas clasificadas con riesgo de incendio o explosión es económicamente más caro que el material eléctrico convencional, por lo que vamos a delimitar los lugares en los cuales es imprescindible instalar este tipo de material.

Para ello vamos a realizar una clasificación de los emplazamientos en los que se pueden producir atmósferas explosivas empleando un procedimiento para alcanzar un nivel de seguridad aceptable el cual se fundamenta en el empleo de equipamiento construido y seleccionado de acuerdo a ciertas reglas así como en la adopción de medidas de seguridad especiales de instalación, acotando el riesgo de presencia de atmósfera explosiva. El método de clasificación de los emplazamientos lo estudiamos en el apartado correspondiente.

Nuestro emplazamiento de almacenamiento de productos inflamables se establece de Clase I, pues nuestro riesgo es debido a gases, vapores o nieblas inflamables en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables, no existiendo riesgo por polvos inflamables (clase II).

Dentro de nuestro local de Clase I se clasifican distintas zonas en función de la probabilidad de presencia de la atmósfera potencialmente explosiva y las distinguimos entre:

Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva construida por una mezclada aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Zona 1: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Zona 2: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, encaso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

Para realizar la clasificación de las distintas zonas de nuestro almacenamiento nos acogemos a las reglas especificadas en la Norma UNE-EN 60079-10.

Como justificaremos más adelante, nuestra sala de almacenamiento ha quedado clasificada como:

CLASE I ZONA 2.

1.6.1.1.3.1 PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE ZONAS CON RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.

A continuación realizamos la clasificación de zonas según se indica en el esquema clasificación propuesto por la norma UNE 60079-10 y en la guía CEI 31-35.

3.1.1 Determinación de las fuentes y grado de escape

Fuente de escape: Consideramos como fuente de escape el punto o lugar desde el cual el líquido inflamable puede liberarse a la atmósfera de tal forma que se pueda formar una atmósfera explosiva gaseosa.

En nuestro caso, el almacenamiento de inflamables está constituido por recipientes de 25 l. en garrafas de material plástico, en bidones de 200 l. metálicos y en GRG (Grandes Recipientes a Granel) de 1.000 l, también de material plástico.

Para determinar la fuente de escape y aunque es muy improbable, vamos a considerar la posibilidad de que cualquiera de los recipientes plásticos puede sufrir una rotura con el derrame de la totalidad del líquido que contiene y por lo tanto la cantidad total máxima de producto derramado será de 1.000 l. Aunque estaría incluido en la hipótesis anterior por ser más desfavorable, no consideramos la rotura de bidones metálicos por ser extremadamente improbable su rotura salvo que se produjera un hecho catastrófico el cual no es considerado reglamentariamente, ciñéndonos a la rotura de un recipiente plástico.

Grado de escape: Nos indica la norma UNE 60079-10 que hay tres grados básicos de escape, que se clasifican a continuación en orden decreciente en cuanto a la frecuencia y probabilidad de que la atmósfera de gas explosiva esté presente:

Grado de escape continuo: Es aquel escape que está presente de manera continua o que se espera que ocurra frecuentemente o durante largos períodos.

Grado de escape primario: Se considera escape primario aquel que se espera que ocurra periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.

Grado de escape secundario: Es el escape que no se espera que se produzca en funcionamiento normal y, que si ocurre, es probable que lo haga no frecuentemente y durante cortos periodos.

En nuestra sala de almacenamiento por lo tanto consideramos que el **GRADO DE ESCAPE ES SECUNDARIO**.

1.6.1.1.3.2.1.2 Determinación del grado de ventilación

La norma UNE 60.079-10 no determina los parámetros sobre V_z y t para establecer el grado de ventilación, si bien en la última revisión de la norma UNE 60.079-10 nos indica que si $V_z < 0,1 \text{ m}^3$ la ventilación es de grado alto. Sin embargo para una correcta determinación del grado de ventilación en función de V_z y de t debemos acudir de nuevo a la guía CEI 31-35.

Según la norma UNE 60.079-10 se reconocen los tres grados de ventilación:

Ventilación alta (VA): Puede reducir la concentración en la fuente de escape de forma prácticamente instantánea, resultando una concentración inferior al límite inferior de explosividad. Resulta así, una zona de extensión despreciable.

Ventilación media (VM): Puede controlar la concentración, manteniendo una zona de límite estable, mientras el escape se está produciendo y en la que la atmósfera explosiva no persiste indebidamente después de la extinción del escape.

Ventilación baja (VB): No puede controlar la concentración mientras el escape se está produciendo y/o no puede impedir la persistencia indebida de la atmósfera explosiva después de que el escape se haya extinguido.

En el almacenamiento objeto del presente proyecto se ha estimado un **GRADO DE VENTILACIÓN MEDIO**, pues si bien se ha dispuesto de una instalación de extracción y renovación de aire que está en funcionamiento permanente durante el horario de trabajo que es cuando se pueden producir incidentes en el almacenamiento que provoquen la rotura de un recipiente, la ventilación no es capaz de evitar una zona peligrosa alrededor de charco producido por el derrame de producto del recipiente que se pudiera romper por incorrecta manipulación en su almacenamiento.

1.6.1.1.3.1.3 Determinación de la disponibilidad de ventilación.

La norma UNE 60.079-10 nos define la disponibilidad de la ventilación.

La disponibilidad de la ventilación es la fiabilidad de la misma e influye en la presencia o formación de una atmósfera de gas explosiva y por lo tanto en el tipo de zona. Si la disponibilidad o fiabilidad de la ventilación decrece, el tipo de zona normalmente se incrementa. En el anexo B de la Norma se da una orientación sobre la disponibilidad.

Disponibilidad buena: Es aquella ventilación que existe de forma prácticamente permanente.

Disponibilidad aceptable: La ventilación que se espera que exista durante el funcionamiento normal. Las interrupciones se permiten siempre que se produzcan de forma poco frecuente y por cortos períodos;

Disponibilidad pobre: Aquella en que la ventilación no cumple los criterios establecidos como ventilación buena o aceptable, pero no se espera que haya interrupciones prolongadas.

En nuestro almacenamiento está previsto que la ventilación funcione de forma permanente durante toda la jornada laboral y por lo tanto se considera que dispone de un **DISPONIBILIDAD ACEPTABLE**.

1.6.1.1.3.1.4 Determinación del tipo de zona

Según la norma UNE 60079-10 se determina el tipo de zona, en función del grado de la fuente de emisión, el grado de ventilación y la disponibilidad de la misma.

En nuestra sala de almacenamiento al tener:

- Grado de emisión: **SECUNDARIO**
- Grado de ventilación: **MEDIO**.
- Disponibilidad de la ventilación: **ACEPTABLE**.

Consideramos que la sala de almacenamiento es una **ZONA 2**.

| Grado de ventilación. | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------|------------------|------------------|-------------------------|
| Alto | | | Medio | | | Bajo | |
| Disponibilidad de la ventilación. | | | | | | | |
| Grado de emisión | Buena | Aceptable | Pobre | Buena | Aceptable | Pobre | Buena, aceptable, pobre |
| Continuo | Zona 0 ED. a No peligrosa. | Zona 0 ED. a Zona 2 | Zona 0 ED. a Zona 1. | Zona 0. | Zona 0 + Zona 2. | Zona 0 + Zona 1. | Zona 0. |
| Primario | Zona 1 ED. a No peligrosa. | Zona 1 ED. a Zona 2 | Zona 0 ED. a Zona 2. | Zona 1. | Zona 1 + Zona 2. | Zona 1 + Zona 2. | Zona 1 o Zona 0. c |
| Secundario | Zona 2 ED. a No peligrosa. | Zona 2 ED. a No peligrosa. | Zona 0 ED. Zona 2. | Zona 2. | Zona 2. | Zona 0 + Zona 2. | Zona 1 o Zona 0. c |
| <p>NOTA 1 "+" significa "rodeada por".</p> <p>NOTA 2 Debería tenerse un cuidado especial para evitar situaciones donde emplazamientos cerrados que contengan fuentes que solo tengan escapes de grado secundario pudieran clasificarse como zona 0. Esto se aplica igualmente a pequeños emplazamientos cerrados no purgados ni presurizados, por ejemplo, paneles de instrumentos o envolventes de protección de instrumentos contra la intemperie, emplazamientos acondicionados térmicamente aislados o espacios entre las tuberías y sus envolturas de aislamiento térmico. Conviene que tales envolventes estén provistas de al menos algún tipo de aberturas localizadas apropiadamente que permitirán el movimiento del aire sin dificultad en el interior. Cuando esto no sea posible, práctico o deseable, se debería hacer un esfuerzo para mantener las potenciales fuentes de escape fuera de las envolventes, por ejemplo, las conexiones de tuberías normalmente deben estar apartadas de las envolventes de aislamiento así como cualquier otro equipo que pueda considerarse como una potencial fuente de escape.</p> <p>NOTA 3 Es conveniente que las fuentes de escape de grado continuo y primario no estén preferentemente localizadas en emplazamientos con un grado de ventilación bajo. O bien las fuentes de escape deberían localizarse de nuevo o la ventilación mejorada o el grado de la fuente de escape reducido.</p> <p>NOTA 4 Conviene que la suma de las fuentes de escape con una actividad regular (es decir, muy previsible) se base en el análisis detallado de los procedimientos operativos. Por ejemplo, N fuentes de escape con un modo común de escape deberían considerarse normalmente como una fuente de escape única con N puntos diferentes de escape.</p> | | | | | | | |
| <p>a Zona 0 ED, 1 ED o 2 ED indica una zona teórica de extensión despreciable en condiciones normales.</p> <p>b La zona 2 creada por un escape de grado secundario puede ser excedida por las zonas correspondientes a los escapes de grado continuo o primario; en este caso debería tomarse la extensión mayor.</p> <p>c Será zona 0 si la ventilación es tan débil y el escape es tal que prácticamente la atmósfera de gas explosiva esté presente de manera permanente (es decir, es una situación próxima a la de ausencia de ventilación).</p> | | | | | | | |

1.6.1.1.3.1.5 Calculo de la extensión de zona

La norma UNE 60.079-10 no indica fórmulas para determinar con exactitud la extensión de zonas. Este es el punto más conflictivo ya que se debe determinar la zona con riesgo de incendio y explosión, para ello podemos utilizar la Norma de reconocido prestigio guía CEI 31-35 donde a través de una serie de fórmulas nos indica con exactitud la posible zona con riesgo de incendio y explosión.

Independientemente de lo que se indica en las normas de cálculo, es preciso tener en cuenta para determinar la extensión de la zona el caso particular de nuestro almacenamiento.

Hay que considerar que nuestro almacenamiento está preparado para contener recipientes móviles de líquidos inflamables ubicados en estanterías para aprovechar su máxima capacidad de almacenamiento y también hay que considerar que dichas estanterías ocupan la práctica totalidad del volumen de la sala con excepción de los pasillos habilitados para la entrada y retirada de mercancía. Asimismo es preciso tener en cuenta que puede ser modificada en el tiempo la distribución de las estanterías y tenemos que preverlo.

Por todo lo anteriormente expuesto, determinamos que el derrame de líquido inflamable se puede producir en cualquier parte de la sala de inflamables, pues es imposible predecir el lugar de rotura del recipiente, por todo ello tenemos que establecer que si bien la extensión de la zona puede tener en principio una extensión limitada, al no saber el punto del posible derrame y este poderse dar en cualquier punto de la sala, debemos clasificar que la extensión de la zona ocupa toda la sala de almacenamiento.

En nuestro caso y tras determinar que la zona clasificada es una zona 2 y considerando que el almacén de inflamables es una sala independiente y exclusiva para dichos productos hemos adoptado un criterio de clasificar como Zona 2 toda la sala de almacenamiento de inflamables.

1.6.1.1.3.2 TABLA RESUMEN DE LA LISTA DE PREODUCTOS ALMACENADOS, FUENTES DE ESCAPE, GRADO DE VENTILACIÓN Y DISPONIBILIDAD

Lista de fuentes de escape

| SALA DE ALMACENAMIENTO DE INFLAMABLES | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|--------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|-------------|------------|----------|-------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 | 8 | | | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Fuentes de escape | | de escape | | Sustancia inflamable | | Ventilación | | | Emplazamiento Peligroso | | | | | | |
| Nº | Descripción | Localización | Grado de escape -a- | Referencia -b- | Temperatura y presión de operación | | Estado -c- | Tipo -d- | Grado -e- | Disponibilidad -e- | Tipo de zona 0,1,2 | Extensión de la zona | | Referencia | Cualquier otra información y observaciones importantes |
| | | | | | °C | kPa | | | | | | Vertical | Horizontal | | |
| 1 | DERRAME | ALMACÉN | S | 1 | 15 | 101,325 | L | N | MEDIO | BUENA | 2 | (*) | (*) | | |
| 2 | DERRAME | ALMACÉN | S | 2 | 15 | 101,325 | L | N | MEDIO | BUENA | 2 | (*) | (*) | | |
| 3 | DERRAME | ALMACÉN | S | 3 | 15 | 101,325 | L | N | MEDIO | BUENA | 2 | (*) | (*) | | |
| 4 | DERRAME | ALMACÉN | S | 4 | 15 | 101,325 | L | N | MEDIO | BUENA | 2 | (*) | (*) | | |
| 5 | DERRAME | ALMACÉN | S | 5 | 15 | 101,325 | L | N | MEDIO | BUENA | 2 | (*) | (*) | | |
| 6 | DERRAME | ALMACÉN | S | 6 | 15 | 101,325 | L | N | MEDIO | BUENA | 2 | (*) | (*) | | |

a: C-Continuo; S-Secundario; P-Primario.

b: Indica el número en la lista de la tabla de sustancias en el almacén.

c: G-Gas; L-Líquido; GL-Gas Licuado; S-Sólido.

d:N-Natural; A-Artificial.

e: Véase la Norma IEC 60079-10-1, anexo B.

(*): Improcedente, pues se ha determinado que la extensión de la zona es toda la sala de almacenamiento.

1.6.1.1.4 REQUISITOS DE LOS EQUIPOS.

Como se ha indicado, los equipos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes instalados en la sala de productos inflamables, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el R.D. 400/1996 de 1 de marzo o bien estar amparados por las correspondientes certificaciones de conformidad otorgadas por Organismos de Control según lo dispuesto en el R. D. 2200/1995, de 28 de diciembre.

1.6.1.1.4.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.

En la sala de almacenamiento de inflamables las instalaciones eléctricas se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la ITC MIE BT 029 del REBT y en la norma UNE-EN 60.079 –14.

La selección de los equipos eléctricos se ha realizado siguiendo un procedimiento que comprende las siguientes fases:

1.6.1.1.4.1.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL ELÉCTRICO. CRITERIOS DE SELECCIÓN.

Para la selección del material eléctrico apropiado para la sala de almacenamiento de inflamables se precisa la siguiente información:

- a) Clasificar el emplazamiento en el que se va a instalar el equipo (zonas).
- b) Caracterizar la sustancia o sustancias implicadas en el proceso y temperatura de ignición de los gases o vapores.
- c) Las características de los gases o vapores referentes a:
 1. Para el material antideflagrante Exd, el grupo de explosión (IIA, IIB o IIC) definido a partir del intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS).
 2. Para el material e instalaciones de seguridad intrínseca Exi, el grupo de explosión (IIA, IIB o IIC) definido a partir de la relación corriente mínima de ignición (relación CMI).
- d) Las influencias externas y la temperatura ambiente a que se verá sometido el material eléctrico.

Está previsto que la temperatura ambiente esté en el rango comprendido entre - 20 °C y +40 °C por lo que no será preciso que los equipos estén marcado para trabajar en el rango de temperatura diferente.

En virtud de lo cual, en nuestra instalación tendremos:

a) Clasificación del emplazamiento en el que se va a instalar el equipo (zonas):

Como hemos visto en el apartado anterior, en nuestra sala de almacenamiento de inflamables tenemos clasificado las siguientes clases y zonas:

CLASE I ZONA 2.

Como las categorías de equipos admisibles para atmósfera de gases y vapores según lo establecido en el reglamento es:

| CATEGORÍA DEL EQUIPO | ZONAS EN QUE SE ADMITE |
|----------------------|------------------------|
| Categoría 1 | 0, 1 y 2 |
| Categoría 2 | 1 y 2 |
| Categoría 3 | 2 |

En nuestro caso y al tener clasificada la zona como **CLASE I ZONA 2** podemos instalar equipos de **CATEGORÍA 1, 2 o 3**.

b) Caracterización de la sustancia o sustancias implicadas en el proceso y temperatura de ignición de los gases o vapores.

Para realizar el estudio de las sustancias almacenadas y considerar su repercusión en el tipo de material empleado en nuestra instalación, vamos a seguir nuevamente lo indicado en la norma UNE-EN 60.079 –14.

Reproducimos a continuación una tabla resumen con las principales características físicas de los productos que tenemos almacenados en nuestro establecimiento.

Lista y características de las sustancias inflamables

| SALA DE ALMACENAMIENTO DE INFLAMABLES | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------|-------------|-----------------------|-------|--------|---------------------------------|------------------|--------------------|---|---|----------------|-------|-------------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | Sustancia | Inflamable | | LIE | | Volatilidad | | | | | | | | |
| Nº | Nombre | Composición | Punto destello. °C | Kg/m3 | Vol. % | Presión de vapor a 25°C. Kpa | Tª de fusión °C. | Pto. Ebullición °C | Índice politrópico de la expansión adiabática | Densidad relativa del gas o vapor g/cm3 | Tª de ignición | Grupo | Clase de Tª | Obs. |
| 1 | METANOL | CH3OH | 10 | 0,073 | 5,5 | 12,8 | -98 | 64,5 | | 1,11 | 455 | T1 | | |
| 2 | ETANOL | C2H5OH | 17 | 0,059 | 3,1 | 5,9 | -117 | 78 | | 0,85 | 425 | T2 | | |
| 3 | TOLUENO | C6H5CH3 | 4 | 0,042 | 1,1 | 2,9 | -95 | 110,6 | | 0,87 | 535 | T1 | | |
| 4 | AGUARRAS | C10H16 | 33 | 0,045 | 0,8 | 3,6 | -55 | 154 | | 0,85 | 255 | T3 | | |
| 5 | GASOLINA | | < 0° | 0,022 | 0,7 | 50 | -- | < 210° | | >2,5 | 280 | T3 | | |
| 6 | DISOLVENTE | | 4 | 0,148 | 4,2 | 9,3 | -- | -- | | 0,874 | 421 | T2 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

El material eléctrico seleccionado debe asegurar que su temperatura máxima superficial no exceda la temperatura de ignición de los gases y vapores que puedan estar presentes.

Los símbolos para las clases de temperatura que se marcarán en los aparatos tendrán el significado indicado en la siguiente tabla:

| Clase de temperatura del material eléctrico | Temperatura superficial máx. del material eléctrico | Temperatura de ignición del gas o vapor |
|---|---|---|
| T1 | $\leq 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $> 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| T2 | $\leq 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $> 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| T3 | $\leq 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $> 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| T4 | $\leq 135 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $> 135 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| T5 | $\leq 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $> 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| T6 | $\leq 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $> 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |

Como veremos más adelante en el estudio de las características físicas de los vapores de los líquidos inflamables almacenados y que en el caso más desfavorable la temperatura de ignición de gas es 255°C , tendremos que instalar equipos con una temperatura superficial máxima de 200°C , es decir **CLASE DE TEMPERATURA DEL MATERIAL ELÉCTRICO T3**, siendo admisibles los de categoría T4, T5 y T6 por ser de mayor seguridad y si económicamente son más ventajosos.

c) Las características de los gases o vapores

Del estudio de las características físicas de los productos almacenados extraídas de sus correspondientes “Fichas de Seguridad” facilitadas por los fabricantes, sabemos que los gases almacenados en nuestra sala están clasificados en el **GRUPO DE EXPLOSIÓN “IIC”** de todos los posibles (IIA, IIB o IIC).

d) Las influencias externas y la temperatura ambiente a que se verá sometido el material eléctrico.

Está previsto que la temperatura ambiente esté en el rango comprendido entre -20 °C y +40 °C por lo que no será preciso que los equipos estén marcado para trabajar en el rango de temperatura diferente.

Una vez conocidos los apartados anteriores, ya podemos seleccionar los equipos eléctricos de tal manera que la categoría esté de acuerdo a las limitaciones de la tabla categoría del equipo/zonas en que se admite y que reflejamos a continuación y que éstos cumplan con los requisitos que les sea de aplicación, establecidos en la norma UNE-EN 60079-14.

Considerando lo anteriormente expuesto, el material a instalar en esta zona deberá contar con declaración de conformidad CE y venir marcado con la siguiente identificación:

CE 0081 Ex II 3G EExd IIC T3

Siendo:

- CE: Marcado CE conforme a las Directivas europeas.
- 0081: N° del Organismo Notificado que emite el certificado (en este caso el Laboratorio Oficial Madariaga – LOM - que es el 0081).
- Ex: Identificación del material para atmósferas explosivas (este símbolo debe ir dentro de un octógono).
- II: Identificación de material para industrias de superficie.
- G: Identificación de que se trata de gases (D polvos).
- EEx: Símbolo de protección contra explosiones.
- d: Identificación de protección mediante Envolverte Antideflagrante.
- C: Identificación según el tipo de gas (A, B, C).
- T: Temperatura máxima del material (1 a 6).

1.6.1.1.4 INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.

La instalación de los equipos eléctricos se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN 60079-14 y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

1.6.1.1.5 CABLEADO DEL LOCAL CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN.

Como se ha indicado anteriormente, en la instalación eléctrica del presente proyecto no está previsto las instalaciones eléctricas con Modo de Protección mediante Seguridad Intrínseca “i”, pero si fuera preciso la instalación de detectares de humo por requerirlo así el proyecto específico de almacenamiento de productos químicos

inflamables, los sistemas de cableado cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 60079-14 y de la norma UNE-EN 50039.

La instalación que nos ocupa ha sido diseñada empleando un Modo de Protección mediante *Envolvente Antideflagrante "d"*, así que todo el cableado de la instalación se realizará acorde a este Modo de Protección.

Los cables para el local tendrán una tensión mínima asignada de 450/750 V.

Las entradas de los cables a los aparatos eléctricos se realizarán mediante prensaestopas antideflagrante puesto que la instalación se ha diseñado sin tubo como canalización si no mediante cable armado. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante tapones con modo de protección antideflagrante y serán suministrados por el fabricante conjuntamente con el equipo a instalar.

No está previsto el uso de equipos móviles en el local clasificado, si bien fuera preciso en un futuro, sus canalizaciones se realizarán conforme a lo establecido en la Instrucción ITC MIE-BT 21.

La intensidad admisible en los conductores se ha disminuido un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional calculada. Además todos los cables de longitud igual o superior a 5 m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos. Para la protección de sobrecargas se tendrá en cuenta la intensidad de carga fijada disminuida en un 15% y para la protección de cortocircuitos se ha tenido en cuenta el valor máximo para un defecto en el comienzo del cable y el valor mínimo correspondiente a un defecto bifásico y franco al final del cable.

Para evitar el posible paso de gases inflamables de la sala de almacenamiento de inflamables al resto de la nave, en el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra se procede al sellado de huecos o bandejas mediante productos sellantes no inflamables.

1.6.1.1.6.1 REQUISITOS DE LOS CABLES Y DE LOS CONDUCTOS.

Los cables a emplear para la instalación eléctrica de la sala de inflamables de clase II será

- Cables con una protección mecánica mediante armado de alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la norma UNE 21.123 y cumplirá con respecto al fuego, lo establecido en la norma UNE 20432-3.

Toda la instalación se realizará mediante este tipo de conductores armados, por lo que no procede el estudio de conductos.

1.6.1.1.6 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Los equipos eléctricos se instalarán de acuerdo con las condiciones de su documentación particular, se pondrá especial cuidado en asegurar que las partes recambiables, tales como lámparas, sean del tipo y características asignadas correctas.

Las inspecciones de las instalaciones del almacenamiento de inflamables se realizarán según lo establecido en la norma UNE-EN 60079-17.

1.6.1.1.7.1 PROTECCIÓN CONTRA CHISPAS PELIGROSAS

Protección contra contactos directos

Con objeto de evitar la formación de chispas susceptibles de inflamar la atmósfera gaseosa explosiva, se evitará cualquier contacto con partes desnudas en tensión. En la instalación que nos ocupa, no existirá dentro de la sala de productos inflamables ningún elemento en tensión que esté sin el correspondiente aislamiento.

Red de unión equipotencial de masas

Con objeto de evitar la formación de chispas peligrosas entre las masas de las estructuras metálicas a distintos potenciales, deberá instalarse una red de unión equipotencial de masas en todas las zonas clasificadas.

Todas las partes conductoras externas deberán conectarse a dicha red. A la red equipotencial se conectarán los conductores de protección, los tubos, las armaduras, pero en ningún caso el conductor neutro. La sección del conductor de protección será de al menos 10 milímetros cuadrados de cobre o de otro metal con resistencia eléctrica equivalente.

Las envolventes metálicas de los equipos no necesitarán conectarse a la red de unión equipotencial siempre y cuando se encuentren sólidamente fijadas y con buen contacto metálico a otras partes metálicas previamente conectadas a dicha red equipotencial.

Electricidad estática.

En la concepción de las instalaciones eléctricas deberá prestarse especial atención a los posibles riesgos derivados de las descargas electrostáticas debiendo realizar un estudio particular para cada caso en zonas secas con corrientes de aire u otros gases y en aquellas actividades en las que se efectúe movimiento o transporte de sustancias a través de canalizaciones.

Protección contra las descargas atmosféricas.

Del mismo modo, deberá prestarse también atención especial a los riesgos derivados de las descargas atmosféricas.

1.6.1.1.7.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La instalación eléctrica de toda la nave de almacenamiento de productos químicos, incluida la sala de inflamables, se ejecutará con un esquema tipo TT, es decir, red con neutro conectado directamente a tierra y masas puestas a tierra en puntos diferentes al anterior.

Para la protección contra contactos indirectos y adicionalmente a la puesta a tierra de las masas metálicas se emplearán interruptores diferenciales de alta sensibilidad, de 10 o 30 mA e intensidad nominal acorde a la intensidad de los circuitos y según los cálculos realizados en el apartado correspondiente de este proyecto.

1.6.1.1.7.3 PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Todos los circuitos y aparatos eléctricos instalados en el almacén de productos inflamables irán equipados con dispositivos de protección para asegurar su desconexión automática de la red en el tiempo más corto posible. En los casos de sobrecarga y cortocircuito, el dispositivo de protección desconectará la parte de instalación averiado sin posibilidad de rearme automático.

También se ha previsto la instalación de dispositivos que asegure la protección contra los riesgos provocados por las sobreintensidades en los motores trifásicos, en marcha monofásica.

1.6.1.1.7.4 SECCIONAMIENTO Y PARADA DE EMERGENCIA

El cuadro eléctrico que alberga todos los elementos de mando y protección de los circuitos y elementos de la instalación de la zona clasificada se encuentra situado fuera de ésta zona. En dicho cuadro se instalarán dispositivos de seccionamiento y parada de emergencia que permitirán, desde una zona segura, dejar sin servicio eléctrico toda la instalación.

1.6.1.1.8 DOCUMENTACIÓN

Para instalaciones nuevas o ampliaciones de las existentes, en el ámbito de aplicación de la presente ITC, se incluirá la siguiente información (según corresponda) en el proyecto de la instalación:

- Clasificación de emplazamientos y plano representativo.
- Adecuación de la categoría de los equipos a los diferentes emplazamientos y zonas.
- Instrucciones de implantación, instalación y conexión de los aparatos y equipos.
- Condiciones especiales de instalación y utilización.

El propietario de la instalación deberá conservar:

- Copia del proyecto.
- Manual de instrucciones de los equipos.
- Declaraciones de Conformidad de los equipos.
- Documentos descriptivos del sistema para los de seguridad intrínseca, si finalmente fuera preciso su instalación por exigencia del proyecto específico de almacenamiento de productos químicos.
- Todo documento que pueda ser relevante para las condiciones de seguridad.

1.6.1.1.9 MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

Para el mantenimiento de estas instalaciones y con objeto de garantizar que se conservan las condiciones de seguridad de las mismas, se seguirá lo establecido en la norma UNE-EN 60079-17.

La reparación de equipos y sistemas de protección deberán ser llevados a cabo de forma que no comprometa la seguridad. Como criterio técnico se seguirá lo establecido en la norma CEI 60079-19.

1.6.1.2.- LOCALES EN LOS QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES, SEGÚN LA ITC-BT-30.7.

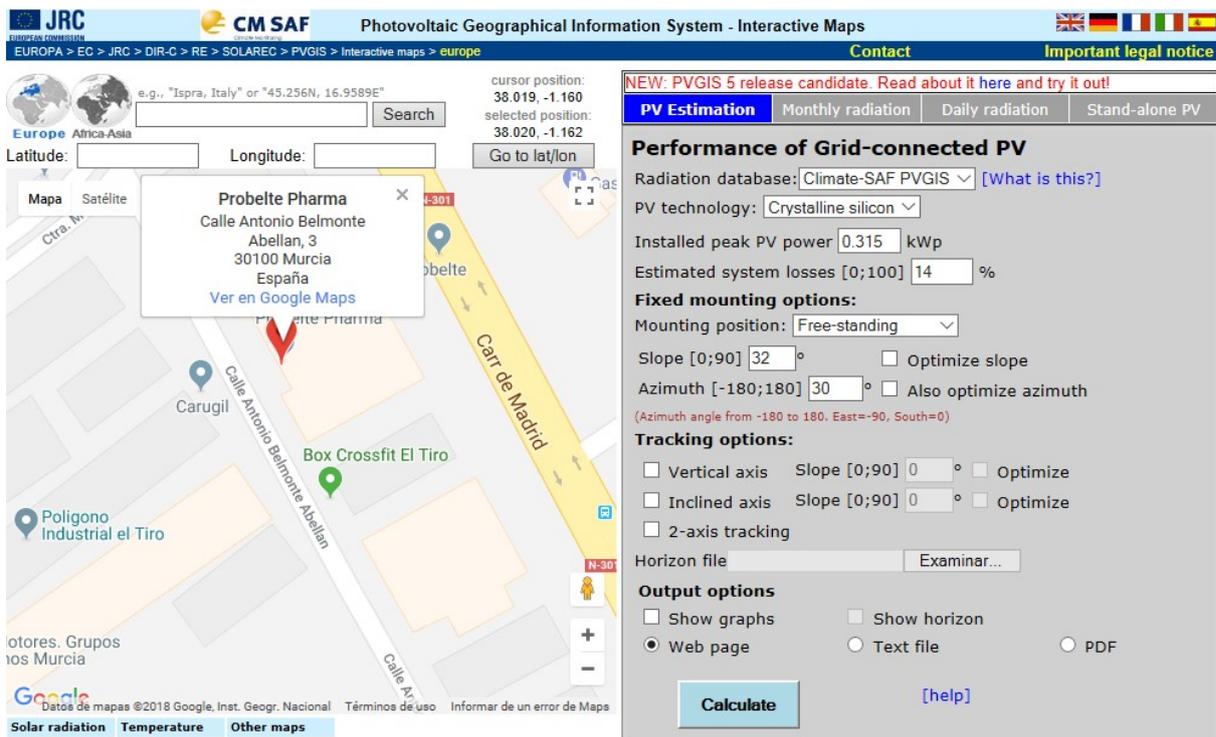
El suministro eléctrico de la nave de almacenamiento objeto de este proyecto es aportado por una planta solar fotovoltaica instalada en la cubierta de la nave, la cual está dotada de baterías de acumuladores. La descripción de la instalación de estas baterías viene indicada en la parte correspondiente a la instalación fotovoltaica.

1.6.1.3.- INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN LA ITC-BT-40.

1.6.1.3.1- DATOS DE LA SITUACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL.

La nave industrial se encuentra situada en el término municipal de Murcia, en el Polígono Industrial “El Tiro”.

La ubicación es: 38°1'11" Norte, 1°9'42" Oeste, Elevación: 85 m.s.n.m,



The screenshot displays the PVGIS Interactive Maps interface. The top navigation bar includes logos for JRC and CM SAF, and the title "Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps". The interface is divided into a map area on the left and a configuration panel on the right.

Map Area:

- Search bar: "e.g., 'Ispra, Italy' or '45.256N, 16.9589E'"
- Cursor position: 38.019, -1.160
- Selected position: 38.020, -1.162
- Map controls: "Mapa", "Satélite", "Go to lat/lon"
- Map labels: "Calle Antonio Belmonte Abellan, 3", "30100 Murcia", "España", "Ver en Google Maps", "Polígono Industrial el Tiro", "Carr de Madrid", "Box Crossfit El Tiro", "Carugil", "Calle Antonio Belmonte Abellan", "Calle An..."

Configuration Panel:

- NEW: PVGIS 5 release candidate. Read about it here and try it out!
- Navigation tabs: "PV Estimation", "Monthly radiation", "Daily radiation", "Stand-alone PV"
- Performance of Grid-connected PV
 - Radiation database: Climate-SAF PVGIS [What is this?]
 - PV technology: Crystalline silicon
 - Installed peak PV power: 0.315 kWp
 - Estimated system losses [0;100]: 14 %
- Fixed mounting options:
 - Mounting position: Free-standing
 - Slope [0;90]: 32° Optimize slope
 - Azimuth [-180;180]: 30° Also optimize azimuth
- Tracking options:
 - Vertical axis Slope [0;90]: 0° Optimize
 - Inclined axis Slope [0;90]: 0° Optimize
 - 2-axis tracking
- Horizon file: [input field] Examinar...
- Output options:
 - Show graphs Show horizon
 - Web page Text file PDF
- Buttons: "Calculate", "[help]"

Location: 38°1'11" North, 1°9'42" West, Elevation: 85 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 0.3 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 11.9% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.7%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 26.2%

| Fixed system: inclination=32°, orientation=30° (Optimum at given orientation) | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Month | E_d | E_m | H_d | H_m |
| Jan | 0.99 | 30.8 | 4.06 | 126 |
| Feb | 1.16 | 32.5 | 4.79 | 134 |
| Mar | 1.40 | 43.5 | 5.96 | 185 |
| Apr | 1.42 | 42.7 | 6.12 | 184 |
| May | 1.53 | 47.4 | 6.68 | 207 |
| Jun | 1.63 | 48.9 | 7.23 | 217 |
| Jul | 1.65 | 51.2 | 7.43 | 230 |
| Aug | 1.56 | 48.4 | 7.02 | 218 |
| Sep | 1.37 | 41.1 | 6.02 | 181 |
| Oct | 1.21 | 37.6 | 5.23 | 162 |
| Nov | 1.00 | 29.9 | 4.14 | 124 |
| Dec | 0.89 | 27.4 | 3.62 | 112 |
| Yearly average | 1.32 | 40.1 | 5.70 | 173 |
| Total for year | | 481 | | 2080 |

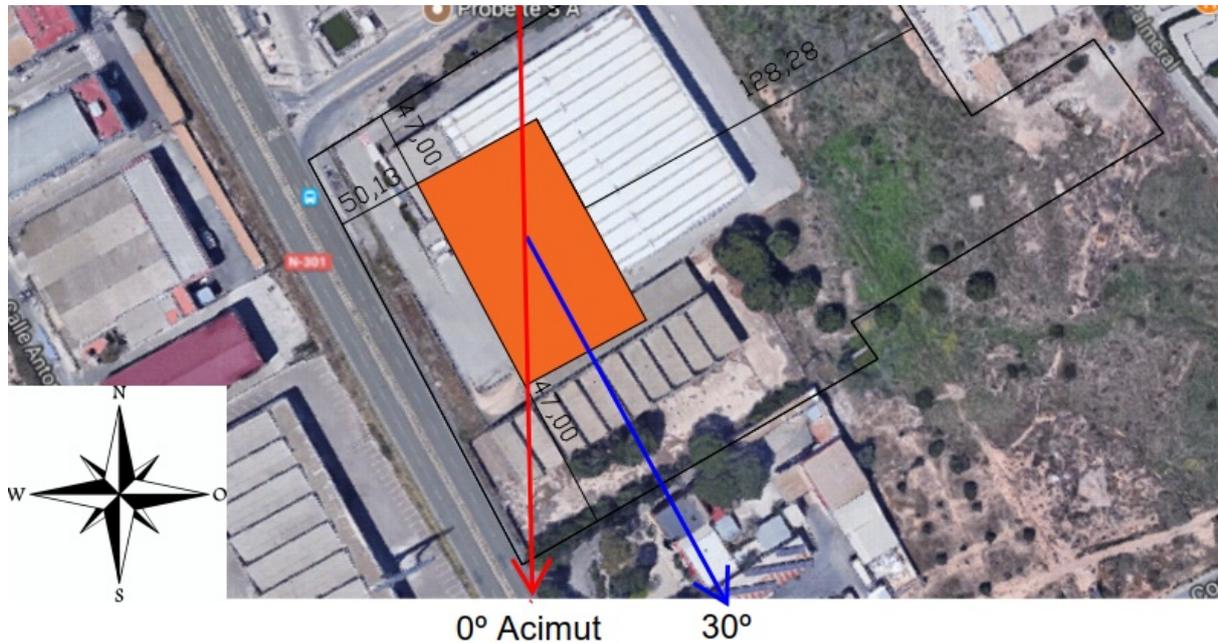
E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

La ubicación de la nave respecto al sur, es la siguiente



1.6.1.3.2.- CALCULO DEL NÚMERO DE PANELES POSIBLES A INSTALAR.

Partimos de una nave industrial con unas dimensiones de la cubierta útiles para la instalación de paneles fotovoltaicos de 55 m. x 30m., lo que representa una superficie total de 1.650 m² útiles para la instalación solar fotovoltaica.

Tras un estudio de mercado se ha optado por instalar paneles fotovoltaicas marca ATERSA mod. A-315M monocristalina, pues aunque son algo más caras que las policristalinas su rendimiento a largo plazo hace que se tenga un periodo de retorno de la inversión menor.

La ficha técnica de características de estos paneles solares fotovoltaicos se encuentra a continuación.

| Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C y AM 1,5)* | | | |
|---|---|------------|---------|
| | A-305P | A-310P | A-315P |
| Potencia Nominal (0/+5 W) | 305 W | 310 W | 315 W |
| Eficiencia del módulo | 15,78% | 15,94% | 16,19% |
| Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp) | 8,27 A | 8,35 A | 8,43 A |
| Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp) | 36,88 V | 37,14 V | 37,37 V |
| Corriente en Cortocircuito (Isc) | 8,78 A | 8,83 A | 8,88 A |
| Tensión de Circuito Abierto (Voc) | 45,97 V | 46,14 V | 46,31 V |
| Parámetros térmicos | | | |
| Coefficiente de Temperatura de Isc (α) | | 0,04% /°C | |
| Coefficiente de Temperatura de Voc (β) | | -0,32% /°C | |
| Coefficiente de Temperatura de P (γ) | | -0,43% /°C | |
| Características físicas | | | |
| Dimensiones (mm ± 2 mm) | 1965x990x40 | | |
| Peso (kg) | 24 | | |
| Área (m ²) | 1,95 | | |
| Tipo de célula | Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas) | | |
| Células en serie | 72 (6x12) | | |
| Cristal delantero | Cristal templado ultra claro de 4 mm | | |
| Marco | Aleación de aluminio pintado en poliéster | | |
| Caja de conexiones / Opcional | QUAD IP54 / QUAD IP65 | | |
| Cables | Cable Solar 4 mm ² 1250 mm | | |
| Conectores | MC4 o combinable MC4 | | |
| Rango de funcionamiento | | | |
| Temperatura | -40°C a +85°C | | |
| Máxima Tensión del Sistema / Protección | 1000 V / CLASS II | | |
| Carga Máxima Viento / Nieve | 2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m ²) | | |
| Máxima Corriente Inversa (IR) | 15,1 A | | |

Sus dimensiones son 1965 mm. x 990 mm.

Insertando la ubicación de la nave industrial en el programa informático PVGIS, obtenemos que la inclinación óptima de los paneles solares en la cubierta de la nave es de 32°.

Con estos datos podemos calcular el número máximo de paneles solares que podemos instalar en la cubierta de la nave y por lo tanto la potencia y energía que obtendremos en su funcionamiento.

TOTAL PANELES = 390 PANELES

1.6.1.3.3.- POTENCIA Y ENERGÍA PRODUCIBLE.

Nº total de paneles= 390.

La energía producible la calculamos considerando el nº de paneles y la energía media obtenida de PVGIS considerando la potencia del panel, inclinación y media anual.

E producible= N paneles * Em = 390 * 481 Kwh (pvgis) = 187590 Kwh anuales.

1.6.1.3.4.- ENERGÍA CONSUMIDA ALMACÉN.

E.producible = P instalada(kW) × horas × año = 67 × 8 × 251 = 134536 kWh/año

1.6.1.3.5.- NÚMERO PANELES REALES NECESARIOS.

Total paneles = 280 PANELES

6 filas de 21 paneles cada una y 7 filas con 22 paneles cada una = 280 paneles.

1.6.1.3.6.- POTENCIA Y ENERGÍA PRODUCIBLE REAL.

La potencia pico de la instalación la tendremos considerando el nº total de paneles por la potencia nominal de cada panel.

Nº total de paneles= 280

E producible= N paneles * Em = 280 * 481 Kwh (pvgis) = 134680 Kwh anuales.

1.6.1.3.7.- TEMPERATURA DE LOS PANELES.

En la cubierta de la nave se considera un rango de temperaturas comprendidas entre -5°C en invierno y 45°C en verano, por lo tanto deberán corregirse los parámetros del módulo para estos valores extremos.

La temperatura máxima sobre los paneles = 78,75 °C.

La temperatura mínima = 1,62 °C.

1.6.1.3.8.- VALORES DE TENSIÓN MÁXIMO Y MÍNIMO.

Los valores de tensión de circuito abierto en condiciones extremas de temperatura, se obtienen aplicando el coeficiente T_p a los valores de tensión (V_{oc}) obtenidos para la temperatura de 25 °C.

$$V_{oc}(x^{\circ}) = V_{oc}(25^{\circ}) + \Delta T * \Delta V_{oc}$$

Para una temperatura ambiente de -1,62 °C los valores de V_{oc} obtenidos son:

$$V_{oc}(\text{min}) = 42,36 \text{ V}$$

Para una temperatura ambiente de 78,75 °C los valores de V_{oc} obtenidos son:

$$V_{oc}(\text{min}) = 54,28 \text{ V}$$

1.6.1.3.9.- VALORES DE INTENSIDAD MÁXIMO Y MÍNIMO.

Los valores de corriente de circuito abierto en condiciones extremas de temperatura, se obtienen aplicando el coeficiente T_p a los valores de corriente (I_{sc}) obtenidos para la temperatura de 25 °C.

$$I_{sc}(x^{\circ}) = I_{sc}(25^{\circ}) + \Delta T * \Delta I_{sc}$$

Para una temperatura de - 1,62°C tenemos:

$$I_{sc}(x^{\circ}) = 8,79 \text{ A}$$

Para una temperatura de 78,75 °C tenemos:

$$I_{sc}(x^{\circ}) = 9,07 \text{ A}$$

1.6.1.3.10.- COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA DE LA TENSIÓN DE MÁXIMA POTENCIA RESPECTO DE LA TEMPERATURA.

Para una temperatura ambiente de - 5°C

$$V_{pmp}(-1,62^{\circ}\text{C}) = 37,37 + (-1,62-25) * (37,37 * 0,32 / 100) = 34,19 \text{ V.}$$

Para una temperatura ambiente de 45°C

$$V_{pmp}(78,75) = 37,37 + (78,75-25) * (37,37 * 0,32 / 100) = 43,80 \text{ V.}$$

1.6.1.3.11.- N° DE PANELES EN SERIE Y PARALELO. ELECCIÓN DEL INVERSOR.

Tomamos como elección del inversor por sus prestaciones el INGETEAM ingeconSun 25U 480.

Instalaremos 4 inversores para 264 placas.

Para las 16 restantes se instalará el INGETEAM ingeconSun 15U 208.

| Modelo | IngeconSun 15U 208 | IngeconSun 15U 480 | IngeconSun 25U 208 | IngeconSun 25U 480 |
|--|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Valores de Entrada (DC) | | | | |
| Rango pot. campo FV recomendado ⁽¹⁾ | 16 - 20 kWp | 16 - 20 kWp | 26 - 33 kWp | 26 - 33 kWp |
| Rango de tensión MPP | 300 - 550 V | 300 - 550 V | 300 - 550 V | 300 - 550 V |
| Tensión máxima DC ⁽²⁾ | 600 V | 600 V | 600 V | 600 V |
| Corriente máxima DC | 52 A | 52 A | 87 A | 87 A |
| Nº entradas DC | 2 ⁽³⁾ | 2 ⁽³⁾ | 2 | 2 |
| MPPT | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Valores de Salida (AC) | | | | |
| Potencia nominal AC ⁽⁴⁾ | 15 kW | 15 kW | 25 kW | 25 kW |
| Corriente máxima AC | 47 A | 20 A | 78 A | 34 A |
| Tensión nominal AC | 208 V | 480 V | 208 V | 480 V |
| Frecuencia AC | 60 Hz | 60 Hz | 60 Hz | 60 Hz |
| Coseno Phi ⁽⁵⁾ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Regulación Coseno Phi | ±0,9 a Pnom | ±0,9 a Pnom | ±0,9 a Pnom | ±0,9 a Pnom |
| THD ⁽⁶⁾ | <3% | <3% | <3% | <3% |
| Rendimiento | | | | |
| Eficiencia máxima | 94,3% | 94,3% | 96,1% | 95,9% |
| Eficiencia CEC | 95,8% | 95,8% | 95,7% | 95,5% |
| Datos Generales | | | | |
| Consumo en standby | 30 W | 30 W | 30 W | 30 W |
| Consumo nocturno | 1 W | 2 W | 1 W | 2 W |
| Temperatura de funcionamiento | -20°C a +45°C | -20°C a +45°C | -20°C a +45°C | -20°C a +45°C |
| Humedad relativa | 0 - 95% | 0 - 95% | 0 - 95% | 0 - 95% |
| Grado de protección | NEMA 3R, IP54 (IP65 electronics) | | | |
| Referencias normativas | UL1741, CSA C22.2 n°107.1-01, IEEE 1547, IEEE 1547. | | | |

1.6.1.3.12.- DIMENSIONADO DE LAS BATERÍAS.

Para nuestra instalación hemos escogido las baterías tipo OPZS y 48v C(10)

Empleando las baterías estacionarias OPZS y 48v C(10) necesitaremos utilizar

$$N_{baterías} = 7 \text{ baterías}$$

1.6.1.3.13.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

Instalación de CC

El cableado correspondiente a la instalación de corriente continua abarcará desde los paneles fotovoltaicos hasta los cuadros de protecciones de corriente continua situados en los inversores.

El cableado deberá estar correctamente dimensionado para no provocar caídas de tensión y a su vez soportar la intensidad generada por la instalación.

Lo primero es calcular la sección necesaria para transportar la intensidad y después comprobar la sección mínima.

Para el cálculo de la intensidad admisible se utilizará la tabla A52-1 descrita en la UNE 20460-5-523. En esta tabla se especifican las intensidades máximas admisibles de los conductores.

TABLA A. 52-1 bis:
 INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

| Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| A1 |  | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | | |
| A2 |  | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | | | |
| B1 |  | | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | | XLPE2 | | | |
| B2 |  | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | |
| C |  | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | | |
| D* |  | VER SIGUIENTE TABLA | | | | | | | | | | | |
| E |  | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | |
| F |  | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | |
| | mm ² | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Cobre | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 21 | 24 | 25 |
| | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | 23 | 26 | 26,5 | 29 | 33 | 34 |
| | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 45 | 46 |
| | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | 40 | 44 | 46 | 49 | 57 | 59 |
| | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | 54 | 60 | 65 | 68 | 76 | 82 |
| | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 105 | 110 |
| | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 95 | 103 | 110 | 116 | 123 | 140 |
| | 35 | 72 | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 127 | 137 | 144 | 154 | 174 |
| | 50 | 86 | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 155 | 167 | 175 | 188 | 210 |
| | 70 | 109 | 118 | 130 | 149 | 160 | 171 | 185 | 199 | 214 | 224 | 244 | 269 |
| | 95 | 130 | 143 | 156 | 180 | 194 | 207 | 224 | 241 | 259 | 271 | 296 | 327 |
| | 120 | 150 | 164 | 188 | 208 | 225 | 240 | 260 | 280 | 301 | 314 | 348 | 380 |
| | 150 | 171 | 188 | 205 | 236 | 260 | 278 | 299 | 322 | 343 | 363 | 404 | 438 |
| 185 | 194 | 213 | 233 | 268 | 297 | 317 | 341 | 368 | 391 | 415 | 464 | 500 | |
| 240 | 227 | 249 | 272 | 315 | 350 | 374 | 401 | 435 | 468 | 490 | 552 | 590 | |
| 300 | 259 | 285 | 311 | 360 | 396 | 423 | 487 | 525 | 565 | 630 | 674 | 713 | |

El conductor a utilizar será el de PVC2, de cobre e instalado en bandeja perforada.

La sección de los conductores que transcurren por nuestra instalación de corriente continua será de 2,5mm².

Instalación de CA

Una vez llegados al inversor, este último pasa de CC a CA, y se transportará la energía hasta el contador que controlará la energía producida por los módulos fotovoltaicos. Esta sección de cable deberá soportar la intensidad que circule por el mismo y sufrir las menos pérdidas, por caída de tensión, posibles.

En el primer caso utilizaremos la sección de 10 mm² la cual puede soportar nuestra intensidad máxima admisible, para el segundo caso con una sección de 6 mm² sería suficiente. El tramo del neutro llevará una sección igual a la calculada para los conductores.

Estos conductores llevarán una protección individual pero se unificarán en un tramo común, a continuación calcularemos la sección de ese conductor.

Haciendo la comprobación de la intensidad máxima admisible y bajo los criterios de que va enterrado bajo tubo tendremos una sección de 120mm².

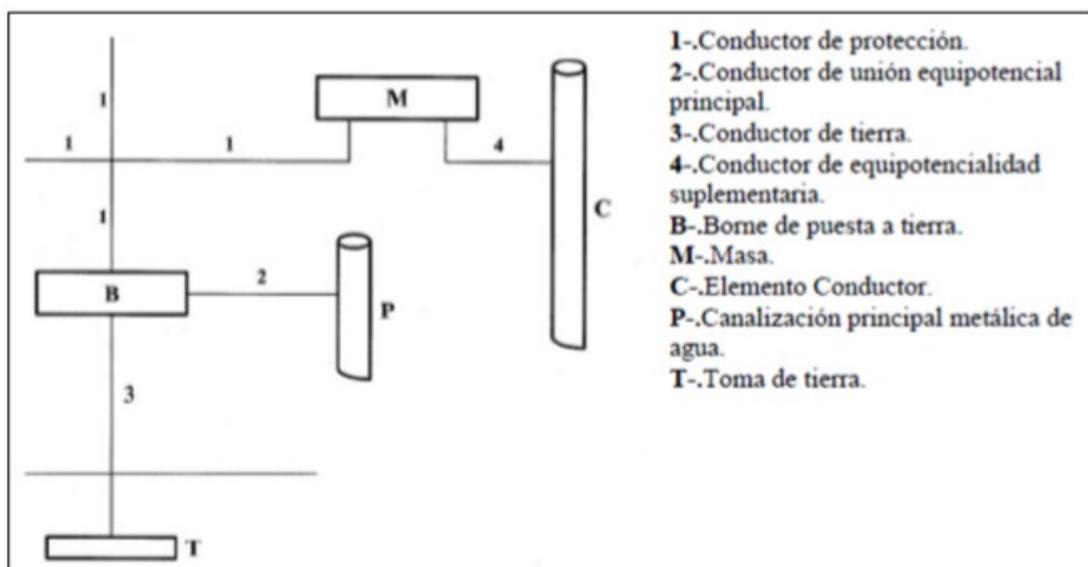
Cableado de protección

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se establece que toda masa eléctrica debe estar conectada a tierra con el fin de evitar que aparezcan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de la instalación y a su vez permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Según la norma ITC-BT-18 "Instalaciones de puesta a tierra", la puesta a tierra de una instalación está compuesta por:

- Tomas a tierra: Son electrodos formados por barras, tubos, pletinas o mallas que están en contacto con el terreno donde se drenará la corriente de fuga que se puede producir en algún momento, estas tomas a tierra estarán a una profundidad adecuada para las características de la instalación a proteger. En este proyecto se utilizará la toma a tierra de la nave industrial ya que esta constará de una toma a tierra para la protección de sus equipos eléctricos.
- Conductores de tierra: Son los conductores que unen el electrodo de la puesta a tierra de la instalación con el borne principal de puesta a tierra. Se utilizará el conductor de tierra que posee la nave.

- Bornes de puesta a tierra: Son la unión de todos los conductores de protección de la instalación que provienen de los diferentes elementos o masas a proteger. Se utilizará el borne de puesta a tierra que conecta los conductores de protección y el conductor de tierra de la propia nave.
- Conductores de protección: Sirven para unir, eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Unirán las masas a borne de puesta a tierra y con ello al conductor de tierra.



-Representación de un circuito de puesta a tierra-

Los conductores de protección tendrán diferentes secciones según los diseñados anteriormente, esto supone que para la parte de continua, los conductores tendrán una sección de 2,5mm² y para la parte de corriente alterna tendremos dos secciones de 16mm² y 6 mm² y en la parte de 120mm² tendrá una sección de 70mm².

Protecciones

Todas las instalaciones llevan incorporadas una serie de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos así como para todo tipo de contactos indirectos que puedan provocarse. Las protecciones se encontraran separadas según la zona en la que estén, las de corriente continua o corriente alterna, pero el objetivo será el mismo.

Para la parte de corriente continua será suficiente con la instalación de toma a tierra que conecta todas las partes metálicas de la instalación para el caso de que se produzcan derivaciones.

Además el propio inversor lleva incorporado esta serie de protecciones:

Protecciones

Los inversores **Ingecon®Sun Smart 15 U / 25 U** con transformador llevan integradas las siguientes protecciones eléctricas:

- Aislamiento galvánico entre la parte de DC y AC.
- Polarizaciones inversas.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Insulation failures.
- Fallos de aislamiento.
- Seccionador DC.
- Descargadores contra sobretensiones en la entrada y la salida.

Por lo que para la parte de corriente continua sólo quedará por instalar la protección magnetotérmica y los fusibles.

La intensidad nominal del magnetotérmico será de $I_n = 16A$.

Al tener 5 inversores, habrá un total de 5 magnetotérmicos.

El fusible tendrá una intensidad de 12A

| 10x38 | I_n (A) | PÓDER DE CÔRTE (W) |
|-------------|--------------|-----------------------|
| 1000V DC | 1 | 30 |
| | 2 | 30 |
| | 3 | 30 |
| | 4 | 30 |
| | 5 | 30 |
| | 6 | 30 |
| | 8 | 30 |
| | 10 | 30 |
| | 12 | 30 |
| | 15 | 30 |
| | 16 | 30 |
| | 20 | 30 |



-Fusibles utilizados en la protección de corriente continua-

Cada fusible tendrá el su portafusible adecuado. Habrá un total de 5 fusibles.

A continuación se diseñará las protecciones de la parte de corriente alterna,

Para la sección mayor se utilizará un interruptor de 50A.

Para la sección menor uno de 25A será suficiente.

Serán interruptores tetrapolares en los que pasarán 3 fases y el neutro de cada inversor.



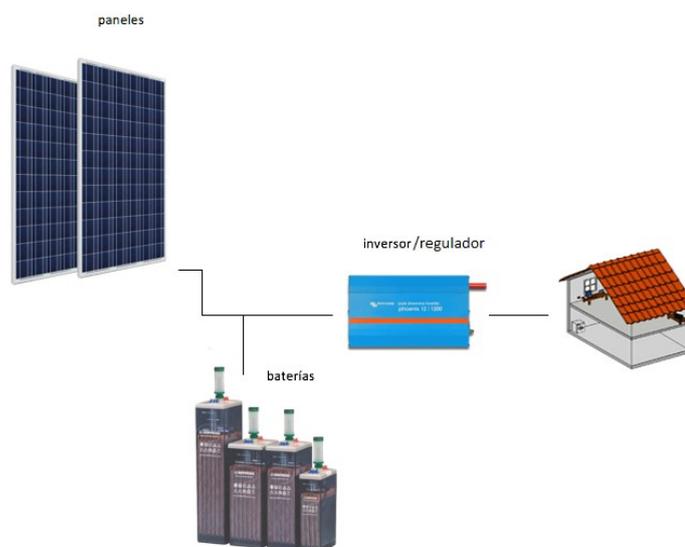
Interruptor magnetotérmico de 50A y 25A.

Los distintos interruptores irán colocados en el cuadro de protecciones de corriente alterna. En este cuadro se unificarán las salidas de los interruptores pasando a una sección de 185mm².

La protección de esta sección será con un magnetotérmico que deberá soportar la intensidad total de los inversores, el magnetotérmico a escoger tendrá una intensidad nominal de 200A.

Para el fusible, la intensidad nominal será de 200A.

1.6.1.3.14.- ESQUEMA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.



1.6.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

1.6.2.1.- CANALIZACIONES FIJAS.

Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta, contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica (cables con aislamiento mineral y cubierta metálica o cables armados con alambre de acero galvanizado y cubierta externa no metálica).

Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Resistencia al curvado: Rígido/curvable.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos D 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

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 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.

Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta, contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica (cables con aislamiento mineral y cubierta metálica o cables armados con alambre de acero galvanizado y cubierta externa no metálica).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario. Su clase de reacción al fuego mínima será $C_{ca-s1b,d1,a1}$.

Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Las canales serán metálicas, con las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: +15 °C canales $L \leq 16$ mm y -5 °C canales $L > 16$ mm.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Propiedades eléctricas: Aislante canales $L \leq 16$ mm y Continuidad eléctrica/aislante canales $L > 16$ mm.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Grado 4 canales $L \leq 16$ mm y no inferior a 2 canales $L > 16$ mm.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

1.6.2.2.- CANALIZACIONES MÓVILES.

No procede, en el presente proyecto no hay canalizaciones móviles.

1.6.2.3.- MÁQUINAS ROTATIVAS.

Las máquinas rotativas instaladas en el presente proyecto son los extractores de aire situados en las salas de almacenamiento tanto de productos inflamables como de productos sin clasificar.

Los motores de estas máquinas van protegidos contra los efectos de posibles sobrecargas o cortocircuitos mediante las correspondientes protecciones indicadas en el plano unifilar.

1.6.2.4.- LUMINARIAS.

Para la iluminación de la nave de almacenamiento se han empleado lámparas de tipo LED para todas las estancias por el ahorro energético que supone. El tipo de luminarias es convencional para la zona de almacenamiento general, de tipo antideflagrante para la zona clasificada con riesgo de incendio o explosión y tipo Dowlight para la zona de oficinas. Sus características las definimos en el apartado 1.7.2. de esta memoria.

1.6.2.5.- TOMAS DECORRIENTE.

Se distribuirán tomas de corriente monofásicas a todas las dependencias administrativas del establecimiento en número suficiente para el desarrollo de las actividades y con una previsión de ampliación sobre las inicialmente previstas.

Igualmente en las zonas del almacenamiento se establecerán tomas de corriente trifásicas ante la posible necesidad de conectar equipos eventualmente, pues no es previsible que por la actividad de almacenamiento sea necesaria una red amplia de tomas de corriente.

Todos los circuitos de tomas de corriente irán protegidos en su origen mediante interruptores magnetotérmicos de corte omnipolar y dotados de protección diferencial.

1.6.2.6.- APARATOS DE CONEXIÓN Y CORTE.

Todos los equipos instalados van dotados con sus correspondientes aparatos de conexión y corte ubicados en los cuadros secundarios.

Los esquemas unifilares de la instalación detallan la ubicación de todos los aparatos de mando y protección.

1.6.2.7.- EQUIPO MÓVIL Y PORTÁTIL.

No se dispone de equipos móviles o portátiles.

1.6.2.8.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

Protección por aislamiento de las partes activas.

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

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- O bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;

- O bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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

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 automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

1.6.2.9.-PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

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

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

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

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado, teniendo en cuenta que la intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

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

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

1.6.2.10.-PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES.

CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

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

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparatos: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc).

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobrecorrientes, etc).

MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

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

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

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

1.6.2.11.- IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.

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

1.7.- PROGRAMA DE NECESIDADES.

1.7.1.- POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA PARA LOS DIFERENTES USOS.

La potencia eléctrica total instalada en la instalación es la siguiente:

| DEPENDENCIA | POTENCIA INSTALADA | COEF. SIMULTAN |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| ALUMBRADOS OFICINAS | 2.080 W | 1 |
| FUERZA OFICINAS | 313.300 W | 0,15 |
| AL. ALMACEN PROD.QUÍMIC | 3.606 W | 1 |
| F.ALMACÉN PROD QUÍM | 750 W | 0.15 |
| AL.ALMACÉN GENERAL | 8.412 W | 1 |
| F.ALMACÉN GENERAL | 32.750 W | 0.15 |
| TOTAL | 360.898 W | 66118 W \cong 67000 W |

Por lo tanto tendremos una potencia de:

| | |
|----------------------------------|-------------------|
| Potencia en alumbrado: | 14.098 W. |
| Potencia en fuerza: | 346.800 W. |
| POTENCIA TOTAL INSTALADA: | 360.898 W. |

1.7.2.- INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN SEGÚN DEPENDENCIAS.

1.7.2.1- ILUMINANCIA EN LOCALES

Para determinar la iluminancia de nuestros locales hemos tomado como referencia los valores indicados en la siguiente tabla para iluminancias recomendadas según la actividad y el tipo de local:

| Tareas y clases de local | Iluminancia media en servicio (lux) | | |
|---|-------------------------------------|-------------|--------|
| | Mínimo | Recomendado | Óptimo |
| Zonas generales de edificios | | | |
| Zonas de circulación, pasillos | 50 | 100 | 150 |
| Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos | 100 | 150 | 200 |
| Centros docentes | | | |
| Aulas, laboratorios | 300 | 400 | 500 |
| Bibliotecas, salas de estudio | 300 | 500 | 750 |
| Oficinas | | | |
| Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias | 450 | 500 | 750 |
| Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE | 500 | 750 | 1000 |
| Comercios | | | |
| Comercio tradicional | 300 | 500 | 750 |
| Grandes superficies, supermercados, salones de muestras | 500 | 750 | 1000 |

| Industria (en general) | | | |
|---|------|------|------|
| Trabajos con requerimientos visuales limitados | 200 | 300 | 500 |
| Trabajos con requerimientos visuales normales | 500 | 750 | 1000 |
| Trabajos con requerimientos visuales especiales | 1000 | 1500 | 2000 |
| Viviendas | | | |
| Dormitorios | 100 | 150 | 200 |
| Cuartos de aseo | 100 | 150 | 200 |
| Cuartos de estar | 200 | 300 | 500 |
| Cocinas | 100 | 150 | 200 |
| Cuartos de trabajo o estudio | 300 | 500 | 750 |

Hemos adoptado para nuestros locales los siguientes niveles de iluminancia:

- Para sala de almac. general y almacenamiento de inflamables: 450 lux.
- Para estancias diversas y despachos: 750 lux.

1.7.2.2.- TIPO DE LAMPARA

Hemos elegido para nuestra instalación lámparas LED por su gran ahorro económico a largo plazo y buen mantenimiento de lúmenes.

Coincide además nuestra elección con las recomendaciones técnicas establecidas para estos tipos de trabajo y que resumimos a continuación:

Ahorro. Las lámparas LED consumen una cantidad bastante inferior de energía en comparación con las lámparas tradicionales, lo que implica que la inversión ofrece beneficios prácticamente inmediatos.

Durabilidad. Las lámparas LED tienen una vida útil que puede alcanzar hasta 50,000 horas de uso, mientras las lámparas tradicionales de halogenuros metálicos tienen una vida útil inferior, lo cual es claramente una gran diferencia que se traduce en una larga durabilidad.

Ecología y salud. La tecnología LED no contiene mercurio y es respetuosa con el medio ambiente, en contra de las tradicionales lámparas de halogenuros metálicos.

Además, emite luz monocromática y no genera luz ultravioleta ni infrarroja como sí lo hacen otros dispositivos, por lo tanto, su uso no implica riesgos para las personas que se exponen a esta luz. De igual forma, al emitir una muy baja cantidad de calor, si se toca por accidente o de manera intencional la bombilla o esta es expuesta a agua o bajas temperaturas, no se corre el riesgo de quemaduras, explosiones o algún otro inconveniente.

El hecho de emitir menos calor también implica un beneficio medioambiental, ya que se reducen las emisiones de calor al almacén en épocas estivales. Además, al consumir una menor cantidad de energía eléctrica, se reduce la quema de combustibles fósiles para la generación de electricidad y, en consecuencia, hay una menor emisión de gases contaminantes, especialmente de CO₂.

Alta eficiencia. A pesar de consumir menos electricidad y emitir menos calor, la eficiencia al momento de iluminar de las lámparas y focos LED es más efectiva que la de las lámparas tradicionales. Esto se debe a la gran eficiencia energética de estos dispositivos, pues aunque consumen menos energía, esta se utiliza al máximo, por lo que la capacidad lumínica de un foco LED es suficiente para iluminar cualquier espacio.

Bajo costo de mantenimiento. Debido a su alta eficiencia, su gran durabilidad y su bajo consumo energético, los focos LED no requieren ser reemplazados de manera constante y el mantenimiento que la instalación eléctrica general requiere es mínimo, por lo que ofrece un ahorro considerable en lo que a mantenimiento se refiere.

Encendido inmediato. Las lámparas LED encienden de inmediato y ofrecen de forma instantánea su máxima potencia para iluminar, lo que hace de estos dispositivos la herramienta ideal para lugares donde se requiere luminosidad intensa inmediata.

Lámparas.

Instalaremos lámparas LED de 32000 lm de flujo y 190 W de potencia en el almacén general y para el almacén de inflamables instalaremos un conjunto de lámpara LED integrada en luminaria antideflagrante de 30799 lm de flujo y 225 W de potencia según la ficha técnica de características facilitada por el fabricante.

1.7.2.3.- TIPO DE LUMINARIA

Las luminarias a emplear en la sala de almacenamiento de inflamables deben de contar, además de con unas características adecuadas para una correcta iluminación, la propiedad de ser de modo de protección antideflagrante, pues van a ser instaladas en un local clasificado con riesgo de incendio o explosión.

Para el almacenamiento general empleamos unas luminarias de tipo convencional condicionada al entorno de trabajo exclusivamente y a la altura a la que se van a instalar.

Hemos elegido las siguientes luminarias:

| SALA | MARCA | MODELO | TIPO | CARACT. | ESPECIFICACIONES ADICIONALES |
|---------------------|--------|-----------|------------|------------------|------------------------------|
| ALMACÉN GENERAL | AIRFAL | LUMIFORTE | SUSPENSIÓN | IP 65 | Convencional |
| ALMACEN INFLAMABLES | CORTEM | SLED-600 | SUSPENSIÓN | ExdeIIB+H2 T5/T6 | Antideflagrante |

Para el almacenamiento de inflamables instalaremos luminarias de tipo antideflagrante de modelo que lleva incorporado las lámparas LED de 225 W CORTEM SERIE SLED MODELO SLED-600 de 30799 lúmenes y ExdeIIB+H2 T5/T6.

Para el almacenamiento general instalaremos lámparas LED de 3200 lúmenes y 190 W y luminarias AIRFAL MODELO LUMIFORTE.

Altura de suspensión de las luminarias

Según las recomendaciones establecidas para este tipo de locales y los cálculos llevados a cabo en el apartado correspondiente de este proyecto, la altura de las luminarias es la siguiente:

| SALA | ALTURA |
|----------------------------------|------------|
| ALMACÉN GENERAL | h= 7, 2 m. |
| ALMACEN INFLAMABLES | h= 7, 2 m. |
| OFICINAS Y SALAS ADMINISTRATIVAS | h= 2, 5 m. |

| SALA | FLUJO LUMINOSO |
|---------------------|--|
| ALMACÉN GENERAL | $\Phi_t = (E \cdot S) / (\eta \cdot f_m) = (500 \cdot 40,29 \cdot 27,0) / (0,62 \cdot 0,65) = 543.915 / 0,403 = 1.349.665 \text{ lm.}$ |
| ALMACEN INFLAMABLES | $\Phi_t = (E \cdot S) / (\eta \cdot f_m) = (500 \cdot 19,7 \cdot 19,6) / (0,59 \cdot 0,65) = 115.836 / 0,403 = 479.057 \text{ lm.}$ |

1.7.2.4- NUMERO DE LUMINARIAS

El número de luminarias a instalar para conseguir la iluminancia que queremos en cada una de nuestras salas y en base a los cálculos realizados en el correspondiente apartado del presente proyecto son:

| SALA | Numero de luminarias | AJUSTE |
|---------------------|----------------------|----------------------------|
| ALMACÉN GENERAL | N= 40luminarias. | + 4 luminarias del pasillo |
| ALMACEN INFLAMABLES | N= 16luminarias. | |

Instalaremos lámparas de tipo LED.

Para el almacenamiento de inflamables instalaremos luminarias de tipo antideflagrante de modelo que lleva incorporado las lámparas LED de 225 W CORTEM SERIE SLED MODELO SLED-600 de 30799 lúmenes y Ex de IIB+H2 T5/T6.

Para el almacenamiento general instalaremos lámparas LED de 3200 lúmenes y 190 W como hemos indicado anteriormente y luminarias y luminarias AIRFAL MODELO LUMIFORTE.

1.7.2.5. EMPLAZAMIENTO DE LAS LUMINARIAS

La distribución de luminarias queda determinada en función de la planta de cada local y se puede apreciar en el plano correspondiente si bien indicamos a continuación su ubicación:

| SALA | Numero de luminarias en lado ancho | Numero de luminarias en lado largo |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ALMACÉN GENERAL | Nancho= 5 luminarias | Nlargo= 8 luminarias |
| ALMACEN INFLAMABLES | Nancho = 4 luminarias | Nlargo = 4 luminarias |

Una vez distribuidas las luminarias uniformemente, tenemos que instalar:

- 40 luminarias en el almacén general + 4 luminarias del pasillo = 44 luminarias.
- 16 luminarias en el almacén de inflamables.

Obteniendo una iluminación de los siguientes valores

- Almacén general NI = 475 + 0 = 475 lux luego cumple con la recomendación aceptada habitualmente.
- Almacén de inflamables NI = 490 + 0 = 490 lux luego cumple con la recomendación aceptada habitualmente.

Y la potencia consumida

- Almacén general P= 44*190= 8,4 kW.
- Almacén de inflamables P= 16*225= 3,6 kW.
-

Potencia TOTAL instalada en salas de almacenamiento P= 8,4 + 3,6 = 12 Kw.

1.7.2.6. ILUMINACION ESTANCIAS ADMINISTRATIVAS

Para las estancias administrativas se ha adoptado una iluminación mediante lámparas LED en luminarias empotradas en los techos de tipo técnico.

Se ha establecido asimismo como datos de partida, los siguientes:

- Lámparas marca LEDBOX tipo Downlight LED KRAMFOR 25W.
- Tonalidad: Blanco neutro / 25W / 1850lm / 4000K.
- Tipo de emplazamiento: empotrado en techo tipo técnico desmontable.

Aplicando estas consideraciones iniciales tenemos la siguiente tabla con la distribución de lámparas por estancia:

| Estancia | Largo | Ancho | Indice del local k | Coef. de utilización η | Factor de reflexion | Factor de mantenimiento fm | Plano de trabajo h | Altura luminaria/Altura plano trabajo m. | Iluminancia lux | Flujo luminoso necesario lm | Flujo luminoso lampara lm | Nº luminarias | Lampara | Potencia lampara | Potencia total w, |
|---------------------|-------|-------|--------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|--|-----------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|---------|------------------|-------------------|
| Almacenillo | 11,05 | 6,7 | 1,67 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 53.844 | 1750 | 15 | LED | 25 | 385 |
| Recepción | 5,05 | 2,55 | 0,68 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 9.365 | 1750 | 3 | LED | 25 | 67 |
| Aseos visitas | 3,45 | 1,5 | 0,42 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 3.764 | 1750 | 1 | LED | 25 | 27 |
| Despacho logística. | 5,55 | 4 | 0,93 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 16.145 | 1750 | 5 | LED | 25 | 115 |
| Despacho Gerente. | 5,55 | 4 | 0,93 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 16.145 | 1750 | 5 | LED | 25 | 115 |
| Despacho Ingeniería | 5,55 | 4 | 0,93 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 16.145 | 1750 | 5 | LED | 25 | 115 |
| Despacho Admón. | 5,55 | 4 | 0,93 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 16.145 | 1750 | 5 | LED | 25 | 115 |
| Sala de reuniones | 6 | 5,55 | 1,15 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 24.218 | 1750 | 7 | LED | 25 | 173 |
| Control de calidad | 7 | 5,55 | 1,24 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 28.255 | 1750 | 8 | LED | 25 | 202 |
| Taller | 10 | 6,7 | 1,60 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 48.727 | 1750 | 14 | LED | 25 | 348 |
| Aseos personal | 6,7 | 2,8 | 0,79 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 13.644 | 1750 | 4 | LED | 25 | 97 |
| Pasillo | 29 | 1,5 | 0,57 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 31.636 | 1750 | 9 | LED | 25 | 226 |
| Potencia total | | | | | | | | | | | | | | | 2080 |

Potencia TOTAL instalada en zonas administrativas y otros usos P= 2,080Kw.

1.7.3.- POTENCIA ELÉCTRICA SIMULTÁNEA NECESARIA PARA EL NORMAL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL.

Nuestra instalación va a ser suministrada en autoconsumo por una estación generadora de energía solar fotovoltaica cuyas características se definen en el anexo del presente proyecto.

Adicionalmente se va a contratar un suministro mínimo para atender los servicios indispensables ante una temporal falta de suministro de la fuente fotovoltaica. Esta potencia mínima que contratarla hemos fijado en 3,464 kw para dar servicio a algunos alumbrados y a los ordenadores.

Asimismo estimamos un factor de potencia para la instalación eléctrica de 0,9.

Teniendo en cuenta la instalación de un Interruptor General Automático (IGA) de 6 A., tendremos que la potencia máxima admisible es:

$$P \text{ adm.} = \sqrt{3} * U * I * \cos\phi = 1,73 * 400 * 6 * 0,9 = 3736 \text{ W.}$$

1.7.4.- DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDIDA Y POTENCIA A CONTRATAR.

La potencia a contratar la hemos fijado solo para los servicios mínimos que hemos establecido, pues el consumo del establecimiento es facilitado por nuestra planta generadora fotovoltaica, por lo tanto, el equipo de medida a instalar es el correspondiente al escalón de potencia comercializado por la compañía suministradora correspondiente a 3,464 kW de potencia trifásica.

1.8.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.8.1.- INSTALACIONES DE ENLACE.

La instalación eléctrica de la nave se ejecutará en baja tensión y se ajustará a las disposiciones que indica el REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.´s.

La compañía eléctrica suministradora ejecutará la acometida hasta la CGP, caja general de protección, donde llegará el suministro eléctrico mediante conductores para corriente alterna trifásica con tensión de 230/400 V y frecuencia de 50 Hz.

La Caja General de Protección albergará los cortacircuitos fusibles destinados a proteger la línea general de alimentación.

1.8.1.1.- CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS.

La caja general de protección tendrá dispositivos para poder ser precintada, se instalará en montaje empotrado y los dispositivos de lectura de los equipos de medida de la compañía suministradora se colocarán a una altura que estará a un máximo desde el suelo de entre 0,70 m y 1,80 m.

El tipo de CGP se ajustará a las especificaciones de la compañía suministradora y que en nuestro caso es IBERDROLA, S.A. y cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN-60.394-1. Su grado de inflamabilidad cumplirá lo indicado en la norma UNE-EN-60.439-3.

1.8.2.- INSTALACIONES RECEPTORAS PARA MAQUINARIA Y ALUMBRADO.

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

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superiora la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
De 5 kW a 15 kW: 2
Más de 15 kW: 1,5

1.8.2.1.- CUADROS SECUNDARIOS Y SU COMPOSICIÓN.

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.

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.

1.8.2.2.- LÍNEAS DISTRIBUIDORAS Y SUS CANALIZACIONES.

SELECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.

La categoría de los equipos (excluidos cables y conductores) para atmósfera de gases y vapores será la indicada a continuación:

| Categoría del equipo | Zonas en que se admiten |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Categoría 1 | 0, 1 y 2 |
| Categoría 2 | 1 y 2 |
| Categoría 3 | 2 |

Siendo:

Categoría 1: Aparatos diseñados para que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto.

Categoría 2: Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un alto nivel de protección.

Categoría 3: Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.

Si la temperatura ambiente prevista no está en el rango comprendido entre - 20 °C y +40 °C, el equipo deberá estar marcado para trabajar en el rango de temperatura correspondiente.

En la medida de lo posible, los equipos eléctricos se ubicarán en áreas no peligrosas. Si esto no es posible, la instalación se llevará a cabo donde exista menor riesgo.

CONDUCTORES.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio 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 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio, la intensidad admisible deberá disminuirse en un 15%.

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.

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

| Sección conductores fase (mm²) | Sección conductores protección (mm²) |
|--|--|
| Sf ≤ 16 | Sf |
| 16 < Sf ≤ 35 | 16 |
| Sf > 35 | Sf/2 |

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.

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.

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:

| TENSIÓN NOMINAL INSTALACIÓN | TENSIÓN ENSAYO CORRIENTE CONTINUA (V) | RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MΩ) |
|--------------------------------|---|------------------------------------|
| MBTS O MBTP | 250 | □0,25 |
| □500 (V) | 500 | □0,50 |
| >500 | 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.

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.

SISTEMAS DE INSTALACIÓN.

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

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables. Eso puede precisar del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc, una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
 - Resistencia al impacto: Fuerte.
 - Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C.
 - Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
 - Resistencia al curvado: Rígido/curvable.
 - Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
-
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos D 1 mm.
 - Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
 - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

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 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.

Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta, contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica (cables con aislamiento mineral y cubierta metálica o cables armados con alambre de acero galvanizado y cubierta externa no metálica).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
 - Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
 - Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
 - Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
 - Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
 - Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
 - Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.
- Su clase de reacción al fuego mínima será C_{ca}-s1b,d1,a1.

Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Las canales serán metálicas, con las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: +15 °C canales L \leq 16 mm y -5 °C canales L > 16 mm.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Propiedades eléctricas: Aislante canales L \leq 16 mm y Continuidad eléctrica/aislante canales L > 16 mm.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Grado 4 canales L \leq 16 mm y no inferior a 2 canales L > 16 mm.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta, construidos de modo que dispongan de una protección mecánica (cables con aislamiento mineral y cubierta metálica o cables armados con alambre de acero galvanizado y cubierta externa no metálica).

1.8.2.3.- PROTECCIÓN DE RECEPTORES.

1.8.3.- PUESTAS A TIERRA.

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

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

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

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

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

UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

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

- Barras, tubos;
- Pletinas, conductores desnudos;
- Placas;
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

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

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

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

| Tipo | Protegido mecánicamente | No protegido Mecánicamente |
|----------------------------------|--|---|
| Protegido contra la corrosión | Igual a conductores protección apdo. 7.7.1 | 16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado |
| No protegido contra la corrosión | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro |

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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

Bornes de puesta a tierra.

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

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

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

Conductores de protección.

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

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

| Sección conductores fase (mm²) | Sección conductores protección (mm²) |
|--|--|
| $S_f \leq 16$ | S_f |
| $16 < S_f \leq 35$ | 16 |
| $S_f > 35$ | $S_f/2$ |

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

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

Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

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

CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.

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

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

RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

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

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

TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES.

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

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

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

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

1.8.4.- EQUIPOS DE CORRECCIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.

No procede.

1.8.5.- SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN, ALARMA, CONTROL REMOTO Y COMUNICACIÓN.

No procede.

1.8.6.- ALUMBRADOS DE EMERGENCIA.

Aunque no es obligatorio, hemos instalado alumbrados de emergencia (alumbrado de seguridad) en distintas dependencias ante posibles fallos del alumbrado normal, para poder facilitar la evacuación de las personas hacia el exterior del establecimiento.

La distribución del alumbrado de emergencia se puede ver en el plano correspondiente.

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 personal o iluminar otros puntos que se señalen, en nuestro caso los cuadros eléctricos para poder reparar las averías que pudieran producirse.

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

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.

1.8.7.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIÓ.

Las instalaciones de protección contra incendios se definen en el anexo I de este proyecto.

ANEXO I INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

INDICE

- 1.- OBJETO
- 2.- LEGISLACIÓN
- 3.- ALCANCE
- 4.- CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO.
 - 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO.
 - 4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.
- 5.- REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL.
 - 5.1 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN DE INCENDIO.
 - 5.2 SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE INCENDIO.
 - 5.3 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE ALARMA.
 - 5.4 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS.
 - 5.5 SISTEMAS DE HIDRANTES EXTERIORES
 - 5.6 EXTINTORES DE INCENDIO
 - 5.7 SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIE).
 - 5.8 SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA.
 - 5.9 SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA, SISTEMAS DE ESPUMA FÍSICA, SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR POLVO, SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS.
 - 5.10 SISTEMAS DE ALUMBRADOS DE EMERGENCIA.
 - 5.11 SISTEMAS DE ALUMBRADOS DE EMERGENCIA.
 - 5.12 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN LUMINISCENTE.
- 6.- PUESTA EN SERVICIO.
- 7.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN. INSPECCIONES PERIÓDICAS.

1.- OBJETO

El presente anexo al proyecto tiene por objeto el diseño de la instalación de protección contra incendios de la nave de almacenamiento de productos químicos dotado de placas solares fotovoltaicas en cubierta para autoconsumo, en el Polígono Industrial el Tiro, en Murcia.

2.- LEGISLACIÓN

La legislación española de protección contra incendios está regulada por la siguiente legislación:

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Código técnico de la edificación CTE. Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

Asimismo, para aquellas instalaciones con reglamentación específica, le serán de aplicación las prescripciones de protección contra incendios indicadas en dicha reglamentación y que en nuestro caso es el:

- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.

Y en concreto su Instrucción Técnica Complementaria ITC MIE APQ 10 de Almacenamiento de Móviles, que es la de aplicación en nuestro caso.

3.- ALCANCE

Analizando la legislación anterior para saber cual aplica a nuestro proyecto, tenemos que:

- Para el caso del R.D. 314/2.006, de 17 de marzo. Código técnico de la edificación CTE. Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.

Considerando que estamos en un establecimiento industrial y según se indica en el art. 3 “Compatibilidad Reglamentaria”, apartado b) del RD 2267/2004, de 3 de diciembre, al no superarse los 250 m² de superficie construida para usos administrativos (en nuestro caso los despachos y otros usos administrativos cuentan

con 238 m²) no le será de aplicación dicho Documento Básico. **No aplica el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación y Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.**

- Para el caso del REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Teniendo en cuenta lo indicado en la Disposición Transitoria Única de dicho Real Decreto 2267/04, “Las prescripciones del reglamento aprobado por este real decreto serán de aplicación, a partir de su entrada en vigor, a los nuevos establecimientos industriales que se construyan o implanten y a los ya existentes que se trasladen, cambien o modifiquen su actividad.

Estas mismas exigencias serán de aplicación a aquellos establecimientos industriales en los que se produzcan ampliaciones o reformas que impliquen un aumento de su superficie ocupada o un aumento del nivel de riesgo intrínseco”.

Como nuestro almacenamiento industrial es un establecimiento existente en el cual solo hemos reformado su instalación eléctrica y dotado de paneles solares para autoconsumo, no es exigible dicho Real Decreto, pues no realizamos ninguna de las siguientes actuaciones: nueva construcción, traslado, modificación de la actividad, ampliaciones, reformas con aumento de la superficie ocupada ni aumento de nivel de riesgo intrínseco. **No aplica el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.**

- Para el caso del Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

Es de aplicación el mencionado Real Decreto a las instalaciones activas de protección contra incendios que se instalen en la industria, así como su mantenimiento e inspecciones periódicas.

- Para el caso del Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y en particular su ITC MIE APQ 10.

Vemos que el art. 20 de dicho Real Decreto nos indica que debemos aplicar los sistemas de protección activa indicados en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RD 2267/04) y por lo tanto debemos establecer los sistemas de protección contra incendios ahí indicados.

4.- CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO.

Para diseñar la instalación, vamos a seguir en primer lugar lo indicado en el Anexo I del RD 2267/04 de “Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios”.

4.1 Características del establecimiento industrial por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

A) Configuración y ubicación con relación a su entorno.

Según se establece en el reglamento, tenemos 5 posibilidades, que son:

- **TIPO A:** el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.
- **TIPO B:** el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos. Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.
- **TIPO C:** el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.
- **TIPO D:** el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.
- **TIPO E:** el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

Nuestro almacenamiento es una nave la cual está totalmente ocupada por la actividad de almacenamiento y se encuentra en una parcela sin otras actividades y con distancias del establecimiento muy superiores a 3 m. de otros establecimientos, por lo que se trata de un:

ESTABLECIMIENTO TIPO C

4.2 Características del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco.

Para nuestro establecimiento de tipo C se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso y debemos calcular el nivel de riesgo intrínseco para cada uno de los sectores.

Tenemos en nuestro establecimiento 3 sectores de incendio:

- Almacenamiento de productos inflamables.
- Almacén general de productos no peligrosos, almacenillo y taller.
- Zona administrativa.

A continuación calculamos el riesgo intrínseco de cada uno de los sectores y para ello aplicaremos las siguientes fórmulas para el cálculo de la carga de fuego ponderada y corregida:

a) Carga de fuego para nuestras actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o Mcal/m².

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m².

b) Carga de fuego para nuestras actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

QS, Ci, Ra, A= Significan lo mismo que en el caso anterior

q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.

h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

| | Almacén general de productos no peligrosos, almacenillo y taller | Almacén inflamables |
|----------|--|-------------------------|
| C_i | 1 | 1,6 |
| A | 789 + 73 + 67= 929 m ² | 386 m ² |
| R_a | 1 | 2 |
| q_{vi} | 500 MJ/m ³ | 3.000 MJ/m ³ |
| h_i | 6 | 6 |
| s_i | 400 m ² | 200 m ² |

q_{vi} = Tabla 1.2 del RD 2267/04

R_a = Tabla 1.2 del RD 2267/04

C_i = Tabla 1.1 del RD 2267/04

Obteniendo la siguiente carga de fuego

| | Almacén general de productos no peligrosos, almacenillo y taller | Almacén inflamables |
|-------|--|--------------------------|
| Q_s | 1.325 MJ/m ² | 29.844 MJ/m ² |

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de la aplicación de este reglamento, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_e , de dicho edificio industrial.

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{s_i} A_i}{\sum_1^i A_i} \text{ (MJ / m}^2\text{) o (Mcal / m}^2\text{)}$$

Q_e = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².

Q_{s_i} = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².

A_i = superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m².

Por lo tanto, según lo indicado en la tabla 1.3 del RD 2267/04, el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento es:

| Nivel de riesgo intrínseco | Densidad de carga de fuego ponderada y corregida | |
|----------------------------|--|-------------------------|
| | Mcal/m ² | MJ/m ² |
| BAJO | 1 $Q_s \leq 100$ | $Q_s \leq 425$ |
| | 2 $100 < Q_s \leq 200$ | $425 < Q_s \leq 850$ |
| MEDIO | 3 $200 < Q_s \leq 300$ | $850 < Q_s \leq 1275$ |
| | 4 $300 < Q_s \leq 400$ | $1275 < Q_s \leq 1700$ |
| | 5 $400 < Q_s \leq 800$ | $1700 < Q_s \leq 3400$ |
| ALTO | 6 $800 < Q_s \leq 1600$ | $3400 < Q_s \leq 6800$ |
| | 7 $1600 < Q_s \leq 3200$ | $6800 < Q_s \leq 13600$ |
| | 8 $3200 < Q_s$ | $13600 < Q_s$ |

Nuestro nivel de riesgo intrínseco es:

Almacén general: $Q_e = 1325 * 929 = 1.230$

$$Q_e = (1325 * 929) + (29844 * 386) / (929 + 386) = (1230925 + 11519784) / 1315 = 9696 \text{ MJ/m}^2.$$

| | Almacén general | Almacén inflamables | Establecimiento |
|-------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Q_e | 1.325 MJ/m ² | 29.844 MJ/m ² | 9.696 MJ/m ² |
| R_i | MEDIO 4 | ALTO 8 | ALTO 7 |

c) Carga de fuego para un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{\sum_1^i A_i} \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Q_e = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
 Q_{si} = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
 A_i = superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m².

5.- REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL.

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios a instalar en la nave de almacenamiento, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

En nuestra nave de almacenamiento se instalaran los siguientes sistemas de protección contra incendios:

5.1 Sistemas automáticos de detección de incendio.

Almacén general de productos no peligrosos, almacén y taller.

No instalaremos sistemas automáticos de detección de incendios por estar nuestro sector en un edificio de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio pero su superficie construida es inferior a 1.500 m² (son 929 m²).

Almacenamiento de productos inflamables

No instalaremos sistemas automáticos de detección de incendios por estar nuestro sector en un edificio de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto pero su superficie construida es inferior a 800 m² (son 386 m²).

Zona administrativa

No instalaremos sistemas automáticos de detección de incendios por estar nuestro sector en un edificio de tipo C y su nivel de riesgo intrínseco es bajo.

5.2 Sistemas manuales de alarma de incendio.

Almacén general de productos no peligrosos, almacén y taller.

Instalaremos sistemas manuales de alarma de incendios por tener una superficie construida superior a los 800 m² (son 929 m²).

Almacenamiento de productos inflamables

No instalaremos sistemas manuales de alarma de incendios por tener una superficie construida inferior a los 800 m² (son 386 m²).

Zona administrativa

No instalaremos sistemas manuales de alarma de incendios por estar nuestro sector en un edificio de tipo C y su nivel de riesgo intrínseco es bajo.

5.3 Sistemas de comunicación de alarma.

No instalaremos en el establecimiento sistemas de comunicación de alarma pues la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial no es igual o superior a 10.000 m²

5.4 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

No se instalarán sistemas de abastecimiento de agua contra incendios pues en nuestro almacenamiento, como veremos más adelante, no es preciso instalar ni hidrantes de incendio, ni bocas de incendio equipadas ni sistemas automáticos de rociadores de agua.

5.5 Sistemas de hidrantes exteriores.

No instalaremos en el establecimiento sistemas de hidrantes exteriores pues en nuestro almacenamiento la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio no es igual o superior a 2.000 m², por lo tanto, independientemente del riesgo intrínseco de cada sector, no es necesario.

5.6 Extintores de incendio.

Instalaremos extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio del establecimiento industrial.

El agente extintor utilizado será para clase de fuego A-B-C (Materiales sólidos-líquidos-gaseosos) según establece la Norma UNE-EN 2:1994/A1:2005 y cumplirá con las características indicadas en la Norma UNE-EN 3-7:2004+A1:2008 de Extintores Portátiles de Incendios y tendrán una eficacia mínima 43A 233B y se colocará un extintor por cada 200 m² de superficie.

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible, próximos a las salidas de evacuación y, preferentemente, sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo.

Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio, que deba ser considerado origen de evacuación, hasta el extintor, no supere 15 m.

Adicionalmente se colocara, junto cada cuadro eléctrico de la instalación, incluido el correspondiente al mando y protección de la instalación generadora mediante los paneles solares fotovoltaicos, un extintor de dióxido de carbono de 9 kg.

5.7 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE).

Almacén general de productos no peligrosos, almacenillo y taller.

No instalaremos sistemas de Bocas de Incendio Equipadas al estar este almacenamiento ubicado en un edificio de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es inferior a 1000 m² (son 929 m²).

Almacenamiento de productos inflamables

No instalaremos sistemas de Bocas de Incendio Equipadas al estar el almacenamiento de productos inflamables ubicado en un edificio de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto pero su superficie total construida es inferior a 500 m² (son 386 m²).

Zona administrativa

No instalaremos sistemas de Bocas de Incendio Equipadas por estar nuestro sector en un edificio de tipo C y su nivel de riesgo intrínseco es bajo.

5.8 Sistemas de rociadores automáticos de agua.

Almacén general de productos no peligrosos, almacenillo y taller.

No instalaremos sistemas de rociadores automáticos de agua al estar este almacenamiento ubicado en un edificio de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio pero su superficie total construida es inferior a 2000 m² (son 929 m²).

Almacenamiento de productos inflamables

No instalaremos sistemas de rociadores automáticos de agua al estar el almacenamiento de productos inflamables ubicado en un edificio de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto pero su superficie total construida es inferior a 1000 m² (son 386 m²).

Zona administrativa

No instalaremos sistemas de rociadores automáticos de agua por estar nuestro sector en un edificio de tipo C y su nivel de riesgo intrínseco es bajo.

5.9 Sistemas de agua pulverizada, Sistemas de espuma física, Sistemas de extinción por polvo, Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.

No se instalará en ninguno de los sectores de incendio ninguno de estos sistemas de extinción, por no ser preceptiva su instalación de acuerdo con las

disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas (artículo 1 del Reglamento de Protección Contra Incendios en Establecimientos Industriales) y por no existir en nuestro sector de almacenamiento de inflamables ninguna manipulación sobre líquidos almacenados, pues solo se almacenan sin ningún tipo de trasvase, mezcla o proceso.

5.10 Sistemas de alumbrados de emergencia.

Nuestro almacenamiento contará con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación de los sectores de incendio.

La instalación destinada a alumbrado de emergencia, debe asegurar, en caso de fallo del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona, y permitir la identificación de los equipos y medios de protección existentes.

También se instalará alumbrado de emergencia en los locales donde están instalados los cuadros, centros de control y mandos de las instalaciones técnicas de servicios, en particular en los cuadros eléctricos de las instalaciones tanto fotovoltaica como interior de la nave.

La instalación de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al detectarse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios donde están instalados los cuadros eléctricos y técnicos.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

Las instalaciones de alumbrado de emergencia serán conformes a las especificaciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-28.

5.11 Sistemas de alumbrados de emergencia.

Se señalarán las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5.12 Sistemas de señalización luminiscente.

Se instalarán sistemas de señalización luminiscente, cuya finalidad es señalar las instalaciones de protección contra incendios.

Los sistemas de señalización luminiscente cumplirán lo establecido en la sección segunda del anexo I del Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

6.- PUESTA EN SERVICIO.

Para la puesta en servicio de las instalaciones de protección activa contra incendios indicados en el presente proyecto se requerirá que:

a) Se presente ante la Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera, antes de la puesta en funcionamiento de las mismas, de un certificado de la empresa instaladora, emitido por un técnico titulado competente designado por la misma, en el que se hará constar que la instalación se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y de acuerdo al proyecto o documentación técnica.

b) Tener suscrito un contrato de mantenimiento con una empresa mantenedora debidamente habilitada, que cubra, al menos, los mantenimientos de los equipos y sistemas indicados en el presente proyecto.

7.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN. INSPECCIONES PERIÓDICAS.

Los equipos y sistemas de protección activa contra incendios indicados en este proyecto se someterán a las revisiones de mantenimiento que se establecen en el anexo II DEL Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, en el cual se determina, en cada caso, el tiempo máximo que podrá transcurrir entre dos mantenimientos consecutivos.

Las actas de estos mantenimientos, firmadas por el personal cualificado que los ha llevado a cabo, estarán a disposición de la Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera, al menos, durante cinco años a partir de la fecha de su expedición.

Asimismo, cada 10 años el titular del establecimiento solicitará una inspección periódica a un Organismo de Control conforme a los procedimientos establecidos en el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

ANEXO II MEMORIA AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD

INDICE

Necesidad de evaluación de impacto ambiental

1. Descripción general de la actividad

1.1.- Identificación del solicitante

1.2.- Tipo de actividad. Justificación urbanística

1.3.- Descripción de diagramas de proceso de producción

1.3.1. Proceso productivo

2. Contaminación atmosférica

2.1. Clasificación según catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera

3. Vertidos líquidos

3.1. Rotura de recipientes de productos químicos

3.2. Limpieza periódica de locales y aguas residuales de aseos.

4. Residuos

4.1. Procesos generadores de residuos.

5. Ruidos y olores

6. Medidas correctoras

8. Normativa aplicable

9. Plan de cierre de la actividad y restauración del emplazamiento

ANEXO: MEMORIA AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD.

NECESIDAD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En primer lugar, vamos a estudiar si nuestra actividad precisa de Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria o Simplificada.

Nuestra actividad no precisa de Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria, pues no está incluida en ninguno de los Grupos del Anexo I de la Ley 21/ 2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Tampoco precisa de Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada, pues no está incluida en ninguno de los Grupos del Anexo II de la Ley 21/ 2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. En este anexo no está incluida en el Grupo 6 porque el almacenamiento de productos químicos no supera los 100 m³ de productos químicos peligrosos ni en el Grupo 4 porque la producción de electricidad no supera los 100 MW.

Como nuestra actividad está indicada como no inocua por estar específicamente incluida en el anexo II de la Ley 4/2009 de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada de la Región de Murcia deberemos legalizarla mediante el trámite de Calificación Ambiental.

1. DESCRIPCION GENERAL DE LA ACTIVIDAD

1.1.- IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE

| | |
|------------------|------------------------------|
| Nombre | Alfonso Albacete Caravaca |
| Domicilio Social | C/ La Olma, 23. 30005 Murcia |
| C.I.F | 48746305J |

1.2.- TIPO DE ACTIVIDAD. JUSTIFICACION URBANISTICA

Según el Código Nacional de Actividad Económica CNAE-2009 la actividad de la industria a la cual se le realiza el proyecto de instalación eléctrica se encuentra en el apartado:

- **5210.- Depósito y almacenamiento**

Y por la actividad desarrollada de producción de energía eléctrica se encuentra englobada en el apartado:

- **3519.- Producción de energía eléctrica de otros tipos**

Se trata de una actividad de almacenamiento de productos químicos. En la nave se distinguen diversas zonas de las cuales cabe destacar una zona de almacén general, en la cual se colocarán aquellas mercancías que no precisan de condiciones de almacenamiento especiales. La nave cuenta con otra zona de almacenamiento separada para la colocación de aquellos productos inflamables que precisan de condiciones especiales para su instalación eléctrica, debido a que puede producirse una atmósfera inflamable, asimismo se cuenta con otras dependencias destinadas a despachos, recepción, aseos, talleres, etc. y que quedan perfectamente reflejadas en los planos del presente proyecto.

Esta industria se caracteriza porque el suministro eléctrico proviene de una instalación de generación de electricidad mediante la colocación en la cubierta de placas fotovoltaicas en cantidad suficiente para abastecer la demanda del establecimiento.

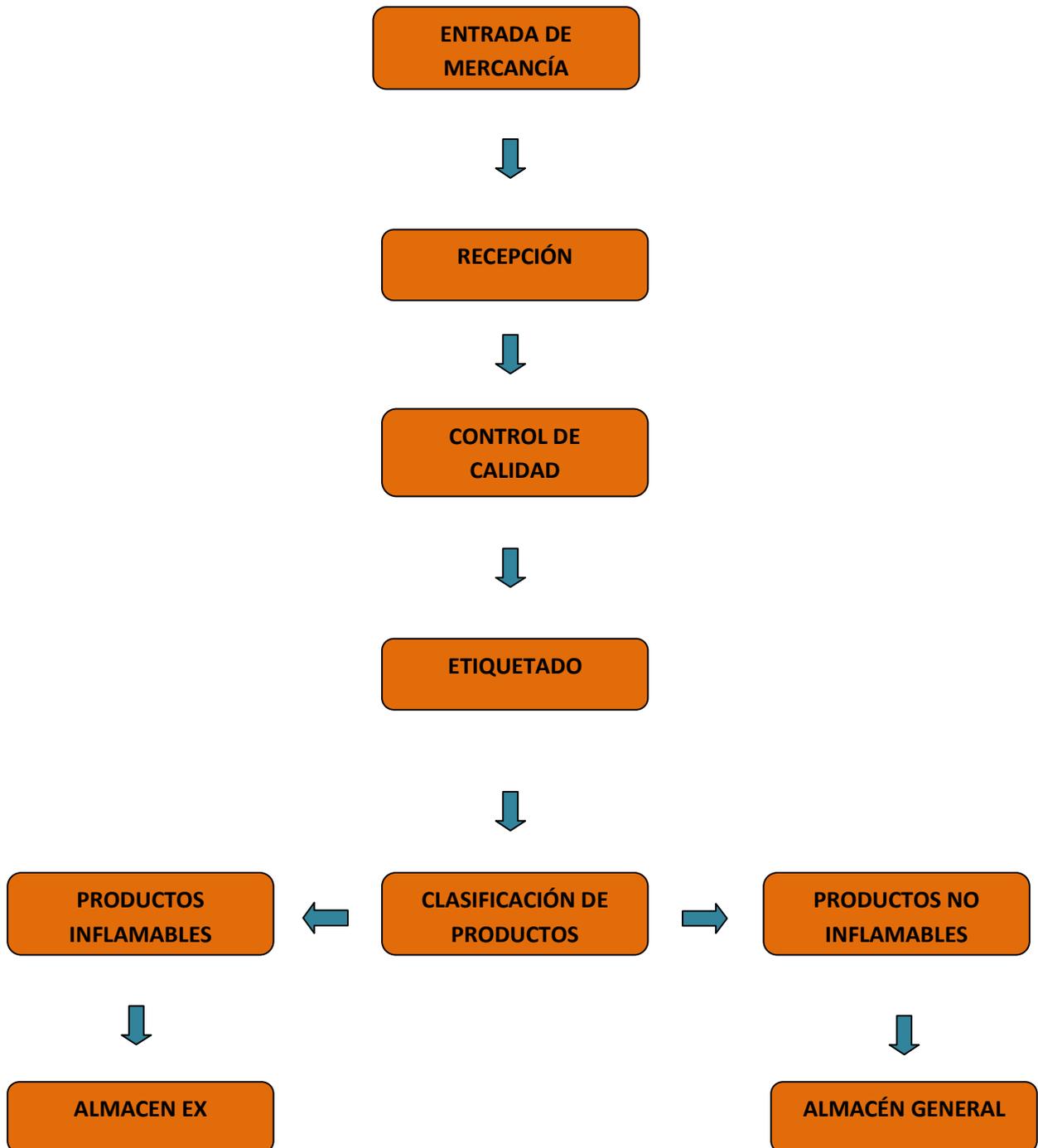
Su implantación, dentro del término municipal de Murcia, queda reflejada en los planos de situación, emplazamiento y zonificación con referencia al suelo industrial según el vigente P.G.O.U.

Justificación Urbanística La clasificación del suelo donde se encuentra la actividad, con respecto al P.G.O.U. de Murcia es de Suelo Industrial, en el polígono Industrial "El Tiro".

1.3.- DESCRIPCIÓN DE DIAGRAMAS DE PROCESO DE PRODUCCIÓN

1.3.1. Proceso productivo

Diagrama de flujo del almacenamiento de productos químicos.



ENTRADA DE MERCANCÍA.

Los productos a almacenar son transportados desde los distintos fabricantes hasta la nave de almacenamiento objeto de este proyecto donde el camión descargará para su colocación.

Es descargada mediante carretillas elevadoras pues habitualmente la mercancía es recepcionada en palets.

RECEPCIÓN.

La carretilla elevadora descargará la mercancía en la zona de recepción.

CONTROL DE CALIDAD.

Las mercancías, antes de su almacenamiento, son revisadas antes de su almacenamiento con objeto de comprobar que el transporte ha sido correcto y no han sufrido ningún tipo de daño. Esta misión es llevada a cabo por un operario designado como control de calidad de recepción.

ETIQUETADO.

Una vez supervisada la mercancía y si el resultado de la verificación es favorable, se le identifica con una etiqueta de "Aprobado". En caso de que durante la supervisión se hayan detectado daños, se colocará una etiqueta con el rótulo "Rechazado", para devolver al fabricante u otro tratamiento que se determine.

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS.

Los productos aprobados en el control de calidad son clasificados como inocuos o como productos inflamables. En el primer caso estas mercancías se colocarán adecuadamente en el almacenamiento general y en el caso de que sean productos inflamables se clasificarán como tales y se llevarán a la sala de almacenamiento de productos inflamables.

PRODUCTOS INFLAMABLES. ALMACÉN EX.

Esta sala de almacenamiento es clasificada con riesgo de incendio o explosión e identificada con el símbolo "Ex" por contener productos almacenados que pueden desprender gases inflamables que en contacto con el aire y una fuente de ignición provocarían un incendio o explosión.

La instalación eléctrica de esta sala tiene unas características especiales pues los elementos que la componen deben tener unos modos de protección que minimicen el riesgo de que puedan provocar chispas por defectos en la instalación eléctrica o por la apertura o cierre de interruptores.

PRODUCTOS NO INFLAMABLES. ALMACÉN GENERAL.

En el almacén general se colocan todo el resto de mercancías que no son susceptibles de producir ningún riesgo y que por lo tanto la instalación eléctrica es de tipo convencional.

2. CONTAMINACION ATMOSFERICA

2.1. CLASIFICACION SEGÚN CATALOGO DE ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINADORAS DE LA ATMOSFERA

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

En virtud de lo establecido en el Real Decreto 100/2011, de 28 de enero por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación, nuestra actividad de almacenamiento de productos químicos no está afectada, pues no hay manipulación ni transformación ni por lo tanto emisiones de vapores ni gases a la atmósfera.

No existen focos emisores y por lo tanto no se precisan de medidas correctoras.

3. VERTIDOS LIQUIDOS

3.1 ROTURA DE RECIPIENTES DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

En nuestro almacenamiento no hay manipulación ni trasvases de productos químicos, por lo que la única posibilidad de que se produzca un derrame de producto químico es por la rotura en el almacenamiento de uno de los recipientes que lo contienen.

Para evitar el posible vertido al medio ambiente del producto químico derramado se adoptan las medidas preventivas que vienen indicadas en el reglamento de almacenamiento de productos químicos, consistente en que el suelo y los primeros 100 mm (a contar desde el mismo), de las paredes alrededor de todo el recinto de almacenamiento deberán ser estancos al líquido, inclusive en puertas y aberturas para evitar el flujo de líquidos a las áreas adjuntas.

Todos los efluentes líquidos que puedan presentar algún grado de contaminación, incluido las aguas contaminadas utilizadas en la defensa contra incendios, deberán ser tratados de forma que el vertido final de la planta cumpla con la legislación vigente en materia de vertidos.

Los efluentes generados en esta operación son transportados al depósito estanco de aguas industriales para ser retirados por gestor autorizado.

De esta manera queda garantizado que cualquier vertido accidental que pudiera producirse va a ser controlado y gestionado adecuadamente.

3.2. LIMPIEZA PERIÓDICA DE LOCALES Y AGUAS RESIDUALES DE ASEOS.

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Los vertidos líquidos son generados en diversos puntos del almacenamiento recogidos y enviados al alcantarillado municipal pues son asimilables a urbanos, salvo que se haya producido algún vertido de producto químico en cuyo caso de procederá como se ha indicado en el apartado anterior.

Los procesos y operaciones que generan los vertidos líquidos son:

- a) Lavado de suelos
- c) Aseos

Lavado de suelos

El vertido generado en esta operación se caracteriza por contener, básicamente, la misma composición cualitativa que el asimilable a urbano, incorporando polvo y partículas de tierra en pequeña medida, aportados por apertura de puertas y tránsito del personal del exterior al interior del almacenamiento.

Aseos

Los vertidos ocasionados no difieren en absoluto de los cánones considerados en las aguas negras comunes para todos los aseos y no suponen un volumen importante del total vertido anual, siendo vertidos al alcantarillado municipal.

No hay previsto ningún otro tipo de vertidos distintos a los indicados pues no hay procesos industriales que puedan generarlos, por lo que no es preciso la instalación de ningún tipo de medida correctora del tipo de arqueta separadora de grasas y aceites o similar.

4. RESIDUOS

4.1. PROCESOS GENERADORES DE RESIDUOS.

Residuos sólidos

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

En este apartado distinguimos entre residuo y subproducto. Mientras los primeros suponen un coste para toda industria puesto que su eliminación no produce beneficio alguno, los subproductos se utilizan para su reinserción en la cadena productiva, produciendo así un beneficio. En nuestro caso no tenemos subproductos, pues al no tener proceso productivo no podemos reintroducir en la cadena estos desechos para reaprovecharlos.

En nuestro caso se darán los siguientes tipos de residuos:

- A.- Restos de papel y cartón de embalajes
- B.- Restos de plásticos.
- C.- Basura industrial

RESIDUOS SÓLIDOS

| PROCESOS QUE LOS GENERAN | TIPO DE RESIDUO | PRODUCCIÓN ANUAL | DESTINO |
|--------------------------|-------------------------|------------------|---|
| Embalajes | Cajas de cartón y papel | 1,21 Tn. | Reciclaje a través de gestor autorizado |
| Embalajes | Plásticos de embalajes | 0,5 Tn | Reciclaje a través de gestor autorizado |
| Desechos | Basura industrial | 0,21Tn | Reciclaje a través de gestor autorizado |

TABLA RESUMEN DE RESÍDUOS

| RESÍDUOS SÓLIDOS | TIPO (1) | CER | CANTIDAD | RECIP. | ELIMIN. (4) |
|----------------------------|----------|--------|----------|--------|-------------|
| Cajas de cartón y papel | NP | 150101 | 1,21 Tn. | C | GA |
| Plásticos de embalajes | NP | 150102 | 0,5 Tn | C | GA |
| Basura industrial | NP | 200108 | 0,21Tn | C | GA |
| RESÍDUOS LÍQUIDOS | TIPO (1) | CER | CANTIDAD | RECIP. | ELIMIN. |
| Aguas residuales: aseos | NP | 200304 | 30 m3 | A | GA |
| Aguas residuales: limpieza | NP | 200304 | 120 m3 | A | GA |

(1): RTP: residuo tóxico y peligroso; NP: no peligroso.

(2): SC: cantidad sin cuantificar; I: cantidad insignificante.

(3): Recipiente de los residuos: A: Alcantarillado; B: bolsa; C: contenedor; BT: bidón con tapadera; BD: bidón de doble boca;

(4): Eliminación: GA: gestor autorizado. R : reciclado Pre tratamientos y tratamientos "in situ".

No está previsto realizar ningún tipo de pre tratamiento o tratamiento en las propias instalaciones, dejando esas funciones a los gestores que retiren los residuos

5. RUIDOS Y OLORES

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

RUIDOS

A nuestra instalación le es de aplicación la siguiente legislación en materia de ruido ambiental:

- Ordenanza municipal del Ayuntamiento de Murcia sobre protección del medio ambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones publicada en el BORM de 19/5/2000.
- Real Decreto 48/1998 de Protección del Medio Ambiente frente al ruido de la Comunidad Autónoma

Dentro del establecimiento no se producirán emisiones de ruido superiores a los 70 dB(A), estimándose para este tipo de actividad en 60 dB(A) y los valores que ocasionalmente puedan transmitirse consistente en los de los vehículos de descarga y carretillas, no excederán en ningún caso del máximo permitido y que se establece en:

- Intensidad acústica máxima transmitida a locales..... 50 dB(A)
- Intensidad acústica máxima transmitida a exteriores..... 50 dB(A)

5.1. Separación vertical a locales colindantes

No se da el caso.

5.2. Separación horizontal a locales colindantes

No se da el caso.

5.3. Separación vertical al exterior

Para los cerramientos de panel de hormigón enlucido por las dos caras, la NBE CA-88, nos da:

- Espesor..... 20 cm
- Masa unitaria..... 380 Kg/m²
- Aislamiento..... R 53 dB(A)

5.4. Descripción de las fuentes emisoras

La producción de ruidos quedará determinada eventualmente los medios de transporte en la descarga de los productos almacenados y carretillas.

5.5. Niveles sonoros

Nivel sonoro exterior

De acuerdo con la Ordenanza Municipal y el Real Decreto 48/1998 de Protección del Medio Ambiente frente al ruido de la Comunidad Autónoma, no se sobrepasarán los siguientes valores:

S/ARTICULO 7 DE LA ORDENANZA Y ANEXO I DEL REAL DECRETO

- 75 dB(A) durante el día (De 8 a 23 horas en verano y de 8 a 22 horas en invierno)
- 65 dB(A) durante la noche (De 23 a 8 horas en verano y de 22 a 8 horas en invierno)

OLORES

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Esta actividad, al no llevar a cabo ningún proceso de manipulación sobre los productos químicos y estos encontrarse en recipientes herméticamente cerrados, no desprenden ningún tipo de olor, por lo que no es necesario ningún tipo de medida correctora.

6.MEDIDAS CORRECTORAS

CONTAMINACION ATMOSFERICA

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Descripción equipos de depuración previstos: No se precisa.

VERTIDOS LIQUIDOS

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Descripción de las medidas correctoras previstas.

Para vertidos de productos químicos: Se dispone de cubeto estanco en la sala de almacenamiento formado por el suelo de la propia sala y rodapié de 100 mm alrededor de toda la sala incluido por debajo de las puertas de acceso que impiden que el derrame salga del mismo. Tras el derrame, recogida y tratamiento con gestor de residuos autorizado.

Los vertidos líquidos al ser generados por la limpieza del local, (todo ello con productos biodegradables autorizados) y los generados en los aseos por la actividad humana de contenido orgánico, se adoptan como depuración prevista el alcantarillado municipal, por ser asimilables a urbanos.

Todas las cisternas de los sanitarios dispondrán de sistema de ahorro de agua en cumplimiento del Art. 60 de la Ordenanza Municipal.

RUIDOS

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Medidas correctoras a aplicar: Por las características de la actividad, no se consideran necesarias por no disponer de maquinaria que produzca ruidos o vibraciones.

No obstante, si se instalara alguna maquinaria irá instalada sobre apoyos elásticos que amortigüen sus vibraciones.

RESÍDUOS

Actividad principal: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Para la correcta separación de residuos de papel y cartón, plásticos, y basura se dotará la industria de distintos contenedores señalizados para la separación de los distintos residuos.

8. NORMATIVA APLICABLE

La empresa debe cumplir al menos con la siguiente legislación:

- Ley 4/2009 de Protección Ambiental Integrada de la Región de Murcia.
- Orden de 11 de diciembre de 1997 sobre la Adecuación Ambiental de las industrias.
- Real Decreto 833/88, referida a Residuos Tóxicos y Peligrosos. De este Real Decreto cabe destacar los siguientes puntos:
- Ley 11/1997 de Envases y Residuos de Envases. En ella se establece la obligación de gestionar y recuperar los envases y embalajes procedentes de la empresa, así como de realizar la Declaración Anual de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 849/1986, que aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico de la Ley 29/1985 de Aguas, Decreto 16/1999 de la Región de Murcia, y la Ley 3/2000, de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales.

9. PLAN DE CIERRE DE LA ACTIVIDAD Y RESTAURACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

En el caso del cese de la actividad, bien por traslado o por cierre, la actuación que habría que realizar es la eliminación de los residuos, y siempre mediante la intervención de un gestor autorizado para los distintos residuos, especialmente en el caso de los tóxicos y peligrosos.

No es necesaria la restauración del emplazamiento, ya que no afecta al entorno.

DOCUMENTO II.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

FÓRMULAS.- 105

| | |
|--|-----|
| 1.1.- Fórmula Conductividad Eléctrica | 105 |
| 1.2.- Fórmulas Sobrecargas | 106 |
| 1.3.- Fórmulas compensación energía reactiva | 107 |
| 1.4.- Fórmulas Resistencia Tierra | 107 |
| DEMANDA DE POTENCIAS | 109 |
| 3.- Cálculo de la Línea: ALUMBRADOS OFICINAS | 109 |
| 3.1.- SUBCUADRO ALUMBRADOS OFICINAS | 110 |
| 3.1.1.- Cálculo de la Línea: RECEPCIÓN | 111 |
| 3.1.2.- Cálculo de la Línea: ASEOS VISITAS | 112 |
| 3.1.3.- Cálculo de la Línea: PASILLO | 113 |
| 3.1.4.- Cálculo de la Línea: LOGÍSTICA | 114 |
| 3.1.5.- Cálculo de la Línea: GERENTE | 115 |
| 3.1.6.- Cálculo de la Línea: INGENIERÍA | 116 |
| 3.1.7.- Cálculo de la Línea: ADMINISTRACIÓN | 117 |
| 3.1.8.- Cálculo de la Línea: SALA REUNIONES | 118 |
| 3.1.9.- Cálculo de la Línea: CONTROL CALIDAD | 119 |
| 3.1.10.- Cálculo de la Línea: TALLER | 120 |
| 3.1.11.- Cálculo de la Línea: ASEOS PERSONAL | 121 |
| 3.1.12.- Cálculo de la Línea: ALMACENILLO | 122 |
| 3.1.13.- Cálculo de la Línea: ALUM.EMERGENCIAS | 123 |
| 4.- Cálculo de la Línea: FUERZA OFICINAS | 124 |
| 4.1.- SUBCUADRO FUERZA OFICINAS | 125 |
| 4.1.1.- Cálculo de la Línea: FUERZA RECEPCIÓN | 126 |
| 4.1.2.- Cálculo de la Línea: CLIMAT.RECEPCIÓN | 127 |
| 4.1.3.- Cálculo de la Línea: FUERZA ASEOS VISITA | 128 |
| 4.1.4.- Cálculo de la Línea: SECAMA.ASEO VISITAS | 129 |
| 4.1.5.- Cálculo de la Línea: FUERZA LOGÍSTICA | 130 |
| 4.1.6.- Cálculo de la Línea: CLIMAT. LOGÍSTICA | 131 |
| 4.1.7.- Cálculo de la Línea: FUERZA GERENTE | 132 |
| 4.1.8.- Cálculo de la Línea: CLIMAT.GERENTE | 133 |
| 4.1.9.- Cálculo de la Línea: FUERZA INGENIERÍA | 134 |
| 4.1.10.- Cálculo de la Línea: CLIMAT. INGENIERIA | 135 |
| 4.1.11.- Cálculo de la Línea: FUERZA ADMINSTRA | 136 |
| 4.1.12.- Cálculo de la Línea: CLIMAT.ADMINISTRA | 136 |
| 4.1.13.- Cálculo de la Línea: FUERZA S.REUNIONES | 138 |

| | |
|--|-----|
| 4.1.14.- Cálculo de la Línea: CLIMAT. S.REUNIONES | 139 |
| 4.1.15.- Cálculo de la Línea: FUERZA CONT CALIDAD | 140 |
| 4.1.16.- Cálculo de la Línea: CLIMAT. CALIDAD | 141 |
| 4.1.17.- Cálculo de la Línea: FUERZA TALLER | 142 |
| 4.1.18.- Cálculo de la Línea: FUERZA ASEO PERSON | 143 |
| 4.1.19.- Cálculo de la Línea: SECAM.ASEO PERSONAL | 144 |
| 4.1.20.- Cálculo de la Línea: FUERZA ALMACENILLO | 145 |
| 5.- Cálculo de la Línea: ALMACEN PROD.QUÍMIC | 146 |
| 5.1.- SUBCUADRO ALMACEN PROD.QUÍMIC | 147 |
| 5.1.1.- Cálculo de la Línea: AlumQuimi1 | 147 |
| 5.1.2.- Cálculo de la Línea: AlumQuimi2 | 148 |
| 5.1.3.- Cálculo de la Línea: AlumQuimi3 | 149 |
| 5.1.4.- Cálculo de la Línea: ALUM.EMERGENCIA2 | 150 |
| 6.- Cálculo de la Línea: F.ALMACÉN PROD QUÍM | 151 |
| 6.1.- SUBCUADRO F.ALMACÉN PROD QUÍM | 152 |
| 6.1.1.- Cálculo de la Línea: EXTRACTORES QUIMI | 152 |
| 7.- Cálculo de la Línea: A.ALMACÉN GENERAL | 153 |
| 7.1.- SUBCUADRO A.ALMACÉN GENERAL | 155 |
| 7.1.1.- Cálculo de la Línea: AlumAlma1 | 155 |
| 7.1.2.- Cálculo de la Línea: AlumAlma2 | 156 |
| 7.1.3.- Cálculo de la Línea: AlumAlma3 | 157 |
| 7.1.4.- Cálculo de la Línea: Alum.Emergencia1 | 158 |
| 8.- Cálculo de la Línea: F.ALMACÉN GENERAL | 159 |
| 8.1.- SUBCUADRO F.ALMACÉN GENERAL | 160 |
| 8.1.1.- Cálculo de la Línea: ENCHUFES | 160 |
| 8.1.2.- Cálculo de la Línea: ENCHUFES | 161 |
| 8.1.3.- Cálculo de la Línea: EXTRACTORES GRAL | 162 |
| 9.- Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas: | 164 |
| 9.1.- Cuadro General de Mando y Protección | 164 |
| 9.2.- Subcuadro ALUMBRADOS OFICINAS | 164 |
| 9.3.- Subcuadro FUERZA OFICINAS | 165 |
| 9.4.- Subcuadro ALMACEN PROD.QUÍMIC | 165 |
| 9.5.- Subcuadro F.ALMACÉN PROD QUÍM | 166 |
| 9.6.- Subcuadro A.ALMACÉN GENERAL | 166 |
| 9.7.- Subcuadro F.ALMACÉN GENERAL | 166 |
| 10.- Cálculo de iluminación. | |
| 11.- Cálculo instalación eléctrica fotovoltaica. | |

FÓRMULAS

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos} \varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos \varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos} \varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos \varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C .

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor ($^{\circ}\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor ($^{\circ}\text{C}$):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

Barras Blindadas = 85°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

φ₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

φ₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2πf; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

L_p : Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|---------------------|----------|
| ALUMBRADOS OFICINAS | 2080 W |
| FUERZA OFICINAS | 313300 W |
| ALMACEN PROD.QUÍMIC | 3606 W |
| F.ALMACÉN PROD QUÍM | 750 W |
| A.ALMACÉN GENERAL | 8412 W |
| F.ALMACÉN GENERAL | 32750 W |
| TOTAL.... | 360898 W |

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 14098

- Potencia Instalada Fuerza (W): 346800

- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 0.8: 0

- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 1: 0

Cálculo de la Línea: ALUMBRADOS OFICINAS

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 14 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 2080 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

2080 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=2080/1,732 \times 400 \times 0.8=3.75$ A.

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 16 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150×60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 7132 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.65

$e(\text{parcial})=14 \times 2080 / 53.45 \times 400 \times 1.5=0.91$ V. = 0.23 %

$e(\text{total})=0.23\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO ALUMBRADOS OFICINAS

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|------------------|--------|
| RECEPCIÓN | 75 W |
| ASEOS VISITAS | 50 W |
| PASILLO | 225 W |
| LOGÍSTICA | 125 W |
| GERENTE | 125 W |
| INGENIERÍA | 125 W |
| ADMINISTRACIÓN | 125 W |
| SALA REUNIONES | 175 W |
| CONTROL CALIDAD | 200 W |
| TALLER | 350 W |
| ASEOS PERSONAL | 100 W |
| ALMACENILLO | 375 W |
| ALUM.EMERGENCIA3 | 30 W |
| TOTAL.... | 2080 W |

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2080

Cálculo de la Línea: RECEPCIÓN

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 12 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 75 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

75 W.

$$I=75/230 \times 1=0.33 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 75 / 53.77 \times 230 \times 1.5=0.1 \text{ V.}=0.04 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ASEOS VISITAS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 11 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 11 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: PASILLO

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 38 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 225 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

225 W.

$I = 225 / 230 \times 1 = 0.98 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

$e(\text{parcial}) = 2 \times 38 \times 225 / 53.74 \times 230 \times 1.5 = 0.92 \text{ V} = 0.4 \%$

$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LOGÍSTICA

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 12 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 125 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

125 W.

$I = 125 / 230 \times 1 = 0.54 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 125 / 53.76 \times 230 \times 1.5 = 0.16 \text{ V} = 0.07 \%$

$e(\text{total})=0.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GERENTE

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 16 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 125 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

125 W.

$I=125/230 \times 1=0.54 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.06

$e(\text{parcial})=2 \times 16 \times 125 / 53.76 \times 230 \times 1.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.09 \%$

$e(\text{total})=0.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: INGENIERÍA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 125 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

125 W.

$$I=125/230 \times 1=0.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 125 / 53.76 \times 230 \times 1.5 = 0.27 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total})=0.34\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ADMINISTRACIÓN

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 24 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 125 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
125 W.

$$I=125/230=0.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 24 \times 125 / 53.76 \times 230 \times 1.5 = 0.32 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: SALA REUNIONES

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 30 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 175 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

175 W.

$$I=175/230 \times 1=0.76 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.11

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 175 / 53.75 \times 230 \times 1.5 = 0.57 \text{ V.} = 0.25 \%$$

$$e(\text{total})=0.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: CONTROL CALIDAD

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 37 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

200 W.

$$I=200/230 \times 1=0.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.15

$$e(\text{parcial})=2 \times 37 \times 200 / 53.75 \times 230 \times 1.5 = 0.8 \text{ V.} = 0.35 \%$$

$$e(\text{total})=0.57\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: TALLER

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 47 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
350 W.

$$I=350/230=1.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.44

$$e(\text{parcial})=2 \times 47 \times 350 / 53.69 \times 230 \times 1.5 = 1.78 \text{ V.} = 0.77 \%$$

e(total)=1% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ASEOS PERSONAL

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 49 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
100 W.

$$I=100/230=0.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 49 \times 100 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total})=0.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALMACENILLO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 60 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 375 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
375 W.

$$I=375/230 \times 1=1.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.51

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 375 / 53.68 \times 230 \times 1.5 = 2.43 \text{ V.} = 1.06 \%$$

$$e(\text{total})=1.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ALUM.EMERGENCIA3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 70 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
30 W.

$$I=30/230=0.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 12.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 70 \times 30 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.23 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: FUERZA OFICINAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 14 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 313300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
$$3500 \times 1.25 + 309800 = 314175 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 314175 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 566.86 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2(4 \times 185 + TT \times 95) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 628 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 7132 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 64.44

$$e(\text{parcial}) = 14 \times 314175 / (49.38 \times 400 \times 2 \times 185) = 0.6 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 597 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 597 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Protección diferencial en Final de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO FUERZA OFICINAS

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|---------------------|----------|
| FUERZA RECEPCIÓN | 28000 W |
| CLIMAT.RECEPCIÓN | 3500 W |
| FUERZA ASEOS VISITA | 16000 W |
| SECAMA.ASEO VISITAS | 2400 W |
| FUERZA LOGÍSTICA | 28000 W |
| CLIMAT. LOGÍSTICA | 3500 W |
| FUERZA GERENTE | 28000 W |
| CLIMAT.GERENTE | 3500 W |
| FUERZA INGENIERÍA | 28000 W |
| CLIMAT. INGENIERIA | 3500 W |
| FUERZA ADMINSTRA | 28000 W |
| CLIMAT.ADMINISTRA | 3500 W |
| FUERZA S.REUNIONES | 28000 W |
| CLIMAT. S.REUNIONES | 3500 W |
| FUERZA CONT CALIDAD | 28000 W |
| CLIMAT. CALIDAD | 3500 W |
| FUERZA TALLER | 28000 W |
| FUERZA ASEO PERSON | 16000 W |
| SECAM.ASEO PERSONAL | 2400 W |
| FUERZA ALMACENILLO | 28000 W |
| TOTAL.... | 313300 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 313300

Cálculo de la Línea: FUERZA RECEPCIÓN

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 14 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3(2 \times 16 + TT \times 16) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 14 \times 28000 / 48.88 \times 230 \times 3 \times 16=1.45 \text{ V.}=0.63 \%$$

$$e(\text{total})=0.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 156 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CLIMAT.RECEPCIÓN

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 14 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3500 \times 1.25 = 4375 \text{ W.}$$

$$I = 4375 / 230 \times 0.8 = 23.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.17

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 14 \times 4375 / 50.1 \times 230 \times 6 = 1.77 \text{ V.} = 0.77 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.92\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA ASEOS VISITA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 13 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 16000 W.
- Potencia de cálculo: 16000 W.

$$I=16000/230 \times 0.8=86.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(2x16+TTx16)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 106 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.19

$$e(\text{parcial})=2 \times 13 \times 16000 / 50.09 \times 230 \times 2 \times 16=1.13 \text{ V.}=0.49 \%$$

$$e(\text{total})=0.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 96 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SECAMA.ASEO VISITAS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 13 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$2400 \times 1.25 = 3000 \text{ W.}$$

$$I = 3000 / 230 \times 0.8 \times 1 = 16.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.48

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 13 \times 3000 / 50.73 \times 230 \times 4 \times 1 = 1.67 \text{ V.} = 0.73 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA LOGÍSTICA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 14 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(2x16+TTx16)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 14 \times 28000 / 48.88 \times 230 \times 3 \times 16 = 1.45 \text{ V.} = 0.63 \%$$

$$e(\text{total})=0.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 156 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CLIMAT. LOGÍSTICA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 14 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3500 \times 1.25 = 4375 \text{ W.}$$

$$I = 4375 / 230 \times 0.8 = 23.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.17

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 14 \times 4375 / 50.1 \times 230 \times 6 = 1.77 \text{ V.} = 0.77 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.92\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA GERENTE

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(2x16+TTx16)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 18 \times 28000 / 48.88 \times 230 \times 3 \times 16 = 1.87 \text{ V.} = 0.81 \%$$

$$e(\text{total})=0.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 156 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CLIMAT.GERENTE

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3500 \times 1.25 = 4375 \text{ W.}$$

$$I = 4375 / 230 \times 0.8 = 23.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.17

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 18 \times 4375 / 50.1 \times 230 \times 6 = 2.28 \text{ V.} = 0.99 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA INGENIERÍA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(2x16+TTx16)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 22 \times 28000 / 48.88 \times 230 \times 3 \times 16 = 2.28 \text{ V.} = 0.99 \%$$

$$e(\text{total})=1.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 156 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CLIMAT. INGENIERIA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3500 \times 1.25 = 4375 \text{ W.}$$

$$I = 4375 / 230 \times 0.8 = 23.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.17

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 22 \times 4375 / 50.1 \times 230 \times 6 = 2.78 \text{ V.} = 1.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA ADMINSTRA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 26 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 155 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.92

$$e(\text{parcial})=2 \times 26 \times 28000 / 48.65 \times 230 \times 70=1.86 \text{ V.}=0.81 \%$$

$$e(\text{total})=0.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 154 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CLIMAT.ADMINISTRA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 26 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 3500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3500 \times 1.25 = 4375 \text{ W.}$$

$$I = 4375 / 230 \times 0.8 \times 1 = 23.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.17

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 26 \times 4375 / 50.1 \times 230 \times 6 \times 1 = 3.29 \text{ V.} = 1.43 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA S.REUNIONES

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 32 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(2x16+TTx16)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 32 \times 28000 / 48.88 \times 230 \times 3 \times 16 = 3.32 \text{ V.} = 1.44 \%$$

$$e(\text{total})=1.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 156 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CLIMAT. S.REUNIONES

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 32 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3500 \times 1.25 = 4375 \text{ W.}$$

$$I = 4375 / 230 \times 0.8 = 23.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.17

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 32 \times 4375 / 50.1 \times 230 \times 6 = 4.05 \text{ V.} = 1.76 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA CONT CALIDAD

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 39 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(2x16+TTx16)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 39 \times 28000 / 48.88 \times 230 \times 3 \times 16 = 4.05 \text{ V.} = 1.76 \%$$

$$e(\text{total})=1.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 156 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CLIMAT. CALIDAD

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 39 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3500 \times 1.25 = 4375 \text{ W.}$$

$$I = 4375 / 230 \times 0.8 = 23.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.17

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 39 \times 4375 / 50.1 \times 230 \times 6 = 4.94 \text{ V.} = 2.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA TALLER

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 49 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3(2 \times 16 + TT \times 16) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 49 \times 28000 / 48.88 \times 230 \times 3 \times 16 = 5.08 \text{ V.} = 2.21 \%$$

$$e(\text{total})=2.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 156 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA ASEO PERSON

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 51 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 16000 W.
- Potencia de cálculo: 16000 W.

$$I=16000/230 \times 0.8=86.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2(2 \times 16 + TT \times 16) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 106 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.19

$$e(\text{parcial})=2 \times 51 \times 16000 / 50.09 \times 230 \times 2 \times 16=4.43 \text{ V.}=1.92 \%$$

$$e(\text{total})=2.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 96 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SECAM.ASEO PERSONAL

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 51 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$2400 \times 1.25 = 3000 \text{ W.}$$

$$I = 3000 / 230 \times 0.8 \times 1 = 16.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.48

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 51 \times 3000 / 50.73 \times 230 \times 4 \times 1 = 6.56 \text{ V.} = 2.85 \%$$

$$e(\text{total}) = 3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FUERZA ALMACENILLO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 62 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I=28000/230 \times 0.8=152.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3(2 \times 16 + TT \times 16) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 62 \times 28000 / 48.88 \times 230 \times 3 \times 16=6.43 \text{ V.}=2.8 \%$$

$$e(\text{total})=2.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 156 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ALMACEN PROD.QUÍMIC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 28 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3606 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
3606 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3606/1,732 \times 400 \times 0.8=6.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=0.85) 13.6 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.87

$$e(\text{parcial})=28 \times 3606 / 52.46 \times 400 \times 1.5=3.21 \text{ V.}=0.8 \%$$

$$e(\text{total})=0.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO ALMACEN PROD.QUÍMIC

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|------------------|--------|
| AlumQuimi1 | 1200 W |
| AlumQuimi2 | 1200 W |
| AlumQuimi3 | 1200 W |
| ALUM.EMERGENCIA2 | 6 W |
| TOTAL.... | 3606 W |

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 3606

Cálculo de la Línea: AlumQuimi1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 28 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1200 W.

$$I=1200/230 \times 1=5.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -, Armado. Desig. UNE: RZ1MZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=0.85) 19.55 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 28 \times 1200 / 53.09 \times 230 \times 1.5 = 3.67 \text{ V} = 1.6 \%$

$e(\text{total}) = 2.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AlumQuimi2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 24 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1200 W.

$I = 1200 / 230 \times 1 = 5.22 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -, Armado. Desig. UNE: RZ1MZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=0.85) 19.55 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 24 \times 1200 / 53.09 \times 230 \times 1.5 = 3.14 \text{ V} = 1.37 \%$

$e(\text{total}) = 2.17\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AlumQuimi3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 32 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1200 W.

$I = 1200 / 230 \times 1 = 5.22 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -, Armado. Desig. UNE: RZ1MZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c = 0.85$) 19.55 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 32 \times 1200 / 53.09 \times 230 \times 1.5 = 4.19 \text{ V} = 1.82 \%$

$e(\text{total}) = 2.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALUM.EMERGENCIA2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 10 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

6 W.

$$I=6/230 \times 1=0.03 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -, Armado. Desig. UNE: RZ1MZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=0.85$) 17.85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 6 / 53.78 \times 230 \times 1.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: F.ALMACÉN PROD QUÍM

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 28 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 937.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 1.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (F_c=0.85) 17.85 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.27

$$e(\text{parcial}) = 28 \times 937.5 / (53.72 \times 400 \times 2.5) = 0.49 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO F.ALMACÉN PROD QUÍM

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|-------------------|-------|
| EXTRACTORES QUIMI | 750 W |
| TOTAL.... | 750 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 750

Cálculo de la Línea: EXTRACTORES QUIMI

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 36 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$$

$$I=937.5/230 \times 0.8 \times 1 = 5.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -, Armado. Desig. UNE: RZ1MZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=0.85$) 23.8 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.29

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 36 \times 937.5 / 53.33 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 2.2 \text{ V.} = 0.96 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: A.ALMACÉN GENERAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 42 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 8412 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$8412 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=8412/1,732 \times 400 \times 0.8=15.18 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 37 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: $75 \times 60 \text{ mm}$. Sección útil: 2910 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.05

$$e(\text{parcial})=42 \times 8412 / 52.8 \times 400 \times 6=2.79 \text{ V.}=0.7 \%$$

$$e(\text{total})=0.7\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO A.ALMACÉN GENERAL

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|------------------|--------|
| AlumAlma1 | 2400 W |
| AlumAlma2 | 2400 W |
| AlumAlma3 | 3600 W |
| Alum.Emergencia1 | 12 W |
| TOTAL.... | 8412 W |

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 8412

Cálculo de la Línea: AlumAlma1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 61 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

2400 W.

$$I=2400/230 \times 1=10.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.83

$e(\text{parcial}) = 2 \times 61 \times 2400 / 53.23 \times 230 \times 4 = 5.98 \text{ V.} = 2.6 \%$

$e(\text{total}) = 3.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AlumAlma2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 57 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 2400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

2400 W.

$I = 2400 / 230 \times 1 = 10.43 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.83

$e(\text{parcial}) = 2 \times 57 \times 2400 / 53.23 \times 230 \times 4 = 5.59 \text{ V.} = 2.43 \%$

$e(\text{total}) = 3.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AlumAlma3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 57 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 3600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

3600 W.

$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 34 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.36

$e(\text{parcial}) = 2 \times 57 \times 3600 / 52.56 \times 230 \times 4 = 8.49 \text{ V.} = 3.69 \%$

$e(\text{total}) = 4.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Alum.Emergencia1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 40 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 12 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

12 W.

$$I=12/230 \times 1=0.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 17 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 12 / 53.78 \times 230 \times 1.5=0.05 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: F.ALMACÉN GENERAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 42 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 32750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$750 \times 1.25 + 32000 = 32937.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 32937.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 59.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 109 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.92

$$e(\text{parcial}) = 42 \times 32937.5 / (52.08 \times 400 \times 35) = 1.9 \text{ V.} = 0.47 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 94 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 94 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Protección diferencial en Final de Línea

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO F. ALMACÉN GENERAL

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

| | |
|------------------|---------|
| ENCHUFES | 16000 W |
| ENCHUFES | 16000 W |
| EXTRACTORES GRAL | 750 W |
| TOTAL.... | 32750 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 32750

Cálculo de la Línea: ENCHUFES

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 16000 W.

- Potencia de cálculo: 16000 W.

$$I=16000/230 \times 0.8=86.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 101 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.24

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 16000 / 49.75 \times 230 \times 35=1.6 \text{ V.}=0.69 \%$$

$$e(\text{total})=1.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 94 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ENCHUFES

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 60 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 16000 W.

- Potencia de cálculo: 16000 W.

$$I=16000/230 \times 0.8=86.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 35 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 101 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 62.24

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 16000 / 49.75 \times 230 \times 35=4.79 \text{ V.}=2.08 \%$$

$$e(\text{total})=2.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 94 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: EXTRACTORES GRAL

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 45 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$750 \times 1.25=937.5 \text{ W.}$$

$I=937.5/230 \times 0.8 \times 1=5.1$ A.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.95

$e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 937.5 / 53.4 \times 230 \times 2.5 \times 1=2.75$ V. =1.19 %

$e(\text{total})=1.67\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc. (m) | Sección (mm ²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|---------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| ALUMBRADOS OFICINAS | 2080 | 14 | 4x1.5+TTx1.5Cu | 3.75 | 16 | 0.23 | 0.23 | 150x60 |
| FUERZA OFICINAS | 314175 | 14 | 2(4x185+TTx95)Cu | 566.86 | 628 | 0.15 | 0.15 | 150x60 |
| ALMACEN PROD.QUÍMIC | 3606 | 28 | 4x1.5+TTx1.5Cu | 6.51 | 13.6 | 0.8 | 0.8 | 75x60 |
| F.ALMACÉN PROD QUÍM | 937.5 | 28 | 4x2.5+TTx2.5Cu | 1.69 | 17.85 | 0.12 | 0.12 | 75x60 |
| A.ALMACÉN GENERAL | 8412 | 42 | 4x6+TTx6Cu | 15.18 | 37 | 0.7 | 0.7 | 75x60 |
| F.ALMACÉN GENERAL | 32937.5 | 42 | 4x35+TTx16Cu | 59.43 | 109 | 0.47 | 0.47 | 75x60 |

Subcuadro ALUMBRADOS OFICINAS

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc. (m) | Sección (mm ²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| RECEPCIÓN | 75 | 12 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.33 | 12.5 | 0.04 | 0.27 | 16 |
| ASEOS VISITAS | 50 | 11 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.22 | 12.5 | 0.03 | 0.25 | 16 |
| PASILLO | 225 | 38 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.98 | 12.5 | 0.4 | 0.63 | 16 |
| LOGÍSTICA | 125 | 12 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.54 | 12.5 | 0.07 | 0.3 | 16 |
| GERENTE | 125 | 16 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.54 | 12.5 | 0.09 | 0.32 | 16 |
| INGENIERÍA | 125 | 20 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.54 | 12.5 | 0.12 | 0.34 | 16 |
| ADMINISTRACIÓN | 125 | 24 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.54 | 12.5 | 0.14 | 0.37 | 16 |
| SALA REUNIONES | 175 | 30 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.76 | 12.5 | 0.25 | 0.47 | 16 |
| CONTROL CALIDAD | 200 | 37 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.87 | 12.5 | 0.35 | 0.57 | 16 |
| TALLER | 350 | 47 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 1.52 | 12.5 | 0.77 | 1 | 16 |
| ASEOS PERSONAL | 100 | 49 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.43 | 12.5 | 0.23 | 0.46 | 16 |
| ALMACENILLO | 375 | 60 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 1.63 | 12.5 | 1.06 | 1.28 | 16 |
| ALUM.EMERGENCIA3 | 30 | 70 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.13 | 12.5 | 0.1 | 0.33 | 16 |

Subcuadro FUERZA OFICINAS

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc. (m) | Sección (mm ²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|---------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| FUERZA RECEPCIÓN | 28000 | 14 | 3(2x16+TTx16)Cu | 152.17 | 159 | 0.63 | 0.78 | 63 |
| CLIMAT.RECEPCIÓN | 4375 | 14 | 2x6+TTx6Cu | 23.78 | 29 | 0.77 | 0.92 | 25 |
| FUERZA ASEOS VISITA | 16000 | 13 | 2(2x16+TTx16)Cu | 86.96 | 106 | 0.49 | 0.64 | 63 |
| SECAMA.ASEO VISITAS | 3000 | 13 | 2x4+TTx4Cu | 16.3 | 22 | 0.73 | 0.88 | 20 |
| FUERZA LOGÍSTICA | 28000 | 14 | 3(2x16+TTx16)Cu | 152.17 | 159 | 0.63 | 0.78 | 63 |
| CLIMAT. LOGÍSTICA | 4375 | 14 | 2x6+TTx6Cu | 23.78 | 29 | 0.77 | 0.92 | 25 |
| FUERZA GERENTE | 28000 | 18 | 3(2x16+TTx16)Cu | 152.17 | 159 | 0.81 | 0.96 | 63 |
| CLIMAT.GERENTE | 4375 | 18 | 2x6+TTx6Cu | 23.78 | 29 | 0.99 | 1.14 | 25 |
| FUERZA INGENIERÍA | 28000 | 22 | 3(2x16+TTx16)Cu | 152.17 | 159 | 0.99 | 1.14 | 63 |
| CLIMAT. INGENIERIA | 4375 | 22 | 2x6+TTx6Cu | 23.78 | 29 | 1.21 | 1.36 | 25 |
| FUERZA ADMINSTRA | 28000 | 26 | 2x70+TTx35Cu | 152.17 | 155 | 0.81 | 0.96 | 63 |
| CLIMAT.ADMINISTRA | 4375 | 26 | 2x6+TTx6Cu | 23.78 | 29 | 1.43 | 1.58 | 25 |
| FUERZA S.REUNIONES | 28000 | 32 | 3(2x16+TTx16)Cu | 152.17 | 159 | 1.44 | 1.59 | 63 |
| CLIMAT. S.REUNIONES | 4375 | 32 | 2x6+TTx6Cu | 23.78 | 29 | 1.76 | 1.91 | 25 |
| FUERZA CONT CALIDAD | 28000 | 39 | 3(2x16+TTx16)Cu | 152.17 | 159 | 1.76 | 1.91 | 63 |
| CLIMAT. CALIDAD | 4375 | 39 | 2x6+TTx6Cu | 23.78 | 29 | 2.15 | 2.3 | 25 |
| FUERZA TALLER | 28000 | 49 | 3(2x16+TTx16)Cu | 152.17 | 159 | 2.21 | 2.36 | 63 |
| FUERZA ASEO PERSON | 16000 | 51 | 2(2x16+TTx16)Cu | 86.96 | 106 | 1.92 | 2.08 | 63 |
| SECAM.ASEO PERSONAL | 3000 | 51 | 2x4+TTx4Cu | 16.3 | 22 | 2.85 | 3 | 20 |
| FUERZA ALMACENILLO | 28000 | 62 | 3(2x16+TTx16)Cu | 152.17 | 159 | 2.8 | 2.95 | 63 |

Subcuadro ALMACEN PROD.QUÍMIC

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc. (m) | Sección (mm ²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| AlumQuimi1 | 1200 | 28 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 5.22 | 19.55 | 1.6 | 2.4 | 75x60 |
| AlumQuimi2 | 1200 | 24 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 5.22 | 19.55 | 1.37 | 2.17 | 75x60 |
| AlumQuimi3 | 1200 | 32 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 5.22 | 19.55 | 1.82 | 2.63 | 75x60 |
| ALUM.EMERGENCIA2 | 6 | 10 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.03 | 17.85 | 0 | 0.8 | |

Subcuadro F.ALMACÉN PROD QUÍM

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc. (m) | Sección (mm ²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|-------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| EXTRACTORES QUIMI | 937.5 | 36 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 5.1 | 23.8 | 0.96 | 1.08 | 20 |

Subcuadro A.ALMACÉN GENERAL

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc. (m) | Sección (mm ²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| AlumAlma1 | 2400 | 61 | 2x4+TTx4Cu | 10.43 | 34 | 2.6 | 3.3 | 75x60 |
| AlumAlma2 | 2400 | 57 | 2x4+TTx4Cu | 10.43 | 34 | 2.43 | 3.13 | 75x60 |
| AlumAlma3 | 3600 | 57 | 2x4+TTx4Cu | 15.65 | 34 | 3.69 | 4.39 | 75x60 |
| Alum.Emergencia1 | 12 | 40 | 2x1.5+TTx1.5Cu | 0.05 | 17 | 0.02 | 0.72 | |

Subcuadro F.ALMACÉN GENERAL

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálc. (m) | Sección (mm ²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc. (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| ENCHUFES | 16000 | 20 | 2x35+TTx16Cu | 86.96 | 101 | 0.69 | 1.17 | 40 |
| ENCHUFES | 16000 | 60 | 2x35+TTx16Cu | 86.96 | 101 | 2.08 | 2.56 | 40 |
| EXTRACTORES GRAL | 937.5 | 45 | 2x2.5+TTx2.5Cu | 5.1 | 20 | 1.19 | 1.67 | 20 |

10 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

10.1.- OBJETO Y ALCANCE

Vamos a calcular la iluminación de la sala de almacenamiento de productos inflamables, así como la iluminación de la sala de almacenamiento general y las estancias y despachos administrativos. Para ello tomamos como referencia los valores indicados en la siguiente tabla para Iluminancias recomendadas según la actividad y el tipo de local:

| Tareas y clases de local | Iluminancia media en servicio (lux) | | |
|---|-------------------------------------|-------------|--------|
| | Mínimo | Recomendado | Óptimo |
| Zonas generales de edificios | | | |
| Zonas de circulación, pasillos | 50 | 100 | 150 |
| Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos | 100 | 150 | 200 |
| Centros docentes | | | |
| Aulas, laboratorios | 300 | 400 | 500 |
| Bibliotecas, salas de estudio | 300 | 500 | 750 |
| Oficinas | | | |
| Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias | 450 | 500 | 750 |
| Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE | 500 | 750 | 1000 |
| Comercios | | | |
| Comercio tradicional | 300 | 500 | 750 |
| Grandes superficies, supermercados, salones de muestras | 500 | 750 | 1000 |
| Industria (en general) | | | |
| Trabajos con requerimientos visuales limitados | 200 | 300 | 500 |
| Trabajos con requerimientos visuales normales | 500 | 750 | 1000 |
| Trabajos con requerimientos visuales especiales | 1000 | 1500 | 2000 |
| Viviendas | | | |
| Dormitorios | 100 | 150 | 200 |
| Cuartos de aseo | 100 | 150 | 200 |
| Cuartos de estar | 200 | 300 | 500 |
| Cocinas | 100 | 150 | 200 |
| Cuartos de trabajo o estudio | 300 | 500 | 750 |

Hemos determinado para nuestros locales los siguientes niveles de iluminancia:

- Para sala de almacenamiento general y almacenamiento de inflamables: 450 lux. (valor entre recomendado y óptimo para una actividad sin grandes requerimientos de iluminación como es el almacenamiento).
- Para estancias diversas y despachos: 750 lux.

Las dimensiones de las distintas estancias son:

- Sala de almacenamiento general: 40,29 x 27,00 m.
- Sala de almacenamiento de inflamables: 19,7 x 19,6.
- Almacén usos varios: 6,7 x 11,05 m.
- 4 Despachos (gerente, logística, admón e ingeniería): 4 x 5,55 m.
- Recepción: 5,05 x 2,55 m.
- Control de calidad: 7 x 5,55 m.
- Sala reuniones: 6 x 5,55 m
- Taller: 10 x 6,7 m.
- Aseos: 1,5 x 3,45 m.
- Pasillo: 29 x 1,5 m.
- Aseos: 6,70 x 2,80 m.

10.2.- DETERMINACIÓN DE ILUMINACIÓN EN ZONAS INDUSTRIALES

Distinguimos distintos niveles de iluminación para salas industriales que para estancias administrativas y otros usos, como hemos determinado anteriormente.

Para determinación de la iluminación en salas industriales empleamos el método de los lúmenes.

Las dimensiones de las dos salas a calcular son:

| SALA | LARGO | ANCHO | ALTO | H. PLANO TRABAJO | NIVEL ILUMINANCIA |
|----------------------------|----------|----------|------|------------------|-------------------|
| ALMACÉN GENERAL | 40,29 m. | 27,00 m. | 9 m. | 0 m. | 450 lux. |
| ALMACÉN INFLAMABLES | 19,7 m. | 19,6 m. | 9 m. | 0 m. | 450 lux. |

Por el tipo de trabajo a desarrollar, hemos determinado la altura del plano de trabajo en 0 m.

El nivel de iluminancia media en estas salas de trabajo la hemos establecido en **450 lux** tanto para la sala de almacén general como para la sala de inflamables y tendremos que calcular dicho valor considerando que no hay ninguna aportación de luz solar, pues la iluminación que entra por las pocas aberturas para ventilación de las salas se consideran despreciables, por estar dotadas de lamas vierteaguas que impiden la entrada de luz solar. Por lo tanto, la iluminancia total sacada de la iluminancia artificial más la iluminancia de la luz solar será:

$$E_m = 450 + 0 = \mathbf{450 \text{ lux.}}$$

10.3.- TIPO DE LAMPARA

Instalaremos lámparas LED de 32000 lm de flujo y 190 W de potencia en el almacén general y para el almacén de inflamables instalaremos un conjunto de lámpara LED integrada en luminaria antideflagrante de 30799 lm de flujo y 225 W de potencia según la ficha técnica de características facilitada por el fabricante.

10.4.- TIPO DE LUMINARIA

Las luminarias a emplear en la sala de almacenamiento de inflamables deben de contar, además de con unas características adecuadas para una correcta iluminación, la propiedad de ser de modo de protección antideflagrante, pues van a ser instaladas en un local clasificado con riesgo de incendio o explosión.

Para el almacenamiento general empleamos unas luminarias de tipo convencional condicionada al entorno de trabajo exclusivamente y a la altura a la que se van a instalar.

Hemos elegido las siguientes luminarias:

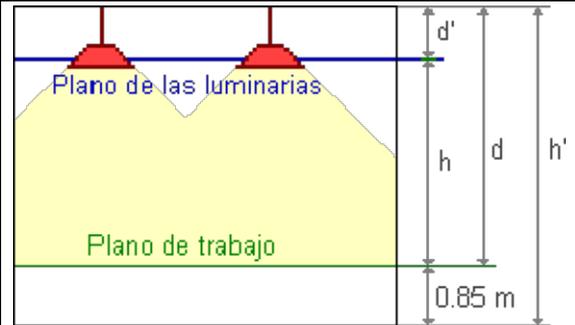
| SALA | MARCA | MODELO | TIPO | CARACT. | ESPECIFICACIONES ADICIONALES |
|---------------------|--------|-----------|------------|------------------|------------------------------|
| ALMACÉN GENERAL | AIRFAL | LUMIFORTE | SUSPENSIÓN | IP 65 | Convencional |
| ALMACEN INFLAMABLES | CORTEM | SLED-600 | SUSPENSIÓN | ExdelIB+H2 T5/T6 | Antideflagrante |

Para el almacenamiento de inflamables instalaremos luminarias de tipo antideflagrante de modelo que lleva incorporado las lámparas LED de 225 W CORTEM SERIE SLED MODELO SLED-600 de 30799 lúmenes y ExdelIB+H2 T5/T6.

Para el almacenamiento general instalaremos lámparas LED de 3200 lúmenes y 190 W y luminarias AIRFAL MODELO LUMIFORTE.

10.4.1- Altura de suspensión de las luminarias

La altura de las luminarias la establecemos según las recomendaciones para este tipo de locales, que vienen recogidas en la siguiente tabla:

| Tipo de Local | Altura de las luminarias |
|--|--|
| Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...) | Lo más altas posibles |
| Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa | Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$ |
| Locales con iluminación indirecta | $d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$ |
|  | <p>h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias h': altura del local d: altura del plano de trabajo al techo d': altura entre el plano de trabajo y las luminarias</p> |

En nuestro caso las luminarias las instalaremos a una altura de $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85) = \frac{4}{5} \cdot (9 - 0) = 7,2 \text{ m}$.

Índice del local. Para las luminarias a instalar en nuestras salas de almacenamiento, al tratarse de iluminación directa tendremos el siguiente índice de los locales:

| Sistema de iluminación | Índice del local |
|--|--|
| Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa | $k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$ |
| Iluminación indirecta y semiindirecta | $k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$ |

Por lo que,

| SALA | ÍNDICE DE LOCAL |
|---------------------|--|
| ALMACÉN GENERAL | $k = 40,29 \cdot 19,6 / 8(40,29 + 27,0) = 789,8 / 538,32 = 1,46$ |
| ALMACEN INFLAMABLES | $k = 19,7 \cdot 19,6 / 8(19,7 + 19,6) = 386,1 / 266,6 = 1,44$ |

10.4.2- Coeficientes de reflexión

Teniendo en cuenta que las paredes y techo de la sala de almacenamiento están realizadas con panel sándwich color blanco, tomaremos unos coeficientes elevados pues la reflexión será bastante alta. El suelo sin embargo es oscuro por tratarse de un suelo de hormigón, lo que nos obliga a dar un factor de reflexión bajo.

Según los valores de reflexión convencionalmente adoptados y que reproducimos en la siguiente tabla,

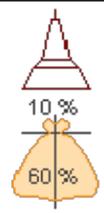
| Parte constructiva | Color | Factor de reflexión (ρ) |
|--------------------|------------------|--------------------------------|
| Techo | Blanco muy claro | 0.7 |
| | claro | 0.5 |
| | medio | 0.3 |
| Paredes | claro | 0.5 |
| | medio | 0.3 |
| | oscuro | 0.1 |
| Suelo | claro | 0.3 |
| | oscuro | 0.1 |

Tendremos,

| Sala de almacenamiento general y de inflamables | Techo | Paredes | Suelo |
|---|-------|---------|-------|
| Coeficiente de reflexión | 0,7 | 0,7 | 0.1 |

10.4.3- Determinación del coeficiente de utilización (η).

A partir de los factores de reflexión y el índice del local se leen en las tablas los factores de utilización. En este caso particular deberíamos interpolarse ya que no disponemos de valores para $k = 4.2$; pero como la diferencia entre el coeficiente para 4 y 5 es muy pequeña podemos aproximar con los valores de 4.

| Tipo de aparato de alumbrado | Índice del local k | Factor de utilización (η) | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | Factor de reflexión del techo | | | | | | Factor de reflexión de las paredes | | | | | |
| | | 0.8 | | 0.7 | | 0.5 | | 0.3 | | 0 | | | |
| | | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0 |
|  | 0.6 | .39 | .35 | .32 | .38 | .34 | .32 | .38 | .34 | .31 | .33 | .31 | .30 |
| | 0.8 | .48 | .43 | .40 | .47 | .42 | .40 | .46 | .42 | .39 | .41 | .38 | .37 |
| | 1.0 | .53 | .49 | .46 | .52 | .48 | .45 | .51 | .47 | .45 | .46 | .44 | .41 |
| | 1.25 | .58 | .54 | .51 | .57 | .53 | .50 | .55 | .51 | .49 | .50 | .48 | .45 |
| | 1.5 | .62 | .58 | .54 | .61 | .57 | .54 | .58 | .55 | .52 | .53 | .51 | .48 |
| | 2.0 | .66 | .62 | .59 | .64 | .61 | .58 | .61 | .59 | .57 | .56 | .55 | .52 |
| | 2.5 | .68 | .65 | .63 | .67 | .64 | .62 | .64 | .61 | .60 | .59 | .57 | .54 |
| 3.0 | .70 | .67 | .65 | .69 | .66 | .64 | .65 | .63 | .61 | .60 | .59 | .56 | |
| $D_{max} = 1.0 H_m$ | 4.0 | .72 | .70 | .68 | .70 | .69 | .67 | .67 | .66 | .64 | .63 | .61 | .58 |
| f_m | .70 | .75 | .80 | | | | | | | | | | |

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

| SALA | ÍNDICE DE LOCAL | COEFICIENTE DE REFLEXIÓN Techo Paredes-Suelo | | | COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN η |
|---------------------|-----------------|---|-----|-----|-----------------------------------|
| ALMACÉN GENERAL | 1,65 | 0,7 | 0,7 | 0,1 | 0,62 extrapolando |
| ALMACEN INFLAMABLES | 1,44 | 0,7 | 0,7 | 0,1 | 0,59 extrapolando |

10.4.4- Factor de mantenimiento.

El **factor de mantenimiento (f_m)** o **conservación** de la instalación es un coeficiente que depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

| Ambiente | Factor de mantenimiento (f_m) |
|----------|-----------------------------------|
| Limpio | 0.8 |
| Sucio | 0.6 |

En nuestro caso vamos a adoptar unos valores conservadores y pesimistas en cuanto a la limpieza, pues no creemos que la limpieza sea habitual, por lo que tomamos unos valores bajos en ambas salas.

| | ALMACÉN GENERAL | ALMACEN INFLAMABLES |
|---|-----------------|---------------------|
| Factor de Mantenimiento (f_m) | 0,65 | 0,65 |

10.4.5- Flujo luminoso.

Para el cálculo del flujo luminoso total necesario aplicaremos la fórmula

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

donde:

- Φ_T es el flujo luminoso total
- E, es la iluminancia media deseada
- S, es la superficie del plano de trabajo
- η es el factor de utilización
- f_m es el factor de mantenimiento

Cálculo del flujo luminoso total.

| SALA | FLUJO LUMINOSO |
|---------------------|--|
| ALMACÉN GENERAL | $\Phi_T = (E \cdot S) / (\eta \cdot f_m) = (500 \cdot 40,29 \cdot 27,0) / (0,62 \cdot 0,65) = 543.915 / 0,403 = 1.349.665 \text{ lm.}$ |
| ALMACÉN INFLAMABLES | $\Phi_T = (E \cdot S) / (\eta \cdot f_m) = (500 \cdot 19,7 \cdot 19,6) / (0,59 \cdot 0,65) = 115.836 / 0,403 = 479.057 \text{ lm.}$ |

10.5- NUMERO DE LUMINARIAS

Por último se calcula el número mínimo de luminarias necesarias. Este es un valor de referencia pues es normal que al emplazar las luminarias y hacer las comprobaciones posteriores necesitemos un número mayor de ellas.

- Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Fórmula en la que redondearemos por exceso y en donde, donde:

- N es el número de luminarias
- Φ_T es el flujo luminoso total
- Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara
- n es el número de lámparas por luminaria

| SALA | Numero de luminarias | AJUSTE |
|---------------------|---|----------------------------|
| ALMACÉN GENERAL | $N = \Phi_T / (n \cdot \Phi_L) = 1.349.665 / (1 \cdot 32000) = 40$ redondeando. | + 4 luminarias del pasillo |
| ALMACÉN INFLAMABLES | $N = \Phi_T / (n \cdot \Phi_L) = 479.057 / (1 \cdot 30799) = 16$ redondeando. | |

Instalaremos lámparas de tipo LED.

Para el almacenamiento de inflamables instalaremos luminarias de tipo antideflagrante de modelo que lleva incorporado las lámparas LED de 225 W CORTEM SERIE SLED MODELO SLED-600 de 30799 lúmenes y Ex de IIB+H2 T5/T6.

Para el almacenamiento general instalaremos lámparas LED de 3200 lúmenes y 190 W como hemos indicado anteriormente y luminarias y luminarias AIRFAL MODELO LUMIFORTE.

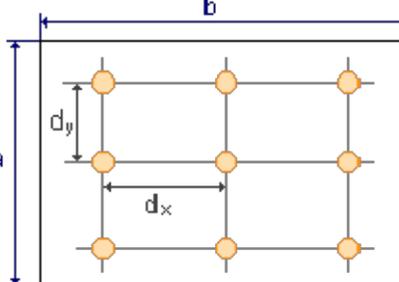
10.6. EMPLAZAMIENTO DE LAS LUMINARIAS

Finalmente sólo nos queda distribuir las luminarias sobre la planta del local y comprobar que la distancia de separación entre ellas es inferior a la máxima admisible. En este caso la separación máxima viene indicada en las tablas de las luminarias.

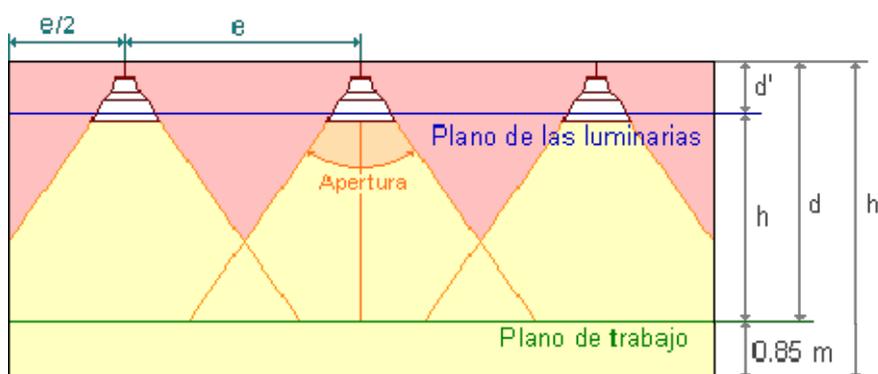
$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{T total}}}{\text{largo}} \times \text{ancho}}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}}\right)$$

donde N es el número de luminarias



También debemos tener en cuenta que la distancia máxima de separación entre las luminarias depende del ángulo de apertura del haz de luz, dato que nos viene dado en las características de la luminaria y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo, que hemos considerado que está a nivel del suelo, como mostramos en el dibujo,



Como podemos ver, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

| SALA | Numero de luminarias en lado ancho | Numero de luminarias en lado largo |
|---------------------|---|---|
| ALMACÉN GENERAL | $N_{\text{ancho}} = \sqrt{(N_{\text{total}} \cdot \text{ancho}) / \text{largo}} = \sqrt{30 \cdot 27,0 / 40,29} = 4,5$ luminarias = 5 luminarias | $N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \cdot (\text{largo} / \text{ancho}) = 30 \cdot 40,29 / 19,6 = 7,8$ luminarias = 8 luminarias |
| ALMACEN INFLAMABLES | $N_{\text{ancho}} = \sqrt{(N_{\text{total}} \cdot \text{ancho}) / \text{largo}} = \sqrt{16 \cdot 19,6 / 19,7} = 3,9$ luminarias = 4 luminarias | $N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \cdot (\text{largo} / \text{ancho}) = 16 \cdot 19,7 / 19,6 = 4$ luminarias |

Una vez distribuidas las luminarias uniformemente, tenemos que instalar:

- 40 luminarias en el almacén general + 4 luminarias del pasillo = 44 luminarias.
- 16 luminarias en el almacén de inflamables.

La distancia entre luminarias y de estas a las paredes haciendo un reparto uniforme es:

| SALA | ALMACÉN GENERAL | ALMACEN INFLAMABLES |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| LARGO | LARGO | LARGO |
| N luminarias | 8 | 4 |
| Separación (m) | $40,29/8=5,03$ | $19,7/4=4,9$ |
| Separación de las paredes (m) | $5,03/2=2,5$ | $4,9/2=2,45$ |
| ANCHO | ANCHO | ANCHO |
| N luminarias | 5 | 4 |
| Separación (m) | $27/5= 5,4$ | $19,6/4=4,9$ |
| Separación de las paredes (m) | $5,4/2 = 2,7$ | $3/2= 1,5$ |
| PASILLO | ANCHO | |
| N luminarias | 4 | |
| Separación (m) | $19,6/4= 4,9$ | |
| Separación de las paredes (m) | $4,9/2 = 2,45$ | |
| Separación máxima entre luminarias (m) $1,1(\text{valor fabricante}) \cdot h_m$ | $1,1 \cdot h_m = 1,1 \cdot 7,2 = 7,2$ | $1,1 \cdot h_m = 1,1 \cdot 7,2 = 7,2$ |
| Cumple los criterios | SI | SI |
| Número total de luminarias | $8 \times 5 = 40$ | $4 \times 4 = 16$ |

h_m = altura de colocación de las luminarias desde al suelo.

Las conclusiones admitidas normalmente sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

| Tipo de luminaria | Altura del local | Distancia máxima entre luminarias |
|----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| intensiva | > 10 m | $e \leq 1.2 h$ |
| extensiva | 6 - 10 m | $e \leq 1.5 h$ |
| semiextensiva | 4 - 6 m | |
| extensiva | ≤ 4 m | $e \leq 1.6 h$ |
| distancia pared-luminaria: $e/2$ | | |

En nuestro caso vemos que la distancia máxima entre luminarias es:

- Almacén general $e = 6,7 \leq 1,2 * 7,2$ luego cumple con la recomendación aceptada habitualmente.
- Almacén de inflamables $e = 6,7 \leq 1,2 * 7,2$ luego cumple con la recomendación aceptada habitualmente.

10.7. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{\text{tablas}}$$

| SALA | ILUMINANCIA |
|---------------------|--|
| ALMACÉN GENERAL | $E = (n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m) / S = (40 \cdot 32000 \cdot 0,62 \cdot 0,65) / 27 \cdot 40,29 = 515840 / 1087 = 475 \text{ lx}$ |
| ALMACÉN INFLAMABLES | $E = (n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m) / S = (16 \cdot 30799 \cdot 0,59 \cdot 0,65) / 19,6 \cdot 19,7 = 188982 / 386 = 490 \text{ lx}$ |

- Almacén general $NI = 475 + 0 = 475 \text{ lux}$. luego cumple con la recomendación aceptada habitualmente.
- Almacén de inflamables $NI = 490 + 0 = 490 \text{ lux}$.
- luego cumple con la recomendación aceptada habitualmente.

Y la potencia consumida

- Almacén general $P = 44 \cdot 190 = 8,4 \text{ kW}$.
- Almacén de inflamables $P = 16 \cdot 225 = 3,6 \text{ kW}$.

Potencia TOTAL instalada en salas de almacenamiento $P = 8,4 + 3,6 = 12 \text{ Kw}$.

10.8. ILUMINACION ESTANCIAS ADMINISTRATIVAS

Para las estancias administrativas se ha adoptado una iluminación mediante lámparas LED en luminarias empotradas en los techos de tipo técnico.

Se ha establecido asimismo como datos de partida, los siguientes:

- Lámparas marca LEDBOX tipo Downlight LED KRAMFOR 25W.
- Tonalidad: Blanco neutro / 25W / 1850lm / 4000K.
- Tipo de emplazamiento: empotrado en techo tipo técnico desmontable.

Aplicando estas consideraciones iniciales tenemos la siguiente tabla con la distribución de lámparas por estancia:

| Estancia | Largo | Ancho | Indice del local k | Coef. de utilización η | Factor de reflexion | Factor de mantenimiento fm | Plano de trabajo h | Altura luminaria/Altura plano trabajo m. | Iluminancia lux | Flujo luminoso necesario lm | Flujo luminoso lampara lm | Nº luminarias | Lampara | Potencia lampara | Potencia total w, |
|---------------------|-------|-------|--------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|--|-----------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|---------|------------------|-------------------|
| Almacenillo | 11,05 | 6,7 | 1,67 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 53.844 | 1750 | 15 | LED | 25 | 385 |
| Recepción | 5,05 | 2,55 | 0,68 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 9.365 | 1750 | 3 | LED | 25 | 67 |
| Aseos visitas | 3,45 | 1,5 | 0,42 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 3.764 | 1750 | 1 | LED | 25 | 27 |
| Despacho logística. | 5,55 | 4 | 0,93 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 16.145 | 1750 | 5 | LED | 25 | 115 |
| Despacho Gerente. | 5,55 | 4 | 0,93 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 16.145 | 1750 | 5 | LED | 25 | 115 |
| Despacho Ingeniería | 5,55 | 4 | 0,93 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 16.145 | 1750 | 5 | LED | 25 | 115 |
| Despacho Admón. | 5,55 | 4 | 0,93 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 16.145 | 1750 | 5 | LED | 25 | 115 |
| Sala de reuniones | 6 | 5,55 | 1,15 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 24.218 | 1750 | 6 | LED | 25 | 173 |
| Control de calidad | 7 | 5,55 | 1,24 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 28.255 | 1750 | 8 | LED | 25 | 202 |
| Taller | 10 | 6,7 | 1,60 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 48.727 | 1750 | 15 | LED | 25 | 348 |
| Aseos personal | 6,7 | 2,8 | 0,79 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 13.644 | 1750 | 4 | LED | 25 | 97 |
| Pasillo | 29 | 1,5 | 0,57 | 0,55 | 0,5 | 0,8 | 0,85 m. | 2,5/0,85 | 500 | 31.636 | 1750 | 9 | LED | 25 | 226 |
| Potencia total | | | | | | | | | | | | | | | 2080 |

Potencia TOTAL instalada en zonas administrativas y otros usos P= 2,080Kw.

11 CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

11.1.- CALCULO DEL NÚMERO DE PANELES POSIBLES A INSTALAR.

Partimos de una nave industrial con unas dimensiones de la cubierta útiles para la instalación de paneles fotovoltaicos de 55 m. x 30m., lo que representa una superficie total de 1.650 m² útiles para la instalación solar fotovoltaica.

Tras un estudio de mercado se ha optado por instalar paneles fotovoltaicas marca ATERSA mod. A-315M monocristalina, pues aunque son algo más caras que las policristalinas su rendimiento a largo plazo hace que se tenga un periodo de retorno de la inversión menor.

La ficha técnica de características de estos paneles solares fotovoltaicos se encuentra a continuación.

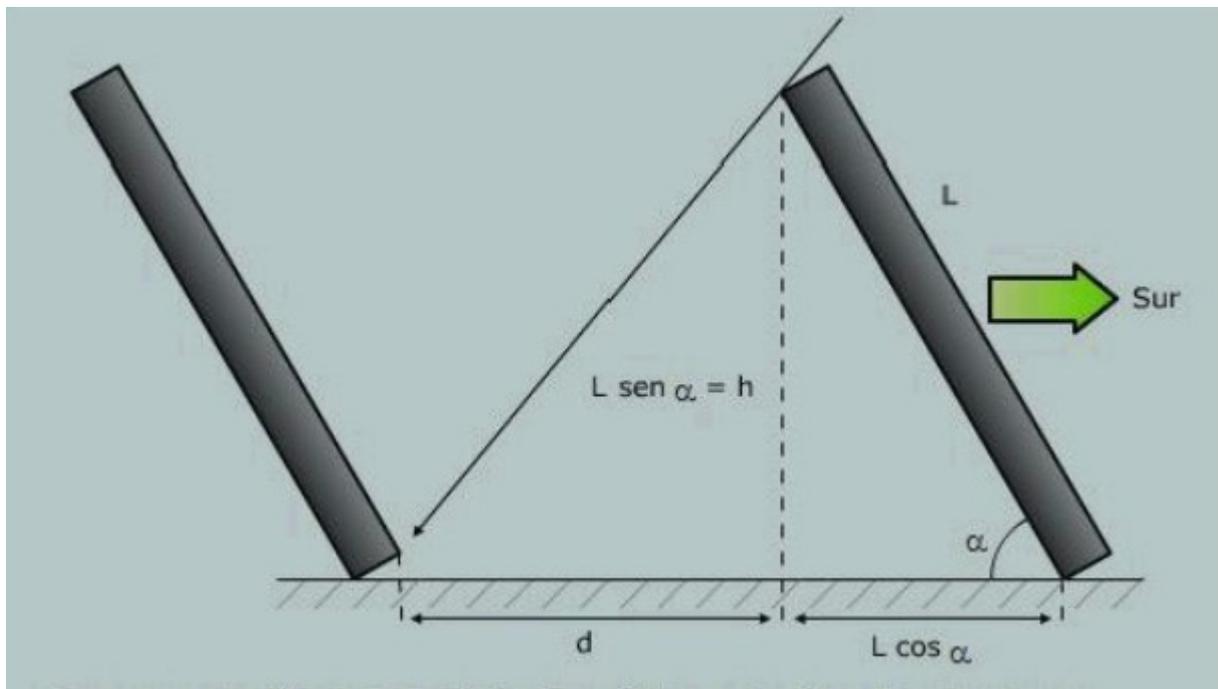
| Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C y AM 1,5)* | | | |
|---|---|---------|---------|
| | A-305P | A-310P | A-315P |
| Potencia Nominal (0/+5 W) | 305 W | 310 W | 315 W |
| Eficiencia del módulo | 15,78% | 15,94% | 16,19% |
| Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp) | 8,27 A | 8,35 A | 8,43 A |
| Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp) | 36,88 V | 37,14 V | 37,37 V |
| Corriente en Cortocircuito (Isc) | 8,78 A | 8,83 A | 8,88 A |
| Tensión de Circuito Abierto (Voc) | 45,97 V | 46,14 V | 46,31 V |
| Parámetros térmicos | | | |
| Coefficiente de Temperatura de Isc (α) | 0,04% /°C | | |
| Coefficiente de Temperatura de Voc (β) | -0,32% /°C | | |
| Coefficiente de Temperatura de P (γ) | -0,43% /°C | | |
| Características físicas | | | |
| Dimensiones (mm ± 2 mm) | 1965x990x40 | | |
| Peso (kg) | 24 | | |
| Área (m ²) | 1,95 | | |
| Tipo de célula | Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas) | | |
| Células en serie | 72 (6x12) | | |
| Cristal delantero | Cristal templado ultra claro de 4 mm | | |
| Marco | Aleación de aluminio pintado en poliéster | | |
| Caja de conexiones / Opcional | QUAD IP54 / QUAD IP65 | | |
| Cables | Cable Solar 4 mm ² 1250 mm | | |
| Conectores | MC4 o combinable MC4 | | |
| Rango de funcionamiento | | | |
| Temperatura | -40°C a +85°C | | |
| Máxima Tensión del Sistema / Protección | 1000 V / CLASS II | | |
| Carga Máxima Viento / Nieve | 2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m ²) | | |
| Máxima Corriente Inversa (IR) | 15,1 A | | |

Sus dimensiones son 1965 mm. x 990 mm.

Insertando la ubicación de la nave industrial en el programa informático PVGIS, obtenemos que la inclinación óptima de los paneles solares en la cubierta de la nave es de 32°.

Con estos datos podemos calcular el número máximo de paneles solares que podemos instalar en la cubierta de la nave y por lo tanto la potencia y energía que obtendremos en su funcionamiento.

Primeramente calculamos la separación entre filas de paneles para tener en cuenta el efecto “sombra”.



Considerando que el ángulo óptimo $\alpha=32^\circ$ y que $L= 1965$ mm. Tendremos que:

$$h = L \cdot \sin \alpha = 1965 \cdot \sin 32 = 1965 \cdot 0,53 = 1041,29 \text{ mm.}$$

$$a = L \cdot \cos \alpha = 1965 \cdot 0,85 = 1666,41 \text{ mm.}$$

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud}) = 1041,29 / \tan (61-38) = 1041,29 / 0,42 = 2453,13 \text{ mm.}$$

La distancia entre paneles es,

$$b = d + a = 2453,13 + 1666,41 = 4119,54 \text{ mm.} = 4,12 \text{ m.}$$

Por lo tanto el nº de filas de paneles posibles a instalar es,

$$\text{N}^\circ \text{ filas} = L \text{ cubierta} / b = 56 / 4,12 = 13,6 = 13 \text{ filas.}$$

$$\text{N}^\circ \text{ paneles por fila} = A \text{ cubierta} / 0,99 = 30 / 0,99 = 30,3 = 30 \text{ paneles por fila.}$$

$$\text{TOTAL PANELES} = 13 \cdot 30 = 390 \text{ PANELES}$$

11.2.- POTENCIA Y ENERGÍA PRODUCIBLE.

La potencia pico de la instalación la tendremos considerando el nº total de paneles por la potencia nominal de cada panel.

Nº total de paneles= 390.

Potencia nominal del panel Atersa mod. A-315M= 0,315 Kw.

Kw pico= Nº paneles * Kw panel = 390 * 0,315 = 122,85 Kwp.

La energía producible la calculamos considerando el nº de paneles y la energía media obtenida de PVGIS considerando la potencia del panel, inclinación y media anual.

E producible= N paneles * Em = 390 * 481 Kwh (pvgis) = 187590 Kwh anuales.

11.3.- CALCULO ENERGÍA CONSUMIDA ALMACÉN.

E. producible = P instalada(kW) × horas × año = 67 × 8 × 251 = 134536 kWh/año

11.4.- CALCULO NUMERO PANELES REALES NECESARIOS.

$$N_{\text{paneles}} = \frac{E. \text{ producible}}{E_m} = \frac{134536}{481} = 279,7 = 280 \text{ paneles}$$

$$N_{\text{panelesfila}} = \frac{N_{\text{paneles}}}{N_{\text{filas}}} = \frac{280}{13} = 21,53 \cong 21$$

$$N_{\text{paneles}} = N_{\text{filas}} \times N_{\text{panelesfila}} = 13 \times 21 = 273$$

$$280 - 273 = 7 \text{ paneles} \rightarrow 7 \text{ filas dispondrán 1 panel extra}$$

6 filas de 21 paneles cada una y 7 filas con 22 paneles cada una = 280 paneles

11.5.- POTENCIA Y ENERGÍA PRODUCIBLE REAL.

La potencia pico de la instalación la tendremos considerando el nº total de paneles por la potencia nominal de cada panel.

Nº total de paneles= 280

Potencia nominal del panel Atersa mod. A-315M= 0,315 Kw.

Kw pico= Nº paneles * Kw panel = 280 * 0,315 = 88,20 Kwp.

La energía producible la calculamos considerando el nº de paneles y la energía media obtenida de PVGIS considerando la potencia del panel, inclinación y media anual.

E producible= N paneles * Em = 280 * 481 Kwh (pvgis) = 134680 Kwh anuales.

11.6.- TEMPERATURA DE LOS PANELES.

En la cubierta de la nave se considera un rango de temperaturas comprendidas entre -5°C en invierno y 45°C en verano, por lo tanto deberán corregirse los parámetros del módulo para estos valores extremos.

La temperatura de trabajo puede aproximarse mediante la siguiente expresión

$$T_p = T_a + \frac{T_{onc} - 20}{800} * I$$

En donde:

- Tp es la temperatura de las células solares.
- Ta es la temperatura ambiente en sombra medida con termómetros de mercurio.
- TONC es la temperatura de operación nominal del módulo, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiación de 800 W/m² con una distribución espectral AM 1'5, siendo la temperatura ambiente de 20 °C y la velocidad del viento de 1 m/s (TONC =47 °C).
- I es la irradiación media dependiendo del periodo considerado. En verano 1.000 W/m² y en invierno de 100 W/m² .

La temperatura máxima sobre los paneles se calcula a partir de la máxima temperatura recogida en la zona, siendo igual a 45°C, y un valor de irradiación estándar de 1000 W/m²:

$$T_{max} = T_{amb} + ((T_{onc}-20)/800)*I = 45+((47-20)/800) * 1000 = 78,75 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

La temperatura mínima que puede alcanzar el panel se determina para un nivel de Irradiancia de 100 W/m² y para la mínima temperatura diurna alcanzable en la zona, -5°C. Esta será:

$$T_{min} = T_{amb} + ((T_{onc}-20)/800)*I = -5+((47-20)/800) * 100 = - 1,62 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

11.7.- VALORES DE TENSIÓN MÁXIMO Y MÍNIMO.

Los valores de tensión de circuito abierto en condiciones extremas de temperatura, se obtienen aplicando el coeficiente T_p a los valores de tensión (V_{oc}) obtenidos para la temperatura de 25 °C.

$$V_{oc}(x^\circ) = V_{oc}(25^\circ) + \Delta T * \Delta V_{oc}$$

Para una temperatura ambiente de -1,62 °C los valores de V_{oc} obtenidos son:

$$\begin{aligned} V_{oc}(\text{min}) &= V_{oc}(25^\circ) + \Delta T * \Delta V_{oc} = V_{oc}(25^\circ) + \Delta T * (V_{oc} * \beta / 100) = \\ &= 46,31 + (-1,62 - 25) * (46,31 * 0,32 / 100) = 42,36 \text{ V} \end{aligned}$$

$V_{oc}(\text{min})$ = Tensión a circuito abierto máxima del módulo.

$V_{oc}(25^\circ)$ = Tensión a circuito abierto en condiciones estándar del módulo.

ΔT = $T_{\text{min panel}} - T_{\text{amb}}$

ΔV_{oc} = Coeficiente de incremento de tensión.

β = Coeficiente de temperatura V_{oc} .

Para una temperatura ambiente de 78,75 °C los valores de V_{oc} obtenidos son:

$V_{oc}(\text{min})$ = Tensión a circuito abierto máxima del módulo.

$V_{oc}(25^\circ)$ = Tensión a circuito abierto en condiciones estándar del módulo.

ΔT = $T_{\text{max panel}} - T_{\text{amb}}$

ΔV_{oc} = Coeficiente de incremento de tensión.

β = Coeficiente de temperatura V_{oc} .

$$\begin{aligned} V_{oc}(\text{min}) &= V_{oc}(25^\circ) + \Delta T * \Delta V_{oc} = V_{oc}(25^\circ) + \Delta T * (V_{oc} * \beta / 100) = \\ &= 46,31 + (78,75 - 25) * (46,31 * 0,32 / 100) = 54,28 \text{ V} \end{aligned}$$

11.8.- VALORES DE INTENSIDAD MÁXIMO Y MÍNIMO.

Los valores de corriente de circuito abierto en condiciones extremas de temperatura, se obtienen aplicando el coeficiente T_p a los valores de corriente (I_{sc}) obtenidos para la temperatura de 25 °C.

$$I_{sc}(x^\circ) = I_{sc}(25^\circ) + \Delta T * \Delta I_{sc}$$

$I_{sc}(\text{max})$ = Intensidad mínima del panel

$I_{sc}(25^\circ)$ = Intensidad máxima la placa según fabricante a 25°

ΔT = $T_{\text{panel}} - T_{\text{amb}}$

ΔI_{sc} = Coeficiente de incremento de intensidad.

α = Coeficiente de temperatura I_{sc} .

Para una temperatura de $-1,62^{\circ}\text{C}$ tenemos:

$I_{\text{max. Panel}} = I_{\text{max. Placa según fab a } 25^{\circ}} + (T_{\text{min. panel}} - T^{\text{aamb.}}) * \Delta I_{\text{sc}} = I_{\text{max. Placa según fab a } 25^{\circ}} + (T_{\text{min. panel}} - T^{\text{aamb.}}) * (I_{\text{max. Placa según fab a } 25^{\circ}} * \alpha / 100)$.

$$I_{\text{sc}}(x^{\circ}) = 8,88 + (-1,62 - 25) * (8,88 * 0,04 / 100) = 8,79 \text{ A}$$

Para una temperatura de $78,75^{\circ}\text{C}$. tenemos:

$I_{\text{max. Panel}} = I_{\text{max. Placa según fab a } 25^{\circ}} + (T_{\text{max. panel}} - T^{\text{aamb.}}) * \Delta I_{\text{sc}} = I_{\text{max. Placa según fab a } 25^{\circ}} + (T_{\text{max. panel}} - T^{\text{aamb.}}) * (I_{\text{max. Placa según fab a } 25^{\circ}} * \alpha / 100)$.

$$I_{\text{sc}}(x^{\circ}) = 8,88 + (78,75 - 25) * (8,88 * 0,04 / 100) = 9,07 \text{ A}$$

11.9.- COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA DE LA TENSIÓN DE MÁXIMA POTENCIA RESPECTO DE LA TEMPERATURA.

$$V_{\text{pmp}}(\text{min}) = V_{\text{pmp}} + \Delta T * \Delta V_{\text{mpp}}(T) = V_{\text{pmp}} + \Delta T * (V_{\text{oc}} * \beta / 100)$$

Para una temperatura ambiente de -5°C

$$V_{\text{pmp}}(-1,62^{\circ}\text{C}) = 37,37 + (-1,62 - 25) * (37,37 * 0,32 / 100) = 34,19 \text{ V.}$$

Para una temperatura ambiente de 45°C

$$V_{\text{pmp}}(78,75) = 37,37 + (78,75 - 25) * (37,37 * 0,32 / 100) = 43,80 \text{ V.}$$

11.10.- CALCULO N° DE PANELES EN SERIE Y PARALELO. ELECCIÓN DEL INVERSOR.

Tomamos como elección del inversor por sus prestaciones el INGETEAM ingeconSun 25U 480.

La tensión máxima del inversor es 550 V.

La tensión máxima del panel fotovoltaico es 46,31 V.

Por lo tanto, el n° óptimo de placas en serie es $V_{\text{máx. Inv}} / V_{\text{máx. Placa}} = 550 / 46,31 = 11,87 \approx 11$ placas en serie.

Como el inversor modelo multistring tiene 6 ramas tenemos que el nº de módulos por cada inversor es 11 placas en serie * 6 ramas = 66 placas.

Como tenemos en total 280 paneles tendremos que,

$$280/66= 4,24$$

Instalaremos entonces 4 inversores y por lo tanto tendremos $4*66= 264$ placas.

Como tenemos 280 placas en total, las 16 restantes las conectaremos con un inversor INGETEAM ingeconSun 15U 208.

Verificación de potencias,

P por inversor= 66 placas * 0,315KW = 20,79 Kwp (P total inst. por cada inversor) < 33 Kwp del inversor.

$$P \text{ total} = 264 \text{ placas} * 0,315 = 83,16\text{Kw} < 33 \text{ Kwp} * 4 = 83,16\text{Kw} < 132\text{kwp}$$

Y para las 16 placas restantes y su inversor ingeconSun 15U 208 tenemos, divididos en 2 ramas de 8.

$$P \text{ inversor} = 16 * 0,315 = 5,04 \text{ Kwp} < 33 \text{ Kwp.}$$

$$\text{Potencia total instalada } 83,16 + 5,04 = 88,20 \text{ Kwp.}$$

| Modelo | IngeconSun 15U 208 | IngeconSun 15U 480 | IngeconSun 25U 208 | IngeconSun 25U 480 |
|--|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Valores de Entrada (DC) | | | | |
| Rango pot. campo FV recomendado ⁽¹⁾ | 16 - 20 kWp | 16 - 20 kWp | 26 - 33 kWp | 26 - 33 kWp |
| Rango de tensión MPP | 300 - 550 V | 300 - 550 V | 300 - 550 V | 300 - 550 V |
| Tensión máxima DC ⁽²⁾ | 600 V | 600 V | 600 V | 600 V |
| Corriente máxima DC | 52 A | 52 A | 87 A | 87 A |
| Nº entradas DC | 2 ⁽³⁾ | 2 ⁽³⁾ | 2 | 2 |
| MPPT | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Valores de Salida (AC) | | | | |
| Potencia nominal AC ⁽⁴⁾ | 15 kW | 15 kW | 25 kW | 25 kW |
| Corriente máxima AC | 47 A | 20 A | 78 A | 34 A |
| Tensión nominal AC | 208 V | 480 V | 208 V | 480 V |
| Frecuencia AC | 60 Hz | 60 Hz | 60 Hz | 60 Hz |
| Coseno Phi ⁽⁵⁾ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Regulación Coseno Phi | ±0,9 a Pnom | ±0,9 a Pnom | ±0,9 a Pnom | ±0,9 a Pnom |
| THD ⁽⁶⁾ | <3% | <3% | <3% | <3% |
| Rendimiento | | | | |
| Eficiencia máxima | 94,3% | 94,3% | 96,1% | 95,9% |
| Eficiencia CEC | 95,8% | 95,8% | 95,7% | 95,5% |
| Datos Generales | | | | |
| Consumo en standby | 30 W | 30 W | 30 W | 30 W |
| Consumo nocturno | 1 W | 2 W | 1 W | 2 W |
| Temperatura de funcionamiento | -20°C a +45°C | -20°C a +45°C | -20°C a +45°C | -20°C a +45°C |
| Humedad relativa | 0 - 95% | 0 - 95% | 0 - 95% | 0 - 95% |
| Grado de protección | NEMA 3R, IP54 (IP65 electronics) | | | |
| Referencias normativas | UL1741, CSA C22.2 n°107.1-01, IEEE 1547, IEC 1547. | | | |

11.11.- DIMENSIONADO DE LAS BATERÍAS.

$$\text{Capacidad de las baterías} = \frac{\text{energía necesaria} \times \text{días de autonomía}}{\text{voltaje} \times \text{profundidad de descarga}}$$

Para nuestra instalación hemos escogido las baterías tipo OPZS y 48v C(10)

$$\text{Energía por día} = 67 \times 8 = 536 \text{ kWh}$$

$$\text{Capacidad de las baterías} = \frac{536000 \times 1}{48 \times 0,55} = 20,30 \text{ Ah}$$

Empleando las baterías estacionarias OPZS y 48v C(10) necesitaremos utilizar

$$N_{\text{baterías}} = \frac{20303,03}{3298} = 6,16 \cong 7 \text{ baterías}$$

11.12.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

Instalación de CC

El cableado deberá estar correctamente dimensionado para no provocar caídas de tensión y a su vez soportar la intensidad generada por la instalación.

Lo primero es calcular la sección necesaria para transportar la intensidad y después comprobar la sección mínima.

Para el cálculo de la intensidad admisible se utilizará la tabla A52-1 descrita en la UNE 20460-5-523. En esta tabla se especifican las intensidades máximas admisibles de los conductores.

TABLA A. 52-1 bis:
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

| Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| A1 | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | | |
| A2 | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | | | |
| B1 | | | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | | XLPE2 | | | |
| B2 | | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | |
| C | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | | |
| D* | | VER SIGUIENTE TABLA | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | |
| F | | | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | XLPE2 | |
| Cobre | mm ² | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 21 | 24 | 25 |
| | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | 23 | 26 | 26,5 | 29 | 33 | 34 |
| | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 45 | 46 |
| | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | 40 | 44 | 46 | 49 | 57 | 59 |
| | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | 54 | 60 | 65 | 68 | 76 | 82 |
| | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 105 | 110 |
| | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 95 | 103 | 110 | 116 | 123 | 140 |
| | 35 | 72 | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 127 | 137 | 144 | 154 | 174 |
| | 50 | 86 | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 155 | 167 | 175 | 188 | 210 |
| | 70 | 109 | 118 | 130 | 149 | 160 | 171 | 185 | 199 | 214 | 224 | 244 | 269 |
| | 95 | 130 | 143 | 156 | 180 | 194 | 207 | 224 | 241 | 259 | 271 | 296 | 327 |
| | 120 | 150 | 164 | 188 | 208 | 225 | 240 | 260 | 280 | 301 | 314 | 348 | 380 |
| 150 | 171 | 188 | 205 | 236 | 260 | 278 | 299 | 322 | 343 | 363 | 404 | 438 | |
| 185 | 194 | 213 | 233 | 268 | 297 | 317 | 341 | 368 | 391 | 415 | 464 | 500 | |
| 240 | 227 | 249 | 272 | 315 | 350 | 374 | 401 | 435 | 468 | 490 | 552 | 590 | |
| 300 | 259 | 285 | 311 | 360 | 396 | 423 | 461 | 525 | 565 | 630 | 674 | 713 | |

Tomaremos la intensidad de servicio del módulo fotovoltaico, es decir, la intensidad máxima correspondiente a cada panel, esta intensidad tiene un valor de 8,8 A por lo que podremos utilizar un cable de diámetro de 1,5 mm².

Considerando una temperatura ambiente de 50 °C el factor de corrección a aplicar será de 0,82 y también se considerará la presencia de muchos strings en la bandeja por lo que se le aplicará otro factor de corrección de 0,80. Finalmente la intensidad máxima admisible por ese tipo de conductor y con esa sección será de:

$$I_{admisible} = 20 \times 0,82 \times 0,80 = 13,12A$$

Esta intensidad máxima será inferior a los 8,8A que circularán por la sección por lo que será válida dicha sección.

A continuación se comprobará si la sección es válida para una caída de tensión, para ello se aplicará la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \times \rho \times L \times I}{\mu}$$

Siendo ρ resistividad del cobre a 70°C, temperatura máxima correspondiente al aislamiento de PVC, y de un valor de 0,021; L será la longitud de cada string, I la intensidad que circula por la línea a diseñar y μ la máxima caída de tensión permitida, que es del 1,5% de la tensión de línea según la ITC-BT-40.

La sección deberá ser dimensionada para la string más desfavorable, esta será la que tenga mayor longitud desde el cuadro de protecciones de continua, cuya longitud es de 40 metros, una tensión de $37,37 \times 11 = 411,07$ y una intensidad de 8,8 A

$$S = \frac{2 \times 0,021 \times 40 \times 8,8}{0,015 \times 411,07} = 2,39 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto la sección de 1,5mm² no nos valdría y habría que elegir la de 2,5mm². Para esta nueva sección tendremos una intensidad máxima admisible de:

$$I_{admissible} = 26,5 \times 0,82 \times 0,80 = 17,38A$$

La cual será válida para nuestra intensidad.

Por lo tanto, la sección de los conductores que transcurren por nuestra instalación de corriente continua será de 2,5mm².

Instalación de CA

Una vez llegados al inversor, este último pasa de CC a CA, y se transportará la energía hasta el contador que controlará la energía producida por los módulos fotovoltaicos. Esta sección de cable deberá soportar la intensidad que circule por el mismo y sufrir las menos pérdidas, por caída de tensión, posibles.

La determinación de la sección del conductor se ha hecho en base a los tres siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible
- Caída de tensión
- Intensidad de cortocircuito

La intensidad que circulará por el tramo de conductor viene dado por la expresión:

$$I = \frac{P_c}{V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi}$$

Siendo P_c la potencia a transportar.

V la tensión.

$\cos \varphi$ el factor de potencia.

$$I = \frac{25000}{400 \times \sqrt{3} \times 0,9} = 40,1 \text{ A}$$

Para calcular la sección mínima que garantice una caída de tensión límite previamente establecida, se aplicarán las siguientes fórmulas simplificadas:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \cos \varphi \times L \times I \times \rho}{\mu}$$

Siendo:

L : La longitud más desfavorable.

I : La intensidad máxima admisible

μ : La máxima caída de tensión permitida, un 2% por normativa.

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 0,9 \times 5 \times 40,1 \times 0,021}{0,02 \times 400} = 0,82 \text{ mm}^2$$

Para el inversor ingeconSun 15U 208 tendremos:

$$I = \frac{15000}{400 \times \sqrt{3} \times 0,9} = 24,06$$

Por lo tanto:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 0,9 \times 5 \times 24,05 \times 0,021}{0,02 \times 400} = 0,50 \text{ mm}^2$$

TABLA A. 52-1 bis:
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

| | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | | |
|----|--|---------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A1 | | | | | | | | | | | | |
| A2 | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | | |
| B1 | | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | | XLPE2 | | | |
| B2 | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | |
| C | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | | |
| D* | | VER SIGUIENTE TABLA | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | |
| F | | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 |

| | mm ² | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------|-----------------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Cobre | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 21 | 24 | 25 |
| | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | 23 | 26 | 26,5 | 29 | 33 | 34 |
| | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 45 | 46 |
| | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | 40 | 44 | 46 | 49 | 57 | 58 |
| | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | 54 | 60 | 65 | 68 | 76 | 82 |
| | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 105 | 110 |
| | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 95 | 103 | 110 | 116 | 133 | 140 |
| | 35 | 72 | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 127 | 137 | 144 | 164 | 174 |
| | 50 | 86 | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 155 | 167 | 175 | 198 | 210 |
| | 70 | 104 | 118 | 130 | 149 | 160 | 171 | 186 | 199 | 214 | 224 | 244 | 268 |
| | 95 | 130 | 143 | 156 | 180 | 194 | 207 | 224 | 241 | 259 | 271 | 296 | 327 |
| | 120 | 150 | 164 | 180 | 208 | 225 | 240 | 260 | 280 | 301 | 314 | 348 | 390 |
| | 150 | 171 | 188 | 205 | 236 | 260 | 278 | 299 | 322 | 343 | 363 | 404 | 438 |
| | 185 | 194 | 213 | 233 | 265 | 297 | 317 | 341 | 368 | 391 | 415 | 464 | 520 |
| | 240 | 227 | 249 | 272 | 315 | 350 | 374 | 401 | 435 | 468 | 490 | 552 | 590 |
| | 300 | 259 | 285 | 311 | 360 | 390 | 423 | 457 | 525 | 565 | 600 | 674 | 713 |

En el primer caso utilizaremos la sección de 10 mm² la cual puede soportar nuestra intensidad máxima admisible, para el segundo caso con una sección de 6 mm² sería suficiente. El tramo del neutro llevará una sección igual a la calculada para los conductores.

Estos conductores llevarán una protección individual pero se unificarán en un tramo común, a continuación calcularemos la sección de ese conductor.

En primer lugar calcularemos la intensidad total que pasará por el conductor, esta será la suma de la corriente del total de los inversores. Tenemos un total de 4 inversores ingeconSun 25U 208 con una intensidad de 40,1 A y un inversor ingeconSun 15U 208 con una intensidad de 24,06 por lo que la intensidad total será de:

$$I_{total} = 40,1 \times 4 + 24,06 = 184,46 \text{ A}$$

Lo que le corresponde una sección de:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 0,9 \times 10 \times 184,46 \times 0,021}{0,02 \times 400} = 7,54 \text{ mm}^2$$

* Método D

| Sección mm ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 |
|-------------------------|---------|---------|-------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| PVC2 | 20,5(1) | 27,6(1) | 36(1) | 44 | 50 | 76 | 98 | 118 | 140 | 173 | 205 | 233 | 264 | 296 | 342 | 387 |
| PVC3 | 17(1) | 22,5(1) | 29(1) | 37 | 49 | 63 | 81 | 97 | 115 | 143 | 170 | 192 | 218 | 245 | 282 | 319 |
| XLPE2 | 24,5(1) | 32,5(1) | 42(1) | 53 | 70 | 91 | 116 | 140 | 166 | 204 | 241 | 275 | 311 | 348 | 402 | 455 |
| XLPE3 | 21(1) | 27,5(1) | 35(1) | 44 | 58 | 75 | 96 | 117 | 138 | 170 | 202 | 230 | 260 | 291 | 336 | 380 |
| Aluminio | | | | | | 70 | 89 | 107 | 126 | 156 | 185 | 211 | 239 | 267 | 309 | 349 |
| | | | | | | 58 | 74 | 90 | 107 | 132 | 157 | 178 | 201 | 226 | 261 | 295 |

(1) No permitido.

Haciendo la comprobación de la intensidad máxima admisible y bajo los criterios de que va enterrado bajo tubo tendremos una sección de 120mm².

Cableado de protección

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se establece que toda masa eléctrica debe estar conectada a tierra con el fin de evitar que aparezcan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de la instalación y a su vez permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Los conductores de protección tendrán diferentes secciones según los diseñados anteriormente, esto supone que para la parte de continua, los conductores tendrán una sección de 2,5mm² y para la parte de corriente alterna tendremos dos secciones de 16mm² y 6 mm² y en la parte de 120mm² tendrá una sección de 70mm².

Protecciones

Todas las instalaciones llevan incorporadas una serie de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos así como para todo tipo de contactos indirectos que puedan provocarse. Las protecciones se encontraran separadas según la zona en la que estén, las de corriente continua o corriente alterna, pero el objetivo será el mismo.

Para la parte de corriente continua será suficiente con la instalación de toma a tierra que conecta todas las partes metálicas de la instalación para el caso de que se produzcan derivaciones.

Además el propio inversor lleva incorporado esta serie de protecciones:

Protecciones

Los inversores **Ingecon®Sun Smart 15 U / 25 U** con transformador llevan integradas las siguientes protecciones eléctricas:

- Aislamiento galvánico entre la parte de DC y AC.
- Polarizaciones inversas.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Insulation failures.
- Fallos de aislamiento.
- Seccionador DC.
- Descargadores contra sobretensiones en la entrada y la salida.

Por lo que para la parte de corriente continua sólo quedará por instalar la protección magnetotérmica y los fusibles.

Para el diseño de los magnetotérmicos se debe cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde I_b será la intensidad eléctrica (8,8A), I_n la intensidad del magnetotérmico seleccionado, e I_z la intensidad máxima admisible del cable
Por tanto:

$$8,8 \leq I_n \leq 17,38$$

Por lo que la intensidad nominal del magnetotérmico será de $I_n = 16A$.

Al tener 5 inversores, habrá un total de 5 magnetotérmicos.

Para el fusible se deberá cumplir la misma condición añadiendo también que:

$$1,6I_n \leq 1,45I_z$$

El fusible tendrá, por tanto, una intensidad de 12A

$$I_b = 8,8 \leq I_n = 12 \leq I_z = 17,38 A \quad \text{Cumple}$$
$$1,6I_n = 1,6 \times 12 = 19,2 \leq 1,45I_z = 1,45 \times 17,38 = 25,20A \quad \text{Cumple}$$

| 10x38 | I_b (A) | PÓDER DE CORTE (kA) |
|-------------|--------------|------------------------|
| 1000V DC | 1 | 30 |
| | 2 | 30 |
| | 3 | 30 |
| | 4 | 30 |
| | 5 | 30 |
| | 6 | 30 |
| | 8 | 30 |
| | 10 | 30 |
| | 12 | 30 |
| | 15 | 30 |
| | 16 | 30 |
| | 20 | 30 |



-Fusibles utilizados en la protección de corriente continua-

Cada fusible tendrá el su portafusible adecuado. Habrá un total de 5 fusibles.

A continuación se diseñará las protecciones de la parte de corriente alterna, para ello habrá que tener en cuenta la potencia de salida del inversor, que será de 25 kW para 4 de los 5 inversores y 15kW para el restante.

Por tanto:

Para la sección mayor

$$I_b = 40,1 \leq I_n \leq I_z = 59A$$

Para la sección menor

$$I_b = 24,06 \leq I_n \leq I_z = 32A$$

Para el primer caso se utilizará un interruptor de 50A y para el segundo caso con uno de 25A será suficiente.

Serán interruptores tetrapolares en los que pasarán 3 fases y el neutro de cada inversor.



Interruptor magnetotérmico de 50A y 25A.

Los distintos interruptores irán colocados en el cuadro de protecciones de corriente alterna. En este cuadro se unificarán las salidas de los interruptores pasando a una sección de 185mm².

La protección de esta sección será con un magnetotérmico que deberá soportar la intensidad total de los inversores, 184,46A.

$$I_b = 184,46 \leq I_n \leq I_z = 245A$$

El magnetotérmico a escoger tendrá una intensidad nominal de 200A.

Para el fusible, la intensidad nominal será de 200A, que debe cumplir la siguiente condición:

$$1,6I_n = 1,6 \times 200 = 320A \leq 1,45I_z = 1,45 \times 245 = 355,25A \quad \textbf{Cumple}$$

Por tanto el fusible es válido.

DOCUMENTO III.
PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Facultativas

1. TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA.
2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.
3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.
4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.
6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.
7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.
8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.
9. FALTAS DE PERSONAL.
10. CAMINOS Y ACCESOS.
11. REPLANTEO.
12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.
13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.
14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.
15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.
16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.
17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.
18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.
19. OBRAS OCULTAS.
20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.
21. VICIOS OCULTOS.
22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.
23. MATERIALES NO UTILIZABLES.
24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.
25. LIMPIEZA DE OBRAS.
26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA.
27. PLAZO DE GARANTÍA.
28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.
29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.
30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.
31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

Condiciones Económicas

1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.
2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.
3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.
4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.
5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.
6. ACOPIO DE MATERIALES.
7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.
8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.
9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.
10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.
11. PAGOS.
12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN CON RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.
13. DEMORA DE LOS PAGOS.
14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.
15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.
16. SEGURO DE LAS OBRAS.
17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.
18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.

Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

1. CONDICIONES GENERALES.
2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.
 - 2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.
 - 2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.
 - 2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.
 - 2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.
 - 2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN.
 - 2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.
 - 2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.
 - 2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

- 2.9. NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.
- 2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.
- 3. CONDUCTORES.
 - 3.1. MATERIALES.
 - 3.2. DIMENSIONADO.
 - 3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.
 - 3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.
- 4. CAJAS DE EMPALME.
- 5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.
- 6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN.
 - 6.1. CUADROS ELÉCTRICOS.
 - 6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.
 - 6.3. GUARDAMOTORES.
 - 6.4. FUSIBLES.
 - 6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.
 - 6.6. SECCIONADORES.
 - 6.7. EMBARRADOS.
 - 6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.
- 7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.
- 8. RECEPTORES A MOTOR.
- 9. PUESTAS A TIERRA.
- 10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.
- 11. CONTROL.
- 12. SEGURIDAD.
- 13. LIMPIEZA.
- 14. MANTENIMIENTO.
- 15. CRITERIOS DE MEDICIÓN.

PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Facultativas.

1. TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA.

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

9. FALTAS DE PERSONAL.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

10. CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

11. REPLANTEO.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

19. OBRAS OCULTAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

21. VICIOS OCULTOS.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

23. MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

27. PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo

aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

Condiciones Económicas

1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

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

Se considerarán costes directos:

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

Se considerarán costes indirectos:

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

Se considerarán Gastos Generales:

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

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

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

4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.

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

5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten

por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

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

6. ACOPIO DE MATERIALES.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

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

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

11. PAGOS.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

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

13. DEMORA DE LOS PAGOS.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

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

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

16. SEGURO DE LAS OBRAS.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa

del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

1. CONDICIONES GENERALES.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|--|---------------|-----------------|
| - Resistencia a la compresión | 4 | Fuerte |
| - Resistencia al impacto | 3 | Media |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | 1 | + 60 °C |
| - Resistencia al curvado | 1-2 | Rígido/curvable |

| | | |
|---|-----|--------------------------------------|
| - Propiedades eléctricas eléctrica/aislante | 1-2 | Continuidad |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$ |
| - Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente | 2 | Contra gotas de |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y exterior media y compuestos | 2 | Protección interior |
| - Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|--|---------------|--------------------------------------|
| - Resistencia a la compresión | 2 | Ligera |
| - Resistencia al impacto | 2 | Ligera |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | 1 | + 60 °C |
| - Resistencia al curvado de las especificadas | 1-2-3-4 | Cualquiera |
| - Propiedades eléctricas | 0 | No declaradas |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$ |
| - Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 ° | 2 | Contra gotas de |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y exterior media y compuestos | 2 | Protección interior |
| - Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|---|---------------|--------------|
| - Resistencia a la compresión | 3 | Media |
| - Resistencia al impacto | 3 | Media |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio (60 °C canal. precabl. ordinarias) | 2 | + 90 °C (+ |

| | | |
|---|---------|---------------------------|
| - Resistencia al curvado especificadas | 1-2-3-4 | Cualquiera de las |
| - Propiedades eléctricas | 0 | No declaradas |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 5 | Protegido contra el polvo |
| - Resistencia a la penetración del agua en forma de lluvia | 3 | Protegido contra el agua |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior media y compuestos | 2 | Protección interior y |
| - Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|--|---------------|------------------------------|
| - Resistencia a la compresión | 4 | Fuerte |
| - Resistencia al impacto | 3 | Media |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | 1 | + 60 °C |
| - Resistencia al curvado | 4 | Flexible |
| - Propiedades eléctricas | 1/2 | Continuidad/aislado |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | Contra objetos $D \geq 1$ mm |
| - Resistencia a la penetración del agua agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15° | 2 | Contra gotas de |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos mediana y exterior elevada y compuestos | 2 | Protección interior |
| - Resistencia a la tracción | 2 | Ligera |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 2 | Ligera |

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

| <u>Característica</u> | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|---|---------------|---------------------|
| - Resistencia a la compresión 750 N | NA | 250 N / 450 N / |
| - Resistencia al impacto Normal | NA | Ligero / Normal / |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | NA | NA |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | NA | NA |
| - Resistencia al curvado especificadas | 1-2-3-4 | Cualquiera de las |
| - Propiedades eléctricas | 0 | No declaradas |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos ≥ 1 mm | 4 | Contra objetos D |
| - Resistencia a la penetración del agua forma de lluvia | 3 | Contra el agua en |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y exterior media y compuestos | 2 | Protección interior |
| - Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 0 | No declarada |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

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.

2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

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

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

| <u>Característica</u> | <u>Grado</u> | |
|---|----------------|-------------------|
| | <u>≤ 16 mm</u> | <u>> 16 mm</u> |
| <u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u> | | |
| - Resistencia al impacto | Muy ligera | Media |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | + 15 °C | - 5 °C |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio | + 60 °C | +60°C |

| | Aislante | Continuidad |
|---|----------|--------------------------|
| - Propiedades eléctricas eléctrica/aislante | | |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | No inferior a 2 |
| - Resistencia a la penetración | | No declaradade agua |
| - Resistencia a la propagación | | No propagadorde la llama |

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

2.9. NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.

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.

2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

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

3. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.1. MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: al aire o en bandeja.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.2. DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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.

3.4. 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>Tensión ensayo corriente continua (V)</u> | |
|--|--|--------|
| <u>Resistencia de aislamiento (MΩ)</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. CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN.

6.1. CUADROS ELÉCTRICOS.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.

- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

6.3. GUARDAMOTORES.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

6.4. FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

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

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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

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 automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

6.6. SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

6.7. EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

8. RECEPTORES A MOTOR.

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

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.

- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el davanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si se prevén desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superiores a 1,5 megohmios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

9. PUESTAS A TIERRA.

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

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

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

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

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

9.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

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

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

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

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

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

| <u>Tipo</u> | <u>Protegido mecánicamente</u> | <u>No protegido mecánicamente</u> |
|----------------------------------|--|---|
| Protegido contra la corrosión | Igual a conductores protección apdo. 7.7.1 | 16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado |
| No protegido contra la corrosión | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro | 25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro |

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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

Bornes de puesta a tierra.

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

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

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

Conductores de protección.

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

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

| <u>Sección conductores fase (mm²)</u> <u>(mm²)</u> | <u>Sección conductores protección</u> |
|---|---------------------------------------|
| Sf ≤ 16 | Sf |
| 16 < S f ≤ 35 | 16 |
| Sf > 35 | Sf/2 |

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

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

Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

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

10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparatenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

11. CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la

instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

12. SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

13. LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

14. MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

15. CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapaspas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

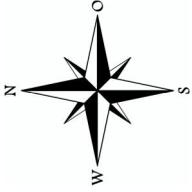
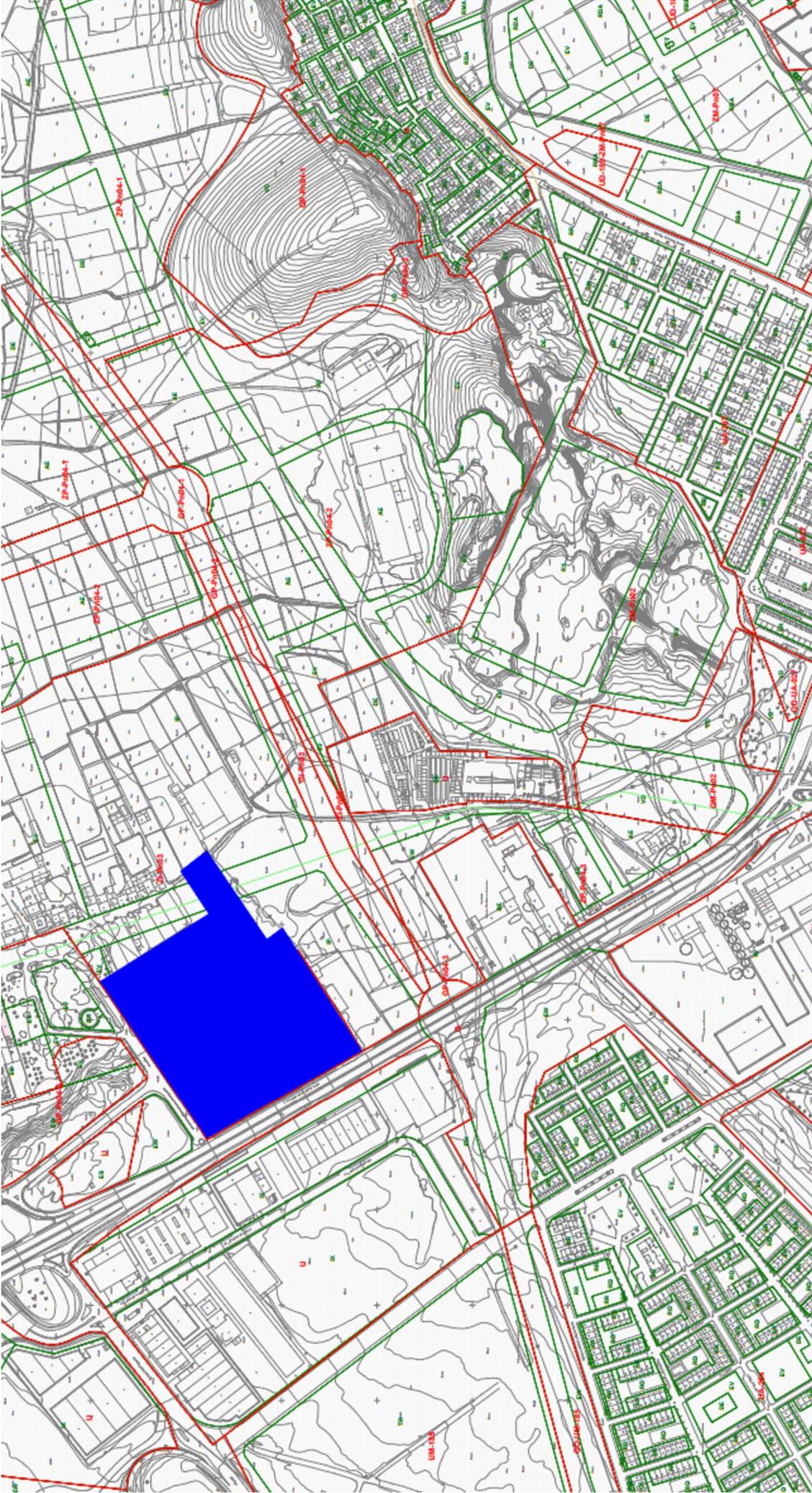
Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

DOCUMENTO V.

PLANOS



GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

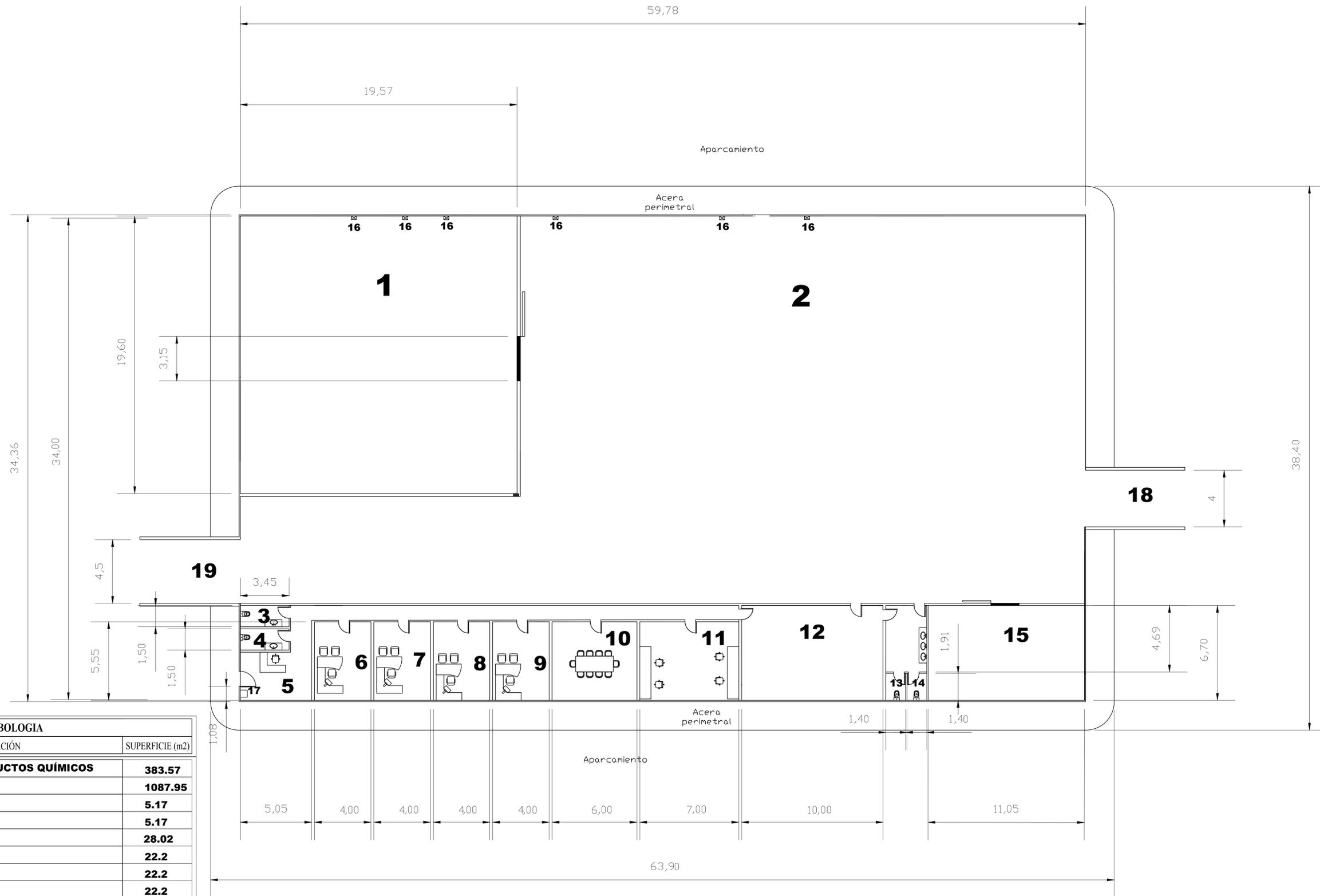
ASIGNATURA: TFC

PROYECTO: INSTALACIÓN DE MATRIZ DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADOS DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS INCORPORADAS PARA AUTOCONSUMO

ESCALA: 1:1000

FECHA: 11/04/2024

SITUACIÓN: Situación referida al P.G.O.U. ALONSO ALBACETE CARRIACA



| SIMBOLOGIA | | |
|------------|-------------------------------|-----------------|
| NUMERO | DENOMINACIÓN | SUPERFICIE (m2) |
| 1 | ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS | 383.57 |
| 2 | ALMACÉN | 1087.95 |
| 3 | ASEO MASCULINO | 5.17 |
| 4 | ASEO FEMENINO | 5.17 |
| 5 | RECEPCIÓN | 28.02 |
| 6 | LOGÍSTICA | 22.2 |
| 7 | GERENTE | 22.2 |
| 8 | ADMINISTRACIÓN | 22.2 |
| 9 | INGENIERÍA | 22.2 |
| 10 | SALA DE REUNIONES | 33.3 |
| 11 | CONTROL DE CALIDAD | 38.85 |
| 12 | TALLER | 55.5 |
| 13 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 14 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 15 | ALMACENILLO | 74.03 |
| 16 | EXTRACTOR | |
| 17 | CUADRO INFORMÁTICO | |
| 18 | ENTRADA DE MATERIAL | |
| 19 | SALIDA DE MATERIAL | |

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 ASIGNATURA: TFG

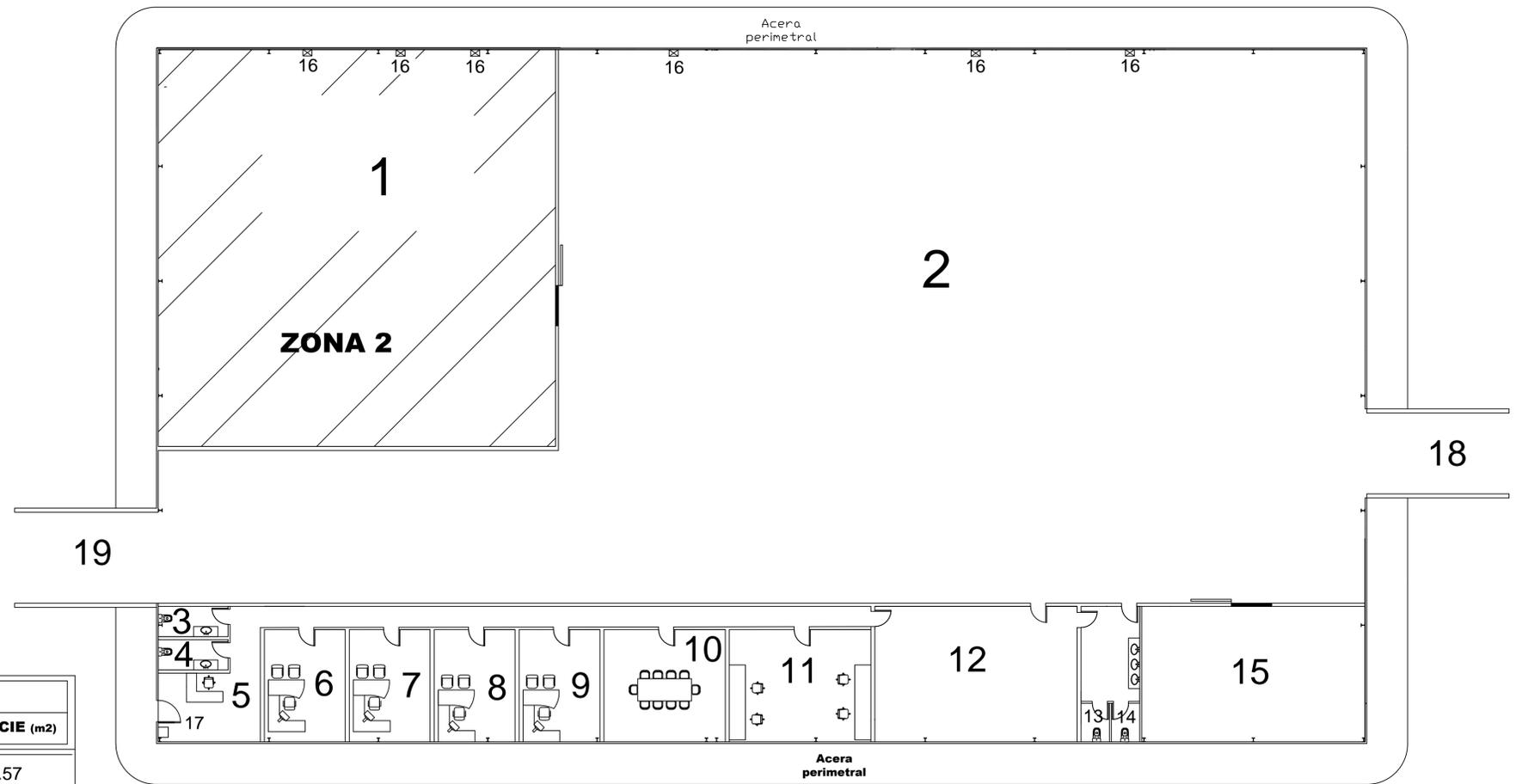
PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO

DESCRIPCIÓN

| | |
|---|-------|
| ESCALA | 1/140 |
| SITUACIÓN | |
| Polígono Industrial El tiro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia | |
| PLANO Nº | 3 |

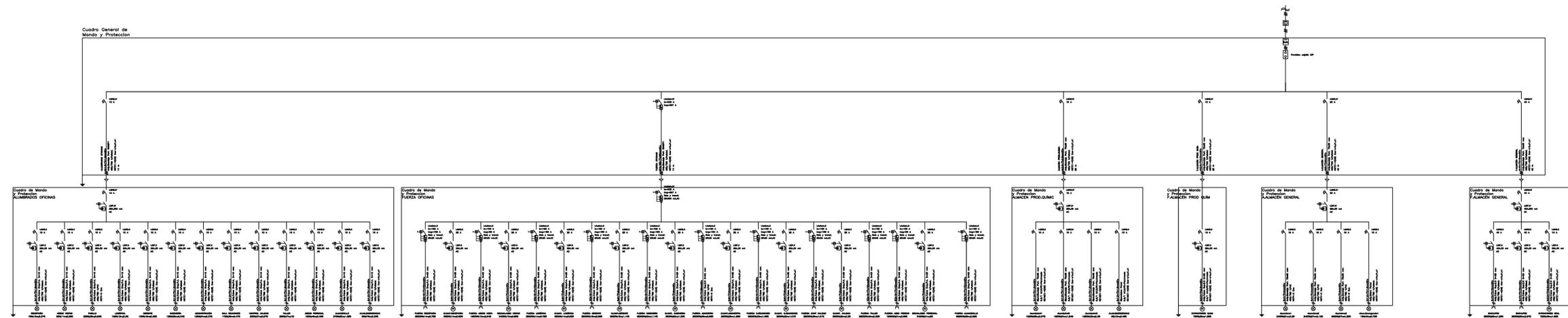
Distribución en planta

ALFONSO ALBACETE CARAVACA



| NÚMERO | DESCRIPCIÓN | SUPERFICIE (m2) |
|---|-------------------------------|-----------------|
| 1 | ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS | 383.57 |
| 2 | ALMACÉN | 1087.95 |
| 3 | ASEO MASCULINO | 5.17 |
| 4 | ASEO FEMENINO | 5.17 |
| 5 | RECEPCIÓN | 28.02 |
| 6 | LOGÍSTICA | 22.2 |
| 7 | GERENTE | 22.2 |
| 8 | ADMINISTRACIÓN | 22.2 |
| 9 | INGENIERÍA | 22.2 |
| 10 | SALA DE REUNIONES | 33.3 |
| 11 | CONTROL DE CALIDAD | 38.85 |
| 12 | TALLER | 55.5 |
| 13 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 14 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 15 | ALMACENILLO | 74.03 |
| 16 | EXTRACTOR | |
| 17 | CUADRO INFORMÁTICO | |
| 18 | ENTRADA DE MATERIAL | |
| 19 | SALIDA DE MATERIAL | |
|  | AREA CLASIFICADA ZONA 0 | |
|  | AREA CLASIFICADA ZONA 1 | |
|  | AREA CLASIFICADA ZONA 2 | |

| | | |
|--|--|---|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | |  |
| ASIGNATURA : TFG | | |
| PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | | |
| ESCALA | 1/140 | DESCRIPCIÓN |
| SITUACIÓN | Polígono industrial 44 sro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia | |
| PLANO Nº | 4 | |
| | | CLASIFICACIÓN DE ZONAS |
| | | ALFONSO ALBACETE CARAVACA |



GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

ASIGNATURA : TFG

PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA 1/140

SITUACIÓN Polígono industrial el tiro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia

PLANO Nº

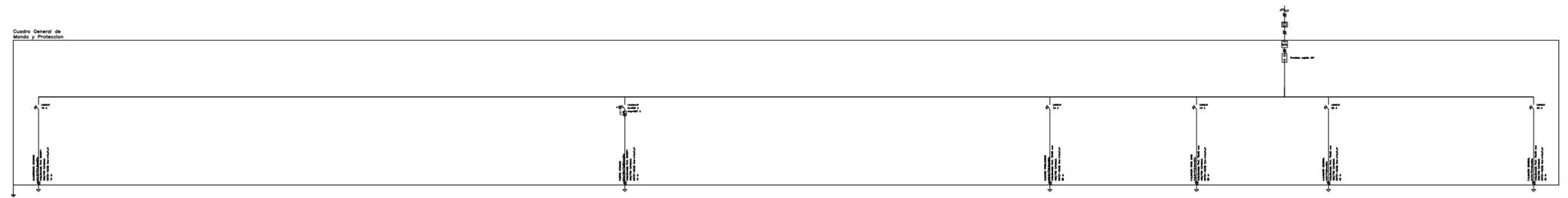
5

DESCRIPCIÓN

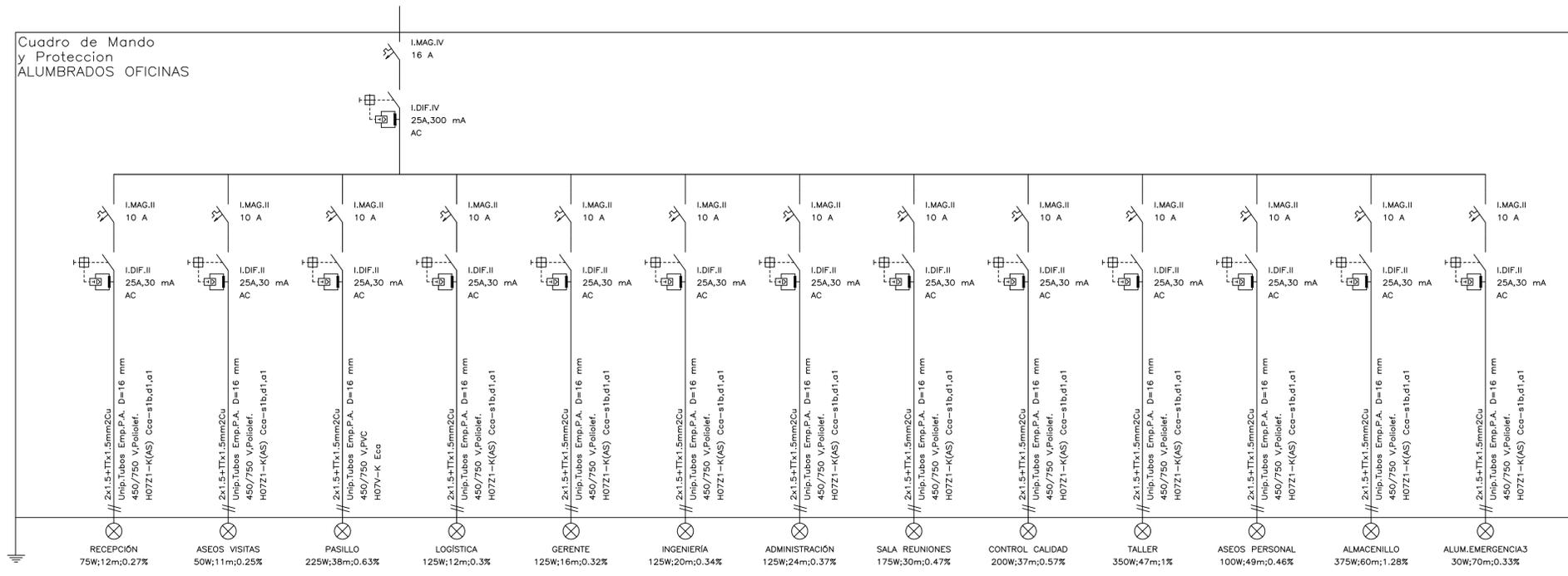
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL

ALFONSO ALBACETE CARAVACA





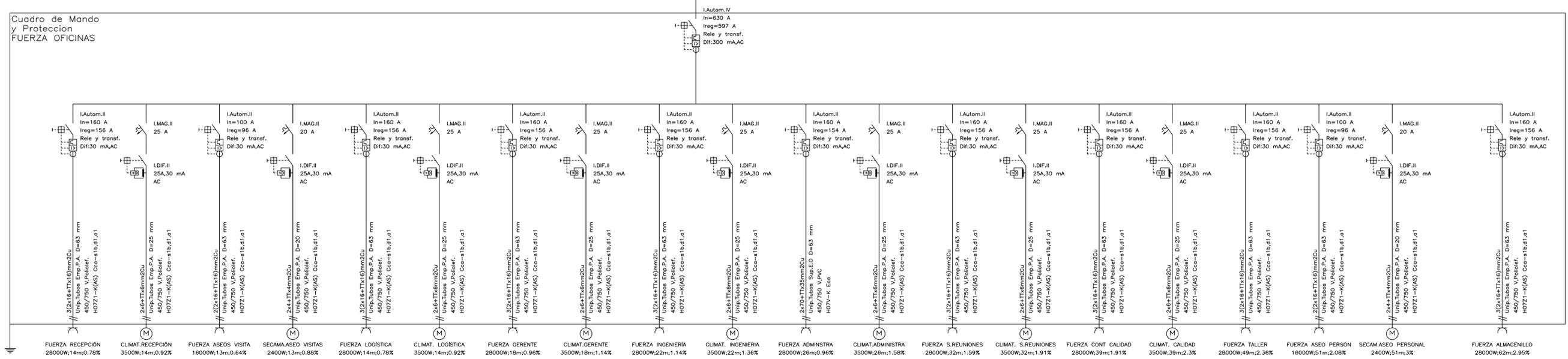
| | | |
|---|---|---|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | |  |
| ASIGNATURA : TFG | | |
| PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | | |
| ESCALA | 1/140 | DESCRIPCIÓN |
| SITUACIÓN | Polígono industrial el tiro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia | |
| PLANO Nº | 6 | |
| ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADROS | | ALFONSO ALBACETE CARAVACA |



| | |
|---|---|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | |
| ASIGNATURA : TFG | |
| PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | |
| ESCALA | 1/140 |
| SITUACIÓN | Polígono industrial el tiro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia |
| PLANO Nº | 7 |
| DESCRIPCIÓN | ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO OFICINAS |
| ALFONSO ALBACETE CARAVACA | |



Cuadro de Mando y Protección FUERZA OFICINAS



GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

ASIGNATURA : TFG

PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO

DESCRIPCIÓN

ESCALA 1/140

SITUACIÓN Polígono industrial el Bro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia

PLANO Nº

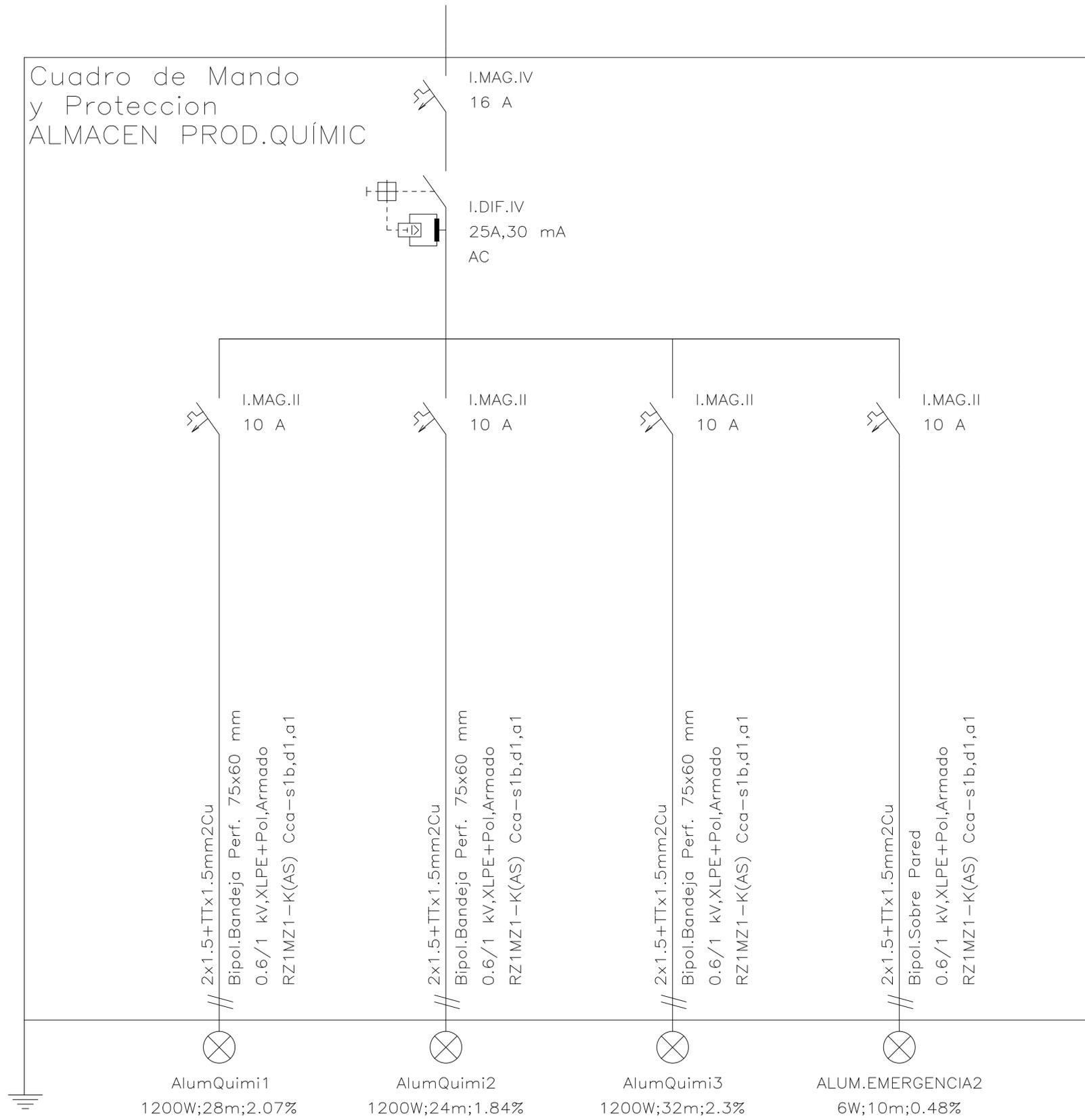
8

ESQUEMA UNIFILAR FUERZA OFICINAS

ALFONSO ALBACETE CARAVACA

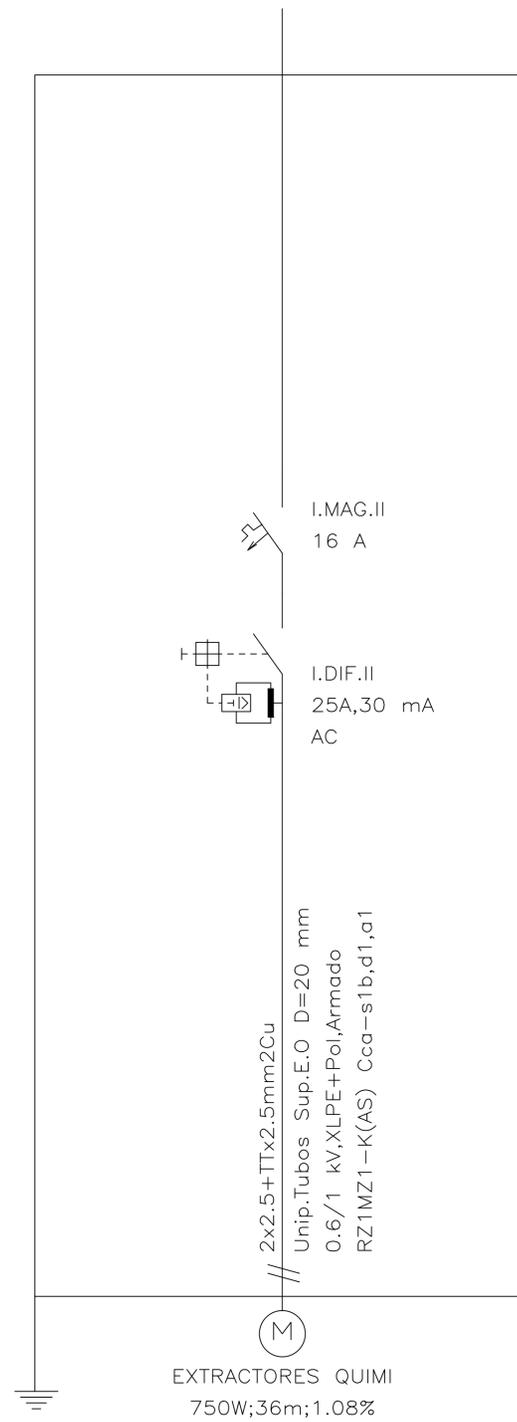


Cuadro de Mando
y Proteccion
ALMACEN PROD.QUÍMIC



| | | |
|---|--|--|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | | |
| ASIGNATURA : TFG | | |
| PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | | |
| ESCALA | 1/140 | DESCRIPCIÓN ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO ALMACÉN PRODUCTOS QUÍMICOS |
| SITUACIÓN | Polígono industrial el Iro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia | |
| PLANO Nº | 9 | |
| | | ALFONSO ALBACETE CARAVACA |

Cuadro de Mando
y Proteccion
F.ALMACÉN PROD QUÍM



GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

ASIGNATURA : TFG

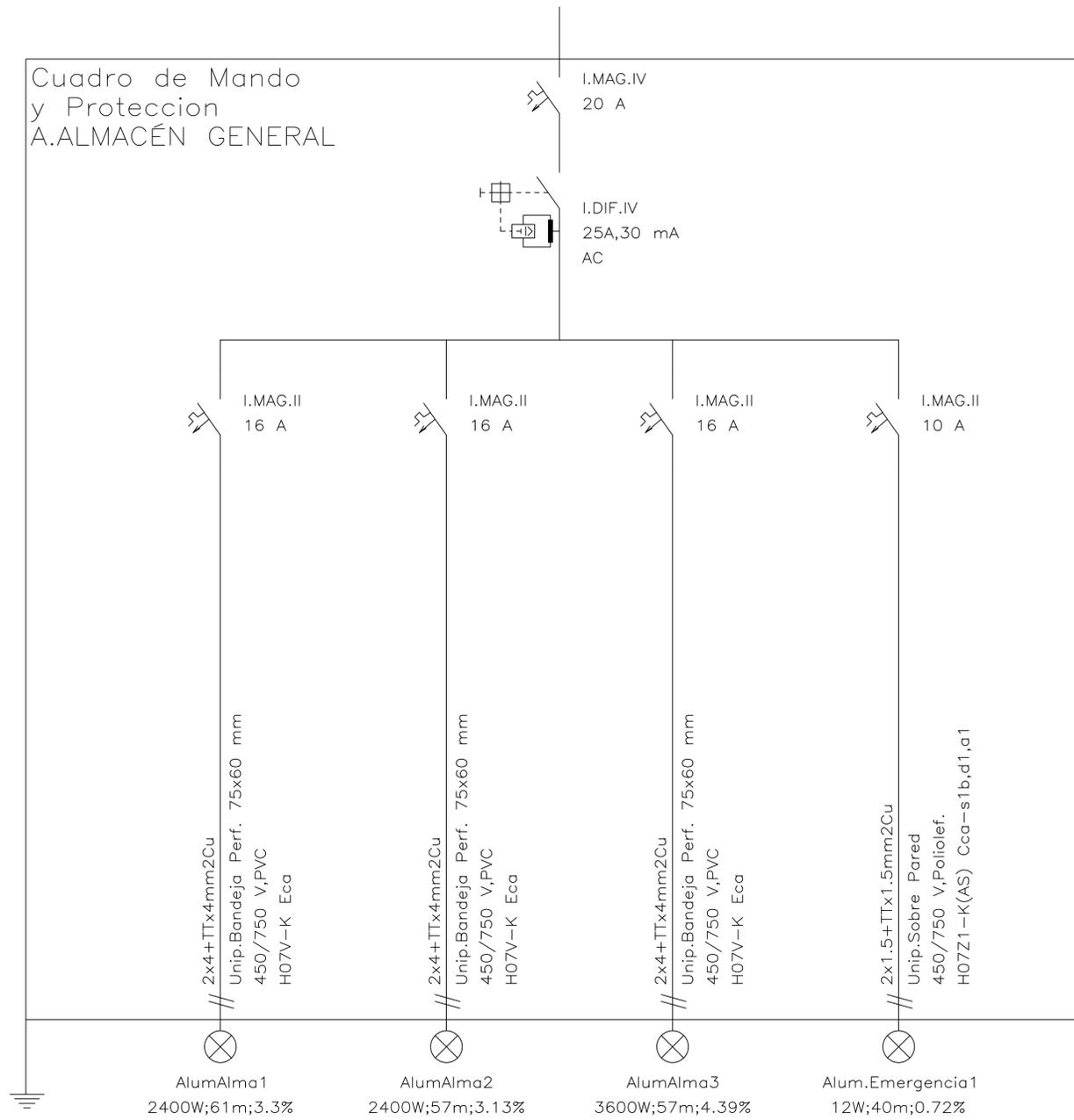
PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA 1/140
SITUACIÓN Polígono industrial el tiro. CR. Masról 16 (El Puntal) Murcia
PLANO Nº

DESCRIPCIÓN
ESQUEMA UNIFILAR
FUERZA ALMACÉN
PRODUCTOS QUÍMICOS

ALFONSO ALBACETE CARAVACA





GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

ASIGNATURA : TFG

PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO

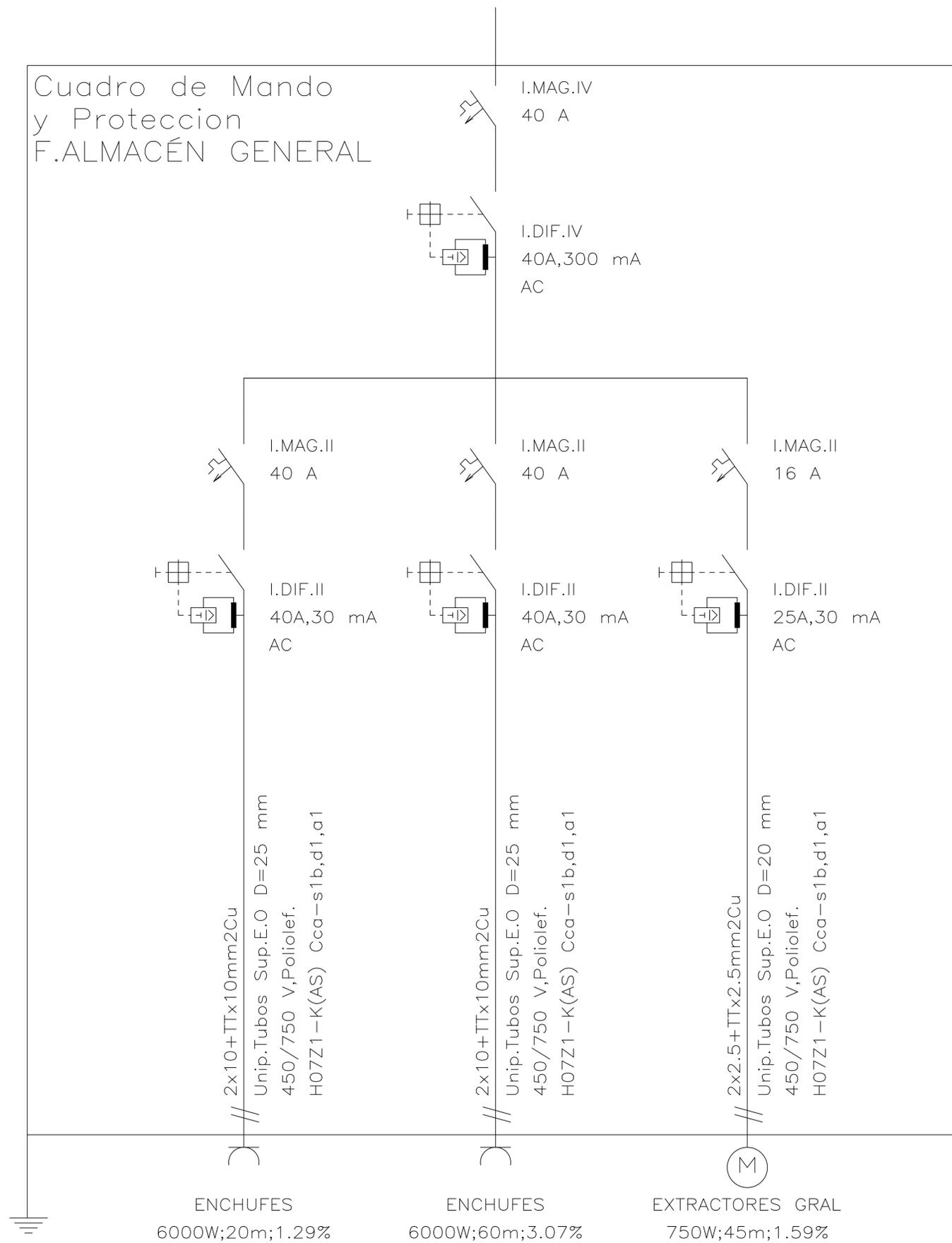
ESCALA 1/140
SITUACIÓN Polígono industrial el tiro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia
PLANO Nº

DESCRIPCIÓN
ESQUEMA UNIFILAR
ALUMBRADO ALMACÉN
GENERAL

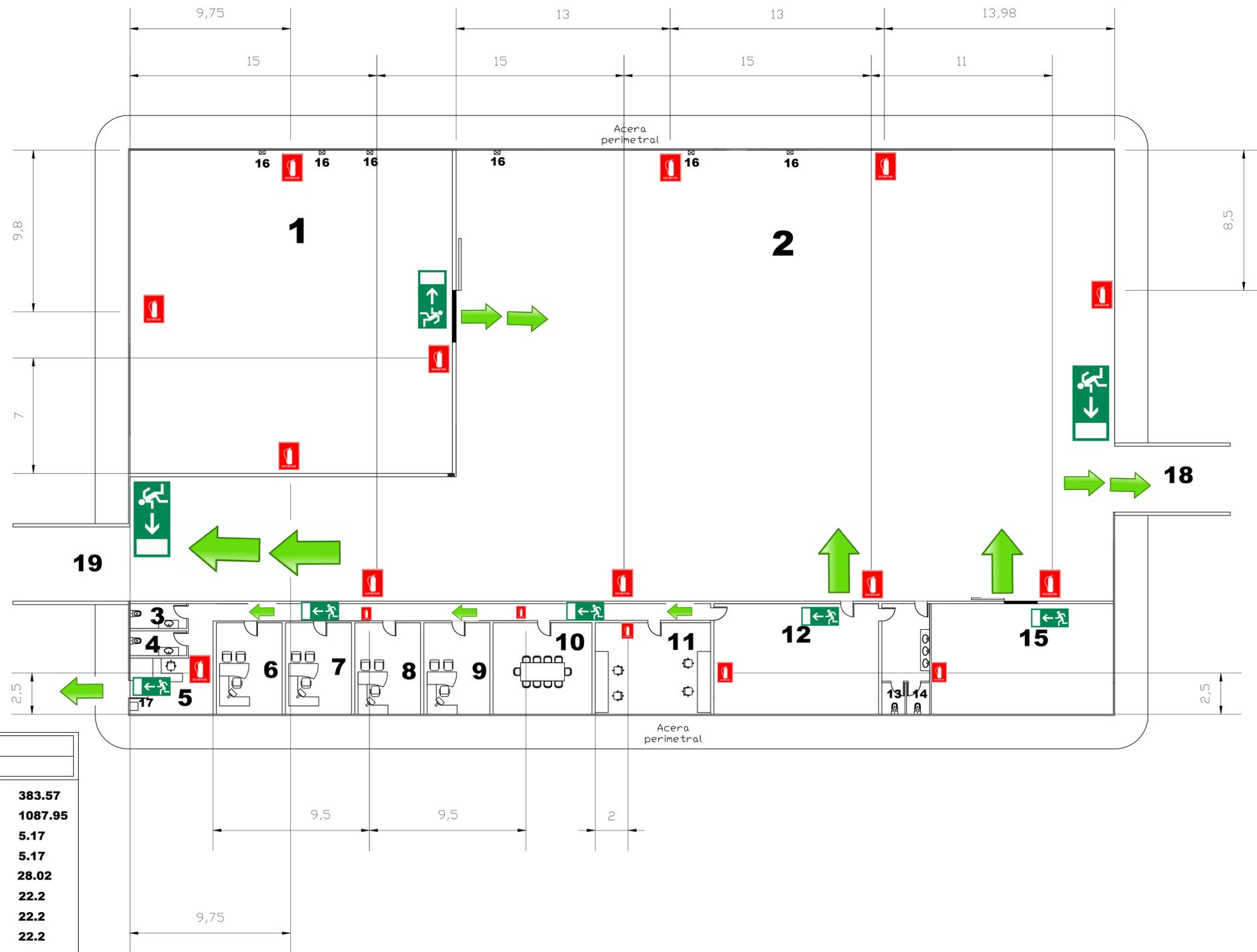
ALFONSO ALBACETE CARAVACA



Cuadro de Mando y Protección
F.ALMACÉN GENERAL



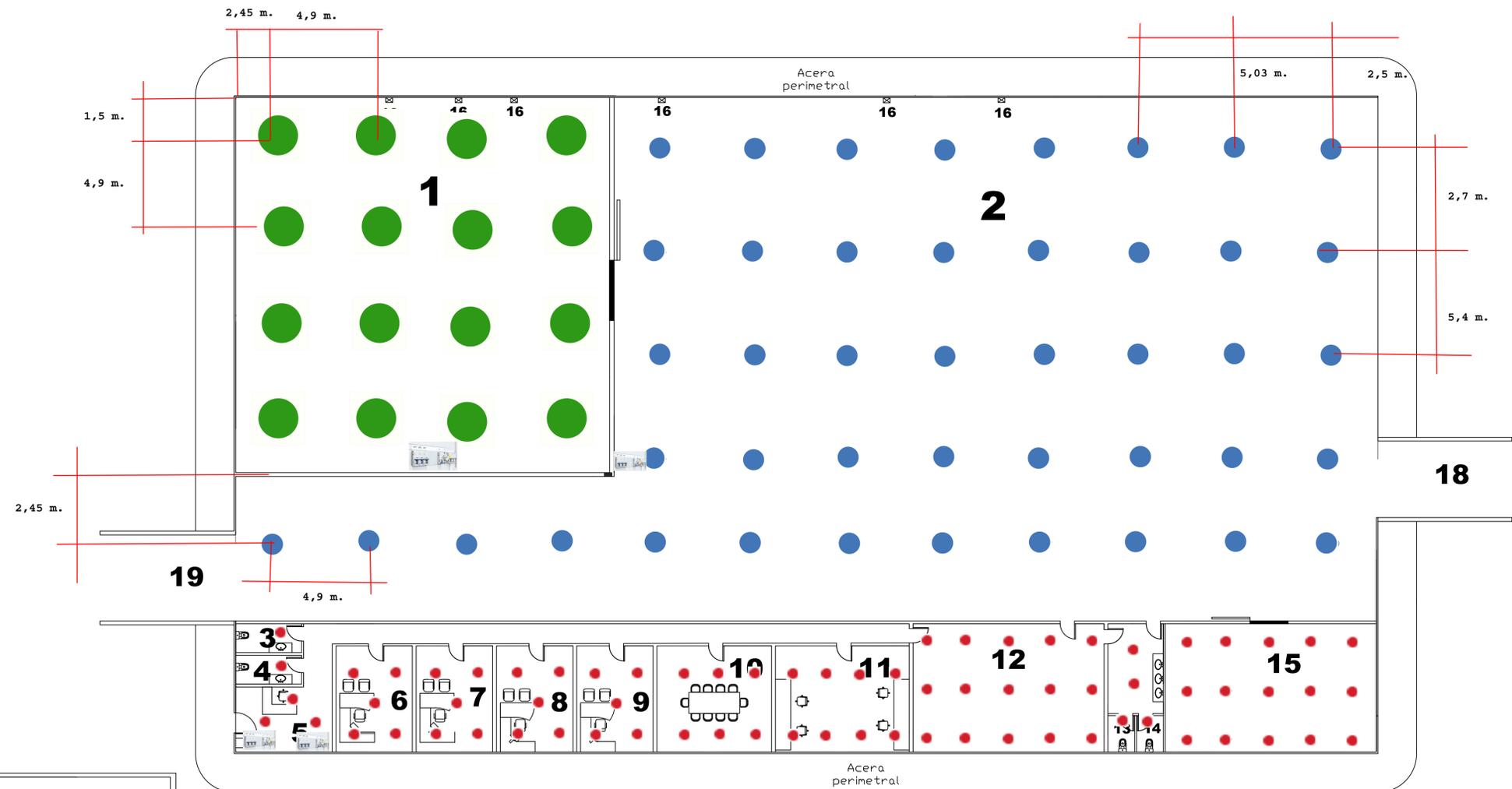
| | | |
|---|--|---|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | | |
| ASIGNATURA: TFG | | |
| PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | | |
| ESCALA | 1/140 | DESCRIPCIÓN |
| SITUACIÓN | Polígono industrial el tiro. CR. Masriol 16 (El Puntal) Murcia | ESQUEMA UNIFILAR FUERZA ALMACÉN GENERAL |
| PLANO Nº | 12 | ALFONSO ALBACETE CARAVACA |



| Nº | DESCRIPCIÓN | ÁREA (m²) |
|----|-------------------------------|-----------|
| 1 | ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS | 383.57 |
| 2 | ALMACÉN | 1087.95 |
| 3 | ASEO MASCULINO | 5.17 |
| 4 | ASEO FEMENINO | 5.17 |
| 5 | RECEPCIÓN | 28.02 |
| 6 | LOGÍSTICA | 22.2 |
| 7 | GERENTE | 22.2 |
| 8 | ADMINISTRACIÓN | 22.2 |
| 9 | INGENIERÍA | 22.2 |
| 10 | SALA DE REUNIONES | 33.3 |
| 11 | CONTROL DE CALIDAD | 38.85 |
| 12 | TALLER | 55.5 |
| 13 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 14 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 15 | ALMACENILLO | 74.03 |
| 16 | EXTRACTOR | |
| 17 | CUADRO INFORMÁTICO | |
| 18 | ENTRADA DE MATERIAL | |
| 19 | SALIDA DE MATERIAL | |

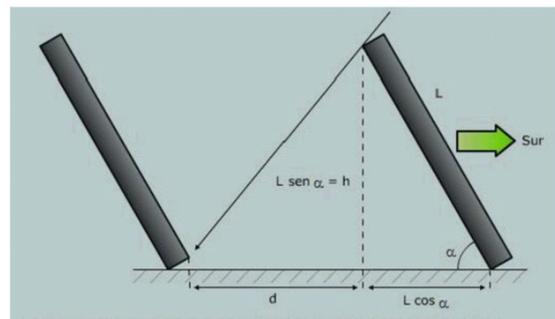
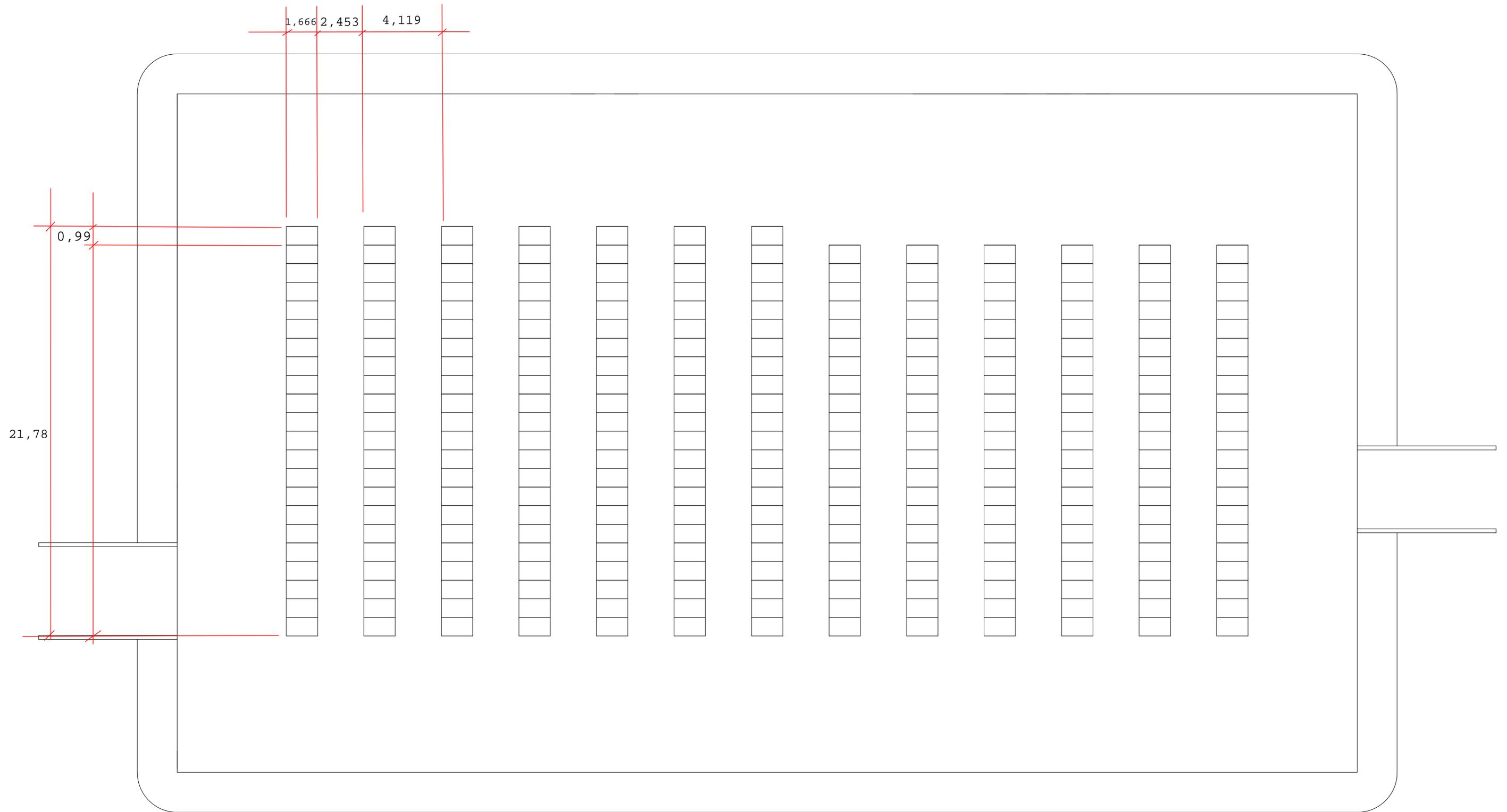
 ALUMBRADO DE EMERGENCIA
 VÍA DE EVACUACIÓN
 EXTINTORES TIPO ABC

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 ASIGNATURA: TFG
PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO
 DESCRIPCIÓN
 ESCALA 1/140
 SITUACIÓN Polígono Industrial El tiro, CR, Madrid 16 (El Puntal) Murcia
 PLANO Nº 13
 PLANO PCI, VÍAS DE EVACUACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA
 ALFONSO ALBACETE CARAVACA



| Nº | DESCRIPCIÓN | ÁREA (m²) |
|----|-------------------------------|-----------|
| 1 | ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS | 383.57 |
| 2 | ALMACÉN | 1087.95 |
| 3 | ASEO MASCULINO | 5.17 |
| 4 | ASEO FEMENINO | 5.17 |
| 5 | RECEPCIÓN | 28.02 |
| 6 | LOGÍSTICA | 22.2 |
| 7 | GERENTE | 22.2 |
| 8 | ADMINISTRACIÓN | 22.2 |
| 9 | INGENIERÍA | 22.2 |
| 10 | SALA DE REUNIONES | 33.3 |
| 11 | CONTROL DE CALIDAD | 38.85 |
| 12 | TALLER | 55.5 |
| 13 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 14 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 15 | ALMACENILLO | 74.03 |
| 16 | EXTRACTOR | |
| 17 | CUADRO INFORMÁTICO | |
| 18 | ENTRADA DE MATERIAL | |
| 19 | SALIDA DE MATERIAL | |

-  LED 225 W CORTEM SERIE SLED MODELO SLED-600 de 30799 lúmenes y Ex de IIB+H2 T5/T6.
-  LED de 3200 lúmenes y 190 W y luminarias AIRFAL MODELO LUMIFORTE.
-  Lámparas marca LEDBOX tipo Downlight LED KRAMFOR 25W
-  CUADRO ELÉCTRICO

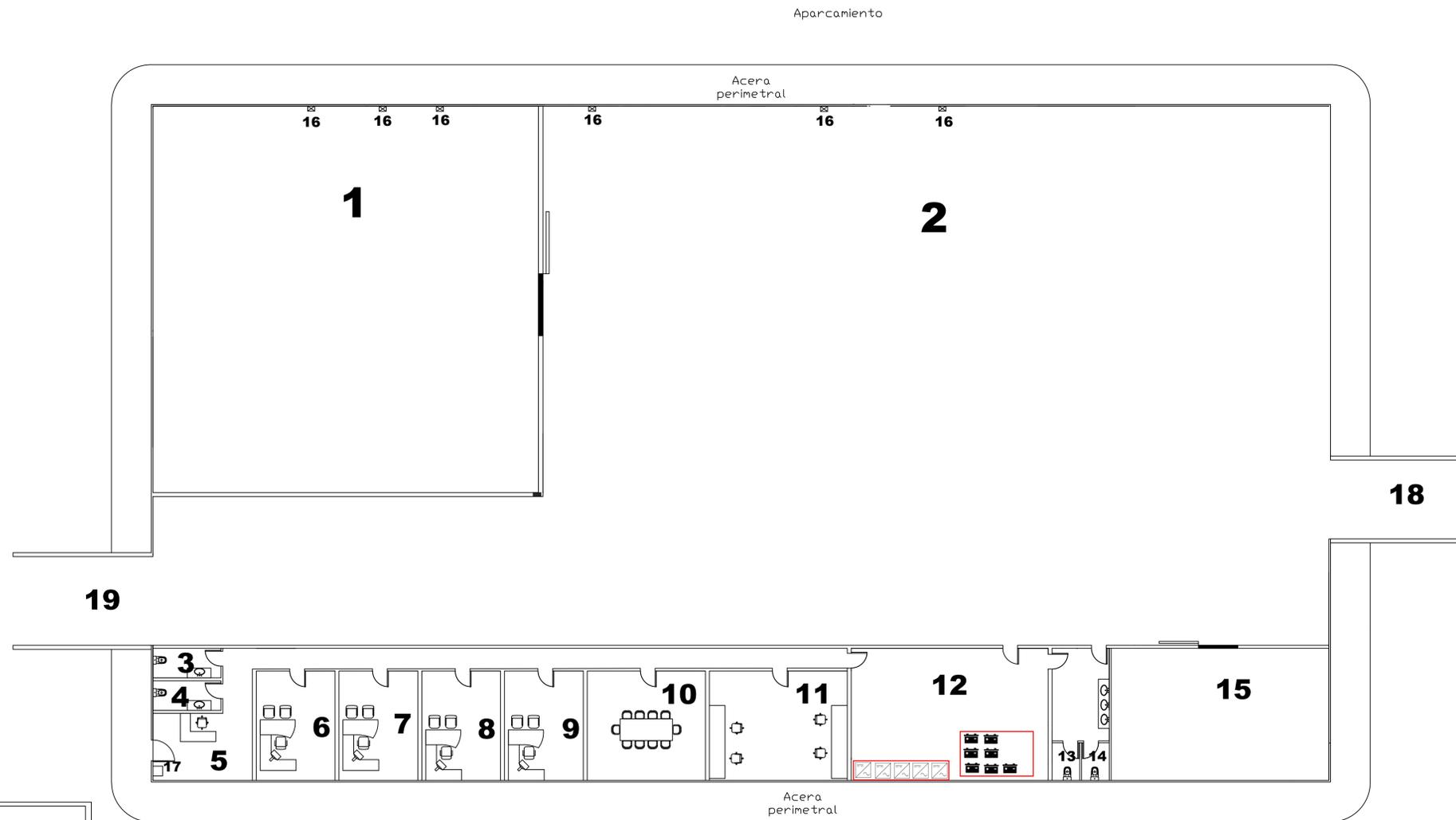


$$h = L * \text{sen} \alpha = 1965 * \text{sen} 32 = 1965 * 0,53 = 1041,29 \text{ mm.}$$

$$a = L * \text{cos} \alpha = 1965 * 0,85 = 1666,41 \text{ mm.}$$

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud}) = 1041,29 / \tan (61 - 38) = 1041,29 / 0,42 = 2453,13 \text{ mm.}$$

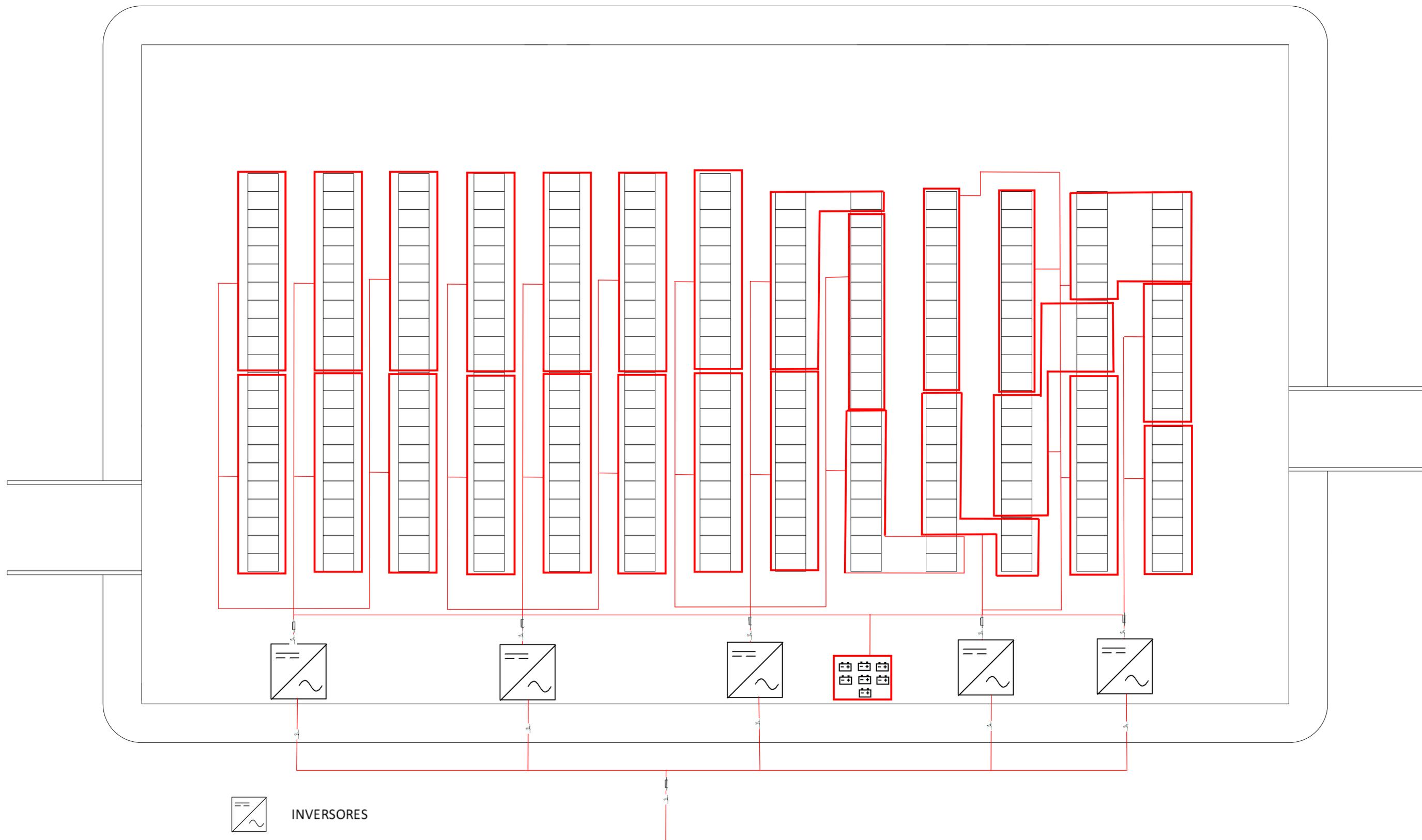
| | | |
|--|---|--|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | | |
| ASIGNATURA : TFG | | |
| PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | | |
| ESCALA | 1/140 | DESCRIPCIÓN DISTRIBUCIÓN PLACAS SOLARES EN CUBIERTA |
| SITUACIÓN | Polígono industrial El tiro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia | |
| PLANO Nº | 15 | |
| | | ALFONSO ALBACETE CARAVACA |



- UBICACIÓN INVERSORES Y BATERÍAS
- INVERSORES
- BATERÍAS

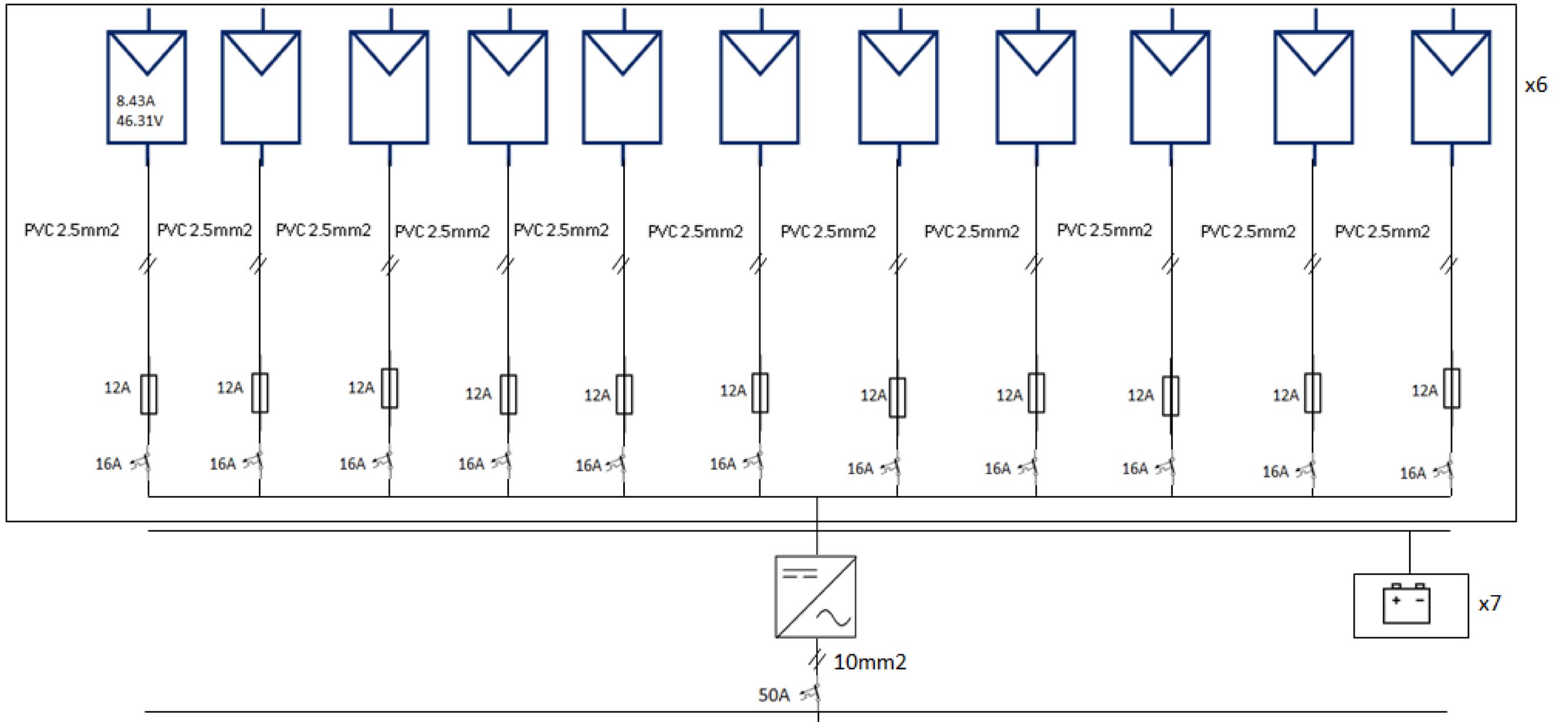
| Nº | DESCRIPCIÓN | ÁREA (m²) |
|----|-------------------------------|-----------|
| 1 | ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS | 383.57 |
| 2 | ALMACÉN | 1087.95 |
| 3 | ASEO MASCULINO | 5.17 |
| 4 | ASEO FEMENINO | 5.17 |
| 5 | RECEPCIÓN | 28.02 |
| 6 | LOGÍSTICA | 22.2 |
| 7 | GERENTE | 22.2 |
| 8 | ADMINISTRACIÓN | 22.2 |
| 9 | INGENIERÍA | 22.2 |
| 10 | SALA DE REUNIONES | 33.3 |
| 11 | CONTROL DE CALIDAD | 38.85 |
| 12 | TALLER | 55.5 |
| 13 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 14 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 15 | ALMACENILLO | 74.03 |
| 16 | EXTRACTOR | |
| 17 | CUADRO INFORMÁTICO | |
| 18 | ENTRADA DE MATERIAL | |
| 19 | SALIDA DE MATERIAL | |

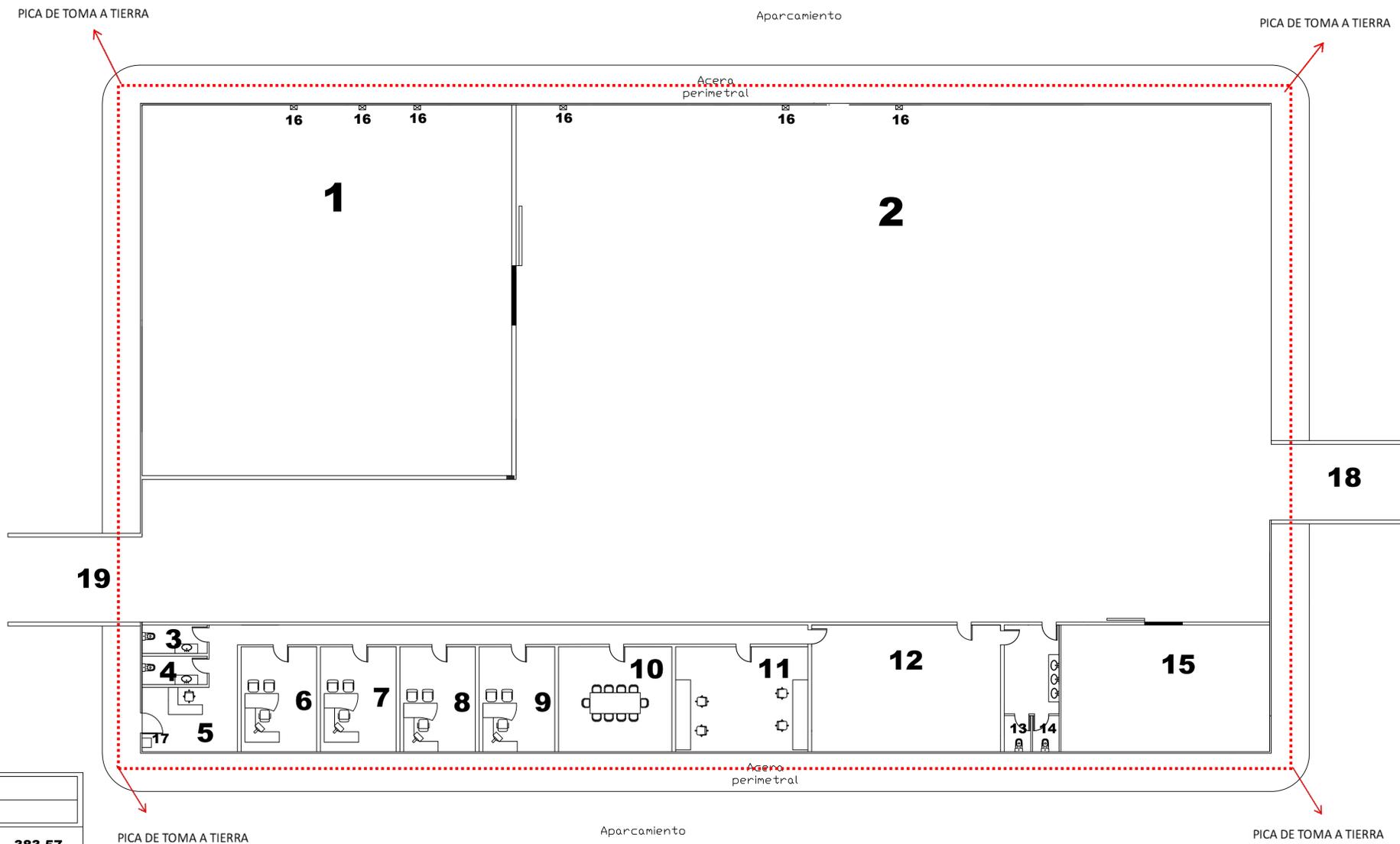
| | | |
|---|---|---------------------------|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | | |
| ASIGNATURA: TFG | | |
| PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | | |
| ESCALA | 1/140 | DESCRIPCIÓN |
| SITUACIÓN | Polígono Industrial El tiro, CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia | |
| PLANO Nº | 16 | |
| Distribución inversores y batería | | ALFONSO ALBACETE CARAVACA |



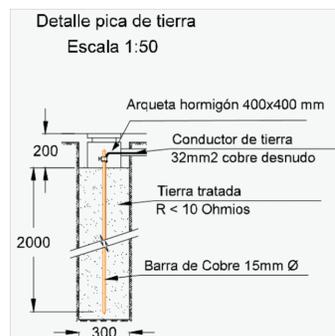
-  INVERSORES
-  BATERÍAS
-  FUSIBLES
-  INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

| | | |
|--|---|---|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | |  |
| ASIGNATURA : TFG | | |
| PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | | |
| ESCALA | 1/140 | DESCRIPCIÓN |
| SITUACIÓN | Polígono industrial El tiro. CR. Madrid 16 (El Puntal) Murcia | ESQUEMA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA |
| PLANO Nº | 17 | |
| | | ALFONSO ALBACETE CARAVACA |





--- LINEA PRINCIPAL DE TIERRA DE CABLE DE COBRE DESNUDO DE 35 mm DE SECCIÓN



| Nº | DESCRIPCIÓN | ÁREA (m²) |
|----|-------------------------------|-----------|
| 1 | ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS | 383.57 |
| 2 | ALMACÉN | 1087.95 |
| 3 | ASEO MASCULINO | 5.17 |
| 4 | ASEO FEMENINO | 5.17 |
| 5 | RECEPCIÓN | 28.02 |
| 6 | LOGÍSTICA | 22.2 |
| 7 | GERENTE | 22.2 |
| 8 | ADMINISTRACIÓN | 22.2 |
| 9 | INGENIERÍA | 22.2 |
| 10 | SALA DE REUNIONES | 33.3 |
| 11 | CONTROL DE CALIDAD | 38.85 |
| 12 | TALLER | 55.5 |
| 13 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 14 | ASEO FEMENINO | 2.67 |
| 15 | ALMACENILLO | 74.03 |
| 16 | EXTRACTOR | |
| 17 | CUADRO INFORMÁTICO | |
| 18 | ENTRADA DE MATERIAL | |
| 19 | SALIDA DE MATERIAL | |

| | | |
|---|---|---------------------------|
| GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA | | |
| ASIGNATURA: TFG | | |
| PROYECTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DOTADO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN CUBIERTA PARA AUTOCONSUMO | | |
| ESCALA | 1/140 | DESCRIPCIÓN |
| SITUACIÓN | Polígono Industrial El tiro, CR, Madrid 16 (El Puntal) Murcia | |
| PLANO Nº | 19 | |
| Puesta a tierra | | ALFONSO ALBACETE CARAVACA |