



**FACULTAD DE  
INGENIERÍA**

*Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de La Pampa*

## **CARRERA**

# **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA (Plan 1996)**

**Trabajo Final  
Proyecto de Desarrollo**

**“Instalación eléctrica de planta acopiadora de cereales  
de la empresa los Grobo Agropecuaria S.A.”**

**Estudiante:**

GASPARINI, Pablo Sebastián.

**Tutor:**

Ing. MANDRILE, Daniel Alberto.

# Índice

<b>Memoria descriptiva</b> .....	<b>1</b>
<i>Red contra incendios-Fundamentación</i> .....	<i>2</i>
<i>Análisis económico-Fundamentación</i> .....	<i>3</i>
<b>Sector oficinas</b> .....	<b>4</b>
<i>Memoria técnica</i> .....	<i>4</i>
<i>Grado de electrificación</i> .....	<i>4</i>
<i>Potencia máxima simultanea</i> .....	<i>5</i>
<i>Memoria de cálculo</i> .....	<i>6</i>
<i>Cálculo de iluminación (Método de los lúmenes)</i> .....	<i>6</i>
<i>Cálculo de los conductores</i> .....	<i>13</i>
<i>Cálculo de corriente de cortocircuito</i> .....	<i>17</i>
<i>Sistema de puesta a tierra y conductor de protección (PE)</i> .....	<i>33</i>
<i>Resumen de circuitos</i> .....	<i>33</i>
<i>Consideraciones y selección de la canalización</i> .....	<i>34</i>
<i>Compensación de factor de potencia</i> .....	<i>35</i>
<b>Sector galpón de insumos</b> .....	<b>36</b>
<i>Memoria técnica</i> .....	<i>36</i>
<i>Análisis de carga de los tableros</i> .....	<i>36</i>
<i>Consideraciones sobre la iluminación</i> .....	<i>36</i>
<i>Consideraciones sobre la canalización</i> .....	<i>37</i>
<i>Memoria de cálculo</i> .....	<i>38</i>
<i>Cálculo de iluminación (Método de los lúmenes)</i> .....	<i>38</i>
<i>Selección de ventiladores axiales</i> .....	<i>41</i>
<i>Cálculo de los conductores</i> .....	<i>44</i>
<i>Cálculo de corriente de cortocircuito</i> .....	<i>45</i>
<i>Resumen de circuitos</i> .....	<i>56</i>
<i>Cálculo de la instalación de puesta a tierra</i> .....	<i>58</i>
<i>Compensación de factor de potencia</i> .....	<i>58</i>
<i>Análisis térmico del tablero seccional</i> .....	<i>59</i>
<b>Sector centro de control de motores CCM</b> .....	<b>60</b>
<i>Memoria técnica</i> .....	<i>60</i>
<i>Descripción de los consumos</i> .....	<i>60</i>
<i>Consideraciones sobre la canalización</i> .....	<i>61</i>
<i>Consideraciones sobre la compensación de potencia reactiva</i> ....	<i>61</i>
<i>Consideraciones sobre la instalación de la puesta a tierra</i> .....	<i>62</i>
<i>Condiciones de operación de la planta</i> .....	<i>63</i>
<i>Memoria de cálculo</i> .....	<i>64</i>
<i>Cálculo de los conductores y selección de los elementos de maniobra y protección de los circuitos</i> .....	<i>65</i>
<i>Cálculo de corriente de cortocircuito</i> .....	<i>65</i>
<i>Resumen de los circuitos</i> .....	<i>100</i>
<i>Resumen de los elementos de protección y maniobra</i> .....	<i>101</i>
<i>Consideraciones sobre el CCM</i> .....	<i>106</i>
<i>Selección del interruptor principal del CCM</i> .....	<i>106</i>
<i>Selección del juego de barras del CCM</i> .....	<i>107</i>
<i>Selección de los instrumentos de medición del CCM</i> .....	<i>109</i>
<i>Compensación de potencia reactiva</i> .....	<i>110</i>

Canalización de los circuitos del CCM.....	112
Cálculo de la instalación de puesta a tierra.....	113
Análisis térmico del CCM.....	114
Sistema de protección contra descargas atmosféricas.....	117
<b>Tablero principal de la planta y alimentación a los TS.....</b>	<b>121</b>
Memoria técnica.....	121
Distribución de los tableros seccionales y potencias asignadas.....	122
Memoria de cálculo.....	123
Cálculo de los conductores y selección de los elementos de protección de los circuitos.....	123
<b>Red contra incendios.....</b>	<b>128</b>
Memoria técnica.....	128
Selección de los componentes.....	129
Memoria de cálculo.....	130
Diámetros de cañerías.....	130
Cálculo de la pérdida de carga.....	131
Selección de la bomba.....	132
Verificación de la bomba y selección del motor.....	133
Selección de bomba sumergible.....	135
Análisis del volumen del depósito.....	135
Análisis complementarios.....	136
Cálculo de conductores de circuitos de bombas.....	137
<b>Lista materiales sector oficinas.....</b>	<b>142</b>
<b>Lista materiales sector galpón de insumos.....</b>	<b>143</b>
<b>Lista materiales sector CCM.....</b>	<b>145</b>
<b>Lista materiales pilar principal.....</b>	<b>147</b>
<b>Lista materiales Red contra incendios.....</b>	<b>148</b>
<b>Análisis técnico económico.....</b>	<b>149</b>
Análisis de costos.....	149
Costos directos.....	150
Costos indirectos y total.....	155

**Anexo 1:** Planilla de caída de tensión de los circuitos

**Anexo 2:** Cálculos lumínicos mediante software-sector oficinas.

**Anexo 3:** Cálculos lumínicos mediante software-galpón de insumos.

**Anexo 4:** Carpeta de planos.

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

En el siguiente proyecto, se presenta las características de la instalación eléctrica de la planta de acopio de cereales, propiedad de la firma LOS GROBOS AGROPECUARIA S.A.

El establecimiento acopiador se encuentra ubicado en Av. 9 de Julio S/N, Carlos Casares, Buenos Aires. Dicha ubicación está fuera del casco urbano de la ciudad y se puede acceder a ella mediante caminos rurales.

En el predio posee una superficie de 12000 m<sup>2</sup> y las dimensiones del lote son de 80 metros de frente por 150 metros de fondo. Dentro de dicho predio se encuentran ubicadas diversas estructuras, tales como oficinas, galpón de insumos y la planta de silos con su centro de control de motores.

Las oficinas fueron diseñadas para poder cumplir desde allí, las tareas de administración del establecimiento, y su construcción consta de una planta baja donde se destacan: Una sala de recepción, un laboratorio de análisis de semillas, oficinas y baños.

La superficie cubierta total es de 83,2 m<sup>2</sup>. La sala de recepción y oficinas auxiliares con 36 m<sup>2</sup>, el laboratorio de análisis de semillas con 8 m<sup>2</sup>, oficina jefe de planta con 11,6 m<sup>2</sup>, oficina del recibidor de cereales con 6,9 m<sup>2</sup>, baños con 12,7 m<sup>2</sup> y el alero semicubierto con 8 m<sup>2</sup>. Las paredes de las oficinas están revestidas con revoque fino color crema, el techo es de losa con cielorraso de yeso blanco y en cuanto a los pisos, estos son de granito color piedra.

El galpón de insumos tiene la finalidad de cumplir con la función de depósito de semillas, fertilizantes y agroquímicos. Dichos elementos estarán almacenados sobre pallets de madera o plástico con el fin de poderlos manipular mediante el uso de un auto elevador tipo zapping. Por otro lado, un sector del galpón será destinado para montar un pequeño taller de mantenimiento con la capacidad de realizar trabajos de herrería, soldado, etc.

Las dimensiones del galpón son de 25 metros de largo por 10 metro de ancho con una superficie cubierta total de 250 m<sup>2</sup>. Posee dos portones corredizos de 4 metros de alto y 6 de ancho que permite el ingreso de camiones o remolques donde se cargarán o descargarán los pallets.

Las paredes del galpón son de ladrillo cerámico con revoque grueso fratachado, no posee cielorraso, por lo que las luminarias deberán ir colgadas mediante riendas de las cableadas del tinglado y el piso es de una platea de hormigón armado de 15 cm de espesor que permita el tránsito de vehículos de carga.

En la planta de silos, se encuentra ubicado el Centro de Control de Motores (CCM), objeto de nuestro estudio, dado que desde este tablero se controlará todas las funciones operativas de la planta de silos. El tablero con sus respectivos circuitos estará ubicado en una sala destinada a tal fin, en el centro de la planta y a resguardo de las inclemencias climáticas (Ver plano TF-ING-001).

Dicho tablero, al igual que los demás, recibirá alimentación directa desde el tablero principal de la planta, ubicado en la entrada del predio, al pie de la subestación de transformación.

Las cargas comandadas desde este tablero son en su gran mayoría cargas trifásicas sin neutro y por lo general serán motores trifásicos de alimentación 380 V 50 Hz, es por este motivo que dicho tablero tendrá un banco de capacitores trifásicos comandados por un controlador automático para corregir el factor de potencia ubicado sobre uno de sus laterales.

Desde el CCM saldrán dos circuitos, uno destinado a alimentar la secadora de cereales y el otro para alimentar el volquete hidráulico, dichos sistemas son montados por proveedores específicos del rubro, a los cuales se le dejará provista la alimentación eléctrica de acuerdo a sus requerimientos. Tanto el volquete hidráulico como la secadora vienen provistos con sus respectivos tableros de comando. También desde dicho tablero se derivará la alimentación para un pequeño tablero seccional que tendrá la finalidad de comandar las luces internas y externas a la sala de máquinas y también circuitos de tomacorrientes monofásicos y trifásicos.

En lo que respecta a la provisión del servicio eléctrico de la planta de acopio se destaca que por la calle 9 de Julio se encuentra emplazada una línea de distribución primaria de 13,2kV, que forma parte del tendido rural que posee la empresa EDEN S.A. En la actualidad la empresa distribuidora de energía a provisto una subestación transformadora aérea de 615 kVA de potencia, dicha subestación esta dispuesta sobre una estructura de hormigón en forma de H y desde esta subestación acomete de manera subterránea hacia el pilar de medición de la planta.

## Trabajo Final

Ni la subestación transformadora, ni los elementos de medición forman parte de este estudio, ya que por ser un gran consumidor de energía eléctrica, dicho establecimiento paga su consumo eléctrico a la empresa CAMMESA S.A. Si se encuentra en este pilar, los elementos de protección de los circuitos que alimentan los tres tableros seccionales de la acopiadora de cereales, más el tablero del sistema contra incendio.

### **RED CONTRA INCENDIO-FUNDAMENTACIÓN**

La planta de acopio de cereales propiedad de LOS GROBO AGROPECUARIA S.A. es una planta destinada a almacenaje de granos en general, donde dichos granos vienen en gran porcentaje directamente del campo donde se han cosechado. Por esta razón, es que en dicha planta, se realizan tareas de secado del cereal, cuando éste no es cosechado en condiciones óptimas de humedad; mezclado de cereal de distintos lotes, etc. Por lo tanto, el riesgo de incendio siempre está presente, aunque en bajas probabilidades.

El polvo en suspensión, junto con un atmosfera rica en oxígeno, una fuente de ignición y un ambiente cerrado o parcialmente cerrado, son las condiciones para que en este tipo de establecimiento se produzca esta clase de siniestro. El tipo de incidente más comúnmente producido en las plantas de acopio de cereales, se da en el proceso de secado, dado que la secadora de granos es básicamente una serie de zarandas por donde va decantando el cereal, mientras se le inyecta calor producido por la quema de algún combustible, normalmente gas natural comprimido (GNC). Dichas secadoras vienen equipadas con un sistema de inyección de agua, pero dicho sistema es opcional y la mayoría de las acopiadoras de pequeño tamaño no poseen este sistema.

Los lugares donde se puede encontrar polvo en suspensión en una acopiadora de cereales son, por ejemplo:

- Durante el llenado de un silo.
- En el pantalón de una noria.
- Donde haya cambio de dirección de la masa de granos.
- En un filtro de mangas o en un ciclón.

Por las razones descriptas anteriormente es que en este módulo del proyecto, nos dispondremos a proyectar una red contra incendios, que consistirá en desplegar en distintos puntos de la planta, una serie de nichos hidrantes. Dicha red será utilizada en primera instancia por los operarios de la planta de silos, que recibirán el adecuado entrenamiento de parte de los bomberos voluntarios de Carlos Casares, con el fin de reducir el tiempo de respuesta ante un principio de foco de incendio.

#### **CLASES DE SERVICIO**

Las redes fijas pueden ser agrupadas en 3 clases generales de servicio, de acuerdo con los diámetros que presentan sus respectivas mangueras y bocas de incendio.

##### **- Clase I:**

Conexión para Mangueras de  $\phi$  2½" pulgadas (63,5 mm).

Presión máxima: 12 bar.

Presión mínima: 7 bar.

Para uso de los servicios públicos de bomberos, las brigadas de lucha contra incendio y el personal capacitado en la lucha contra incendios.

Sistema destinado a empresas de mediano a alto riesgo.

Estos servicios deben ser capaces de cubrir los requerimientos de la lucha contra el fuego aun en sus fases más avanzadas. También deben ser capaces de proteger contra el fuego tanto a las instalaciones como a las personas.

La alta presión admisible en esta clase permite mayor alcance del chorro de agua, lo que se traduce en mayor seguridad para los bomberos. El mayor diámetro de las mangueras sumado a la alta presión se traduce en un mayor caudal de agua, necesario en empresas de alto riesgo.

##### **- Clase II:**

Conexión para Mangueras de  $\phi$  1¾" pulgadas (45 mm).

Presión máxima: 7 bar.

Presión mínima: 4,5 bar.

Los servicios de Clase II se destinan a instalaciones de bajo riesgo, como por ejemplo empresas del rubro metalmecánica con escasa cantidad de materiales combustibles, comercios, escuelas, etc. En industrias se los suele emplear para proteger áreas de oficinas, baños y vestuarios.

La idea de que estos sistemas eran instalados para ser usados por personal sin entrenamiento mientras llegaban los servicios de bomberos ha dejado de ser aplicada, dado que ningún ocupante permanente o transitorio de un edificio puede hacer uso de algún tipo de sistema de protección contra incendios (incluidos

## Trabajo Final

los extintores portátiles) sino tiene la capacitación y entrenamiento necesarios. El daño personal o la propagación del incendio por el mal uso de un sistema de protección son las principales consecuencias.

- Clase III:

Sistema combinado con los diámetros de las Clases I y II.

Parte de la red de incendios es Clase I y otra es Clase II.

Si bien los servicios de Clase III deben ser capaces de realizar las tareas especificadas para las Clases I y II, no se aconseja su instalación en plantas industriales. La yuxtaposición de accesorios de diferentes diámetros (picos, lanzas, mangueras y manguitos reductores) da lugar a confusiones durante las operaciones y a la ausencia de intercambiabilidad e interoperabilidad entre los equipos.

De acuerdo a la anterior descripción, nos dispondremos a proyectar una red contra incendios clase II.

### **ANÁLISIS ECONÓMICO-FUNDAMENTACIÓN**

La ejecución de un proyecto de pequeña o gran escala implica siempre una inversión; motivo por el cual el estudio técnico financiero es importante para analizar la repercusión económica que provocará el empleo de los recursos monetarios en el mismo es un aspecto determinante al momento de la toma de decisiones. Los costos en que se incurre al realizar un proyecto dentro de una empresa se les denomina costos pertinentes que se dividen en costos fijos y costos variables.

La renovación de la instalación eléctrica de una acopiadora de cereales no influye en el aumento de la producción o reducción de costo fijos, pero si en una disminución de los costos de mantenimiento y una mejora sustancial en la disponibilidad de la planta, lo cual dificulta determinar el tiempo de recuperación de la inversión así también cuantificar el aumento en los ingresos con la renovación de la instalación eléctrica; por cuanto está ingresa como activo fijo a reemplazar una que ya cumplió su vida útil y que ya ha sido depreciada.

Considerando lo antes descrito se realizará el análisis económico enfocándose en determinar la inversión necesaria para la construcción, montaje y puesta a punto de la instalación, basándose en el análisis de costos unitarios.

**MEMORIA TÉCNICA OFICINAS**

El proyecto en cuestión se ajusta al "Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles" vigente (Edición: 2006) de la Asociación Electrotécnica Argentina y presenta las siguientes distribución de áreas:

SECTOR	AREA [m <sup>2</sup> ]
Laboratorio de análisis de semillas	8
Oficina jefe de planta	11,6
Alero semicubierto de entrada	8
Sala de recepción y oficinas auxiliares	36
Oficina del receptor de cereales	6,9
Baños	12,7
<b>TOTAL</b>	<b>83,2</b>

**Grado de electrificación:** Con el área de 83,2 m<sup>2</sup> caemos en la categoría de electrificación ELEVADO para oficinas o locales proyectados para tal fin (Tabla 771.8.1.IV). Con este grado de electrificación, obtenemos el número de circuitos mínimos y la máxima potencia simultánea calculada (solo para determinar el grado de electrificación) es de hasta 12,2 kVA.

Circuitos mínimos	Cantidad mínima de circuitos	Tipos de circuitos				
		IUG	TUG	IUE	TUE	Circuito de libre elección
<b>Elevado</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Adoptamos:

Circuitos adoptados	Cantidad de circuitos	Tipos de circuitos				
		IUG	TUG	IUE	TUE	Circuito de libre elección
<b>Elevado</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

- 2 circuitos de iluminación de uso general.
- 2 circuitos de tomacorrientes de uso general.
- 1 circuito de iluminación de uso especial (iluminación externa)
- 1 circuito de tomacorrientes de uso especial (Laboratorio de semillas)
- 3 circuitos de carga única (Unidades condensadores aires acondicionado y balanza).

A la hora de distribuir las bocas en los circuitos tendremos en cuenta la siguiente información (Según tabla 771.7.I AEA)

Tipo de circuito	Máxima cantidad de bocas	Máximo calibre de la protección
IUG	15	16 A
TUG	15	20 A
IUE	12	32 A
TUE	12	32 A
ACU	No corresponde	Responsabilidad del proyectista

**Detallamos el número de puntos de utilización:**

(De acuerdo a los requerimientos mínimos según tabla 771.8.VI AEA)

<b>Circuitos de iluminación para usos generales (IUG)</b>	
<b>Ambiente</b>	<b>Puntos de utilización</b>
Laboratorio	2
Oficina jefe de planta	4
Alero semicubierto de entrada	2
Sala de recepción y oficinas auxiliares	6
Oficina recibidor de cereales	2
Baños	2

<b>Circuitos iluminación de uso específico (IUE)</b>	
<b>Ambiente</b>	<b>Puntos de utilización</b>
Entrada a la oficina	2

<b>Circuitos de tomacorrientes para usos generales (TUG)</b>	
<b>Ambiente</b>	<b>Puntos de utilización</b>
Laboratorio	3
Oficina jefe de planta	3
Alero semicubierto de entrada	--
Sala de recepción y oficinas auxiliares	5
Oficina recibidor de cereales	3
Baños	1

<b>Circuitos de Tomacorrientes para usos especiales (TUE)</b>	
<b>Ambiente</b>	<b>Puntos de utilización</b>
Laboratorio	3
Oficina jefe de planta	--
Alero semicubierto de entrada	--
Sala de recepción y oficinas auxiliares	--
Oficina recibidor de cereales	--
Baños	--

<b>Circuitos de alimentación carga única (ACU)</b>	
<b>Ambiente</b>	<b>Puntos de utilización</b>
Sala de recepción y oficinas auxiliares	2
Oficina jefe de planta	1

**Calculamos la máxima potencia simultánea de la instalación:**

TUG	2 circuitos	2200 VA	4400 VA
IUG	18 bocas	150 VA	2700 VA
TUE	1 circuito	3300 VA	3300 VA
IUE	2 bocas	500 VA	1000 VA
<b>DPMS</b>			<b>11,40 kVA</b>

## Trabajo Final

Aplicando el coeficiente de simultaneidad para grado de electrificación elevado  $C_s=0,8$  (Tabla 771.9.II AEA); obtengo:

**DPMS=0,8 x 11,40 KVA= 9,12 kVA.**

Con esta potencia máxima simultánea estamos en el grado de electrificación ELEVADO

### **MEMORIA DE CÁLCULO**

#### **Cálculo de iluminación: Método de los lúmenes.**

Este cálculo prevé el diseño de la iluminación de los distintos sectores de trabajo, para lo cual se tuvo presente las normas IRAM – AADL (Asociación Argentina De Luminotecnia) J 20-05, J 20-06 y J 20-17. El cálculo lumínico se realizó con un software específico como así también por el método manual de los lúmenes.

Se contempló en todas las áreas de actividad, pudiendo lograr suficiente fuente de luz para facilitar las tareas operativas a cualquier hora del día.

#### **Luminarias Adoptadas:**

**LUMENAC CONFORD C336 DP MOD: DULUX L 36 W/21-840 de tres lámparas de 36 W cada una.**

#### **DATOS:**

Cuerpo: de chapa zincada y prepintada con punteras de PC.

Reflector/óptica: louver doble parabólico brillante, parabólico simple con laterales de aluminio anodizado brillante de alta pureza y transversales de aluminio estriado mate o difusor acrílico opal.

Portalámparas: G13 en policarbonato con contactos de bronce fosforoso, 2A / 250V, código de temperatura T140.

Equipo: balastos, arrancadores y capacitor de primera calidad. Alimentación 230V / 50Hz.

Aplicaciones: oficinas, áreas de trabajo, terminales de computación, etc.

**LUMENAC ALBA MOD: DULUX L 36W/12 de dos lámparas de 36 W cada una.**

#### **DATOS:**

Cuerpo/marco: de chapa zincada y prepintada con esquineros de PC.

Reflector/óptica: reflector "ala de gaviota" en chapa zincada y prepintada combinado con difusor de policarbonato opal con lámina de acero microperforado.

Portalámparas: de PBT GF con contactos de bronce fosforoso, 2A / 250V, T140.

Equipo: balastos, arrancadores y capacitor de primera calidad. 230V / 50Hz.

Aplicaciones: oficinas, bancos, salones de venta, salas de reunión, etc.

**LUMENAC ENERGY 326 MOD: DULUX D 26W/21-840 de dos lámparas de 26 W cada una.**

#### **DATOS:**

Cuerpo/marco: de policarbonato inyectado color blanco.

Reflector/óptica: de aluminio de alta pureza abrigantado. Difusor: louver doble parabólico de policarbonato metalizado.

Portalámparas: en PBT GF con contactos de bronce fosforoso, 2A / 250V y código de temperatura T140.

Equipo: separado. Alimentación 230V / 50Hz.

Aplicaciones: comercios, shoppings, galerías, vidrieras, halls de acceso, áreas de circulación, etc.

**PHILIPS MOD: CAMBRIDGE 1x70-150W/CDM-TK.**

#### **DATOS:**

Luminaria de alumbrado público para ser utilizada con lámparas de descarga hasta 600W.

## Trabajo Final

Cuerpo y caja porta equipó en aluminio inyectado de alta resistencia a la corrosión y esmaltado con pintura poliéster en polvo.

Posibilidad de regular lámpara y óptica obteniendo 10 distribuciones lumínicas distintas en el mismo artefacto para lograr la mejor performance con cada potencia.

Opcional: preparado para fotocontrol (P/F).

Normas Nacionales:

Resolución 92/98 de la S.I.C. y M.de la Nación

Normas IRAM-AADL J 20-20, J 20-21 y J 20-28

Normas Internacionales:

IEC 60598

Clasificación: Compartimiento de la lámpara: IP 55 (opcional 65)

**Sala de recepción y oficinas auxiliares:**

De acuerdo con la reglamentación la iluminancia media para oficinas es de  $E_{med}=500$  lux.

Tomando para el cálculo una superficie de  $7,8 \times 5,1 = 39,78$  m<sup>2</sup> y usando una luminaria tipo CONFORD C336

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad a = 7,8m \quad b = 4,1m \quad h = 2,5m - 0,85m = 1,65m$$

Dado que 0,85 m. es el plano de trabajo y 2,5m. la altura del cielorraso.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{7,8 \cdot 4,1}{1,65 \cdot (7,8 + 4,1)} = 1,62$$

Del manual de baja tensión sacamos los índices de reflexión de paredes techos y suelo.

$$\rho_{techo} = 0,8 \quad \rho_{pared} = 0,6 \quad \rho_{piso} = 0,5$$

Para la tabla adoptamos:

$$\rho_{techo} = 0,7 \quad \rho_{pared} = 0,5 \quad \rho_{piso} = 0,3 \quad K = 1,62$$

Interpolando obtengo un factor de utilización de  $\eta_B = 0,59$

Teniendo en cuenta que es un ambiente limpio y periodos de limpieza inferiores a las 2500 horas, obtenemos un factor de depreciación de  $\delta = 0,8$

Con esto cálculo los lúmenes totales necesarios en el área en cuestión.

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B}$$

Donde:  $\phi$  = Flujo total emitido por el total de las lámparas.

$E_{med}$  = Iluminancia media requerida.

$S$  = Área del local

$\eta_B$  = Factor de utilización del local.

$\delta$  = Factor de depreciación.

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B} = \frac{500 \text{ lx} \cdot 39,78 \text{ m}^2}{0,8 \cdot 0,59} = 42140. [\text{lm}]$$

Ahora procedo a calcular el número de luminarias.

$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I}$$

## Trabajo Final

Donde:  $N$  = Número de luminarias.  
 $\phi$  = Flujo total requerido.  
 $n$  = Número de lámparas por luminaria.  
 $\phi_I$  = Flujo luminoso por lámpara.

$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I} = \frac{42140.lm}{3.tubos.2900.lm/tubos} = 4.84$$

Redondeando por exceso, pondremos 6 luminarias de 3 lámparas de 36 W.

### **Oficina jefe de planta:**

De acuerdo con la reglamentación la iluminancia media para oficinas es de  $E_{med}=500$  lux.

Tomando para el cálculo una superficie de  $3,3 \times 3,5 = 11,55$  m<sup>2</sup> y usando una luminaria tipo ALBA.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad a = 3,3m \quad b = 3,5m \quad h = 2,5m - 0,85m = 1,65m$$

Dado que 0,85 m. es el plano de trabajo y 2,5m. la altura del cielorraso.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{3,3 \cdot 3,5}{1,65 \cdot (3,3 + 3,5)} = 1,03$$

Del manual de baja tensión sacamos los índices de reflexión de paredes techos y suelo.

$$\rho_{techo} = 0,8 \quad \rho_{pared} = 0,6 \quad \rho_{piso} = 0,5$$

Para la tabla adoptamos:

$$\rho_{techo} = 0,7 \quad \rho_{pared} = 0,5 \quad \rho_{piso} = 0,3 \quad K = 1$$

Con esto obtengo un factor de utilización de  $\eta_B = 0,48$

Teniendo en cuenta que es un ambiente limpio y periodos de limpieza inferiores a las 2500 horas, obtenemos un factor de depreciación de  $\delta = 0,8$ .

Con esto cálculo los lúmenes totales necesarios en el área en cuestión.

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B} = \frac{500.lx.11,55.m^2}{0,8 \cdot 0,48} = 15039.[lm]$$

Ahora procedo a calcular el número de luminaria.

$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I} = \frac{15040.lm}{2.tubos.2900.lm/tubos} = 2,59$$

Redondeando por exceso, pondremos 4 luminarias de 2 lámparas de 36 W.

### **Oficinas recibidor de cereales:**

De acuerdo con la reglamentación la iluminancia media para oficinas es de  $E_{med}=500$  lux.

Tomando para el calculo una superficie de  $3,8 \times 1,8 = 6,84$  m<sup>2</sup> y usando una luminaria tipo ALBA.

## Trabajo Final

$$K = \frac{a.b}{h.(a+b)} \quad a = 3,8m \quad b = 1,8m \quad h = 2,5m - 0,85m = 1,65m$$

Dado que 0,85 m. es el plano de trabajo y 2,5m. la altura del cielorraso.

$$K = \frac{a.b}{h.(a+b)} = \frac{3,8.1,8}{1,65.(3,8+1,8)} = 0,74$$

Del manual de baja tensión sacamos los índices de reflexión de paredes techos y suelo.

$$\rho_{techo} = 0,8 \quad \rho_{pared} = 0,6 \quad \rho_{piso} = 0,5$$

Para la tabla adoptamos:

$$\rho_{techo} = 0,7 \quad \rho_{pared} = 0,5 \quad \rho_{piso} = 0,3 \quad K = 0,75$$

Interpolando obtengo un factor de utilización de  $\eta_B = 0,40$

Teniendo en cuenta que es un ambiente limpio y periodos de limpieza inferiores a las 2500 horas, obtenemos un factor de depreciación de  $\delta = 0,8$ .

Con esto cálculo los lúmenes totales necesarios en el área en cuestión.

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B} = \frac{500.lx.6,84.m^2}{0,8.0,40} = 10690.[lm]$$

Ahora procedo a calcular el número de luminarias...

$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I} = \frac{10690.lm}{2.tubos.2900.lm/tubos} = 1,84$$

Redondeando por exceso, pondremos 2 luminarias de 2 lámparas de 36 W.

### Laboratorio:

De acuerdo con la reglamentación la iluminancia media para laboratorios es de  $E_{med} = 600$  lux.

Tomando para el cálculo una superficie de  $3,3 \times 2,4$  m<sup>2</sup> y usando una luminaria tipo CONFORD C336

$$K = \frac{a.b}{h.(a+b)} \quad a = 3,3m \quad b = 2,4m \quad h = 2,5m - 0,85m = 1,65m$$

Dado que 0,85 m. es el plano de trabajo y 2,5m. la altura del cielorraso.

$$K = \frac{a.b}{h.(a+b)} = \frac{3,3.2,4}{1,65.(3,3+2,4)} = 0,84$$

Del manual de baja tensión sacamos los índices de reflexión de paredes techos y suelo.

$$\rho_{techo} = 0,8 \quad \rho_{pared} = 0,6 \quad \rho_{piso} = 0,5$$

## Trabajo Final

Para la tabla adoptamos:

$$\rho_{techo} = 0,7 \quad \rho_{pared} = 0,5 \quad \rho_{piso} = 0,3 \quad K = 1$$

Con esto obtengo un factor de utilización de  $\eta_B = 0,42$

Con esto cálculo los lúmenes totales necesarios en el área en cuestión:

Teniendo en cuenta que es un ambiente limpio y periodos de limpieza inferiores a las 2500 horas, obtenemos un factor de depreciación de  $\delta = 0,8$

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B} = \frac{600.lx.7,92.m^2}{0,8.0,42} = 14142.[lm]$$

Ahora procedo a calcular el número de luminaria.

$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I} = \frac{14142.lm}{3.tubos.2900.lm/tubos} = 1,62$$

Redondeando por exceso, pondremos 2 luminarias de 3 lámparas de 36 W cada una.

### **Baños:**

De acuerdo con la reglamentación la iluminancia media para laboratorios es de  $E_{med} = 100$  lux.

Tomando para el cálculo una superficie de  $3,1 \times 4,1 = 12,71$  m<sup>2</sup> y usando una luminaria tipo ALBA.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad a = 3,1m \quad b = 4,1m \quad h = 2,5m - 0,85m = 1,65m$$

Dado que 0,85 m. es el plano de trabajo y 2,5m. la altura del cielorraso.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{3,1 \cdot 4,1}{1,65 \cdot (3,1 + 4,1)} = 1,07$$

Del manual de baja tensión sacamos los índices de reflexión de paredes techos y suelo.

$$\rho_{techo} = 0,8 \quad \rho_{pared} = 0,6 \quad \rho_{piso} = 0,5$$

Para la tabla adoptamos:

$$\rho_{techo} = 0,7 \quad \rho_{pared} = 0,5 \quad \rho_{piso} = 0,3 \quad K = 1$$

Con esto obtengo un factor de utilización de  $\eta_B = 0,48$

Teniendo en cuenta que es un ambiente limpio y periodos de limpieza inferiores a las 2500 horas, obtenemos un factor de depreciación de  $\delta = 0,8$ .

Con esto cálculo los lúmenes totales necesarios en el área en cuestión.

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B} = \frac{100.lx.12,71m^2}{0,8.0,48} = 3783.[lm]$$

Ahora procedo a calcular el número de luminaria.

## Trabajo Final

$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I} = \frac{3783.lm}{2tubos.2900 lm/tubos} = 0,65$$

Redondeando por exceso y para conseguir buenos coeficientes de uniformidad pondremos 2 luminarias de 2 lámparas de 36 W.

### Alero semicubierto de entrada:

De acuerdo con la reglamentación la iluminancia media para Halls y pasillos es de  $E_{med}=200$  lux.

Adoptando una luminaria LUMENAC MODELO DULUX D 26W/21-840 de dos lámparas de 26 W cada una.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad a = 4m \quad b = 2m \quad h = 2,5m - 0m = 2,5m$$

Dado que 0,85 m. es el plano de trabajo y 2,5m la altura del cielorraso.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{4 \cdot 2}{2,5 \cdot (4 + 2)} = 0,53$$

Del manual de baja tensión sacamos los índices de reflexión de paredes techos y suelo.

$$\rho_{techo} = 0,6 \quad \rho_{pared} = 0,4 \quad \rho_{piso} = 0,3$$

Para la tabla adoptamos:

$$\rho_{techo} = 0,5 \quad \rho_{pared} = 0,3 \quad \rho_{piso} = 0,1 \quad K = 1$$

Con esto obtengo un factor de utilización de  $\eta_B = 0,22$

Teniendo en cuenta que es un ambiente abierto y periodos de limpieza inferiores a las 2500 horas, obtenemos un factor de depreciación de  $\delta = 0,8$  y los lux requeridos es de 150 lux.

Con esto cálculo los lúmenes totales necesarios en el área en cuestión.

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B} = \frac{150lx \cdot 8m^2}{0,8 \cdot 0,22} = 6818.[lm]$$

Ahora procedo a calcular el número de luminarias...

$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I} = \frac{6818.lm}{2tubos.1800 lm/tubos} = 2,005$$

Pondremos 2 luminarias de 2 lámparas de 26 W cada una.

Luego de realizados los cálculos mediante al implementación del software LUMENLUX corroboramos los niveles medios de luminancia y los coeficientes de uniformidad para cumplir con los requisitos exigidos por las normas IRAM – AADL J 20-05 y J 20-06.

Las uniformidades de la iluminancia, se obtienen de la forma siguiente:

$$G_1 = \frac{\text{nivel mínimo de iluminancia}}{\text{nivel medio de iluminancia}} \quad \text{y} \quad G_2 = \frac{\text{nivel mínimo de iluminancia}}{\text{nivel máx. de iluminancia}}$$

Los valores recomendados de uniformidad expresados de forma anterior son los siguientes:

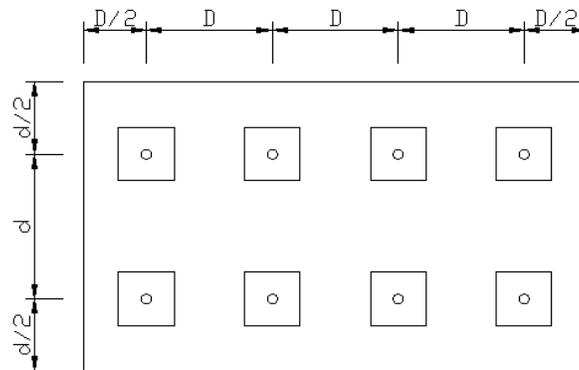
## Trabajo Final

Coeficiente	Uniformidad			
	Muy Buena	Buena	Aceptable	Inadecuada
$G_1$	1:2	1:2,5	1:3	1:4
$G_2$	1:2	1:2,5	1:3,5	1:4

Y los obtenidos mediante software...

Zona	Ref. Plano	Cantidad Luminarias	Tipo de Luminaria	Iluminancia Media (lux)	Uniformidad	
					G1	G2
Oficinas auxiliares y sala de recepción	TF-ING-102	6	Lumenac Conford C336 (3x36 W)	553 lx.	1:1,7	1:2,3
Oficina jefe de planta	TF-ING-102	2	Lumenac Alba (2x36 W)	490 lx.	1:1,6	1:1,9
Oficina receptor de cereales	TF-ING-102	2	Lumenac Alba (2x36 W)	446 lx.	1:1,6	1:1,9
Laboratorio	TF-ING-102	2	Lumenac Conford C336 (3x36W)	706 lx.	1:1,9	1:2,3
Baños	TF-ING-102	2	Lumenac Alba (2x36 W)	227 lx.	1:1,5	1:1,9
Alero semicubierto	TF-ING-102	2	Lumenac Energy 326 (2x26 W)	127 lx.	1:1,5	1:1,7

### Criterio de distribución de las luminarias:



No obstante el software nos provee una grilla con las distancias entre luminarias y luminaria y entre las paredes y las luminarias

### Iluminación exterior de las oficinas:

Adoptando una luminaria Philips modelo CAMBRIDGE 1x70-150W/CDM-TK.

Dicho artefacto cumple una función decorativa, por lo cual no realizaremos cálculo lumínico. Se ubicaran una a cada lado de la entrada. (Ver plano TF-ING-102)

### **Cálculo de conductores**

Para determinar las secciones de los conductores se tuvieron en cuenta 8 pasos, como se indica en la "Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles" de la Asociación Electrotécnica Argentina, edición 2006.

Los conductores seleccionados son:

Unipolares, marca PRYSMIAN, SUPERRASTIC FLEX, para instalaciones fijas en edificios civiles

Bipolar, tripolar y tetrapolar, marca PRYSMIAN, SINTENAX VALIO para la alimentación subterránea.

Tripolar y tetrapolar, marca PRYSMIAN, SINTENAX VALIO para la alimentación aérea sobre bandejas:

#### **Características del conductor según catálogo (SUPERRASTIC FLEX)**

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

**Aislante:** PVC ecológico, en colores marrón, blanco, negro, rojo, celeste, y verde/amarillo.

#### **Marcación:**

PRYSMIAN SUPERASTIC FLEX - Industria Argentina —  
450/750V — Sección (mm<sup>2</sup>) - IRAM NM 247 02-05 BWF-B - Sello  
IRAM - RIN 288391/8.

#### **Normativas**

IRAM NM 247-3 (ex 2183), NBR NM 247-3 (ex6148); IEC  
60227-3 u otras bajo pedido.

#### **Ensayos de fuego:**

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.  
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23; NBR  
6812 Cat. BWF; IEEE 383.

#### **Características del conductor según catálogo (SINTENAX VALIO)**

**Metal:** Cobre electrolítico NM 280.

#### **Flexibilidad:**

Conductores de cobre:

Unipolares: Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm<sup>2</sup> y Clase 2 para secciones superiores.

Multipolares: Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm<sup>2</sup> y Clase 2 para secciones superiores.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

**Aislante:** PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.

Colores de aislamiento:

Unipolares: Marrón

Bipolares: Marrón / Celeste

Tripolares: Marrón / Negro / Rojo

Tetrapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste

Pentapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste / Verde-Amarillo

**Envoltura:** PVC ecológico tipo ST2, IRAM 2178

**Marcación:** PRYSMIAN **SINTENAX VALIO** ® - IND. ARG. – 0,6/1,1kV - Cat II Nro. De conductores \*  
Sección—IRAM 2178 - Marcación secuencial de longitud.

#### **Normativas**

IRAM 2178, IEC 60502-1

## Trabajo Final

**Tensión nominal de servicio:** 1,1kV

### **Ensayos de fuego:**

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2.

No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-24; IEEE 383/74.

### **Características del conductor según catálogo (RETENAX VALIO)**

**Metal:** Cobre electrolítico según IRAM 2011

**Flexibilidad:** Las cuerdas en todos los casos responden a las exigencias de las Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90° C en servicio continuo, 250° C en cortocircuito.

**Aislante:** Polietileno reticulado silanizado (xlpe).

**Marcación:** PRYSMIAN RETENAX VALIO \* Ind. Argentina 0,6/1,1 kV. Cat. II Nro. De conductores \* Sección

### **Normativas**

IRAM 2178, IEC 60502-1 u otras bajo pedido (HD 620, ICEA, NBR, etc.).

### **Ensayos de fuego:**

– No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2– No propagación del incendio: (\*)

### **Certificaciones**

Todos los cables de Pirelli cables están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE

## **Pasos**

### **1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :**

Consideraremos como corriente de proyecto  $I_B$  [ampere] el consumo que tengamos en un determinado tramo, ya sea línea principal, seccional o terminal, diferenciando si se trata de un circuito monofásico o trifásico.

### **2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_Z$ :**

Se debe elegir adecuadamente el tipo de canalización, los conductores y cables en función de las condiciones externas de la instalación.

Al seleccionar la sección S de los conductores y cables y su corriente máxima admisible  $I_Z$  tuvimos en cuenta las siguientes condiciones de instalación:

- Conductores aislados colocados en cañerías embutidas o a la vista.
- Cables directamente enterrados o en conductos.
- Cables preensamblados en líneas aéreas exteriores.
- Cables en bandejas portacables
- Factores de corrección por temperatura, agrupamiento, tipos de cables, etc.

Se debe cumplir que  $I_Z \geq I_B$ , y obtenemos como resultado del paso la sección del conductor S y  $I_Z$ .

### **3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :**

Para cada línea se verificó que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$

Con la tabla del fabricante del dispositivo de protección se seleccionaron los mismos a partir de su corriente nominal  $I_n$  [ampere].

#### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_Z$$

Siendo:

$I_2 = 1,3 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2. (Para guardamotores)

$I_2 = 1,45 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60898. (Para interruptores termomagnéticos)

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_Z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2).

#### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

El cuaderno técnico N°158 de SCHNEIDER ELECTRIC nos da un método para calcular la corriente de cortocircuito de sistemas monofásico y trifásicos.

#### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

Considerando el empleo de dispositivos de protección que presentan características de limitación de corriente de cortocircuito, en tiempos inferiores a 10 ms., la protección de los conductores queda asegurada si se cumple la siguiente expresión.

$$k^2 \cdot S^2 \geq I^2 \cdot t$$

$I^2 \cdot t$  = Máxima energía específica pasante aguas abajo del dispositivo de protección

S = sección nominal del conductor en mm<sup>2</sup>.

K = coeficiente que depende de las características del conductor. Tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

#### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

Se verifica que en el punto más alejado del circuito  $10 \cdot I_N \leq I''_k$ . (Utilizaremos termomagnéticas Curva C)

#### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Se toma como máxima caída de tensión admisible en el punto más alejado del circuito 5 %.

El cálculo lo hicimos utilizando la expresión:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [\text{Volt}]$$

Donde:

k = constante igual a 2 para sistemas monofásicos y  $\sqrt{3}$  para sistemas trifásicos.

I = intensidad de corriente de la línea en ampere ( $I_B$ ).

L = longitud de la línea en km (L es la distancia que separa los dos puntos entre los que se calcula la caída de tensión).

R = resistencia eléctrica efectiva del conductor a la temperatura de servicio en ohm/km.

X = reactancia de los conductores en ohm/km.

$\varphi$  = ángulo de desfasaje entre la tensión y la corriente.

$\cos \varphi$  = factor de potencia.

#### Circuito de iluminación de uso general 1 (IUG 1):

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 8 bocas de iluminación en total, 2 en los baños y las 6 de la sala de recepción y oficinas auxiliares (Ver planos TF-ING-102 y TF-ING-103). Las iluminarias de los baños son del modelo LUMENAC ALBA 236, DULUX L 36W/21-840 con dos lámparas de 36 W; mientras que las luminarias de la sala de recepción y oficinas auxiliares son del modelo LUMENAC CONFORT C 336 DULUX L 36W/21-840 con tres lámparas de 36 W.

El catálogo de luminarias nos indica que la potencia de las lámparas de 36 W debemos considerarla de 45 W para tener en cuenta la potencia del equipo (balastos, arrancadores y capacitor).

## Trabajo Final

### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

Tenemos 22 lámparas de 45 W cada una lo que nos da una potencia total de 990 W, dichas lámparas están compensadas obteniendo un factor de potencia 0,9, no obstante adoptaremos una potencia de cálculo de 150 VA por boca

$$P = I_B \cdot V. \quad I_B = \frac{P}{V} \quad I_B = \frac{1200VA}{220V} = 5,45A$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_Z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, tubo rígido de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso general es de  $1,5 \text{ mm}^2$  (Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 21 A.

Y teniendo en cuenta lo siguiente...

### Factores de corrección por temperatura y por agrupamiento (Catálogo de cables PRYSMIAN)

Material	Temperatura [°C]										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57

Circuitos en un mismo caño	Nº de conductores cargados	Factor
2 monofásicos	Hasta 4	0,8
3 monofásicos	Hasta 6	0,7
2 trifásicos	Hasta 6	0,8
3 trifásicos	Hasta 9	0,7

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1.1.21A \quad I_z = 21A \quad I_z > I_B$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 21A \quad \gamma \quad I_B = 5,45A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n = 10 \text{ A}$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $5,45A \leq I_N \leq 21A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_Z$$

Siendo:

$I_2 = 1,45 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60898.

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_Z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2). Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) I_Z$

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,45 \cdot 10A \leq 1,45 \cdot 21A \quad 14,5A \leq 30,45A$$

## Trabajo Final

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

El cuaderno técnico N°158 de SCHNEIDER ELECTRIC nos da un método para calcular la corriente de cortocircuito de sistemas monofásico y trifásicos.

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad \text{Para una falla monofásica}$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} \quad \text{Para una falla trifásica}$$

$Z_{CC}$ =Impedancia de la fase aguas arriba de la falla

$Z_{LN}$ =Impedancia del neutro aguas arriba de la falla

U=Tensión de vacío del transformador (Considerada 410 V)

Procederemos a calcular la corriente de cortocircuito para una falla trifásica y esa corriente es la que usaremos para el cálculo de los conductores.

Según el esquema unifilar general de la planta (ver plano TF-ING-AAA-falta hacer).

- 1) Impedancia aguas arriba de la subestación transformadora (impedancia de la red)
- 2) Impedancia de los fusibles de alta del transformador.
- 3) Impedancia del transformador.
- 4) Impedancia de los fusibles de baja del transformador.
- 5) Impedancia del interruptor principal de la planta.
- 6) Impedancia del interruptor del circuito al galpón de insumos.
- 7) Impedancia del cable subterráneo que alimenta el galpón de insumos, desde el tablero principal.

#### 1) Impedancia de la red aguas arriba:

En la mayor parte de los cálculos no se va más allá del punto de suministro de energía.

El conocimiento de la red aguas arriba se limita generalmente a las indicaciones facilitadas por la compañía distribuidora, es decir, únicamente a la potencia de cortocircuito  $S_{cc}$  (en MVA) en el punto de conexión a la red.

La impedancia equivalente a la red aguas arriba es:

$$Z = \frac{U^2}{S_{cc}} \quad \text{Donde: U=tensión de vacío de la red}$$

$S_{cc}$ =Potencia de cortocircuito (Dato proporcionado por la compañía eléctrica)

Para nuestro caso tenemos  $U=13200$  V y  $S_{cc}=15$ MVA (Dato estimado por desconocimiento del distribuidor de energía), entonces:

$$Z = \frac{(13200V)^2}{15000000VA} = 11,616\Omega$$

El cuaderno técnico nos sugiere que para 20 kV la relación entre la resistencia y la impedancia es de  $\frac{R}{Z} \cong 0,2$  ósea  $R \cong 0,2 \cdot Z$  e introduciéndolo en  $Xl = \sqrt{Z^2 - R^2} = Z\sqrt{1 - (0,2)^2} \cong 0,98 \cdot Z$  lo que nos permite suponer la componente resistiva nula y solo considerar la reactancia.

#### 2) Impedancia de los fusibles de alta del transformador:

Seccionador fusible del lado de la línea de distribución primaria (13,2 kV):

Potencia del Transformador: 630 kVA

Fusible Tipo HH: para este tipo de fusibles la regla indica que la resistencia que ofrece es aquella que la corriente nominal produce una caída de tensión del orden de 1,6 a 2 V.

$$I_n = \frac{630000}{\sqrt{3} \cdot 13200} \left[ \frac{VA}{V} \right] = 27,55A$$

## Trabajo Final

$$R = \frac{2}{27,55} \left[ \frac{V}{A} \right] = 0,073 \Omega$$

### 3) Cálculo de las impedancias relativas:

Se trata de un método de cálculo que permite establecer una relación entre las impedancias de los diferentes niveles de tensión de una instalación eléctrica. Este método se apoya sobre la convención siguiente: las impedancias se dividen por el cuadrado de la tensión de línea (en voltios) a la que es llevada la red en el punto donde están conectadas; se obtienen valores de impedancias relativas.

$$\frac{R_{BT}}{U_{BT}^2} = \frac{R_{AT}}{U_{AT}^2} \qquad R_{BT} = \frac{R_{AT}}{U_{AT}^2} \times U_{BT}^2$$
$$R_{BT} = \frac{0,073}{13200^2} \times 380^2 = 0,0000605 \Omega \qquad X_{BT} = \frac{11,616}{13200^2} \times 380^2 = 0,00962 \Omega$$

### 4) Impedancia del transformador:

Transformador 13,2/0,400-0,231 kV. Potencia 630 kVA

Resistencia eléctrica (por tabla) = 0,00045  $\Omega$

Reactancia Inductiva (por tabla) = 0,0012  $\Omega$

### 5) Impedancia de los fusibles de baja del transformador:

Seccionador fusible del lado de baja del transformador (0,4 kV):

Potencia del Transformador: 630 kVA

Fusible Tipo HH: para este tipo de fusibles la regla indica que la resistencia que ofrece es aquella que la corriente nominal produce una caída de tensión del orden de 1,6 a 2 V.

$$I_n = \frac{630000}{\sqrt{3} \cdot 400} \left[ \frac{VA}{V} \right] = 909,3 A$$

$$R = \frac{2}{909,3} \left[ \frac{V}{A} \right] = 0,0022 \Omega$$

### 6) y 7) Impedancia de los interruptores

Para los interruptores automáticos BT, es correcto tomar un valor de 0,15 m $\Omega$  para su reactancia y despreciar la resistencia (Dato sacado del cuaderno técnico).

### 8) Impedancia del cable subterráneo que alimenta el galpón de insumos, desde el tablero principal.

Para tener una idea de la impedancia del cable subterráneo que va a alimentar el tablero la oficinas, recurrimos a la potencia asignada a dicho sector, que es de 20 kVA y donde la máxima potencia simultanea es de 11,4 kVA.

La distancia eléctrica entre el tablero principal y el tablero del galpón de insumos es de 30 metros según el plano TF-ING-001 y consideraremos una caída de tensión del 2% para este tramo, adoptamos en forma preeliminar un cable de 4x6 Retenax Valió, del catálogo obtenemos

R=4,2 [ohm/km] y X=0,085 [ohm/km] entonces Rt=0,126 [ohm] y Xt=0,00255 [ohm]

## Trabajo Final

### Cuadro de resumen

		Resistencia (ohm)	Reactancia (ohm)
1	Impedancia de la red aguas arriba	----	11,616
2	Impedancia de los fusibles de alta	0,073	----
	<b>TOTAL al primario del transformador (13,2kV)</b>	<b>0,073</b>	<b>11,616</b>
3	<b>TOTAL referidas al secundario (paso 3)</b>	0,0000605	0,00962
4	Impedancia del transformador:	0,00045	0,0012
5	Impedancia de los fusibles de baja	0,0022	----
6	Impedancia del interruptor principal de la planta.	----	0,00015
7	Impedancia del interruptor del circuito al tablero seccional.	----	0,00015
8	Impedancia del cable subterráneo	0,126	0,00255
	<b>TOTAL a la entrada del tablero (0,38 kV)</b>	<b>0,128</b>	<b>0,0137</b>

Con lo que obtenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 15 metros de fase y 15 metros de neutro de un conductor unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Superastic Flex.

R=7,98 [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto Z=0,24 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,24)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 642A$$

$$I_{cc} \approx 642A$$

#### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos I<sup>2</sup>.s=30000 para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte, In=10 A y clase 3

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

#### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 10A \leq 642A \quad 100A \leq 642A$$

#### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia y por otro lado consideraremos toda la carga del circuito aplicada en al boca más alejada del tablero seccional. Esta situación es más desfavorable que la situación real desde el punto de vista de la caída de tensión, pero nos facilitará el cálculo de la distancia L.

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces...} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde K=2; I=5 A; L=0,015 km (ver plano TF-ING-102/3/6); R=7,98 ohm/km y cos φ = 0,9

$$\Delta U = 2 \cdot 5,45A \cdot 0,015km \cdot 7,98 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,9 = 1,17 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{1,17}{220} \cdot 100\% = 0,53\%$$

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**Circuito de iluminación de uso general 2 (IUG 2):**

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 10 bocas de iluminación en total, 2 bocas en la oficina del recibidor de cereales, dos bocas en el alero semicubierto de entrada, 4 bocas en la oficina del jefe de planta y 2 bocas en el laboratorio (Ver planos TF-ING-102 y TF-ING-103). Las luminarias de las oficinas del jefe de planta y el recibidor de cereales son del modelo LUMENAC ALBA 236, DULUX L 36W/21-840 con dos lámparas de 36 W; mientras que las luminarias del laboratorio son del modelo LUMENAC CONFORT C 336 DULUX L 36W/21-840 con tres lámparas de 36 W; para el alero semicubierto de entrada las luminarias son modelo LUMENAC ENERGY 226 DULUX D 26W/21-840 con dos lámparas de 26 W; El catálogo de luminarias nos indica que la potencia de las lámparas de 36 W debemos considerarla de 45 W para tener en cuenta la potencia del equipo (balastos, arrancadores y capacitor) y para las de 26 W considerarlás de 34 W por igual razón.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

Tenemos 18 lámparas a 45 W cada una lo que nos da una potencia total de 810 W y 4 lámparas de 34 W cada una lo que nos da una potencia total de 134 W, en total 946 W, dichas lámparas están compensadas obteniendo un factor de potencia 0,9. No obstante para el calculo adoptaremos 150 VA por boca.

$$P = I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{V} \quad I_B = \frac{1500VA}{220V} = 6,81A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, tubo rígido de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso general es de  $1,5 \text{ mm}^2$  (Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 21 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1.1 \cdot 21A \quad I_z = 21A \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 21A \quad \text{y} \quad I_B = 6,81A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN se selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n = 10 \text{ A}$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $6,81A \leq I_N \leq 21A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_z$  (Ídem anterior)

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_z \quad 1,45 \cdot 10A \leq 1,45 \cdot 21A \quad 14,5A \leq 30,45A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Hasta el tablero seccional teníamos:

$$Z_i = \sqrt{R_i^2 + X_i^2} = \sqrt{(0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287\Omega$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 25 metros de fase y 25 metros de neutro de un conductor unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  de sección Prysmian Superastic Flex.

## Trabajo Final

$R=7,98$  [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto  $Z=0,399$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,399)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 448,6A$$

$$I_{cc} \approx 448,6A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=30000$  para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte,  $I_n=10$  A y clase 3

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 10A \leq 448,6A \quad 100A \leq 448,6A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [\text{Volt}] \Rightarrow \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [\text{Volt}]$$

Donde  $K=2$ ;  $I=6,81$  A;  $L=0,025$  km (ver plano TF-ING-102/3/6);  $R=13,3$  ohm/km y  $\cos \varphi = 0,9$

$$\Delta U = 2 \cdot 6,81A \cdot 0,025 \text{ km} \cdot 7,98 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,9 = 2,44 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{2,44}{220} \cdot 100\% = 1,11\%$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

## Circuito de iluminación de uso especial (IUE):

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta las dos farolas ornamentales PHILIPS CAMBRIDGE  $1 \times 70-150$  W/CDM-TK, con una lámpara de 150 W cada una (Ver planos TF-ING-102 y TF-ING-103).

Consideraremos una potencia de 190 W por lámpara tener en cuenta la potencia del equipo (balastos, arrancadores y capacitor).

Dicho circuito será subterráneo, con los conductores directamente enterrados, para esto seleccionamos el conductor SINTENAX VALIO 1,1 KV para baja tensión según norma IRAM 2178

### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

Tenemos 2 lámparas de 190 W cada una lo que nos da una potencia total de 380 W, dichas lámparas están compensadas obteniendo un factor de potencia 0,9. No obstante adoptaremos 500 VA por boca.

$$P = I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{V} \quad I_B = \frac{1000VA}{220V} = 4,54A$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, conductor enterrado en cama de arena de 20 cm con losetas de hormigón para protección mecánica (Ver plano TF-ING-105), conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso especial es de  $2,5 \text{ mm}^2$  (Según tabla 771.13.I AEA)

## Trabajo Final

Seleccionamos cable unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 37 A según el catálogo de cables PRYSMIAN para un cable directamente enterrado.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$  (Temperatura de tierra 25°C - Según tabla 771.16.VII.a AEA)

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$  (Tierra normal y seca - Según tabla 771.16.VII.b AEA)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1 \cdot 1 \cdot 37A \quad I_z = 37A \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 37A \quad \text{y} \quad I_B = 4,54A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN se selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n=10$  A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con:  $4,54A \leq I_N \leq 37A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$  (Ídem anteriores)

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,45 \cdot 10A \leq 1,45 \cdot 37A \quad 14,5A \leq 53,65A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Hasta el tablero seccional teníamos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287\Omega$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 10 metros de fase y 10 metros de neutro de un conductor unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección subterráneo Sintenax Valio.

$R=9,55$  [ohm/km] y reactancia  $X=0,0955$  [ohm/km], por lo tanto  $Z=0,19$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,19)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 742,7A$$

$$I_{cc} \approx 742,7A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección se verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=30000$  para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte,  $I_n=10$  A y clase 3

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 10A \leq 742,7A \quad 100A \leq 742,7A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \Rightarrow \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Según planos TF-ING-101/2/6 la distancia a la primera farola es de 10 m aproximadamente contemplando 2 metros por cada acometida y a la segunda farola es de 8 metros contemplando 2 metros por cada acometida.

## Trabajo Final

### Caída de tensión a la primera farola:

K=2; I=1,92 A; L=0,01 km; R=9,55 ohm/km y  $\cos \varphi = 0,9$

$$\Delta U = 2 \cdot 1,92 A \cdot 0,01 km \cdot 9,55 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,9 = 0,33 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{0,33}{220} \cdot 100\% = 0,15\%$$

### Caída de tensión a la segunda farola:

K=2; I=2,27 A; L=0,008 km; R=9,55 ohm/km y  $\cos \varphi = 0,9$

$$\Delta U = 2 \cdot 2,27 A \cdot 0,008 km \cdot 9,55 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,9 = 0,31 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{0,31}{220} \cdot 100\% = 0,14\%$$

La caída de tensión a la segunda farola es de 1,09 V y representa el 0,49%

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

**Nota:** dicho circuito estará accionado por una fotocélula ubicada en la parte superior de la primera farola y constará de un interruptor termomagnético de 6A en cada farola (Ver plano TF-ING-108/9)

## **Circuito de tomacorrientes de uso general 1 (TUG 1):**

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 7 bocas de tomacorrientes (Ver plano TF-ING-104), de las cuáles en 3 de ellas serán destinadas a equipos de computación con una potencia aproximada de 800 VA para cada uno, pero para las otras 4 estimaremos una potencia de 150 VA dado que serán destinados a usos generales desconocidos.

### **1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :**

De acuerdo a lo descrito anteriormente tenemos una potencia 3000 VA

$$P = I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{V} \quad I_B = \frac{3000 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 13,63 \text{ A}$$

### **2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_Z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, tubo rígido de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso general es de  $1,5 \text{ mm}^2$  (Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 21 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1 \cdot 1 \cdot 21 \text{ A} \quad I_z = 21 \text{ A} \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### **3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 21 \text{ A} \quad \vee \quad I_B = 13,63 \text{ A}$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN se selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n = 16 \text{ A}$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $13,63 \text{ A} \leq I_N \leq 21 \text{ A}$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$  (Ídem anteriores)

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \qquad 1,45 \cdot 16A \leq 1,45 \cdot 21A \qquad 23,2A \leq 30,45A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Hasta el tablero seccional teníamos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287\Omega$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 20 metros de fase y 20 metros de neutro de un conductor unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Superastic Flex.

R=7,98 [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto Z=0,319 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,319)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 528,7A$$

$$I_{cc} \approx 528,7A$$

**6) Verificación por máxima exigencia térmica:**

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos I<sup>2</sup>.s=30000 para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte, In=16 A y clase 3

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 16A \leq 528,7A \qquad 160A \leq 528,7A$$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \Rightarrow \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Según planos TF-ING-101/4/6 la distancia a la última boca de tomacorriente está a 20 metros del tablero seccional. Suponemos toda la carga aplicada en la última boca. Esta situación es más desfavorable que la situación real desde el punto de vista de la caída de tensión, pero nos facilitará el cálculo de la distancia L.

K=2; I=13,63 A; L=0,02 km; R=7,98 ohm/km y cos φ = 0,75 (Estimado)

$$\Delta U = 2 \cdot 13,63A \cdot 0,02km \cdot 7,98 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,75 = 3,19 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{3,19}{220} \cdot 100\% = 1,45\%$$

La caída de tensión al extremo del circuito es de 3,19 V ó sea 1,45%

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**Circuito de tomacorrientes de uso general 2 (TUG 2):**

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 8 bocas de tomacorrientes (Ver plano TF-ING-104) de las cuáles en 2 de ellas serán destinadas a equipos de computación con una potencia aproximada de 800 VA para cada uno, pero para las otras 6 estimaremos una potencia de 150 VA dado que serán destinados a usos generales desconocidos.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

De acuerdo a lo descrito anteriormente tenemos una potencia 2500 VA

$$P = I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{V} \quad I_B = \frac{2500VA}{220V} = 11,36A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_Z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, tubo rígido de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso general es de  $1,5 \text{ mm}^2$  (Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 21 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1 \cdot 1 \cdot 21A \quad I_z = 21A \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 16,8A \quad \text{y} \quad I_B = 11,36A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN se selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n = 16 \text{ A}$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $13,63A \leq I_N \leq 21A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$  (Ídem anteriores)

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,45 \cdot 16A \leq 1,45 \cdot 21A \quad 23,2A \leq 30,45A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Hasta el tablero seccional teníamos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287\Omega$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 20 metros de fase y 20 metros de neutro de un conductor unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  de sección Prysmian Superastic Flex.

$R = 7,98 \text{ [ohm/km]}$  y reactancia despreciable, por lo tanto  $Z = 0,319 \text{ [ohm]}$ .

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,319)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 528,7A$$

$$I_{cc} \approx 528,7A$$

## Trabajo Final

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=30000$  para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte,  $I_n=16 \text{ A}$  y clase 3

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 16 \text{ A} \leq 528,7 \text{ A} \quad 160 \text{ A} \leq 528,7 \text{ A}$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [\text{Volt}] \Rightarrow \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [\text{Volt}]$$

Según planos TF-ING-101/4/6 la distancia a la última boca de tomacorriente está a 20 metros del tablero seccional. Y suponemos toda la carga aplicada en la última boca. Esta situación es más desfavorable que la situación real desde el punto de vista de la caída de tensión, pero nos facilitara el calculo de la distancia L.

$K=2$ ;  $I=11,36 \text{ A}$ ;  $L=0,02 \text{ km}$ ;  $R=7,98 \text{ ohm/km}$  y  $\cos \varphi = 0,75$  (Estimado)

$$\Delta U = 2 \cdot 11,36 \text{ A} \cdot 0,02 \text{ km} \cdot 7,98 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,75 = 2,71 [\text{V}]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{2,71}{220} \cdot 100\% = 1,23\%$$

La caída de tensión al extremo del circuito el de  $2,71 \text{ V}$  ó sea  $1,23\%$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

## Circuito de tomacorrientes de uso especial (TUE):

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de  $220 \text{ V}$   $50 \text{ Hz}$ , alimenta 3 bocas de tomacorrientes en el laboratorio (Ver plano TF-ING-104), el uso de estos tomacorrientes será el de alimentar diversas maquinas destinadas a analizar las condiciones de los cereales al entrar o salir de la planta (% de humedad, % de semilla partida; % de suciedad, etc.), las potencias de dichas maquinas oscilan entre los 500 y los 1000 VA dependiendo del fabricante, pero adoptaremos una potencia de 3300 VA según el reglamento AEA.

### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

De acuerdo a lo descrito anteriormente tenemos una potencia 3300 VA

$$P = I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{V} \quad I_B = \frac{3300 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 15 \text{ A}$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, tubo rígido de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso especial es de  $2,5 \text{ mm}^2$  (Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 21 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

## Trabajo Final

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1.1 \cdot 21A \quad I_z = 21A \quad I_z > I_B$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 21A \quad \gamma \quad I_B = 15A$$

Del catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n=16 \text{ A}$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $15A \leq I_N \leq 21A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$  (Ídem anteriores)

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,45 \cdot 16A \leq 1,45 \cdot 21A \quad 23,2A \leq 30,45A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Hasta el tablero seccional teníamos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287 \Omega$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 18 metros de fase y 18 metros de neutro de un conductor unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  de sección Prysmian Superastic Flex.  $R=7,98 \text{ [ohm/km]}$  y reactancia despreciable, por lo tanto  $Z=0,287 \text{ [ohm]}$ .

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,287)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 569,4A$$

$$I_{cc} \approx 569,4A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=30000$  para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte,  $I_n=16 \text{ A}$  y clase 3

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 16A \leq 569,4A \quad 160A \leq 569,4A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \Rightarrow \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Según planos TF-ING-101/4/6 la distancia a la última boca de tomacorriente esta a 18 metros del tablero seccional. Y suponemos toda la carga aplicada en la última boca. Esta situación es más desfavorable que la situación real desde el punto de vista de la caída de tensión, pero nos facilitará el cálculo de la distancia L.

$$K=2; \quad I=11,36 \text{ A}; \quad L=0,018 \text{ km}; \quad R=7,98 \text{ ohm/km} \text{ y } \cos \varphi = 0,75 \text{ (Estimado)}$$

$$\Delta U = 2 \cdot 13,63A \cdot 0,018km \cdot 7,98 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,75 = 2,93[V] \quad \text{ó}$$

sea

$$\Delta U(\%) = \frac{2,93}{220} \cdot 100\% = 1,33\%$$

La caída de tensión al extremo del circuito es de 2,93 volt ó sea 1,33%

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### **Circuito de carga única 1 (ACU 1):**

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 1 boca de tomacorrientes en la sala de recepción y oficinas auxiliares (Ver plano TF-ING-101/4), el uso de este tomacorrientes será el de alimentar la unidad condensadora de un equipo de refrigeración tipo Split de entre 4500 o 6000 frigorías. Los consumos de un equipo de 6000 F es de aproximadamente 14 A dependiendo de la marca, no obstante el manual de instalación exige una alimentación independiente con una sección de 4 mm<sup>2</sup>.

#### **1) Determinación de la corriente de proyecto I<sub>B</sub>:**

De acuerdo a lo descrito anteriormente tomaremos una corriente de proyecto de 15 A

$$I_B = 15A$$

#### **2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I<sub>Z</sub>:**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, tubo rígido de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso específico es de 2,5 mm<sup>2</sup>

(Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de 4 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 28 A de acuerdo a lo descrito anteriormente.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$  (Canalización individual)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1.1 \cdot 28A \qquad I_z = 28A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de 1x4 mm<sup>2</sup> verifica.

#### **3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I<sub>N</sub>:**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 28A \quad \text{y} \quad I_B = 15A$$

Del catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60 de calibre 25 A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $15A \leq I_N \leq 28A$

#### **4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$  (Ídem anteriores)

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \qquad 1,45 \cdot 25A \leq 1,45 \cdot 28A \qquad 36,25A \leq 40,6A$$

#### **5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Hasta el tablero seccional teníamos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287\Omega$$

## Trabajo Final

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 8 metros de fase y 8 metros de neutro de un conductor unipolar de 4 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Superastic Flex.  
R=4,95 [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto Z=0,0792 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,0792)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1138A$$
$$I_{cc} \approx 1138A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 4^2 = 211600 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.X del reglamento de AEA adoptamos I<sup>2</sup>.s=39000 para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte, In=25 A y clase 3

Entonces el conductor de 1x4 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 25A \leq 1138A \quad 250A \leq 1138A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) [V] \Rightarrow \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Según planos TF-ING-101/4/6 la distancia desde el tablero seccional a la boca de tomacorriente es de 8 metros.

Entonces:

$$K=2; \quad I=15A; \quad L=0,008km; \quad R=4,95ohm/km \text{ y } \cos \varphi = 0,8 \quad (\text{Estimado})$$

$$\Delta U = 2 \cdot 15A \cdot 0,008km \cdot 4,95 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,8 = 0,95 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{0,95}{220} \cdot 100\% = 0,43\%$$

La caída de tensión al extremo del circuito es de 0,95 V ó sea 0,43%

Entonces el conductor de 1x4 mm<sup>2</sup> verifica.

## Circuito de carga única 2 (ACU 2):

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 1 boca de tomacorrientes en la oficina del jefe de planta (Ver plano TF-ING-101/4), el uso de este tomacorrientes será el de alimentar la unidad condensadora de un equipo de refrigeración tipo Split de entre 2250 o 3000 frigorías. Los consumos de un equipo de 3000 F es de aproximadamente 7 A dependiendo de la marca, no obstante el manual de instalación exige una alimentación independiente con una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>.

### 1) Determinación de la corriente de proyecto I<sub>B</sub>:

De acuerdo a lo descripto anteriormente tomaremos una corriente de proyecto de 7 A

$$I_B = 7A$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I<sub>Z</sub>:

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, tubo rígido de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso específico es de 2,5 mm<sup>2</sup>

## Trabajo Final

(Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 21 A de acuerdo a lo descrito anteriormente.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$  (Canalización individual)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1.1.21A \quad I_z = 21A \quad I_z > I_B$$

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 21A \quad \text{y} \quad I_B = 7A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor automático termomagnético serie P60 de calibre 20 A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $7A \leq I_N \leq 21A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$  (Ídem anteriores)

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,45 \cdot 20A \leq 1,45 \cdot 21A \quad 29A \leq 30,45A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Hasta el tablero seccional teníamos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287\Omega$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 13 metros de fase y 13 metros de neutro de un conductor unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Superastic Flex.

$R=7,98$  [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto  $Z=0,2075$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,2075)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 704,1A$$

$$I_{cc} \approx 704,1A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.X del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=39000$  para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte,  $I_n=20$  A y clase 3

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

Debe cumplir con:

$$10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 20A \leq 704,1A \quad 200A \leq 704,1A$$

## Trabajo Final

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \operatorname{sen} \varphi) [V] \Rightarrow \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Según planos TF-ING-101/4/6 la distancia desde el tablero seccional a la boca de tomacorriente es de 13 metros.

Entonces:

$$K=2; \quad I=7 \text{ A}; \quad L=0,013 \text{ km}; \quad R=7,98 \text{ ohm/km y } \cos \varphi = 0,8 \quad (\text{Estimado})$$

$$\Delta U = 2 \cdot 7 \text{ A} \cdot 0,013 \text{ km} \cdot 7,98 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,8 = 1,17 [V] \quad \text{ó} \quad \text{sea}$$

$$\Delta U (\%) = \frac{1,17}{220} \cdot 100\% = 0,53\%$$

La caída de tensión al extremo del circuito es de 1,17 V ó sea 0,53%

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### Circuito de carga única 3 (ACU 3):

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 1 boca de tomacorrientes en las oficinas auxiliares y sala de recepción (Ver plano TF-ING-101/4), el uso de este tomacorrientes será el de alimentar la balanza de camiones que esta sobre uno de los laterales de las oficinas. Por requerimientos de dicha balanza son especificados por el contratista. Es necesario dejar prevista una línea de alimentación con un conductor de  $2,5 \text{ mm}^2$  y el consumo de dicha balanza es de 3 A (Datos aportados por el fabricante/contratista)

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

De acuerdo a lo descrito anteriormente tomaremos una corriente de proyecto de 3 A

$$I_B = 3 \text{ A}$$

#### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_Z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, tubo rígido de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso específico es de  $2,5 \text{ mm}^2$

(Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 21 A de acuerdo a lo descrito anteriormente.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$  (Canalización individual)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1 \cdot 1 \cdot 21 \text{ A} \quad I_z = 21 \text{ A} \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

#### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 21 \text{ A} \quad \text{y} \quad I_B = 3 \text{ A}$$

Del catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n = 10 \text{ A}$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $3 \text{ A} \leq I_N \leq 21 \text{ A}$

## Trabajo Final

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$  (Ídem anteriores)

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z$$

$$1,45 \cdot 10A \leq 1,45 \cdot 21A$$

$$14,5A \leq 30,45A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Hasta el tablero seccional teníamos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,128)^2 + (0,0137)^2} = 0,1287\Omega$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 7 metros de fase y 7 metros de neutro de un conductor unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Superastic Flex.

R=7,98 [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto Z=0,112 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1287 + 0,112)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 983A$$

$$I_{cc} \approx 983A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos I<sup>2</sup>.s=30000 para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte, I<sub>n</sub>=10 A y clase 3

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc}$$

$$10 \cdot 10A \leq 983A$$

$$100A \leq 983A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \Rightarrow \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Según planos TF-ING-101/4/6 la distancia desde el tablero seccional a la boca de tomacorriente es de 7 metros.

Entonces:

$$K=2; \quad I=7A; \quad L=0,007km; \quad R=7,98\text{ ohm/km y } \cos \varphi = 0,8 \quad (\text{Estimado})$$

$$\Delta U = 2 \cdot 3A \cdot 0,007km \cdot 7,98 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,8 = 0,27 [V] \quad \text{ó} \quad \text{sea}$$

$$\Delta U (\%) = \frac{0,27}{220} \cdot 100\% = 0,13\%$$

La caída de tensión al extremo del circuito es de 0,27 V ó sea 0,13%

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

## **Sistema de puesta a tierra y conductor de protección (PE)**

El esquema de conexión a tierra exigido para inmuebles dedicados a viviendas u oficinas es el TT, donde la puesta a tierra de servicio debe de estar por lo menos a 10 radios equivalentes de distancia de la puesta a tierra de protección (Ver 771.3.3.1 de AEA).

La corriente diferencial máxima asignada al dispositivo diferencial de protección es de hasta 30 mA, lo que según la tabla 771.3.I, nos exige un valor máximo de impedancia de tierra de  $40\Omega$ .

Utilizaremos como electrodo de puesta a tierra una jabalina de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y 2 metros de longitud de cobre con alma de acero según norma IRAM 2309. El electrodo será del tipo profundo y vinculado al tablero seccional de las oficinas, mediante un conductor de cobre desnudo de 25 mm<sup>2</sup> de sección. El conductor de puesta a tierra "Pat" y el conductor de protección "PE", se vinculan eléctricamente en el borne principal del tablero seccional de las oficinas (Ver plano TF-ING-110 ref. 4)

### **Electrodo de puesta a tierra:**

Utilizaremos como electrodo de puesta a tierra una jabalina de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y 2 metros de longitud de cobre con alma de acero según norma IRAM 2309. Dicho electrodo irá hincado a 5 metros de profundidad, profundidad a la que se consigue valores de impedancia de tierra aproximados a 5 ohm.

Se utilizará un conductor de cobre desnudo de 25 mm<sup>2</sup> de sección para vincular el electrodo con la caja de inspección y desde la caja de inspección al borne equipotencial del tablero, un conductor unipolar de 10 mm<sup>2</sup> (ver plano TF-ING-107), dicha cámara posee una tapa removible a tal fin de poder garantizar las mediciones e inspecciones periódicas.

La conexión entre el electrodo de tierra y el conductor de puesta a tierra se realizará por medio de un tomacables de bronce o latón

### **Selección del conductor de protección (PE):**

De acuerdo a lo establecido en 771-C.3.1.2 de AEA la sección mínima del conductor de protección es de 2,5 mm<sup>2</sup> para un conductor de cobre que pose protección mecánica, y como nuestro conductor de protección es común a varios circuitos lo seleccionaremos de acuerdo a lo establecido en la tabla 771-C.II.

Por lo tanto un conductor de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección marca PRYSMIAN, color verde-amarillo verifica, a excepción de la línea de alimentación de carga única 1 (ACU 1), que por ser de 4 mm<sup>2</sup> de sección, poseerá un conductor de 4 mm<sup>2</sup> sección marca PRYSMIAN, color verde-amarillo.

Las farolas ornamentales (IUE), que se encuentra ubicadas a la intemperie y alejadas de las oficinas, tendrán su propio electrodo de puesta a tierra. Dicho electrodo será del tipo profundo y se conectará a la masa de la farola mediante un conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> (Ver plano TF-ING-108/9)

El electrodo, caja de registro, tomacable y conductor de puesta a tierra serán idénticos a los utilizados en la puesta a tierra del edificio, debiendo cumplir con los mismo requisitos y normas.

## **Resumen circuitos**

<b>Circuito</b>	<b>Conductor</b>	<b>Sección [mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Corriente Admisible [A]</b>	<b>Corriente de línea [A]</b>	<b><math>\Delta V[V]</math></b>	<b><math>\Delta V[\%]</math></b>
IUG 1	Superastic Flex	1x1,5	12	5,45	1,17	0,53
IUG 2	Superastic Flex	1x1,5	12	6,81	2,44	1,11
IUE	Sintenax Valio	2x2,5	37	4,45	0,31	0,14
TUG 1	Superastic Flex	1x2,5	16,8	13,63	3,19	1,45
TUG 2	Superastic Flex	1x2,5	16,8	11,36	2,71	1,23
TUE	Superastic Flex	1x2,5	16,8	15	2,93	1,33
ACU 1	Superastic Flex	1x4	28	15	0,95	0,43
ACU 2	Superastic Flex	1x2,5	21	7	1,17	0,53
ACU 3	Superastic Flex	1x2,5	21	3	0,27	0,13
PE	Superastic Flex	1x2,5	--	--	--	--

Circuito	Protección termomagnética	Protección diferencial
IUG 1	Merlín Gerin serie P60 C10	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA
IUG 2	Merlín Gerin serie P60 C10	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA
IUE	Merlín Gerin serie P60 C10	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA
TUG 1	Merlín Gerin serie P60 C16	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA
TUG 2	Merlín Gerin serie P60 C16	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA
TUE	Merlín Gerin serie P60 C16	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA
ACU 1	Merlín Gerin serie P60 C25	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA
ACU 2	Merlín Gerin serie P60 C20	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA
ACU 3	Merlín Gerin serie P60 C10	Merlín Garín serie ID 25 A/30mA

**Consideraciones y selección de la canalización:**

El tipo y marca de la canalización seleccionada es la línea ELECTROSYSTEM marca SICA

**Descripción:**

Características Generales de los Caños y Accesorios

- Dos grados de protección posibles: Sistemas IP40 e IP65.
- Todos sus elementos son autoextinguibles según IRAM 2206.
- Todos sus elementos son resistentes a la radiación ultravioleta y al ozono.
- Todos sus elementos son resistentes al ataque químico producido por la acción de ácidos, bases, solventes, gases, etc.

Esto permite que se puedan utilizar embutidos en paredes o en losas de hormigón donde los aditivos de los diferentes morteros y la misma humedad pudiesen atacar al caño de hierro tradicional.

Los caños rígidos pueden ser doblados en frío por medio de un resorte de acero flexible introducido por el interior del caño.

La canalización irá montada sobre el cieloraso según plano TF-ING-106 y las bajadas a las cajas de tomacorrientes estarán embutidos como mínimo a 5 cm. de la superficie y tapados con cemento (Ver 771.12.3.3-c AEA). El recorrido de las canalizaciones deberá respetar, en lo posible, la ortogonalidad de los ambientes, prohibiéndose los tendidos en diagonal, por lo tanto estarán formados por líneas rectas unidas por codos de un radio de curvatura adecuada al tipo de conductor. En todos los casos se respetará la cantidad máxima de tres curvas entre bocas.

Los conductores dentro del caño nunca superará más del 35% de la sección interna de la cañería, y no se permitirá mas de 4 conductores cargados por caño sin contar el conductor de PE.

Vemos que los tramos de canalización que más conductores portan, lo hacen teniendo en su interior los circuitos IUG 2 y TUG 2 o IUG 1 y TUE (Ver plano TF-ING-106), ó sea un circuito de 2x1,5mm<sup>2</sup> y otro de 2x2,5mm<sup>2</sup> en ambos casos.

**Detalle de los conductores seleccionados para los circuitos:**

Conductor	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Diámetro exterior [mm]	Área [mm <sup>2</sup> ]
Superastic Flex	1x1,5	3	7,1
Superastic Flex	1x2,5	3,6	10,2
Superastic Flex	1x4	4,1	13,2

**Detalle de los caños seleccionados de la línea ELECTROSYSTEM de SICA:**

Diámetro caño [mm]	Diámetro interior [mm]	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Sección útil (35 %) [mm <sup>2</sup> ]
20	16,9	225	84
25	22	380	133
40	35,8	1006	352

En los tramos donde se tienen 3 conductores de 2,5 mm<sup>2</sup> y dos de 1,5 mm<sup>2</sup> la sección total es:

## Trabajo Final

$$A = 3 \times 10,2 \text{ mm}^2 + 2 \times 7,1 \text{ mm}^2$$

$$A = 44,8 \text{ mm}^2$$

Esta sección es la suma de los conductores de un circuito de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ , uno de  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$  y el conductor de PE y ocupa el 20% de la sección de caño de  $20 \text{ mm}^2$  cumpliendo este con lo planteado anteriormente. Por lo tanto la canalización seleccionada será caño rígido de  $20 \text{ mm}^2$  de sección y 3 metros de longitud línea ELECTROSYSTEM de SICA con un IP 40, con todos sus accesorios como cajas de 4/7 salidas rectangulares, codos de  $90^\circ$  uniones y acoples.

**Circuito de IUE:** El conductor de el circuito que alimenta las farolas ornamentales de la entrada a las oficinas irá enterrado en una fosa de 70 cm de profundidad y 40 cm de ancho, dicho conductor será tendido en una cama de área de 20 cm de espesor, protegidos por losetas de hormigón o ladrillos y señalizados por una faja de seguridad color rojo (Ver planos TF-ING-106/8).

### Compensación factor de potencia y filtro de armónicos

Se prevé el uso de un filtro anti resonante fijo. El equipo seleccionado será de la línea LEYDEN modelo 40FAFXXX con potencias reactivas de 5 a 25 kvar, pero para esto es necesario efectuar previamente las tareas de medición de parámetros eléctricos y armónicas tanto de tensión como de corriente. No obstante, de acuerdo a la potencia instalada en las oficinas (15,7 kVA DPMS), y suponiendo un muy malo factor de potencia  $\cos \phi = 0,55$  podemos hacer algún cálculo estimativo con el objetivo de saber el tamaño del gabinete a utilizar ya que hasta los 25 kvar el gabinete es de 600x400x300.

$$\cos \phi = 0,55$$

$$\phi = \cos^{-1}(0,55)$$

$$\phi = 56^\circ 63'58''$$

$$\text{Sen}(\phi) = \frac{P_R}{P_S}$$

$$P_R = P_S \cdot \text{sen}(\phi)$$

$$P_R = 15,7 \text{ kVA} \cdot \text{sen}(56^\circ 63')$$

$$P_R = 13,1 \text{ kvar}$$

Lo cual nos permite prever que el equipo elegido estará entre los 5kvar y los 20 kvar que viene en un gabinete de 600x400x300 IP 65 para uso exterior.

## **MEMORIA TÉCNICA GALPÓN DE INSUMOS**

La siguiente parte del proyecto no se ajusta al “Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles” de la Asociación Electrotécnica Argentina y por lo tanto será responsabilidad de proyectista el cumplimiento de las normas aplicables a todos los componentes de la instalación.

### **Descripción:**

El galpón de insumos dispondrá de 4 tableros, el tablero seccional y tres tableros con tomacorrientes trifásicos y/o monofásicos.

En dos de ellos habrá solamente tomacorrientes monofásicos y trifásicos, dado que desde ellos se alimentarán máquinas que poseen motores eléctricos de esas características (sinfines helicoidales, clasificadores de cereales, etc.); Habrá en estos tableros al menos un tomacorriente con la posibilidad de invertir el sentido de giro de los motores allí conectados a través del uso de contactores. (Ver plano TF-ING-203 ref. 2 y 3).

El tablero que se encuentra en el sector de soldado tendrá solamente dos tomacorrientes trifásicos y dos monofásicos (Ver plano TF-ING-203 ref. 4) y en tablero que se encuentra en el lugar del banco de herramientas (Ver plano TF-ING-203 ref. 1) se dispondrá de tomacorrientes monofásicos, de los interruptores de iluminación, el sistema de encendido de los extractores de aire que irán en las paredes laterales del galpón y las protecciones de los circuitos que alimentan los otros tableros. En dicho tablero entrará la línea de alimentación principal del galpón y la entrada del sistema de puesta a tierra.

### **Análisis carga de los tableros (Aproximado):**

**Tableros TSG:** Posibles consumos a alimentarse desde este tablero.

<b>Característica del consumo</b>	<b>Potencia [hp/kW]</b>	<b>Corriente [A]</b>
Herramientas de mano	1500 W monofásico	3 A
Circuitos de iluminación	2 circuitos en la zona de pallets y 1 en la zona del taller	
Extractores de aire	4 extractores a seleccionar	
Circuitos de alimentación a TS2 TS3 y TS4		

**Tableros de tomacorrientes T1 y T2:** Posibles consumos a alimentarse desde estos tableros.

<b>Característica del consumo</b>	<b>Potencia [hp/kW]</b>	<b>Corriente [A]</b>
Sin fin helicoidal	1 motor de hasta 5 hp trifásico	8
Clasificadora de cereales	2 motores de 3 hp trifásico	10
Cinta transportadora	1 motor de 3 hp trifásico	5

**Tableros T3:** Posibles consumos a alimentarse desde este tablero.

<b>Característica del consumo</b>	<b>Potencia [hp/kW]</b>	<b>Corriente [A]</b>
Soldadora eléctrica de arco (350 A)	6 kVA trifásico	12 A
Soldadora eléctrica de alambre	6 kVA trifásico	12 A
Cortadora de plasma 20 mm	10000 W trifásico	20 A
Herramientas de mano	1500 W monofásico	6 A

### **Iluminación Interior del galpón de insumos:**

Para la iluminación de los sectores internos se seleccionó luminarias colgantes marca LUMENAC mod. POLAR 2 con lámparas de mercurio halogenado de 250 W. Dichas luminarias irán sujetadas mediante riendas de cables de acero desde la cableada del techo. El flujo nominal de dichas luminarias es de 19000 lúmenes.

Sobre el lugar donde estará montado el banco de herramientas habrá una boca de iluminación para una luminaria marca LUMENAC mod. DELTA 158 con un tubo fluorescente de 58 W y 5200 lúmenes.

### **Extractores de aire**

Los extractores de aire serán marca ATENAS, axiales de pala fundida reforzada con motores eléctricos trifásicos marca SIEMENS.

Estarán comandados desde el TSG, mediante un arranque directo con contactor y se accionarán en forma independientes. Los caudales de dichos extractores van desde los 50 m<sup>3</sup>/min hasta los 720 m<sup>3</sup>/min

## Trabajo Final

### **Consideraciones sobre la canalización:**

Los materiales seleccionados para la canalización son bandejas de chapa perforada marca SAMET de chapa pesada y las bajadas a los tableros serán de caños de la línea ELECTROSYSTEM marca SICA. Se utilizarán caños rígidos, IP 65 para uso exterior.

### **Descripción:**

Características Generales de los Caños y Accesorios

- Dos grados de protección posibles: Sistemas IP40 e IP65.
- Todos sus elementos son autoextinguibles según IRAM 2206.
- Todos sus elementos son resistentes a la radiación ultravioleta y al ozono.
- Todos sus elementos son resistentes al ataque químico producido por la acción de ácidos, bases, solventes, gases, etc.

## MEMORIA DE CÁLCULO

### Cálculo de iluminación: Método de los lúmenes.

Este cálculo prevé el diseño de la iluminación de los distintos sectores de trabajo, para lo cual se tuvo presente las normas IRAM – AADL (Asociación Argentina De Luminotecnia) J 20-05, J 20-06 y J 20-17. El cálculo lumínico se realizó con un software específico como así también por el método manual de los lúmenes.

En el galpón de insumos se diferencian 2 aéreas con distintas aplicaciones, por un lado la zona de depósito donde según la norma IRAM – AADL J 20-06 debe tener una intensidad lumínica de entre 100 y 200 lx y la zona del taller donde para soldaduras y ajuste de maquinas la norma IRAM – AADL J 20-06 debe tener una intensidad lumínica de entre 300 y 500 lx.

Se contempló en todas las áreas de actividad, pudiendo lograr suficiente fuente de luz para facilitar las tareas operativas a cualquier hora del día.

#### Luminarias Adoptadas:

**POLAR 2 250W HQI-E con lámpara de mercurio halogenado de 250 W.**

#### **DATOS:**

Cuerpo: de aluminio inyectado en una sola pieza con aletas de enfriamiento.

Reflector/óptica: policarbonato metalizado con pulido especular interior.

Pintura: poliéster texturada homeada.

Portalámparas: de tipo cerámico con resorte bajo el contacto central. T240, 16A / 750V y tensión de encendido 5kV.

Cableado: interno con aislación primaria de silicona y malla protectora de fibra de vidrio, y terminal.

Equipo: balasto, ignitor electrónico, capacitor y bornera de conexión. 230V / 50Hz.

Montaje: brida de acero para colgar Ø int. 19 mm.

Accesorio: lente cónica acrílica, con clips de acero inoxidable para sujeción IP23.

Aplicaciones: comercial, decorativa, almacenes y depósitos.

**DELTA 158 L58/21-840 plus con un tubo fluorescente de 58 W.**

#### **DATOS:**

Cuerpo: de chapa zincada y prepintada con pintura poliéster blanca con punteras de ABS. Reflector: opcionales del tipo simétrico, asimétrico y directo-indirecto.

Portalámparas: en policarbonato con contactos de bronce fosforoso, 2A / 250V, código de temperatura T140. Cableados: cable rígido de sección 0.50 mm<sup>2</sup>, aislación de PVC-HT resistente a 90°C, bornera de conexión de 2b+T con sección máxima de 2,5 mm<sup>2</sup>.

Equipo: balastos y arrancadores de primera calidad. Alimentación 230V / 50Hz.

Versiones: con y sin capacitor ó con balasto electrónico.

Aplicaciones: almacenes, depósitos, salones comerciales, garages, etc.

#### Zona de depósito:

De acuerdo con la reglamentación la iluminancia media debe ser Emed=200 lux.

Tomando para el cálculo una superficie de 10x21=210 m<sup>2</sup> y usando una luminaria tipo POLAR 2

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad a = 21m \quad b = 10m \quad h = 4.5m - 0.5m = 4m$$

Dado que 4,5 m. es la altura del techo, las luminarias irán colgadas a 4 metros de altura y como plano de trabajo se toma el suelo.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{21 \cdot 10}{4 \cdot (21 + 10)} = 1,69$$

## Trabajo Final

Del manual de baja tensión sacamos los índices de reflexión de paredes techos y suelo.

$$\rho_{techo} = 0,4 \quad \rho_{pared} = 0,4 \quad \rho_{piso} = 0,2$$

Para la tabla adoptamos:

$$\rho_{techo} = 0,3 \quad \rho_{pared} = 0,3 \quad \rho_{piso} = 0,2 \quad K = 1,69$$

Interpolando obtengo un factor de utilización de  $\eta_B = 0,52$

Teniendo en cuenta que es un ambiente con una polución importante y que es una luminaria abierta consideramos un factor de depreciación de  $\delta = 0,8$

Con esto calculo los lúmenes totales necesarios en el área en cuestión.

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B} = \frac{200 \text{ lx} \cdot 210 \text{ m}^2}{0,8 \cdot 0,52} = 100961 \text{ [lumen]}$$

Ahora procedo a calcular el número de luminarias...

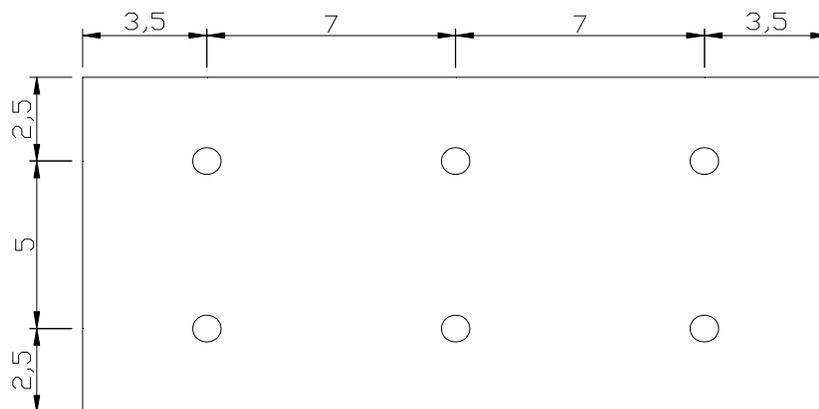
$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I} = \frac{100961 \text{ lumen}}{1 \text{ lampara} \cdot 19000 \text{ lumen/lamparas}} = 5,31$$

Redondeando por exceso, pondremos 6 luminarias POLAR 2 250W HQI-E con lámpara de mercurio halogenado de 250 W.

Al realizar el proyecto por medio del software LUMELUX 05 nos da con 6 luminarias los siguientes datos...

Emed.	Emin.	Emax.	G1=Emin/Emed	G2=Emin/Emax
250 lux	142 lux	344 lux	1:1,7	1:2,4

Entonces implementaremos 6 luminarias distribuidas de la siguiente manera...



### Zona del taller de reparaciones:

De acuerdo con la reglamentación la iluminancia media debe ser  $E_{med} = 500 \text{ lux}$ . Tomando para el cálculo una superficie de  $10 \times 4 = 40 \text{ m}^2$  y usando una luminaria tipo POLAR 2

## Trabajo Final

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad a = 4m \quad b = 10m \quad h = 4.5m - 0.5m = 4m$$

Dado que 4,5 m. Es la altura del techo, las luminarias irán colgadas a 4 metros de altura y como plano de trabajo se toma el suelo.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{4 \cdot 10}{4 \cdot (4 + 10)} = 0,71$$

Del manual de baja tensión sacamos los índices de reflexión de paredes techos y suelo.

$$\rho_{techo} = 0,4 \quad \rho_{pared} = 0,4 \quad \rho_{piso} = 0,2$$

Para la tabla adoptamos:

$$\rho_{techo} = 0,3 \quad \rho_{pared} = 0,3 \quad \rho_{piso} = 0,2 \quad K = 0,71$$

Interpolando obtengo un factor de utilización de  $\eta_B = 0,39$

Teniendo en cuenta que es un ambiente con una polución importante y que es una luminaria abierta consideramos un factor de depreciación de  $\delta = 0,8$

Con esto calculo los lúmenes totales necesarios en el área en cuestión.

$$\phi = \frac{E_{med} \cdot S}{\delta \cdot \eta_B} = \frac{500lx \cdot 40m^2}{0,8 \cdot 0,39} = 64102.[lumen]$$

Ahora procedo a calcular el número de luminarias...

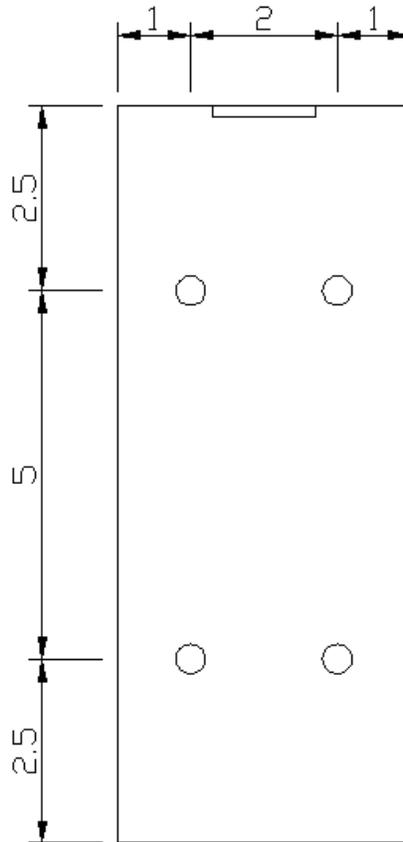
$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_I} = \frac{64102.lumen}{1lampara \cdot 19000 lumen/lamparas} = 3,38$$

Redondeando por exceso, pondremos 4 luminarias POLAR 2 250W HQI-E con lámpara de mercurio halogenado de 250 W y utilizaremos una luminaria DELTA 158 L58 en el lugar del banco de herramientas.

Al realizar el proyecto por medio del software LUMELUX 05 nos da los siguientes datos...

Emed.	Emin.	Emax.	G1=Emin/Emed	G2=Emin/Emax
507 lux	338 lux	610 lux	1:1,5	1:1,8

Entonces implementaremos 4 luminarias distribuidas de la siguiente manera...



### **Selección de los ventiladores de aire axiales:**

Por su principio de funcionamiento, son especialmente aptos para ser instalados sobre paredes, ductos o tableros y máquinas con sentidos de ventilación en cualquier dirección, siempre coincidentes con su eje (axial).

Para su montaje se debe tener en cuenta su función (extracción o inyección) ya que el aire debe circular en dirección desde las aspas hacia el motor. Normalmente esto se logra cuando el motor gira en sentido horario (es decir hacia la derecha). Un cambio en el sentido de rotación reduce el caudal nominal de aire en aproximadamente un 35%.

Los valores de caudal informados por el fabricante, en general, se basan en una diferencial de presión (o sobrepresión estática) de 0 N/m<sup>2</sup>, un medio a transportar equivalente al aire a 15 °C y una presión atmosférica normal (1033 HPa).

El motor es del tipo cerrado IP44; en el caso de ser monofásico el capacitor de arranque no se encuentra montado sobre su carcasa a fin de permitir que el aire circule libremente sin resistencias ni turbulencias por la superficie del motor, con lo que se aumenta el caudal nominal del ventilador y se reduce el nivel de ruido.

La selección de un ventilador se hace teniendo en cuenta las condiciones de montaje, la tensión disponible y las condiciones exigidas: caudal y sobrepresión.

#### **Determinación del caudal necesario:**

Teniendo en cuenta de que en galpón de insumos habrá un número reducido de personas, solo en los momentos de carga y descarga de insumos y que para depósitos, galpones o hangares, generalmente se

## Trabajo Final

calcula el caudal requerido para ventilarlo adecuadamente en base al volumen del local y a la cantidad de veces que se desea renovar el aire en una hora.

$$Q = \frac{Vx(R/h)}{3600}$$

Donde

Q = caudal de aire requerido (m<sup>3</sup>/s)

V = volumen del local a ventilar (m<sup>3</sup>)

R/h = cantidad de renovaciones de aire por hora

El galpón de insumos tiene unas dimensiones de 25 metros de largo, 10 metros de ancho y 4,5 metros de alto, lo que nos da un volumen de 1125 m<sup>3</sup> (Según plano TF-ING-201) y de la siguiente tabla del fabricante adoptamos 12 renovaciones por hora.

Local	Renovaciones por hora
Iglesias	1 a 4
Instalaciones de vivienda	3 a 5
Oficinas y despachos	5 a 8
Salas de conferencias, aulas, escuelas	4 a 10
Restaurantes, casinos, comedores	5 a 10
Comercios en general	6 a 10
Cuartos de baño y guardarropas	8 a 10
Talleres de pintura, fundiciones	20 a 50
Supermercados	8 a 15
Cafés y bares	10 a 12
Salas de espectáculos y bailes	10 a 15
Clinicas, hospitales, laboratorios	6 a 10
Clinicas de cirugía y quirófanos	10 a 20
Sanitarios públicos, tintorerías, lavanderías	15 a 20
Salas de enfermos infecciosos	20 a 40
Sótanos y depósitos	6 a 12
Estacionamientos subterráneos	10 a 15
Depósitos de basuras y desechos	10 a 20
Cocinas y pastelerías	10 a 20
Panaderías, hornos, salas de calderas	20 a 40
Talleres, fábricas, almacenes	6 a 12
Manufacturas textiles y de papel	10 a 20
Salas de copia y fotografía	12 a 20
Fábricas de productos insalubres	12 a 25

**Tabla 3.** Renovaciones de aires recomendadas para algunos locales comunes en la práctica.

Los que nos queda un caudal necesario de:

$$Q = \frac{1125m^3 \times 12}{3600s} = 3,75 \frac{m^3}{s}$$

Dicho caudal es el caudal total necesario, dado que colocaremos 4 extractores (Según plano TF-ING-203), el caudal de cada extractor será de 0,9375 m<sup>3</sup>/s

### Sobrepresión estática

Es la que debe vencer y depende de las resistencias del sistema donde está instalado el ventilador y debemos considerarlas ya que influye sobre el caudal de aire. Para ventiladores que se instalan en locales (por ejemplo en las paredes) se estiman entre 20 y 50 N/m<sup>2</sup>.

Si se conectan a tuberías o ductos, o a aparatos para el tratamiento del aire, se deben añadir la resistencia que estos producen; los casos más comunes son:

- 1) Sin persianas ni filtros; sobrepresión estática: 0 N/m<sup>2</sup>
- 2) Con persianas, sin filtros; sobrepresión estática: 10 a 30 N/m<sup>2</sup>
- 3) Con ventanas y filtros; sobrepresión estática: 50 a 100 N/m<sup>2</sup>

## Trabajo Final

Entonces, considerando una sobrepresión de 50 N/m<sup>2</sup>, un caudal unitario de 0,9375 m<sup>3</sup>/s y que la alimentación eléctrica es de 380 V, 50Hz.

Tipo	Diámetro mm	Caudal m <sup>3</sup> /s	Potencia kW	Ruido dB-A	Sobrepresión N/m <sup>2</sup>						
					0	30	50	100	150	200	300
<b>Motor monofásico, 4 polos</b>											
1	250	0,38	0,05	62	0,38	0,25	0,16				
2	316	0,70	0,09	62	0,70	0,60	0,53				
3	350	1,01	0,11	68	1,01	0,90	0,87	0,50			
4	400	1,45	0,22	74	1,44	1,30	1,18	0,90			
5	500	2,93	0,70	78	2,93	2,75	2,70	2,40	2,17	1,80	
<b>Motor trifásico, 4 polos</b>											
6	400	1,45	0,20	74	1,45	1,30	1,18	0,90			
7	500	2,93	0,66	78	2,93	2,75	2,70	2,40	2,17	1,80	
8	630	5,33	1,60	87	5,33	5,20	5,10	4,76	4,50	4,10	2,45
9	710	8,37	3,58	91	8,37	8,20	8,10	7,80	7,80	7,00	6,00
<b>Motor trifásico, 6 polos</b>											
10	500	1,91	0,19	68	1,92	1,75					
11	630	3,55	0,51	76	3,55	3,32	3,10	2,50	1,65		
12	710	5,27	1,20	80	5,27	5,25	4,98	4,48	3,84	3,10	

**Tabla 2.** Caudal de aire Q (m<sup>3</sup>/s) impulsado según diferentes sobrepresiones estáticas.

De la siguiente tabla del fabricante, adoptamos un extractor de 400mm de diámetro, con un motor trifásico de 4 polos y 0.20 kW (0,25 hp) de potencia eléctrica que nos aporta un caudal de 1,18 m<sup>3</sup>/s.

### Verificación:

Cantidad de extractores: 4. Mod: XTF140. Marca Atenas  
Caudal unitario con sobre presión de 50 N/m<sup>2</sup>: 0.9375 m<sup>3</sup>/s

$$\text{Caudal total horario: } Q = 4_{ext} \cdot 0,9375 \frac{m^3}{s_{ext}} \cdot \frac{3600s}{1hora} = 13500 \frac{m^3}{h}$$

$$\text{Como el volumen del local es de: } V = LxAxH = 25m \cdot 10m \cdot 4,5m = 1125m^3$$

$$\text{Obtenemos: } R/h = \frac{13500m^3/h}{1125m^3} = 12 \text{ Renovaciones por hora, con los cuatros extractores encendidos.}$$

Nota: Los extractores se podrán encender de manera individual, mediante arranques directo con contactores según (TF-ING-210), lo que nos permitirá tener distintos niveles de ventilación.

### Cálculo de conductores

Dado que las instalaciones abiertas no están contempladas en el reglamento de la asociación electromecánica Argentina AEA, el diseño, cálculo y montaje es responsabilidad del proyectista, no obstante para determinar las secciones de los conductores se tuvieron en cuenta 8 pasos, como se indica en la "Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles" de la Asociación Electrotécnica Argentina, edición 2006.

Los conductores seleccionados son unipolares, marca PRYSMIAN, SUPERRASTIC FLEX, para instalaciones fijas en edificios civiles y PRYSMIAN SINTENAX VALIO cuyas características se describieron anteriormente.

#### Circuito de iluminación de uso especial 1 (IUE 1):

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 4 luminarias POLAR 2 250W HQI-E con lámpara de mercurio halogenado de 250 W (Ver planos TF-ING-202), cuya potencia la consideraremos de 280 W, para tener en cuenta la potencia del equipo (balastos, arrancadores y capacitor).

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

Tenemos 4 lámparas de 280 W cada una lo que nos da una potencia total de 1120 W, dichas lámparas están compensadas obteniendo un factor de potencia 0,9.

$$P = I_B \cdot V \qquad I_B = \frac{P}{V} \qquad I_B = \frac{2000VA}{220V} = 9,1A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, bandeja metálica perforada SAMET, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso especial es de 2,5 mm<sup>2</sup> (Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 21 A.

Y teniendo en cuenta lo siguiente...

#### Factores de corrección por temperatura y por agrupamiento (Catálogo de cables PRYSMIAN)

Material	Temperatura [°C]										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57

Cantidad de circuitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encerrados	1	0.8	0.7	0.65	0.6	0.57	0.54	0.52	0.5	0.45	0.41	0.38
Una sola capa, sobre pared, piso o bandeja no perforada	1	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.7	0.7	0.7	0.7
Una sola capa fijada debajo de cielorraso	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61	0.61	0.61	0.61
Una sola capa sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrampada	1	0.87	0.82	0.8	0.8	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,77$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1.0,77 \cdot 21A \qquad I_z = 16,17A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_Z = 16,17A \quad \text{y} \quad I_B = 9,1A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN se selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_N=10 A$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $9,1A \leq I_N \leq 16,17A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_Z$$

Siendo:

$I_2 = 1,3 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2.

$I_2 = 1,45 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60898.

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_Z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2).Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z$$

$$1,45 \cdot 10A \leq 1,45 \cdot 16,17A$$

$$14,5A \leq 23,45A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

El cuaderno técnico N°158 de SCHNEIDER ELECTRIC nos da un método para calcular la corriente de cortocircuito de sistemas monofásico y trifásicos.

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad \text{Para una falla monofásica}$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} \quad \text{Para una falla trifásica}$$

$Z_{CC}$ =Impedancia de la fase aguas arriba de la falla

$Z_{LN}$ =Impedancia del neutro aguas arriba de la falla

$U$ =Tensión de vacío del transformador (Considerada 410 V)

Procederemos a calcular la corriente de cortocircuito para una falla trifásica y esa corriente es la que usaremos para el cálculo de los conductores.

Según el esquema unifilar general de la planta (ver plano TF-ING-AAA-falta hacer).

- 1) Impedancia aguas arriba de la subestación transformadora (impedancia de la red)
- 2) Impedancia de los fusibles de alta del transformador.
- 3) Impedancia del transformador.
- 4) Impedancia de los fusibles de baja del transformador.
- 5) Impedancia del interruptor principal de la planta.
- 6) Impedancia del interruptor del circuito al galpón de insumos.
- 7) Impedancia del cable subterráneo que alimenta el galpón de insumos, desde el tablero principal.

Los pasos del 1 al 6 son iguales a los realizados para hallar la corriente de cortocircuito del sector oficinas, por lo tanto retomamos el cálculo a partir del conductor subterráneo que alimenta el galpón de insumos

**7) Impedancia del cable subterráneo que alimenta el galpón de insumos, desde el tablero principal.**

Para tener una idea de la impedancia del cable subterráneo que va a alimentar el tablero del galpón de insumos, debemos hacer un análisis previo de la corriente asignada al tablero y poder ver que cable es el adecuado para alimentarlo.

Sabemos que desde este tablero se van a alimentar 10 lámparas de 250 W, 4 extractores de 0,25HP y que sumados a los tableros de tomacorrientes de uso especial descriptos en la memoria técnica y el plano

## Trabajo Final

TF-ING-203, la corriente de todas las cargas de este tablero es de 100 A aproximadamente, pero asignando un coeficiente de simultaneidad de 0,6, nos queda que la corriente asignada a este tablero es de 60 A.

La distancia eléctrica entre el tablero principal y el tablero del galpón de insumos es de 110 metros según el plano TF-ING-001 y consideraremos una caída de tensión del 2% para este tramo, adoptamos un conductor de 3x25/16 sintenax Valio, del catálogo obtenemos

$R=0,933$  [ohm/km] y  $X=0,078$  [ohm/km] entonces  $R_t=0,1026$  [ohm] y  $X_t=0,0086$  [ohm]

### Cuadro de resumen

		Resistencia (ohm)	Reactancia (ohm)
1	Impedancia de la red aguas arriba	----	11,616
2	Impedancia de los fusibles de alta	0,073	----
	<b>TOTAL al primario del transformador (13,2kV)</b>	<b>0,073</b>	<b>11,616</b>
3	<b>TOTAL referidas al secundario (paso 3)</b>	0,0000605	0,00962
4	Impedancia del transformador:	0,00045	0,0012
5	Impedancia de los fusibles de baja	0,0022	----
6	Impedancia del interruptor principal de la planta.	----	0,00015
7	Impedancia del interruptor del circuito al tablero seccional.	----	0,00015
8	Impedancia del cable subterráneo	0,1026	0,0086
	<b>TOTAL a la entrada del tablero (0,38 kV)</b>	<b>0,1053</b>	<b>0,01972</b>

Con lo que obtenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,1053)^2 + (0,01972)^2} = 0,1071\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 14 metros de fase y 14 metros de neutro de un conductor unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Superastic Flex.

$R=7,98$  [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto  $Z=0,223$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1071 + 0,223)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 717,3A$$

$$I_{cc} \approx 717A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=30000$  para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte,  $I_n=10$  A y clase 3

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 10A \leq 717A \quad 100A \leq 717A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia y por otro lado consideraremos toda la carga del circuito aplicada en al boca mas alejada del tablero seccional. Esta situación es más desfavorable que la situación real desde el punto de vista de la caída de tensión, pero nos facilitará el cálculo de la distancia L.

## Trabajo Final

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \operatorname{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces...} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K=2$ ;  $I=9,1 \text{ A}$ ;  $L=0,014 \text{ km}$  (ver plano TF-ING-204);  $R=7,98 \text{ ohm/km}$  y  $\cos \varphi = 0,9$

$$\Delta U = 2 \cdot 9,1 \text{ A} \cdot 0,014 \text{ km} \cdot 7,98 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,9 = 1,83 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{1,83}{220} \cdot 100\% = 0,83\%$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### **Circuito de iluminación de uso especial 2 (IUE 2):**

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 3 luminarias POLAR 2 250W HQI-E con lámpara de mercurio halogenado de 250 W (Ver planos TF-ING-202), cuya potencia la consideraremos de 280 W, para tener en cuenta la potencia del equipo (balastos, arrancadores y capacitor). No obstante tomaremos 500 VA por boca.

#### **1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :**

Tenemos 3 boca de 500 VA, lo que nos da una potencia del circuito de 1500 VA.

$$P = I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{V} \quad I_B = \frac{1500 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 6,82 \text{ A}$$

#### **2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_Z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, bandeja metálica perforada SAMET, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso especial es de  $2,5 \text{ mm}^2$  (Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 21 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,77$

(ídem anterior)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,0,77 \cdot 21 \text{ A} \quad I_z = 16,17 \text{ A} \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

#### **3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 16,17 \text{ A} \quad \text{y} \quad I_B = 6,82 \text{ A}$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN se selecciona un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n=10 \text{ A}$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $6,82 \text{ A} \leq I_N \leq 16,17 \text{ A}$

#### **4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_Z$$

Siendo:

$I_2 = 1,3 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2.

$I_2 = 1,45 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60898.

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2). Entonces:  $1,3 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,45 \cdot 10 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 16,17 \text{ A} \quad 14,5 \text{ A} \leq 23,45 \text{ A}$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:  $Z_i = \sqrt{R_i^2 + X_i^2} = \sqrt{(0,1053)^2 + (0,01972)^2} = 0,1071\Omega$  (Hasta el tablero seccional)

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 33 metros de fase y 33 metros de neutro de un conductor unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Superastic Flex. R=7,98 [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto Z=0,527 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1071 + 0,527)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 373,3A$$

$$I_{cc} \approx 373A$$

**6) Verificación por máxima exigencia térmica:**

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos I<sup>2</sup>.s=30000 para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte, In=10 A y clase 3

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

Debe cumplir con  $10 \cdot I_N \leq I_{cc}$        $10 \cdot 10A \leq 373A$        $100A \leq 373A$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas. No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia y por otro lado consideraremos toda la carga del circuito aplicada en al boca mas alejada del tablero seccional. Esta situación es más desfavorable que la situación real desde el punto de vista de la caída de tensión, pero nos facilitará el cálculo de la distancia L.

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces...} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde K=2; I=6,82 L=0,033m (ver plano TF-ING-204); R=7,98 Ohm/Km y cos φ = 0,9

$$\Delta U = 2 \cdot 6,82A \cdot 0,033km \cdot 7,98 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,9 = 3,23 [V] \quad \text{o sea}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{3,23}{220} \cdot 100\% = 1,47\%$$

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**Circuito de iluminación de uso especial 3(IUE 3):**

**Descripción:** Es un circuito monofásico con una alimentación de 220 V 50 Hz, alimenta 3 luminarias POLAR 2 250W HQI-E con lámpara de mercurio halogenado de 250 W (Ver planos TF-ING-202), cuya potencia la consideraremos de 280 W, para tener en cuenta la potencia del equipo (balastos, arrancadores y capacitor).

## Trabajo Final

### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

Tenemos 3 lámparas de 280 W cada una lo que nos da una potencia total de 840 W, dichas lámparas están compensadas obteniendo un factor de potencia 0,9. No obstante adoptaremos para el cálculo una potencia de 500 VA por boca

$$P = I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{V} \quad I_B = \frac{1500VA}{220V} = 6,82A$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_Z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, bandeja metálica perforada SAMET, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico y que la sección mínima para un circuito de uso especial es de 2,5 mm<sup>2</sup> (Según tabla 771.13.I AEA)

Seleccionamos cable unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 21 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,77$

(ídem anterior)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,0,77 \cdot 21A \quad I_z = 16,17A \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 16,17A \quad \text{y} \quad I_B = 6,82A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor automático termomagnético serie P60,  $I_n = 10A$ , curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $6,82A \leq I_N \leq 16,17A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_Z$$

Siendo:

$I_2 = 1,3 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2.

$I_2 = 1,45 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60898.

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_Z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2). Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,45 \cdot 10A \leq 1,45 \cdot 16,17A \quad 14,5A \leq 23,45A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

$$\text{Tenemos: } Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,1053)^2 + (0,01972)^2} = 0,1071\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 28 metros de fase y 28 metros de neutro de un conductor unipolar de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Superastic Flex.

$R = 7,98$  [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto  $Z = 0,447$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1071 + 0,447)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 427,2A$$

$$I_{cc} \approx 427A$$

## Trabajo Final

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=30000$  para un interruptor termomagnético de 4500 A de poder de corte,  $I_n=10 \text{ A}$  y clase 3

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 10 \text{ A} \leq 427 \text{ A} \qquad 100 \text{ A} \leq 427 \text{ A}$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia y por otro lado consideraremos toda la carga del circuito aplicada en el boca mas alejada del tablero seccional. Esta situación es mas desfavorable que la situación real desde el punto de vista de la caída de tensión, pero nos facilitara el calculo de la distancia L.

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \text{sen} \phi) [V] \qquad \text{Entonces...} \qquad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \phi [V]$$

Donde  $K=2$ ;  $I=6,82 \text{ A}$   $L=0,028 \text{ km}$  (ver plano TF-ING-204);  $R=7,98 \text{ ohm/km}$  y  $\cos \phi = 0,9$

$$\Delta U = 2 \cdot 6,82 \text{ A} \cdot 0,028 \text{ km} \cdot 7,98 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,9 = 2,74 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{2,74}{220} \cdot 100\% = 1,25\%$$

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### Circuito de alimentación de los extractores E1, E2, E3 y E4:

**Descripción:** Son circuitos trifásicos sin neutro con una alimentación de 380 V 50 Hz. Estos circuitos alimentarán eléctricamente a los 4 extractores axiales, que renovarán el aire del galpón. Dichos extractores poseen un motor de 0,25 hp y serán accionados por un arranque directo mediante contactor y protegidos por un guardamotor. Los cuatro circuitos son prácticamente iguales, excepto por pequeñas variaciones en la distancia, motivo por el cual calcularemos los 4 circuitos en simultaneo, haciendo el último paso (Cálculo de la caída de tensión), para cada uno por separado.

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

Tenemos 1 motor de 0,25 hp=0,2kW de potencia y suponiendo un factor de potencia 0,85.

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} \qquad I_B = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} \left[ \frac{W}{V} \right] = 0,35 \text{ A}$$

#### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_Z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, bandeja metálica perforada SAMET, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de  $2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 22 A.

Adoptamos:

## Trabajo Final

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,77$

(Ídem anterior)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,0,77 \cdot 22A \quad I_z = 16,94A \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 16,94A \quad \text{y} \quad I_B = 0,35A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC se selecciona un guardamotor GV2ME04 regulado en 0,5 A, cumpliendo con;  $0,35A \leq I_N \leq 12,32A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_Z$$

Siendo:

$I_2 = 1,3 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2.

$I_2 = 1,45 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60898.

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_Z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2). Entonces:  $1,3 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$

$$1,3 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,3 \cdot 0,5A \leq 1,45 \cdot 16,94A \quad 0,65A \leq 24,57A$$

Nota: Los guardamotors GV2-ME, GV2-P y GV3-P son guardamotors magnetotérmicos tripolares adaptados al mando y a la protección de los motores, de conformidad con las normas IEC 60947-2

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

$$\text{Tenemos: } Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,1053)^2 + (0,01972)^2} = 0,1071\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 28 metros de un conductor tripolar Sintenax Valio  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ , con  $R=9,55 \text{ [ohm/km]}$  y  $X_l=0,09995 \text{ [ohm/km]}$ , por lo tanto  $R_t=0,267 \text{ [ohm]}$   $X_t=0,0028 \text{ [ohm]}$ , lo que nos da  $Z=0,267 \text{ [ohm]}$ .

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_L)} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1071 + 0,267)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 632,7A$$

$$I_{cc} \approx 633A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

Nota: Se desconocen datos o curvas de la máxima energía específica pasante de los guardamotors utilizados (GV2-ME, GV2-P y GV3-P del fabricante Schneider), pero si se conoce el poder de corte de estos (100kA, 50kA, 15kA y 10kA para tensiones de 410 V y diferentes calibres).

Por lo tanto adoptaremos por aproximación las tablas del reglamento AEA 771-H.IX y 771-H.X

La sección se verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.IX del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=84000$  para un interruptor termomagnético de 10000 A de poder de corte,  $I_n=0,5 \text{ A}$  (regulado) y clase 3

Entonces el conductor de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

Debe cumplir con  $10 \cdot I_N \leq I_{cc}$        $10 \cdot 0,5A \leq 633A$        $5A \leq 633A$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.  
No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia.

$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V]$       Entonces...       $\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;       $I = 0,35 A$        $R = 9,55 \text{ ohm/km}$       y       $\cos \varphi = 0,85$

Para el extractor E1:  $L = 0,028$  metros

$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 0,35A \cdot 0,028km \cdot 9,55 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,85 = 0,13 [V]$

$\Delta U (\%) = \frac{0,13}{380} \cdot 100\% = 0,04\%$

Para el extractor E2:  $L = 0,035$  metros

$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 0,35A \cdot 0,035km \cdot 9,55 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,85 = 0,18 [V]$

$\Delta U (\%) = \frac{0,18}{380} \cdot 100\% = 0,05\%$

Para el extractor E3:  $L = 0,036$  metros

$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 0,35A \cdot 0,036km \cdot 9,55 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,85 = 0,18 [V]$

$\Delta U (\%) = \frac{0,18}{380} \cdot 100\% = 0,05\%$

Para el extractor E4:  $L = 0,031$  metros

$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 0,35A \cdot 0,031km \cdot 9,55 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,85 = 0,15 [V]$

$\Delta U (\%) = \frac{0,15}{380} \cdot 100\% = 0,045\%$

Entonces el conductor de  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica para los 4 circuitos de los extractores.

**Circuito de alimentación al tablero de tomacorrientes especiales 1 y 2 (TUE 1/2):**

**Descripción:** Son circuitos trifásicos con neutro de 380 V, 50 Hz. De donde se alimentarán diversas máquinas de uso común en este galpón (sinfines helicoidales, clasificadoras de cereal, cinta transportadora móvil). En estos tableros existe la posibilidad de invertir el sentido de giro de los motores trifásicos conectados a estos tableros (Ver planos TF-ING-205/6)

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

De acuerdo a los datos de los consumos descriptos, que se pueden asignar a este tablero, adoptamos como corriente de cálculo 18 A, lo cual corresponde a un 75% de la corriente según la memoria técnica. Los dos circuitos son prácticamente iguales, excepto por pequeñas variaciones en la distancia, motivo por el cual calcularemos los 2 circuitos en simultaneo, haciendo el último paso (Cálculo de la caída de tensión), para cada uno por separado.

$I_B = 18A$

## Trabajo Final

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, bandeja metálica perforada SAMET, conductor con aislamiento en PVC.

Seleccionamos cable tetrapolar de 4 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 30 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,77$  (ídem anterior)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,0,77 \cdot 30A \quad I_z = 23,1A \quad I_z > I_B$$

Entonces el conductor de 4x4 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 23,1A \quad \vee \quad I_B = 18A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN se selecciona un interruptor automático termomagnético tetrapolar serie C60H,  $I_n=20$  A, curva de disparo C y 10000 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $18A \leq I_N \leq 23,1A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_z$$

Siendo:

$I_2 = 1,3 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2.

$I_2 = 1,45 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60898.

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2). Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_z$

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_z \quad 1,45 \cdot 20A \leq 1,45 \cdot 23,1A \quad 29A \leq 33,495A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

$$\text{Tenemos: } Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,1053)^2 + (0,01972)^2} = 0,1071\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 14 metros de un conductor tetrapolar Sintenax Valio 4x4 mm<sup>2</sup>, con  $R=5,92$  [ohm/km] y  $X_l=0,0991$  [ohm/km], por lo tanto  $R_t=0,083$  [ohm]  $X_t=0,0014$  [ohm], lo que nos da  $Z=0,0831$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_L)} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1071 + 0,0831)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1244,5A$$

$$I_{cc} \approx 1244A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 4 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 4^2 = 211600 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.X del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s=110000$  para un interruptor termomagnético de 10000 A de poder de corte,  $I_n=20$  A y clase 3

Entonces el conductor de 4x4 mm<sup>2</sup> verifica.

## Trabajo Final

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 20A \leq 1244A \quad 200A \leq 1244A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia.

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \operatorname{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces...} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Para TUE 1:

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I = 18A$   $L = 0,014 km$  (ver plano TF-ING-204);  $R = 5,92 \text{ ohm/km}$  y adoptando  $\cos \varphi = 0,8$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 18A \cdot 0,014 km \cdot 5,92 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,8 = 2,06 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{2,06}{380} \cdot 100\% = 0,55\%$$

Para TUE 2:

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I = 18A$   $L = 0,024 km$  (ver plano TF-ING-204);  $R = 7,98 \text{ ohm/Km}$  y adoptando  $\cos \varphi = 0,8$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 18A \cdot 0,024 km \cdot 7,98 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,8 = 3,54 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{3,54}{380} \cdot 100\% = 0,93\%$$

Entonces el conductor de  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  verifica.

### Circuito de alimentación al tablero de tomacorrientes especiales 3 (TUE 3):

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro de 380 V, 50 Hz, que alimenta el tablero de tomacorrientes de la zona de reparaciones del galpón. Desde ahí se alimentaran soldadoras de alambre y de arco, cortadoras de plasma y herramientas de mano. (Según descripto en la memoria técnica)

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

De acuerdo a los datos de los consumos descriptos, que se pueden asignar a este tablero, adoptamos como corriente de cálculo 20 A, lo cual corresponde a un 40% de la corriente según la memoria técnica.

$$I_B = 20A$$

#### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, bandeja metálica perforada SAMET, conductor con aislamiento en PVC.

Seleccionamos cable tetrapolar de  $6 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 37 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,77$

(ídem anterior)

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,0,77 \cdot 37A \quad I_z = 28,5A \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor de  $4 \times 6 \text{ mm}^2$  verifica.

## Trabajo Final

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_Z = 28,5A \quad \vee \quad I_B = 20A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN se selecciona interruptor automático termomagnético tetrapolar serie C60H de calibre 25 A, curva de disparo C y 10000 A de poder de corte según norma IEC 60898, cumpliendo con;  $20A \leq I_N \leq 28,5A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_Z$$

Siendo:

$I_2 = 1,3 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2.

$I_2 = 1,45 I_N$  para interruptores automáticos conforme a IEC 60898.

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_Z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2).Entonces:  $1,45 I_N \leq (1,45) \cdot I_Z$

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_Z \quad 1,45 \cdot 25A \leq 1,45 \cdot 28,5A \quad 36,25A \leq 43,33A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

$$\text{Tenemos: } Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,1053)^2 + (0,01972)^2} = 0,1071\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 16 metros de un conductor tetrapolar Sintenax Valio 4x4 mm<sup>2</sup>, con  $R=3,95$  [ohm/km] y  $X_l=0,0901$  [ohm/km], por lo tanto  $R_t=0,0632$  [ohm]  $X_t=0,00145$  [ohm], lo que nos da  $Z=0,0632$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_L)} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,1071 + 0,0632)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1389,9A$$

$$I_{cc} \approx 1390A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 4 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 6^2 = 476100 \geq I^2 \cdot t$$

De la tabla 771-H.X del reglamento de AEA adoptamos  $I^2 \cdot s = 110000$  para un interruptor termomagnético de 10000 A de poder de corte,  $I_n = 20$  A y clase 3

Entonces el conductor de 4x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 25A \leq 1390A \quad 250A \leq 1390A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia.

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces...} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I = 20$  A  $l = 0,016$  km (ver plano TF-ING-204);  $R = 3,95$  ohm/km y adoptando  $\cos \varphi = 0,8$

## Trabajo Final

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 20A \cdot 0,016km \cdot 3,95 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,8 = 1,75[V]$$

$$\Delta U(\%) = \frac{1,75}{380} \cdot 100\% = 0,46\%$$

Entonces el conductor de 4x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### Resumen circuitos

Circuito	Tipo de Circuito	Conductor	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Corriente Admisible [A]	Corriente de línea [A]	$\Delta V$ [Volt]	$\Delta V$ [%]
IUE 1	Monofásico	Superastic Flex	1x2,5	16,17	9,1	1,83	0,83
IUE 2	Monofásico	Superastic Flex	1x2,5	16,17	6,82	3,23	1,47
IUE 3	Monofásico	Superastic Flex	1x2,5	16,17	6,82	2,74	1,25
E1	Trifásico s/N	Sintenax Valio	3x2,5	16,94	0,35	0,13	0,04
E2	Trifásico s/N	Sintenax Valio	3x2,5	16,94	0,35	0,18	0,05
E3	Trifásico s/N	Sintenax Valio	3x2,5	16,94	0,35	0,18	0,05
E4	Trifásico s/N	Sintenax Valio	3x2,5	16,94	0,35	0,15	0,045
TUE 1	Trifásico c/N	Sintenax Valio	4x4	23,1	18	2,06	0,55
TUE 2	Trifásico c/N	Sintenax Valio	4x4	23,1	18	3,54	0,93
TUE 3	Trifásico c/N	Sintenax Valio	4x6	28,5	20	1,75	0,46

Circuito	Protección termomagnética	Protección diferencial
IUE 1	Merlín Gerin serie P60 C10-4500 A	Merlín Gerin serie ID 25 A/30mA-Bipolar
IUE 2	Merlín Gerin serie P60 C10-4500 A	Merlín Gerin serie ID 25 A/30mA-Bipolar
IUE 3	Merlín Gerin serie P60 C10-4500 A	Merlín Gerin serie ID 25 A/30mA-Bipolar
E1	Guardamotor GV2 ME04 Reg 0,4 a 0,63 Amp./Contactor LC1-D09/pulsador arranque-parada	
E2	Guardamotor GV2 ME04 Reg 0,4 a 0,63 Amp./Contactor LC1-D09/pulsador arranque-parada	
E3	Guardamotor GV2 ME04 Reg 0,4 a 0,63 Amp./Contactor LC1-D09/pulsador arranque-parada	
E4	Guardamotor GV2 ME04 Reg 0,4 a 0,63 Amp./Contactor LC1-D09/pulsador arranque-parada	
TUE 1	Merlín Gerin serie C60N C20-10 kA	Merlín Gerin serie ID 25 A/30mA-Tetrapolar
TUE 2	Merlín Gerin serie C60N C20-10 kA	Merlín Gerin serie ID 25 A/30mA-Tetrapolar
TUE 3	Merlín Gerin serie C60N C25- 10 kA	Merlín Gerin serie ID 40 A/30mA-Tetrapolar

### Otros elementos para confección de los tableros:

En el tablero seccional 2 (TS2 ver TF-ING-203/8):

- 1 Interruptor termomagnético bipolar Merlín Gerin serie P60 C20. (Para tomacorrientes monofásicos)
- 1 Interruptor termomagnético unipolar Merlín Gerin serie P60 C10. (Para línea de comando)
- 1 Interruptor termomagnético compacto NR-100 mod.: TDM100, reg. de 80 a 100 A (Para corte general)
- 3 Tomacorrientes monofásicos empotrables (2P+T)-16A -IP44-Merlín Gerin.
- 3 Selectores Telemecanique mod: ZB4-BD4 (Para accionar luces)
- 3 Bloque de contacto NA Telemecanique mod: ZBE-101
- 3 bases de fijación Telemecanique mod: ZB4-BZ009
- 4 Pulsadores arranqué-parada Telemecanique mod: XB4-BW84M5 (Para arranque de los extractores)
- 3 Pilotos luminosos tipo ojo de buey, rojos, 220V mod: XB4-BVB5
- 1 Gabinete Genrod Serie 9000 mod. 09 9212. Dimensiones: A=600, L=1050, P=225 (Para TS2)

En los tableros de tomacorrientes 1 y 2 (T1y T2 ver TF-ING-203/5):

- 4 Guardamotores Telemecanique GV2-ME14 reg. 6 a 10 A
- 4 Contactores Telemecanique LC1-D09
- 2 Interruptor termomagnético unipolar Merlín Gerin serie P60 C10. (Para línea de comando)
- 3 Tomacorrientes monofásicos empotrables (2P+T)-16A -IP44-Merlín Gerin.
- 4 Tomacorrientes trifásicos empotrables (3P+N+T)-16A -IP44-Merlín Gerin.
- 4 Pulsadores arranqué-parada Telemecanique mod: XB4-BW84M5 (Para arranque e inversión de giro)
- 2 Gabinete Genrod Serie 9000 mod. 09 9202. Dimensiones: A=300, L=300, P=225 (Para T1 y T2)

## Trabajo Final

En el tablero de tomacorriente 3 (T3 ver TF-ING-203/7):

- 2 Interruptor termomagnético tetrapolar Merlin Gerin serie P60 C25.
- 3 Tomacorrientes monofásicos empotrables (2P+T)-16A -IP44-Merlin Gerin.
- 2 Tomacorrientes trifásicos empotrables (3P+N+T)-16A -IP44-Merlin Gerin.
- 1 Gabinete Genrod Serie 9000 mod. 09 9202. Dimensiones: A=300, L=300, P=225 (Para T1 y T2)

### **Cálculo de la instalación de puesta a tierra:**

Utilizaremos como electrodo de puesta a tierra una jabalina de ½" de diámetro y 2 metros de longitud de cobre con alma de acero según norma IRAM 2309. Dicho electrodo irá hincado a 5 metros de profundidad, profundidad a la que se consiguen valores de impedancia de tierra aproximados a 5 ohm.

Se utilizará un conductor de cobre desnudo de 25 mm<sup>2</sup> de sección para vincular el electrodo con la caja de inspección y desde la caja de inspección al borne equipotencial del tablero, un conductor unipolar de 10 mm<sup>2</sup> (ver plano TF-ING-209), dicha cámara posee una tapa removible a tal fin de poder garantizar las mediciones e inspecciones periódicas.

Dado que la compañía eléctrica local, distribuye mediante un esquema de conexión TT, la toma de tierra de protección debe respetar la distancia mínima de 10 radios equivalentes, con respecto a la toma de tierra funcional, provista por la compañía.

De acuerdo a lo establecido en el reglamento de AEA el valor máximo de resistencia de toma de tierra de las masas eléctrica, no puede superar los 40 ohm para el tipo de interruptores diferenciales que estamos aplicando (30 mA).

Generalmente en los esquemas TT, la corriente de falla, que se genera entre un conductor de línea y la masa eléctrica, es menor que la corriente de cortocircuito calculada para dicho sistema, dado que la impedancia del lazo de falla depende prácticamente de las resistencias de la puesta a tierra de protección (Ra) y la resistencia de la puesta de tierra funcional (Rb).

### Dimensionamiento del conductor de protección y conductor de puesta a tierra:

De acuerdo al reglamento de AEA subcláusula 771-C.3.1: Secciones mínimas. Utilizaremos la tabla 771-C.II para determinar la sección del conductor de protección. Dado que el conductor de protección y el conductor de puesta a tierra son del mismo material que los conductores de línea, podremos utilizar la misma sección que los conductores de línea, según corresponda. De acuerdo a lo descripto en 771-C.3.1.3 y la tabla 771-C.II, determinamos:

#### Conductores de protección (PE):

-Conductor 1x2,5 mm<sup>2</sup> sección marca PRYSMIAN, color verde-amarillo para los circuitos de iluminación IUE1/2/3 y para los circuitos de los extractores E1/2/3/4 (Según plano TF-ING-204).

-Conductor 1x6 mm<sup>2</sup> sección marca PRYSMIAN, color verde-amarillo para los circuitos de los tableros de tomacorrientes T1/2/3 (Según plano TF-ING-204).

#### Conductores de puesta a tierra (Pat):

-Conductor 1x10 mm<sup>2</sup> Cu Superastic Flex Verde Amarillo

-Conductor 1x25 mm<sup>2</sup> Cu desnudo, según Tabla 771-C.I (Ver plano TF-ING-209).

Dichos conductores (PE y Pat) se vincularán entre si en el borne principal de puesta a tierra en el tablero seccional del galpón (Ver plano TF-ING-208 ref. 10)

#### Electrodo de puesta a tierra:

Utilizaremos como electrodo de puesta a tierra una jabalina de ½" de diámetro y 2 metros de longitud de cobre con alma de acero según norma IRAM 2309. Dicho electrodo irá hincado a 5 metros de profundidad, profundidad a la que se consiguen valores de impedancia de tierra aproximados a 5 ohm.

Se utilizará un conductor de cobre desnudo de 25 mm<sup>2</sup> de sección para vincular el electrodo con el tablero, pasando por la caja de registro (ver plano TF-ING-209), dicha cámara posee una tapa removible a tal fin de poder garantizar las mediciones e inspecciones periódicas.

La conexión entre el electrodo de tierra y el conductor de puesta a tierra se realizara por medio de un tomacables de bronce o latón.

## Compensación factor de potencia y filtro de armónicos

De acuerdo a los datos usados para el cálculo de los conductores, los consumos eléctricos fijos que hay en el galpón son:

4 extractores con motores trifásicos de 0,25 hp, cuyo factor de potencia es  $\cos \phi = 0,85$

10 luminarias POLAR 2 250 W HQI-E con lámpara de mercurio halogenado de 250 W, dichas lámparas están compensadas de fábrica obteniendo un factor de potencia 0,9.

1 luminaria DELTA 158 de 58W compensada de fábrica obteniendo un factor de potencia 0,9.

Con respecto a los consumos a alimentarse de los tableros T1/2/3, no los conocemos con exactitud, pero se procederá a compensar cada uno de los monitores trifásicos de los sinfines, compresores, etc. por separado, de tal forma que en primera instancia no se colocará un banco de capacitores fijo como el de las oficinas, pero si se dejará previsto por anticipado un gabinete lindero al tablero seccional del galpón, para una futura colocación de dicho banco de capacitores de ser necesario (Ver plano TF-ING-209 ref. 7)

## Análisis térmico del tablero seccional:

El anexo 771-H-3 del reglamento de la Asociación Electrotecnia Argentina (AEA), nos da una guía rápida para realizar un análisis térmico del tablero seccional en cuestión. Cuando se emplean gabinetes que cumplen con IEC 60670-24, puede efectuarse el dimensionamiento térmico según el método establecido por dicha norma, que consiste en verificar que la potencia total disipada por los dispositivos instalados en dicho tablero, no supere la potencia máxima disipable por el gabinete, y que cuyo valor debe ser un dato entregado y garantizado por el fabricante.

La potencia total disipada por el tablero se calcula de la siguiente forma:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2.P_{dp} + P_{au}$$

Donde:

$P_{tot}$  = Potencia total disipada por el tablero.

$P_{dp}$  = Potencia disipada por los dispositivos de protección en W, tomando en cuenta el factor  $K_e$  de utilización y  $K$  de simultaneidad. (Para el caso nuestro todas los interruptores termomagnéticos y guardamotores)

$0,2.P_{dp}$  = Potencia disipada por las conexiones, los tomacorrientes, los relés, los interruptores diferenciales, seccionadores, etc. (Para el caso nuestro, los contactores de los extractores, todos los interruptores diferenciales)

$P_{au}$  = Potencia total disipada por otros dispositivos no incluidos en las anteriores (Para el caso nuestro, pulsadores, ojos de buey y selectores de un punto)

Cálculo de  $P_{dp}$  : De acuerdo al esquema unifilar del tablero seccional TF-ING-210 y a la tabla 771-H.XIV realizaremos:

	Circuito	In [A]	Potencia por polo (*) [W]	Nº de polos	Potencia disipada por el dispositivo [W]	Factores de utilización Ke y K (**)	Potencia disipada por los dispositivos afectadas por Ke y K [W]
<b>Circ. entrada</b>	NR100	100	15	4	60	0,85	51
<b>Circuitos de salida</b>	E1	0,5	3	3	9	0,65	5,85
	E2	0,5	3	3	9	0,65	5,85
	E3	0,5	3	3	9	0,65	5,85
	E4	0,5	3	3	9	0,65	5,85
	TUE 1	20	4,5	4	18	0,65	11,7
	TUE 2	20	4,5	4	18	0,65	11,7
	TUE 3	32	6	4	24	0,65	15,6
	IUE 1	10	3	2	6	0,65	3,9
	IUE 2	10	3	2	6	0,65	3,9
	IUE 3	10	3	2	6	0,65	3,9
	Tomacorrientes	20	4,5	2	9	0,65	5,85
	Línea comando	6	3	1	3	0,65	1,95
<b>TOTAL</b>							<b>132,9</b>

(\*) De tabla 771-H.XII. Potencia disipada por polo a potencia nominal.

(\*\*) Ke=0,85, factor de utilización adoptado en 0,85 por convención.

K=Factor de simultaneidad

$$K = \frac{I_{ne} \cdot K_e}{\sum I_{ns}} \quad \text{Donde:} \quad I_{ne} = \text{Corriente de entrada} \quad I_{ne} = \text{Corrientes de salida}$$

$$K = \frac{100 \times 0,85}{0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 20 + 20 + 32 + 10 + 10 + 10 + 20 + 6} = \frac{85}{130} = 0,65$$

**Cálculo de  $P_{au}$**  : De acuerdo con el catálogo de Telemecanique de mando y señalización, los selectores y pulsadores no informa potencia disipada, si los pilotos luminosos que disipan 2,4 W por piloto de 220 volt

$$P_{au} = 3 \times 2,4W = 7,2W$$

Entonces:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 \cdot P_{dp} + P_{au} = 132,9 + 0,2 \times 132,9 + 7,4$$

$$P_{tot} = 166,88W$$

**Conclusión:** Se debe seleccionar un gabinete que cumpla con la norma IEC 60670-24y que tenga una potencia máxima disipable ( $P_{de}$ ) declarada por el fabricante y certificada, como mínimo o igual a 167 W.

**Nota:** El gabinete utilizado es marca Genrod Serie 9000 mod. 09 9212. Dimensiones: A=600, L=1050, P=225 que cumplen con la Norma IEC 60670. pero se desconoce la capacidad de disipación de dicho tablero. Se le colocarán dos rejillas a dicho tablero (una en la parte superior y otra en la parte inferior según plano TF-ING-209) para recirculación del aire por convección.

**MEMORIA TÉCNICA CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM)**

La siguiente parte del proyecto no se ajusta al “Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles” de la Asociación Electrotécnica Argentina y por lo tanto será responsabilidad de proyectista el cumplimiento de las normas aplicables a todos los componentes de la instalación.

**Descripción de los consumos:** Según plano (TF-ING-301)

	Consumo	Potencia (hp/kW)	Alimentación	Tipo de Arranque
1	Motor noria N° 1	60/45	380 V-50Hz	Arranque suave
2	Motor noria N° 2	60/45	380 V-50Hz	Arranque suave
3	Motor noria descarga secadora	30/22	380 V-50Hz	Arranque suave
4	Motor sinfín N° 1 de descarga volquete	25/18,5	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
5	Motor sinfín N° 2 de descarga volquete	25/18,5	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
6	Motor redler descarga silos 3,4,5 y 6	30/22	380 V-50Hz	Arranque suave
7	Motor sinfín de descarga silo N° 3	15/11	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
8	Motor sinfín de descarga silo N° 4	15/11	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
9	Motor sinfín de descarga silo N° 5	15/11	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
10	Motor sinfín de descarga silo N° 6	15/11	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
11	Motor redler de carga silos 4	25/18,5	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
12	Motor redler de carga silos 6	25/18,5	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
13	Motor aireador 1 del silo N° 3	7,5/5,5	380 V-50Hz	Arranque directo
14	Motor aireador 2 del silo N° 3	7,5/5,5	380 V-50Hz	Arranque directo
15	Motor aireador 1 del silo N° 4	7,5/5,5	380 V-50Hz	Arranque directo
16	Motor aireador 2 del silo N° 4	7,5/5,5	380 V-50Hz	Arranque directo
17	Motor aireador 1 del silo N° 5	7,5/5,5	380 V-50Hz	Arranque directo
18	Motor aireador 2 del silo N° 5	7,5/5,5	380 V-50Hz	Arranque directo
19	Motor aireador 1 del silo N° 6	7,5/5,5	380 V-50Hz	Arranque directo
20	Motor aireador 2 del silo N° 6	7,5/5,5	380 V-50Hz	Arranque directo
21	Motor redler de carga de la secadora	25/18,5	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
22	Motor 1 redler de descarga silos N° 1 y 2	25/18,5	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
23	Motor 2 redler de descarga silos N° 1 y 2	25/18,5	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
24	Motor de redler de carga silos N° 1 y 2	25/18,5	380 V-50Hz	Arranque Estrella-Triángulo
25	Motor aireador 1 del silo N° 1	15/11	380 V-50Hz	Arranque directo
26	Motor aireador 2 del silo N° 1	15/11	380 V-50Hz	Arranque directo
27	Motor aireador 1 del silo N° 2	15/11	380 V-50Hz	Arranque directo
28	Motor aireador 2 del silo N° 2	15/11	380 V-50Hz	Arranque directo
29	Motor extractor de aire de fosa	15/11	380 V-50Hz	Arranque directo
30	Alimentación a tablero volquete	40/30	380 V-50Hz	(1)-----
31	Alimentación a tablero secadora	42/32	380 V-50Hz	(2)-----
32	Alimentación a tablero depósito combustible	5/4	380 V-50Hz	(3)-----
33	Alimentación a tablero de luces y tomacorrientes	20/15	380 V-50Hz	(4)-----
34	Tableros de tomacorrientes	15/11	380 V-50Hz	(5)-----

(1) Dato suministrado por el proveedor del volquete para camiones. Alimentación trifásica c/ neutro

(2) Dato suministrado por el proveedor de la secadora. Dicha secadora tiene un tablero de donde se comandan 12 aireadores con un motor trifásico de 1 hp cada uno, 10 motores de 2 hp cada uno de las zarandas y un motor de 10 hp-Total 42 hp. Alimentación trifásica c/ neutro

(3) Dato suministrado por el proveedor del depósito de combustible. Alimentación trifásica c/ neutro

(4) Desde este tablero se comandarán las luces exteriores a la planta de silos, un circuito de tomacorrientes trifásicos y monofásicos y las luces interiores de la sala de comando.

(5) Tableros de tomacorrientes trifásicos y monofásicos para reparaciones (Alimentado desde 33).

### **Conductores de los circuitos:**

Los conductores seleccionados son bipolares, tripolares o tetrapolares, según corresponda a cada circuito; marca PRYSMIAN, RETENAX VALIO, Para alimentación de potencia o distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas; con las limitaciones impuestas por los Reglamentos de Instalaciones Eléctricas del lugar donde se halle la instalación. Especialmente aptos para instalaciones donde se requiera amplia maniobrabilidad y máxima capacidad de potencia.

### **Características del conductor según catálogo** (RETENAX VALIO)

**Metal:** Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM 2011 e IRAM 2176 respectivamente.

#### **Conductores de cobre:**

- Unipolares: Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm<sup>2</sup> e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A pedido las cuerdas Clase 5 pueden reemplazarse por cuerdas Clase 2 (Compactas o no según corresponda).
- Multipolares: Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm<sup>2</sup> y Clase 2 para secciones superiores , siendo circulares compactas hasta 50 mm<sup>2</sup> y sectoriales para secciones nominales superiores.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70° C en servicio continuo, 250° C en cortocircuito.

**Aislante:** Polietileno reticulado silanizado (xlpe).

**Marcación:** PRYSMIAN RETENAX VALIO \* Ind. Argentina 0,6/1,1 kV. Cat. II Nro. De conductores \* Sección

#### **Normativas**

IRAM 2178, IEC 60502-1 u otro bajo pedido (HD 620, ICEA, NBR, etc.).

#### **Ensayos de fuego:**

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2

No propagación del incendio: (\*)

#### **Certificaciones**

Todos los cables de Pirelli cables están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE

### **Canalización de los conductores:**

La canalización estará conformada por bandejas tipo escalera MARCA SAMET, con terminación de galvanizado por inmersión en caliente y espesor 2,1 mm (Pesadas). En los lugares donde no amerite poner una bandeja tipo escalera por ser un trayecto con pocos conductores, o para la acometida a los motores, se utilizara caños DAISA de fundición o inyección de aluminio, ya que este sistema es de fácil montaje y permite que los caños de tramos rectos de amolden a la curvatura de los silos con facilidad. Dicha línea de producto nos ofrece también todo los accesorios necesarios como prensacables, grampas de sujeción, cuplas de acople, conectores, etc.

Las bandejas deberán ser colocadas en posición horizontal, y serán dimensionadas de tal forma que a la hora de tender los conductores, entre estos, allá una distancia de no menos de 5 mm para minimizar el depósito de residuos y polvillo de cereales sobre los conductores y facilitar la remoción de estos mediante lluvia o algún proceso de limpieza.

### **Compensación de potencia reactiva:**

El Centro de control de motores (CCM) tendrá sobre uno de sus laterales un banco de capacitores, accionado mediante un compensador automático de potencia reactiva de 7 pasos.

Los capacitores serán trifásicos, debido a que la mayoría de las cargas son cargas trifásicas sin neutros y estarán distribuidos en los pasos del controlador de acuerdo a las condiciones de operación de la planta.

Dichos capacitores estarán resguardados por una protección mecánica dentro del gabinete, de tal forma que al abrir el gabinete solo se tenga acceso a los contactores de maniobra de capacitores, cofímetros, transformadores de intensidad y tensión, etc.

### **Cálculo de la instalación de puesta a tierra:**

El sistema de puesta a tierra constará de tres elementos fundamentales:

- Un conductor de protección (PE: Protective Earth) que recorrerá todas las masas eléctricas de la instalación.
- Un conductor de puesta a tierra, que vinculará el borne principal de puesta a tierra con la toma de tierra.
- Un electrodo, para la toma de tierra de protección.

Dado que la compañía eléctrica local, distribuye mediante un esquema de conexión TT, la toma de tierra de protección debe respetar la distancia mínima de 10 radios equivalentes, con respecto a la toma de tierra funcional, provista por la compañía.

De acuerdo a lo establecido en el reglamento de AEA el valor máximo de resistencia de toma de tierra de las masas eléctrica, no puede superar los 40 ohm para el tipo de interruptores diferenciales que estamos aplicando (30 mA).

Generalmente en los esquemas TT, la corriente de falla, que se genera entre un conductor de línea y la masa eléctrica, es menor que la corriente de cortocircuito calculada para dicho sistema, dado que la impedancia del lazo de falla depende prácticamente de las resistencia de la puesta a tierra de protección ( $R_a$ ) y la resistencia de la puesta de tierra funcional ( $R_b$ ).

### **Dimensionamiento del conductor de protección y conductor de puesta a tierra:**

Dado que el conductor de protección y el conductor de puesta a tierra son del mismo material que los conductores de línea, utilizaremos conductores de cobre desnudo, con protección a la corrosión de 25 mm<sup>2</sup> de sección.

### **Electrodo de puesta a tierra y conductores de puesta a tierra:**

Utilizaremos como electrodo de puesta a tierra jabalinas de ½" de diámetro y 2 metros de longitud de cobre con alma de acero según norma IRAM 2309. Dichos electrodos irán hincados a 5 metros de profundidad, profundidad a la que se consigue valores de impedancia de tierra aproximados a 5 ohm y estarán sujetos a mediciones periódicas.

Se utilizarán conductores de cobre desnudo de 25 mm<sup>2</sup> de sección (según Tabla 771-C.I) para vincular los electrodos 3 con las cajas de registro ubicadas en distintos sectores de la planta. La conexión entre el electrodo de tierra y el conductor de puesta a tierra se realizara por medio de un tomacables de bronce o latón. (Ver plano TF-ING-316)

Desde dichos registros se derivan una serie de conductores de cobre desnudos de 25 mm<sup>2</sup> de sección que recorrerán por sobre las bandejas de la canalización todos los consumos y el borne principal de puesta a tierra (BEP)

Donde se produzca una derivación del conductor de protección, se procederá a realizar una soldadura cuproaluminotermica para garantizar la continuidad del circuito de protección.

### **Gabinete principal (CCM):**

Desde dicho gabinete se comandarán todas las funciones operativas de la planta de silos. La alimentación a este gabinete proviene del tablero principal, ubicado al pie de la subestación de transformación.

Para la selección del o los gabinetes a utilizar se deberá realizar un análisis térmico previo según el anexo 771-H.3 del reglamenta de AEA. No obstante se instalará un extractor de calor, comandado por un censor de temperatura y rejillas de ventilación en un número adecuado.

Desde el tablero se deberá poder operar la planta, tener lecturas de las variables eléctricas, conectar o desconectar la alimentación a los tableros de la secadora, el volquete, etc. sin la necesidad de abrirlo y no será de un índice de protección menor a IP 65 y deberá ser independiente del gabinete donde se alojará el banco de capacitores.

**Consideraciones sobre las condiciones de operaciones de la planta:**

Vemos que para realizar alguna operación de la planta, es necesario que los motores sean accionados en un orden específico; O sea durante el proceso de descarga de algún silo, o durante la extracción de cereal del foso del volquete se deberá respetar un orden de encendido de los motores.

Para evitar que esto dependa sólo de la pericia del operador de la planta y teniendo en cuenta que en muchas ocasiones no hay un responsable establecido sobre la operación, se establecerá que determinados motores estarán enclavados entre si mediante lógica de contactores.

Teniendo en cuenta lo anterior se determina que:

- a) Los motores de los sinfines de descarga de los silos 3, 4, 5 y 6, no podrán encenderse si antes previamente no se encendió el motor del redler de descarga de esos silos.
- b) El motor 2 de la descarga de los silos 1 y 2, no podrá encenderse si antes no se encendió el motor 1 de la descarga de silos 1 y 2.
- c) Para evitar que ante una falla en los motores de noria 1 y 2, cualquier redler o sinfín que descarga en el foso de noria siga introduciendo cereal, los motores de los sinfines que extraen cereal del foso del volquete, el motor del redler de descarga de los silos 3, 4, 5 y 6 y el motor 1 del redler de descarga de los silos 1 y 2, tendrán su accionamiento condicionado a que alguna de las dos norias este previamente en funcionamiento. (Ver plano TF-ING-301)

**MEMORIA DE CÁLCULO****Cálculo y selección de conductores, elementos de protección y maniobra de carga de cada uno de los circuitos**

Dado que las instalaciones abiertas no están contempladas en el reglamento de la Asociación Electromecánica Argentina AEA, el diseño, cálculo y montaje es responsabilidad del proyectista, no obstante para determinar las secciones de los conductores se tuvieron en cuenta 8 pasos, como se indica en la "Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles" de la Asociación Electrotécnica Argentina, edición 2006.

Los conductores seleccionados son tripolares y tetrapolares marca PRYSMIAN, RETENAX VALIO, Para alimentación de potencia o distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas; con las limitaciones impuestas por los Reglamentos de Instalaciones Eléctricas del lugar donde se halle la instalación. Especialmente aptos para instalaciones donde se requiera amplia maniobrabilidad y máxima capacidad de potencia.

**Circuito 1 y 2- alimentación y comando noria N° 1 y noria N° 2:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta un motor de 45 kW de una de las norias principales, que es accionado mediante un arranque suave con arranque y parada controlada.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,86$  en plena carga

$$I_B = \frac{45000 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,86} = 79,5A \qquad I_B = 79,5A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x25 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 116 A.

Y teniendo en cuenta lo siguiente...

**Factores de corrección por temperatura y por agrupamiento (Catálogo de cables PRYSMIAN)**

Material	Temperatura [°C]										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0 \cdot 79,116A \qquad I_z = 91,6A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x25 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 91,6A \quad \gamma \quad I_B = 79,5A$$

Del catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono una llave compacta NS 100 TMD100 regulada en 90 A y poder de corte de 36kA, cumpliendo con;  $79,5A \leq I_N \leq 91,6A$  ósea...  $I_N = 90A$ .

Según IEC 60947-2.

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

$$I_2 \leq (1,45) \cdot I_z$$

Siendo:

$$I_2 = 1,3 I_N \text{ para interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2.}$$

Donde:

$I_2$  = intensidad de corriente que asegura el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección.

$I_z$  = corriente máxima admisible (obtenida en 2). Entonces:  $1,3 I_N \leq (1,45) \cdot I_z$

$$1,3 I_N \leq 1,45 I_z$$

$$1,3 \cdot 90A \leq 1,45 \cdot 91,6A$$

$$117A \leq 132,9A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

El cuaderno técnico N°158 de SCHNEIDER ELECTRIC nos da un método para calcular la corriente de cortocircuito de sistemas monofásico y trifásicos.

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad \text{Para una falla monofásica}$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} \quad \text{Para una falla trifásica}$$

$Z_{CC}$ =Impedancia de la fase aguas arriba de la falla

$Z_{LN}$ =Impedancia del neutro aguas arriba de la falla

$U$ =Tensión de vacío del transformador (Considerada 410 V)

Procederemos a calcular la corriente de cortocircuito para una falla trifásica y esa corriente es la que usaremos para el cálculo de los conductores.

Según el esquema unifilar general de la planta (ver plano TF-ING-AAA-falta hacer).

- 1) Impedancia aguas arriba de la subestación transformadora (impedancia de la red)
- 2) Impedancia de los fusibles de alta del transformador.
- 3) Impedancia del transformador.
- 4) Impedancia de los fusibles de baja del transformador.
- 5) Impedancia del interruptor principal de la planta.
- 6) Impedancia del interruptor del circuito al galpón de insumos.
- 7) Impedancia del cable subterráneo que alimenta el galpón de insumos, desde el tablero principal.

Los pasos del 1 al 6 son iguales a los realizados para hallar la corriente de cortocircuito del sector oficinas, por lo tanto retomamos el cálculo a partir del conductor subterráneo que alimenta el CCM.

Impedancia del cable subterráneo que alimenta el CCM, desde el tablero principal.

La distancia eléctrica entre el tablero principal y el CCM es de 110 metros según el plano TF-ING-001 y consideraremos una caída de tensión del 2% para este tramo, adoptamos conductores unipolares de 300 mm<sup>2</sup> Sintenax Valio, del catálogo obtenemos

$$R=0,0754 \text{ [ohm/km]} \text{ y } X=0,14 \text{ [ohm/km]} \text{ entonces } R_t=0,0083 \text{ [ohm]} \text{ y } X_t=0,0154 \text{ [ohm]}$$

## Trabajo Final

### Cuadro de resumen

		Resistencia (ohm)	Reactancia (ohm)
1	Impedancia de la red aguas arriba	----	11,616
2	Impedancia de los fusibles de alta	0,073	----
	<b>TOTAL al primario del transformador (13,2kV)</b>	<b>0,073</b>	<b>11,616</b>
3	<b>TOTAL referidas al secundario (paso 3)</b>	0,0000605	0,00962
4	Impedancia del transformador:	0,00045	0,0012
5	Impedancia de los fusibles de baja	0,0022	----
6	Impedancia del interruptor principal de la planta.	----	0,00015
7	Impedancia del interruptor del circuito al tablero seccional.	----	0,00015
8	Impedancia del cable subterráneo	0,0083	0,0154
	<b>TOTAL a la entrada del tablero (0,38 kV)</b>	<b>0,011</b>	<b>0,0265</b>

Con lo que obtenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 159 metros de un conductor 3x25 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

R=0,995 [ohm/km] y Xl=0,074 [ohm/km], lo que nos da Rt=0,158 [ohm] y Xt=0,012 [ohm], entonces Z=0,1584 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,158)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1265,9A$$

$$I_{cc} \approx 1266A$$

#### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 25 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 25^2 = 8265625 \geq I^2 \cdot t$$

Del catalogo técnico de Merlin Gerin, se obtiene que la limitación de energía para la serie NS 100, con poder de corte 36 kA es I<sup>2</sup>.t=500000 (Dato sacado de catálogo fabricante)

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x25 mm<sup>2</sup> verifica.

#### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 90A \leq 1266A \quad 900A \leq 1266A$$

#### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia.

Y supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces...} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I = 79,5 A$ ;  $L = 0,059 \text{ km.}$  (ver plano TF-ING-001/301);  $R = 0,995 \text{ ohm/km.}$  y  $\cos \varphi = 0,86$

## Trabajo Final

Nota: Para la distancia L se consideró 8 metros del CCM al pie de noria, más 45 metros de altura de la noria, más 3 metros de cada acometida según plano.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 79,5 A \cdot 0,059 km \cdot 0,995 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,86 = 6,95 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{6,95}{380} \cdot 100\% = 1,83\%$$

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x25 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque suave ALISTART 01 Cod: ATS 01N2 85Q para motor de 45 kW con arranque y parada controlada y protegido termomagnéticamente mediante una llave compacta NS 100 HMA 100 regulada en 90 A. Según prescripciones del fabricante. 1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5. 1 block de contactos LAD 8N11 (1NA+1NC).  
Esquema de conexión (según plano TF-ING-307)

### Circuito 3- Alimentación y comando de la noria de extracción de la secadora:

**Descripción:** Es un circuito trifásico con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta un motor de 22 kW de la noria de extracción de la secadora.

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto I<sub>B</sub>:

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,84$  en plena carga

$$I_B = \frac{22000 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380 V \cdot 0,84} = 39,8 A \qquad I_B = 39,8 A$$

#### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I<sub>Z</sub>:

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x10 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 68 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0 \cdot 79,68 A \qquad I_z = 53,72 A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

#### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I<sub>N</sub>:

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 53,72 A \qquad \text{Y} \qquad I_B = 39,8 A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE se selecciona un guardamotor

GV3 P50 regulado en 44 A. cumpliendo con;  $39,8 A \leq I_N \leq 53,72 A$  o sea  $I_N = 44 A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_Z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 44A \leq 1,45 \cdot 53,72A \qquad 57,2A \leq 77,9A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 63 metros de un conductor 3x10 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

R=2,44 [ohm/km] y Xl=0,0797 [ohm/km], lo que nos da Rt=0,154 [ohm] y Xt=0,005 [ohm].

Entonces Z=0,1541 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,1541)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1292,94A$$

$$I_{cc} \approx 1293A$$

**6) Verificación por máxima exigencia térmica:**

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 10 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 10^2 = 1322500 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV3 P50 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 44A \leq 1293A \qquad 440A \leq 1293A$$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [\text{Volt}] \quad \text{Simplificando.. } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [\text{Volt}]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ; I=39,8 A; L=0,063 Km.(ver plano TF-ING-001/301); R=2,44 Ohm/Km. y  $\cos \varphi = 0,84$

Nota: Para la distancia L se consideró 12 metros del CCM al pie de noria, más 45 metros de altura de la noria, más 3 metros de cada acometida según plano.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 39,8A \cdot 0,063Km \cdot 2,44 \frac{\Omega}{Km} \cdot 0,84 = 8,9 [\text{Volt}]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{8,9}{380} \cdot 100\% = 2,34\%$$

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

**9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.**

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque suave ALISTART 01  
 Cod: ATS 01N2 44Q para motor de 22 kW con arranque y parada controlada y protegido termomagnéticamente mediante un contactor GV3 P50 regulado en 44 A. Según prescripciones del fabricante. 1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5  
 Esquema de conexión (según plano TF-ING-307)

**Circuito 4 y 5- Alimentación y comando de motores de sinfines de extracción volquete:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta un motor de 18,5 kW de los motores de los sinfines de extracción del volquete.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,84$  en plena carga

$$I_B = \frac{18500 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 0,84} = 33,46 \text{ A} \qquad I_B = 33,46 \text{ A}$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x6 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 49 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 49 \text{ A} \qquad I_z = 38,7 \text{ A} \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 38,7 \text{ A} \quad \text{y} \quad I_B = 33,46 \text{ A}$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV3ME40 regulado en 37 A. cumpliendo con;  $33,46 \text{ A} \leq I_N \leq 38,7 \text{ A}$  o sea  $I_N = 37 \text{ A}$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3 I_N \leq 1,45 I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 37 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 38,7 \text{ A} \qquad 48,1 \text{ A} \leq 56,1 \text{ A}$$

## Trabajo Final

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 20 metros de un conductor 3x6 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

R=4,2 [ohm/km] y Xl=0,085 [ohm/km], lo que nos da Rt=0,084 [ohm] y Xt=0,0017 [ohm].

Entonces Z=0,084 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,084)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 2094,8A$$

$$I_{cc} \approx 2095A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 6 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 6^2 = 476100 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV3ME40 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 37A \leq 2095A \quad 370A \leq 2095A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando.. } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=34,7A$ ;  $L=0,02 \text{ km}$  (ver plano TF-ING-301);  $R=4,2 \text{ ohm/km}$ . y  $\cos \varphi = 0,84$

Nota: Para la distancia L se consideró 12 metros del CCM al los motores y 4 metros por cada acometida

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 33,46A \cdot 0,02 \text{ km} \cdot 4,2 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,84 = 4,1 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{4,1}{380} \cdot 100\% = 1,076\%$$

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque estrella triángulo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 33,46 A en plena carga seleccionamos...

Contactor de línea para  $0,58 \cdot 33,46A = 20A$  aprox.

$$(1/\sqrt{3} = 0,58)$$

Contactor para el triángulo para  $0,58 \cdot 33,46A = 20A$  aprox.

Contactor para la estrella para  $0,33 \cdot 33,46A = 11A$  aprox.

Selecciono:

## Trabajo Final

2 contactores Cod. LC1D25  
1 contactor Cod. LC1D12.  
1 guardamotor Cod. GV3ME40 regulado en 37 A  
1 relé temporizado ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7  
1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5  
Esquema de conexión (según plano TF-ING-308)

### **Circuito 6- Alimentación y comando de motor del redler descarga silos 3, 4, 5 y 6:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta un motor de 22 kW del motor del redler de descarga silos.

#### **1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,84$  en plena carga

$$I_B = \frac{22000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 0,84} = 39,8 \text{ A} \qquad I_B = 39,8 \text{ A}$$

#### **2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x10 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 68 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 68 \text{ A} \qquad I_z = 53,7 \text{ A} \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

#### **3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 53,7 \text{ A} \quad \text{y} \quad I_B = 39,8 \text{ A}$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE se selecciona un guardamotor

GV3 P50 regulado en 44 A. cumpliendo con;  $39,8 \text{ A} \leq I_N \leq 53,7 \text{ A}$  o sea  $I_N = 44 \text{ A}$

#### **4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3 I_N \leq 1,45 I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 44 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 53,7 \text{ A} \qquad 57,2 \text{ A} \leq 77,86 \text{ A}$$

#### **5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029 \Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 26 metros de un conductor 3x10 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=2,44$  [ohm/km] y  $X_l=0,0797$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,06344$  [ohm] y  $X_t=0,00159$  [ohm].

Entonces  $Z=0,101$  [ohm].

## Trabajo Final

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,101)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1820,87 A$$
$$I_{cc} \approx 1713 A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 10 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 10^2 = 1322500 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV3 P50 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 44 A \leq 1713 A \quad 440 A \leq 1821 A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \operatorname{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I = 38,9 A$ ;  $L = 0,026 km$  (ver plano TF-ING-301);  $R = 2,44 ohm/km$ . y  $\cos \varphi = 0,84$

Nota: Para la distancia L se consideró 20 metros del CCM al los motores y 3 metros por cada acometida

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 39,8 A \cdot 0,026 km \cdot 2,44 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,84 = 3,67 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{3,67}{380} \cdot 100\% = 0,966\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque suave ALISTART 01

Cod: ATS 01N2 44Q para motor de 22 kW con arranque y parada controlada y protegido termomagnéticamente mediante un contactor GV3 P50 regulado en 44 A. Según prescripciones del fabricante. 1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-307)

## Circuito 7, 8, 9 y 10- Alimentación a los motores de los sinfines de descarga silos 3, 4, 5 y 6:

**Descripción:** Son circuitos trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimentan motores de 11 kW de los sinfines que extraen el cereal de los silos N° 3, 4, 5 y 6. Estos 4 circuitos, que calcularemos simultáneamente, difieren entre si, solo en que los circuitos 7 y 9 son de menos longitud que los circuitos 8 y 10, por lo que calcularemos la caída de tensión en forma separada.

## Trabajo Final

### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,82$  en plena carga

$$I_B = \frac{11000 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,82} = 20,4 \cdot A \qquad I_B = 20,4 \cdot A$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x4 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 38 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 38A \qquad I_z = 30A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x4 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 30A \quad \text{y} \quad I_B = 20,4A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE se selecciona un guardamotor

GV2ME21 regulado en 22 A. cumpliendo con;  $20,4A \leq I_N \leq 30A$  o sea  $I_N = 22A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 22A \leq 1,45 \cdot 30A \qquad 28,6A \leq 43,5A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 25 metros de un conductor 3x4 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=6,3$  [ohm/km] y  $X_l=0,0894$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,1575$  [ohm] y  $X_t=0,0022$  [ohm].

Entonces  $Z=0,157$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,157)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1269,13A$$

$$I_{cc} \approx 1269A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 4 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 4^2 = 211600 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica  $I^2t$  para el guardamotor GV2ME21 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x4 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

Debe cumplir con  $10 \cdot I_N \leq I_{cc}$                        $10 \cdot 22A \leq 1269A$                        $220A \leq 1269A$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;                       $I=20,4 A$ ;                       $R=6,3 \text{ ohm/km}$ .                       $\cos \varphi = 0,82$

$L_a=0,025 \text{ Km}$ . (Para los motores 7 y 9) y  $L_b=0,038 \text{ Km}$ . (Para los motores 8 y 10)  
(ver plano TF-ING-301)

Nota: Para la distancia  $L_a$  se consideró 19 metros del CCM al los motores y 3 metros por cada acometida y para la distancia  $L_b$  se consideró 32 metros del CCM al los motores y 3 metros por cada acometida

Caída de tensión para los motores 7 y 9:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 20,4A \cdot 0,025km \cdot 6,3 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,82 = 4,56 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{4,56}{380} \cdot 100\% = 1,2\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x4 mm<sup>2</sup> verifica.

Caída de tensión para los motores 8 y 10:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 20,4A \cdot 0,038km \cdot 6,3 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,82 = 6,93 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{6,93}{380} \cdot 100\% = 1,82\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x4 mm<sup>2</sup> verifica.

**9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.**

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque estrella triángulo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 20,4 A en plena carga seleccionamos...

Contactor de línea para  $0,58 \cdot 20,4A = 11,8 A$  aprox.                       $(1/\sqrt{3} = 0,58)$

Contactor para el triángulo para  $0,58 \cdot 20,4A = 11,8 A$  aprox.

Contactor para la estrella para  $0,33 \cdot 20,4A = 6,75 A$  aprox.

Seleccionó:

2 contactores Cod. LC1D18

1 contactor Cod. LC1D09.

1 guardamotor Cod. GV2ME21 regulado en 22 A

1 relé temporizado ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-308)

**Circuito 11 y 12- Alimentación a los motores de los redlers de carga silos 4 y 6:**

**Descripción:** Son circuitos trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimentan motores de 18,5 kW de los redlers que cargan cereal en los silos 4 y 6. Estos 2 circuitos, que calcularemos simultáneamente, ya que se encuentran a igual distancia del CCM.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,84$  en plena carga

$$I_B = \frac{18500 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,84} = 33,46 \cdot A \qquad I_B = 33,46A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_Z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x10 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 68 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 68A \qquad I_z = 53,7A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 53,7A \quad \gamma \quad I_B = 33,46A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE se selecciona un guardamotor

GV3ME40 regulado en 37 A. cumpliendo con;  $33,46A \leq I_N \leq 53,7A$  o sea  $I_N = 37A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_Z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 37A \leq 1,45 \cdot 53,7A \qquad 48,1A \leq 77,9A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 70 metros de un conductor 3x10 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=2,44$  [ohm/km] y  $X_l=0,0797$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,1708$  [ohm] y  $X_t=0,00558$  [ohm].

Entonces  $Z=0,171$  [ohm].

## Trabajo Final

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,171)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1184,21A$$
$$I_{cc} \approx 1184A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 10 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 10^2 = 1322500 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV3ME40 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

Debe cumplir con  $10 \cdot I_N \leq I_{cc}$        $10 \cdot 37A \leq 1184A$        $370A \leq 1184A$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=33,46 A$ ;  $R=2,44 \text{ ohm/km}$ .  $L=70 \text{ m}$  (ver plano TF-ING-301)  $\cos \varphi = 0,84$

Nota: Para la distancia se consideró 23 metros del CCM al pie de los silos N° 3 y 5, 27 metros de trepada a los silos, 14 metros de largo del redlers y 6 metros para las acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 33,46A \cdot 0,07km \cdot 2,44 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,84 = 8,41 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{8,41}{380} \cdot 100\% = 2,21\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque estrella triángulo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 33,46 A en plena carga seleccionamos...

Contactor de línea para  $0,58 \cdot 33,46A = 20 A$  aprox.

$$(1/\sqrt{3} = 0,58)$$

Contactor para el triángulo para  $0,58 \cdot 33,46A = 20 A$  aprox.

Contactor para la estrella para  $0,33 \cdot 33,46A = 11 A$  aprox.

Seleccionó:

2 contactores Cod. LC1D25

1 contactor Cod. LC1D12.

1 guardamotor Cod. GV3ME40 regulado en 37 A

1 relé temporizado ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-308)

**Circuito 13, 14, 17 y 18 - Alimentación a los motores de los aireadores de los silos 3 y 5:**

**Descripción:** Son circuitos trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimentan motores de 5,5 kW de los aireadores de los silos 3 y 5. Estos 4 circuitos, que calcularemos simultáneamente, ya que se encuentran a igual distancia del CCM.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,83$  en plena carga

$$I_B = \frac{5500 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,83} = 10,06 \cdot A \qquad I_B = 10,06A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x2,5 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 29 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 29A \qquad I_z = 22,9A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 22,9A \quad \text{y} \quad I_B = 10,06A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV2P16 regulado en 12 A. cumpliendo con;  $10,06A \leq I_N \leq 22,9A$  o sea  $I_N = 12A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 12A \leq 1,45 \cdot 22,9A \qquad 15,6A \leq 33,22A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 34 metros de un conductor 3x2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=10,2$  [ohm/km] y  $X_l=0,0957$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,3458$  [ohm] y  $X_t=0,00325$  [ohm].

Entonces  $Z=0,347$  [ohm].

## Trabajo Final

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,347)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 629,86A$$
$$I_{cc} \approx 630A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV2P16 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 12A \leq 630A \quad 120A \leq 630A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

$$\text{Donde } K = \sqrt{3}; \quad l = 10,06 \text{ A}; \quad R = 10,2 \text{ ohm/km.} \quad L = 34 \text{ m (ver plano TF-ING-301)} \quad \cos \varphi = 0,83$$

Nota: Para la distancia se consideró 19 metros del CCM al pie de los silos N° 3 y 5, 9 metros parte del perímetro del silo y 6 metros para las acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 10,06A \cdot 0,034km \cdot 10,2 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,83 = 5,01 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{5,01}{380} \cdot 100\% = 1,31\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizara mediante un arranque directo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 10,06 A en plena carga seleccionamos...

Contactador de línea para =10,06 A

Selecciono:

1 contactor Cod. LC1D12.

1 guardamotor Cod. GV2P16 regulado en 12 A

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-309)

## Circuito 15, 16,19 y 20 - Alimentación a los motores de los aireadores de los silos 4 y 6:

**Descripción:** Son circuitos trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimentan motores de 5,5 kW de los aireadores de los silos 4 y 6. Estos 4 circuitos, que calcularemos simultáneamente, ya que se encuentran a igual distancia del CCM.

## Trabajo Final

### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,83$  en plena carga

$$I_B = \frac{5500 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,83} = 10,06A \qquad I_B = 10,06A$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 29 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 29A \qquad I_z = 22,9A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 22,9A \quad \vee \quad I_B = 10,06A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV2P16 regulado en 12 A. cumpliendo con;  $10,06A \leq I_N \leq 22,9A$  o sea  $I_N = 12A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 12A \leq 1,45 \cdot 22,9A \qquad 15,6A \leq 33,22A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 48 metros de un conductor  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=10,2 \text{ [ohm/km]}$  y  $X_l=0,0957 \text{ [ohm/km]}$ , lo que nos da  $R_t=0,4896 \text{ [ohm]}$  y  $X_t=0,0046 \text{ [ohm]}$ .

Entonces  $Z=0,489 \text{ [ohm]}$ .

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,489)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 456,42A$$

$$I_{cc} \approx 456A$$

## Trabajo Final

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica  $I^2 t$  para el guardamotor GV2P16 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 12 \text{ A} \leq 456 \text{ A} \qquad 120 \text{ A} \leq 456 \text{ A}$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \text{sen} \phi) [V] \qquad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \phi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=10,06 \text{ A}$ ;  $R=10,2 \text{ ohm/km}$ .  $L=48 \text{ m}$  (ver plano TF-ING-301)  $\cos \phi = 0,83$

**Nota:** Para la distancia se consideró 33 metros del CCM al pie de los silos N° 4 y 6, 9 metros parte del perímetro del silo y 6 metros para las acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 10,06 \text{ A} \cdot 0,048 \text{ km} \cdot 10,2 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,83 = 7,08 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{7,08}{380} \cdot 100\% = 1,86\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque directo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 10,06 A en plena carga seleccionamos...

Contactador de línea para  $=10,06 \text{ A}$

Selección:

1 contactor Cod. LC1D12.

1 guardamotor Cod. GV2P16 regulado en 12 A

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-309)

## Circuito 21- Alimentación y comando del motor del redler de carga de la secadora:

**Descripción:** Es un circuito trifásico con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta un motor de 18,5 kW del redler de carga de la secadora

### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,84$  en plena carga

## Trabajo Final

$$I_B = 18500.W / \sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,84 = 33,46.A \quad I_B = 33,46.A$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x6 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 49 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,0,79 \cdot 49A \quad I_z = 38,7A \quad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 38,7A \quad \text{y} \quad I_B = 33,46A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV3ME40 regulado en 37 A. cumpliendo con;  $33,46A \leq I_N \leq 38,7A$  o sea  $I_N = 37A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 37A \leq 1,45 \cdot 38,7A \quad 48,1A \leq 56,11A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 32 metros de un conductor 3x6 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=4,20$  [ohm/km] y  $X_l=0,085$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,1344$  [ohm] y  $X_t=0,0027$  [ohm].

Entonces  $Z=0,1344$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,1344)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1448,43A$$

$$I_{cc} \approx 1448A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 6 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 6^2 = 476100 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica  $I^2t$  para el guardamotor GV3ME40 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10.37A \leq 1448A \qquad 370A \leq 1448A$$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \text{sen} \phi) [V] \qquad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \phi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=33,46$  A;  $L=0,042$  km.(ver plano TF-ING-301);  $R=4,2$  ohm/km. y  $\cos \phi = 0,84$

Nota: Para la distancia L se consideró 8 metros del CCM al pie de noria, 10 metros altura secadora, 8 metros sobre el redore y 6 para acometidas

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 33,46A \cdot 0,032km \cdot 4,2 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,84 = 6,54 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{6,54}{380} \cdot 100\% = 1,72\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

**9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.**

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque estrella triángulo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 33,46 A en plena carga seleccionamos...

Contactor de línea para  $0,58 \cdot 33,46A = 20$  A aprox. ( $1/\sqrt{3} = 0,58$ )  
 Contactor para el triángulo para  $0,58 \cdot 33,46A = 20$  A aprox.  
 Contactor para la estrella para  $0,33 \cdot 33,46A = 11$  A aprox.

Selecciono:  
 2 contactores Cod. LC1D25  
 1 contactor Cod. LC1D12.  
 1 guardamotor Cod. GV3ME40 regulado en 37 A  
 1 relé temporizado ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7  
 1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5  
 Esquema de conexión (según plano TF-ING-308)

**Circuito 22 y 23- Alimentación y comando de los motores de los redlers de descarga de los silos 1 y 2:**

Descripción: Son dos circuitos trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimentan motores de 18,5 kW. Dichos circuitos se diferencian entre si, solo por la distancia al CCM, así que los calcularemos en forma simultanea, y analizaremos la caída de tensión por separado.

**1) Determinación de la corriente de proyecto I<sub>B</sub>:**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,84$  en plena carga

$$I_B = \frac{18500.W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,84} = 33,46.A \qquad I_B = 33,46.A$$

## Trabajo Final

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.  
Seleccionamos cable tripolar de 3x6 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 49 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 49 A \qquad I_z = 38,7 A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 38,7 A \quad \text{y} \quad I_B = 33,46 A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV3ME40 regulado en 37 A. cumpliendo con;  $33,46 A \leq I_N \leq 38 A$  o sea  $I_N = 37 A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,3 I_N \leq 1,45 I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 37 A \leq 1,45 \cdot 38,7 A \qquad 48,1 A \leq 56,11 A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029 \Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 18 metros de un conductor 3x6 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=4,2$  [ohm/km] y  $X_l=0,085$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,0756$  [ohm] y  $X_t=0,00136$  [ohm].

Entonces  $Z=0,0756$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,0756)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 2262,77 A$$

$$I_{cc} \approx 2263 A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 6 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 6^2 = 476100 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica  $I^2 t$  para el guardamotor GV3ME40 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

## Trabajo Final

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 37 \text{ A} \leq 2263 \text{ A} \quad 370 \text{ A} \leq 2263 \text{ A}$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

$$\text{Donde } K = \sqrt{3}; \quad l = 33,46 \text{ A}; \quad R = 4,2 \text{ ohm/km. y } \cos \varphi = 0,84$$

L=0,018 km. (ver plano TF-ING-301);

L=0,033 km. (ver plano TF-ING-301);

Nota: Para la distancia L para el circuito N° 22, se consideró 8 metros del CCM al pie de noria, 4 metros de bajada al foso de noria 6 para acometidas. Para el circuito N° 23 se suman 15 m que es la distancia entre los motores 22 y 23

Circuito N° 22:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 33,46 \text{ A} \cdot 0,018 \text{ km} \cdot 4,2 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,84 = 3,68 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{3,68}{380} \cdot 100\% = 0,97\%$$

Circuito N° 23:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 33,46 \text{ A} \cdot 0,033 \text{ km} \cdot 4,2 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,84 = 6,74 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{6,74}{380} \cdot 100\% = 1,77\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque estrella triángulo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 33,46 A en plena carga seleccionamos...

Contactador de línea para  $0,58 \cdot 33,46 \text{ A} = 20 \text{ A}$  aprox.

$$(1/\sqrt{3} = 0,58)$$

Contactador para el triángulo para  $0,58 \cdot 33,46 \text{ A} = 20 \text{ A}$  aprox.

Contactador para la estrella para  $0,33 \cdot 33,46 \text{ A} = 11 \text{ A}$  aprox.

Selecciono:

2 contactores Cod. LC1D25

1 contactor Cod. LC1D12.

1 guardamotor Cod. GV3ME40 regulado en 37 A

1 relé temporizado ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-308)

**Circuito 24- Alimentación y comando del motor del redlers de carga de los silos 1 y 2:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta un motor de 18,5 kW del redlers de carga de los silos 1 y 2

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,84$  en plena carga

$$I_B = \frac{18500 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,84} = 33,46 \cdot A \qquad I_B = 33,46A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.  
Seleccionamos cable tripolar de 3x10 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 68 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 68A \qquad I_z = 53,72A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 53,72A \qquad \text{Y} \qquad I_B = 33,46A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV3ME40 regulado en 37 A. cumpliendo con;  $33,46A \leq I_N \leq 53,72A$  o sea  $I_N = 37A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 37A \leq 1,45 \cdot 53,72A \qquad 48,1A \leq 77,89A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 66 metros de un conductor 3x10 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=2,44$  [ohm/km] y  $X_l=0,0797$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,161$  [ohm] y  $X_t=0,00526$  [ohm].

Entonces  $Z=0,161$  [ohm].

## Trabajo Final

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,161)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1245,29 A$$
$$I_{cc} \approx 1245 A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 10 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 10^2 = 1322500 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV3ME40 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 37 A \leq 1245 A \quad 370 A \leq 1245 A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I = 33,46 A$ ;  $L = 0,066 km$ . (ver plano TF-ING-301);  $R = 2,44 ohm/km$ . y  $\cos \varphi = 0,84$

Nota: Para la distancia L se consideró, 8 metros del CCM al pie de noria, 12 metros a la altura de los silos 1 y 2, 40 metros de la noria hasta el motor y 6 metros para acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 33,46 A \cdot 0,066 km \cdot 2,44 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,84 = 7,84 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{7,84}{380} \cdot 100\% = 2,06\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolito de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque estrella triángulo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 33,46 A en plena carga seleccionamos...

Contactor de línea para  $0,58 \cdot 33,46 A = 20 A$  aprox.

$$(1/\sqrt{3} = 0,58)$$

Contactor para el triángulo para  $0,58 \cdot 33,46 A = 20 A$  aprox.

Contactor para la estrella para  $0,33 \cdot 33,46 A = 11 A$  aprox.

Selecciono:

2 contactores Cod. LC1D25

1 contactor Cod. LC1D12.

1 guardamotor Cod. GV3ME40 regulado en 37 A

1 relé temporizado ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-308)

**Circuito 25, 26, 27, 28- Alimentación y comando de motores de aireadores de los silos 1 y 2:**

**Descripción:** Son circuitos trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimentan motores de 11 kW de los aireadores de los silos 1 y 2

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,82$  en plena carga

$$I_B = \frac{11000 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,82} = 20,4A \qquad I_B = 20,4A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x4 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 38 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 38A \qquad I_z = 30A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x4 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 30A \quad \text{Y} \quad I_B = 20,4A$$

Con el catalogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV2ME21 regulado en 22 A. cumpliendo con;  $20,4A \leq I_N \leq 30A$  o sea  $I_N = 22A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 22A \leq 1,45 \cdot 30A \qquad 28,6A \leq 43,5A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 52 metros de un conductor 3x4 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=6,30$  [ohm/km] y  $X_l=0,0894$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,3276$  [ohm] y  $X_t=0,00465$  [ohm].

Entonces  $Z=0,328$  [ohm].

## Trabajo Final

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,328)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 663,74 A$$
$$I_{cc} \approx 664 A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 4 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 4^2 = 211600 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV2ME21 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x4 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 22 A \leq 664 A \quad 220 A \leq 664 A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I = 20,4 A$ ;  $L = 0,052 \text{ km}$ . (ver plano TF-ING-301);  $R = 6,3 \text{ ohm/km}$ . y  $\cos \varphi = 0,82$

Nota: Para la distancia L se consideró, 8 metros del CCM al pie de noria, 4 metros de bajada al foso de noria, 34 metros hasta los motores y 6 metros para acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 20,4 A \cdot 0,052 \text{ km} \cdot 6,3 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,82 = 9,49 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{9,49}{380} \cdot 100\% = 2,5\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x4 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque directo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 20.4 A en plena carga.

Selecciono:

1 contactor Cod. LC1D25

1 guardamotor Cod. GV2ME21 regulado en 22 A

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-309)

**Circuito 29- Alimentación y comando del motor del extractor de aire de la fosa de los silos 1 y 2:**

**Descripción:** Son circuitos trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimentan motores de 11 kW del extractor de aire de la fosa. Dicho extractor fue seleccionado y provisto por una empresa tercerizada.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

De tabla obtenemos un  $\cos \phi = 0,82$  en plena carga

$$I_B = \frac{11000 \cdot W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,82} = 20,4A \qquad I_B = 20,4A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_Z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x6 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 49 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 49A \qquad I_z = 38,7A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_Z = 38,7A \quad \text{Y} \quad I_B = 20,4A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV2ME21 regulado en 22 A. cumpliendo con;  $20,4A \leq I_N \leq 38,7A$  o sea  $I_N = 22A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_Z$  según 60947-2

$$1,3 \cdot 22A \leq 1,45 \cdot 38,7A \qquad 28,6A \leq 56,11A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 71 metros de un conductor 3x6 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=4,2$  [ohm/km] y  $X_l=0,085$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,2982$  [ohm] y  $X_t=0,00612$  [ohm].

Entonces  $Z=0,2983$  [ohm].

## Trabajo Final

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,161)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 723,3A$$
$$I_{cc} \approx 723A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 6 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 6^2 = 476100 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV3ME21 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 22A \leq 723A \quad 220A \leq 723A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=20,4 A$ ;  $L=0,071 km$ . (ver plano TF-ING-301);  $R=4,2 ohm/km$ . y  $\cos \varphi = 0,82$

Nota: Para la distancia L se consideró, 8 metros del CCM al pie de noria, 4 metros de bajada al foso de noria, 53 metros hasta el motor y 6 metros para acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 20,4A \cdot 0,071km \cdot 4,2 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,82 = 8,64 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{8,64}{380} \cdot 100\% = 2,27\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque directo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 20.4 A en plena carga.

Selecciono:

1 contactor Cod. LC1D25

1 guardamotor Cod. GV2ME21 regulado en 22 A

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-309)

**Circuito 30- Alimentación al tablero del volquete hidráulico:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro, 380 V y 50Hz, cuya potencia de 30 kVA fue especificada por el proveedor del volquete. Nuestro trabajo consiste en dejar la alimentación prevista a una bornera en el lugar donde se ubicará el tablero del sistema.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I_B = \frac{30000VA}{\sqrt{3} \cdot 380V} = 45,6A \qquad I_B = 45,6A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 4x10 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 68 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 68A \qquad I_z = 53,72A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x10 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 53,72A \qquad \text{Y} \qquad I_B = 45,6A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 50 A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según IEC 60898

Cumpliendo con;  $45,6A \leq I_N \leq 53,72A$  o sea...  $I_N = 50A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,45I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60898

$$1,45 \cdot 50A \leq 1,45 \cdot 53,72A \qquad 72,5A \leq 77,89A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 31 metros de un conductor 4x10 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=2,44$  [ohm/km] y  $X_t=0,0797$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,07564$  [ohm] y  $X_t=0,00247$  [ohm].

Entonces  $Z=0,2354$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,2354)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 895,2A$$

$$I_{cc} \approx 895A$$

## Trabajo Final

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de  $10 \text{ mm}^2$

$$115^2 \cdot 10^2 = 1322500 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica  $I^2 t$  para un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 50 A, curva de disparo C y 4500 A del fabricante MERLIN GERIN, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de  $4 \times 10 \text{ mm}^2$  verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 50 \text{ A} \leq 895 \text{ A} \qquad 500 \text{ A} \leq 895 \text{ A}$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \qquad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $k = \sqrt{3}$ ;  $I=45,6$   $L=0,031 \text{ km}$ . (ver plano TF-ING-301)  $R=2,44 \text{ ohm/km}$ . Y suponiendo un  $\cos \varphi = 0,80$

Nota: Para la distancia L se consideró, 25 metros del CCM al tablero del volquete y 6 metros para las acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 45,6 \text{ A} \cdot 0,031 \text{ km} \cdot 2,44 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,80 = 4,77 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{4,77}{380} \cdot 100\% = 1,25\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de  $4 \times 10 \text{ mm}^2$  verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

Este tablero tendrá un interruptor termomagnético tetrapolar SERIE P60, calibre 50 A, con un poder de corte de 4500 A, según IEC 60898.

### Circuito 31-Alimentación al tablero de la secadora:

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro, 380 V y 50Hz, cuya potencia de 32 kVA fue especificada por el proveedor de la secadora. Nuestro trabajo consiste en dejar la alimentación prevista a una bornera en el lugar donde se ubicará el tablero del sistema.

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V}$$
$$I_B = \frac{32000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V}} = 48,6 \text{ A} \qquad I_B = 48,6 \text{ A}$$

## Trabajo Final

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 4x10 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 68 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,0,79.68A \quad I_z = 53,72A \quad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x10 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 53,72A \quad \vee \quad I_B = 48,6A$$

Con el catalogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 50 A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según IEC 60898

Cumpliendo con;  $46,8A \leq I_N \leq 53,72A$  o sea  $I_N = 50A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,45I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60898

$$1,45 \cdot 50A \leq 1,45 \cdot 53,72A \quad 72,5A \leq 77,89A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_i = \sqrt{R_i^2 + X_i^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 14 metros de un conductor 4x10 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=2,44$  [ohm/km] y  $X_l=0,0797$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,03416$  [ohm] y  $X_t=0,00116$  [ohm].

Entonces  $Z=0,2354$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,0342)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 3746,75A$$

$$I_{cc} \approx 3747A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 10 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 10^2 = 1322500 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica  $I^2t$  para un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 50 A, curva de disparo C y 4500 A del fabricante MERLIN GERIN, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 4x10 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 50A \leq 3747A \qquad 500A \leq 3747A$$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \qquad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=48,6$   $L=0,014$  km. (ver plano TF-ING-301)  $R=2,44$  ohm/km. Y suponiendo un  $\cos \varphi = 0,80$

Nota: Para la distancia L se consideró, 8 metros del CCM al tablero de la secadora y 6 metros para las acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 48,6A \cdot 0,014km \cdot 2,44 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,80 = 2,3[V]$$

$$\Delta U(\%) = \frac{2,3}{380} \cdot 100\% = 0,61\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de  $4 \times 10 \text{ mm}^2$  verifica.

**9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.**

Este tablero tendrá un interruptor termomagnético tetrapolar SERIE P60, calibre 50A, con un poder de corte de 4500 A, según IEC 60898.

**Circuito 32-Alimentación al tablero del depósito de combustible:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro, 380 V y 50Hz, cuya potencia de 4 kVA fue especificada por el proveedor del sistema. Nuestro trabajo consiste en dejar la alimentación prevista a una bornera en el lugar donde se ubicará el tablero del sistema.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I_B = \frac{4000VA}{\sqrt{3} \cdot 380V} = 6,1A \qquad I_B = 6,1A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de  $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 29 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,0,79 \cdot 29A \qquad I_z = 22,9A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de  $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_Z = 22,9A \quad \vee \quad I_B = 6,1A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 20A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según IEC 60898

Cumpliendo con;  $6,1A \leq I_N \leq 22,9A$  o sea  $I_N = 20A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,45I_N \leq 1,45I_Z$  según IEC 60898

$$1,45 \cdot 20A \leq 1,45 \cdot 22,9A \qquad 29A \leq 33,22A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 57 metros de un conductor 4x2,5 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

R=10,20 [ohm/km] y Xl=0,0957 [ohm/km], lo que nos da Rt=0,5814 [ohm] y Xt=0,005455 [ohm].

Entonces Z=0,5815 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,5815)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 387,78A$$

$$I_{cc} \approx 388A$$

**6) Verificación por máxima exigencia térmica:**

La sección se verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

Del reglamento de AEA, sacamos que la máxima energía específica para un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 20 A, curva de disparo C y 4500 A.

$$I^2 \cdot t = 39000$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 25A \leq 388A \qquad 250A \leq 388A$$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \qquad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $l=6,1$   $L=0,057$  km. (ver plano TF-ING-301)  $R=10,2$  ohm/km. Y suponiendo un  $\cos \varphi = 0,80$

## Trabajo Final

Nota: Para la distancia L se consideró, 8 metros del CCM al pie de noria, 43 metros hasta el tablero de las bombas de combustibles y 6 metros para las acometidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 6,1A \cdot 0,057km \cdot 10,4 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,80 = 5,01[V] \quad \text{o sea}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{5,01}{380} \cdot 100\% = 1,32\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de  $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

Este tablero tendrá un interruptor termomagnético tetrapolar SERIE P60, calibre 20 A, con un poder de corte de 4500 A, según IEC 60898.

### Circuito 33-Alimentación al tablero del comando de luces y tomacorrientes de la sala de comando:

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro, 380 V y 50Hz, desde dicho tablero se alimentan 3 artefactos de iluminación exterior de 1000 W de potencia y una alimentación de 220 V, dichos artefactos están ubicados al pie de noria y tienen como fin la iluminación de la zona central de la planta de silos. También desde dicho tablero se alimenta un circuito de iluminación general con tomacorrientes derivados, ubicado dentro de la sala de control.

Se considera la posibilidad de en un futuro incluir 3 artefactos más de 1000 W en la noria a una altura superior que los anteriores. Entonces la potencia asignada a este tablero es de 7000 W aproximadamente.

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

Consideramos  $\cos \phi = 0,82$

$$I_B = \frac{7000W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,82} = 12,97A \qquad I_B = 12,97A$$

#### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_Z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 38 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1.1 \cdot 38A \qquad I_z = 38A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  verifica.

#### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_Z = 38A \quad \text{y} \quad I_B = 12,97A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 32 A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según IEC 60898

## Trabajo Final

Cumpliendo con;  $12,97A \leq I_N \leq 38A$  o sea  $I_N = 32A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,45I_N \leq 1,45I_Z$  según IEC 60898

$$1,45 \cdot 32A \leq 1,45 \cdot 38A \qquad 46,4A \leq 55,1A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 10 metros de un conductor 4x4 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

$R=6,30$  [ohm/km] y  $Xl=0,0894$  [ohm/km], lo que nos da  $R_t=0,063$  [ohm] y  $X_t=0,000894$  [ohm].

Entonces  $Z=0,063$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,063)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 2572,79A$$

$$I_{cc} \approx 2573A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 4 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 4^2 = 211600 \geq I^2 \cdot t$$

Del reglamento de AEA, sacamos que la máxima energía específica para un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 32 A, curva de disparo C y 4500 A. I

$$I^2 \cdot t = 39000$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x4 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 32A \leq 2573A \qquad 320A \leq 2573A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \qquad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=12,97$   $L=0,01$  km. (ver plano TF-ING-301)  $R=6,3$  ohm/km. Y suponiendo un  $\cos \varphi = 0,82$

Nota: Para la distancia L se consideró, 10 metros del CCM al tablero, dados que ambos se encuentran ubicados en la misma sala (ver plano TF-ING-301)

## Trabajo Final

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 12,97 A \cdot 0,01 km \cdot 6,3 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,82 = 1,16 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{1,16}{380} \cdot 100\% = 0,31\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x4 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

La protección de este tablero será mediante un interruptor termomagnético tetrapolar SERIE P60, calibre 32 A, con un poder de corte de 4500 A, según IEC 60898.

### Circuito 34-Alimentación a los tableros de tomacorrientes exteriores:

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro, 380 V y 50Hz, que alimenta dos tableros de tomacorrientes en el exterior de la planta, dichos tableros tienen como finalidad proporcionar un punto cercano de alimentación para las herramientas utilizadas para el mantenimiento de la planta. Dichas herramientas son las propias de dotación de la planta, o sea las mismas que son utilizadas en el taller del galpón de insumos.

Característica del consumo	Potencia [hp/kw]	Corriente [A]
Soldadora eléctrica de arco (350 A)	6 kVA trifásico	12 A
Soldadora eléctrica de alambre	6 kVA trifásico	12 A
Cortadora de plasma 20 mm	10000 W trifásico	20 A
Herramientas de mano	1500 W monofásico	6 A

Uno de los tableros se encuentra lindero a la sala del CCM y el otro en un extremo del galpón de descarga (Ver planos TF-ING-301), pero para el cálculo de los conductores que alimentan este circuito, supondremos las cargas aplicadas en el tablero más lejano y una potencia de cálculo de 20000 W.

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto I<sub>B</sub>:

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

Consideramos  $\cos \phi = 0,82$

$$I_B = \frac{20000 W}{\sqrt{3} \cdot 380 V \cdot 0,82} = 37 A \quad I_B = 37 A$$

#### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I<sub>Z</sub>:

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 4x10 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 68 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0,79$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,0,79 \cdot 68 A \quad I_z = 53,72 A \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x10 mm<sup>2</sup> verifica.

#### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I<sub>N</sub>:

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_Z = 53,72 A \quad \gamma \quad I_B = 37 A$$

## Trabajo Final

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 40 A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según IEC 60898

Cumpliendo con;  $37A \leq I_N \leq 53,72A$  o sea...  $I_N = 40A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,45I_N \leq 1,45I_Z$  según IEC 60898

$$1,45 \cdot 40A \leq 1,45 \cdot 53,72A \qquad 58A \leq 77,89A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_i = \sqrt{R_i^2 + X_i^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 37 metros de un conductor 4x10 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Retenax Valió.

R=2,44 [ohm/km] y Xl=0,0797 [ohm/km], lo que nos da Rt=0,0903 [ohm] y Xt=0,00295 [ohm].

Entonces Z=0,1554 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,1554)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1983,38A$$

$$I_{cc} \approx 1983A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 10 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 10^2 = 1322500 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 40 A, curva de disparo C y 4500 A del fabricante MERLIN GERIN, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 4x10 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 40A \leq 1283A \qquad 400A \leq 1283A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \qquad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $l=37$   $L=0,037$  km. (ver plano TF-ING-301) R=2,44 ohm/km. Y suponiendo un  $\cos \varphi = 0,82$

Nota: Para la distancia L se consideró, 31 metros del CCM al tablero y 6 metros para acometidas (ver plano TF-ING-301)

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 37 \text{ A} \cdot 0,037 \text{ km} \cdot 2,44 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,82 = 4,74 [\text{V}]$$

$$\Delta U(\%) = \frac{4,74}{380} \cdot 100\% = 1,24\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

La protección de este tablero será mediante un interruptor termomagnético tetrapolar SERIE P60, calibre 40 A, con un poder de corte de 4500 A, según IEC 60898.

#### Resumen de circuitos según plano TF-ING-301

Circuito	Ib [A]	$\Delta V$ [V]	$\Delta V$ [%]	Conductor	Tipo de arranque	Plano de conexión
1	79,5	6,95	1,83	Retenax Valio 3x25/16 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque suave	TF-ING-307
2	79,5	6,95	1,83	Retenax Valio 3x25/16 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque suave	TF-ING-307
3	39,8	8,9	2,34	Retenax Valio 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque suave	TF-ING-307
4	33,46	4,09	1,08	Retenax Valio 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
5	33,46	4,09	1,08	Retenax Valio 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
6	39,8	3,67	0,97	Retenax Valio 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque suave	TF-ING-307
7	20,4	4,56	1,2	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
8	20,4	6,94	1,83	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
9	20,4	4,56	1,2	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
10	20,4	6,94	1,83	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
11	33,46	8,41	2,21	Retenax Valio 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
12	33,46	8,41	2,21	Retenax Valio 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
13	10,06	5,01	1,31	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
14	10,06	5,01	1,31	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
15	10,06	7,08	1,86	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
16	10,06	7,08	1,86	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
17	10,06	5,01	1,31	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
18	10,06	5,01	1,31	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
19	10,06	7,08	1,86	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
20	10,06	7,08	1,86	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
21	33,46	9,81	2,58	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
22	33,46	3,68	0,97	Retenax Valio 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
23	33,46	6,75	1,78	Retenax Valio 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
24	33,46	7,84	2,06	Retenax Valio 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	Estrella-Triángulo	TF-ING-308
25	20,4	9,49	2,5	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
26	20,4	9,49	2,5	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
27	20,4	9,49	2,5	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
28	20,4	9,49	2,5	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
29	20,4	8,64	2,27	Retenax Valio 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	Arranque directo	TF-ING-309
30	45,6	4,77	1,25	Retenax Valio 4x10 [mm <sup>2</sup> ]	-----	
31	48,6	2,3	0,61	Retenax Valio 4x10 [mm <sup>2</sup> ]	-----	
32	6,1	5,01	1,32	Retenax Valio 4x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	-----	
33	12,97	1,16	0,31	Retenax Valio 4x4 [mm <sup>2</sup> ]	-----	
34	37	4,74	1,25	Retenax Valio 4x10 [mm <sup>2</sup> ]	-----	

**Resumen de los elementos de protección y comando de los circuitos:**

Circuito	Protección y comando
1	1 Llave Compact NS 100 / 1 Arranque suave ALISTART 01 Cod: ATS 01N2 85Q1
2	1 Pulsador luminoso 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5
3	1 Guardamotor GV3 P50 / 1 Arranque suave ALISTART 01 Cod: ATS 01N2 44Q 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5
4	1 Guardamotor GV3ME40/ 2 contactores LC1D25 / 1 contactor LC1D12
5	1relé temporizado ZELIO TIME RE XL4TMP7 / 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO XB4-BLU84M5
6	1 Guardamotor GV3 P50 / 1 Arranque suave ALISTART 01 Cod: ATS 01N2 44Q 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5
7	1 Guardamotor GV2ME21 / 2 contactores LC1D18
8	1 contactor LC1D09
9	1 relé temporizado ZELIO TIME RE XL4TMP7
10	1 Pulsador luminoso 1NC/1NO XB4-BLU84M5
11	1 Guardamotor GV3ME40 / 2 contactores LC1D25 / 1 contactor LC1D12
12	1 relé temporizado ZELIO TIME RE XL4TMP7 / 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO XB4-BLU84M5
13	
14	
15	
16	1 Guardamotor GV2P16
17	1 contactor LC1D12
18	1 Pulsador luminoso 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5
19	
20	
21	1 Guardamotor GV3ME40 / 2 contactores LC1D25 / 1 contactor LC1D12
22	1 relé temporizado ZELIO TIME RE XL4TMP7
23	1 Pulsador luminoso 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5
24	
25	1 Guardamotor GV2ME21 / 1contactor LC1D25 / 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO XB4-BLU84M5
26	1 Guardamotor GV2ME21 / 1contactor LC1D25 / 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO XB4-BLU84M5
27	1 Guardamotor GV2ME21 / 1contactor LC1D25 / 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO XB4-BLU84M5
28	1 Guardamotor GV2ME21 / 1contactor LC1D25 / 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO XB4-BLU84M5
29	1 Guardamotor GV2ME21 / 1contactor LC1D25 / 1 Pulsador luminoso 1NC/1NO XB4-BLU84M5
30	Interrupor termomagnético P60-50A / Poder de corte de 4500 A
31	Interrupor termomagnético P60-50A / Poder de corte de 4500 A
32	Interrupor termomagnético P60-20A / Poder de corte de 4500 A
33	Interrupor termomagnético P60-32A / Poder de corte de 4500 A
34	Interrupor termomagnético P60-40A / Poder de corte de 4500 A

**Tablero y circuitos de iluminación de sala de comandos y luces exteriores:**

Descripción: Desde dicho tablero (TF-ING-303) se accionará las luces exteriores a la planta, compuestas por 6 lámparas de 1000 W monofásicas, ubicadas sobre la torre de noria principal, a una altura de 15 metros. Dichas lámparas irán conectadas 2 por fases, con lo cual se necesitan 3 circuitos monofásicos. También de este tablero se alimenta un circuito de iluminación general con tomacorrientes derivados para el interior de la sala de comando.

**Circuito de iluminación general con tomacorrientes derivados (IUG):**

Descripción: El área de la sala de control es de 22 m<sup>2</sup> aproximadamente (3,3 m x 6,6 m), para lo cual se dispondrá de 2 bocas de iluminación, y tres bocas de tomacorrientes. Es un circuito monofásico, 220 V y 50Hz, la potencia asignada a dicho circuito es de 2200VA (Según tabla 771.9.I de AEA).

**1) Determinación de la corriente de proyecto I<sub>B</sub>:**

$$P = I_B \cdot V \quad I_B = \frac{P}{V}$$

## Trabajo Final

$$I_B = 2200VA / 220V = 10A$$

$$I_B = 10A$$

### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, caño de PVC embutido en pared, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable unipolar de 1x2,5 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 18 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 0.9$

Factor de agrupamiento  $f_a = 0.9$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N$$

$$I_z = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 18A$$

$$I_z = 14,58A$$

$$I_z > I_B$$

Entonces el conductor Superastix Flex, cobre electrolítico de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección $I_N$ :

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 14,58A \quad \text{Y} \quad I_B = 10A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético bipolar serie P60 de calibre 16 A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según IEC 60898

Cumpliendo con;  $10A \leq I_N \leq 14,6A$  o sea  $I_N = 10A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,45I_N \leq 1,45I_z$  según IEC 60898

$$1,45 \cdot 10A \leq 1,45 \cdot 14,58A$$

$$14,5A \leq 21,14A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 20 metros de un conductor 1x2,5 mm<sup>2</sup> de sección para la fase y 20 metros para el neutro Prysmian Superastix Flex.

$R=7,98$  [ohm/km] y  $X_l$ =despreciable, lo que nos da  $R_t=0,3192$  [ohm], entonces  $Z=0,3192$  [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,3192)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 679,8A$$

$$I_{cc} \approx 680A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando  $K=115$  para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

Del reglamento de AEA, sacamos que la máxima energía específica para un interruptor termomagnético bipolar serie P60 de calibre 10 A, curva de disparo C y 4500 A. I

$$I^2 \cdot t = 30000$$

Entonces el conductor Superastix Flex, cobre electrolítico de 1x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

Debe cumplir con  $10 \cdot I_N \leq I_{cc}$                        $10 \cdot 10A \leq 680A$                        $100A \leq 680A$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \text{sen} \phi) [V]$                       Simplificando...  $\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \phi [V]$

Donde  $K = 2$ ;       $l = 10$                        $L = 0,02$  km. (ver plano TF-ING-302)  $R = 7,98$  ohm/km. Y suponiendo un  $\cos \phi = 0,80$

Nota: Para la distancia L se consideró, 20 metros del CCM al tomacorriente mas alejado del circuito.

$\Delta U = 2 \cdot 10A \cdot 0,02km \cdot 7,98 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,80 = 2,55 [V]$

$\Delta U (\%) = \frac{2,55}{220} \cdot 100\% = 1,16\%$

Entonces el conductor Superastic Flex, cobre electrolítico de  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  verifica.

**9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.**

Este circuito tendrá un interruptor termomagnético bipolar SERIE P60, calibre 10 A, con un poder de corte de 4500 A, según IEC 60898 y un interruptor diferencial bipolar ID de 25A y 30mA de sensibilidad.

**Circuito de iluminación exterior (IUE):**

Descripción: Es un circuito trifásico con neutro de 380 V y 50Hz, de donde se alimentarán tres luminarias de 1000 W monofásicas, (Una de cada fase), pero se prevé la ampliación de 3 luminarias mas en un futuro. Teniendo En cuenta la potencia de los equipos auxiliares, consideraremos una potencia de 1070 W por lámpara.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = I_r \cdot V_m \cdot \cos \phi + I_s \cdot V_{sn} \cdot \cos \phi + I_t \cdot V_m \cdot \cos \phi = 3 I_B \cdot V_f \cdot \cos \phi$$

$$I_B = \frac{P}{3 \cdot V_f \cdot \cos \phi} \quad V_f = 220V \quad \text{o} \quad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_{ff} \cdot \cos \phi} \quad V_{ff} = 380V$$

Considerando un factor de potencia de  $\cos \phi = 0,75$

$$I_B = \frac{6420W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,75} = 13A \quad I_B = 13A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, montado sobre bandeja perforada tipo escalera, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico. Seleccionamos cable tripolar de  $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$  con una capacidad de transporte de 29 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

## Trabajo Final

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1.1 \cdot 29A \qquad I_z = 29A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I<sub>N</sub>:

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_Z = 29A \quad \vee \quad I_B = 13A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 20 A, curva de disparo C y 4500 A de poder de corte según IEC 60898

Cumpliendo con;  $13A \leq I_N \leq 29A$  o sea...  $I_N = 20A$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,45I_N \leq 1,45I_Z$  según IEC 60898

$$1,45 \cdot 20A \leq 1,45 \cdot 29A \qquad 29A \leq 42,05A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,011)^2 + (0,0265)^2} = 0,029\Omega \quad (\text{Hasta el tablero seccional})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 29 metros de un conductor 4x2,5 mm<sup>2</sup> de Prysmian Retenax Valio.

R=10,2 [ohm/km] y Xl=0,0957 [ohm/km], lo que nos da Rt=0,2958 [ohm] y Xt=0,0028[ohm] , entonces Z=0,296 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,029 + 0,296)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 728,8A$$

$$I_{cc} \approx 729A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

Del reglamento de AEA, sacamos que la máxima energía específica para un interruptor termomagnético tetrapolar serie P60 de calibre 20 A, curva de disparo C y 4500 A.

$$I^2 \cdot t = 39000$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 4x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 20A \leq 729A \qquad 200A \leq 729A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 3 %, dejando previsto un 2 % para la caída del tablero principal al CCM

## Trabajo Final

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \operatorname{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=13$   $L=0,029$  km. (ver plano TF-ING-302)  $R=10,2$  ohm/km. Y suponiendo un  $\cos \varphi = 0,75$

Nota: Para la distancia L se consideró, 8 metros del CCM al pie de noria, 15 metros hasta la altura de las luminarias y 6 metros para las acometidas. (Ver plano TF-ING-301)

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 13A \cdot 0,029km \cdot 10,2 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,75 = 5 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{5}{380} \cdot 100\% = 1,31\%$$

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolito de  $4 \times 2,5$  mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

Este circuito tendrá un interruptor termomagnético tetrapolar SERIE P60, calibre 20 A, con un poder de corte de 4500 A, según IEC 60898 y un interruptor diferencial tetrapolar ID de 25A y 30mA de sensibilidad.

#### Resumen de circuitos del tablero TF-ING-303

Circuito	Ib [A]	$\Delta V[V]$	$\Delta V[\%]$	Conductor	Protecciones
IUE (*)	13	5	1,31	Retenax Valió $4 \times 2,5$ [mm <sup>2</sup> ]	Interruptor termomagnético P60-20A / Interruptor diferencial ID 25 A-30mA
IUG(**)	10	2,55	1,16	Superastic Flex $1 \times 2,5$ [mm <sup>2</sup> ]	Interruptor termomagnético P60-10A / Interruptor diferencial ID 25 A-30mA

(\*) Circuito de iluminación exterior.

(\*\*) Circuito de iluminación general con tomacorrientes derivados.

**Consideraciones sobre el Centro de Control de Motores**

De acuerdo al cuadro de descripción de consumos de la memoria técnica, la potencia total instalada del tablero del Centro de Control de motores es de 517 kVA. Pero por condiciones de funcionamiento, es necesario estimar algún coeficiente de simultaneidad.

La máxima solicitud de potencia de la planta acopiadora de cereales, se da cuando es necesario airear y secar el cereal, que ha sido cosechado en condiciones de humedad que no son las óptimas. Esta operación consiste en sacar de un silo, elevarlo mediante las norias principales, pasarlo por la secadora y volverlo a tirar en otro silo mediante la noria de la secadora. Entonces consideraremos los siguientes consumos:

Consumo	Potencia (hp/kW)
Motor noria N° 1	60/45
Motor noria N° 2	60/45
Motor noria descarga secadora	30/22
Motor redler descarga silos 3,4,5 y 6	30/22
Motor sinfín de descarga silo N° 3	15/11
Motor aireador 1 del silo N° 3	7,5/5,5
Motor aireador 2 del silo N° 3	7,5/5,5
Motor aireador 1 del silo N° 4	7,5/5,5
Motor aireador 2 del silo N° 4	7,5/5,5
Motor aireador 1 del silo N° 5	7,5/5,5
Motor aireador 2 del silo N° 5	7,5/5,5
Motor aireador 1 del silo N° 6	7,5/5,5
Motor aireador 2 del silo N° 6	7,5/5,5
Motor redler de carga de la secadora	25/18,5
Motor de redler de carga silos N° 1 y 2	25/18,5
Motor aireador 1 del silo N° 1	15/11
Motor aireador 2 del silo N° 1	15/11
Motor aireador 1 del silo N° 2	15/11
Motor aireador 2 del silo N° 2	15/11
Motor extractor de aire de fosa	15/11
Alimentación a tablero secadora	42/32
Alimentación a tablero depósito combustible	5/4
Alimentación a tablero de luces y tomacorrientes	20/15
Tableros de tomacorrientes	15/11

**Total potencia simultanea 343 kW**

Con lo que el coeficiente de simultaneidad nos queda:

$$C_s = \frac{P_s}{P_t} = \frac{343kW}{517kW} \approx 0,67$$

Dicho coeficiente de simultaneidad y potencia simultánea será utilizado para dimensionar el juego de barras del tablero, el interruptor principal y el banco de capacitores con su controlador.

**Selección del interruptor principal del CCM:**

La potencia asignada al tablero CCM es de 343kW, lo que nos da una corriente de...

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos\phi \qquad I_B = \frac{343000kW}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,75}$$

$$I_B = 695A$$

Seleccionamos como interruptor principal del tablero, un interruptor compacto NS1000, tetrapolar con regulación de In 400A -1000A regulado en 600 A y con un poder de corte de 10kA.

**Selección del juego de barras del CCM:**

El juego de barras principal del tablero CCM, estarán colocados en la parte superior del tablero, y cruzarán los distintos módulos del CCM en forma ininterrumpida: El largo total de las barras es de 3,4 metros de longitud y se seleccionaron barras de 40 mm de ancho y 10 mm de espesor, que según el catálogo del fabricante Genrod soportan 800 A por fase. Dichas Barras estarán sujetadas mediante aisladores tipo escalera separados entre si por una distancia de 0,8 metros, como se muestra en el plano TF-ING-305.

**Cálculo de esfuerzos sobre las barras en condiciones de cortocircuito trifásico:**

El cálculo lo efectuamos según lo indica la norma IRAM 2358 y 2359. Para ello consideramos esfuerzos en conductores rígidos o “barras” (un conductor es rígido cuando no hay necesidad de tener en cuenta a las fuerzas axiales). Por esta hipótesis las fuerzas ejercidas son de flexión, siendo la fórmula general de la tensión de flexión en un conductor principal ubicado sobre un soporte la siguiente:

$$\sigma_m = V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_m \cdot l}{8 \cdot Z} \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$$

Donde:

$V_\sigma$  y  $V_r$  = Coeficientes que tienen en cuenta los fenómenos dinámicos y se obtienen de gráficos.

$\beta$  = Coeficiente correctivo que depende del tipo y del número de soportes.

$l$  = Distancia entre los apoyos.

$Z$  = Módulo resistente de la barra.

$F_m$  = Valor de cresta de la fuerza entre los conductores principales durante un cortocircuito trifásico.

En este caso debe usarse el valor “ $F_{m3}$ ” (cortocircuito trifásico) cuya fórmula es la siguiente:

$$F_{m3} = 0,2 \cdot i_{p3}^2 \cdot 0,87 \cdot \frac{l}{a_s} [N]$$

Donde:

$a_s$  = Distancia efectiva entre ejes de conductores.

$i_{p3}$  = Valor de cresta de la corriente de cortocircuito trifásica.

$$i_{p3} = \sqrt{2} \cdot I''_{k3}$$

La frecuencia natural de un conductor tomado aisladamente, se calcula a partir de:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{m}} [Hz]$$

Donde:

$\gamma$  = Depende del número y tipo de soportes y se obtiene de tablas.

$E$  = Módulo de elasticidad del material.

$J$  = Momento de inercia de la barra.

$m$  = Masa por unidad de longitud del conductor.

## Trabajo Final

### Para el tablero seccional CCM:

Se utilizarán barras de Cu, una por fase, con las siguientes características:

Material	E-Cu F 30
Longitud	3,4 m
Espesor	10 mm
Ancho	40 mm
Corriente Admisible	800 A

Considerando un valor eficaz de corriente de corto circuito de  $I_{k3}'' = 2000 A$  en las barras se tiene un valor de cresta:

$$i_{p3} = \sqrt{2} \cdot 2000 A = 2828 A = 2,828 kA$$

El momento de inercia de la barra resulta:

$$J = \frac{40 mm \cdot (10 mm)^3}{12} = 3.333,3 mm^4 = 0,3333 cm^4$$

La densidad del cobre es de  $8900 \frac{kg}{m^3}$ , entonces la masa por unidad de longitud de la barra será:

$$m' = 8.900 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,01 m \cdot 0,04 m = 3,56 \frac{kg}{m}$$

El módulo de elasticidad del E-Cu F30 es de  $110.000 \frac{N}{mm^2}$

Considerando soportes simples equidistantes, el coeficiente de la frecuencia natural es  $\gamma = 0,356$  para 4 tramos según tabla de la norma. La distancia entre dichos soportes es de  $l = 0,8 m$ . Por lo que la frecuencia natural resulta:

$$f_c = \frac{0,356}{0,8^2} \cdot \sqrt{\frac{110.000 \frac{N}{mm^2} \cdot 0,333 cm^4}{3,56 \frac{kg}{m}}} = 56,45 Hz$$

La relación:

$$\frac{f_c}{f} = \frac{56,45 Hz}{50 Hz} = 1,129 \text{ lo que da por gráfico los coeficientes } V_\sigma = 1 \text{ y } V_r = 1.$$

Considerando una separación entre ejes de barras de 0,08 m, el esfuerzo máximo tiene lugar en la barra central y vale:

$$F_{m3} = 0,2 \cdot (2,828 kA)^2 \cdot 0,87 \cdot \frac{0,8 m}{0,08 m} = 13,91 N$$

El módulo resistente de la barra se obtiene como:

## Trabajo Final

$$Z = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{40 \text{ mm} \cdot (10 \text{ mm})^2}{6} = 666,6 \text{ mm}^3 = 0,666 \text{ cm}^3$$

El esfuerzo máximo de flexión vale:

$$\sigma_m = 1 \cdot 1 \cdot 0,73 \cdot \frac{13,91 \text{ N} \cdot 0,8 \text{ m}}{8 \cdot 0,666 \text{ cm}^3} = 1,53 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Debe verificarse la condición  $\sigma_m \leq q \cdot R_{p0,2}$  (tomando para la tensión del límite de fluencia,  $R_{p0,2}$ , el valor menor) cuando se supone que el juego de barra resiste el esfuerzo debido al corto circuito. El límite de influencia para E-Cu F 30=  $250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  mínimo y  $360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  máximo. Y el coeficiente de deformación "q" por tabla es de 1,5. Con lo cual:

$$1,53 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 1,5 \cdot 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 375 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Por lo que se comprueba que el juego de barras resiste el esfuerzo debido al cortocircuito.

### **Selección de los instrumentos de medición del CCM:**

#### Selección de transformadores de intensidad TI:

Consideraremos una intensidad máxima a medir de 800 A por fase.

$$I_p = 800 \text{ A}$$

Como los amperímetros tienen una intensidad máxima de 5 A, la relación n de transformación será:

$$r = \frac{800 \text{ A}}{5 \text{ A}} = 160$$

Entonces de tabla del fabricante Telemecanique Schneider seleccionamos un TI con relación de transformación  $r=200$ , que admite un diámetro de cable de hasta 120 mm<sup>2</sup>, pesa 200 gr., Cod: 16456

Para una determinada clase de precisión el consumo del equipo de medida no debe superar el consumo de potencia indicado en la tabla. O sea:

Si el consumo del equipo de medida es menor a 4 VA, obtenemos una clase de 0,5.

Si el consumo del equipo de medida es de 5,5 VA, obtenemos una clase de 1.

Si el consumo del equipo de medida es mayor que 6 VA, obtenemos una clase de 3.

(Datos sacado del fabricante)

#### Selección de amperímetros (Cantidad: 3)

Amperímetro analógico colocado sobre panel, dimensiones 72x72

Escala del 0A a 1000A.

IP52

Consumo 1,1VA (con lo que obtenemos una clase 0,5 en la medición)

Sobrecarga permanente 1,2In.

Máxima sobrecarga admisible: 10In por 5 s.

Cod: 16014

#### Selección de voltímetros (Cantidad: 3)

Voltímetro analógico colocado sobre panel, dimensiones 72x72

Escala del 0 V a 500 V.

IP52

Consumo 3VA

Sobrecarga permanente 1,2Un.

Máxima sobrecarga admisible: 2Un por 5 s.

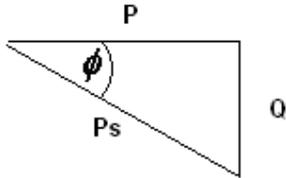
Cod: 16075

Esquema de conexión (Según plano TF-ING-310)

**Compensación de potencia reactiva en el CCM:**

Diseño y selección de la batería de capacitores y su controlador:

Triángulo de potencias:



Donde: Ps=Potencia aparente [kVA].  
 P=Potencia Activa [kW].  
 Q=Potencia reactiva [kvar].  
 Cosφ =Factor de potencia

$$Fp = \cos \phi \qquad \phi = \cos^{-1}(Fp)$$

$$Tg \phi = \frac{Pr[k \text{ var}]}{P[kW]} \qquad Q = P.tg \phi [k \text{ var}]$$

$$Sen \phi = \frac{Pr[k \text{ var}]}{Ps[kVA]} \qquad Q = Ps.Sen \phi [k \text{ var}]$$

Motor 60hp/45kW

$$Fp = \cos \phi = 0,86 \qquad \phi = \cos^{-1}(0,86) = 30,68 \qquad tg(30,68) = \frac{Q[k \text{ var}]}{45kW}$$

$$Q = 45.tg(30,67) = 26,7[k \text{ var}]$$

Motor 30hp/22kW

$$Fp = \cos \phi = 0,84 \qquad \phi = \cos^{-1}(0,84) = 32,86 \qquad tg(32,86) = \frac{Q[k \text{ var}]}{22kW}$$

$$Q = 22.tg(32,86) = 14,2[k \text{ var}]$$

Motor 25hp/18,5kW

$$Fp = \cos \phi = 0,84 \qquad \phi = \cos^{-1}(0,84) = 32,86 \qquad tg(32,86) = \frac{Q[k \text{ var}]}{18,5kW}$$

$$Q = 18,5.tg(32,86) = 11,9[k \text{ var}]$$

Motor 15hp/11kW

$$Fp = \cos \phi = 0,82 \qquad \phi = \cos^{-1}(0,82) = 34,91 \qquad tg(34,91) = \frac{Q[k \text{ var}]}{11kW}$$

$$Q = 11.tg(34,91) = 7,7[k \text{ var}]$$

Motor 15hp/11kW

$$Fp = \cos \phi = 0,83 \qquad \phi = \cos^{-1}(0,82) = 33,9 \qquad tg(33,9) = \frac{Q[k \text{ var}]}{5,5kW}$$

$$Q = 5,5.tg(33,9) = 3,7[k \text{ var}]$$

Tablero del Volquete 30kVA:

$$Fp = \cos \phi = 0,8 \qquad \phi = \cos^{-1}(0,8) = 36,87 \qquad sen(36,86) = \frac{Q[k \text{ var}]}{30kVA}$$

$$Q = 30.sen(36,87) = 18[kv \text{ ar}]$$

## Trabajo Final

### Tablero de la Secadora 32kVA:

$$Fp = \cos \phi = 0,8 \quad \phi = \cos^{-1}(0,8) = 36,87 \quad \text{sen}(36,86) = \frac{Q[k \text{ var}]}{32kVA}$$

$$Q = 32 \cdot \text{sen}(36,87) = 19,2[k \text{ var}]$$

### Tablero de la Secadora 4kVA:

$$Fp = \cos \phi = 0,8 \quad \phi = \cos^{-1}(0,8) = 36,87 \quad \text{sen}(36,86) = \frac{Q[k \text{ var}]}{4kVA}$$

$$Q = 4 \cdot \text{sen}(36,87) = 2,4[k \text{ var}]$$

### Resultado de los consumos:

Tipo de consumo	Potencia Aparente [kVA]	Potencia Activa [kW]	Potencia Reactiva [kvar]	Factor de potencia $\cos \phi$	Cant.	Total P [kW]	Total Q [kvar]
Motor	--	45	26,7	0,86	2	90	53,4
Motor	--	22	14,2	0,84	2	44	28,4
Motor	--	18,5	11,9	0,84	8	148	95,2
Motor	--	11	7,7	0,82	9	99	69,3
Motor	--	5,5	3,7	0,83	8	44	29,6
Tablero Volquete	30	24	18	0,8 (*)	1	24	18
Tablero Secadora	32	25,6	19,2	0,8 (*)	1	25,6	19,2
Tablero Dep. combustibles	4	3,2	2,4	0,8 (*)	1	3,2	2,4
Otros (**)	15	10,5	10,7	0,7	1	10,5	10,7

Total potencia activa=488,3 kW

Total potencia reactiva=326,2 kvar

$$\text{tg} \phi = \frac{326,2[k \text{ var}]}{488,3[kW]} \quad \phi = \text{tg}^{-1} \left( \frac{326,2}{488,3} \right) = 33,74 \quad Fp = \cos \phi = 0,83$$

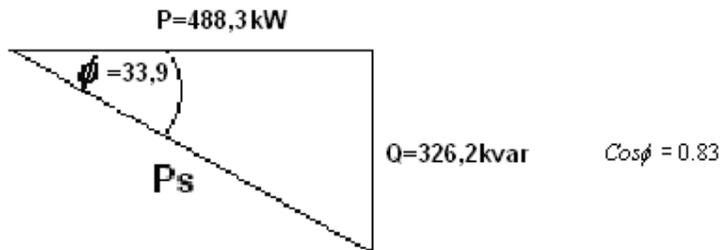
(\*) Factores de potencia supuestos.

(\*\*) Contempla los consumos de la sala de comando, tableros de tomacorrientes y luces exteriores.

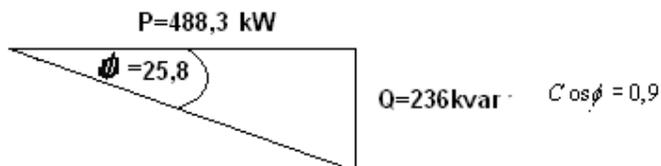
Trataremos de llegar a un factor de potencia de 0,90, para esto el triángulo de potencia debe quedar como sigue:

$$Fp = \cos \phi = 0,9 \quad \phi = \cos^{-1}(0,9) = 25,8$$

### Sin compensación



### Compensado



## Trabajo Final

Lo que implica que la potencia del banco de capacitores debe ser de 90 kvar aproximadamente.

### Interruptores de la batería de capacitores:

Deberá ser un interruptor con protección termomagnética del tipo C60N/H o C120N/H. El calibre de la protección deberá ser 1,43 veces la  $I_g$  de la batería, con el objeto de limitar el sobrecalentamiento producido por las armónicas que generan los capacitores.

En cuanto la protección magnética, se debe proteger contra cortocircuitos con corrientes al menos 10 veces la  $I_g$  nominal del condensador, por lo que se debe utilizar Curva D en todos los casos.

$$Q = P_s \cdot \text{sen}\phi = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \text{sen}\phi [\text{var}]$$

$$I_b = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{sen}\phi} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot \text{sen}(25,8)} = 52,36 A$$

Con esto necesitamos un interruptor termomagnético de  $I_n = 1,43 \cdot I_b = 1,43 \cdot 52,36 = 74,87 A$  y una capacidad de interrupción de cortocircuitos superior a  $I_{cc} = 10 \cdot I_b = 10 \cdot 52,36 = 523,6 A$

Seleccionamos

### Selección de los elementos:

6-Baterías de capacitores-Capacitores Varplus M1, Pr=15kvar - 440V Cod: 52421 Merlin Gerin.

6-Cubre borneras tripolares IP42, Cod: 52460 Merlin Gerin.

6-Contactores para uso con condensadores, con contactos adelantados y resistencias de reinserción  
Cod LC1-DLK11250

6-interruptores termomagnéticos tripolares serie C120N, In=80A, 10kA-Curva D. Cod: 18391 Merlin Gerin.

1-Regulador automático VARLOGIC NR6 de seis pasos Cod: 52448 Merlin Gerin

Esquema de conexión (Según plano TF-ING-311)

## Canalización de los circuitos del CCM

### Diámetro exterior de los conductores utilizados

Circuito	Conductor	Diámetro Exterior [mm]	Circuito	Conductor	Diámetro Exterior [mm]
1	Retenax Valio 3x16 [mm <sup>2</sup> ]	20	18	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11
2	Retenax Valio 3x16 [mm <sup>2</sup> ]	20	19	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11
3	Retenax Valio 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	17	20	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11
4	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13	21	Retenax Valió 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13
5	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13	22	Retenax Valió 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13
6	Retenax Valió 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	15	23	Retenax Valió 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13
7	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	24	Retenax Valió 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	17
8	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	25	Retenax Valió 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13
9	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	26	Retenax Valió 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13
10	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	27	Retenax Valió 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13
11	Retenax Valió 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	17	28	Retenax Valió 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	13
12	Retenax Valió 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	17	29	Retenax Valió 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	15
13	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	30	Retenax Valió 4x10 [mm <sup>2</sup> ]	18
14	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	31	Retenax Valió 4x10 [mm <sup>2</sup> ]	18
15	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	32	Retenax Valió 4x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	12
16	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	33	Retenax Valió 4x4 [mm <sup>2</sup> ]	15
17	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	11	34	Retenax Valió 4x6 [mm <sup>2</sup> ]	16

Se utilizarán bandejas tipo escalera, marca SAMET de cincado electrolítico, galvanizado por inmersión en caliente. En los tramos horizontales, las bandejas irán colocadas verticalmente, para evitar depósitos de residuos

### **Tramos de bandeja tipo escalera**

**Tramo CCM-A:** Este tramo va desde el CCM hasta el pie de las norias, todos los circuitos salvo los circuitos N° 31 (Alimentación al tablero de la secadora) y N° 33 (Tablero de luces y la sala del CCM), pasa por este tramo.

Se utilizará una bandeja de 600 mm de ancho, con un ala de 64 mm y espesor de 2,1mm

**Tramo A-B:** Este tramo va desde el pie de las norias hasta el galpón del volquete, pasan los circuitos N° 4 y 5 (Alimentación de sinfines descarga volquete), N° 30 (Tablero del volquete) y el N° 34 (Tablero tomacorrientes)

Se utilizará una bandeja de 150 mm de ancho, con un ala de 64 mm y espesor de 2,1mm

**Tramo A-C:** Este tramo va desde el pie de las norias hasta los silos 4 y 6, pasan los circuitos N° 6 (Redlers de descarta silos 3, 4, 5 y 6), circuitos N° 7, 8, 9 y 10 (sinfines de descarga de silos 3, 4, 5 y 6), circuitos N° 11 y 12 (Redlers de carga silo 4 y 6), circuitos N° 13 al 20 (aireadores silos 3, 4, 5 y 6) y el circuito N° 32 (alimenta el tablero deposito de combustible)

Se utilizará una bandeja de 300 mm de ancho, con un ala de 64 mm y espesor de 2,1mm

**Tramo A-D:** Este tramo va desde el pie de las norias hasta el final del silo N° 1, por la fosa debajo de los silos 1 y 2. Pasan los circuitos N° 22 y 23 (Redlers de descarta silos 1 y 2), circuitos N° 25, 26, 27 y 28 (Aireadores silos 1 y 2) y el circuito N° 29, del extractor de aire de la fosa.

Se utilizará una bandeja de 150 mm de ancho, con un ala de 64 mm y espesor de 2,1mm

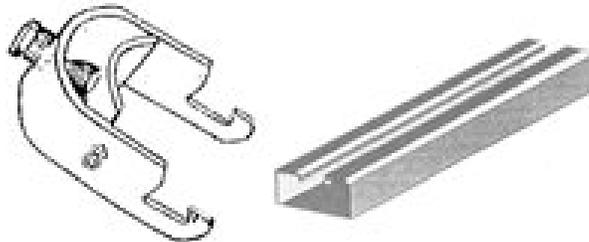
**Tramo A-E:** Este tramo va desde el pie de las norias hasta la torre de noria. Pasan los circuitos N1 1 y 2 (Norias), circuito N° 3 (Noria secadora) y el circuito N° 24 (Redlers de carga silos 1 y 2)

Se utilizará una bandeja de 150 mm de ancho, con un ala de 64 mm y espesor de 2,1mm

(Ver planos TF-ING-301/313 y 314)

### **Grampas de sujeción tipo OLMAR**

Para los consumos aislados, los conductores irán engrampados a la estructura metálica de los silos, pasarelas, etc.; mediante grampas marca OLMAR como la de las siguientes figuras.



(Ver planos TF-ING-301/313 y 314)

### **Sistema de puesta a tierra del CCM**

El sistema de puesta a tierra de la instalación estará formado básicamente por tres electrodos de puesta a tierra, ubicados en la planta de silos, unidos entre si por un conductor desnudo.

Desde este conductor se derivarán todas las conexiones de las masas eléctricas de la instalación, con conductores desnudos de diferentes secciones.

En los lugares donde sea necesario unir conductores, dicha unión se realizará mediante soldadura exotérmica, garantizando de esta manera la continuidad eléctrica de las uniones y una adecuada robustez mecánica.

## Trabajo Final

### Selección de los electrodos de puesta a tierra.

Se utilizará una jabalina de cobre con alma de acero JL 16x2500, de 15,87 mm. de diámetro y 2,5 metros de largo, con un recubrimiento superficial de 254 micrones de cobre, construidas según NORMA IRAM 2309. Dicho electrodo será del tipo profundo (Pat 2 en plano TF-ING-315/6.), y estará vinculado a borne principal de puesta a tierra BEP del CCM y al conductor de protección que recorre el entramado de bandejas.

### Selección de los conductores para puesta a tierra y de protección:

De acuerdo a la cláusula 771-C.3.1, la tabla 771-C.I. y la tabla 771-C.II del reglamento AEA.

Teniendo en cuenta que el conductor de puesta a tierra y el conductor de protección son del mismo material y que la máxima sección de los conductores son 10 mm<sup>2</sup> (Circuitos 1 y 2, pertenecientes a las norias)

Seleccionaremos:

Un conductor de cobre desnudo, de 25 mm<sup>2</sup> de sección, que unirá los tres electrodos de puesta a tierra con el borne equipotencial principal (BEP) del CCM (ver plano TF-ING-315/6).

Del conductor principal de 25 mm<sup>2</sup> de sección, se desprenderán conductores de 16 mm<sup>2</sup> y 10 mm<sup>2</sup>, como se muestra en los planos, dicha uniones serán mediante soldadura exotérmica.

### Consideraciones sobre el terreno:

Es una zona de lluvias abundantes, que oscilan entre los 800 y los 1500 mm anuales, esto hace que la profundidad de las napas varíe de los 2 metros a los 4 metros. Los suelos en esta zona están formados por arcillas y arcillas livianas, con lo que hincando la jabalina a una profundidad de 5 metros, se obtienen valores que rondan entre los 2 o 3 ohm al medir con telurímetro. No obstante aremos un cálculo aproximado de la resistencia del electrodo de tierra y del conductor de protección.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{8L}{d} - 1 \right)$$

Donde:

$\rho$  = Resistividad del suelo.

$L$  = Longitud de la jabalina enterrada.

$d$  = Diámetro de la jabalina.

De tabla 771-C.VIII adoptamos  $\rho = 10\Omega m$  y  $L = 5m$   $d = 0,01587m$

$$R = \frac{10\Omega m}{2\pi 5m} \left( \ln \frac{8.5m}{0,01587} - 1 \right) = 2,17\Omega \quad (\text{Teórico})$$

Del catálogo de cables desnudos Marca PRYSMIAN obtenemos los siguientes valores de resistencias de los conductores desnudos utilizados:

Cable cobre desnudo 25 mm <sup>2</sup>	R=1,56 ohm/km.
Cable cobre desnudo 16 mm <sup>2</sup>	R=2,34 ohm/km.
Cable cobre desnudo 10 mm <sup>2</sup>	R=3,37 ohm/km.

### Análisis térmico del tablero seccional CCM:

El anexo 771-H-3 del reglamento de la Asociación Electrotecnia Argentina (AEA), nos da una guía rápida para realizar un análisis térmico del tablero seccional en cuestión. Cuando se emplean gabinetes que cumplen con IEC 60670-24, puede efectuarse el dimensionamiento térmico según el método establecido por dicha norma, que consiste en verificar que la potencia total disipada por los dispositivos instalados en dicho tablero, no supere la potencia máxima disipable por el gabinete, y que cuyo valor debe ser un dato entregado y garantizado por el fabricante.

La potencia total disipada por el tablero se calcula de la siguiente forma:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2.P_{dp} + P_{au}$$

## Trabajo Final

Donde:

$P_{tot}$  = Potencia total disipada por el tablero.

$P_{dp}$  = Potencia disipada por los dispositivos de protección en watts, tomando en cuenta el factor  $K_e$  de utilización y  $K$  de simultaneidad. (Para el caso nuestro todas los interruptores termomagnéticos y guardamotores)

$0,2.P_{dp}$  = Potencia disipada por las conexiones, los tomacorrientes, los relés, los interruptores diferenciales, seccionadores, etc. (Para el caso nuestro, los contactores, arranques suaves)

$P_{au}$  = Potencia total disipada por otros dispositivos no incluidos en las anteriores

**Calculo de  $P_{dp}$**  : De acuerdo a la lista de circuitos del CCM, las protecciones de cada uno de ellos y a la tabla 771-H.XIV realizaremos:

	Circuito	In [A]	Potencia por polo (**) [W]	Nº de polos	Potencia disipada por el dispositivo [W]	Factores de utilización $K_e$ y $K$ (***)	Potencia disipada por los dispositivos afectados por $K_e$ y $K$ [W]
<b>Circ. entrada</b>	<b>NS1000</b>	<b>800</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>0,85</b>	<b>85</b>
<b>Circ. salida</b>	1	90 (*)	15	3	45	0,63	28,35
	2	90 (*)	15	3	45	0,63	28,35
	3	44 (*)	9	3	27	0,63	17
	4	37 (*)	7,5	3	22,5	0,63	14,17
	5	37 (*)	7,5	3	22,5	0,63	14,17
	6	44 (*)	9	3	27	0,63	17
	7	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	8	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	9	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	10	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	11	37 (*)	7,5	3	22,5	0,63	14,17
	12	37 (*)	7,5	3	22,5	0,63	14,17
	13	12 (*)	3,5	3	10,5	0,63	6,6
	14	12 (*)	3,5	3	10,5	0,63	6,6
	15	12 (*)	3,5	3	10,5	0,63	6,6
	16	12 (*)	3,5	3	10,5	0,63	6,6
	17	12 (*)	3,5	3	10,5	0,63	6,6
	18	12 (*)	3,5	3	10,5	0,63	6,6
	19	12 (*)	3,5	3	10,5	0,63	6,6
	20	12 (*)	3,5	3	10,5	0,63	6,6
	21	37 (*)	7,5	3	22,5	0,63	14,17
	22	37 (*)	7,5	3	22,5	0,63	14,17
	23	37 (*)	7,5	3	22,5	0,63	14,17
	24	37 (*)	7,5	3	22,5	0,63	14,17
	25	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	26	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	27	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	28	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	29	22 (*)	4,5	3	13,5	0,63	8,5
	30	63	13	4	52	0,63	32,76
	31	63	13	4	52	0,63	32,76
	32	25	4,5	4	18	0,63	11,34
	33	32	6	4	24	0,63	15,12
	34	40	7,5	4	30	0,63	18,9
	<b>Total [A]</b>	<b>1081</b>				<b>Total [W]</b>	<b>529,24</b>

## Trabajo Final

**Nota:** En el banco de capacitores hay 6 termomagnéticas tetrapolares de calibre 120 A. que los tendremos en cuenta a la hora de calcular  $P_{dp}$

Calibre	Potencia por polo (**) [W]	Nº de polos	Potencia disipada por el dispositivo [W]	Factores de utilización Ke y K (***)	Potencia disipada por los dispositivos afectadas por Ke y K [W]
120	20	3	60	0,63	37,8
					226,8

(\*) Guardamotor regulado

(\*\*) De tabla 771-H.XII. Potencia disipada por polo a potencia nominal.

(\*\*\*)  $K_e=0,85$ , factor de utilización adoptado en 0,85 por convención.

K=Factor de simultaneidad

$$K = \frac{I_{ne} \cdot K_e}{\sum I_{ns}} = \frac{0,85 \times 800}{1081} = 0,63 \quad \text{Donde: } I_{ne} = \text{Corriente de entrada}$$

$$I_{ns} = \text{Corrientes de salida}$$

$$P_{dp} = 756,04W$$

**Calculo de  $P_{au}$ :** Según plano topológico del CCM TF-ING-305/6, encontramos los siguientes elementos.

Dispositivo	Potencia [W]	Cantidad	Total
Barras(*)	153	4	612
Transformadores TI	No informa	3	0
Amperímetros	No informa	3	0
Voltímetros	No informa	3	0
Ojos de buey	2,4	3	7,2
Banco capacitores (**)	45	1	45
Controlador Varologic	No informa	1	0
Arranque suave ALISTART 01 ATS 01N2 85Q (***)	23	2	46
Arranque suave ALISTART 01 ATS 01N2 44Q(***)	22	2	44
<b>Total</b>			<b>754,2</b>

(\*) Del cuaderno técnico N° 145 de Schneider, tomamos como dato que una barra de 5 mm de espesor y 100 mm de ancho, disipa 45 W por metro lineal, al circular por ella una corriente de 1000 A con una temperatura ambiente de 50 °C y una temperatura de barras de 79 °C. En base a este dato y teniendo en cuenta que nuestras barras son de 10 mm de espesor y 40 mm de ancho, y por ellas circulara como máximo 800 A (Regulación de NS1000), adoptaremos para similares condiciones 45 W por metro lineal, y al tener 3,4 metros de largo, nos da 153 W/Barra

(\*\*) Del catalogo Schneider VARPLUS, para capacitores de 400V, perdidas inferiores a 0,5W/kvar, dado que nuestro banco de capacitores es de 90 kvar, adoptaremos, 45 W, para la batería de capacitores.

(\*\*\*) Potencia disipada a plena carga al final del arranque (Del catálogo del fabricante)

Nota: Para los dispositivos que no informan la potencia disipada, las consideramos insignificante con respecto a el juego de barras y los arranques suaves.

$$P_{au} = 754,2W$$

## Trabajo Final

Entonces:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2.P_{dp} + P_{au} = 756,04 + 0,2x756,04 + 754,2$$

$$P_{tot} = 1661,45W$$

**Conclusión:** Nuestro CCM esta formado por 5 módulos, 2 de 1,2 metros de ancho, 2,1 metros de alto y una profundidad de 45 cm, en los cuales se encuentran todos los dispositivos de comando y protección de los circuitos, y 3 módulos de 0,6 metros de ancho, 2,1 metros de alto y una profundidad de 45 cm donde en uno esta la entrada de alimentación, otro el banco de capacitores y en el ultimo, la salida de los conductores hacia la bandeja. (Ver plano TF-ING-305/6).

Se debe seleccionar un conjunto de gabinete que cumpla con la norma IEC 60670-24y que tenga una potencia máxima disipable ( $P_{de}$ ) declarada por el fabricante y certificada, como mínimo o igual a 1661 W.

**Nota:** Los gabinetes utilizados son marca Genrod Serie 97. Dimensiones: A=600 o A=1200, L=2100, P=450 que cumplen con la Norma IEC 60670. pero se desconoce la capacidad de disipación de dicho tablero. Se han colocado extractores controlados por termostatos como se detallan en los planos topológicos del CCM

## **Sistema de protección contra descargas atmosféricas**

### **Consideraciones generales:**

#### Ubicación del pararrayos-sistema de captación:

- Los pararrayos se ubicarán en los puntos más altos de la estructura, teniendo en consideración la ubicación de las tomas de tierra y que el recorrido de las bajantes sean lo más cortos y rectilíneos posibles, evitando al mismo tiempo la proximidad de conducciones eléctricas, telefónicas, datos, etc.... y su cruce con las mismas.
- La punta del pararrayos debe estar situada al menos 2 metros por encima de cualquier elemento que se encuentre dentro de la zona que protege, incluyendo antenas, torres de enfriamiento, techos, depósitos, etc....

#### Bajantes o conductores de bajadas:

- Se situarán en el exterior de la estructura.
- Los conductores de bajada pueden ser pletinas, trenza plana, cable trenzado o redondo. La sección mínima ha de ser 50 mm<sup>2</sup>.
- Al menos una bajante por cada pararrayos con dispositivo de cebado.
- Un mínimo de dos bajantes cuando:
  - La proyección horizontal del conductor sea superior a su proyección vertical.
  - La altura de la estructura sea mayor a 28 metros.
- El recorrido describirá el camino más corto, rectilíneo y directo a tierra, evitando remotes superiores a 40 cm con pendiente igual o superior a 45°. Los radios de las curvas no serán inferiores a 20 cm ni los cambios de dirección inferiores a 90°.
- El trazado se elegirá de manera que evite la proximidad con conducciones eléctricas, telefónicas, datos, etc... y su cruce con las mismas. En todo caso, cuando no se pueda evitar su cruce, la conducción debe ubicarse en el interior de un blindaje metálico que se prolongue 1 metro a cada parte del cruce, y el blindaje deberá unirse a la bajante.
- Para la fijación de los conductores de bajada se tomará como referencia tres fijaciones por metro.
- Protección Mecánica: Cada conductor de bajada deberá estar protegido contra eventuales choques mecánicos mediante un tubo de protección hasta una altura superior a 2 metros a partir del suelo.
- Protección contra tensiones de contacto: Aislamiento de los conductores de bajada expuestos mediante polietileno reticulado de 3 mm de espesor.

#### Tomas de tierra:

- Salvo absoluta imposibilidad, las tomas de tierra deberán estar orientadas hacia el exterior del edificio.
- Se realizará una toma de tierra por cada bajante.

## Trabajo Final

- Cada toma de tierra dispondrá de una arqueta de registro y un elemento seccionador.
- Las mediciones se realizarán siempre de forma aislada respecto a cualquier otro elemento conductor.
- El valor de la resistencia de las tomas de tierra deberá ser lo más baja posible y siempre inferior a 10 Ω.

### Procedimiento de diseño:

- 1) Establecer el nivel de protección.
- 2) Elegir el tipo de pararrayos a utilizar en función del área a cubrir.
- 3) Calcular el área del pararrayos
- 4) Anclaje de mástil y bajada
- 5) Establecer los equipos cercanos a la bajada o al pararrayos y equipotenciarlos.
- 6) Diseño de la puesta a tierra.

**1)** Para la determinación de la eficiencia (E) requerida por el spcr se deberá conocer los valores de frecuencia de impacto directo (Nd) y la frecuencia aceptada de rayos (Nc)

$$Nd = C.Ng.Ae.10^{-6}$$

C = Coeficiente ambiental que rodea a la estructura considerada (Anexo IRAM 2184-1-1)

Ng = Densidad anual promedio de rayo directo a tierra por km<sup>2</sup> en zona de la edificación

Ae = Área equivalente colectora

Nc = esta magnitud será definida por las autoridades pertinentes en caso de haber riesgo de vidas humanas, culturales y sociales. Mientras que el propietario o diseñador podrá establecer dicho valor cuando las pérdidas solo estén relacionadas con los bienes o la propiedad privada.

$$E = 1 - \frac{Nc}{Nd}$$

### Determinación del coeficiente C:

De tabla E-1 de la norma IRAM 2181 1-1, determinamos un coeficiente C=1, que pertenece a una estructura aislada, sin otras estructuras a una distancia menor a 3H (H= altura de la instalación)

### Determinación Ng:

De la figura B3 de la norma IRAM 2181 1-1, determinamos la densidad de rayos anuales por km<sup>2</sup> para la región de Carlos Casares, Bs. As. Ng= de 4 a 6 [rayos-anuales/km<sup>2</sup>]. Adoptamos Ng=5

### Cálculo del área equivalente colectora:

Para una estructura de largo L, ancho A y alto H, el área colectora equivalente vienen dado por la fórmula E-2 de la norma IRAM 2181 1-1

$$A_e = L.A + 6.H.(L + A) + 9\pi H^2$$

Que del plano TF-ING-001 L=120 metros, A=60 metros y H=44 metros.

$$A_e = 120.60 + 6.44.(120 + 60) + 9\pi 44^2 = 109460m^2$$

Entonces...

$$Nd = 1.5.109460.10^{-6} = 0,5473 \text{ (Frecuencia de impacto directo)}$$

### Determinación de Nc:

$$Nc = \frac{5,5 \times 10^{-3}}{C} \left[ \frac{\text{rayos}}{\text{año}} \right]$$

Donde  $C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$

De la tabla C-1 de la norma IRAM 2181 1-1 determinamos C2=0,5 (totalmente metálica)

De la tabla C-2 de la norma IRAM 2181 1-1 determinamos C3=0,5 (no inflamable)

De la tabla C-3 de la norma IRAM 2181 1-1 determinamos C4=1 (normalmente ocupada)

De la tabla C-4 de la norma IRAM 2181 1-1 determinamos C5=1 (sin necesidad de continuidad de servicio)

## Trabajo Final

$$C = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,1 = 0,25$$

$$N_c = \frac{5,5 \times 10^{-3}}{0,25} = 0,022 \left[ \frac{\text{rayos}}{\text{año}} \right]$$

Vemos que  $N_d$  es mayor que  $N_c$ , por lo tanto tendremos que disponer de un sprc (sistema protección contra rayos) de una eficiencia de  $E = 1 - \frac{N_c}{N_d}$

$$E = 1 - \frac{0,022}{0,5473} = 0,96$$

Lo que me determina que el sprc debe tener nivel de protección 1 según la tabla 3 de la norma IRAM 2181 1-1, de acuerdo a la eficiencia calculada.

**2) y 3)** Del catálogo de fabricante CIRPROTEC seleccionamos un pararrayos con dispositivo de avance de cebado (PDC-ESE) de la gama NIMBUS modelo CPT-3 que protege un área de radio 79 metros colocado a 5 metros de altura por encima del punto más alto de la torre de noria. (Ver planos TF-ING-317/8)

**4)** Anclaje de mástil y bajada: en la torre de noria se dispondrá de un pie de mástil, del cual se encastrara el mástil de 5 metros de longitud adherido a las barandas mediante anclajes.



**Pie de mástil**

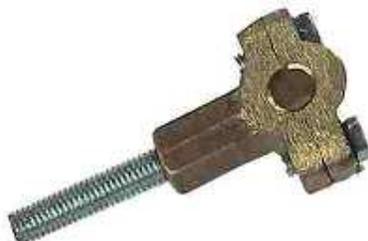


**Mástil**



**Soporte anclaje**

El conductor de bajada será de cable de cobre trenzado desnudo, de sección circular de 50mm<sup>2</sup>, su traza irá directo de la torre de noria al foso de noria, cuyo piso esta a 5 metros por debajo de la superficie. Irá sujeta a la estructura metálica con soportes cada 50 cm de distancia.

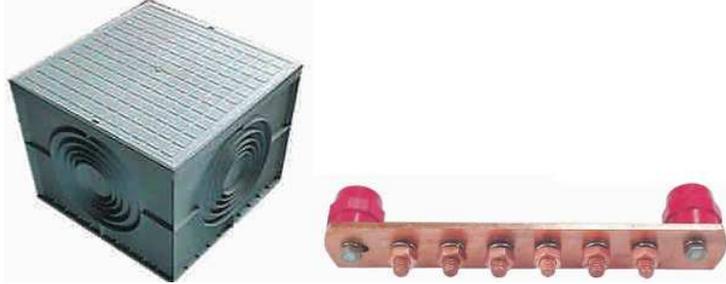


**Fijacion de bajante**

## Trabajo Final

Dos metros por encima de la superficie y dentro del foso de noria el conductor de bajada irá protegido con un caño metálico de hierro galvanizado, cuya función es de protegerlo mecánicamente.

**5) y 6)** Puesta a tierra y conexiones equipotenciales. En el foso de noria irá colocada una caja registro de polímetro, de dimensiones 300x300 milímetros, con una bornera equipotencial dentro, donde se conectará la bajante len pararrayos, la jabalina de puesta a tierra, y el sistema de puesta a tierra de protección de planta.

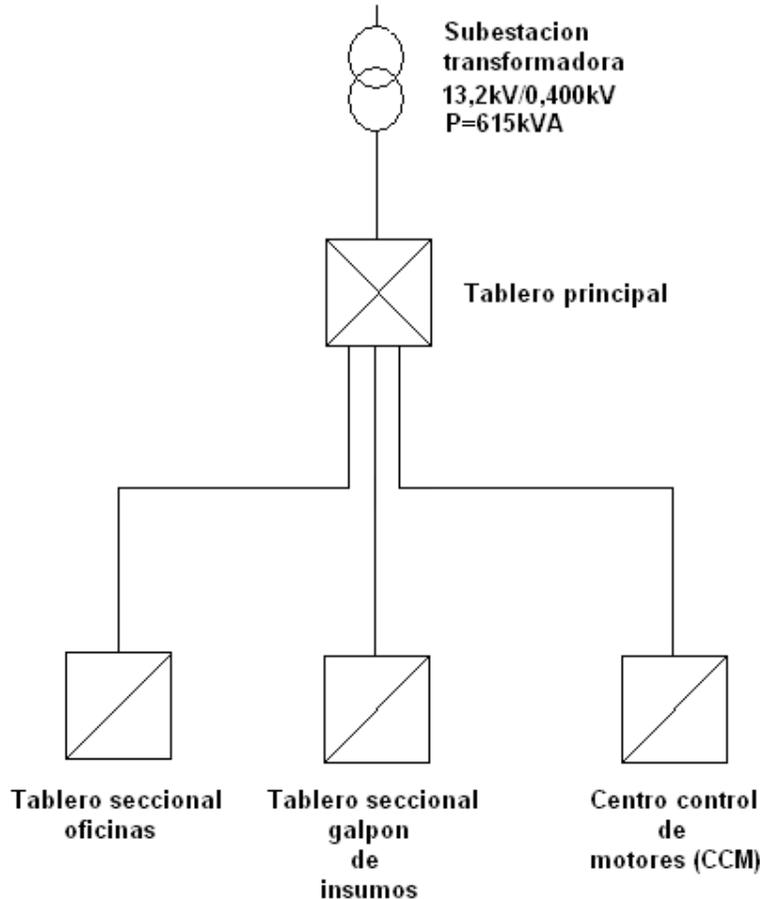


La toma de tierra estará formada por una jabalina de 2 metros de longitud y  $\frac{1}{2}$ " de diámetro de cobre con alma de acero, conectada mediante cable de cobre trenzado desnudo, de sección circular de 50mm<sup>2</sup> a la caja de registro. El valor de resistencia de tierra deberá ser menor de 10 ohm.

**MEMORIA TÉCNICA TABLERO PRINCIPAL**

La siguiente parte del proyecto no se ajusta al “Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles” de la Asociación Electrotécnica Argentina y por lo tanto será responsabilidad de proyectista el cumplimiento de las normas aplicables a todos los componentes de la instalación.

La distribución de los tableros se explica en la siguiente figura.



La potencia asignada a los diferentes tableros

Sector	Potencia [kVA]
Tablero seccional oficinas	20
Tablero seccional galpón de insumos	30
Tablero seccional CCM	400
<b>Total</b>	<b>450 kVA</b>

(Datos sacados de los desarrollos de los sectores, de oficinas, galpón de insumos y CCM)

En tablero principal de la planta se encontrarán las protecciones de los circuitos que alimentan los TS y un tablero individual, que alimentará la red contra incendios, exigencia impuesta por Bomberos Voluntarios para expender la habilitación.

Se dejará colocada una jabalina de puesta a tierra, que acometerá al pilar por el frente, con un valor de resistencia menor a 5 ohm (Puesta a tierra de servicio, exigencia de EDEN)

**MEMORIA DE CÁLCULO****Cálculo y selección de conductores, elementos de protección****Circuito de alimentación al tablero seccional de las oficinas:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro de una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta el tablero seccional de las oficinas, al cual se le ha asignado una potencia máxima de 20 kVA, según el estudio hecho sobre ese sector.

**2) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I_B = \frac{20000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V}} = 30,4 \text{ A} \qquad I_B = 30,4 \text{ A}$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, enterrado en cama de arena, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tetrapolar de 4x6 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 55 A.

Y teniendo en cuenta lo siguiente...

**Factores de corrección por temperatura y por agrupamiento (Catálogo de cables PRYSMIAN)**

Material	Temperatura [°C]										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1,22$  (Cable enterrado, consideramos temperatura de 25 °C)

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,22 \cdot 1,55 \text{ A} \qquad I_z = 67,1 \text{ A} \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Sintenax Valió, cobre electrolítico de 4x6 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 67,1 \text{ A} \quad \gamma \quad I_B = 30,4 \text{ A}$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético serie C120N, con una capacidad de corte de 10 kA, tetrapolar y calibre 63A, cumpliendo con:

$$30,4 \text{ A} \leq I_N \leq 90,28 \text{ A}$$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe verificar

$$1,45 I_N \leq 1,45 I_z \quad \text{según IEC 60898.}$$

$$1,45 \cdot 63 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 67,1 \text{ A} \qquad 81,9 \text{ A} \leq 97,3 \text{ A}$$

## Trabajo Final

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

#### Cuadro de resumen

		Resistencia (ohm)	Reactancia (ohm)
1	Impedancia de la red aguas arriba	----	11,616
2	Impedancia de los fusibles de alta	0,073	----
	<b>TOTAL al primario del transformador (13,2kV)</b>	<b>0,073</b>	<b>11,616</b>
3	<b>TOTAL referidas al secundario (paso 3)</b>	0,0000605	0,00962
4	Impedancia del transformador:	0,00045	0,0012
5	Impedancia de los fusibles de baja	0,0022	----
6	Impedancia del interruptor principal de la planta.	----	0,00015
7	Impedancia del interruptor del circuito al tablero seccional.	----	0,00015
	<b>TOTAL a la entrada del tablero (0,38 kV)</b>	<b>0,00271</b>	<b>0,01112</b>

Con lo que obtenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,00271)^2 + (0,01112)^2} = 0,0115\Omega \quad (\text{Hasta el tablero principal})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 30 metros de un conductor tetrapolar de 6 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Sintenax Valio.

R=3,95 [ohm/km] y Xl=0,0901, con lo que obtenemos Rt=0,1185 [ohm] y X=0,0027[ohm], por lo tanto Z=0,1185 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,0115 + 0,1185)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 1820,87A$$

$$I_{cc} \approx 1821A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 6 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 6^2 = 476100 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica sobre la máxima energía específica I<sup>2</sup>t, aguas abajo de un interruptor termomagnético serie C120N, con una capacidad de corte de 10 kA, tetrapolar y calibre 63A, por lo tanto asumiremos que el conductor sintenax Valio 4x6 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 63A \leq 1821A \quad 630A \leq 1821A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia.

Y supondremos una máxima caída de tensión de 2 %

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

$$\text{Donde } K = \sqrt{3}; \quad I = 30,4 A; \quad L = 0,03 \text{ km. (ver plano TF-ING-401); } R = 3,95 \text{ ohm/km. y } \cos \varphi = 0,86$$

Nota: Para la distancia L se midió en plano y se consideró 9 metros extras para las acometidas a los tableros

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 30,4A \cdot 0,03km \cdot 3,95 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,86 = 5,36[V]$$

$$\Delta U(\%) = \frac{5,36}{380} \cdot 100\% = 1,41\%$$

Entonces el conductor Sintenax Valió, cobre electrolítico de 4x6 mm<sup>2</sup> verifica.

**9) Selección de los elementos de protección según las necesidades del circuito.**

Interruptor termomagnético MERLIN GERIN serie C120N, con una capacidad de corte de 10 kA, tetrapolar y calibre 63A. Cod 18371

**Circuito de alimentación al tablero seccional del galpón de insumos:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro de una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta el tablero seccional del galpón de insumos, al cual se le ha asignado una potencia máxima de 30 kVA, según el estudio hecho sobre ese sector.

**1) Determinación de la corriente de proyecto I<sub>B</sub>:**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I_B = \frac{30000VA}{\sqrt{3} \cdot 380V} = 45,6A \qquad I_B = 45,6A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I<sub>Z</sub>:**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, enterrado en cama de arena, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tetrapolar de 3x25/16 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 117A.

Y teniendo en cuenta lo siguiente...

**Factores de corrección por temperatura y por agrupamiento (Catálogo de cables PRYSMIAN)**

Material	Temperatura [°C]										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57

Adoptamos:

Factor de temperatura f<sub>t</sub> = 1,22 (Cable enterrado, consideramos temperatura de 25 °C)

Factor de agrupamiento f<sub>a</sub> = 1

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,22 \cdot 1,95A \qquad I_z = 142,7A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Sintenax Valió, cobre electrolítico de 3x25/16 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I<sub>N</sub>:**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición I<sub>B</sub> ≤ I<sub>N</sub> ≤ I<sub>Z</sub> donde para este caso tengo...

$$I_z = 142,7A \qquad \text{Y} \qquad I_B = 45,6A$$

Con el catálogo del fabricante MERLIN GERIN selecciono un interruptor termomagnético serie C120N, con una capacidad de corte de 10 kA, tetrapolar y calibre 80A, cumpliendo con:

$$45,6A \leq I_N \leq 115,9A$$

## Trabajo Final

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

$$1,45I_N \leq 1,45I_Z \quad \text{según IEC 60898.}$$
$$1,45 \cdot 80A \leq 1,45 \cdot 142,7A \qquad 116A \leq 206,9A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_i = \sqrt{R_i^2 + X_i^2} = \sqrt{(0,00271)^2 + (0,01112)^2} = 0,0115\Omega \quad (\text{Hasta el tablero principal})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 100 metros de un conductor tetrapolar de 3x25/16 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Sintenax Valio.

R=0,933 [ohm/km] y Xl=0,078, con lo que obtenemos Rt=0,0933 [ohm] y X=0,0078[ohm], por lo tanto Z=0,094 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,0115 + 0,094)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 2251,72A$$
$$I_{cc} \approx 2252A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 25 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 25^2 = 8265625 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica sobre la máxima energía específica I<sup>2</sup>t, aguas abajo de un interruptor termomagnético serie C120N, con una capacidad de corte de 10 KA, tetrapolar y calibre 80A, por lo tanto asumiremos que el conductor Sintenax Valio 3x25/16 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \qquad 10 \cdot 80A \leq 2252A$$
$$800A \leq 2252A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia.

Y supondremos una máxima caída de tensión de 2 %

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces.} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I=45,6 A$ ;  $L=0,1 \text{ km}$ . (ver plano TF-ING-401);  $R=0,933 \text{ ohm/km}$ . y  $\cos \varphi = 0,86$

Nota: Para la distancia L se midió en plano y se consideró 9 metros extras para las acometidas a los tableros

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 45,6A \cdot 0,1\text{km} \cdot 0,933 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,86 = 6,33[V]$$

$$\Delta U(\%) = \frac{6,33}{380} \cdot 100\% = 1,66\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x25/16 mm<sup>2</sup> verifica.

**9) Selección de los elementos de protección según las necesidades del circuito.**

Interruptor termomagnético MERLIN GERIN serie C120N, con una capacidad de corte de 10 kA, tetrapolar y calibre 80A. Cod 18372

**Circuito de alimentación al tablero seccional CCM:**

**Descripción:** Es un circuito trifásico con neutro de una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta el tablero seccional del centro de control de motores CCM, al cual se le ha asignado una potencia máxima de 380 kVA, según el estudio hecho sobre ese sector.

**1) Determinación de la corriente de proyecto  $I_B$ :**

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I_B = \frac{380000VA}{\sqrt{3} \cdot 380V} = 577,3A \qquad I_B = 577,3A$$

**2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible  $I_z$ :**

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, enterrado en cama de arena, conductor con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos 4 cables unipolares de 300 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 475A cuando está directamente enterrado.

**Factores de corrección por temperatura y por agrupamiento (Catálogo de cables PRYSMIAN)**

Material	Temperatura [°C]										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1,22$  (Cable enterrado, consideramos temperatura de 25 °C)

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,22 \cdot 1,533A \qquad I_z = 650A \qquad I_z > I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 1x300 mm<sup>2</sup> verifica.

**3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección  $I_N$ :**

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 650A \quad \gamma \quad I_B = 577,3A$$

Seleccionamos como interruptor principal del tablero, un interruptor compacto NS1000, tetrapolar con regulación de  $I_n$  400A -1000A regulado en 640 A y con un poder de corte de 10kA.

$$577,3A \leq I_N \leq 650A$$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

$$1,3I_N \leq 1,45I_z \qquad \text{según IEC 60947-2.}$$

$$1,3 \cdot 640A \leq 1,45 \cdot 650A \qquad 832A \leq 942,5A$$

## Trabajo Final

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Tenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,00271)^2 + (0,01112)^2} = 0,0115\Omega \quad (\text{Hasta el tablero principal})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 110 metros de un conductores unipolares de 300 mm<sup>2</sup> para las fases y neutro de 185 mm<sup>2</sup> de sección Prysmian Sintenax Valio.

R=0,0754 [ohm/km] y Xl=0,14 [ohm/km] con lo que obtenemos Rt=0,0083 [ohm] y X=0,0154[ohm], por lo tanto Z=0,0175 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,0115 + 0,0175)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 8162,53A$$

$$I_{cc} \approx 8163A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 25 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 300^2 = 1.190.250.000 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica sobre la máxima energía específica I<sup>2</sup>t, aguas abajo de un interruptor un interruptor compacto NS1000, por lo tanto asumiremos que el conductor Sintenax Valio 3x1x300/185 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10.640A \leq 8163A$$
$$640A \leq 8163A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Para utilizar la siguiente fórmula haremos unas simplificaciones previas.

No tendremos en cuenta la reactancia del conductor, ya que es despreciable con respecto a la resistencia. Y supondremos una máxima caída de tensión de 2 %

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Entonces.} \quad \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde  $K = \sqrt{3}$ ;  $I = 577,3 A$ ;  $L = 0,11 km$ . (ver plano TF-ING-401);  $R = 0,0754 ohm/km$ . y  $\cos \varphi = 0,86$

Nota: Para la distancia L se midió en plano y se consideró 9 metros extras para las acometidas a los tableros

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 577,3A \cdot 0,11km \cdot 0,0754 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,86 = 7,13[V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{7,13}{380} \cdot 100\% = 1,87\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 1x300 mm<sup>2</sup> verifica.

**Nota:** Como alimentación al tablero del CCM, se colocarán un cable unipolar por cada fase, de 300 mm<sup>2</sup> de sección y uno de 150 mm<sup>2</sup> para el neutro, dado que los consumos son en su mayoría todos trifásicos.

### 9) Selección de los elementos de protección según las necesidades del circuito.

Seleccionamos como interruptor principal del tablero, un interruptor compacto NS1000, tetrapolar con regulación de In 400A -1000A regulado en 630 A y con un poder de corte de 10kA. Cod: 33493

**MEMORIA TÉCNICA RED CONTRA INCENDIOS**

En el plano TF-ING-501, podemos ver el layout de la planta, donde están ubicados los 4 hidrantes de la red contra incendios.

Nuestra red será de clase II, con diámetros de bocas de incendio de 1 ¾" (45mm), y un sistema red abierta y tubería húmeda.

Un sistema de tubería húmeda es el que tiene todas sus tuberías llenas de agua y, además, una fuente de abastecimiento permanente capaz de satisfacer la demanda del sistema.

La válvula de admisión a la red se encuentra permanentemente abierta y siempre hay presión hidrostática en la misma.

Tipo de Red	Diámetro de la boca de incendio	
	45 mm	64 mm
Abierto	20 m	25 m
Anillo	30 m	30 m

Entonces el largo total de la manguera no podrá superar los 20 metros. El criterio con el de se decidió la posición de los hidrantes, responde a lo siguiente:

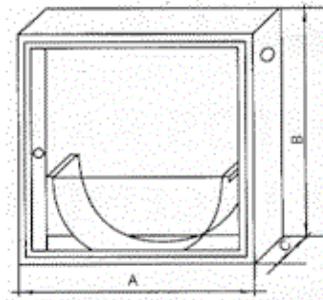
- Con los hidrantes 1 y 2, se accede al galpón de insumos, fosa de noria y a la secadora.
- Con el hidrante 1, se accede a la puerta de entrada de los silos 1 y 2.
- Con el hidrante 2 se accede a la puerta de entrada de los silos 1, 2, 3 y 4.
- Con el hidrante 3 se accede al depósito de combustibles y las oficinas
- Con el hidrante 4 se accede al foso de noria, secadora y el volquete de camiones.

Los parámetros de diseño para una red clase II  
 Conexión para Mangueras de  $\phi$  1 ¾" pulgadas (45 mm).  
 Presión máxima en boca de nicho hidrante: 7 bar.  
 Presión mínima en boca de nicho hidrante: 4,5 bar.

**Selección de los componentes**

Gabinetes y Soportes para Mangueras: Los nichos y los gabinetes usados para contener mangueras y lanzas deben tener el suficiente espacio para permitir guardar todos los elementos necesarios para combatir el fuego. A la vez, su diseño no debe interferir con el uso rápido de la manguera, la lanza y cualquier otro equipo a utilizar. Dentro del gabinete, el volante de la válvula se ubicará de forma tal que, en cualquier posición de giro del mismo, siempre exista un espacio libre mayor de 25 mm entre las paredes del gabinete y el volante. Los gabinetes sólo se usarán para guardar el equipo de incendio y deberán estar correctamente identificados.

DIMENSIONES DE LOS GABINETES	A	B	C
Para Mangueras de 2 ½"	600	650	200
Para Mangueras de 1 ¾"	550	600	160
Para Mangueras de 1 ½"	530	560	160



Seleccionamos 4 gabinetes para exteriores, marca Zensitec, con puerta de vidrio, chapa BWG20 y dimensiones 550x600x160

Mangueras, lanzas, válvulas y acoples: Cada boca de incendio deberá estar provista de su correspondiente manguera y lanza. El largo máximo de cada manguera depende del tipo de red y se encuentra indicada en el cuadro adjunto

Tipo de Red	Diámetro de la boca de incendio	
	45 mm	64 mm
Abierto	20 m	20 m
Anillo	30 m	30 m

## Trabajo Final

Las mangueras se ubicarán en un gabinete, plegada y sin atornillarla a la boca de incendio. Las lanzas se guardarán colocadas en las mangueras con el fin de disminuir los tiempos necesarios para su uso. En ningún caso se permitirá la existencia de mangueras atadas con cabos o con alambres en sus nichos.

La válvula de preferencia usada para conectar la manguera es la llamada "Tipo Teatro". Vienen con rosca macho, que es la usada para conectar las mangueras o también viene válvula tipo teatro para unión Storz.

La unión Storz no tiene rosca, es del tipo acople rápido y por lo tanto no necesita llave para su cierre. El tiempo de armado es más rápido. Ambos acoples con iguales, no existe macho ni hembra. Es el sistema recomendado para la unión de manguera

Seleccionamos:

\*Lanzas de chorro pleno Marca TGB Cod: 712/174 tipo de acople Storz 52 =C Caudal 180L/m a 5 Bar de presión.

\*Acople Storz 52=C Cod: 707

\* Manguera para gabinetes contra incendio Marca Arjet Cod: M0002 Presión de trabajo hasta 10 bar. Longitud=20m.

\*Válvula tipo teatro, Marca TGB Cod: 700, salida acople Storz 52 =C, entrada 2" con rosca interna cónica



Lanza TGB

Acople Storz

Válvula tipo teatro

Las mangueras no estarán acopladas a las válvulas de teatro, dado que en ocasiones, cuando haya una pequeña fuga en la válvula, esta hará que se deposite agua en la manguera, provocando el deterioro de esta con el tiempo y no permitirá la detección de la falla.

Cañerías: Todos los caños utilizados en la instalación deberán cumplir con la norma IRAM 2.502. Los caños usados en la Argentina y recomendados por las compañías de seguro contra incendios son caños de acero sin costura sch 40.

La alimentación eléctrica de las bombas, tanto la de la bomba sumergible como la de impulsión, será mediante circuitos independientes que vendrán desde el pilar principal de la planta, donde hay un tablero exclusivo para uso de la red contra incendios. Esto es un requerimiento de los bomberos voluntarios, ya que en caso de incendio se deja todas las instalaciones sin energía eléctrica. (Ver plano TF-ING-402). El tendido de los conductores será subterráneo, compartiendo la zanja, con los conductores de la instalación eléctrica de la planta. (Ver plano TF-ING-401).

**MEMORIA DE CÁLCULO RED CONTRA INCENDIOS**

**Diámetros de las cañerías:** Primero se debe proceder a determinar el diámetro de las cañerías de los ramales de distribución y luego a determinar el diámetro de las cañerías de alimentación.

Para determinar los diámetros de las cañerías existen dos métodos: (1) por cálculo hidráulico y (2) usando tablas. Para un anteproyecto el usar tablas es aceptable dado que éstas ya fueron pensadas de antemano para una velocidad de agua adecuada y para diámetros de cañerías estandarizados. Durante el proyecto definitivo se pueden verificar estos diámetros mediante cálculos hidráulicos.

El método usado a continuación es por tablas.

Para determinar el diámetro de la cañería se deben contar cuantas bocas de incendio queda aguas abajo del tramo de cañería considerado y con ese número consultar la Tabla.

*Diámetro nominal de la cañería expresado en pulgadas (para SCH 40)*

<b>Cantidad de hidrantes (*)</b>	<b>Hidrantes de 1¾ " de diámetro</b>
1	2"
2	2 ½"
3	3"
4	3"
5	3"
6	3"
7	3 ½"
8	3 ½"

(\*) Aguas abajo del tramo de cañería

*Diámetro nominal de la cañería alimentadora expresado en pulgadas (para SCH 40)*

<b>Cantidad de ramales aguas abajo de la cañería de alimentación</b>	<b>Diámetro del tramo de cañería alimentación</b>
1 ramal	4"
2 ramales	5"
3 ramales	6"
4 ramales	8"
5 ramales	8"
6 ramales	8"
7 ramales	8"

Vemos en el plano TF-ING-502, que nuestra red está formada por dos ramales, un ramal solo alimenta el hidrante N° 3 y el otro ramal alimenta los hidrantes N° 1, 2 y 4.

De acuerdo a este plano definimos los siguientes tramos de la cañería.

<b>Tramo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Aguas abajo</b>	<b>Diámetro</b>
A-B	C. alimentadora	2 ramales	5"
B-C	Ramal	3 hidrantes	3"
C-D	Ramal	2 hidrantes	2 ½"
D-E	Ramal	1 hidrante	2"
D-F	Ramal	1 hidrante	2"
B-G	Ramal	1 hidrante	2"

## Trabajo Final

**Cálculo de pérdida de carga:** Para esto tendremos que analizar todos los tramos de la red, y determinar la longitud equivalente de los accesorios que estos poseen. Para esto usamos tablas y realizamos el siguiente cuadro.

Tramo	Diámetro	Codo 90° [m]	Reducción [m]	Válvula Compuerta [m]	T estándar (*) [m]	Longitud Real [m]	Longitud Accesorios [m]	Longitud Total [m]
A-B	3"	3x2,286	--	1,016	--	15,2	7,874	23,07
B-C	3"	--	1,43	0,61	7,62	3,7	6,08	9,78
C-D	2 ½"	--	0,85	--	--	7,6	0,85	8,45
D-E	2"	--	0,58	--	1,016	18,6	1,6	20,2
D-F	2"	--	0,58	0,41	3,05	26,8	4,03	30,83
B-G	2"	--	1,43	0,41	7,62	18,5	9,46	27,96

**Nota:** El número que multiplica indica la cantidad de ese accesorio que hay en el tramo

(\*) Los valores de pérdida en la T, dependen de la dirección del flujo, según tabla

### Simultaneidad:

Debemos analizar las condiciones de simultaneidad, y las máximas exigencia de la red se dará en el caso de un incendio en la secadora, o en la fosa de la noria, donde los hidrantes 1,2 y 4 podrán accionarse en simultaneo.

Por lo tanto analizaremos esta situación teniendo en cuenta el hidrante más desfavorable (hidrante 4) y después verificaremos que en el hidrante más cercano a la bomba (hidrante 2), no supere la presión máxima para una red clase II (Ver plano TF-ING-502)

Para analizar las pérdidas unitarias en las cañerías utilizaremos la ecuación de **Hazen-Williams**.

$$Pu = 6,05 \times 10^5 \cdot \left( \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \right)$$

Donde:

$Pu$  = Pérdida unitaria [bar/m]

$Q$  = Caudal del tramo en [L/min.]

$d$  = Diámetro de la cañería en [mm]

$C$  = Coeficiente de Hazen-Williams, depende de la cañería, y para caño metálico liso adoptamos  $C=130$

### Tramo A-B

$$Pu = 6,05 \times 10^5 \cdot \left( \frac{540^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 76,2^{4,87}} \right) = 0,0057 [\text{bar} / \text{m}]$$

### Tramo B-C

$$Pu = 6,05 \times 10^5 \cdot \left( \frac{540^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 76,2^{4,87}} \right) = 0,0058 [\text{bar} / \text{m}]$$

### Tramo C-D

$$Pu = 6,05 \times 10^5 \cdot \left( \frac{360^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 63,5^{4,87}} \right) = 0,0066 [\text{bar} / \text{m}]$$

### Tramo D-F

$$Pu = 6,05 \times 10^5 \cdot \left( \frac{180^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 50,8^{4,87}} \right) = 0,0055 [\text{bar} / \text{m}]$$

Tramo	Diámetro	Q [L/min]	Longitud Total [m]	Pérdida Unitaria [bar/m]	Pérdida Total [bar]
A-B	3"(76.2mm)	540	23,07	0,0057	0,132
B-C	3"(76.2mm)	540	9,78	0.0058	0.056
C-D	2 ½(63.5mm)	360	8,45	0,0066	0.055
D-F	2"(50.8mm)	180	30,83	0,0055	0,16
				<b>Total</b>	<b>0,4025</b>

**Determinación de la presión nominal (a la salida de la bomba):**

Tendremos en cuenta la presión del hidrante más desfavorable (hidrante 4) y las perdidas en las circunstancias con los hidrantes 1,2 y 4 accionados.

$$P_n = P_{hidrante} + P_{pérdida}$$

$$P_{no\ min\ al} = 4bar + 0,4025bar = 4,4025bar$$

**Determinación del caudal de bombeo:**

Cantidad de hidrantes a usar simultáneamente: 3

Caudal por cada hidrante= 180[l/m]

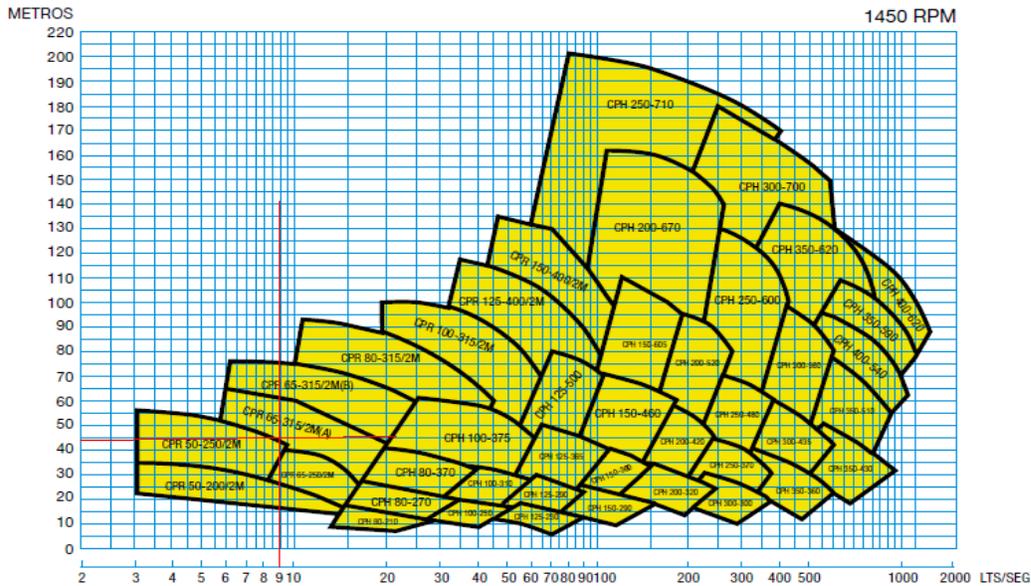
$$Q_{no\ min\ al} = 3 \times 180 [l/m] = 540 [l/m]$$

**Punto nominal de bombeo:**

$$Q_{no\ min\ al} = 540 [l/m] = 9 [l/s]$$

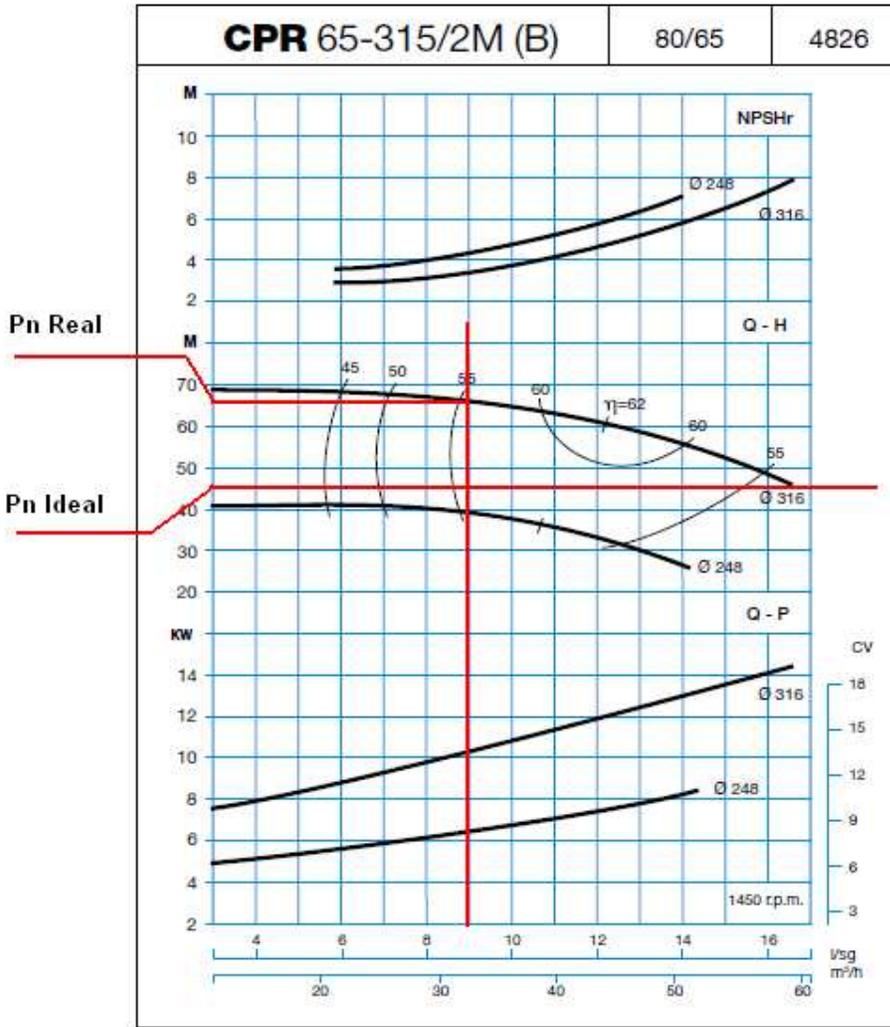
$$P_{no\ min\ al} = 4,4025bar = 44,83mH_2O$$

**Selección de la bomba:** Definimos que la bomba a usar será de la marca IDEAL, en el catálogo de bombas entramos con los parámetros de diseño, y seleccionamos la bomba modelo CPR 65-315/M2(A)



**Gráfico 1**

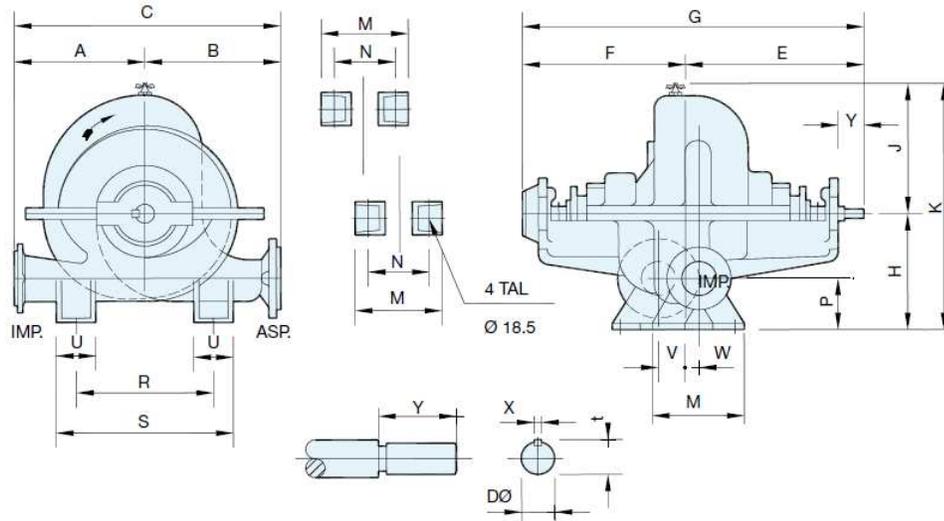
Curvas de la bomba seleccionada



**Gráfico 2**

Dimensiones de la bomba seleccionada

Dimensiones / Dimensions CPR-2M



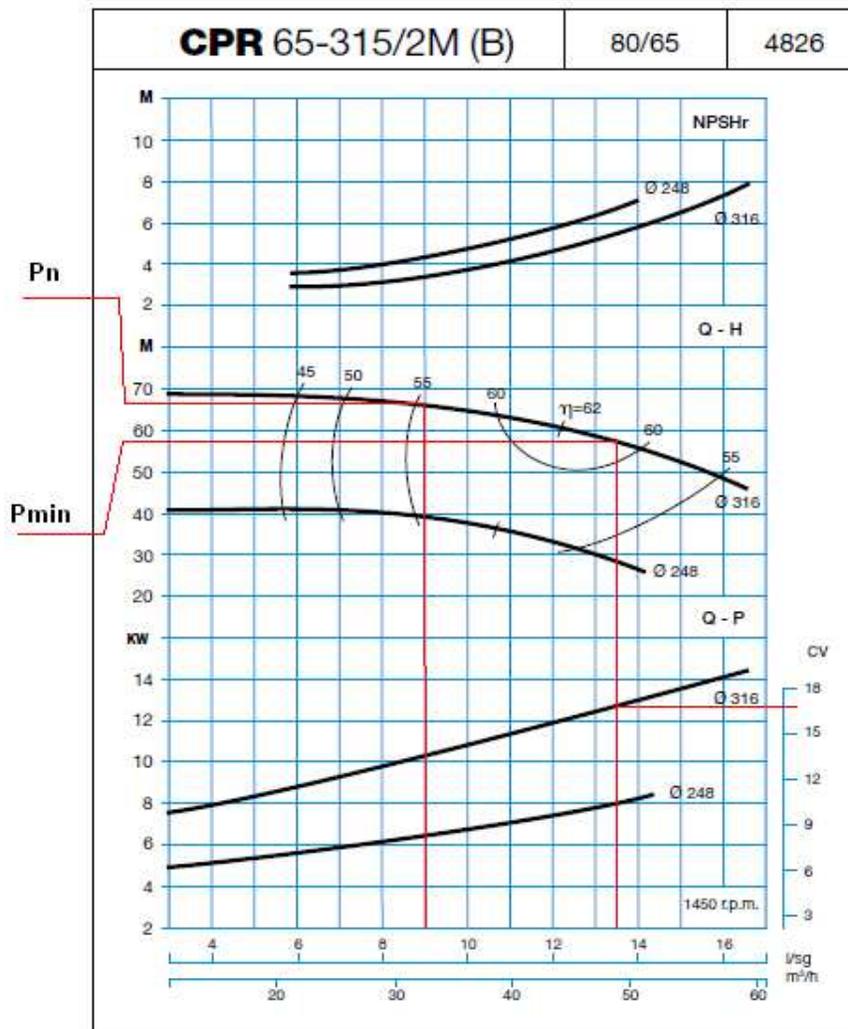
Rotación horaria visto desde acoplamiento / Direction of rotation clockwise from coupling end / Sens rotation horaire vu oote accouplement

Tipo / Type	Ø SUC Ø ASP	Ø DEL Ø IMP	A	B	C	E	F	G	H	J	K	M	N
CPR 60-200/2M	80	50	225	225	450	400	232	732	230	217	200	160	120
CPR 60-260/2M	65	50	225	250	475	374	316	690	245	230	475	160	120
CPR 66-260/2M	100	65	250	250	500	435	367	802	260	252	512	200	150
CPR 65-315/2M(A)	80	65	275	275	550	378	349	766	285	265	550	200	150

**Verificación de la bomba a la máxima sollicitación y selección del motor:**

$$Q_{no\,minimal} = 540[l/m] = 9[l/s]$$

$$150\%Q_{no\,minimal} = 13,5[l/s]$$



**Gráfico 3**

Del catálogo de motores SIEMENS seleccionamos un motor de 15 kW- 1450RPM

**Cálculo del rodete torneado:** Vemos del gráfico 2, que la altura de columna de agua ideal debe ser 44,83 mH<sub>2</sub>O, pero con un rodete de 316 mm. de diámetro, obtengo una de columna de agua 68 mH<sub>2</sub>O, esto hará necesario modificar el rodete, dado que nuestro proveedor de bombas nos ofrece 2 diámetros de rodete, 248 y 316 mm.

$$\frac{D_2}{\sqrt{H_2}} \approx \frac{D_1}{\sqrt{H_1}} \quad D_2 \approx D_1 \cdot \sqrt{\frac{H_2}{H_1}} \quad D_2 \approx 316mm \cdot \sqrt{\frac{44,83}{68}} \approx 257mm$$



## Trabajo Final

$Q_h$  = Caudal asignado a los hidrantes [180 l/min.]

$V_e$  = Es el volumen del tanque más lo que me aporta la bomba sumergible

$V_t$  = Volumen tanque [25000l]

$Q_{bs}$  = Caudal bomba sumergible [108 l/m]

$t$  = Tiempo [min.]

$$n \cdot Q_n \cdot t = V_t + Q_{bs} \cdot t \qquad t = \frac{V_t}{n \cdot Q_h - Q_{bs}}$$

Para 1 hidrante accionado:

$$t = \frac{25000l}{1.180 \frac{l}{\text{min}} - 108 \frac{l}{\text{min}}} \approx 347 \text{ min} \approx 5 \text{ horas}, 47 \text{ min}$$

Para 2 hidrantes accionados:

$$t = \frac{25000l}{2.180 \frac{l}{\text{min}} - 108 \frac{l}{\text{min}}} \approx 99 \text{ min} \approx 1 \text{ hora}, 39 \text{ min}$$

Para 3 hidrantes accionados:

$$t = \frac{25000l}{3.180 \frac{l}{\text{min}} - 108 \frac{l}{\text{min}}} \approx 58 \text{ min}$$

Para 4 hidrantes accionados:

$$t = \frac{25000l}{4.180 \frac{l}{\text{min}} - 108 \frac{l}{\text{min}}} \approx 41 \text{ min}$$

El anterior análisis, nos da los tiempos aproximados de operación, para distintas situaciones de funcionamiento. Pero recordar que las hipótesis de diseño fue con tres hidrantes accionados en simultáneo y para este modo de operación obtenemos 58 minutos. Dichos volumen satisface los tiempos de operación recomendados por los bomberos voluntarios locales.



### Análisis complementarios

Analizaremos el número de Reynolds y la velocidad del fluido, para cada uno de los tramos en cuestión, bajo la condición de funcionamiento de los hidrantes 1,2 y 4.

La velocidad del fluido en un caño de sección circular viene dada por:

$$v_s = \frac{Q}{A}$$

$Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$A$  = Sección del tubo (m<sup>2</sup>)

Y el número de Reynold viene dado por:

$$Re = \frac{v_s \cdot D}{\nu}$$

Donde:

$v_s$  : Velocidad característica del fluido (m/s)

$D$  : Diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido (m)

$\nu$  : Viscosidad cinemática del fluido (1,003.x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s agua a 20°C)

Tramo	Diámetro	Área [m <sup>2</sup> ]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Vs [m/s]	Re
A-B	3"	0,00456	0,009	1,97	149665
B-C	3"	0,00456	0,009	1,97	149665
C-D	2 1/2"	0,003167	0,006	1,89	119656
D-F	2"	0,002027	0,003	1,48	74959

## Instalación eléctrica red contra incendios

### Línea de la bomba sumergible:

**Descripción:** Es un circuito trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta la bomba sumergible que tiene una potencia de 1,1 kW. Es alimentada desde el pilar principal, mediante un arranque directo accionado mediante flotante eléctrico.

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto $I_B$ :

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

Suponemos un  $\cos \phi = 0,83$  en plena carga

$$I_B = \frac{1100.W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,83} = 2,01.A \qquad I_B = 2,01A$$

#### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible $I_z$ :

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, cable subterráneo enterrado en cama de arena con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x2,5 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 34 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1,22$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

## Trabajo Final

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \quad I_z = 1,22 \cdot 1,34A \quad I_z = 41,5A \quad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I<sub>N</sub>:

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 41,5A \quad \text{Y} \quad I_B = 2,01A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor GV2ME07 regulado en 2,2 A. cumpliendo con;  $2,05A \leq I_N \leq 41,5A$  o sea..

$$I_N = 2,2A$$

### 4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_Z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 2,2A \leq 1,45 \cdot 41,5A \quad 2,86A \leq 60,2A$$

### 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Las bombas se alimentarán desde un tablero individual ubicado en el pilar principal de la instalación de tal manera de poder interrumpir la alimentación eléctrica de toda la planta:

Con lo que obtenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,00271)^2 + (0,01112)^2} = 0,0115\Omega \quad (\text{Hasta el tablero principal})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 110 metros de conductor subterráneo 3x2,5 mm<sup>2</sup> Retenax Valio de R=9,55 [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto Z=1,05 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \quad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,0115 + 1,0505)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 222,9A$$

$$I_{cc} \approx 223A$$

### 6) Verificación por máxima exigencia térmica:

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV2ME07 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

$$\text{Debe cumplir con } 10 \cdot I_N \leq I_{cc} \quad 10 \cdot 2,2A \leq 2000A \quad 22A \leq 223A$$

### 8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Supondremos una máxima caída de tensión de 5 %, desde el pilar a las bombas

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde:

$$K = \sqrt{3}; \quad I = 2,01 A; \quad R = 9,55 \text{ ohm/km.} \quad L = 110 \text{ m (ver plano TF-ING-401)} \quad \cos \varphi = 0,83$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 2,01A \cdot 0,11km \cdot 9,55 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,83 = 3,03[V]$$

$$\Delta U(\%) = \frac{3,03}{380} \cdot 100\% = 0,8\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x2,5 mm<sup>2</sup> verifica.

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque directo, teniendo en cuenta que la corriente de la bomba es de 2,02 A en plena carga seleccionamos:

- 1 contactor Cod. LC1D09.
- 1 guardamotor Cod. GV2ME07 regulado en 2,2 A
- 1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5
- 1 Flotante eléctrico
- 1 Perilla de un punto con contacto NC y NA Cod: ZB4-BD2  
(Esquema conexión TF-ING-503)

La bomba en cuestión será accionada automáticamente mediante un flotante eléctrico. Pero tendrá la opción de accionarla manualmente mediante una perilla.

### Línea de la bomba sumergible:

**Descripción:** Es un circuito trifásicos con una alimentación de 380 V 50 Hz, alimenta la bomba sumergible que tiene una potencia de 15 kW. Es alimentada desde el pilar principal, mediante un arranque Estrella-Triángulo.

#### 1) Determinación de la corriente de proyecto I<sub>B</sub>:

$$P = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot V \cdot \cos \phi \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

Suponemos un  $\cos \phi = 0,83$  en plena carga

$$I_B = \frac{15000.W}{\sqrt{3} \cdot 380V \cdot 0,83} = 27,45A \qquad I_B = 27,45A$$

#### 2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I<sub>Z</sub>:

Teniendo en cuenta las condiciones de instalación, conductor subterráneo en cama de arena con aislamiento en PVC/Termoplástico.

Seleccionamos cable tripolar de 3x10 mm<sup>2</sup> con una capacidad de transporte de 74 A.

Adoptamos:

Factor de temperatura  $f_t = 1,22$

Factor de agrupamiento  $f_a = 1$

$$I_z = f_t \cdot f_a \cdot I_N \qquad I_z = 1,22 \cdot 1 \cdot 74A \qquad I_z = 90,3A \qquad I_z \succ I_B$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

#### 3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I<sub>N</sub>:

Para cada línea debe verificar que se cumpla la condición  $I_B \leq I_N \leq I_Z$  donde para este caso tengo...

$$I_z = 90,3A \quad \vee \quad I_B = 27,45A$$

Con el catálogo del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC-TELEMECANIQUE selecciono un guardamotor

GV3ME40 regulado en 32 A. cumpliendo con;  $27,45A \leq I_N \leq 90,3A$  o sea  $I_N = 32A$

**4) Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:**

Debe cumplir con:  $1,3I_N \leq 1,45I_Z$  según IEC 60947-2

$$1,3 \cdot 32A \leq 1,45 \cdot 90,3A \qquad 41,6A \leq 131A$$

**5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:**

Las bombas se alimentarán desde un tablero individual ubicado en el pilar principal de la instalación de tal manera de poder interrumpir la alimentación eléctrica de toda la planta:

Con lo que obtenemos:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = \sqrt{(0,00271)^2 + (0,01112)^2} = 0,0115\Omega \quad (\text{Hasta el tablero principal})$$

Ahora analizaremos el conductor del circuito, donde tenemos 110 metros de conductor subterráneo 3x10 mm<sup>2</sup> Retenax Valio de R=2,29 [ohm/km] y reactancia despreciable, por lo tanto Z=0,252 [ohm].

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})} \qquad I_{cc} = \frac{410}{\sqrt{3} \cdot (0,0115 + 0,252)} \left[ \frac{V}{\Omega} \right] = 898,7A$$

$$I_{cc} \approx 899A$$

**6) Verificación por máxima exigencia térmica:**

La sección debe verificar:

$$K^2 S^2 \geq I^2 \cdot t$$

Adoptando K=115 para cable de cobre aislado en PVC y una sección de 10 mm<sup>2</sup>

$$115^2 \cdot 10^2 = 1322500 \geq I^2 \cdot t$$

Se desconoce la información técnica de cual es la máxima energía específica I<sup>2</sup>t para el guardamotor GV3ME40 Schneider, por lo tanto asumimos que el conductor Retenax Valio, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

**7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:**

Debe cumplir con  $10 \cdot I_N \leq I_{cc}$   $10 \cdot 32A \leq 899A$   $320A \leq 899A$

**8) Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:**

Supondremos una máxima caída de tensión de 5

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) [V] \quad \text{Simplificando... } \Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot R \cdot \cos \varphi [V]$$

Donde:

$$K = \sqrt{3}; \quad I = 27,45 A; \quad R = 2,29 \text{ ohm/km.} \quad L = 110 \text{ m (ver plano TF-ING-401)} \quad \cos \varphi = 0,84$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 27,45A \cdot 0,11km \cdot 2,29 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,83 = 9,94 [V]$$

$$\Delta U (\%) = \frac{9,94}{380} \cdot 100\% = 2,61\%$$

Entonces el conductor Retenax Valió, cobre electrolítico de 3x10 mm<sup>2</sup> verifica.

## Trabajo Final

### 9) Selección de los elementos de protección y comando según las necesidades del circuito.

El accionamiento de este motor se realizará mediante un arranque estrella triángulo, teniendo en cuenta que la corriente del motor es de 33,46 A en plena carga seleccionamos...

Contactador de línea para  $0,58 \cdot 33,46 \text{A} = 20 \text{ A}$  aprox.

$$(1/\sqrt{3} = 0,58)$$

Contactador para el triángulo para  $0,58 \cdot 33,46 \text{A} = 20 \text{ A}$  aprox.

Contactador para la estrella para  $0,33 \cdot 33,46 \text{A} = 11 \text{ A}$  aprox.

Selecciono:

2 contactores Cod. LC1D25

1 contactor Cod. LC1D12.

1 guardamotor Cod. GV3ME40 regulado en 37 A

1 relé temporizado ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7

1 Pulsador luminoso doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5

Esquema de conexión (según plano TF-ING-308)

**Listado materiales-Sector oficina**

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>
Luminarias	LUMENAC CONFOR C336 (completas)	8
Luminarias	LUMENAC ALBA (completas)	8
Luminarias	ENERGY 326 (completas)	2
Luminarias	PHILIPS CAMBRIGE 1x70 (completas)	2
Lámparas	36 W bajo consumo	44
Lámparas	150 W	2
Caja rectangular	Tipo cliK 4 salidas 107x70; ELECTROSYSTEM	26
Caja cuadrada	Tipo cliK 7 salidas 107x107; ELECTROSYSTEM	18
Caja cuadrada	Tipo cliK 10 salidas 143x143; ELECTROSYSTEM	3
Caños rígidos IP 40	Diámetro 20 mm, largo 3 m largo; ELECTROSYSTEM	60
Curva 90° IP 40	Diámetro 20 mm; ELECTROSYSTEM	40
Acople caño rígido IP 40	Diámetro 20 mm; ELECTROSYSTEM	45
Acople caño rígido a caja IP 40	Diámetro 20 mm; ELECTROSYSTEM	45
Gabinete metálico empotrable IP 40	METALLO 315x560x90/ 42 elementos	1
Bastidor 3 módulos	KALOP, línea DONNA color negro	7
Bastidor 1 módulos	KALOP, línea DONNA color negro	16
Interruptor unipolar 1 punto 16 A	KALOP, línea DONNA color negro/IRAM 2071	7
Tomacorrientes 10 A	KALOP, línea DONNA color negro/IRAM 2071	20
Tomacorrientes 20 A	KALOP, línea DONNA color negro/IRAM 2071	4
Tapón ciego	KALOP, línea DONNA color negro	6
Célula Foto control	KALOP, FK-1000 5A	1
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color marrón	100m
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color negro	100m
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color rojo	100m
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color celeste	200m
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color verde-amarillo	300m
Conductor 1,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color marrón	50m
Conductor 1,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color negro	50m
Conductor 1,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color celeste	100m
Conductor 4 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color marrón	25m
Conductor 4 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color celeste	25m
Conductor 4 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color verde-amarillo	15m
Conductor 2x2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN VALIO	30m
Jabalina puesta a tierra	Sección ½", L=2m, cobre c/ alma acero IRAM 2309	3
Caja registro fundición	ZOLODA	3
Toma cable de bronce	ZOLODA	3
Ladrillo colorado	Material de corralón	200
Arena fina	Material de corralón	2 m <sup>3</sup>
Malla de seguridad	Color rojo	30m
Interruptor termomagnético bipolar	P60-Merlín Gerin In=10 A Clase C	4
Interruptor termomagnético bipolar	C16N-Merlín Gerin	3
Interruptor termomagnético bipolar	C20N-Merlín Gerin	1
Interruptor termomagnético bipolar	C25N-Merlín Gerin	1
Interruptor diferencial bipolar	25A-30mA-Merlín Gerin	8
Interruptor termomagnético tetrapolar	C100N-Merlín Gerin	1

**Listado materiales-Sector galpón de insumos**

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>
Luminaria	POLAR 2 con lámpara de HQI-E de 250 W.	10
Luminaria	DELTA 158 con un tubo fluorescente de 58 W.	1
Extractor Axial	mod.: XTF140. Marca Atenas c/ motor 0,25HP	4
Bandeja de chapa perforada	L=3000 A=100 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	23
Bandeja de chapa perforada	L=3000 A=50 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	10
Curva plana 90°	A=100 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	2
Unión T	A=100 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	2
Reducción central	A=100 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	3
Cupla de unión	H=20, Marca Samet	100
Buloneria para cuplas	Tornillo 1/4W, cuello cuadrado c/ tuerca	400
Soporte simple	SS-100-Marca Samet	25
Soporte simple	SS-50-Marca Samet	25
Grampa de suspensión	GSP-100-Marca Samet	50
Grampa de suspensión	GSP-50-Marca Samet	10
Caño hierro galvanizado	L=3m Diámetro 2"	5
Caño hierro galvanizado	L=3m Diámetro 1"	2
Conductor 1x2,5 Celeste	Marca Prysmian- Superastix Flex	100 m
Conductor 1x2,5 Rojo	Marca Prysmian- Superastix Flex	100 m
Conductor 1x2,5 Verde-Amarillo	Marca Prysmian- Superastix Flex	100 m
Conductor 1x6 Verde-Amarillo	Marca Prysmian- Superastix Flex	50 m
Conductor 1x10 Verde-Amarillo	Marca Prysmian- Superastix Flex	15 m
Conductor 1x4 Negro	Marca Prysmian- Superastix Flex	100 m
Conductor 3x2,5	Marca Prysmian- Sintenax Valió	150 m
Conductor 4x4	Marca Prysmian- Sintenax Valió	50 m
Conductor 4x6	Marca Prysmian- Sintenax Valió	25 m
Gabinete	Genrod Serie 9000 Mod. 09-9212	1
Gabinete	Genrod Serie 9000 Mod. 09-9202	3
Gabinete	Genrod Serie 9000 Mod. 09-9304	1
Tomacorriente monofásico empotrable	(2P+T)-16A -IP44-Merlín Gerin. Mod. 83204	9
Tomacorriente trifásico empotrable	(3P+N+T)-16A -IP44-Merlín Gerin. Mod. 83206	4
Pulsadores arranqué-parada	Telemecanique mod: XB4-BW84M5	6
Bloque de contacto NA	Telemecanique mod: ZBE-101	9
Bloque de contacto NC	Telemecanique mod: ZBE-102	9
Selectores Telemecanique	mod: ZB4-BD4	3
Pilotos luminosos rojos	Telemecanique 220V mod: XB4-BVB5	3
Interruptor compacto de corte general	NR100 Merlín Gerin tetrapolar	1
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 10, bipolar	3
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 20, bipolar	1
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 6, monopolar	3
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie C60N C 20, tetrapolar	2
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie C60N C 25, tetrapolar	2
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 25A bipolar	3
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 25A tetrapolar	2
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 40A tetrapolar	1
Guardamotores	Telemecanique GV2-ME14 reg. 6 a 10 A	4

## Trabajo Final

Guardamotores	Telemecanique GV2-ME04 reg. 0,4 a 0,63 A	4
Contactores	Telemecanique LC1-D09	8
Riel Din	Largo 1m	7
Borneras de conexión	Marca Zoloda 4mm	30
Borneras de conexión	Marca Zoloda 6mm	8
Electrodo Puesta a tierra	Marca Genrod, cobre c/ alma de acero L=2m D=1/2"	1
Toma cable	Bronce-Latón	1
Caja de inspección	Marca Genrod. Cod. Ci2 15x15-Fundición Gris	1

**Listado materiales-Centro control de motores (CCM)**

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>
Conductor	Retenax Valio 3x25/16 [mm <sup>2</sup> ]	120 m
Conductor	Retenax Valio 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	285 m
Conductor	Retenax Valio 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	140 m
Conductor	Retenax Valio 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	440 m
Conductor	Retenax Valio 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	480 m
Conductor	Retenax Valio 4x10 [mm <sup>2</sup> ]	90 m
Conductor	Retenax Valio 4x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	120 m
Conductor	Retenax Valio 4x4 [mm <sup>2</sup> ]	20 m
Conductor	Retenax Valio 4x6 [mm <sup>2</sup> ]	45 m
Conductor	Superastix Flex 1x2,5 celeste	100 m
Conductor	Superastix Flex 1x2,5 Rojo	100 m
Conductor	Superastix Flex 1x1,5 verde-amarillo	100 m
Conductor	Desnudo, cobre electrolítico 10 mm <sup>2</sup>	300 m
Conductor	Desnudo, cobre electrolítico 16 mm <sup>2</sup>	100 m
Conductor	Desnudo, cobre electrolítico 25 mm <sup>2</sup>	100 m
Conductor	Desnudo, cobre electrolítico 50 mm <sup>2</sup>	100 m
Bandeja tipo escalera	600x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	5
Bandeja tipo escalera	300x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	15
Bandeja tipo escalera	150x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	40
Curva vertical	150x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	4
Unión T	150x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	4
Unión T	300x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	2
Reducción central	Ancho 300/150 e=2,1 terminación galvanizado, ala 64	4
Reducción central	Ancho 600/300 e=2,1 terminación galvanizado, ala 64	4
Cupla de unión	Terminación galvanizado	150
Bulones	Terminación galvanizado	1200
Soporte simple	SS-100 terminación galvanizado	120
Jabalina	2000 mm ½" Cobre con alma de acero c/morqueton	4
Dispositivo captor	Nimbus CPT-3	1
Pieza de adaptación	De Nimbus a mástil	1
Mástil	Fe galvanizado Tramo de 3 metros	2
Anclaje de mástil	Fe galvanizado, para fijación en superficie plana	1
Soporte cable bajante	Fe galvanizado, para fijación mediante tornillo	150
Cupla de unión cable bajante	Cobre electrolítico, 50mm <sup>2</sup>	20
Caja de registro y equipotencialidad	C/ bornera de conexión. 300x300	1
Caño hierro galvanizado	L=3m Diámetro 2"	2
Gabinete	Genrod Serie 9000 Mod. 09-9202	3
Tomacorriente monofásico empotrable	(2P+T)-16A -IP44-Merlín Gerin. Mod. 83204	6
Tomacorriente trifásico empotrable	(3P+N+T)-16A -IP44-Merlín Gerin. Mod. 83206	4
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 25A bipolar	1
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 25A tetrapolar	1
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 40, bipolar	1
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 40, tetrapolar	2
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 25, tetrapolar	5
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 63, tetrapolar	2
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 32, tetrapolar	1

## Trabajo Final

Pulsadores arranqué-parada	Telemecanique mod.: XB4-BW84M5	30
Extractores de calor para tablero	Diámetro 15 cm-220 V	4
Regulador automático VARLOGIC NR6	6 pasos Cod: 52448 Merlin Gerin	1
Amperímetro analógico	Cod: 16014.Escala del 0A a 1000A. Merlin Gerin	3
Voltímetro analógico	Cod: 16075. Escala del 0 V a 500 V. Merlin Gerin	3
Pilotos luminosos rojos	Telemecanique 220V mod: XB4-BVB5	3
Barras cobre	A=40mm, e=10mm L=3400m. Marca Genrod	4
Transformador TI	R=200. Cod: 16456. Telemecanique Schneider	3
Llave Compacta NS1000 tetrapolar	Merlín Gerin	1
Baterías de capacitores	Varplus M1, Pr=15Kvar - 440V Cod: 52421 Merlin Gerin.	6
Cubre borneras tripolares	IP42, Cod: 52460 Merlin Gerin.	6
Contactores para uso con condensadores	Cod LC1-DLK11250 Merlin Gerin.	6
Interruptor automático termomagnético	C120N, In=80A, 10KA-Curva D. Tripolar Cod: 18391 MG	6
Llave Compacta NS100 tripolar	TMD 100 Merlin Gerin	2
Arranque suave	ALISTART 01 Cod: ATS 01N2 85Q	2
Block de contactos	LAD 8N11 (1NA+1NC). Telemecanique Schneider	4
Arranque suave	ALISTART 01 Cod: ATS 01N2 44Q	2
Guardamotor	GV3 P50 Telemecanique Schneider	2
Contactador	Cod. LC1D25 Telemecanique Schneider	21
Contactador	Cod. LC1D12 Telemecanique Schneider	16
Guardamotor	GV3 ME40 Telemecanique Schneider	8
Relé temporizado	ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7 Telemecanique	12
Guardamotor	GV2 ME21 Telemecanique Schneider	9
Contactador	Cod. LC1D18 Telemecanique Schneider	8
Contactador	Cod. LC1D09 Telemecanique Schneider	4
Guardamotor	GV2 P16 Telemecanique Schneider	8
Bornera de paso	ZOLODA 10 mm	150
Bornera de paso	ZOLODA 16 mm	20
Bornera tipo escalera	Para barra de cobre 40 mm	5
Gabinete modular Serie 97	H=2100, A=600, P=450 Cod:97 97272	3
Gabinete modular Serie 97	H=2100, A=1200, P=450 Cod:97 97872	2

**Listado materiales- Pilar y tendidos subterráneos**

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>
Conductor	Retenax Valió 1x300 [mm <sup>2</sup> ]	340 m
Conductor	Retenax Valió 1x150 [mm <sup>2</sup> ]	115 m
Conductor	Retenax Valió 3x25/16 [mm <sup>2</sup> ]	120 m
Conductor	Retenax Valió 4x6 [mm <sup>2</sup> ]	40 m
Conductor	Cobre desnudo 16 mm <sup>2</sup>	20 m
Jabalina c/toma cable	Cobre con alma de acero L=2000mm ½"	1
Arena	Arena fina de río	11 m <sup>3</sup>
Ladrillos	Ladrillo común	1400
Malla	Malla eléctrica de seguridad	300 m
Interruptor Termomagnético	C120N In=80 Merlin Gerin	1
Interruptor Termomagnético	C120N In=63 Merlin Gerin	1
Interruptor	Compac NS1000 Merlin Gerin	1

**Listado materiales-Red contra incendios**

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>
Gabinetes para mangueras contara incendios	Marca Zensitec 550x600x160	4
Lanzas de chorro pleno	Marca TGB Cod: 712/174, acople Storz 52 =C	4
Acople Storz 52=C	Marca TGB Cod: 707	4
Manguera para gabinetes contra incendio	Marca Arjet Cod: M0002, Longitud=20m.	4
Válvula tipo teatro	Marca TGB Cod: 700	4
Bomba Radial	Marca IDEAL, Modelo CPI 65-240	1
Motor eléctrico	Marca SIEMENS.18,5KW-2935RPM	1
Bomba sumergible	Marca Ideal, Mod: TXI000118A	1
Contactora	Telemecanique Cod. LC1D25	2
Contactora	Telemecanique Cod. LC1D12	1
Contactora	Telemecanique Cod. LC1D09	1
Guardamotor	Telemecanique Cod. GV3ME40	1
Guardamotor	Telemecanique Cod. GV3ME07	1
Relé temporizado	ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7	1
Pulsador luminoso	Doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5	2
Perilla de un punto	Con contacto NC y NA Cod: ZB4-BD2	1
Flotante eléctrico		1
Conductor 3x2,5mm <sup>2</sup>	Sintenax Valió	115m
Conductor 3x10mm <sup>2</sup>	Sintenax Valió	115m
Conductor 3x1,5mm <sup>2</sup>	Sintenax Valió (para flotante eléctrico)	130m
Caño hierro 3"	Sch 40, sin costura	26 m
Caño hierro 2 ½"	Sch 40, sin costura	10 m
Caño hierro 2"	Sch 40, sin costura	90 m
Caño hierro 1 ½"	Sch 40, sin costura	30 m
Válvulas compuertas 1 ½"		2
Válvulas compuertas 3"		3
Válvulas compuertas 2"		4
Manómetros	Escala 0-10bar	2
Codos 1 ½"		3
Unión T 1 ½"		1
Codos 3 "		3
Unión T 5"		1
Reducción 3"-2"		1
Unión T 3"		1
Reducción 3"-2 ½"		1
Unión T 2 ½"		1
Reducción 2 ½"-2"		2
Interruptor termo magnética tetrapolar	Serie P60 C50-Merlin Gerin	1

**ANALISIS DE COSTOS**

Para la realización del análisis de costos, se tomará los costos unitarios de los materiales necesarios para cada sector de la instalación:

- Sector oficinas.
- Sector galpón de insumos.
- Sector del CCM.
- Sector tablero principal.
- Red contra incendios.

Luego se tomará el montaje y la puesta punto como rubros independientes, de manera que se obtienen una sumatoria que será el costo final de la instalación eléctrica de la planta de acopio de cereales.

**COSTOS DIRECTOS:**

Tomando como costos directos, aquellos costos que se pueden identificar y cuantificar, dentro de nuestro análisis, los calificaremos en tres grupos:

- a)-Materiales. (Análisis de precios unitarios y cantidades)
- b)-Mano de obra indirecta. (En este caso, se contemplan trabajos de herrería y el tendido de cables subterráneos serán tercerizado)
- c)-Mano de obra directa. (Horas hombre de personal contratado bajo supervisión de la empresa)

**a) -Materiales-Análisis de precios unitarios:**

<b>Listado materiales oficinas</b>					
<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Subtotal</b>
Luminarias	LUMENAC CONFOR C336 (completas)	8	c/u	\$ 1.015,00	\$ 8.120,00
Luminarias	LUMENAC ALBA (completas)	8	c/u	\$ 870,00	\$ 6.960,00
Luminarias	ENERGY 326 (completas)	2	c/u	\$ 165,00	\$ 330,00
Luminarias	PHILIPS CAMBRIGE 1x70 (completas)	2	c/u	\$ 870,00	\$ 1.740,00
Lámparas	36 W bajo consumo	44	c/u	\$ 80,00	\$ 3.520,00
Lámparas	150 W	2	c/u	\$ 280,00	\$ 560,00
Caja rectangular	Tipo clik 4 salidas 107x70; ELECTROSYSTEM	26	c/u	\$ 4,50	\$ 117,00
Caja cuadrada	Tipo clik 7 salidas 107x107; ELECTROSYSTEM	18	c/u	\$ 5,00	\$ 90,00
Caja cuadrada	Tipo clik 10 salidas 143x143; ELECTROSYSTEM	3	c/u	\$ 7,00	\$ 21,00
Caños rígidos IP 40	Diámetro 20 mm, largo 3 m largo; ELECTROSYSTEM	60	c/u	\$ 22,00	\$ 1.320,00
Curva 90° IP 40	Diámetro 20 mm; ELECTROSYSTEM	40	c/u	\$ 5,00	\$ 200,00
Acople caño rígido IP 40	Diámetro 20 mm; ELECTROSYSTEM	45	c/u	\$ 2,00	\$ 90,00
Acople caño rígido a caja IP 40	Diámetro 20 mm; ELECTROSYSTEM	45	c/u	\$ 4,00	\$ 180,00
Gabinete metálico empotrable IP 40	METALLO 315x560x90/ 42 elementos	1	c/u	\$ 790,00	\$ 790,00
Bastidor 3 módulos	KALOP, línea DONNA color negro	70	c/u	\$ 4,00	\$ 280,00
Bastidor 1 módulos	KALOP, línea DONNA color negro	16	c/u	\$ 3,00	\$ 48,00
Interruptor unipolar 1 punto 16 A	KALOP, línea DONNA color negro/IRAM 2071	10	c/u	\$ 10,00	\$ 100,00
Tomacorrientes 10 A	KALOP, línea DONNA color negro/IRAM 2071	20	c/u	\$ 10,00	\$ 200,00
Tomacorrientes 20 A	KALOP, línea DONNA color negro/IRAM 2071	4	c/u	\$ 10,00	\$ 40,00
Tapón ciego	KALOP, línea DONNA color negro	100	c/u	\$ 3,00	\$ 300,00
Célula Foto control	KALOP, FK-1000 5A	1	c/u	\$ 50,00	\$ 50,00
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color marrón	100	m	\$ 4,30	\$ 430,00
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color negro	100	m	\$ 4,30	\$ 430,00
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color rojo	100	m	\$ 4,30	\$ 430,00
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color celeste	200	m	\$ 4,30	\$ 860,00
Conductor 2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color verde-amarillo	300	m	\$ 4,30	\$ 1.290,00
Conductor 1,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color marrón	50	m	\$ 3,60	\$ 180,00
Conductor 1,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color negro	50	m	\$ 3,60	\$ 180,00

## Trabajo Final

Conductor 1,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color celeste	100	m	\$ 3,60	\$ 360,00
Conductor 4 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color marrón	25	m	\$ 6,00	\$ 150,00
Conductor 4 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color celeste	25	m	\$ 6,00	\$ 150,00
Conductor 4 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN color verde-amarillo	15	m	\$ 6,00	\$ 90,00
Conductor 2x2,5 mm <sup>2</sup>	PRYSMIAN VALIÓ	30	m	\$ 9,03	\$ 270,90
Jabalina puesta a tierra	Sección ½", L=2m, cobre c/ alma acero IRAM 2309	3	c/u	\$ 80,00	\$ 240,00
Caja registro fundición	ZLODA	3	c/u	\$ 60,00	\$ 180,00
Toma cable de bronce	ZLODA	3	c/u	\$ 10,00	\$ 30,00
Ladrillo colorado	Material de corralón	200	c/u	\$ 2,00	\$ 400,00
Arena fina	Material de corralón	2	m <sup>3</sup>	\$ 120,00	\$ 240,00
Malla de seguridad	Color rojo	30	n	\$ 3,00	\$ 90,00
Interruptor termomagnético bipolar	C10N-Merlín Gerin	4	c/u	\$ 170,00	\$ 680,00
Interruptor termomagnético bipolar	C16N-Merlín Gerin	3	c/u	\$ 170,00	\$ 510,00
Interruptor termomagnético bipolar	C20N-Merlín Gerin	1	c/u	\$ 170,00	\$ 170,00
Interruptor termomagnético bipolar	C25N-Merlín Gerin	1	c/u	\$ 170,00	\$ 170,00
Interruptor diferencial bipolar	25A-30mA-Merlín Gerin	8	c/u	\$ 350,00	\$ 2.800,00
Interruptor termomagnético tetrapolar	C100N-Merlín Gerin	1	c/u	\$ 550,00	\$ 550,00

### Listado materiales galpón de insumos

Material	Descripción	Cant.	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Luminaria	POLAR 2 con lámpara de HQI-E de 250 W.	10	c/u	\$ 1.350,00	\$ 13.500,00
Luminaria	DELTA 158 con un tubo fluorescente de 58 W.	1	c/u	\$ 240,00	\$ 240,00
Extractor Axial	mod.: XTF140. Marca Atenas c/ motor 0,25hp	4	c/u	\$ 1.900,00	\$ 7.600,00
Bandeja de chapa perforada	L=3000 A=100 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	23	c/u	\$ 150,00	\$ 3.450,00
Bandeja de chapa perforada	L=3000 A=50 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	10	c/u	\$ 113,00	\$ 1.130,00
Curva plana 90°	A=100 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	2	c/u	\$ 60,00	\$ 120,00
Unión T	A=100 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	2	c/u	\$ 69,00	\$ 138,00
Reducción central	A=100 H=20, Marca Samet-Espesor estándar	3	c/u	\$ 40,00	\$ 120,00
Cupla de unión	H=20, Marca Samet	100	c/u	\$ 3,00	\$ 300,00
Bulonería para cuplas	Tornillo 1/4W, cuello cuadrado c/ tuerca	400	c/u	\$ 1,25	\$ 500,00
Soporte simple	SS-100-Marca Samet	25	c/u	\$ 45,00	\$ 1.125,00
Soporte simple	SS-50-Marca Samet	25	c/u	\$ 35,00	\$ 875,00
Grampa de suspensión	GSP-100-Marca Samet	50	c/u	\$ 60,00	\$ 3.000,00
Grampa de suspensión	GSP-50-Marca Samet	10	c/u	\$ 45,00	\$ 450,00
Caño hierro galvanizado	L=3m Diámetro 2"	5	c/u	\$ 90,00	\$ 450,00
Caño hierro galvanizado	L=3m Diámetro 1"	2	c/u	\$ 75,00	\$ 150,00
Conductor 1x2,5 Celeste	Marca Prysmian- Superastix Flex	100	m	\$ 4,30	\$ 430,00
Conductor 1x2,5 Rojo	Marca Prysmian- Superastix Flex	100	m	\$ 4,30	\$ 430,00
Conductor 1x2,5 Verde-Amarillo	Marca Prysmian- Superastix Flex	100	m	\$ 4,30	\$ 430,00
Conductor 1x6 Verde-Amarillo	Marca Prysmian- Superastix Flex	50	m	\$ 6,00	\$ 300,00
Conductor 1x10 Verde-Amarillo	Marca Prysmian- Superastix Flex	15	m	\$ 10,00	\$ 150,00
Conductor 1x4 Negro	Marca Prysmian- Superastix Flex	100	m	\$ 6,00	\$ 600,00
Conductor 3x2,5	Marca Prysmian- Sintenax Valió	150	m	\$ 11,73	\$ 1.759,50
Conductor 4x4	Marca Prysmian- Sintenax Valió	50	m	\$ 23,20	\$ 1.160,00
Conductor 4x6	Marca Prysmian- Sintenax Valió	25	m	\$ 31,92	\$ 798,00
Gabinete	Genrod Serie 9000 Mod. 09-9212	1	c/u	\$ 1.700,00	\$ 1.700,00
Gabinete	Genrod Serie 9000 Mod. 09-9202	3	c/u	\$ 800,00	\$ 2.400,00
Gabinete	Genrod Serie 9000 Mod. 09-9304	1	c/u	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
Tomacorriente monofásico empotrable	(2P+T)-16A -IP44-Merlín Gerin. Mod. 83204	9	c/u	\$ 250,00	\$ 2.250,00
Tomacorriente trifásico empotrable	(3P+N+T)-16A -IP44-Merlín Gerin. Mod. 83206	4	c/u	\$ 450,00	\$ 1.800,00
Pulsadores arranqué-parada	Telemecanique mod.: XB4-BW84M5	6	c/u	\$ 230,00	\$ 1.380,00
Bloque de contacto NA	Telemecanique mod.: ZBE-101	9	c/u	\$ 30,00	\$ 270,00

## Trabajo Final

Bloque de contacto NC	Telemecanique mod.: ZBE-102	9	c/u	\$ 30,00	\$ 270,00
Selectores Telemecanique	mod.: ZB4-BD4	3	c/u	\$ 90,00	\$ 270,00
Pilotos luminosos rojos	Telemecanique 220V mod.: XB4-BVB5	3	c/u	\$ 30,00	\$ 90,00
Interruptor compacto de corte general	NR100 Merlin Gerin tetrapolar	1	c/u	\$ 3.100,00	\$ 3.100,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 10, bipolar	3	c/u	\$ 170,00	\$ 510,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 20, bipolar	1	c/u	\$ 170,00	\$ 170,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 6, monopolar	3	c/u	\$ 110,00	\$ 330,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie C60N C 20, tetrapolar	2	c/u	\$ 550,00	\$ 1.100,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie C60N C 25, tetrapolar	2	c/u	\$ 550,00	\$ 1.100,00
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 25A bipolar	3	c/u	\$ 350,00	\$ 1.050,00
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 25A tetrapolar	2	c/u	\$ 800,00	\$ 1.600,00
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 40A tetrapolar	1	c/u	\$ 800,00	\$ 800,00
Guardamotores	Telemecanique GV2-ME14 reg. 6 a 10 A	4	c/u	\$ 850,00	\$ 3.400,00
Guardamotores	Telemecanique GV2-ME04 reg. 0,4 a 0,63 A	4	c/u	\$ 650,00	\$ 2.600,00
Contactores	Telemecanique LC1-D09	8	c/u	\$ 350,00	\$ 2.800,00
Riel Din	Largo 1m	7	c/u	\$ 10,00	\$ 70,00
Borneras de conexión	Marca Zoloda 4mm	30	c/u	\$ 5,00	\$ 150,00
Borneras de conexión	Marca Zoloda 6mm	8	c/u	\$ 5,00	\$ 40,00
Electrodo Puesta a tierra	Marca Genrod, cobre c/ alma de acero L=2m D=1/2"	1	c/u	\$ 90,00	\$ 90,00
Toma cable	Bronce-Latón	1	c/u	\$ 20,00	\$ 20,00
Caja de inspección	Marca Genrod. Cod. Ci2 15x15-Fundición Gris	1	c/u	\$ 60,00	\$ 60,00

### Listado materiales CCM

Material	Descripción	Cant.	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Conductor	Retenax Valió 3x16 [mm <sup>2</sup> ]	120	m	\$ 71,60	\$ 8.592,00
Conductor	Retenax Valió 3x10 [mm <sup>2</sup> ]	260	m	\$ 43,41	\$ 11.286,60
Conductor	Retenax Valió 3x6 [mm <sup>2</sup> ]	75	m	\$ 25,88	\$ 1.941,00
Conductor	Retenax Valió 3x4 [mm <sup>2</sup> ]	400	m	\$ 18,54	\$ 7.416,00
Conductor	Retenax Valió 3x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	600	m	\$ 11,73	\$ 7.038,00
Conductor	Retenax Valió 4x10 [mm <sup>2</sup> ]	50	m	\$ 50,34	\$ 2.517,00
Conductor	Retenax Valió 4x2,5 [mm <sup>2</sup> ]	120	m	\$ 14,72	\$ 1.766,40
Conductor	Retenax Valió 4x4 [mm <sup>2</sup> ]	20	m	\$ 23,20	\$ 464,00
Conductor	Retenax Valió 4x6 [mm <sup>2</sup> ]	45	m	\$ 31,92	\$ 1.436,40
Conductor	Superastix Flex 1x2,5 celeste	100	m	\$ 4,30	\$ 430,00
Conductor	Superastix Flex 1x2,5 Rojo	100	m	\$ 4,30	\$ 430,00
Conductor	Superastix Flex 1x1,5 verde-amarillo	100	m	\$ 2,70	\$ 270,00
Conductor	Desnudo, cobre electrolítico 10 mm <sup>2</sup>	300	m	\$ 18,00	\$ 5.400,00
Conductor	Desnudo, cobre electrolítico 16 mm <sup>2</sup>	100	m	\$ 23,00	\$ 2.300,00
Conductor	Desnudo, cobre electrolítico 25 mm <sup>2</sup>	100	m	\$ 39,00	\$ 3.900,00
Conductor	Desnudo, cobre electrolítico 50 mm <sup>2</sup>	100	m	\$ 52,00	\$ 5.200,00
Bandeja tipo escalera	600x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	5	c/u	\$ 450,00	\$ 2.250,00
Bandeja tipo escalera	300x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	15	c/u	\$ 270,00	\$ 4.050,00
Bandeja tipo escalera	150x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	40	c/u	\$ 180,00	\$ 7.200,00
Curva vertical	150x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	4	c/u	\$ 130,00	\$ 520,00
Unión T	150x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	4	c/u	\$ 135,00	\$ 540,00
Unión T	300x64 e=2,1 terminación galvanizado Marca Samet	2	c/u	\$ 210,00	\$ 420,00
Reducción central	Ancho 300/150 e=2,1 terminación galvanizado, ala 64	4	c/u	\$ 180,00	\$ 720,00
Reducción central	Ancho 600/300 e=2,1 terminación galvanizado, ala 64	4	c/u	\$ 230,00	\$ 920,00
Cupla de unión	Terminación galvanizado	150	c/u	\$ 3,00	\$ 450,00
Bulones	Terminación galvanizado	1200	c/u	\$ 1,25	\$ 1.500,00

## Trabajo Final

SopORTE simple	SS-100 terminación galvanizado	120	c/u	\$ 19,00	\$ 2.280,00
Jabalina	2000 mm ½" Cobre con alma de acero c/morqueton	4	c/u	\$ 110,00	\$ 440,00
Dispositivo captor	Nimbus CPT-3	1	c/u	\$ 4.500,00	\$ 6.500,00
Pieza de adaptación	De Nimbus a mástil	1	c/u	\$ 350,00	\$ 350,00
Mástil	Fe galvanizado Tramo de 3 metros	2	c/u	\$ 300,00	\$ 600,00
Anclaje de mástil	Fe galvanizado, para fijación en superficie plana	1	c/u	\$ 380,00	\$ 380,00
SopORTE cable bajante	Fe galvanizado, para fijación mediante tornillo	150	c/u	\$ 4,00	\$ 600,00
Cupla de unión cable bajante	Cobre electrolítico, 50mm²	20	c/u	\$ 7,00	\$ 140,00
Caja de registro y equipotencialidad	C/ bornera de conexión. 300x300	1	c/u	\$ 280,00	\$ 280,00
Caño hierro galvanizado	L=3m Diámetro 2"	2	c/u	\$ 87,00	\$ 174,00
Gabinete	Genrod Serie 9000 Mod. 09-9202	3	c/u	\$ 800,00	\$ 2.400,00
Tomacorriente monofásico empotrable	(2P+T)-16A -IP44-Merlín Gerin. Mod. 83204	6	c/u	\$ 250,00	\$ 1.500,00
Tomacorriente trifásico empotrable	(3P+N+T)-16A -IP44-Merlín Gerin. Mod. 83206	4	c/u	\$ 450,00	\$ 1.800,00
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 25A bipolar	1	c/u	\$ 350,00	\$ 350,00
Interruptor diferencial ID	Merlín Gerin 30mA calibre 25A tetrapolar	1	c/u	\$ 1.038,00	\$ 1.038,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 40, bipolar	1	c/u	\$ 170,00	\$ 170,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 40, tetrapolar	2	c/u	\$ 550,00	\$ 1.100,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 25, tetrapolar	5	c/u	\$ 550,00	\$ 2.750,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 63, tetrapolar	2	c/u	\$ 550,00	\$ 1.100,00
Interruptor automático termomagnético	Merlín Gerin Serie P60 C 32, tetrapolar	1	c/u	\$ 550,00	\$ 550,00
Pulsadores arranqué-parada	Telemecanique mod.: XB4-BW84M5	30	c/u	\$ 230,00	\$ 6.900,00
Extractores de calor para tablero	Diámetro 15 cm-220 V	4	c/u	\$ 670,00	\$ 2.680,00
Regulador automático VARLOGIC NR6	6 pasos Cod: 52448 Merlín Gerin	1	c/u	\$ 17.500,00	\$ 17.500,00
Amperímetro analógico	Cod: 16014. Escala del 0A a 1000A. Merlín Gerin	3	c/u	\$ 370,00	\$ 1.110,00
Voltímetro analógico	Cod: 16075. Escala del 0 V a 500 V. Merlín Gerin	3	c/u	\$ 350,00	\$ 1.050,00
Pilotos luminosos rojos	Telemecanique 220V mod.: XB4-BVB5	3	c/u	\$ 30,00	\$ 90,00
Barras cobre	A=40mm, e=10mm L=3400m. Marca Genrod	4	c/u	\$ 2.750,00	\$ 11.000,00
Transformador TI	R=200. Cod: 16456. Telemecanique Schneider	3	c/u	\$ 375,00	\$ 1.125,00
Llave Compacta NS1000 tetrapolar	Merlín Gerin	1	c/u	\$ 6.850,00	\$ 6.850,00
Baterías de capacitores	Varplus M1, Pr=15Kvar - 440V Cod: 52421 Merlín Gerin.	6	c/u	\$ 1.770,00	\$ 10.620,00
Cubre borneras tripolares	IP42, Cod: 52460 Merlín Gerin.	6	c/u	\$ 270,00	\$ 1.620,00
Contactores para uso con condensadores	Cod LC1-DLK11250 Merlín Gerin.	6	c/u	\$ 875,00	\$ 5.250,00
Interruptor automático termomagnético	C120N, In=80A, 10KA-Curva D. Tripolar Cod: 18391 MG	6	c/u	\$ 410,00	\$ 2.460,00
Llave Compacta NS100 tripolar	HMA 100 Merlín Gerin	2	c/u	\$ 3.100,00	\$ 6.200,00
Arranque suave	ALISTART 01 Cod: ATS 01N2 85Q	2	c/u	\$ 14.000,00	\$ 28.000,00
Block de contactos	LAD 8N11 (1NA+1NC). Telemecanique Schneider	4	c/u	\$ 300,00	\$ 1.200,00
Arranque suave	ALISTART 01 Cod: ATS 01N2 44Q	2	c/u	\$ 7.400,00	\$ 14.800,00
Guardamotor	GV3 P50 Telemecanique Schneider	2	c/u	\$ 1.850,00	\$ 3.700,00
Contactador	Cod. LC1D25 Telemecanique Schneider	21	c/u	\$ 650,00	\$ 13.650,00
Contactador	Cod. LC1D12 Telemecanique Schneider	16	c/u	\$ 380,00	\$ 6.080,00
Guardamotor	GV3 ME40 Telemecanique Schneider	8	c/u	\$ 890,00	\$ 7.120,00
Relé temporizado	ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7 Telemecanique	12	c/u	\$ 850,00	\$ 10.200,00
Guardamotor	GV2 ME21 Telemecanique Schneider	9	c/u	\$ 400,00	\$ 3.600,00
Contactador	Cod. LC1D18 Telemecanique Schneider	8	c/u	\$ 390,00	\$ 3.120,00
Contactador	Cod. LC1D09 Telemecanique Schneider	4	c/u	\$ 350,00	\$ 1.400,00
Guardamotor	GV2 P16 Telemecanique Schneider	8	c/u	\$ 360,00	\$ 2.880,00
Bornera de paso	ZOLODA 10 mm	150	c/u	\$ 5,00	\$ 750,00

## Trabajo Final

Bornera de paso	ZOLODA 16 mm	20	c/u	\$ 7,00	\$ 140,00
Bornera tipo escalera	Para barra de cobre 40 mm	5	c/u	\$ 270,00	\$ 1.350,00
Gabinete modular Serie 97	H=2100, A=600, P=450 Cod:97 97272	3	c/u	\$ 7.500,00	\$ 22.500,00
Gabinete modular Serie 97	H=2100, A=1200, P=450 Cod:97 97872	2	c/u	\$ 11.000,00	\$ 22.000,00
<b>Listado materiales tablero Principal</b>					
Material	Descripción	Cant.	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Conductor	Retenax Valió 1x300 [mm <sup>2</sup> ]	340	m	\$ 383,00	\$ 130.220,00
Conductor	Retenax Valió 1x150 [mm <sup>2</sup> ]	115	m	\$ 180,00	\$ 20.700,00
Conductor	Retenax Valió 4x16 [mm <sup>2</sup> ]	120	m	\$ 105,00	\$ 12.600,00
Conductor	Retenax Valió 4x6 [mm <sup>2</sup> ]	40	m	\$ 39,00	\$ 1.560,00
Conductor	Cobre desnudo 16 mm <sup>2</sup>	20	m	\$ 23,00	\$ 460,00
Jabalina c/toma cable	Cobre con alma de acero L=2000mm ½"	1	c/u	\$ 110,00	\$ 110,00
Arena	Arena fina de río	11	m <sup>3</sup>	\$ 120,00	\$ 1.320,00
Ladrillos	Ladrillo común	1400	c/u	\$ 2,00	\$ 2.800,00
Malla	Malla eléctrica de seguridad	300	m	\$ 3,00	\$ 900,00
<b>Listado materiales red contra incendios</b>					
Material	Descripción	Cant.	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Gabinetes para mangueras contra incendios	Marca Zensitec 550x600x160	4	c/u	\$ 900,00	\$ 3.600,00
Lanzas de chorro pleno	Marca TGB Cod: 712/174, acople Storz 52 =C	4	c/u	\$ 2.700,00	\$ 10.800,00
Acople Storz 52=C	Marca TGB Cod: 707	4	c/u	\$ 780,00	\$ 3.120,00
Manguera para gabinetes contra incendio	Marca Arjet Cod: M0002, Longitud=20m.	4	c/u	\$ 1.750,00	\$ 7.000,00
Válvula tipo teatro	Marca TGB Cod: 700	4	c/u	\$ 670,00	\$ 2.680,00
Bomba Radial	Marca IDEAL, Modelo CPI 65-240	1	c/u	\$ 13.500,00	\$ 13.500,00
Motor eléctrico	Marca SIEMENS.18,5kW-2935RPM	1	c/u	\$ 14.000,00	\$ 14.000,00
Bomba sumergible	Marca Ideal, mod.: TXI000118A	1	c/u	\$ 2.900,00	\$ 2.900,00
Contacto	Telemecanique Cod. LC1D25	2	c/u	\$ 650,00	\$ 1.300,00
Contacto	Telemecanique Cod. LC1D12	1	c/u	\$ 380,00	\$ 380,00
Contacto	Telemecanique Cod. LC1D09	1	c/u	\$ 350,00	\$ 350,00
Guardamotor	Telemecanique Cod. GV3ME40	1	c/u	\$ 890,00	\$ 890,00
Guardamotor	Telemecanique Cod. GV3ME07	1	c/u	\$ 550,00	\$ 550,00
Relé temporizado	ZELIO TIME Cod. RE XL4TMP7	1	c/u	\$ 850,00	\$ 850,00
Pulsador luminoso	Doble 1NC/1NO Cod. XB4-BLU84M5	2	c/u	\$ 230,00	\$ 460,00
Perilla de un punto	Con contacto NC y NA Cod: ZB4-BD2	1	c/u	\$ 20,00	\$ 20,00
Flotante eléctrico		1	c/u	\$ 55,00	\$ 55,00
Conductor 3x2,5mm <sup>2</sup>	Sintenax Valió	115	m	\$ 11,73	\$ 1.348,95
Conductor 3x10mm <sup>2</sup>	Sintenax Valió	115	m	\$ 43,41	\$ 4.992,15
Conductor 3x1,5mm <sup>2</sup>	Sintenax Valió (para flotante eléctrico)	130	m	\$ 9,23	\$ 1.199,90
Caño hierro 5"	Sch 40, sin costura	20	m	\$ 585,00	\$ 11.700,00
Caño hierro 3"	Sch 40, sin costura	6	m	\$ 390,00	\$ 2.340,00
Caño hierro 2 ½"	Sch 40, sin costura	10	m	\$ 268,00	\$ 2.680,00
Caño hierro 2"	Sch 40, sin costura	90	m	\$ 210,00	\$ 18.900,00
Caño hierro 1 ½"	Sch 40, sin costura	30	m	\$ 148,00	\$ 4.440,00
Válvulas compuertas 1 ½"		2	c/u	\$ 1.800,00	\$ 3.600,00
Válvulas compuertas 5"		3	c/u	\$ 5.300,00	\$ 15.900,00
Válvulas compuertas 2"		4	c/u	\$ 2.025,00	\$ 8.100,00
Manómetros	Escala 0-10bar	2	c/u	\$ 175,00	\$ 350,00
Codos 1 ½"		3	c/u	\$ 350,00	\$ 1.050,00
Unión T 1 ½"		1	c/u	\$ 460,00	\$ 460,00
Codos 5 "		3	c/u	\$ 1.200,00	\$ 3.600,00
Unión T 5"		1	c/u	\$ 1.450,00	\$ 1.450,00
Reducción 5"-2"		1	c/u	\$ 852,00	\$ 852,00
Reducción 5"-3"		1	c/u	\$ 932,00	\$ 932,00
Unión T 3"		1	c/u	\$ 935,00	\$ 935,00
Reducción 3"-2 ½"		1	c/u	\$ 637,00	\$ 637,00

## Trabajo Final

Unión T 2 ½"		1	c/u	\$ 735,00	\$ 735,00
Reducción 2 ½"-2"		2	c/u	\$ 547,00	\$ 1.094,00
Interruptor termo magnética tetrapolar	Serie P60 C50-Merlín Gerin	1	c/u	\$ 550,00	\$ 550,00

(Datos sacados de lista de precios de Internet y proveedores locales)

<u>Total materiales sector oficinas:</u>	\$ 35.936,90
<u>Total materiales sector galpón de insumos:</u>	\$ 70.425,50
<u>Total materiales sector CCM:</u>	\$ 320.404,40
<u>Total materiales tablero principal:</u>	\$ 170.670,00
<u>Total materiales red contra incendios:</u>	\$ 150.301,00
<b>TOTAL MATERIALES (Sin IVA):</b>	<b>\$ 747.737,80</b>

**b)-Mano de obra indirecta:** Se tercerizarán los trabajos de herrería necesarios. Dada la irregularidad de la zona de obra, las posibles interferencias en las traza de las bandejas, esos trabajos se evaluarán durante la ejecución de la obra contemplándose un monto de \$30000, para estos trabajos, que serán realizados por contratistas locales.

120 metros de tendido de conductores subterráneos, 66 pesos finales por metro nos dá \$7920 de zanqueo.

**c) -Mano de obra directa:** Con el objetivo de de tener un valor aproximado del costo de mano de obra, tomaremos como base el acuerdo a la escalas salariales de la UOCRA, convenio julio 2014.

JORNALES DE SALARIOS BÁSICOS CON VIGENCIA A PARTIR DEL 01 DE JULIO DE 2014

Mes	Categoría	ZONA "A"		ZONA "B"		ZONA "C"			ZONA "C-Austral"		
		Salario Básico	Salario Básico	Adicional Zona	Total	Salario Básico	Adicional Zona	Total	Salario Básico	Adicional Zona	Total
Jul-14	Oficial Especial	41,81	41,81	4,60	46,41	41,81	22,38	64,19	41,81	41,81	83,62
	Oficial	35,63	35,63	3,94	39,57	35,63	24,32	59,95	35,63	35,63	71,26
	Medio Oficial	32,85	32,85	3,56	36,42	32,85	24,87	57,73	32,85	32,85	65,70
	Ayudante	30,16	30,16	3,47	33,63	30,16	25,74	55,90	30,16	30,16	60,33
	Sereno	5472	5472	624	6096	5472	3676	9148	5472	5472	10944

### A LOS SALARIOS SE LE DEBEN SUMAR EL 20 % DE ASISTENCIA

Los trabajadores constructores que revisten las especialidades que se determinan al pie de la presente, tendrán los siguientes porcentajes adicionales por categorías sobre los básicos de convenio.

15 % a OFICIAL ELECTRICISTA      10 % a MEDIO OFICIAL      5 % a AYUDANTE

### ZONA "A":

Ciudad Autónoma de Bs. As., Pcias. de Stgo. del Estero, Santa Fe, Buenos Aires, Mendoza, San Juan, Catamarca, Córdoba, Entre Ríos, Salta, Tucumán, Chaco, San Luis, Corrientes, La Rioja, Formosa, Jujuy y Misiones.

Con la presente escala salarial nos queda:

Hora oficial electricista = \$48,1

Hora medio oficial electricista = \$37,8

Hora ayudante electricista=\$34,7

## Trabajo Final

Las tareas se organizarán de la siguiente manera:

	Cuadrilla	Oficial electricista	Medio oficial electricista	Ayudante electricista	Tiempo en días completo
Sector oficinas	4 Personas	2	1	1	10
Sector galpón de insumos	6 Personas	3	1	2	10
Sector CCM	8 Personas	3	3	2	15
Tablero principal	1 Persona	1	--	--	1

	Cuadrilla	Oficial Especial	Oficial	Tiempo en días completo
Red contra incendios	6 Personas	3	3	7

	Cantidad	Horas hombre	Costo \$/H	Total
Oficial electricista	9	760	48,1	\$36556
Medio oficial electricista	5	520	37,8	\$19656
Ayudante electricista	5	480	34,7	\$16656
Oficial	3	168	41,81	\$7024,08
Medio oficial	3	168	35,63	\$5985,84
			<b>Total</b>	<b>\$85877,92</b>
			<b>Total+20%</b>	<b>\$102572,8</b>

De acuerdo a los convenios de la UOCRA, se le debe asignar un 20% por presentismo a cada persona contratada. Lo que nos da un total \$102572,4 de mano de obra contratada.

### Total costos directos:

	Sin IVA	Final
Total materiales eléctricos e insumos	\$747737,8	\$904762,7
Trabajos de herrería	--	\$30000
Zanjeadora y tendido de conductores subterráneos	\$6545,5	\$7920
Mano de obra directa	--	\$102572,8
<b>TOTAL</b>		<b>\$1045255,5</b>

### COSTOS INDIRECTOS:

Contemplaremos los siguientes costos indirectos en porcentaje, tomando como base el monto total de los costos directos.

	Porcentaje	Subtotal
Dirección de obra	3%	\$31357,6
Administrativos de obra	1%	\$10452,5
Vehículos	0,15%	\$1567,9
Seguros	0,15%	\$1567,9
Prevención de accidentes	0,15%	\$1567,9
Imprevistos	2%	\$20905,1
Transporte	0,2%	\$2090,5
<b>TOTAL</b>		<b>\$69509,5</b>

Costo total de la inversión: \$ 1114765 (Pesos Argentinos)

Lugar y Fecha

FIRMA: \_\_\_\_\_  
ACLARACION: \_\_\_\_\_

Sector	Circuito	L [m]	Conductor	R [ohm/Km]	Ib [A]	Cos(Ø)	▲ V [volt]	▲ V[%]	
<b>Alimentacion a tableros</b>	Pilar-Ts oficinas	30	4x6mm <sup>2</sup>	3,95	30,4	0,86	5,37	1,41	
	Pilar-Ts galpon insumos	100	3x25/16mm <sup>2</sup>	0,933	45,6	0,86	6,34	1,67	
	Pilar-CCM	110	3x300/150mm <sup>2</sup>	0,0754	577,3	0,86	7,13	1,88	<b>▲ V total [%]</b>
<b>Circuitos  Sector  Oficinas</b>	Ts oficinas-IUG 1	15	2x1,5mm <sup>2</sup>	13,3	5	0,9	1,80	0,82	2,23
	Ts oficinas-IUG 2	25	2x1,5mm <sup>2</sup>	13,3	4,77	0,9	2,85	1,30	2,71
	Ts oficinas-IUE	10	2x2,5mm <sup>2</sup>	9,55	1,92	0,9	0,33	0,15	1,56
	Ts oficinas-TUG 1	20	2x2,5mm <sup>2</sup>	7,98	13,63	0,75	3,26	1,48	2,90
	Ts oficinas-TUG 2	20	2x2,5mm <sup>2</sup>	7,98	11,36	0,75	2,72	1,24	2,65
	Ts oficinas-TUE	18	2x2,5mm <sup>2</sup>	7,98	13,63	0,75	2,94	1,33	2,75
	Ts oficinas-ACU 1	8	2x4mm <sup>2</sup>	4,95	15	0,8	0,95	0,43	1,84
	Ts oficinas-ACU 2	13	2x2,5mm <sup>2</sup>	7,98	7	0,8	1,16	0,53	1,94
	Ts oficinas-ACU 3	7	2x2,5mm <sup>2</sup>	7,98	3	0,8	0,27	0,12	1,53
<b>Circuitos  Sector  Galpon insumos</b>	Ts Galpon-IUE 1	14	2x2,5mm <sup>2</sup>	7,98	5,65	0,9	1,14	0,52	2,18
	Ts Galpon-IUE 2	33	2x2,5mm <sup>2</sup>	7,98	4,25	0,9	2,01	0,92	2,58
	Ts Galpon-IUE 3	28	2x2,5mm <sup>2</sup>	7,98	4,25	0,9	1,71	0,78	2,44
	Ts Galpon-E 1	28	3x2,5mm <sup>2</sup>	9,55	0,35	0,85	0,14	0,04	1,70
	Ts Galpon-E 2	35	3x2,5mm <sup>2</sup>	9,55	0,35	0,85	0,17	0,05	1,71
	Ts Galpon-E 3	36	3x2,5mm <sup>2</sup>	9,55	0,35	0,85	0,18	0,05	1,71
	Ts Galpon-E 4	31	3x2,5mm <sup>2</sup>	9,55	0,35	0,85	0,15	0,04	1,71
	Ts Galpon-TUE 1	14	4x4mm <sup>2</sup>	5,92	18	0,8	2,07	0,54	2,21
	Ts Galpon-TUE 2	24	4x4mm <sup>2</sup>	5,92	18	0,8	3,54	0,93	2,60
	Ts Galpon-TUE 3	16	4x6mm <sup>2</sup>	3,95	20	0,8	1,75	0,46	2,13
<b>Circuitos  CCM</b>	CCM-Circuito 1	59	3x25mm <sup>2</sup>	0,995	79,5	0,86	6,95	1,83	3,71
	CCM-Circuito 2	59	3x25mm <sup>2</sup>	0,995	79,5	0,86	6,95	1,83	3,71
	CCM-Circuito 3	63	3x10mm <sup>2</sup>	2,44	39,8	0,84	8,90	2,34	4,22
	CCM-Circuito 4	20	3x6mm <sup>2</sup>	4,2	33,46	0,84	4,09	1,08	2,95
	CCM-Circuito 5	20	3x6mm <sup>2</sup>	4,2	33,46	0,84	4,09	1,08	2,95
	CCM-Circuito 6	26	3x10mm <sup>2</sup>	2,44	39,8	0,84	3,67	0,97	2,84
	CCM-Circuito 7	25	3x4mm <sup>2</sup>	6,3	20,4	0,82	4,56	1,20	3,08
	CCM-Circuito 8	38	3x4mm <sup>2</sup>	6,3	20,4	0,82	6,94	1,83	3,70
	CCM-Circuito 9	25	3x4mm <sup>2</sup>	6,3	20,4	0,82	4,56	1,20	3,08
	CCM-Circuito 10	38	3x4mm <sup>2</sup>	6,3	20,4	0,82	6,94	1,83	3,70
	CCM-Circuito 11	70	3x10mm <sup>2</sup>	2,44	33,46	0,84	8,31	2,19	4,06
	CCM-Circuito 12	70	3x10mm <sup>2</sup>	2,44	33,46	0,84	8,31	2,19	4,06
	CCM-Circuito 13	34	3x2,5mm <sup>2</sup>	10,2	10,06	0,83	5,02	1,32	3,20
	CCM-Circuito 14	34	3x2,5mm <sup>2</sup>	10,2	10,06	0,83	5,02	1,32	3,20
	CCM-Circuito 15	48	3x2,5mm <sup>2</sup>	10,2	10,06	0,83	7,08	1,86	3,74
	CCM-Circuito 16	48	3x2,5mm <sup>2</sup>	10,2	10,06	0,83	7,08	1,86	3,74

<b>Circuitos</b>  <b>CCM</b>	CCM-Circuito 17	34	3x2,5mm <sup>2</sup>	10,2	10,06	0,83	5,02	1,32	3,20
	CCM-Circuito 18	34	3x2,5mm <sup>2</sup>	10,2	10,06	0,83	5,02	1,32	3,20
	CCM-Circuito 19	48	3x2,5mm <sup>2</sup>	10,2	10,06	0,83	7,08	1,86	3,74
	CCM-Circuito 20	48	3x2,5mm <sup>2</sup>	10,2	10,06	0,83	7,08	1,86	3,74
	CCM-Circuito 21	32	3x6mm <sup>2</sup>	4,2	33,46	0,84	6,54	1,72	3,60
	CCM-Circuito 22	18	3x6mm <sup>2</sup>	4,2	33,46	0,84	3,68	0,97	2,85
	CCM-Circuito 23	33	3x6mm <sup>2</sup>	4,2	33,46	0,84	6,75	1,78	3,65
	CCM-Circuito 24	66	3x10mm <sup>2</sup>	2,44	33,46	0,84	7,84	2,06	3,94
	CCM-Circuito 25	52	3x4mm <sup>2</sup>	6,3	20,4	0,82	9,49	2,50	4,37
	CCM-Circuito 26	52	3x4mm <sup>2</sup>	6,3	20,4	0,82	9,49	2,50	4,37
	CCM-Circuito 27	52	3x4mm <sup>2</sup>	6,3	20,4	0,82	9,49	2,50	4,37
	CCM-Circuito 28	52	3x4mm <sup>2</sup>	6,3	20,4	0,82	9,49	2,50	4,37
	CCM-Circuito 29	71	3x6mm <sup>2</sup>	4,2	20,4	0,82	8,64	2,27	4,15
	CCM-Circuito 30	31	4x10mm <sup>2</sup>	2,44	45,6	0,8	4,78	1,26	3,13
	CCM-Circuito 31	14	4x10mm <sup>2</sup>	2,44	48,6	0,8	2,30	0,61	2,48
	CCM-Circuito 32	57	4x2,5	10,4	6,1	0,8	5,01	1,32	3,20
CCM-Circuito 33	10	4x4mm <sup>2</sup>	6,3	12,97	0,82	1,16	0,31	2,18	
CCM-Circuito 34	37	3x10mm <sup>2</sup>	2,44	37	0,82	4,74	1,25	3,13	
<b>Bombas</b>	Pilar-Bomba sumergible	110	3x2,5mm <sup>2</sup>	9,55	2,01	0,83	3,04	0,80	
	Pilar-Bomba impulsión	110	3x10mm <sup>2</sup>	2,29	33,86	0,83	12,26	3,23	