

Universidad Nacional de La Pampa

Facultad de Ingeniería

Proyecto y Diseño Final de Ingeniería Electromecánica

Título de proyecto: Diseño y cálculo de instalación eléctrica de fábrica de columnas de hormigón armado.

Autor: Cristian Kevin Wiggerhauser.

Grado académico: Ingeniero Electromecánico.

Docente Tutor: Ing. Nicolás Schpetter - Docente de la cátedra Instalaciones Industriales.

Lugar de presentación: General Pico, La Pampa, Argentina.

Fecha de aprobación: 05/07/2023.

Año: 2023.

Jurado:

- Ing. Néstor García - Docente de la cátedra Maquinas y Medidas Eléctricas.
- Ing. Ariel Castellino - Docente de la cátedra Maquinas y Medidas Eléctricas.
- Ing. Pablo Azcona - Docente de la cátedra Sistemas de Representación I y II.

Resumen

La Cooperativa de Electricidad de Winifreda realiza la distribución de energía de la segunda línea de media tensión más grande de La Pampa, con una extensión de 1055 km. Con la fábrica funcionando, se espera disponer de un volumen propio de columnas para realizar la reposición, renovación y creación de líneas, como así también la venta a otras cooperativas.

El presente trabajo final tiene como objetivo el cálculo y dimensionamiento de la instalación eléctrica de la fábrica de columnas, utilizando las reglamentaciones y decretos vigentes, para proporcionar a los operarios y trabajadores del lugar la seguridad necesaria al realizar sus trabajos

En primer lugar, se calcularon los niveles mínimos de iluminación para cada uno de los sectores de la fábrica y las respectivas actividades allí realizadas, cumpliendo con las normativas de la LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, la cual determina las condiciones de seguridad que debe cumplir cualquier actividad industrial en todo el territorio de la República Argentina.

En segundo lugar, se realizó el cálculo y dimensionamiento de la instalación eléctrica, el cual se basó en la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles, y donde se fueron siguiendo todos los pasos por esta determinados.

Palabras Claves: cálculo, dimensionamiento, iluminación, seguridad e higiene, instalación eléctrica.

Abstract

The Electricity Cooperative of Winifreda carries out the power distribution of the second largest medium voltage line in La Pampa, with an extension of 1055 km. With the factory working, it is expected to arrange a proper volume of columns to cover the reposition, renovation, and creation of lines, as well as the sale to other cooperatives.

This final project has as an objective the calculation and dimensioning of the electrical installation of the column factory, following the current regulations and decrees, to be able to provide the local operators and workers the necessary safety to carry out their jobs.

Firstly, the minimum levels of illumination have been calculated for each of the sections of the factory and the respective activities carried out there, following the regulations of the LAW OF HYGIENE AND SAFETY AT THE JOB, which determines the conditions of safety that any industrial activity must comply with inside the territory of the Argentine Republic.

Secondly, the calculation and dimensioning of the electric installation was made, which was based on the Regulation for the Execution of Electric Installations in Real Estates, and in where every step was followed.

Key Words: calculation, dimensioning, illumination, safety and hygiene, electrical installation.

Universidad Nacional de La Pampa

Facultad de Ingeniería

Proyecto y Diseño Final de la carrera Ingeniería Electromecánica

“Diseño y cálculo de instalación eléctrica de fábrica de columnas de hormigón armado”

Empresa: Cooperativa de Electricidad, Obras y Servicios Públicos de Winifreda

Alumno: Cristian Kevin Wiggerhauser

Carrera: Ingeniería Electromecánica (Plan 2015)

Legajo: 6175

Docente Tutor: Ing. Nicolás Schpetter

Lugar: Winifreda, La Pampa

Índice

Resumen General	5
Introducción	6
Desarrollo	
Iluminación	7
Memoria descriptiva.....	8
Memoria técnica.....	10
Memoria de cálculo.....	23
Instalación eléctrica	36
Memoria descriptiva.....	37
Memoria técnica.....	43
Memoria de cálculo.....	88
Conclusiones	157
Bibliografía	158
Anexos	159

RESUMEN GENERAL

La Cooperativa de Electricidad, de Obras y Servicios Públicos de Winifreda Limitada (CEW) realiza la distribución de electricidad de Winifreda, Conhelo, Rucanelo y sus zonas rurales correspondientes, con 1.050 kilómetros de líneas de media tensión que abarcan 455 mil hectáreas, siendo esta la segunda línea de distribución más grande de La Pampa.

Con la elaboración de columnas de hormigón la Cooperativa de Electricidad va a sumar un nuevo emprendimiento para la localidad, el cual servirá para el reemplazo de columnas de toda la línea de distribución con mayor rapidez debido a que se dispondrá de un stock de las mismas, la creación de nuevas líneas en bajadas para campos comprendidos en la Zona Rural afectada, y la venta a otras cooperativas dentro y fuera de la provincia de La Pampa.

El presente trabajo final tiene como objetivo el cálculo y dimensionamiento de la iluminación e instalación eléctrica de la fábrica, siguiendo las reglamentaciones vigentes y cumpliendo con lo que estas describen, para proporcionar a los operarios y trabajadores del lugar la seguridad necesaria al realizar sus trabajos.

INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se procederá a diseñar y calcular la iluminación por ambiente y actividad, siguiendo lo establecido por la Ley N° 19.587, ANEXO IV correspondiente al Decreto N° 351/79.

Para poder satisfacer los niveles de iluminación requeridos se tomará un plano de trabajo de 80 cm sobre el nivel del suelo, en el cual se calculará el tipo y cantidad de luminarias necesarias con el objetivo de cumplir con los niveles de iluminación establecidos por reglamento acorde al tipo de actividad realizada en cada sector.

Una vez realizados los cálculos descritos anteriormente, se procederá a diseñar la instalación eléctrica, teniendo en cuenta la iluminación, máquinas y herramientas, y demás circuitos presentes en toda la fábrica.

Se respetarán todas las reglamentaciones vigentes, en especial el reglamento de la AEA para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles AEA 90364-7-771.

ILUMINACIÓN

MEMORIA DESCRIPTIVA

Para comenzar con el diseño de la iluminación se tomará en cuenta la intensidad media requerida para las diversas clases de tareas visuales adecuadas a cada ambiente, cumpliendo con la Reglamentación de la Ley N° 19.587, ANEXO IV, Decreto N° 351/79.

Los cálculos se realizarán en base a un plano de trabajo de 80 cm sobre el nivel del suelo, y las diversas tareas involucradas en el proceso de fabricación se especifican en la siguiente tabla:

LUGAR	ILUMINACIÓN (lux)	REFERENCIA
Nave Principal I (PB)	300	Metalúrgica: llenado de moldes
Taller I (PB)	400	Metalúrgica-Trabajo mediano: montaje de máquinas, chasis de vehículos
Depósito I (PB)	100	Depósito de piezas sueltas y productos terminados: Iluminación general
Sala de caldera (PB)	100	Visión ocasional solamente: sala de calderas
Administración informes (PB)	500	Trabajo general de oficina
Acceso (PB)	200	Halls para el público
Cocina (PB)	200	Iluminación sobre la zona de trabajo: cocina, pileta, mesada
Pasillo (PB)	200	Circulación
Baño hombres (PB)	100	Baños: Iluminación general

Baño mujeres (PB)	100	Baños: Iluminación general
Cambiadores/ Duchas (PB)	100	Baños: Iluminación general
Escaleras	100	Escaleras
Oficina Jefe de fábrica (PA)	500	Trabajo general de oficina
Oficina Administración (PA)	500	Trabajo general de oficina
Baño (PA)	100	Baños: Iluminación general
Pasillo (PA)	200	Circulación
Sala de reuniones (PA)	300	Salas de conferencias
Estacionamiento para personal	20	Seguridad: áreas de bajo riesgo- áreas de depósito de vehículos
Caminos para circulación	20	Movimiento y tránsito: Tránsito normal

Tabla 1: Niveles de iluminación por área

MEMORIA TÉCNICA

Utilizando el software DIALux, se seleccionarán las siguientes luminarias para lograr los niveles requeridos en cada ambiente:

1) Eaton Emergency Lighting - FT Escape 150lm CGL+

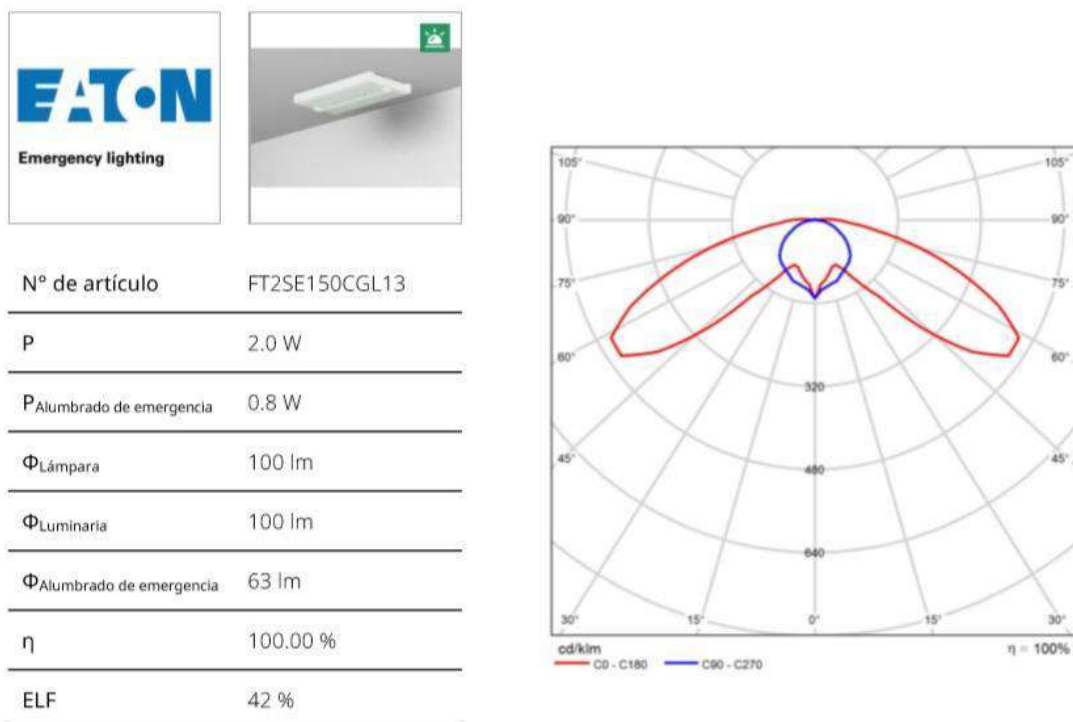


Imagen 1: Especificaciones técnicas Eaton Emergency Lighting

Estas luminarias se encenderán ante un corte imprevisto del suministro eléctrico. Las mismas se colocarán en todos los ambientes para identificar con facilidad la salida y además poder seguir un camino de evacuación.

En la siguiente tabla se puede observar donde se encontrarán:

UBICACIÓN	CIRCUITO	CANTIDAD
Administración/Informes	IUG 4	1
Acceso PB	IUG 4	2
Escalera	IUG 4	1
Pasillo PB	IUG 4	1
Cocina	IUG 4	1
Baño Hombres	IUG 4	1
Baño Mujeres	IUG 4	1
Cambiadores/Duchas	IUG 4	2
Oficina Jefe de Fábrica	IUG 7	1
Acceso PA	IUG 7	1
Pasillo PB	IUG 7	1
Oficina Administración	IUG 7	1
Baño PA	IUG 7	1
Sala de Reuniones	IUG 7	1
Taller	IUG 9	1
Sala de Máquinas	IUG 9	1
Depósito	IUG 9	3
Nave Principal	IUG 15	10
Nave Principal	IUG 16	10
Sala de Calderas	IUG 11	2
Semicubierto	IUG 18	6

Tabla 2: Luminarias Eaton Emergency Lighting



Imagen 2: Detalle luces de emergencias instaladas

2) LEDS-C4 S.A. - Play Deco Symmetrical Square Fixed

LEDS C4™		
Nº de artículo	AG27-13V9F1DSWH	
P	14.3 W	
P _{Alumbrado de emergencia}	14.3 W	
Φ _{Lámpara}	756 lm	
Φ _{Luminaria}	756 lm	
Φ _{Alumbrado de emergencia}	756 lm	
η	100.00 %	
Rendimiento lumínico	52.9 lm/W	
CCT	2700 K	
CRI	90	
ELF	100 %	

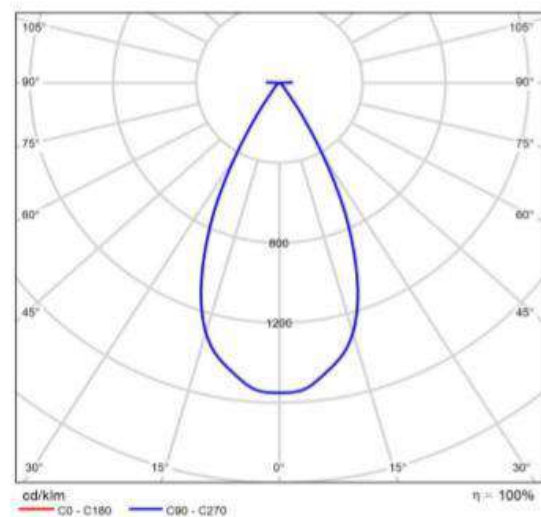


Imagen 3: Especificaciones técnicas LEDS-C4 - Play Deco Symmetrical Square Fixed

Para el caso de estas luminarias, se colocarán en lugares donde el tamaño es reducido, como, por ejemplo, los baños y pasillos del sector oficinas.

A continuación, se muestra una lista con su ubicación:

UBICACIÓN	CIRCUITO	CANTIDAD
Baño Hombres	IUG 2	4
Baño Mujeres	IUG 2	3
Baño PA	IUG 5	3
Pasillo PA	IUG 6	3
Pasillo PB	IUG 3	3
Cambiadores/Duchas	IUG 3	3
Acceso PA	IUG 5	2

Tabla 3: Luminarias LEDS-C4 - Play Deco Symmetrical Square Fixed



Imagen 4: Detalle luminarias LEDS-C4 instaladas

3) NVC - NWP619N-L 100W 90°5700K



N° de artículo	70086547
P	100.0 W
P Alumbrado de emergencia	100.0 W
Φ Luminaria	12500 lm
Φ Alumbrado de emergencia	12500 lm
Rendimiento lumínico	125.0 lm/W
CCT	5700 K
CRI	70

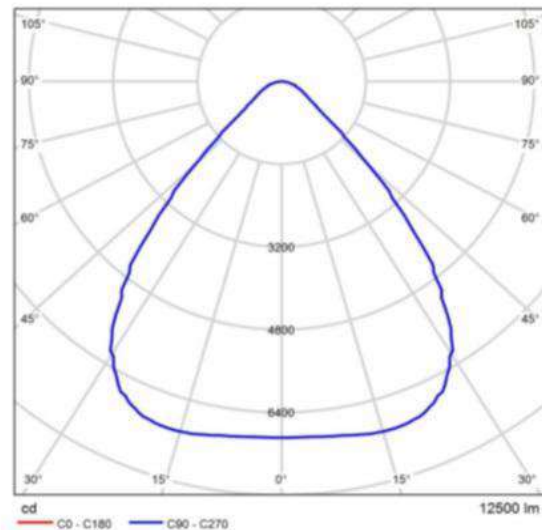


Imagen 5: Especificaciones técnicas NVC - NWP619N-L 100W

Con el fin de poder iluminar el interior de la nave principal, se colocarán estas luminarias colgadas del techo, sobre las cabreadas. Estas estructuras se encuentran separadas unas de otras a una distancia de 5 metros, con lo que está previsto colocar 3 luminarias a lo largo de cada una, conformando un total de 27 luces.

Las mismas se encontrarán sectorizadas, es decir, cada grupo de tres luminarias se encenderá mediante una tecla individual.

En la siguiente lista se especifica donde se distribuirán las mismas:

UBICACIÓN	CIRCUITO	CANTIDAD
Nave Principal	IUG 12	9
Nave Principal	IUG 13	9
Nave Principal	IUG 14	9

Tabla 5: Luminarias NVC - NWP619N-L 100W



Imagen 6: Detalle luminarias NVC - NWP619N-L 100W instaladas

4) SPECTRAL - MIREFA-ADQ-3x3 DAFWS840MRG0300

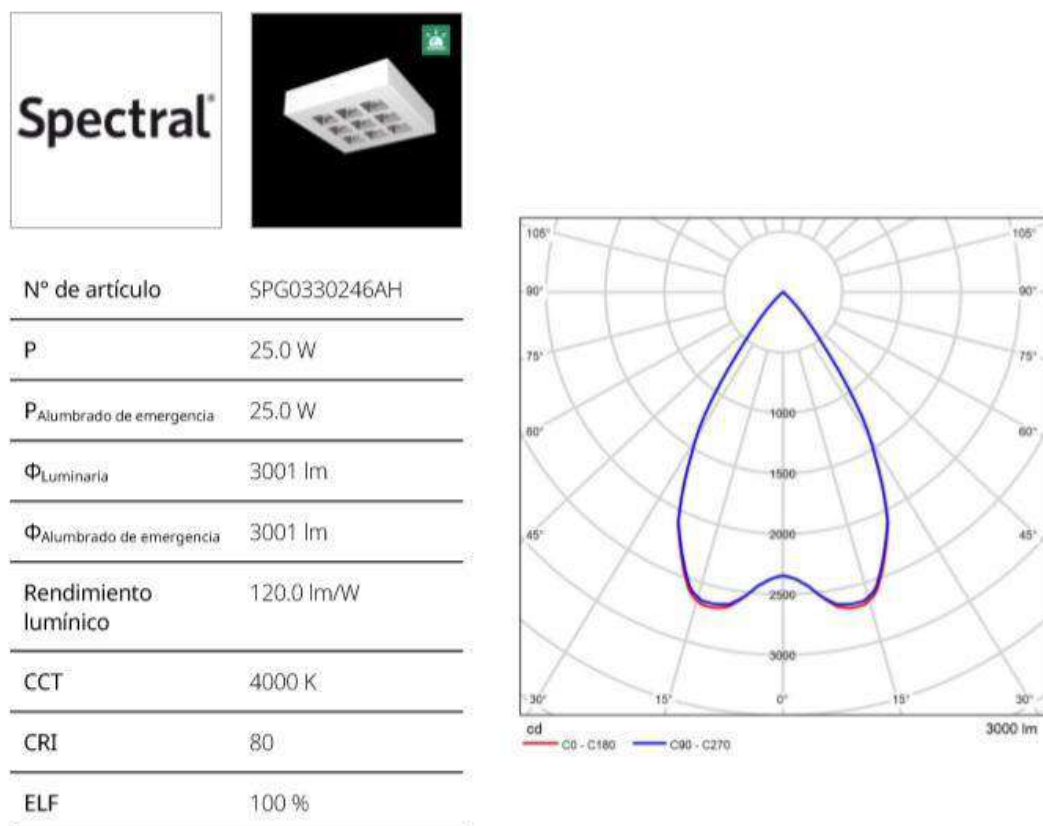


Imagen 7: Especificaciones técnicas MIREFA-ADQ-3x3

En los ambientes que demandan más energía lumínica del sector oficinas, en la sala de caldera, en el taller, en la sala de máquinas y en el depósito se colocarán las siguientes luminarias con el fin de cumplir con los niveles reglamentarios.

A continuación, se elabora una lista con la ubicación de las mismas:

UBICACIÓN	CIRCUITO	CANTIDAD
Administración/Informes	IUG 1	4
Acceso PB	IUG 1	5
Cocina	IUG 2	2
Cambiadores/Duchas	IUG 3	5
Oficina Jefe de Fábrica	IUG 5	4
Oficina Administración	IUG 5	2
Sala de Reuniones	IUG 5	6
Taller	IUG 8	2
Sala de Máquinas	IUG 8	2
Depósito	IUG 8	2
Sala de Calderas	IUG 10	2

Tabla 6: Luminarias MIREFA-ADQ-3x3

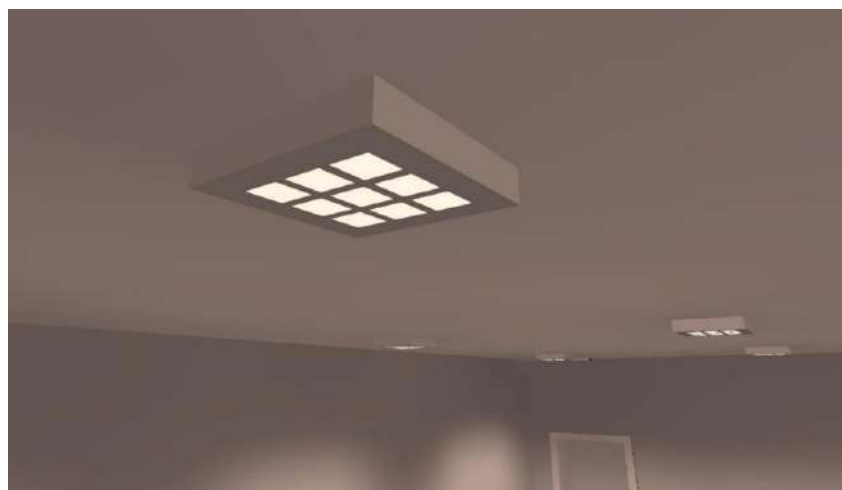


Imagen 8: Detalle luminarias MIREFA-ADQ-3x3 instaladas

5) LUG Light Factory - TRAFFIK LED 69W 9000lm 4000K IP66 O30

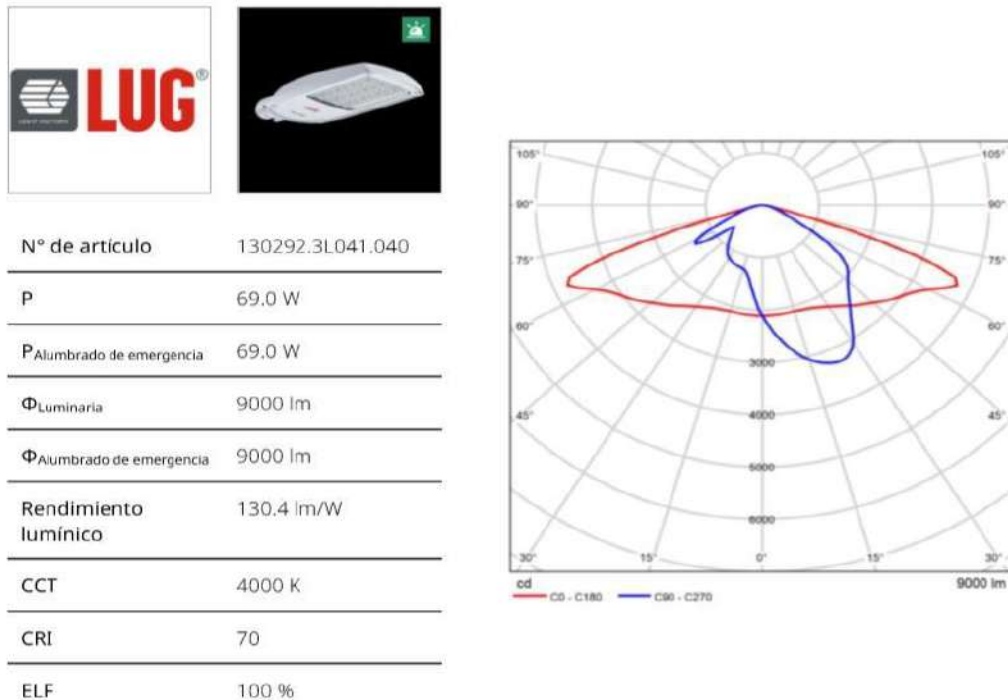


Imagen 9: Especificaciones técnicas LUG Light Factory - TRAFFIK LED 69W

Para poder iluminar el sector exterior y la parte semicubierta, se utilizarán luminarias de grado IP 66. Las mismas se dispondrán en el perímetro de la fábrica brindando una correcta iluminación en el sector, como así también en el sector de descarga de áridos.

En la siguiente lista se puede ver la cantidad de luminarias utilizadas y su ubicación en cada circuito:

UBICACIÓN	CIRCUITO	CANTIDAD
Sector Oeste	IUE 1	7
Sector Este	IUE 2	5
Semicubierto	IUG 17	8

Tabla 4: Luminarias LUG Light Factory - TRAFFIK LED 69W

A continuación, se muestran imágenes de la iluminación exterior, la cual estará compuesta de 12 luminarias LUG Light Factory LED IP 66. En estas imágenes no se muestra el sector semicubierto.

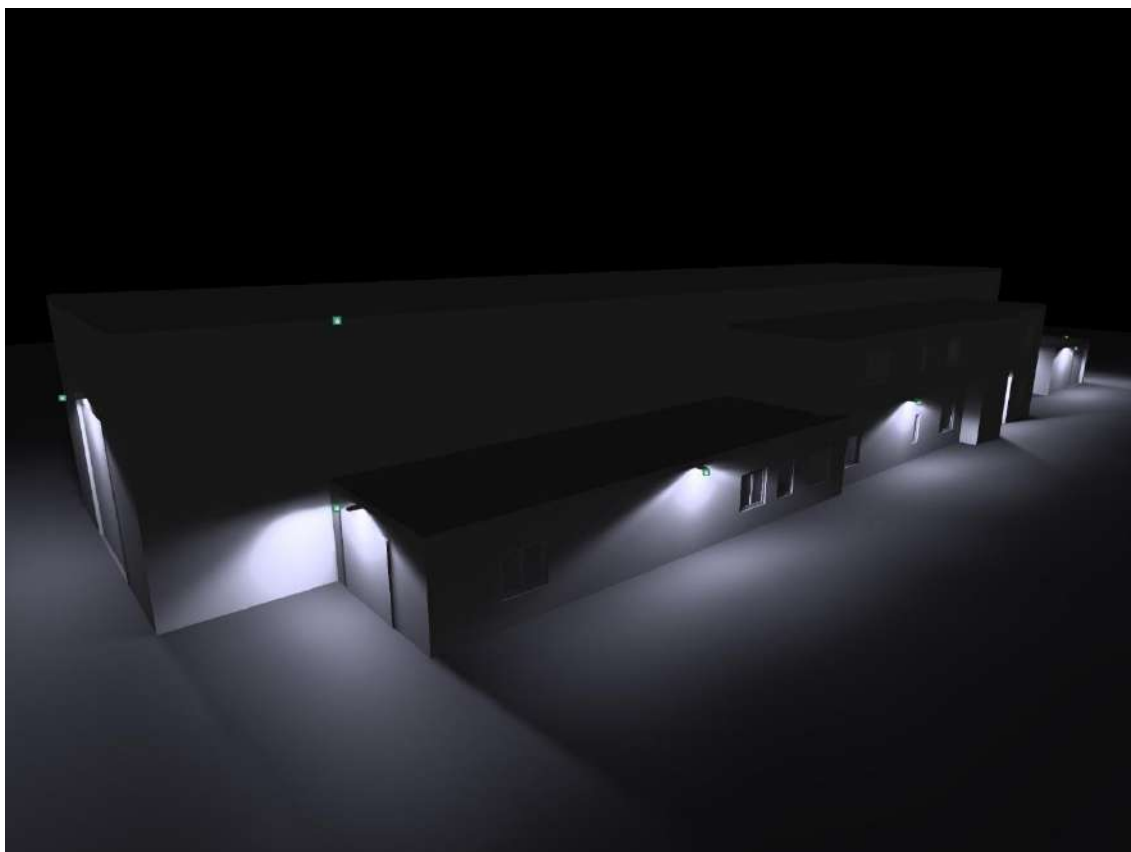


Imagen 10: Detalle exterior sector Noroeste de la fábrica

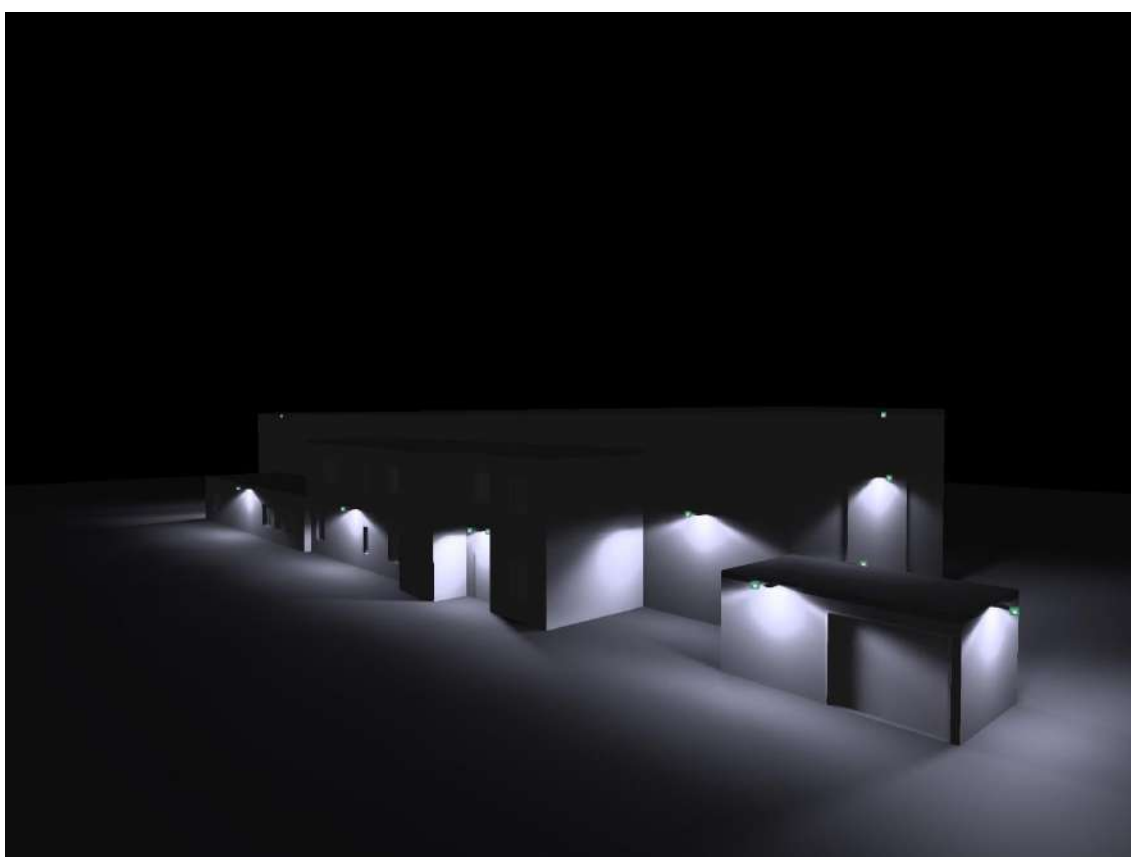


Imagen 11: Detalle exterior sector Suroeste de la fábrica

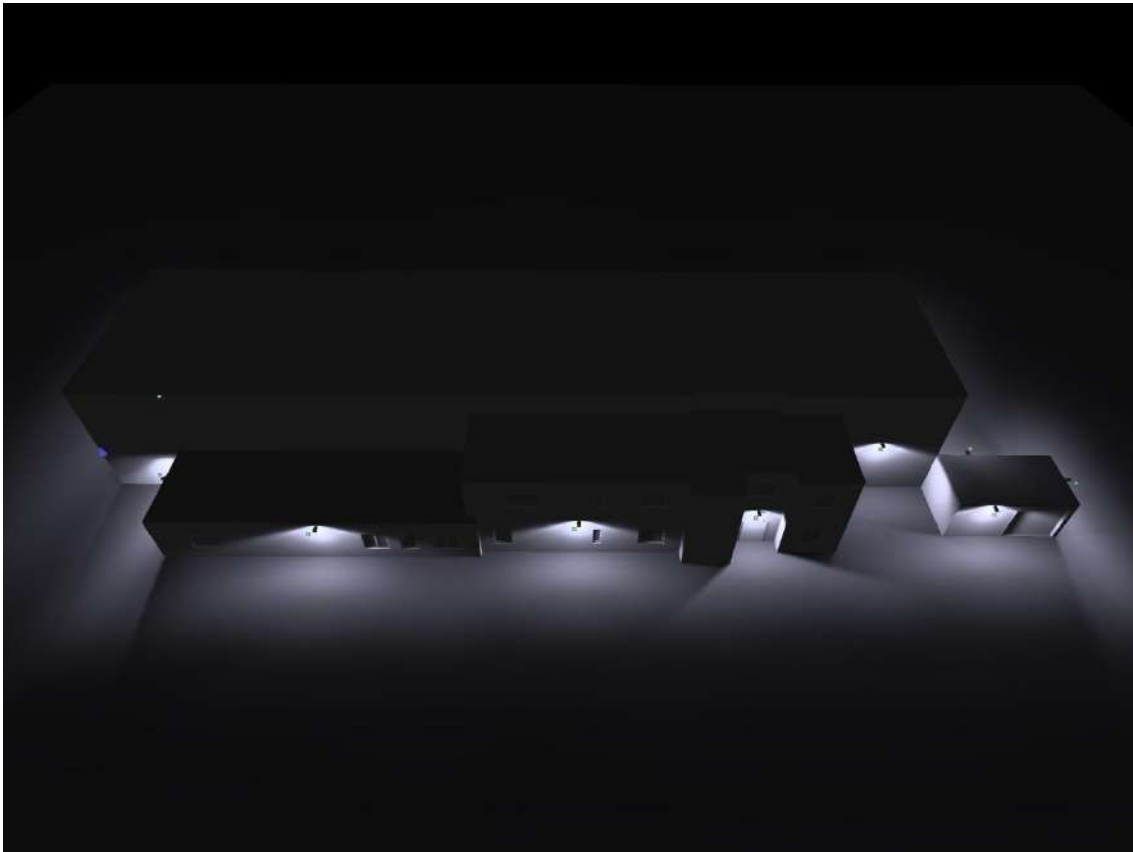


Imagen 12: Detalle exterior sector Oeste de la fábrica

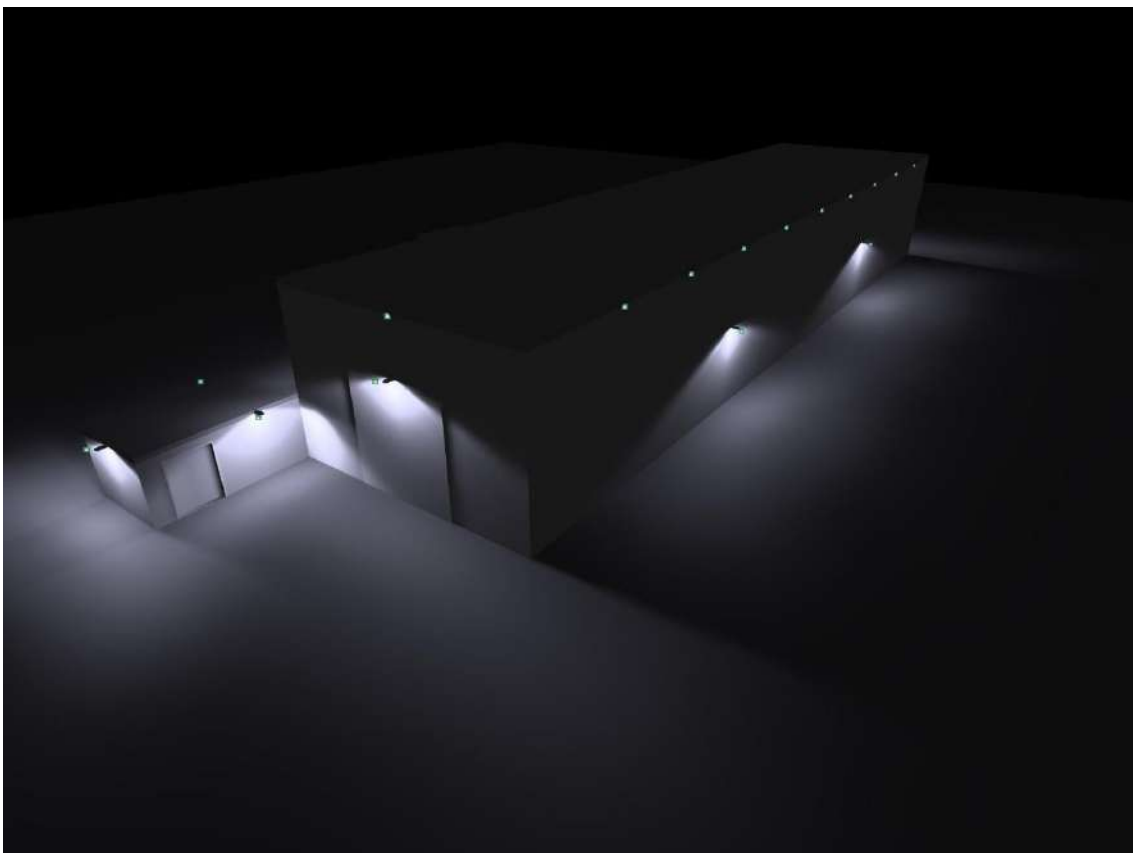


Imagen 13: Detalle exterior sector Sureste de la fábrica

En las cuatro imágenes anteriores se puede ver cómo quedará iluminado el sector exterior de la fábrica. La iluminación es correcta en todo el perímetro y la misma facilitará el movimiento de operarios en situaciones de ausencia de luz natural.

A continuación, se presentan imágenes en las que se puede apreciar la iluminación interior en la planta baja y planta alta del sector oficinas y el sector que aglomera el taller, el depósito y la sala de máquinas.

Al observar las imágenes podemos notar que el depósito ubicado a la izquierda en la imagen 14 (con más detalle en imagen 16) presentará una iluminación más tenue, adecuada a lo citado en la Reglamentación de la Ley N° 19.587, siguiendo por el resto de los ambientes se puede observar que el taller y sala de máquinas contarán con mejor iluminación debido a la necesidad de realizar tareas de reparación y afines.

El resto de los ambientes pertenecientes a la planta baja y alta del sector oficinas contarán con una correcta iluminación y esto se puede observar en las imágenes 15 y 17. Las curvas lumínicas y valores de iluminación por ambiente se encuentran en la memoria de cálculo de la parte de iluminación.

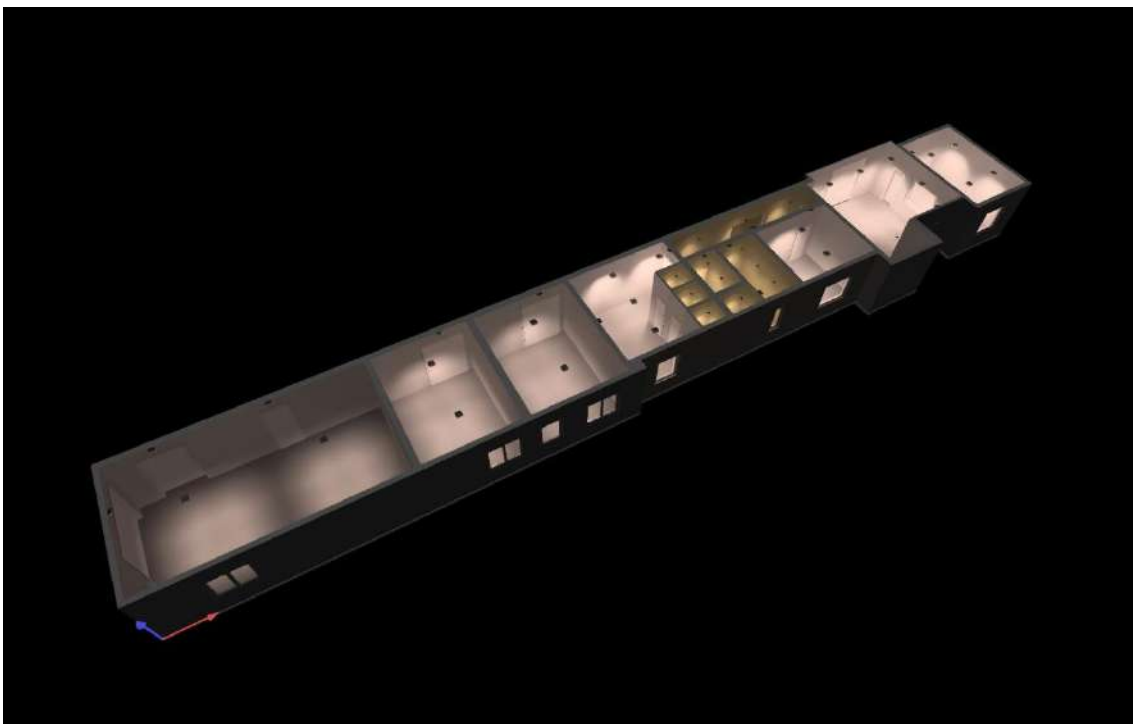


Imagen 14: Iluminación planta baja

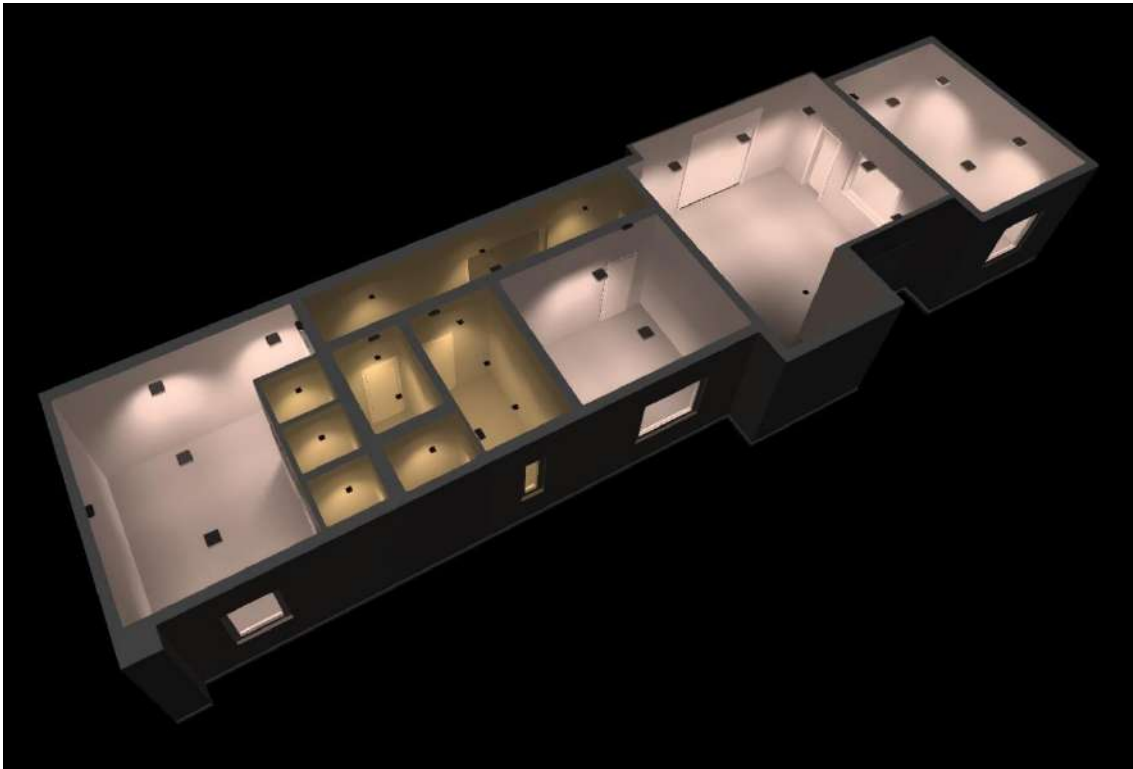


Imagen 15: Detalle planta baja oficinas



Imagen 16: Detalle taller, sala de máquinas y depósito

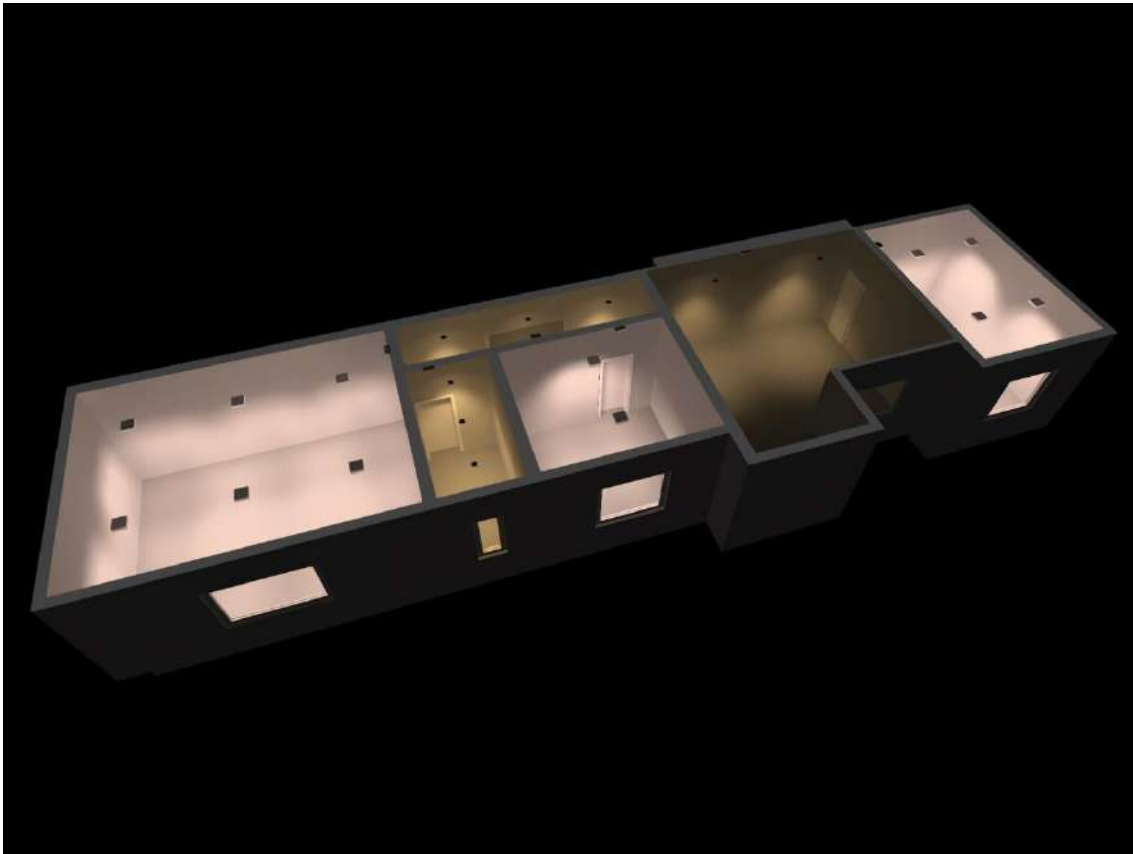


Imagen 17: Iluminación planta alta

MEMORIA DE CÁLCULO

Para realizar los cálculos se utilizó el software DIALux, en el cual se ingresarán los datos correspondientes de área del sector (m^2), plano de trabajo (m), tipo de tarea que se realiza en ese lugar y altura del sector en metros.

Se procederá a analizar el caso de la oficina correspondiente al jefe de fábrica, de la cual conocemos las siguientes especificaciones:

- Área: $13,8 m^2$;
- Plano de trabajo: 0,8 m;
- Tipo de tarea: Oficina: Escribir, lectura, tratamiento de textos, etc.
- Altura: 2,9 m.

Con los datos ingresados anteriormente, nos quedará una pantalla como la que se muestra a continuación:

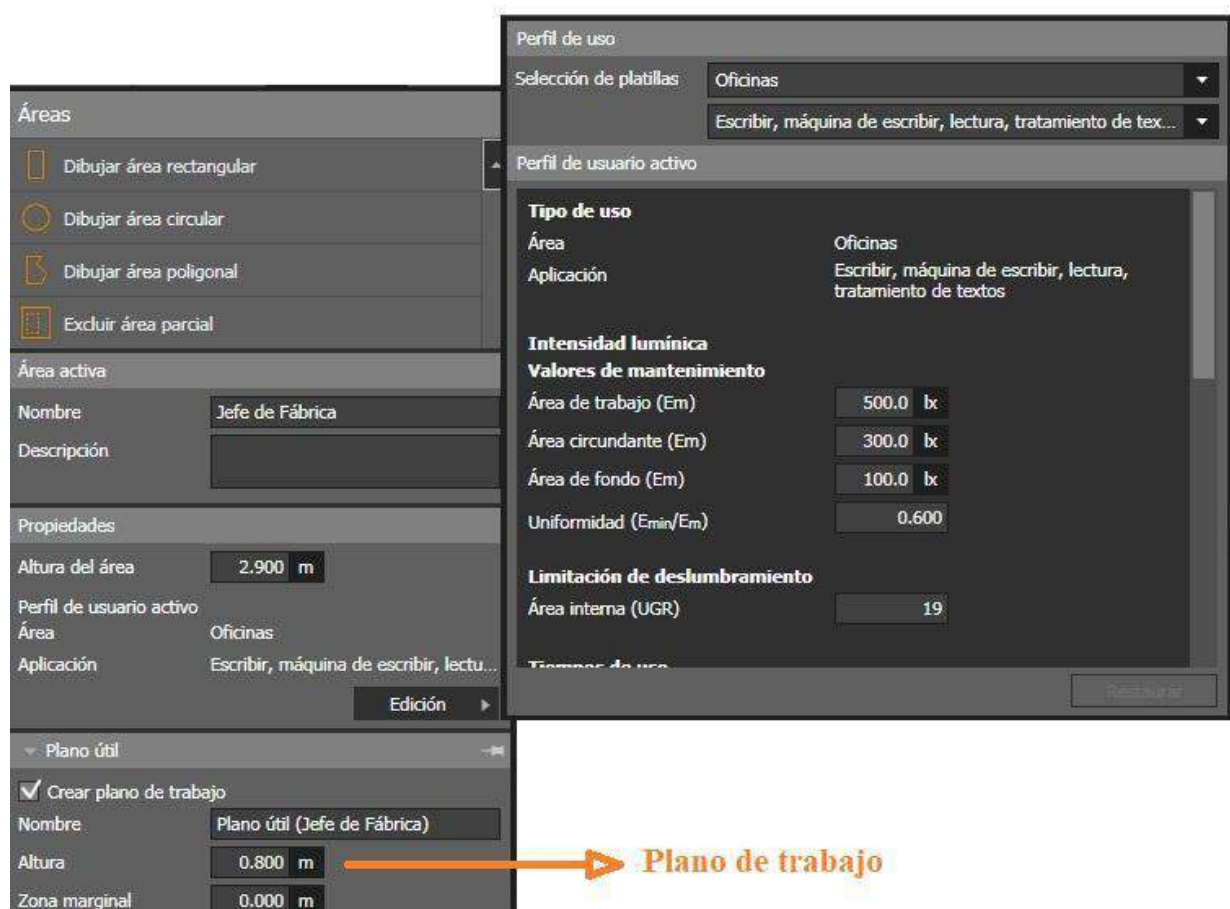


Imagen 18: Datos por ambiente en DIALux

Una vez ingresados los mismos, nos arroja que el flujo lumínico mínimo correspondiente a ese ambiente deberá ser de 500 lux. Luego, se procedió a ubicar con DIALux las luminarias dentro del sector de tal manera que el balance lumínico sea superior a los 500 lux requeridos.

Para poder cumplir con las exigencias se colocarán 4 luminarias Spectral Mirefa ADQ 3x3, las cuales tienen un flujo lumínico de 3001 lm, una potencia de 25 W y una temperatura de color de 4000K.

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, el color de las mismas se ubicaría entre cálido y neutro.

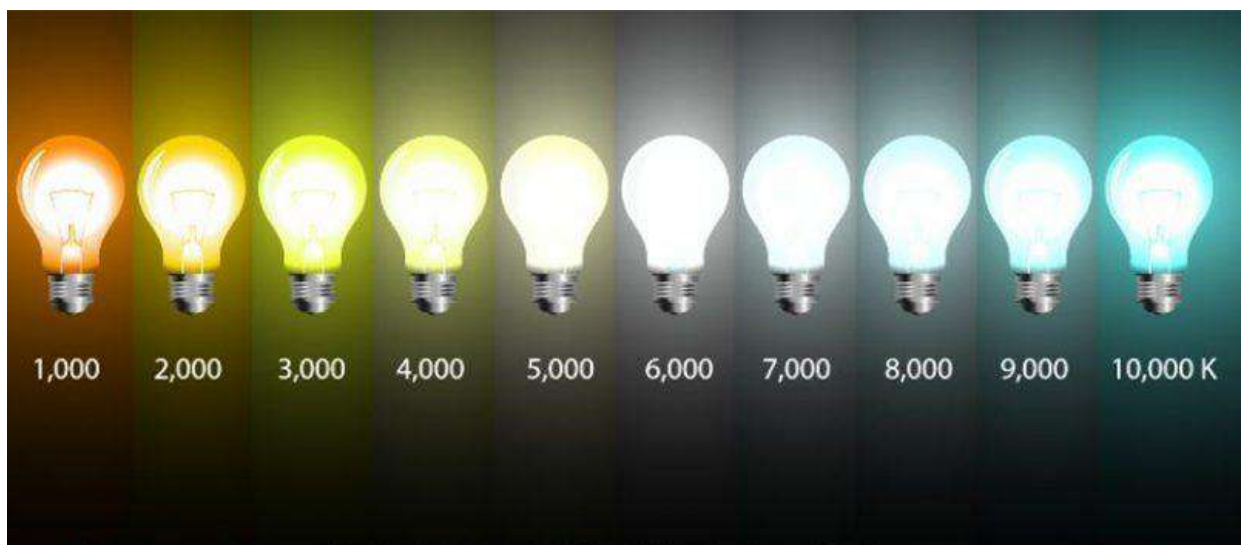


Imagen 19: Escala de temperatura de color (Kelvin)

Con todo lo calculado anteriormente se obtiene un esquema en el cual se muestran las curvas de iluminación correspondientes al ambiente analizado y como conclusión se puede observar curvas mediando entre 500 y 600 lx, arrojando valores de 800 lx en zonas localizadas, cumpliendo así con lo especificado para el tipo de tarea realizada en el lugar.

Estos resultados se pueden observar en la siguiente imagen:

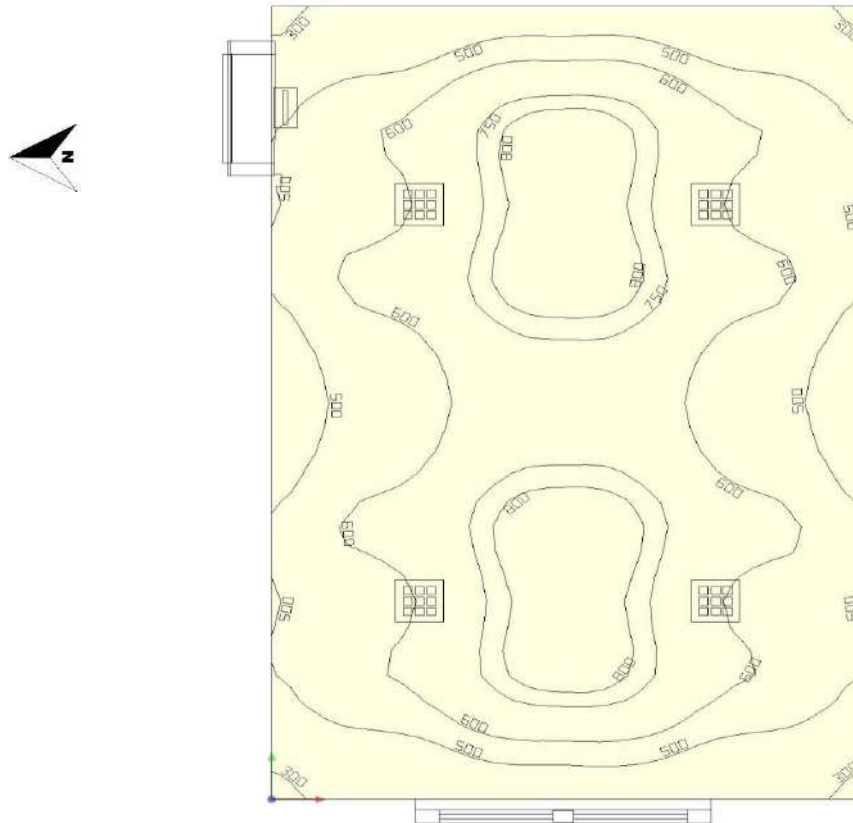


Imagen 20: Resultados lumínicos oficina jefe de fábrica

Siguiendo con los demás espacios, se utilizaron las opciones de iluminación por ambiente que son propias del software DIALux y se cotejó con los valores proporcionados por la Ley 19.587 y se llegó a lo siguiente:

Ambiente	LUX	Referencia DIALux
Nave Principal I (PB)	300	Cemento, productos de cemento, hormigón, ladrillo: Trabajo general con máquina.
Taller I (PB)	300	Construcción y reparación de vehículos: Servicio general, reparación e inspección de vehículos.
Depósito I (PB)	100	Salas de aprovisionamiento y almacenaje.
Sala de caldera (PB)	100	Salas de aprovisionamiento y almacenaje.
Administración informes (PB)	500	Oficinas : Escribir, máquina de escribir, lectura, tratamiento de textos.

Acceso (PB)	100	Zona de tránsito dentro de edificios: Escaleras, escaleras mecánicas, cintas transportadoras
Cocina (PB)	200	Sala de descanso, sanitarias y de primeros auxilios: Cantinas, cocinas para preparar té/café
Pasillo (PB)	100	Zona de tránsito dentro de edificios: Escaleras, escaleras mecánicas, cintas transportadoras
Baño hombres (PB)	200	Sala de descanso, sanitarias y de primeros auxilios: Guardarropías, lavabos, baños, retretes
Baño mujeres (PB)	200	Sala de descanso, sanitarias y de primeros auxilios: Guardarropías, lavabos, baños, retretes
Cambiadores/ Duchas (PB)	200	Sala de descanso, sanitarias y de primeros auxilios: Guardarropías, lavabos, baños, retretes
Escaleras	100	Zona de tránsito dentro de edificios: Escaleras, escaleras mecánicas, cintas transportadoras
Oficina Jefe de fábrica (PA)	500	Oficinas : Escribir, máquina de escribir, lectura, tratamiento de textos.
Oficina Administración (PA)	500	Oficinas : Escribir, máquina de escribir, lectura, tratamiento de textos.
Baño (PA)	200	Sala de descanso, sanitarias y de primeros auxilios: Guardarropías, lavabos, baños, retretes
Pasillo (PA)	100	Zona de tránsito dentro de edificios: Escaleras, escaleras mecánicas, cintas transportadoras
Sala de reuniones (PA)	500	Oficinas: Sala de reuniones y conferencias.

Tabla 7: Valores iluminación por ambiente software DIALux

A continuación, se mostrarán todos los ambientes presentes en la fábrica y sus correspondientes niveles de iluminación, dejando claro que en cada uno de ellos se utilizó el software DIALux, y se ingresaron los datos de igual manera que el ejemplo citado.

Una vez realizado esto, se pudieron obtener los siguientes esquemas:

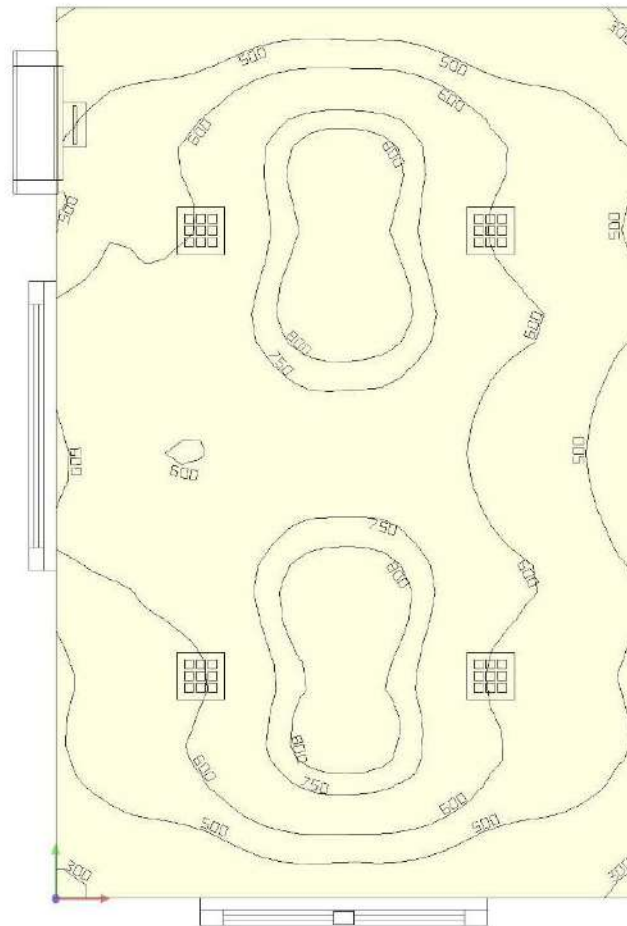


Imagen 21: Resultados lumínicos administración/informes

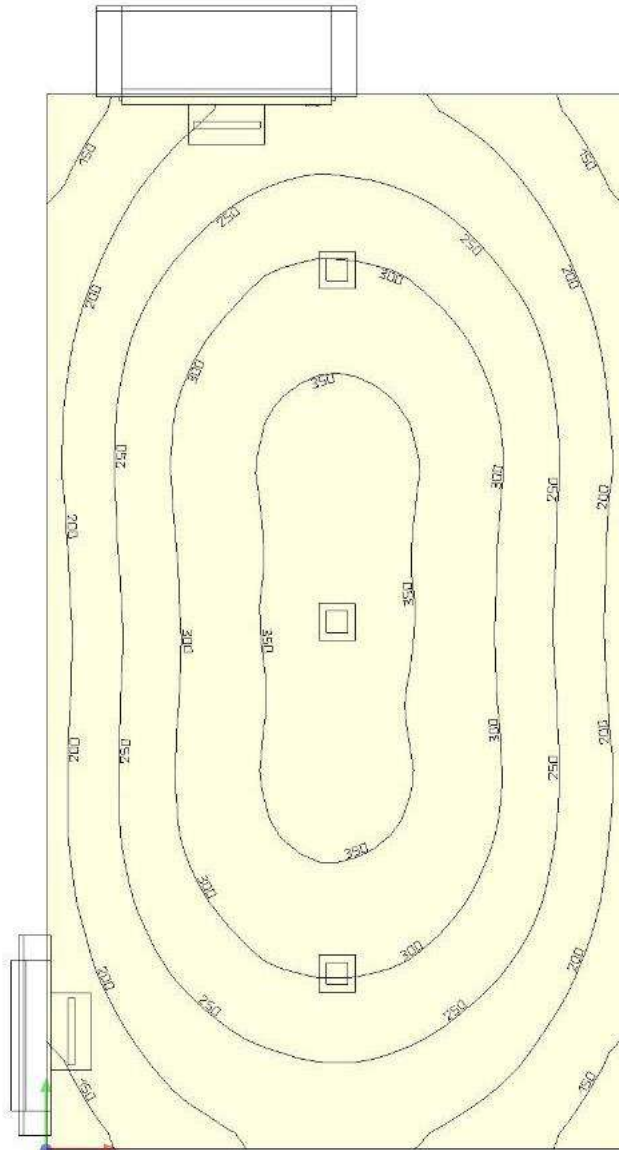


Imagen 22: Resultados lumínicos baño hombres

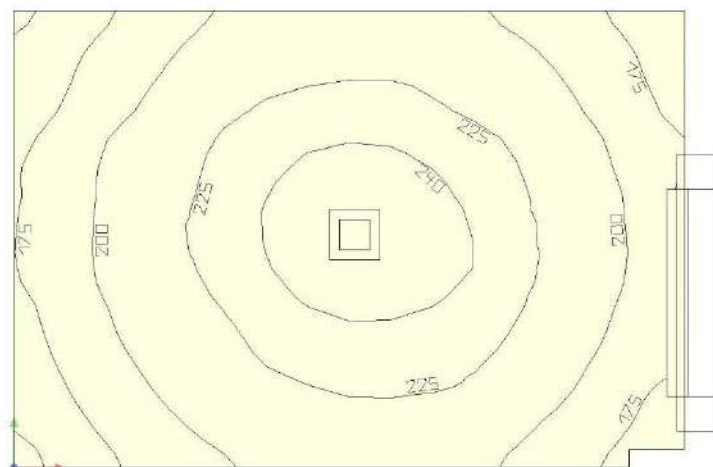


Imagen 23: Resultados lumínicos baño hombres individual

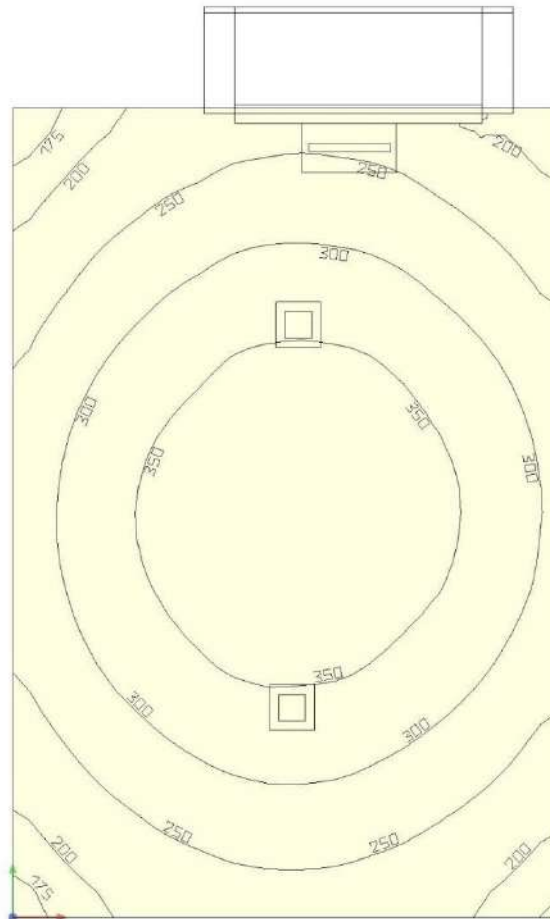


Imagen 24: Resultados lumínicos baño mujeres

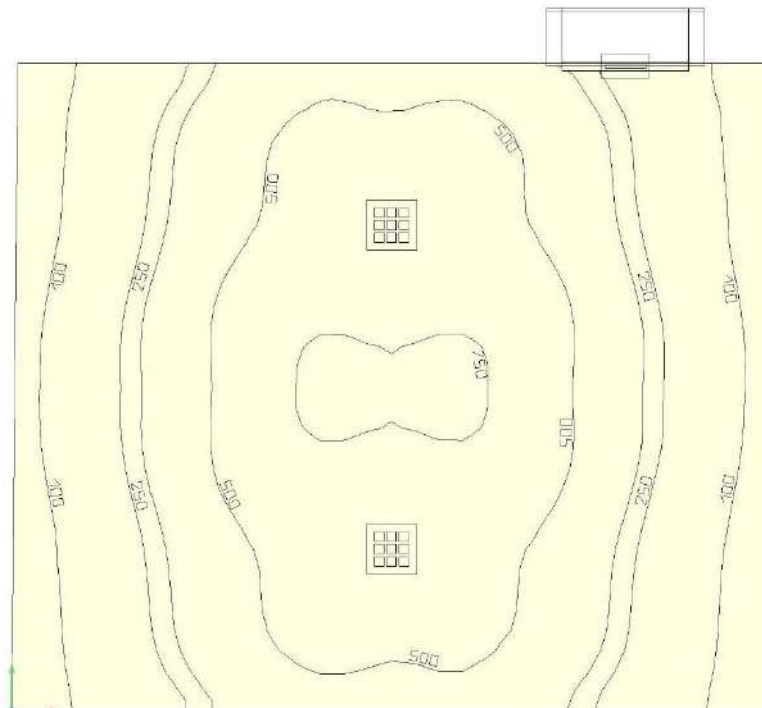


Imagen 25: Resultados lumínicos cocina

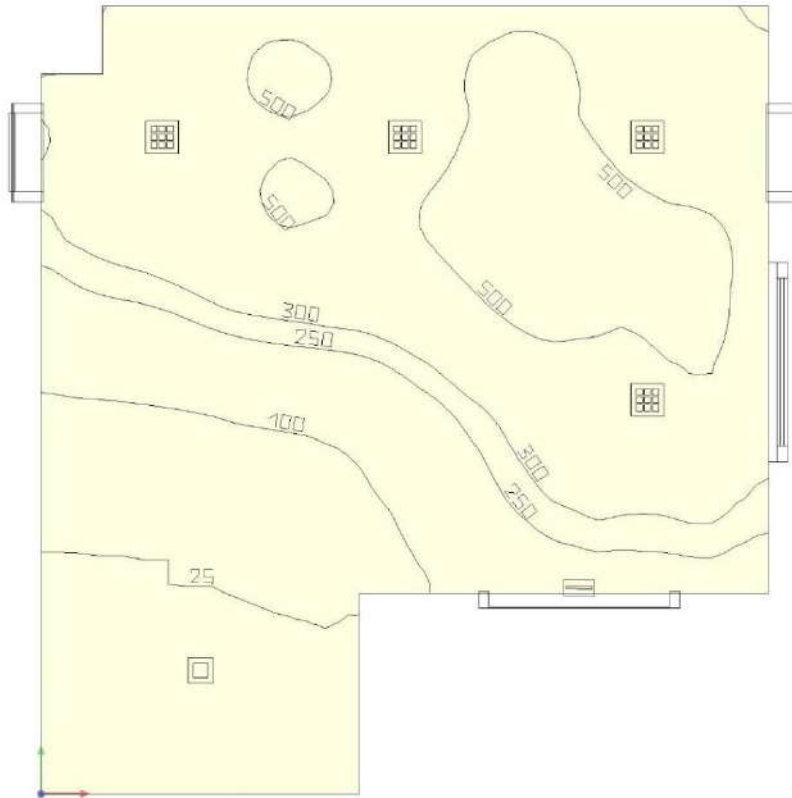


Imagen 26: Resultados lumínicos acceso PB

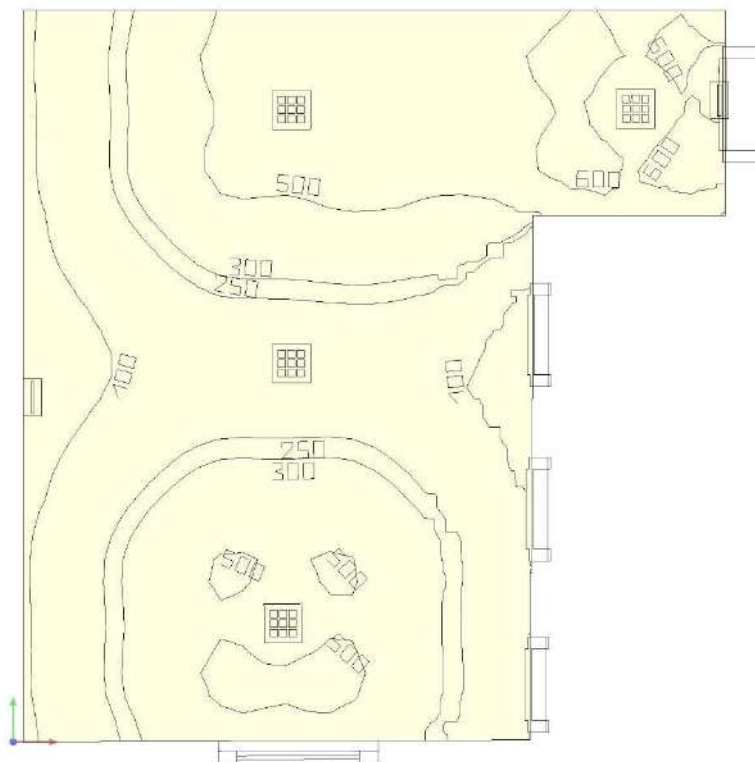


Imagen 27: Resultados lumínicos cambiadores

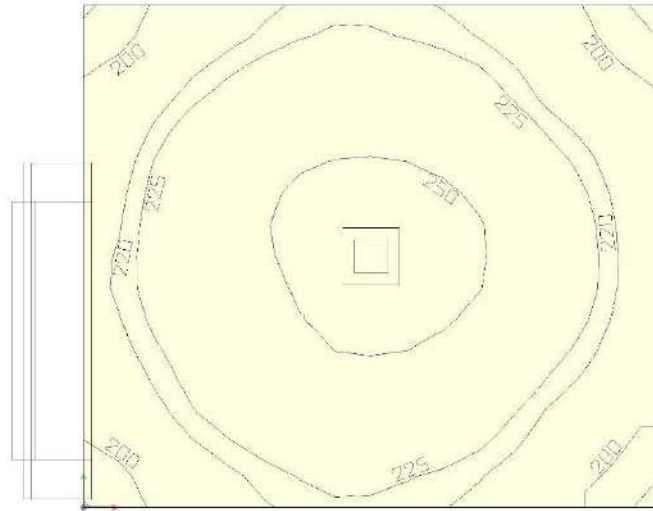


Imagen 28: Resultados lumínicos duchas

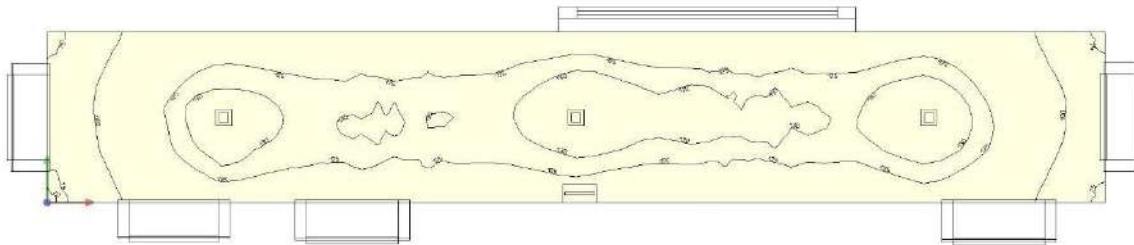


Imagen 29: Resultados lumínicos pasillo PB

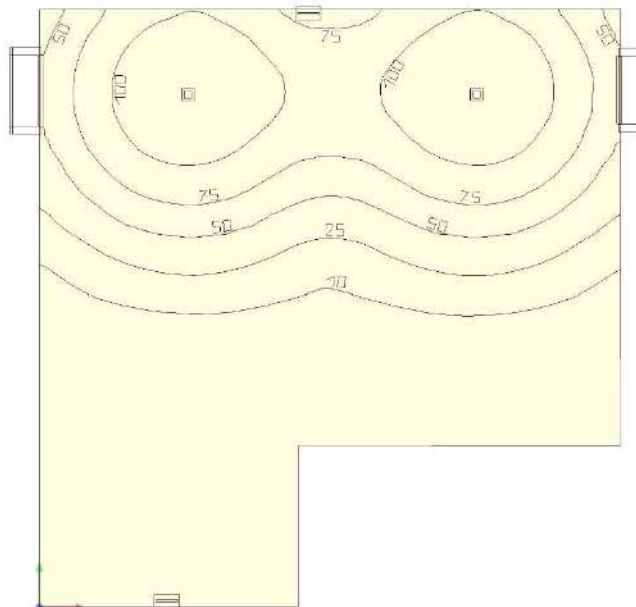


Imagen 30: Resultados lumínicos acceso PA

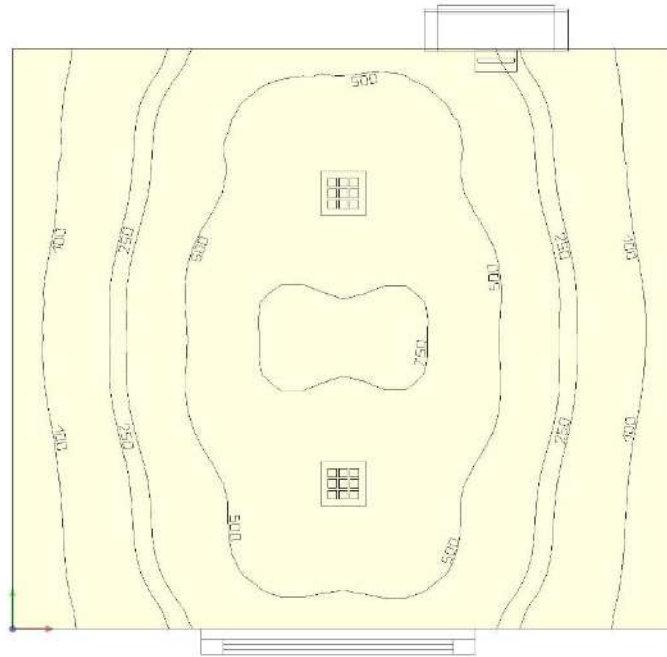


Imagen 31: Resultados lumínicos oficina administración

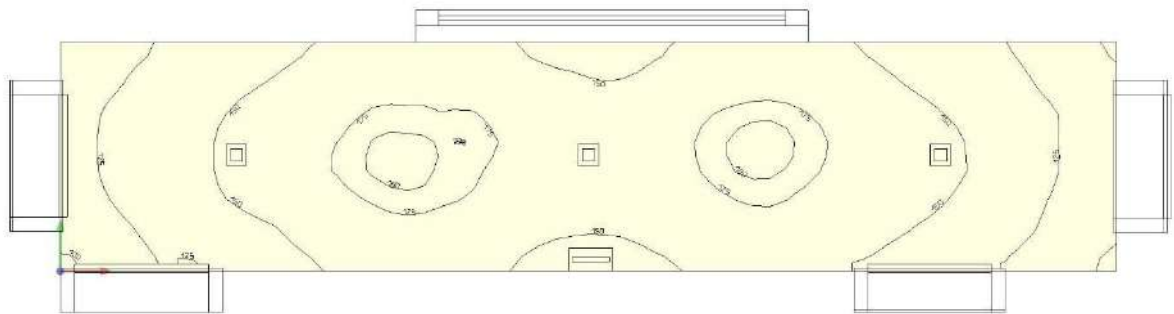


Imagen 32: Resultados lumínicos pasillo PA

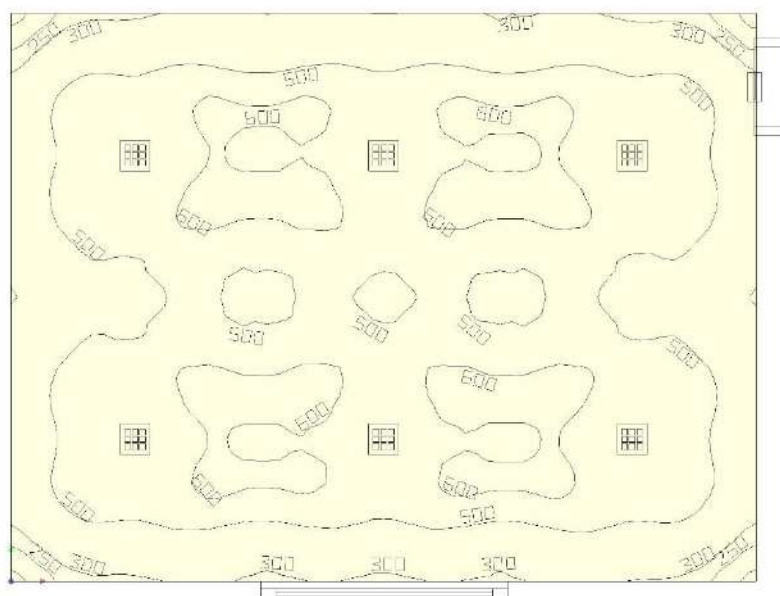


Imagen 33: Resultados lumínicos sala de reuniones

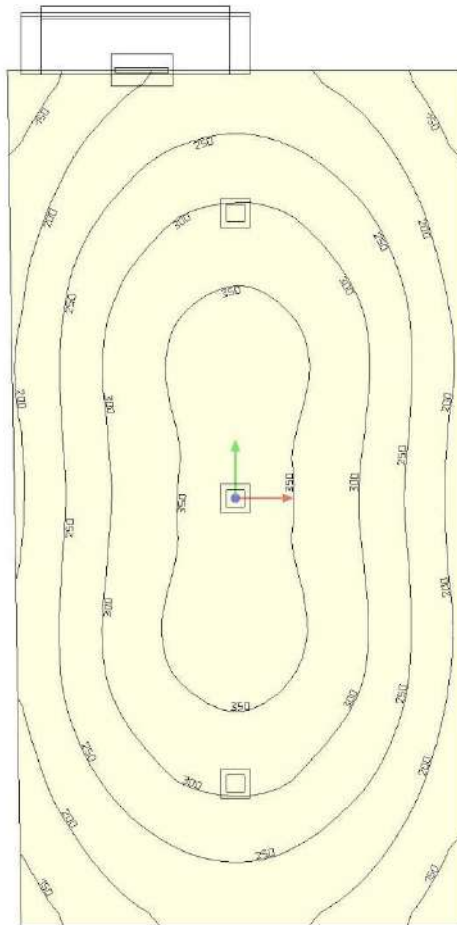


Imagen 34: Resultados lumínicos baño PA

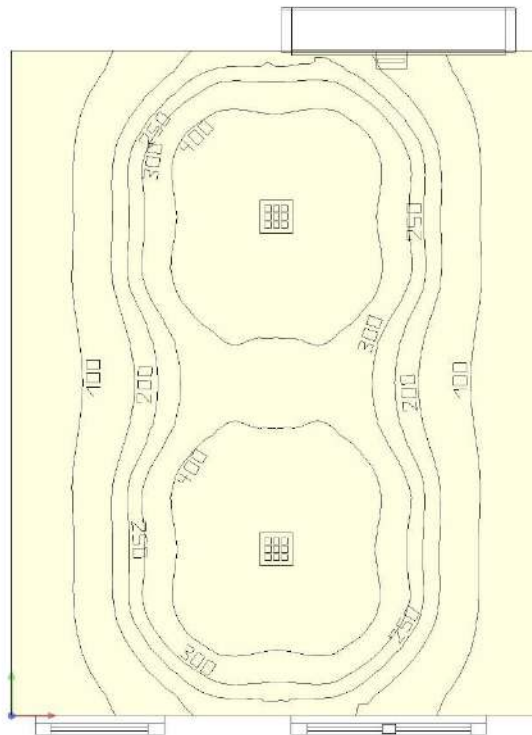


Imagen 35: Resultados lumínicos taller

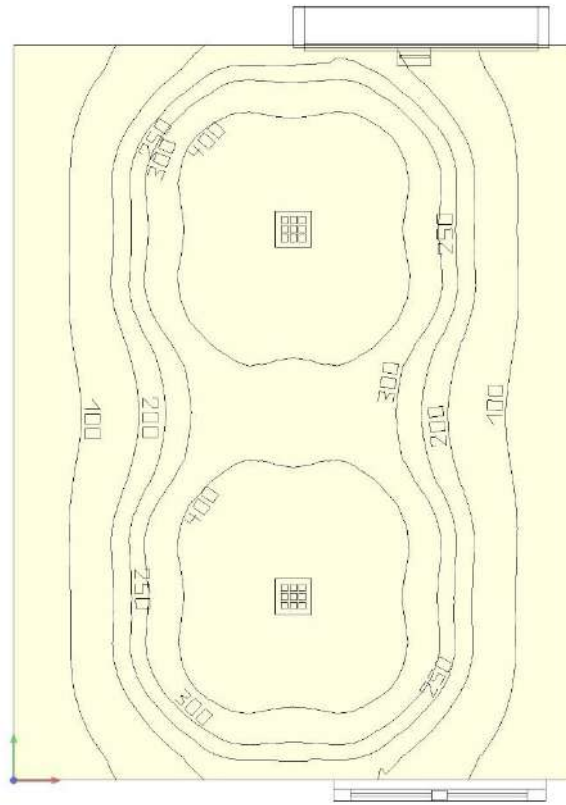


Imagen 36: Resultados lumínicos sala de máquinas

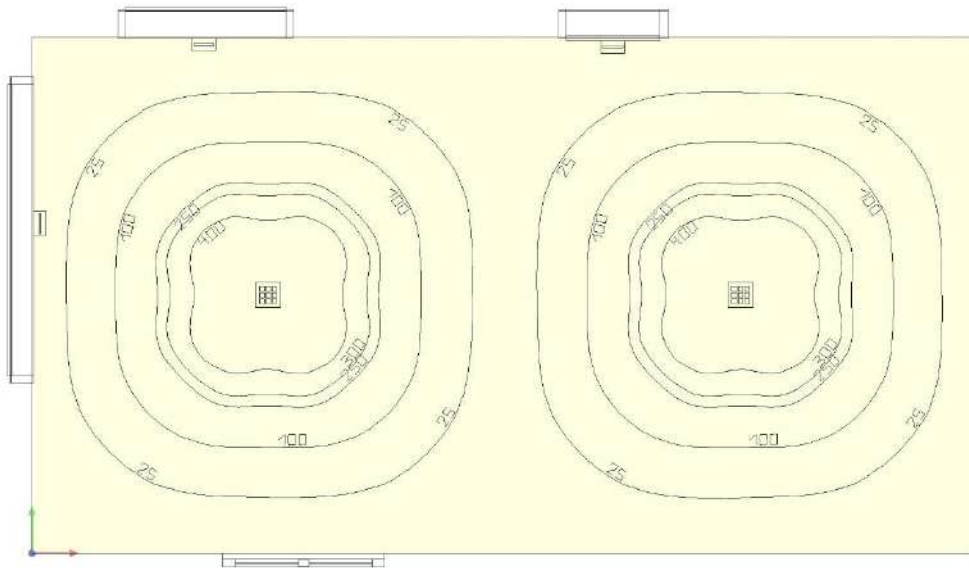


Imagen 37: Resultados lumínicos depósito

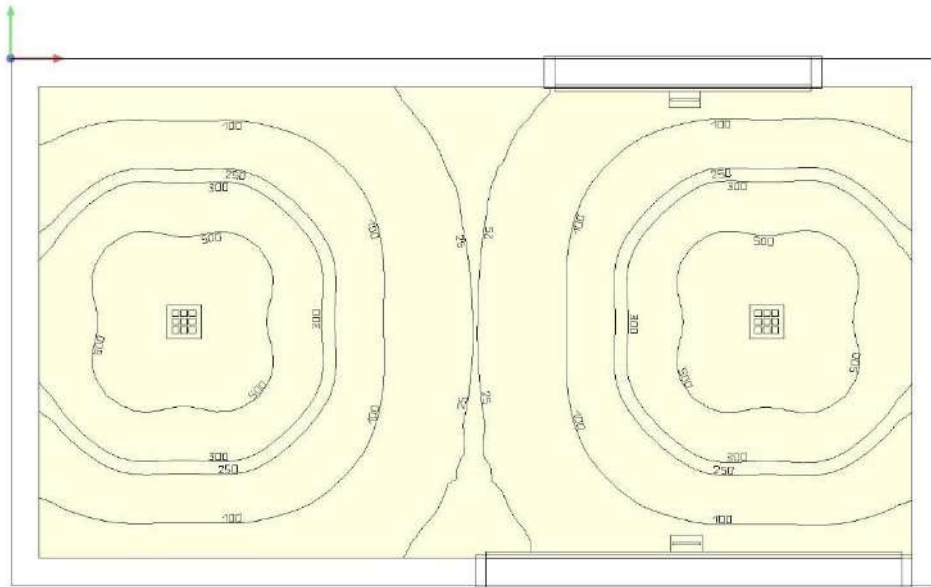


Imagen 38: Resultados lumínicos sala de calderas

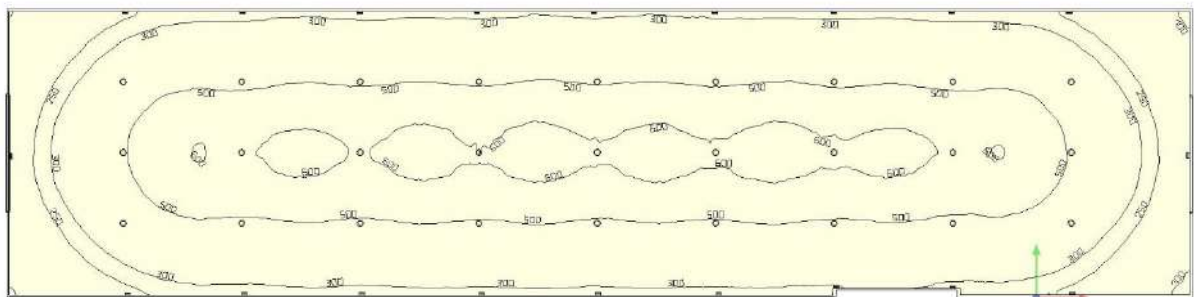


Imagen 39: Resultados lumínicos nave principal

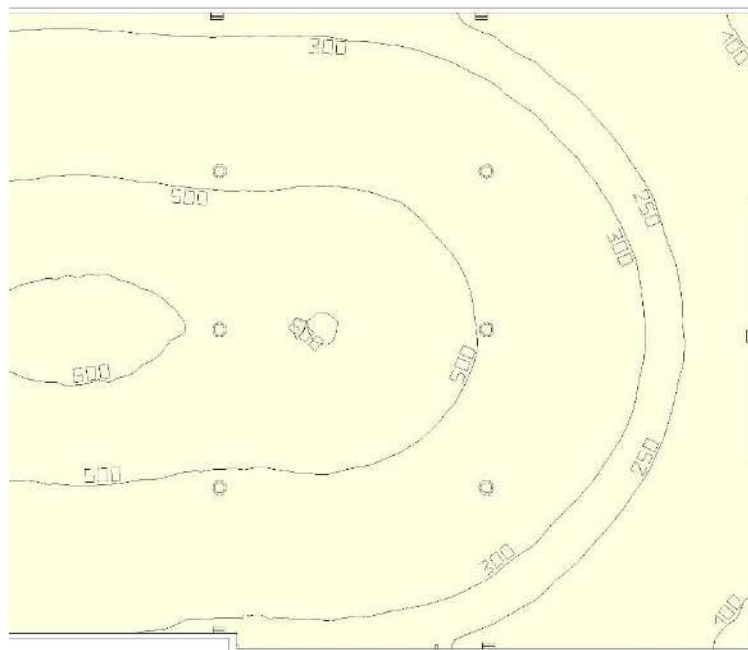


Imagen 40: Detalle resultados lumínicos nave principal

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente parte del proyecto contempla el diseño, cálculo, distribución de líneas, ubicación de tableros y puntos de utilización correspondientes a la instalación de energía eléctrica de la fábrica de columnas de hormigón.

El mismo ha sido desarrollado acorde a las pautas establecidas por:

- Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. Parte 7: Reglas particulares para las instalaciones en lugares y locales especiales. Sección 771: viviendas, oficinas y locales (unitarios). Edición marzo 2006, de la Asociación Electrotécnica Argentina y Normas IRAM e IEC contempladas en ellas.
- Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 y Decreto Reglamentario N° 351/79.

Como paso siguiente se procedió a calcular los ambientes presentes en la fábrica y sus respectivas superficies, arrojando los siguientes datos:

- Superficie cubierta: 892,75 m².
- Superficie semicubierta: 225 m².
- Superficie total para determinar el GE: 1005, 25 m².

Las mismas estarán divididas en dos partes, de acuerdo a la selección de grados de electrificación:

La primera parte va a contemplar el sector de oficinas, el cual está constituido por dos plantas que contabilizan un total de 182,5 m², y en las cuales se utilizará el grado de electrificación para oficinas y locales comerciales proyectados para tal fin.

En el segundo caso tomaremos el grado de electrificación correspondiente a inmuebles destinados a depósitos, transformación o elaboración de sustancias no inflamables, y en este caso tomaremos el sector de nave principal, la sala de máquinas, el taller, la sala de caldera, el depósito y la región semicubierta donde se realiza la descarga de áridos.

Se prevé, sobre la calle San Martín, la instalación de un Tablero Principal (T.P.) ubicado en la parte posterior del pilar de acometida donde se alojará, en un gabinete de aislamiento Clase II y grado de protección igual o superior a IP54. Desde el mismo se realizará una instalación subterránea a una profundidad no menor de 70 cm, sobre una cama de arena

para mejorar la disipación del calor. También se colocará una protección mecánica por encima del mismo, y sobre esta una banda con la leyenda “PELIGRO”, la cual advierte sobre el riesgo eléctrico.

El cable directamente enterrado será bajo normas IRAM 2178 XLPE de aluminio, el cual luego llegará al Tablero Seccional General (T.S.G.) ubicado en la nave principal, justo detrás de los cambiadores/ducha. Desde este tablero se alimentarán 5 tableros seccionales a través de bandejas portacables de fondo perforado vinculadas a los tirantes y a las cabreadas de la estructura mediante soportes y/o hamacas.

El tablero seccional uno (TS1) se encontrará en la planta baja del sector oficinas, el cual alimentará a las dos plantas del sector. El tablero seccional dos (TS2) se ubicará en el taller, el cual será el encargado de alimentar el taller, la sala de máquinas, el depósito y parte de la iluminación exterior del establecimiento. Los tableros seccionales tres (TS3) y cuatro (TS4), se ubicarán en la nave principal, contigua a la entrada desde el sector oficinas hacia la nave principal y alimentarán las máquinas e iluminación presentes en el lugar. El tablero seccional 5 (TS5) se ubicará en la sala de calderas y alimentará la misma y el sector semicubierto de descarga de áridos.

Desde el TP partirá una línea trifásica que alimentará al TSG. Éste, a su vez, con otra línea trifásica, sus respectivas protecciones alimentarán a cada uno de los tableros seccionales (TS1, TS2, TS3, TS4 y TS5).

El cable de línea principal, el tablero seccional general y las bandejas de fondo perforado quedarán dimensionadas para incorporar los conductores que irán hasta un tablero denominado TSA, el cual será colocado al momento de realizar la ampliación de la fábrica.

En las oficinas los conductores se llevarán por canalizaciones empotradas en la pared por una cuestión de estética y prolijidad, en el sector de trabajo se llevarán en bandejas e instalaciones aéreas, de más fácil acceso en caso de ocurrir algún contratiempo. Desde cada tablero seccional se distribuirán los circuitos terminales que vincularán los bornes de salida de los dispositivos de maniobra y protección con los puntos de utilización.

El sistema de Puesta a Tierra de Protección se realizará acorde a Norma IRAM 2281-1.

El electrodo dispensor o de puesta a tierra será del tipo jabalina de alma de acero con recubrimiento de cobre electrolítico, ubicado próximo al Tablero Seccional General. El valor máximo de resistencia de puesta a tierra de dispersión será menor de 40 ohm.

Se construirá una cámara de inspección en la que se conectarán el electrodo de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra (IRAM 2178-PVC) que mediante canalización directamente llegará al Tablero Seccional General (T.S.G.). De la misma manera, desde este tablero y mediante conductores de cobre aislado (IRAM 2178) se conectará cada barra de puesta a tierra de los respectivos tableros seccionales. Desde cada tablero seccional se conectarán los conductores de puesta a tierra de protección de cada circuito terminal para finalmente llegar a las masas correspondientes. Los conductores de protección que se encuentren alojados en caños de acero semipesado serán de color verde-amarillo (IRAM 2178).

En todos los casos como reglas de la instalación se respetarán las especificadas en el Reglamento.

Los tableros seccionales que se desprenden del tablero seccional general (TSG) estarán compuestos por los circuitos siguientes:

- Tablero seccional 1 (TS1): este tablero alimentará todo el sector oficinas y tendrá los siguientes circuitos:

CIRCUITO	DENOMINACIÓN
IUG 1	Circuito de iluminación de ingreso PB, administración/informes
IUG 2	Circuito de iluminación de cocina, baño damas y baño caballeros
IUG 3	Circuito de iluminación de pasillo PB y cambiadores/duchas
IUG 4	Circuito de iluminación de emergencia de planta baja
IUG 5	Circuito de iluminación de oficina de jefe, ingreso PA, oficina administración y baño PA
IUG 6	Circuito de iluminación de pasillo PA y sala de conferencias
IUG 7	Circuito de iluminación de emergencia de PA

TUG 1	Circuito de tomacorrientes de administración/informes, ingreso PB y cocina
TUG 2	Circuito de tomacorrientes de pasillo PB, cambiadores/duchas, baño damas y baño caballeros
TUG 3	Circuito de tomacorrientes de ingreso PA, oficina jefe de fábrica, oficina administración y baño PA
TUG 4	Circuito de tomacorrientes de pasillo PA y cambiadores/duchas
TUE 1	Circuito de tomacorrientes de uso especial de PB
TUE 2	Circuito de tomacorrientes de uso especial de PA
ACU 1	Circuito de carga única para aire acondicionado de administración/informes
ACU 2	Circuito de carga única para aire acondicionado de cocina
ACU 3	Circuito de carga única para aire acondicionado de oficina jefe de fábrica
ACU 4	Circuito de carga única para aire acondicionado de oficina de administración
ACU 5	Circuito de carga única para aire acondicionado de sala de conferencias

Tabla 8: Circuitos TS1

- Tablero seccional 2 (TS2): en este caso el tablero alimentará todo el sector de taller, sala de máquinas y depósito, y además será el encargado de albergar los circuitos IUE para la iluminación exterior de la fábrica y predio. El mismo dispondrá de los siguientes circuitos:

CIRCUITO	DENOMINACIÓN
IUG 8	Circuito de iluminación de taller, sala de máquinas y depósito
IUG 9	Circuito de iluminación de emergencia de taller, sala de máquinas y depósito
TUG 5	Circuito de tomacorrientes de taller, sala de máquinas y depósito
TUE 3	Circuito de tomacorrientes de uso especial para taladro de banco, sensitiva de banco y dos tomacorrientes más a elección

TUE 4	Circuito de tomacorrientes de uso especial para compresor y amoladora de banco
IUE 1	Circuito de iluminación de uso especial para exterior, sector este
IUE 2	Circuito de iluminación de uso especial para exterior, sector oeste
ACU 8	Circuito de carga única para soldadora trifásica

Tabla 9: Circuitos TS2

- Tablero seccional 3 (TS3): el tablero alimentará todas las máquinas de la nave principal, estará ubicado en el mismo sector por detrás de la oficina de administración e informes y tendrá los siguientes circuitos:

CIRCUITO	DENOMINACIÓN
ACU 9	Circuito de carga única para hormigonera
ACU 10	Circuito de carga única para elevador de áridos
ACU 11	Circuito de carga única para cinta transportadora
OCE 1	Circuito de carga específica para puente grúa
OCE 2	Circuito de carga específica para rompebolsas
OCE 3	Circuito de carga específica para dosificadora de elementos
OCE 4	Circuito de carga específica para baldes contenedores
OCE 5	Circuito de carga específica para motores vibradores de molde N°1
OCE 6	Circuito de carga específica para motores vibradores de molde N°2
OCE 7	Circuito de carga específica para motores vibradores de molde N°3
OCE 8	Circuito de carga específica para motores vibradores de molde N°4

Tabla 10: Circuitos TS3

- Tablero seccional 4 (TS4): este tablero estará ubicado en la misma nave principal próximo al tablero TS3 y alimentará todos los circuitos monofásicos allí presentes, tales como IUG, TUG y TUE, y, el mismo dispondrá de los siguientes circuitos:

CIRCUITO	DENOMINACIÓN
IUG 12	Circuito de iluminación de nave principal, sector sur
IUG 13	Circuito de iluminación de nave principal, sector centro
IUG 14	Circuito de iluminación de nave principal, sector norte
IUG 15	Circuito de iluminación de emergencia nave principal sector oeste
IUG 16	Circuito de iluminación de emergencia nave principal sector este
TUG 6	Circuito de tomacorrientes nave principal sector oeste
TUG 7	Circuito de tomacorrientes nave principal sector este
TUE 5	Circuito de tomacorrientes especial nave principal

Tabla 11: Circuitos TS4

- Tablero seccional 5 (TS5): para finalizar este tablero alimentará todos los circuitos correspondientes a la sala de caldera y al espacio semicubierto de descarga de áridos, y se conformará con los siguientes circuitos:

CIRCUITO	DENOMINACIÓN
IUG 10	Circuito de iluminación de la sala de calderas
IUG 11	Circuito de iluminación de emergencia de la sala de calderas
IUG 17	Circuito de iluminación del sector semicubierto
IUG 18	Circuito de iluminación de emergencia del sector semicubierto
TUG 8	Circuito de tomacorrientes de la sala de calderas
TUG 9	Circuito de tomacorrientes del sector semicubierto
ACU 6	Circuito de carga única para bomba de agua de caldera
ACU 7	Circuito de carga única para bomba de agua de extracción para abastecimiento a toda la fábrica

Tabla 12: Circuitos TS5

MEMORIA TÉCNICA

Transformador

El transformador que se utilizará en la fábrica es un Tadeo Czerweny con tanque de expansión y una relación de transformación de $13,2 \text{ kV} \pm 2 \times 2,5\% / 0,4 \text{ kV}$ de 160 kVA.



Imagen 41: Imagen ilustrativa del transformador

Tensión de alimentación

La alimentación de la fábrica será a través de un cable subterráneo de aluminio IRAM 2178 XLPE de aluminio de 3x120/70, el cual transportará la energía desde el transformador hasta el medidor ubicado en proximidades del tablero principal (TP).

Temperatura ambiente para el cálculo de conductores

Para poder realizar los cálculos eléctricos se utilizarán las siguientes temperaturas dependiendo de la ubicación de los conductores, teniendo en cuenta sus respectivos coeficientes:

- Para cables aéreos: 40°C → Coeficiente de valor 1.
- Para cables subterráneos: 25°C → Coeficiente de valor 1.

Conductores

Para seleccionar la sección de los conductores, se procederá a utilizar la siguiente tabla del reglamento de la AEA, la cual especifica los diámetros mínimos de conductores para cada tipo de circuito presente en la instalación:

Tabla 771.13.I - Secciones mínimas de conductores

Líneas principales	4,00 mm ²
Circuitos seccionales	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales (con conexión fija o a través de tomacorrientes)	1,50 mm ²
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales que incluyen tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para usos especiales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (excepto MBTF)	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (alimentación a MBTF)	1,50 mm ²
Alimentaciones a interruptores de efecto	1,50 mm ²
Retornos de los interruptores de efecto	1,50 mm ²
Conductor de protección	2,50 mm ²

Imagen 42: Secciones mínimas de conductores

Luces de emergencia

Para este apartado se contemplará el caso de que el suministro de energía se corte de manera imprevista, para lo cual se marcarán caminos de salida hacia el exterior colocando luces de emergencia en cada salida y carteles indicadores para poder evacuar el lugar de manera rápida.

Se utilizarán circuitos IUG independientes para estos sistemas de iluminación.

A continuación, se muestra la luminaria utilizada:



Imagen 43: Luces de emergencia



Imagen 44: Cartel indicador de salida

Puesta a tierra

El esquema de conexión será de la forma TT, para el cual se tendrán en cuenta algunas consideraciones:

- En ningún caso la sección del conductor de puesta a tierra será menor que 4 mm².
- Este conductor deberá tenderse en forma independiente (aun cuando comparta la misma canalización) al conductor de protección, y deberá acometer a la barra o borne de puesta a tierra presente en el tablero principal.
- En ningún caso la sección del conductor de protección será menor que 2,5 mm².
- El conductor de protección no deberá interrumpirse en ningún punto de su recorrido, con excepción de los eventuales cambios de sección a realizarse en los tableros seccionales.

Se seleccionará una jabalina de alma de acero con recubrimiento de cobre electrolítico marca GENROD modelo L1430 de medidas ½” por 3000 mm de largo.



Imagen 45: Jabalina con recubrimiento electrolítico

Máquinas, herramientas y artefactos

Las máquinas, herramientas y artefactos que se encuentran en la fábrica y se utilizarán para realizar los cálculos son las siguientes:

Máquina	Ubicación	Potencia [VA]	Tipo de conexión
Aire acondicionado 4500 frigorías	Administración/Informes	1056	Monofásica
Aire acondicionado 4500 frigorías	Cocina	1056	Monofásica
Aire acondicionado 4500 frigorías	Oficina Jefe	1056	Monofásica
Aire acondicionado 4500 frigorías	Oficina administración	1056	Monofásica
Aire acondicionado 6000 frigorías	Sala de conferencias	2090	Monofásica
Bomba agua caldera Wilo	Sala de calderas	1940	Trifásica
Bomba agua Grundfos NK 40-250	Pozo de extracción	7980	Trifásica
Soldadora eléctrica inverter Class CSO300	Taller	10859	Trifásica
Hormigonera TECYPRO	Semicubierto	28894,07	Trifásica
Elevador de áridos Motor STM AT112A4	Semicubierto	5681,12	Trifásica
Cinta transportadora Motor Kaifa MS90L-4	Semicubierto	2390,23	Trifásica
Puente grúa Dos motores Kaifa MS 90S-4 por riel + aparejo + carro	Nave principal	10530,23	Trifásica

Rompebolsas 2xMotor Kaifa MS 100L2-4	Semicubierto	8694	Trifásica
Dosificadora de elementos 3xMotor Kaifa MS 90L-4	Semicubierto	7170,69	Trifásica
2xBaldes contenedores De un motor cada uno	Nave principal	2355,59	Trifásica
4xMoldes para formado y vibrado de columnas de hormigón 4xMotor de 1,7 A	Nave principal	4711,18	Trifásica
Compresor a pistón 300 1 - 5,5 HP	Taller	2850	Trifásica
Sensitiva de banco Lusqtoff CM-14K	Taller	2000	Trifásica
Amoladora de banco Lusqtoff AB-375	Taller	375	Trifásica
Taladro de banco Salkor TBI2000	Taller	350	Trifásica
Motor persiana enrollable 70 kg Siccba M-SIC45S- 30/15 (x5)	Nave principal, depósito, sala de caldera	190	Monofásica

Tabla 13: Máquinas, herramientas y artefactos

Canalización de los conductores

En el caso de la distribución de conductores en la fábrica se utilizarán dos métodos, los cuales se mencionan a continuación.

- Mediante bandejas portacables de fondo perforado marca SAMET, que llevarán dentro de la nave principal los circuitos seccionales desde el TSG hacia los tableros seccionales.

Las bandejas portacables SAMET TRP-150 irán colocadas sobre soportes a orillas de la nave principal a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo. Cada tramo de 3 metros de bandeja será soportado cada 1,5 metros.

La disposición de los conductores a lo largo de las bandejas se realizará de manera de que cada circuito sea identificado con facilidad a través de una referencia y no se entrecrucen de manera que generen confusión.

Los conductores se sujetarán a la bandeja portacables mediante grampas para asegurar que los mismos se mantengan en su lugar a lo largo del recorrido.



Imagen 46: Instalación en bandejas de fondo perforado SAMET TRP-150

- El otro método a utilizar será a través de tubos marca Tubelectric constituidos en PVC rígido, material termoplástico aislante de la corriente eléctrica y autoextinguible, grado de protección IP 54; normas IEC 61386-1 y IEC 61386-21. Estos se emplearán dentro del sector oficinas, tanto en la planta baja como en la planta alta. También se colocarán en el sector de distribución del tablero seccional dos (TS2), el cual va colocado dentro del taller y el cual abastece el propio taller, la sala de máquinas y el depósito. A su vez recorrerán el perímetro exterior del edificio para llevar el tendido eléctrico y así poder iluminar el sector exterior.



Imagen 47: Imagen ilustrativa de tubos Tubelectric

Tableros y circuitos

Tablero principal

Su ubicación será en el pilar donde se aloja el medidor, en la cara interna, que da hacia la fábrica, en la línea municipal. Es al cual llegará un cable subterráneo desde el transformador propio de la empresa. Este, luego lo distribuirá hacia la fábrica a través de la línea principal y llegará al tablero seccional general (TSG). Llevará en la tapa un símbolo que indica “Riesgo eléctrico” y la identificación de tablero principal. En la parte de adentro de la tapa específica a que circuito pertenece cada elemento de maniobra allí alojado. En el tablero principal se almacenará el siguiente elemento de protección y maniobra:

Interruptor Termomagnético TP	
Marca	Schneider
Modelo	Compact NSX250
Corriente asignada [A]	250
Capacidad de ruptura [kA]	50
Curva	N
Cantidad de polos	4
Tensión [V]	380

Tabla 14: Tablero principal

Compact NSX100/160/250

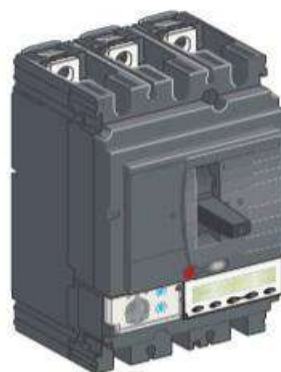


Imagen 48: Schneider Compact NSX250

Se utilizará un tablero de la marca ABB Gemini tamaño N°2 con puerta opaca modelo 1SL0202A00, el cual tiene un grado de protección contra agua de IP 66 y de resistencia al impacto de IK10. Puede soportar hasta 400 A y 750°C, además el material con el que está construido es termoplástico moldeado por inyección. Las medidas exteriores son 550 mm de alto, 460 mm de ancho y 260 mm de profundidad.



Imagen 49: Tablero ABB N°2 1SL0202A00

Línea principal

La línea principal que va desde el transformador hasta el medidor de la fábrica se realizará de forma subterránea con un cable de aluminio IRAM 2178 XLPE de 3x120/70 mm² de sección. La corriente admisible es 272 A y el recorrido es de 45 m.



Imagen 50: Cable trifásico IRAM 2178 XLPE Al

Tetrapolares (almas de color marrón y negro, rojo y azul)							
16	4,8	0,7	1,8	22	580	2,44	0,076
25/16	6,0/4,8	0,9/0,7	1,8	24	750	1,53	0,075
35/16	7,0/4,8	0,9/0,7	1,8	26	890	1,112	0,0732
50/25	8,2/6,0	1,0/0,9	1,8	30	1150	0,821	0,0726
70/35	-	1,1/0,9	2	30	1120	0,567	0,0707
95/50	-	1,1/1,0	2,1	34	1450	0,410	0,0685
120/70	-	1,2/1,1	2,2	37	1800	0,324	0,0689
150/70	-	1,4/1,1	2,3	41	2150	0,264	0,0693
185/95	-	1,6/1,1	2,5	46	2700	0,210	0,0696
240/120	-	1,7/1,2	2,7	51	3400	0,160	0,0689
300/150	-	1,8/1,4	2,9	57	4200	0,128	0,0685

Imagen 51: Selección de línea principal

Línea seccional

Para el circuito seccional se toman en cuenta algunas consideraciones:

- Conductor: El mismo será de aluminio bajo normas IRAM 2178, con aislación XLPE. Las medidas del cable de la línea seccional son de $3 \times 120/70 \text{ mm}^2$, el cual tiene una corriente admisible de 272A.

No se colocará PE debido que todos los elementos serán de clase II, por lo que la nomenclatura quedará de la forma IRAM 2178 XLPE Al $3 \times 120/70 \text{ mm}^2$.

- Acceso a los conductos: todos los conductos estarán enterrados y finalizarán en cámaras de inspección accesible. El acceso al conducto, a través de la cámara de inspección, estará ubicado antes de ingresar al edificio donde se alojará el TSG.

- Canalización: Los conductores irán alojados en zanjas construidas a tal fin. El fondo de la misma será firme, liso, libre de discontinuidades y sin piedras.

Los conductores se dispondrán sobre una capa de arena a una profundidad mínima de 0,70 m tomada desde la parte superior del cable respecto de la superficie del terreno. Se cubrirá luego con el mismo material hasta formar un espesor mínimo de 10 cm. A partir de allí se dispondrán ladrillos, losetas de cemento triangulares o media caña de cemento cubriendo toda la longitud del cable. Luego se rellenará la zanja hasta el nivel original del terreno con la tierra extraída previamente.

Al pie de cada tablero o punto de conexión se dejará enterrado un tramo de conductor dispuesto en forma de omega a manera de reserva. El radio de curvatura no será menor a 15 veces el diámetro exterior del cable.

Asimismo, se deberá colocar una malla de advertencia de color rojo con el texto “PELIGRO ELÉCTRICO” a 20 cm de la superficie y en todo el desarrollo longitudinal de la zanja.

Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones deberán estar colocados en caños de PVC pesado que se extiendan, como mínimo, 30 cm más allá del perímetro de la construcción. El conducto se coloca, con una pendiente mínima del 1% hacia las cámaras de inspección.

A continuación, una ilustración sobre cómo se debe realizar la instalación subterránea.

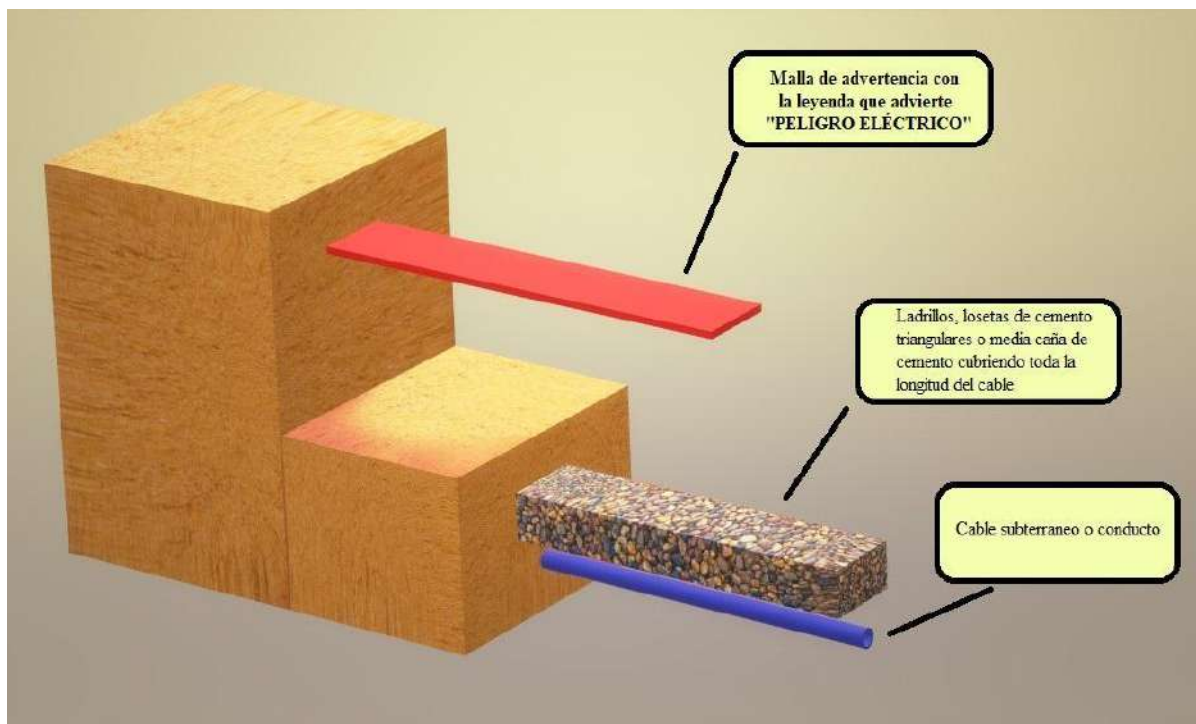


Imagen 52: Disposición de instalación subterránea

En este caso, el cable directamente enterrado pasará por debajo de la construcción a través de un tubo de PVC semipesado, teniendo en cuenta que el ancho de la misma es de 5m, se adoptará una longitud mínima de 5,5 m.

El tubo elegido para tal fin es de PVC rígido semipesado de Ø 5”.

Tablero seccional general

Su ubicación será en la nave principal, en la parte posterior al sector de cambiadores/duchas, cercano al taller. Es al cual llegará un cable subterráneo desde el tablero principal. Este luego distribuye la electricidad a cinco tableros seccionales (TS1, TS2, TS3, TS4 y TS5). A su vez, el TSG está dimensionado para albergar lo que se denomina TSA, el cual hace referencia al tablero seccional a utilizarse en la ampliación a futuro de la fábrica.

El mismo irá amurado sobre una de las paredes del sector oeste, es decir, una sola cara dará a la pared de la nave principal y llevará en la tapa un símbolo que indica “Riesgo eléctrico” y la identificación de tablero seccional general (TSG). En la parte de adentro de la tapa específica a que circuito pertenece cada elemento de maniobra allí alojado.

El modelo elegido es un Genrod estanco línea S9000 modelo N° 09 9301 de medidas 300x450x300 [mm] con contrafrente abisagrado ciego y capacidad para 30 polos DIN.



Imagen 53: Tablero seccional general

Se calculó la potencia disipada por el tablero seccional general, la cual dio 284,93 W.

En el tablero seccional general se almacenarán los siguientes elementos de protección y maniobra:

Interruptor Termomagnético	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Capacidad de ruptura [A]
TS1	Schneider	iC60N	380	3P + N	63	6000
TS2	Schneider	iC60N	380	3P + N	50	6000
TS3	Schneider	Vigi C120N	380	3P + N	100	10000
TS4	Schneider	iC60N	380	3P + N	32	6000
TS5	Schneider	iC60N	380	3P + N	32	6000
TSA	Schneider	Vigi C120N	380	3P + N	80	10000

Interruptor Diferencial	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Sensibilidad [mA]
TS1	Schneider	iID	380	3P + N	63	300
TS2	Schneider	iID	380	3P + N	63	300
TS3	Schneider	iID	380	3P + N	100	300
TS4	Schneider	iID	380	3P + N	40	300
TS5	Schneider	iID	380	3P + N	40	300
TSA	Schneider	iID	380	3P + N	80	300

Tabla 15: Protecciones TSG

Interruptor automático iC60N									
Tipo	1P			3P			4P		
Auxiliares	Indicación y disparo remotos, ver página 1/109			Indicación y disparo remotos, ver página 1/109			Indicación y disparo remotos, ver página 1/109		
Quick Vigi iC60	Dispositivo de protección diferencial Quick Vigi iC60, ver página 1/63			Dispositivo de protección diferencial Quick Vigi iC60, ver página 1/63			Dispositivo de protección diferencial Quick Vigi iC60, ver página 1/63		
Calibre (In)	Curva			Curva			Curva		
	B	C ¹⁰	D	B	C ¹⁰	D	B	C ¹⁰	D
0,5A ¹⁰	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1A ¹⁰	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2A ¹⁰	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3A ¹⁰	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4A ¹⁰	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63A	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Imagen 54: Termomagnéticas TSG I

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz						
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2						Poder de corte de servicio (Ics)
Tipo	Tensión (V)					
1P	130 V	230 a 400 V	400 a 415 V	440 V		75% de Icu
Calibre (In) 63 a 125 A	20 kA	10 kA	3 kA ⁽¹⁾	-		
2P/3P/4P	130 V	230 a 400 V	400 a 415 V	440 V		75% de Icu
63 a 125 A	-	20 kA	10 kA	6 kA		
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60898-1						
Tipo	Tensión (V)					75% de Icu
1P, 2P, 3P, 4P	230 a 400 V					
Calibre (In) 63 a 125 A	10.000 A					

Tipo			
4P			
Vigi C120			
Dispositivo de protección diferencial Vigi C120, ver página 1/63			
Calibre (In)	Curva		
	B	C	D
63 A	18352	18371	18390
80 A	18353	18372	18391
100 A	18354	18374	18392
125 A	18355	18376	18393

Imagen 55: Termomagnéticas TSG II

Interruptor diferencial iID						
Clase		Así				Ancho en pasos de 9 mm
Producto		iID				
Auxiliares		Puede aceptar auxiliares, ver página 1/109				4
2P		Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA ^(S)	
	Calibre:	25 A	A9R61225 ⁽¹⁾	-	-	-
	40 A	A9R61240 ⁽¹⁾	-	-	A9R35240 ⁽¹⁾	-
	63 A	A9R61263 ⁽¹⁾	-	-	A9R35263 ⁽¹⁾	-
	100 A	-	-	-	A9R35291	-
4P		Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA ^(S)	500 mA ^(S)
	Calibre:	25 A	A9R61425 ⁽¹⁾	-	-	-
	40 A	A9R61440 ⁽¹⁾	-	-	A9R35440 ⁽¹⁾	A9R37440
	63 A	A9R61463 ⁽¹⁾	A9R34463	-	A9R35463 ⁽¹⁾	A9R37463
	80 A	-	-	-	A9R35480 ⁽¹⁾	A9R37480
	100 A	-	-	A9R34491	-	A9R35491
Tensión de funcionamiento (Ue)		2P	230 - 240 V			
		4P	400 - 415 V			
Frecuencia de empleo		50/60 Hz				
Accesorios		Ver página 1/109				

Imagen 56: Disyuntores TSG

A continuación, se muestran los conductores que partirán del TSG hacia los tableros seccionales:

Circuito	Marca	Modelo	Corriente admisible [A]	Sección [mm ²]	Tensión [V]	Sección PE [mm ²]	Denominación
TS1	Prysmian	Sintenax Valio	70	16	380	16	4x16 mm ² + PE(16 mm ²)
TS2	Prysmian	Sintenax Valio	52	10	380	10	4x10 mm ² + PE(10 mm ²)
TS3	Prysmian	Sintenax Valio	171	70	380	35	3x70/35 mm ² + PE(35 mm ²)
TS4	Prysmian	Sintenax Valio	37	6	380	6	4x6 mm ² + PE(6 mm ²)
TS5	Prysmian	Sintenax Valio	37	6	380	6	4x6 mm ² + PE(6 mm ²)

Tabla 16: Conductores TSG

Tablero seccional 1 (TS1)

El TS1 se encontrará ubicado en la planta baja del sector oficinas, del lado izquierdo de la puerta del acceso hacia la nave principal, mirando hacia el este desde el interior de las oficinas.

Es al cual llegará un conductor de 16 mm² de sección desde el tablero seccional general a través de una bandeja portacables de fondo perforado. Este luego distribuirá la electricidad a dieciocho (18) circuitos terminales ubicados en la planta baja y alta del sector oficinas. De los circuitos mencionados anteriormente, 7 son IUG, 4 son TUG, 2 son TUE y los 5 restantes son ACU que se encargan de alimentar los aires acondicionados de administración/informes, cocina, oficina del jefe de fábrica, oficina administración y sala de reuniones.

El mismo irá amurado sobre una de pared del sector este, es decir, una sola cara dará a la pared de la planta baja de las oficinas y llevará en la tapa un símbolo que indica “Riesgo eléctrico” y la identificación de tablero seccional 1 (TS1). En la parte de adentro de la tapa específica a que circuito pertenece cada elemento de maniobra allí alojado.

Se analizó la disipación de potencia del mismo, arrojando un valor de 37,94 W, lo que llevó a seleccionar un tablero marca Tableplast LÍNEA GR3900 modelo 3906 con tapa transparente, que puede disipar una potencia de 82 a 115 Wh, con medidas 381x468x180 [mm] y capacidad para 39 DIN. El mismo además cuenta con un grado IP65 e IK10.

LÍNEA LINHA - LINE GR3900		MÓDULOS MODULES 39	
Material:		GR3902 TAUV*	GR3906 PC**
Color - Cor - Colour:		Beige - Bege RAL 7032	Gris / Tapa Transparente Cinza / Tampa Transparente Gray / Transparent Cover
Emaxm (Wh)	82 ^{25°C} 55°C 115 ^{20°C} 60°C	Dimensiones Dimensões Dimensions	
		A = 380 B = 464 C = 176 D = 44 E = 118 F = 308 G = 406 S = 319 x 422	A = 381 B = 468 C = 180 D = 45 E = 120 F = 310 G = 413 S = 319 x 422

Imagen 57: Tablero seccional 1 (TS1)

En el tablero seccional 1 (TS1) se almacenarán los siguientes elementos de protección y maniobra:

Interruptor Termomagnético	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Capacidad de ruptura [A]
IUG 1	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
IUG 2	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
IUG 3	Schneider	iDPN	220	1P + N	20	4500
IUG 4	Schneider	iDPN	220	1P + N	32	4500
IUG 5	Schneider	iDPN	220	1P + N	32	4500
IUG 6	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
IUG 7	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
TUG 1	Schneider	iDPN	220	1P + N	40	4500
TUG 2	Schneider	iDPN	220	1P + N	40	4500
TUG 3	Schneider	iDPN	220	1P + N	40	4500
TUG 4	Schneider	iDPN	220	1P + N	32	4500
TUE 1	Schneider	iDPN	220	1P + N	40	4500
TUE 2	Schneider	iDPN	220	1P + N	32	4500
ACU 1	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
ACU 2	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
ACU 3	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
ACU 4	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
ACU 5	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
Interruptor Diferencial	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Sensibilidad [mA]
IUG 1	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 2	Schneider	iID	220	1P + N	25	30

IUG 3	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 4	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
IUG 5	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
IUG 6	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 7	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
TUG 1	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
TUG 2	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
TUG 3	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
TUG 4	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
TUE 1	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
TUE 2	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
ACU 1	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
ACU 2	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
ACU 3	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
ACU 4	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
ACU 5	Schneider	iID	220	1P + N	25	30

Tabla 17: Protecciones TS12

Interrupedores automáticos iDPN	
	4500 6 kA
Tipo	1P+N
Auxiliares	Ver página 1/109
Vigi	Ver página 1/63
Calibre (In)	Curva B
1 A	--
2 A	--
3 A	--
6 A	A9N21535
10 A	A9N21536
16 A	A9N21537
20 A	A9N21538
25 A	A9N21539
32 A	A9N21540
40 A	A9N21541

Imagen 58: Protecciones termomagnéticas TS1




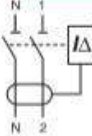


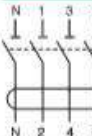
Interrupor diferencial iID						
Clase		Asi 				Ancho en pasos de 9 mm
Producto		iID				
Auxiliares		Puede aceptar auxiliares, ver página 1/109				
2P		Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA 	500 mA 
	Calibre	25 A	A9R61225 ⁽¹⁾	--	--	4
	40 A	A9R61240 ⁽¹⁾	--	A9R35240 ⁽¹⁾	--	
	63 A	A9R61263 ⁽¹⁾	--	A9R35263 ⁽¹⁾	--	
	100 A	--	--	A9R35291	--	
4P		Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA 	500 mA 
	Calibre	25 A	A9R61425 ⁽¹⁾	--	--	8
	40 A	A9R61440 ⁽¹⁾	--	A9R35440 ⁽¹⁾	A9R37440	
	63 A	A9R61463 ⁽¹⁾	A9R34463	A9R35463 ⁽¹⁾	A9R37463	
	80 A	--	--	A9R35480 ⁽¹⁾	A9R37480	
	100 A	--	A9R34491	A9R35491	--	
Tensión de funcionamiento (U _e)		2P	230 - 240 V			
		4P	400 - 415 V			
Frecuencia de empleo		50/60 Hz				
Accesorios		Ver página 1/109				

Imagen 59: Protecciones diferenciales TS1

A continuación, se muestran los conductores que irán desde el TS1 hacia los circuitos terminales:

Circuito	Marca	Modelo	Corriente admisible [A]	Sección [mm ²]	Tensión [V]	Sección PE [mm ²]	Denominación
IUG 1	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
IUG 2	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
IUG 3	Prysmian	Sintenax Valio	26	4	220	4	2x4mm ² + PE(4 mm ²)
IUG 4	Prysmian	Sintenax Valio	33	6	220	6	2x6 mm ² + PE(6 mm ²)
IUG 5	Prysmian	Sintenax Valio	33	6	220	6	2x6 mm ² + PE(6 mm ²)

IUG 6	Prysmian	Sintenax Valio	26	4	220	4	2x4 mm ² + PE(4 mm ²)
IUG 7	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
TUG 1	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10 mm ² + PE(10 mm ²)
TUG 2	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10 mm ² + PE(10 mm ²)
TUG 3	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10 mm ² + PE(10 mm ²)
TUG 4	Prysmian	Sintenax Valio	33	6	220	6	2x6 mm ² + PE(6 mm ²)
TUE 1	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10 mm ² + PE(10 mm ²)
TUE 2	Prysmian	Sintenax Valio	33	6	220	6	2x6 mm ² + PE(6 mm ²)
ACU 1	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
ACU 2	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
ACU 3	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
ACU 4	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
ACU 5	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)

Tabla 18: Conductores TS1

Línea seccional 1

Para el circuito seccional uno (1) se toman en cuenta algunas consideraciones:

- a. Conductor: El mismo será de cobre bajo normas IRAM 2178, con aislación PVC, el cual irá acompañado por la protección eléctrica. Las medidas del cable de la línea seccional son de $4 \times 16 \text{ mm}^2$, el cual tiene una corriente admisible de 70 A. La protección eléctrica es de 16 mm^2 , por lo que la nomenclatura será IRAM 2178 PVC Cu $4 \times 16 \text{ mm}^2 + \text{PE } (1 \times 16 \text{ mm}^2)$.
- b. Acceso a los conductos: se podrá acceder al mismo a través de la bandeja portacables, ya que el mismo será rotulado y su posición será la misma a lo largo del camino recorrido, para identificarlo fácilmente en caso de alguna reparación.
- c. Canalización: Los conductores irán alojados en bandejas de fondo perforado Samet TRP-150 de 7350 mm^2 de sección efectiva y medidas $50 \times 150 \times 3000 \text{ mm}$.

A continuación, se mostrarán para el TS1 los circuitos, cantidad de los mismos y corrientes consumidas por cada uno:

Circuito N°	Tipo	Ambiente	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		I [A]		
			Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	R	S	T
IUG 1	IUG	Oficinas PB	9	1350	-	-	-	-	6,14		
IUG 2	IUG	Oficinas PB	8	1200	-	-	-	-		5,45	
IUG 3	IUG	Oficinas PB	10	1500	-	-	-	-	6,82		
IUG 4	IUG	Oficinas PB	10	1500	-	-	-	-	6,8		
IUG 5	IUG	Oficinas PA	12	1800	-	-	-	-			8,2
IUG 6	IUG	Oficinas PA	9	1350	-	-	-	-		6,1	
IUG 7	IUG	Oficinas PA	6	900	-	-	-	-		4,1	
TUG 1	TUG	Oficinas PB	-	-	9	2200	-	-	10		
TUG 2	TUG	Oficinas PB	-	-	11	2200	-	-		10	
TUG 3	TUG	Oficinas PA	-	-	8	2200	-	-			10
TUG 4	TUG	Oficinas PA	-	-	9	2200	-	-	10		
TUE 1	TUE	Oficinas PB	-	-	5	3300	-	-		15	
TUE 2	TUE	Oficinas PA	-	-	3	3300	-	-			15
ACU 1	ACU	Oficinas PB	-	-	-	-	1	1056	4,8		

ACU 2	ACU	Oficinas PB	-	-	-	-	1	1056	4,8		
ACU 3	ACU	Oficinas PA	-	-	-	-	1	1056		4,8	
ACU 4	ACU	Oficinas PA	-	-	-	-	1	1056			4,8
ACU 5	ACU	Oficinas PA	-	-	-	-	1	2090			9,6
			64	9600	45	15400	5	6314	49,36	45,49	47,48
Por factor de utilización 0,7									34,6	31,8	33,2
$I \cong 34,6A$ (fs= 0,70) Conductor: Cu 1x(4x16) mm²+PE(16) (IRAM 2178 PVC)											

Tabla 17: Tabla corrientes y circuitos de TS1

Tablero seccional 2 (TS2)

El TS2 se encontrará ubicado en el taller, en la esquina noreste del mismo, próximo a la puerta de ingreso.

Es al cual llegará un conductor de 10 mm² de sección desde el tablero seccional general a través de una bandeja portacables de fondo perforado. Este luego distribuirá la electricidad a ocho (8) circuitos terminales en el propio taller, sala de máquinas y depósito. De los circuitos mencionados anteriormente, 2 son IUG, 1 es TUG, 2 son TUE, 2 IUE encargados de la iluminación exterior del establecimiento, y el restante es un ACU que se encarga de alimentar una soldadora trifásica de 300 A.

El mismo irá amurado sobre una pared del sector este, es decir, una sola cara dará a la pared del taller y llevará en la tapa un símbolo que indica “Riesgo eléctrico” y la identificación de tablero seccional 2 (TS2). En la parte de adentro de la tapa específica a qué circuito pertenece cada elemento de maniobra allí alojado.

Se analizó la disipación de potencia del mismo, arrojando un valor de 31,97 W, lo que llevó a seleccionar un tablero marca Tableplast LÍNEA 2900 GR2906 con tapa transparente, que puede disipar una potencia de 54 a 77 Wh, con medidas 303x367x180 [mm] y capacidad para 18 módulos. El mismo además cuenta con un grado IP65 e IK10.

LÍNEA - LINE		GR2900		MÓDULOS - MODULES		18	
Material:		GR2902 TAUV*		GR2906 PC**			
Color - Cor - Colour:		Beige - Bege RAL 7032		Gris / Tapa Transparente Cinza / Tampa Transparente Gray / Transparent Cover			
E _{max} m (Wh)	54	Dimensiones Dimensões Dimensions	A = 302 B = 366 C = 176 D = 44 E = 118			A = 303 B = 367 C = 180 D = 45 E = 120	
	77		F = 233 G = 312 S = 244 x 322			F = 235 G = 313 S = 244 x 322	

Imagen 60: Tablero seccional 2 (TS2)

En el tablero seccional 2 (TS2) se almacenarán los siguientes elementos de protección y maniobra:

Interruptor Termomagnético	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Capacidad de ruptura [A]
IUG 8	Schneider	iDPN	220	1P + N	20	4500
IUG 9	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
TUG 5	Schneider	iDPN	220	1P + N	40	4500
TUE 3	Schneider	iDPN	220	1P + N	20	4500
TUE 4	Schneider	iDPN	220	1P + N	32	4500
IUE 1	Schneider	iDPN	220	1P + N	40	4500
IUE 2	Schneider	iDPN	220	1P + N	40	4500
ACU 8	Schneider	iDPN N	380	3P + N	25	6000
Interruptor Diferencial	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Sensibilidad [mA]
IUG 8	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 9	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
TUG 5	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
TUE 3	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
TUE 4	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
IUE 1	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
IUE 2	Schneider	iID	220	1P + N	40	30
ACU 8	Schneider	iID	380	3P + N	25	30

Tabla 18: Protecciones TS2

Interrupidores automáticos iDPN	
Tipo	4500 6 kA 1P+N
Auxiliares	Ver página 1/109
Vigi	Ver página 1/63
Calibre (In)	Curva B
1 A	--
2 A	--
3 A	--
6 A	A9N21535
10 A	A9N21536
16 A	A9N21537
20 A	A9N21538
25 A	A9N21539
32 A	A9N21540
40 A	A9N21541

Imagen 61: Protecciones termomagnéticas TS2 I

Interrupidores automáticos iDPN N						
Tipo	6000 10 kA 1P+N		3P		3P+N	
Auxiliares	Ver página 1/109		Ver página 1/109		Ver página 1/109	
Vigi	Ver página 1/63		Ver página 1/63		Ver página 1/63	
Calibre (In)	Curva C	Curva D	Curva C	Curva D	Curva C	Curva D
1 A	A9N21552					
2 A	A9N21553					
3 A	A9N21554					
6 A	A9N21555	A9N21565	A9N21575	A9N21585	A9N21595	A9N21605
10 A	A9N21556	A9N21566	A9N21576	A9N21586	A9N21596	A9N21606
16 A	A9N21557	A9N21567	A9N21577	A9N21587	A9N21597	A9N21607
20 A	A9N21558	A9N21568	A9N21578	A9N21588	A9N21598	A9N21608
25 A	A9N21559	A9N21569	A9N21579	A9N21589	A9N21599	A9N21609
32 A	A9N21560	A9N21570	A9N21580	A9N21590	A9N21600	A9N21610
40 A	A9N21561	A9N21571	A9N21581	A9N21591	A9N21601	A9N21611

Imagen 62: Protecciones termomagnéticas TS2 II




Interrupidor diferencial iID					
Clase	Así 				Ancho en pasos de 9 mm
Producto	iID				
Auxiliares	Puede aceptar auxiliares, ver página 1/109				
2P	Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA [Ⓢ]	500 mA [Ⓢ]
	Calibre	25 A	A9R61225 [Ⓢ]	--	--
	40 A	A9R61240 [Ⓢ]	--	A9R35240 [Ⓢ]	--
	63 A	A9R61263 [Ⓢ]	--	A9R35263 [Ⓢ]	--
	100 A	--	--	A9R35291	--
4P	Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA [Ⓢ]	500 mA [Ⓢ]
	Calibre	25 A	A9R61425 [Ⓢ]	--	--
	40 A	A9R61440 [Ⓢ]	--	A9R35440 [Ⓢ]	A9R37440
	63 A	A9R61463 [Ⓢ]	A9R34463	A9R35463 [Ⓢ]	A9R37463
	80 A	--	--	A9R35480 [Ⓢ]	A9R37480
	100 A	--	A9R34491	A9R35491	--
Tensión de funcionamiento (Ue)	2P	230 - 240 V			
	4P	400 - 415 V			
Frecuencia de empleo	50/60 Hz				
Accesorios	Ver página 1/109				

Imagen 63: Protecciones diferenciales TS2

A continuación, se muestran los conductores que saldrán desde el TS2 hacia los circuitos terminales:

Circuito	Marca	Modelo	Corriente admisible [A]	Sección [mm ²]	Tensión [V]	Sección PE [mm ²]	Denominación
IUG 8	Prysmian	Sintenax Valio	26	4	220	4	2x4 mm ² + PE(4 mm ²)
IUG 9	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
TUG 5	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10 mm ² + PE(10 mm ²)
TUE 3	Prysmian	Sintenax Valio	26	4	220	4	2x4 mm ² + PE(4 mm ²)
TUE 4	Prysmian	Sintenax Valio	33	6	220	6	2x6 mm ² + PE(6 mm ²)
IUE 1	Prysmian	Sintenax Valio	110	35	220	16	1x35/16 mm ² + PE(16 mm ²)
IUE 2	Prysmian	Sintenax Valio	78	25	220	16	1x25/16 mm ² + PE(16 mm ²)
ACU 8	Prysmian	Sintenax Valio	26	4	380	4	4x4 mm ² + PE(4 mm ²)

Tabla 19: Conductores TS2

Línea seccional 2

Para el circuito seccional dos (2) se toman en cuenta algunas consideraciones:

- a. Conductor: El mismo será de cobre bajo normas IRAM 2178, con aislación PVC, el cual irá acompañado por la protección eléctrica. Las medidas del cable de la línea seccional son de $4 \times 10 \text{ mm}^2$, el cual tiene una corriente admisible de 52 A. La protección eléctrica es de 10 mm^2 , por lo que la nomenclatura será IRAM 2178 PVC Cu $4 \times 10 \text{ mm}^2 + \text{PE } (1 \times 10 \text{ mm}^2)$.
- b. Acceso a los conductos: se podrá acceder al mismo a través de la bandeja portacables, ya que el mismo será rotulado y su posición será la misma a lo largo del camino recorrido, para identificarlo fácilmente en caso de alguna reparación.
- c. Canalización: Los conductores irán alojados en bandejas de fondo perforado Samet TRP-150 de 7350 mm^2 de sección efectiva y medidas $50 \times 150 \times 3000 \text{ mm}$.

A continuación, se mostrarán para el TS2 los circuitos, cantidad de los mismos y corrientes consumidas por cada uno:

Circuito N°	Tipo	Ambiente	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		I [A]		
			Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	R	S	T
IUG 8	IUG	Taller/Sala de Máquinas/Depósito	6	900	-	-	-	-			4,09
IUG 9	IUG	Taller/Sala de Máquinas/Depósito	5	750	-	-	-	-			3,41
TUG 5	TUG	Taller/Sala de Máquinas/Depósito	-	-	12	2200	-	-		10	
TUE 3	TUE	Taller	-	-	2	3300	-	-	15		
TUE 4	TUE	Taller/Sala de máquinas	-	-	4	3300	-	-		15	
IUE 1	IUE	Iluminación exterior	7	3500	-	-	-	-			15,9
IUE 2	IUE	Iluminación exterior	5	2500	-	-	-	-	11,4		
ACU 8	ACU	Taller	-	-	-	-	1	10850	15,7	15,7	15,7
			23	7650	12	8800	1	10850	42,02	40,66	39,07
Por factor de utilización 0,7									29,4	28,5	27,3
$I \cong 29,4A$ (fs= 0,70) Conductor: Cu 1x(4x10) mm² +PE(10) (IRAM 2178 PVC)											

Tabla 20: Tabla corrientes y circuitos de TS2

Tablero seccional 3 (TS3)

El TS3 se encontrará ubicado en nave principal, a la derecha del ingreso desde las oficinas, en la cara oeste de la misma.

Es al cual llegará un conductor de 70 mm² de sección desde el tablero seccional general a través de una bandeja portacables de fondo perforado. Este luego distribuirá la electricidad a once (11) circuitos terminales presentes en la nave principal y el sector semicubierto. De los circuitos mencionados anteriormente, 3 son ACU, encargados de la hormigonera, elevador de áridos y cinta transportadora, y los restantes 8 son OCE que se encargan de alimentar el puente grúa, rompebolsas, dosificadora de elementos, baldes contenedores y las 4 máquinas de moldes de columnas.

El mismo irá amurado sobre una pared del sector oeste, es decir, una sola cara dará a la pared de la nave principal y llevará en la tapa un símbolo que indica “Riesgo eléctrico” y la identificación de tablero seccional 3 (TS3). En la parte de adentro de la tapa específica a que circuito pertenece cada elemento de maniobra allí alojado.

Se analizó la disipación de potencia del mismo, arrojando un valor de 110,02 W, lo que llevó a seleccionar un tablero marca Tableplast LÍNEA 4300 GR 4306 con tapa transparente, que puede disipar una potencia de 103 A 147 Wh, con medidas 483X470X178 [mm] y capacidad para 54 módulos. El mismo además cuenta con un grado IP65 e IK10.

LÍNEA LINHA - LINE		GR4300		MÓDULOS MODULES		54	
Material:		GR4302 TAUV*		GR4306 PC**			
Color - Cor - Colour		Beige - Bege RAL 7032		Gris / Tapa Transparente Cinza / Tampa Transparente Gray / Transparent Cover			
Emaxm (Wh)	103 ^{25°C} 55°C	Dimensiones Dimensões Dimensions	A = 483 B = 466 C = 176 D = 44 E = 118 F = 408 G = 408 S = 422 x 422	A = 483 B = 470 C = 178 D = 45 E = 118 F = 413 G = 413 S = 422 x 422			

Imagen 64: Tablero seccional 3 (TS3)

En el tablero seccional 3 (TS3) se almacenarán los siguientes elementos de protección y maniobra:

Interruptor Termomagnético	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Capacidad de ruptura [A]
ACU 9	Schneider	iDPN N	380	3P + N	50	6000
ACU 10	Schneider	iDPN N	380	3P + N	16	6000
ACU 11	Schneider	iDPN N	380	3P + N	16	6000
OCE 1	Schneider	iDPN N	380	3P + N	50	6000
OCE 2	Schneider	iDPN N	380	3P + N	20	6000
OCE 3	Schneider	iDPN N	380	3P + N	16	6000
OCE 4	Schneider	iDPN N	380	3P + N	16	6000
OCE 5	Schneider	iDPN N	380	3P + N	16	6000
OCE 6	Schneider	iDPN N	380	3P + N	16	6000
OCE 7	Schneider	iDPN N	380	3P + N	16	6000
OCE 8	Schneider	iDPN N	380	3P + N	16	6000
Interruptor Diferencial	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Sensibilidad [mA]
ACU 9	Schneider	iID	380	3P + N	63	30
ACU 10	Schneider	iID	380	3P + N	25	30
ACU 11	Schneider	iID	380	3P + N	25	30
OCE 1	Schneider	iID	380	3P + N	63	30
OCE 2	Schneider	iID	380	3P + N	25	30
OCE 3	Schneider	iID	380	3P + N	25	30
OCE 4	Schneider	iID	380	3P + N	25	30
OCE 5	Schneider	iID	380	3P + N	25	30
OCE 6	Schneider	iID	380	3P + N	25	30
OCE 7	Schneider	iID	380	3P + N	25	30

OCE 8	Schneider	iID	380	3P + N	25	30
-------	-----------	-----	-----	--------	----	----

Tabla 21: Protecciones TS3

Interrupedores automáticos iDPN N						
E6000 10 kA						
Tipo	1P+N		3P		3P+N	
Auxiliares	Ver página 1/109		Ver página 1/109		Ver página 1/109	
Vigi	Ver página 1/63		Ver página 1/63		Ver página 1/63	
Calibre (In)	Curva C	Curva D	Curva C	Curva D	Curva C	Curva D
1 A	A9N21552					
2 A	A9N21553					
3 A	A9N21554					
6 A	A9N21555	A9N21565	A9N21575	A9N21585	A9N21595	A9N21605
10 A	A9N21556	A9N21566	A9N21576	A9N21586	A9N21596	A9N21606
16 A	A9N21557	A9N21567	A9N21577	A9N21587	A9N21597	A9N21607
20 A	A9N21558	A9N21568	A9N21578	A9N21588	A9N21598	A9N21608
25 A	A9N21559	A9N21569	A9N21579	A9N21589	A9N21599	A9N21609
32 A	A9N21560	A9N21570	A9N21580	A9N21590	A9N21600	A9N21610
40 A	A9N21561	A9N21571	A9N21581	A9N21591	A9N21601	A9N21611

Imagen 65: Protecciones termomagnéticas TS3


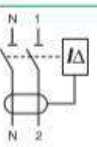
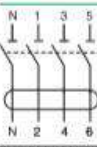
Interrupedor diferencial iID							
Clase	Asi 					Ancho en pasos de 9 mm	
Producto	iID						
Auxiliares	Puede aceptar auxiliares, ver página 1/109						
	Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA [Ⓢ]	500 mA [Ⓢ]	4	
	Calibre	25 A	A9R61225 [Ⓢ]	—	—		
		40 A	A9R61240 [Ⓢ]	—	A9R35240 [Ⓢ]		
		63 A	A9R61263 [Ⓢ]	—	A9R35263 [Ⓢ]		
		100 A	—	—	A9R35291		
	Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA [Ⓢ]	500 mA [Ⓢ]	8	
	Calibre	25 A	A9R61425 [Ⓢ]	—	—		
		40 A	A9R61440 [Ⓢ]	—	A9R35440 [Ⓢ]		A9R37440
		63 A	A9R61463 [Ⓢ]	A9R34463	A9R35463 [Ⓢ]		A9R37463
		80 A	—	—	A9R35480 [Ⓢ]		A9R37480
	100 A	—	A9R34491	A9R35491	—		
Tensión de funcionamiento (Ue)	2P	230 - 240 V					
	4P	400 - 415 V					
Frecuencia de empleo	50/60 Hz						
Accesorios	Ver página 1/109						

Imagen 66: Protecciones diferenciales TS3

A continuación, se muestran los conductores que irán desde el TS3 hacia los circuitos terminales:

Circuito	Marca	Modelo	Corriente admisible [A]	Sección [mm ²]	Tensión [V]	Sección PE [mm ²]	Denominación
ACU 9	Prysmian	Sintenax Valio	54	16	380	16	4x16 mm ² + PE(16 mm ²)
ACU 10	Prysmian	Sintenax Valio	17	2,5	380	2,5	4x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
ACU 11	Prysmian	Sintenax Valio	17	2,5	380	2,5	4x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
OCE 1	Prysmian	Sintenax Valio	54	16	380	16	4x16 mm ² + PE(16 mm ²)
OCE 2	Prysmian	Sintenax Valio	23	4	380	4	4x4 mm ² + PE(4 mm ²)
OCE 3	Prysmian	Sintenax Valio	17	2,5	380	2,5	4x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
OCE 4	Prysmian	Sintenax Valio	17	2,5	380	2,5	4x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
OCE 5	Prysmian	Sintenax Valio	17	2,5	380	2,5	4x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
OCE 6	Prysmian	Sintenax Valio	17	2,5	380	2,5	4x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
OCE 7	Prysmian	Sintenax Valio	17	2,5	380	2,5	4x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)
OCE 8	Prysmian	Sintenax Valio	17	2,5	380	2,5	4x2,5 mm ² + PE(2,5 mm ²)

Tabla 22: Conductores TS3

Línea seccional 3

Para el circuito seccional tres (3) se toman en cuenta algunas consideraciones:

- a. Conductor: El mismo será de cobre bajo normas IRAM 2178, con aislación PVC, el cual irá acompañado por la protección eléctrica. Las medidas del cable de la línea seccional son de $3 \times 70/35 \text{ mm}^2$, el cual tiene una corriente admisible de 110A. La protección eléctrica es de 35 mm^2 , por lo que la nomenclatura será IRAM 2178 PVC Cu $3 \times 70/35 \text{ mm}^2 + \text{PE} (1 \times 35 \text{ mm}^2)$.
- b. Acceso a los conductos: se podrá acceder al mismo a través de la bandeja portacables, ya que el mismo será rotulado y su posición será la misma a lo largo del camino recorrido, para identificarlo fácilmente en caso de alguna reparación.
- c. Canalización: Los conductores irán alojados en bandejas de fondo perforado Samet TRP-150 de 7350 mm^2 de sección efectiva y medidas $50 \times 150 \times 3000 \text{ mm}$.

A continuación, se mostrarán para el TS3 los circuitos, cantidad de los mismos y corrientes consumidas por cada uno:

Circuito N°	Tipo	Ambiente	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		I [A]		
			Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	R	S	T
ACU 9	ACU	Semicubierto	-	-	-	-	1	28894,07	41,7	41,7	41,7
ACU 10	ACU	Semicubierto	-	-	-	-	1	5681,12	8,2	8,2	8,2
ACU 11	ACU	Semicubierto	-	-	-	-	1	2390,23	3,5	3,5	3,5
OCE 1	OCE	Nave principal	-	-	-	-	4	10530,23	15,2	15,2	15,2
OCE 2	OCE	Semicubierto	-	-	-	-	2	8964	12,95	12,95	12,95
OCE 3	OCE	Semicubierto	-	-	-	-	2	7170,69	10,4	10,4	10,4
OCE 4	OCE	Nave principal	-	-	-	-	2	2355,59	3,4	3,4	3,4
OCE 5	OCE	Nave principal	-	-	-	-	4	4711,18	6,8	6,8	6,8
OCE 6	OCE	Nave principal	-	-	-	-	4	4711,18	6,8	6,8	6,8
OCE 7	OCE	Nave principal	-	-	-	-	4	4711,18	6,8	6,8	6,8
OCE 8	OCE	Nave principal	-	-	-	-	4	4711,18	6,8	6,8	6,8
			-	-	-	-	29	84830,65	109,5	109,5	109,5
Por factor de utilización 0,8									87,6	87,6	87,6
I \cong 87,6A (fs= 0,80) Conductor: Cu 3x70/35 mm² +PE(35) (IRAM 2178 PVC)											

Tabla 23: Tabla corrientes y circuitos de TS3

Tablero seccional 4 (TS4)

El TS4 se encontrará ubicado en nave principal, a la derecha del ingreso desde las oficinas, en la cara oeste de la misma, a la derecha del TS3 mirándolos de frente.

Es al cual llegará un conductor de 6 mm² de sección desde el tablero seccional general a través de una bandeja portacables de fondo perforado. Este luego distribuirá la electricidad a ocho (8) circuitos terminales presentes en la nave principal. De los circuitos mencionados anteriormente, 5 son IUG, 2 son TUG y el restante es un TUE. El mismo irá amurado sobre una pared del sector oeste, es decir, una sola cara dará a la pared de la nave principal y llevará en la tapa un símbolo que indica “Riesgo eléctrico” y la identificación de tablero seccional 4 (TS4). En la parte de adentro de la tapa específica a que circuito pertenece cada elemento de maniobra allí alojado.

Se analizó la disipación de potencia del mismo, arrojando un valor de 25,11 W, lo que llevó a seleccionar un tablero marca Tableplast LÍNEA 2900 GR2906 con tapa transparente, que puede disipar una potencia de 54 a 77 Wh, con medidas 303x367x180 [mm] y capacidad para 18 módulos. El mismo además cuenta con un grado IP65 e IK10.


LÍNEA - LINE		GR2900		MÓDULOS - MODULES		18	
							
Material:		GR2902 TAUV*		GR2906 PC**			
Color - Cor - Colour:		Beige - Bege RAL 7032		Gris / Tapa Transparente Cinza / Tampa Transparente Gray / Transparent Cover			
E _{max} m (Wh)	54	Dimensiones Dimensões Dimensions	A = 302 B = 366 C = 176 D = 44 E = 118			A = 303 B = 367 C = 180 D = 45 E = 120	
	77		F = 233 G = 312 S = 244 x 322			F = 235 G = 313 S = 244 x 322	
	25°C 55°C						
	20°C 60°C						

Imagen 67: Tablero seccional 4 (TS4)

En el tablero seccional 4 (TS4) se almacenarán los siguientes elementos de protección y maniobra:

Interruptor Termomagnético	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Capacidad de ruptura [A]
IUG 12	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
IUG 13	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
IUG 14	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
IUG 15	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
IUG 16	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
TUG 6	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
TUG 7	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
TUE 5	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
Interruptor Diferencial	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Sensibilidad [mA]
IUG 12	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 13	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 14	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 15	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 16	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
TUG 6	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
TUG 7	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
TUE 5	Schneider	iID	220	1P + N	25	30

Tabla 24: Protecciones TS4

Interrupedores automáticos iDPN	
Tipo	4500 6 kA 1P+N
Auxiliares	Ver página 1/109
Vigi	Ver página 1/63
Calibre (In)	Curva B
1 A	--
2 A	--
3 A	--
6 A	A9N21535
10 A	A9N21536
16 A	A9N21537
20 A	A9N21538
25 A	A9N21539
32 A	A9N21540
40 A	A9N21541

Imagen 68: Protecciones termomagnéticas TS4

Interruptor diferencial iID						
Clase	Así	Ancho en pasos de 9 mm				
Producto	iID	Puede aceptar auxiliares, ver página 1/109				
Auxiliares		Puede aceptar auxiliares, ver página 1/109				
2P						
	Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA [Ⓢ]	500 mA [Ⓢ]	
	Calibre	25 A	A9R61225 ⁽¹⁾	--	--	4
	40 A	A9R61240 ⁽¹⁾	--	A9R35240 ⁽¹⁾	--	
	63 A	A9R61263 ⁽¹⁾	--	A9R35263 ⁽¹⁾	--	
	100 A	--	--	A9R35291	--	
4P						
	Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA [Ⓢ]	500 mA [Ⓢ]	
	Calibre	25 A	A9R61425 ⁽¹⁾	--	--	8
	40 A	A9R61440 ⁽¹⁾	--	A9R35440 ⁽¹⁾	A9R37440	
	63 A	A9R61463 ⁽¹⁾	A9R34463	A9R35463 ⁽¹⁾	A9R37463	
	80 A	--	--	A9R35480 ⁽¹⁾	A9R37480	
100 A	--	A9R34491	A9R35491	--		
Tensión de funcionamiento (Ue)	2P	230 - 240 V				
	4P	400 - 415 V				
Frecuencia de empleo	50/60 Hz					
Accesorios	Ver página 1/109					

Imagen 69: Protecciones diferenciales TS4

A continuación, se muestran los conductores que irán desde el TS4 hacia los circuitos terminales:

Circuito	Marca	Modelo	Corriente admisible [A]	Sección [mm ²]	Tensión [V]	Sección PE [mm ²]	Denominación
IUG 12	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10mm ² + PE(10 mm ²)
IUG 13	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10mm ² + PE(10 mm ²)

IUG 14	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10mm ² + PE(10 mm ²)
IUG 15	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10mm ² + PE(10 mm ²)
IUG 16	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10mm ² + PE(10 mm ²)
TUG 6	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10mm ² + PE(10 mm ²)
TUG 7	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10mm ² + PE(10 mm ²)
TUE 5	Prysmian	Sintenax Valio	45	10	220	10	2x10mm ² + PE(10 mm ²)

Tabla 25: Conductores TS4

Línea seccional 4

Para el circuito seccional cuatro (4) se toman en cuenta algunas consideraciones:

- a. **Conductor:** El mismo será de cobre bajo normas IRAM 2178, con aislación PVC, el cual irá acompañado por la protección eléctrica. Las medidas del cable de la línea seccional son de 4x6mm², el cual tiene una corriente admisible de 37A. La protección eléctrica es de 6 mm², por lo que la nomenclatura será IRAM 2178 PVC Cu 4x6 mm² + PE (1x6mm²).
- b. **Acceso a los conductos:** se podrá acceder al mismo a través de la bandeja portacables, ya que el mismo será rotulado y su posición será la misma a lo largo del camino recorrido, para identificarlo fácilmente en caso de alguna reparación.
- c. **Canalización:** Los conductores irán alojados en bandejas de fondo perforado Samet TRP-150 de 7350 mm² de sección efectiva y medidas 50x150x3000 mm.

A continuación, se mostrarán para el TS4 los circuitos, cantidad de los mismos y corrientes consumidas por cada uno:

Circuito N°	Tipo	Ambiente	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		I [A]		
			Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	R	S	T
IUG 12	IUG	Nave principal	9	1350	-	-	-	-	6,14		
IUG 13	IUG	Nave principal	9	1350	-	-	-	-		6,14	
IUG 14	IUG	Nave principal	9	1350	-	-	-	-			6,14
IUG 15	IUG	Nave principal	9	1350	-	-	-	-	6,1		
IUG 16	IUG	Nave principal	11	1650	-	-	-	-		7,5	
TUG 6	TUG	Nave principal	-	-	11	2200	-	-	10		
TUG 7	TUG	Nave principal	-	-	11	2200	-	-		10	
TUE 5	TUE	Nave principal	-	-	7	3300	-	-			15
			56	8400	29	7700	-	-	22,28	23,64	21,14
Por factor de utilización 0,7									15,6	16,5	14,8
I \cong 16,5A (fs= 0,70) Conductor: Cu 4x6 mm ² +PE(6) (IRAM 2178 PVC)											

Tabla 26: Tabla corrientes y circuitos de TS4

Tablero seccional 5 (TS5)

El TS5 se encontrará ubicado en la sala de calderas, en la esquina nordeste de la misma.

Es al cual llegará un conductor de 6 mm² de sección desde el tablero seccional general a través de una bandeja portacables de fondo perforado. Este luego distribuirá la electricidad a ocho (8) circuitos terminales presentes en la sala de calderas y el sector semicubierto. De los circuitos mencionados anteriormente, 4 son IUG, 2 son TUG, 2 son TUE y los dos restantes son ACU, de los cuales uno alimenta la bomba de la caldera y el otro la bomba de extracción de agua. El mismo irá amurado sobre una pared del sector este, es decir, una sola cara dará a la pared de la sala de caldera y llevará en la tapa un símbolo que indica “Riesgo eléctrico” y la identificación de tablero seccional 5 (TS5). En la parte de adentro de la tapa específica a que circuito pertenece cada elemento de maniobra allí alojado.

Se analizó la disipación de potencia del mismo, arrojando un valor de 26,66 W, lo que llevó a seleccionar un tablero marca Tableplast LÍNEA 2900 GR2906 con tapa transparente, que puede disipar una potencia de 54 a 77 Wh, con medidas 303x367x180 [mm] y capacidad para 18 módulos. El mismo además cuenta con un grado IP65 e IK10.

LÍNEA - LINE GR2900		MÓDULOS - MODULES 18	
Material:		GR2902 TAUV*	GR2906 PC**
Color - Cor - Colour:		Beige - Bege RAL 7032	Gris / Tapa Transparente Cinza / Tampa Transparente Gray / Transparent Cover
Emaxm (Wh)	54	Dimensiones Dimensões Dimensions	A = 302 B = 366 C = 176 D = 44 E = 118 F = 233 G = 312 S = 244 x 322
	77		
	25°C 55°C 20°C 60°C		A = 303 B = 367 C = 180 D = 45 E = 120 F = 235 G = 313 S = 244 x 322

Imagen 70: Tablero seccional 5 (TS5)

En el tablero seccional 5 (TS5) se almacenarán los siguientes elementos de protección y maniobra:

Interrupor Termomagnético	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Capacidad de ruptura [A]
IUG 10	Schneider	iDPN	220	1P + N	10	4500
IUG 11	Schneider	iDPN	220	1P + N	10	4500
IUG 17	Schneider	iDPN	220	1P + N	25	4500
IUG 18	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
TUG 8	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
TUG 9	Schneider	iDPN	220	1P + N	16	4500
ACU 6	Schneider	iDPN N	380	4P + N	16	6000
ACU 7	Schneider	iDPN N	380	4P + N	20	6000
Interrupor Diferencial	Marca	Modelo	Tensión [V]	Polos	Corriente asignada [A]	Sensibilidad [mA]
IUG 10	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 11	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 17	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
IUG 18	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
TUG 8	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
TUG 9	Schneider	iID	220	1P + N	25	30
ACU 6	Schneider	iID	380	4P + N	25	30
ACU 7	Schneider	iID	380	4P + N	25	30

Tabla 27: Protecciones TS5


Interrupidores automáticos iDPN	
Tipo	4500 6 kA 1P+N
	
Auxiliares	Ver página 1/109
Vigi	Ver página 1/63
Calibre (In)	Curva B
1 A	—
2 A	—
3 A	—
6 A	A9N21535
10 A	A9N21536
16 A	A9N21537
20 A	A9N21538
25 A	A9N21539
32 A	A9N21540
40 A	A9N21541

Imagen 71: Protecciones termomagnéticas TS5 I

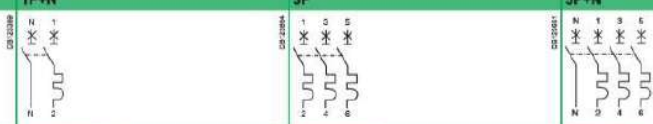
Interrupidores automáticos iDPN N						
Tipo	6000 10 kA		3P		3P+N	
						
Auxiliares	Ver página 1/109		Ver página 1/109		Ver página 1/109	
Vigi	Ver página 1/63		Ver página 1/63		Ver página 1/63	
Calibre (In)	Curva C	Curva D	Curva C	Curva D	Curva C	Curva D
1 A	A9N21552	—	—	—	—	—
2 A	A9N21553	—	—	—	—	—
3 A	A9N21554	—	—	—	—	—
6 A	A9N21555	A9N21565	A9N21575	A9N21585	A9N21595	A9N21605
10 A	A9N21556	A9N21566	A9N21576	A9N21586	A9N21596	A9N21606
16 A	A9N21557	A9N21567	A9N21577	A9N21587	A9N21597	A9N21607
20 A	A9N21558	A9N21568	A9N21578	A9N21588	A9N21598	A9N21608
25 A	A9N21559	A9N21569	A9N21579	A9N21589	A9N21599	A9N21609
32 A	A9N21560	A9N21570	A9N21580	A9N21590	A9N21600	A9N21610
40 A	A9N21561	A9N21571	A9N21581	A9N21591	A9N21601	A9N21611

Imagen 72: Protecciones termomagnéticas TS5 II

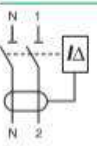
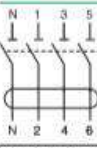
Interrupidor diferencial iID						
Clase	Así					Ancho en pasos de 9 mm
Producto	iID					
Auxiliares	Puede aceptar auxiliares, ver página 1/109					
2P	Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA [Ⓢ]	500 mA [Ⓢ]	
	Calibre: 25 A	A9R61225 [Ⓢ]	—	—	—	4
	40 A	A9R61240 [Ⓢ]	—	A9R35240 [Ⓢ]	—	
	63 A	A9R61263 [Ⓢ]	—	A9R35263 [Ⓢ]	—	
	100 A	—	—	A9R35291	—	
4P	Sensibilidad	30 mA	300 mA	300 mA [Ⓢ]	500 mA [Ⓢ]	
	Calibre: 25 A	A9R61425 [Ⓢ]	—	—	—	8
	40 A	A9R61440 [Ⓢ]	—	A9R35440 [Ⓢ]	A9R37440	
	63 A	A9R61463 [Ⓢ]	A9R34463	A9R35463 [Ⓢ]	A9R37463	
	80 A	—	—	A9R35480 [Ⓢ]	A9R37480	
	100 A	—	A9R34491	A9R35491	—	
Tensión de funcionamiento (U_e)	2P	230 - 240 V				
	4P	400 - 415 V				
Frecuencia de empleo	50/60 Hz					
Accesorios	Ver página 1/109					

Imagen 73: Protecciones diferenciales TS5

A continuación, se muestran los conductores que saldrán del TS5 hacia los circuitos terminales:

Circuito	Marca	Modelo	Corriente admisible [A]	Sección [mm ²]	Tensión [V]	Sección PE [mm ²]	Denominación
IUG 10	Prysmian	Sintenax Valio	14	1,5	220	1,5	2x1.5mm ² + PE(1,5 mm ²)
IUG 11	Prysmian	Sintenax Valio	14	1,5	220	1,5	2x1,5mm ² + PE(1,5 mm ²)
IUG 17	Prysmian	Sintenax Valio	33	6	220	6	2x6mm ² + PE(6 mm ²)
IUG 18	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5mm ² + PE(2,5 mm ²)
TUG 8	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5mm ² + PE(2,5 mm ²)
TUG 9	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	220	2,5	2x2,5mm ² + PE(2,5 mm ²)
ACU 6	Prysmian	Sintenax Valio	20	2,5	380	2,5	4x2,5mm ² + PE(2,5 mm ²)
ACU 7	Prysmian	Sintenax Valio	20	6	380	6	4x6mm ² + PE(6 mm ²)

Tabla 28: Conductores TS5

Línea seccional 5

Para el circuito seccional cinco (5) se toman en cuenta algunas consideraciones:

- a. Conductor: El mismo será de cobre bajo normas IRAM 2178, con aislación PVC, el cual irá acompañado por la protección eléctrica. Las medidas del cable de la línea seccional son de $4 \times 6 \text{ mm}^2$, el cual tiene una corriente admisible de 37A. La protección eléctrica es de 6 mm^2 , por lo que la nomenclatura será IRAM 2178 PVC Cu $4 \times 6 \text{ mm}^2 + \text{PE} (1 \times 6 \text{ mm}^2)$.
- b. Acceso a los conductos: se podrá acceder al mismo a través de la bandeja portacables, ya que el mismo será rotulado y su posición será la misma a lo largo del camino recorrido, para identificarlo fácilmente en caso de alguna reparación.
- c. Canalización: Los conductores irán alojados en bandejas de fondo perforado Samet TRP-150 de 7350 mm^2 de sección efectiva y medidas $50 \times 150 \times 3000 \text{ mm}$.

A continuación, se mostrarán para el TS5 los circuitos, cantidad de los mismos y corrientes consumidas por cada uno:

Circuito N°	Tipo	Ambiente	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		I [A]		
			Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	R	S	T
IUG 10	IUG	Sala de caldera	2	300	-	-	-	-		1,36	
IUG 11	IUG	Sala de caldera	2	300	-	-	-	-	1,36		
IUG 17	IUG	Semicubierto	8	1200	-	-	-	-	5,45		
IUG 18	IUG	Semicubierto	6	900	-	-	-	-	4,1		
TUG 8	TUG	Sala de caldera	-	-	4	2200	-	-		10	
TUG 9	TUG	Semicubierto	-	-	8	2200	-	-			10
ACU 6	ACU	Sala de caldera	-	-	-	-	1	1940	2,8	2,8	2,8
ACU 7	ACU	Pozo de extracción de agua	-	-	-	-	1	7980	11,5	11,5	11,5
			18	2700	12	4400	2	9920	25,22	25,68	24,32
Por factor de utilización 0,7									17,7	18	17
$I \cong 18 \text{ A (fs= 0,70)}$ Conductor: Cu 4x6 mm²+PE(6) (IRAM 2178 PVC)											

Tabla 29: Tabla corrientes y circuitos de TS5

MEMORIA DE CÁLCULO

Grados de electrificación

Para la selección del grado de electrificación de la fábrica se procedió a contabilizar los metros cuadrados que tenía la misma. En este caso se dividió en dos partes:

1. Para el sector oficinas se utilizó el grado de electrificación para oficinas y locales comerciales proyectados para tal fin;
2. Para el resto de la fábrica se utilizó el grado de electrificación correspondiente a inmuebles destinados a depósitos, transformación o elaboración de sustancias no inflamables.

Los ambientes se muestran a continuación, con sus respectivas superficies:

Grado de electrificación	Ambiente	Superficie [m ²]
Oficinas y locales comerciales proyectados para tal fin	Planta baja oficinas	91,93
	Planta alta oficinas	90,59
Inmuebles destinados a depósitos, transformación o elaboración de sustancias no inflamables	Nave principal	600
	Sala de calderas	25,5
	Taller	20
	Sala de máquinas	19,25
	Depósito	45,5
	Semicubierto	225

Tabla 30: Áreas de ambientes

Tabla 771.8.IV – Resumen de los grados de electrificación de oficinas y locales comerciales proyectados originalmente para tal fin

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)	Demanda de potencia máxima simultánea calculada (sólo para determinar el grado de electrificación)
Mínimo	hasta 30 m ²	hasta 4,5 kVA
Medio	más de 30 m ² hasta 75 m ²	hasta 7,8 kVA
Elevado	más de 75 m ² hasta 150 m ²	hasta 12,2 kVA
Superior	más de 150 m ²	más de 12,2 kVA

Imagen 74: GE para oficinas

Para el primer caso tenemos que el área total es de 182,52 m², por lo que corresponde a grado de electrificación SUPERIOR.

Tabla 771.8.VII – Resumen de los grados de electrificación de inmuebles destinados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)
Mínimo	hasta 300 m ²
Medio	más de 300 m ² hasta 2000 m ²
Elevado	más de 2000 m ² hasta 5000 m ²
Superior	más de 5000 m ²

Imagen 75: GE para elaboración de sustancias no inflamables

Para el segundo caso tenemos que el área total es de 822,75 m², por lo que corresponde a grado de electrificación MEDIO.

Transformador

Para el cálculo del transformador que abastece a la fábrica primero debemos calcular la potencia en kVA que va a ser requerida.

Primero se procedió a calcular la potencia total demandada por cada circuito y también se consideró una ampliación a futuro.

A continuación, vemos en la tabla la potencia expresada en VA utilizada por cada circuito:

IUG 1	IUG 2	IUG 3	IUG 4	IUG 5	IUG 6	IUG 7	IUG 8	IUG 9	IUG 10
1350	1200	1500	1500	1800	1350	900	900	750	300
IUG 11	IUG 12	IUG 13	IUG 14	IUG 15	IUG 16	IUG 17	IUG 18	TUG 1	TUG 2
300	1350	1350	1350	1350	1650	1200	900	2200	2200
TUG 3	TUG 4	TUG 5	TUG 6	TUG 7	TUG 8	TUG 9	TUE 1	TUE 2	TUE 3
2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	3300	3300	3300
TUE 4	TUE 5	IUE 1	IUE 2	ACU 1	ACU 2	ACU 3	ACU 4	ACU 5	ACU 6
3300	3300	3500	2500	1056	1056	1056	1056	2090	1940
ACU 7	ACU 8	ACU 9	ACU 10	ACU 11	OCE 1	OCE 2	OCE 3	OCE 4	OCE 5
7980	10850	28894,0	5681,12	2390,23	10530,2	8964	7170,69	2355,59	4711,18
OCE 6	OCE 7	OCE 8							
4711,18	4711,18	4711,18							

Tabla 31: Potencias en VA de cada circuito

Entonces, la potencia total demandada por la fábrica será la suma de todos los circuitos, por lo que nos queda que necesitamos una potencia de 175214,7 VA.

A esto se suma la ampliación a futuro que debemos tener en cuenta, lo que se tomaron los circuitos IUG 12, IUG 13, IUG 14, IUG 15, IUG 16, TUG 6, TUG 7, TUE 5, OCE 1,

OCE 4, OCE 5, OCE 6, OCE 7 Y OCE 8. Esto nos da una suma de 46480,5 VA solo para la ampliación.

Al sumar la potencia total demandada por la fábrica más la potencia demandada a futuro, nos da una total de 221695,2 VA.

Ahora bien, sabemos que nunca se van a utilizar todas las instalaciones y circuitos al mismo tiempo, por lo que vamos a afectar por factores de simultaneidad para cada circuito.

Para los circuitos donde están involucradas las oficinas, constituido por dos plantas de igual tamaño y perímetro, formando un total de 182,5 m², y donde se utilizará el grado de electrificación para oficinas y locales comerciales proyectados para tal fin, se afectará por un factor de simultaneidad de 0,7 correspondiente a grado de electrificación “superior”.

Para los demás casos, se utilizará el grado de electrificación correspondiente a inmuebles destinados a depósitos, transformación o elaboración de sustancias no inflamables, y en este caso tomaremos el sector de nave principal, como así también la sala de máquinas, el taller, la sala de caldera, el depósito y la región semicubierta donde se realiza la descarga de áridos. Para este caso tenemos que el factor de simultaneidad es de 0,9, correspondiente a grado de electrificación “medio”. Nótese que en el segundo caso el factor de 0,9 es muy elevado, ya que no se utilizarán todos los circuitos y máquinas al mismo tiempo, por lo que se procederá a utilizar un coeficiente de 0,6. El coeficiente global será de 0,614.

Con estos cálculos nos quedarían los siguientes valores de potencia aparente para la selección del transformador:

$$P_{\text{fábrica}} = 108260,2 \text{ VA}$$

$$P_{\text{ampliación}} = 27888,3 \text{ VA}$$

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{fábrica}} + P_{\text{ampliación}} = 108260,2 \text{ VA} + 27888,3 \text{ VA} = 136148,5 \text{ VA}$$

$$\mathbf{P_{\text{TOTAL}} = 136148,5 \text{ VA}}$$

Con este resultado obtenido, voy a seleccionar un transformador de distribución con tanque de expansión Tadeo Czerweny de 160 kVA, de relación de transformación 13,2 kV \pm 2 x 2,5% / 0,4 kV.

Las características técnicas del mismo se muestran en la siguiente imagen:

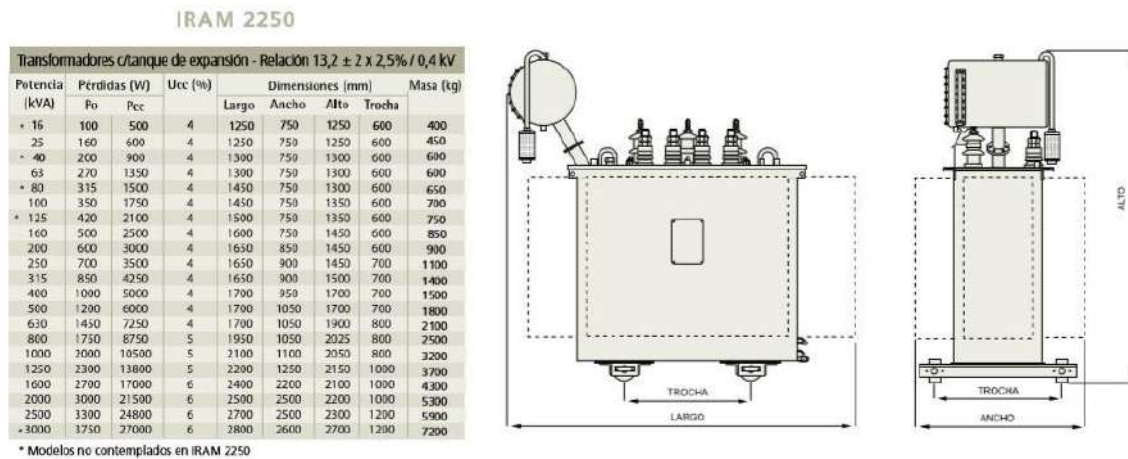


Imagen 76: Características transformador

Puesta a tierra

Para la puesta a tierra y elección de la jabalina, se procedió a elegir una jabalina que de una resistencia menor a 40 Ω, por lo que utilizamos la tabla del reglamento de la AEA para seleccionar la misma.

Resistencia de puesta a tierra para una jabalina enterrada verticalmente:

$$R \approx 0,75 \cdot \frac{\rho}{L} \quad \text{si} \quad 25 \leq \frac{L}{d} \leq 100$$

$$R \approx \frac{\rho}{L} \quad \text{si} \quad 100 \leq \frac{L}{d} \leq 600$$

$$R \approx 1,2 \cdot \frac{\rho}{L} \quad \text{si} \quad 600 \leq \frac{L}{d} \leq 3000$$

R (m): resistencia de puesta a tierra.
L (m): longitud.
d (m): diámetro de la jabalina.
ρ (Ω x m): resistividad del terreno.

Imagen 77: Selección de jabalina

Como la relación entre largo y diámetro de la jabalina es de 236,22, utilizamos la opción del medio, y teniendo una resistividad del terreno de 100 Ωm, que sale de la opción tierra arenisca porosa con precipitaciones de más de 500 mm al año, obtuvimos una resistencia de 33,33 Ω. Una vez realizada la instalación es recomendable corroborar que el valor de Rpat sea el adecuado y se mantenga en el tiempo.

Seleccionamos para el TP una jabalina de alma de acero con recubrimiento de cobre electrolítico marca GENROD modelo L1430 de medidas ½” por 3000 mm de largo.

Bandeja portacables

Para el caso de la bandeja portacables, se seleccionó tomando la cantidad de conductores que van a recorrer la misma a lo largo de la fábrica.

Entonces, antes de comenzar con el cálculo se presentarán las instalaciones involucradas y la sección de los conductores para luego ver el ancho de bandeja.

Circuito	Conductor [mm ²]	Área[mm ²]	Peso [kg/km]
LS1	4x16 + PE[16]	458,6	1219
LS2	4x10 + PE[10]	299,86	718
LS3	3x70/35+ PE[35]	904,3	3189
LS4	4x6 + PE[6]	252,6	547
LS5	4x6 + PE[6]	252,6	547
LSA	3x25/16+ PE[16]	651	1657
TOTAL		2819,0	7877

Tabla 32: Secciones de conductores

Ahora, aplicando la siguiente fórmula y considerando un 30% de ampliación a futuro nos queda que:

$$SEC = \frac{K * (100 + e)}{100} * \sum n$$

Donde:

SEC = Sección útil mínima en bandeja [mm²]

K = 1,4 para cables mayores a 2,5 mm²

e = Reserva para futuras ampliaciones (tomamos 30%)

$\sum n$ = Sumatoria de secciones de los cables

$$SEC = \frac{1,4 * (100 + 30)}{100} * 2819,0 = 5130,7 \text{ mm}^2$$

Con esto se eligió una bandeja portables de fondo perforado de la marca Samet TRP-150 de 7350 mm² de sección efectiva y medidas 50x150x3000 mm.

BANDEJA PERFORADA SAMET ALA 50		
CÓDIGO	AxB	SECCIÓN
	mm	mm ²
TRP-50	50x50	2450
TRP-100	100x50	4900
TRP-150	150x50	7350
TRP-200	200x50	9800
TRP-250	250x50	12250
TRP-300	300x50	14700
TRP-450	450x50	22050
TRP-600	600x50	29400

Imagen 78: Bandeja portables

Ducto

En primer lugar, se seleccionó el tubo que cruzará por debajo de las oficinas y por el cual pasará la línea principal.

Como es sabido el conductor debe ocupar como máximo un 35% de la sección del tubo, por lo que se procedió a calcular el diámetro del mismo.

$d_{3 \times 120/70} = 37\text{mm} \rightarrow$ Aluminio IRAM 2178 XPLE

Esto nos da un resultado de 37 mm, por lo que necesitamos un tubo de 105,7 mm de diámetro, que sería 5" (128,2 mm de diámetro interno).

Para el resto de los lugares donde se utilizarán tubos, los seleccionaremos a través de las siguientes tablas de la AEA:

Sección conductor	mm ²	1,50	2,50	4,00	6,00	10,00
Diámetro exterior máximo	mm	3,50	4,20	4,80	6,30	7,60
Sección total	mm ²	9,62	13,85	18,10	31,17	45,36
Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: acero semipesado)	Sección mm ²	Cantidad de conductores				
RS 16	132	4+PE	2+PE	-	-	-
RL 16	154	5+PE	3+PE	2+PE	-	-
RS 19	177	6+PE	4+PE	3+PE	-	-
RL 19	227	7+PE	5+PE	4+PE	2+PE	-
RS 22	255	9+PE	6+PE	4+PE	2+PE	-
RL 22	314	11+PE	7+PE	5+PE	3+PE	2+PE
RS 25	346	13+PE	9+PE	6+PE	3+PE	2+PE
RL 25	416		10+PE	7+PE	4+PE	2+PE
RS 32	616		15+PE	11+PE	6+PE	4+PE
RL 32	661			12+PE	7+PE	4+PE
RS 38	908				9+PE	6+PE
RL 38	962				10+PE	7+PE
RS 51	1662				18+PE	12+PE
RL 51	1810					

Imagen 79: Tubos I

Tabla 771.12.IX (continuación)

Sección conductor	mm ²	16,00	25,00	35,00	50,00	70,00
Diámetro exterior máximo	mm	8,80	11,00	12,50	14,50	17,00
Sección total	mm ²	60,82	95,03	122,72	165,13	226,98
Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: acero semipesado)	Sección mm ²	Cantidad de conductores				
RS 16	132	-	-	-	-	-
RL 16	154	-	-	-	-	-
RS 19	177	-	-	-	-	-
RL 19	227	-	-	-	-	-
RS 22	255	-	-	-	-	-
RL 22	314	-	-	-	-	-
RS 25	346	-	-	-	-	-
RL 25	416	2+PE	-	-	-	-
RS 32	616	3+PE	-	-	-	-
RL 32	661	3+PE	-	-	-	-
RS 38	908	4+PE	2+PE	2+PE	-	-
RL 38	962	5+PE	3+PE	2+PE	-	-
RS 51	1662	9+PE	5+PE	4+PE	3+PE	2+PE
RL 51	1810	9+PE	6+PE	4+PE	3+PE	2+PE

Imagen 80: Tubos II

Observando estas tablas y la sección de los conductores de cada circuito podemos elegir que tubo vamos a utilizar:

TS1								
IUG 1	IUG 2	IUG 3	IUG 4	IUG 5	IUG 6	IUG 7	TUG 1	TUG 2
2,5	2,5	4	6	6	2,5	2,5	10	10
RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22
TS1								
TUG 3	TUG 4	TUE 1	TUE 2	ACU 1	ACU 2	ACU 3	ACU 4	ACU 5
10	6	10	6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22
TS2								TS3
IUG 8	IUG 9	TUG 5	TUE 3	TUE 4	IUE 1	IUE 2	ACU 8	ACU 9
4	2,5	10	4	6	35	25	4	16
RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS38	RS38	RS22	RS38
TS3								
ACU 10	ACU 11	OCE 1	OCE 2	OCE 3	OCE 4	OCE 5	OCE 6	OCE 7
2,5	2,5	16	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
RS22	RS22	RS38	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22
TS3		TS4						
OCE 8	IUG 12	IUG 13	IUG 14	IUG 15	IUG 16	TUG 6	TUG 7	TUE 5
2,5	10	10	10	10	10	10	10	10
RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22
TS5								
IUG 10	IUG 11	IUG 17	IUG 18	TUG 8	TUG 9	ACU 6	ACU 7	
1,5	1,5	6	2,5	2,5	2,5	2,5	6	
RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS22	RS38	

Tabla 32: Tubos por circuito

Observando la tabla 32, vemos que se utilizarán dos tipos de tubos semipesados, del tipo RS22 y del tipo RS 38.

Descripción general

Observando con detalle el funcionamiento de las máquinas y herramientas presentes en la fábrica podemos llegar a la conclusión de que nunca se utilizarán todas las máquinas al mismo tiempo, por lo que se procederá a aplicar coeficientes de utilización dependiendo la actividad, y que serán los siguientes:

En el caso del coeficiente de utilización de los tableros seccionales tomaremos 0,7 para lo que son circuitos IUG, TUG, TUE, IUE y algunos ACU, como el de la soldadora trifásica, los dos que alimentan a las bombas de la caldera y de extracción de agua, y los cinco aires acondicionados presentes en el sector oficinas.

Para el caso de las máquinas involucradas con el proceso productivo de las columnas de hormigón armado pretensado utilizaremos un coeficiente un poco mayor, en este caso de 0,8 debido a la cantidad de máquinas utilizadas al mismo tiempo durante el proceso productivo.

Se optó por colocar las máquinas de mayor consumo en circuitos ACU y OCE de alimentación propia con sus correspondientes protecciones, tanto termomagnéticas como diferenciales. El criterio de elección de un circuito u otro reside en que las máquinas que funcionan con un solo motor se dispondrán en un circuito ACU, al igual que los aires acondicionados de las oficinas y la soldadora trifásica, en cambio, en los circuitos OCE se colocarán las máquinas que dispongan en su funcionamiento más de un motor.

En el caso de los tableros seccionales se procedió a distribuir las corrientes de los mismos para que el equilibrio de fases sea lo más equitativo posible.

En los tableros seccionales TS1, TS2, TS3, TS4, TS5 y TSA (ampliación a futuro) se utilizarán protecciones diferenciales con un retardo de 30 mA para todos los circuitos involucrados, con el único fin de proteger a operarios y empleados. Por su parte, en el tablero seccional general (TSG) se utilizará una protección diferencial de 300 mA, para lograr una selectividad aguas arriba y que así actúen las protecciones de menor sensibilidad antes de un corte general.

Para el caso de las secciones mínimas de conductores se procedió a respetar la tabla 771.13.I, la cual establece las secciones mínimas por jerarquía de conductor.

Equilibrio de corriente por fases

En las siguientes tablas se mostrarán los tableros seccionales con sus respectivos circuitos eléctricos, en las cuales se especificarán la corriente en cada fase y como están distribuidas las mismas.

Tablero seccional 1 (TS1)

Tablero Seccional 1					
Circuito	Potencia (VA)	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
IUG 1	1350	6,14	6,14		
IUG 2	1200	5,45		5,45	
IUG 3	1500	6,82	6,82		
IUG 4	1500	6,82	6,8		
IUG 5	1800	8,18			8,2
IUG 6	1350	6,14		6,1	
IUG 7	900	4,09		4,1	
TUG 1	2200	10,00	10,0		
TUG 2	2200	10,00		10,0	
TUG 3	2200	10,00			10,0
TUG 4	2200	10,00	10,0		
TUE 1	3300	15,00		15,0	
TUE 2	3300	15,00			15,0
ACU 1	1056	4,80	4,8		
ACU 2	1056	4,80	4,8		
ACU 3	1056	4,80		4,8	
ACU 4	1056	4,80			4,8
ACU 5	2090	9,50			9,5
SUMA	31314		49,36	45,49	47,48
Factor de utilización		X 0,7	34,6	31,8	33,2

Tabla 33: Equilibrio de corriente por fases de TS1

Tablero seccional 2 (TS2)

Tablero Seccional 2					
Circuito	Potencia (VA)	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
IUG 8	900	4,09			4,09
IUG 9	750	3,41			3,41
TUG 5	2200	10,00		10,0	
TUE 3	3300	15,00	15,0		
TUE 4	3300	15,00		15,0	
IUE 1	3500	15,91			15,9
IUE 2	2500	11,36	11,4		
ACU 8	10850	15,66	15,7	15,7	15,7
SUMA	27300		42,02	40,66	39,07
Factor de utilización		X 0,7	29,4	28,5	27,3

Tabla 34: Equilibrio de corriente por fases de TS2

Tablero seccional 3 (TS3)

Tablero Seccional 3					
Circuito	Potencia (VA)	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
ACU 9	28894,07	41,70	41,7	41,7	41,7
ACU 10	5681,12	8,20	8,2	8,2	8,2
ACU 11	2390,23	3,45	3,5	3,5	3,5
OCE 1	10530,23	15,20	15,2	15,2	15,2
OCE 2	8964	12,94	12,94	12,95	12,96
OCE 3	7171	10,35	10,4	10,4	10,4
OCE 4	2355,59	3,40	3,4	3,4	3,4
OCE 5	4711,18	6,80	6,8	6,8	6,8
OCE 6	4711,18	6,80	6,8	6,8	6,8
OCE 7	4711,18	6,80	6,8	6,8	6,8
OCE 8	4711,18	6,80	6,8	6,8	6,8
SUMA	84830,65		109,5	109,5	109,5
Factor de utilización		X 0,8	87,6	87,6	87,6

Tabla 35: Equilibrio de corriente por fases de TS3

Tablero seccional 4 (TS4)

Tablero Seccional 4					
Circuito	Potencia (VA)	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
IUG 12	1350	6,14	6,14		
IUG 13	1350	6,14		6,14	
IUG 14	1350	6,14			6,14
IUG 15	1350	6,14	6,1		
IUG 16	1650	7,50		7,5	
TUG 6	2200	10,00	10,0		
TUG 7	2200	10,00		10,0	
TUE 5	3300	15,00			15,0
SUMA	14750		22,28	23,64	21,14
Factor de utilización		X 0,7	15,6	16,5	14,8

Tabla 36: Equilibrio de corriente por fases de TS4

Tablero seccional 5 (TS5)

Tablero Seccional 5					
Circuito	Potencia (VA)	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
IUG 10	300	1,36		1,36	
IUG 11	300	1,36	1,36		
IUG 17	1200	5,45	5,45		
IUG 18	900	4,09	4,1		
TUG 8	2200	10,00		10,0	
TUG 9	2200	10,00			10,0
ACU 6	1940	2,80	2,8	2,8	2,8
ACU 7	7980	11,52	11,5	11,5	11,5
SUMA	17020		25,22	25,68	24,32
Factor de utilización		X 0,7	17,7	18,0	17,0

Tabla 37: Equilibrio de corriente por fases de TS5

Tablero seccional Ampliación (TSA)

Tablero Seccional Ampliación					
Circuito	Potencia (VA)	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
IUG 12	1350	6,14	6,14		
IUG 13	1350	6,14		6,14	
IUG 14	1350	6,14			6,14
IUG 15	1350	6,14	6,14		
IUG 16	1650	7,50		7,5	
TUG 6	2200	10,00	10,0		
TUG 7	2200	10,00		10,0	
TUE 5	3300	15,00			15,0
OCE 1	10530,23	15,20	15,2	15,2	15,2
OCE 4	2355,59	3,40	3,4	3,4	3,4
OCE 5	4711,18	6,80	6,8	6,8	6,8
OCE 6	4711,18	6,80	6,8	6,8	6,8
OCE 7	4711,18	6,80	6,8	6,8	6,8
OCE 8	4711,18	6,80	6,8	6,8	6,8
SUMA	46480,54		68,08	69,44	66,94
Factor de utilización		X 0,8	54,5	55,6	53,6

Tabla 38: Equilibrio de corriente por fases de TSATablero seccional General (TSG)

Tablero Seccional General					
Circuito	Potencia (VA)	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
TS1	31314	-	34,55	31,80	33,20
TS2	27300	-	29,41	28,46	27,30
TS3	84830,65	-	87,6	87,6	87,6
TS4	14750	-	15,6	16,5	14,8
TS5	17020	-	17,7	18,0	17,0
TSA	46480,54	-	54,5	55,6	53,6
SUMA	221695,2	-	239,3	237,9	233,5

Tabla 39: Equilibrio de corriente por fases de TSG

Cálculo de conductores

Para el cálculo de conductores se procedió a seguir los ocho pasos del reglamento de la AEA, los cuales son:

1) Determinación de la corriente de proyecto I_b

Se determina la corriente de proyecto del circuito seccional, utilizando la corriente de mayor denominación de las tres fases.

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

$$I_B \leq I_Z = I_{admisible} * f_{temperatura} * f_{tipoterreno}$$

Donde:

I_b = corriente para la cual el circuito fue diseñado [A];

I_z = intensidad de corriente máxima admisible del conductor, en régimen permanente en las condiciones de instalación [A];

$I_{admisible}$ = intensidad de corriente máxima admisible del conductor que se obtiene de tablas, en condiciones ideales de instalación [A];

$I_{temperatura}$ = factor de corrección por temperatura [adimensional];

$I_{tipoterreno}$ = factor de corrección por temperatura de terreno [adimensional].

3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Donde;

I_n = Intensidad de corriente asignada por dispositivo de protección, que se obtiene según modelo de dispositivo y según manual de fabricante [A].

4) Verificación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq I_Z * 1,45$$

Donde;

I_2 = Intensidad de corriente de disparo u operación [A].

Para Interruptores PIA tenemos la siguiente intensidad de corriente de disparo:

- $I_2 = 1,45 \cdot I_n$ para $I_n \leq 63$ A en un tiempo convencional de 1 h.
- $I_2 = 1,45 \cdot I_n$ para $I_n > 63$ A en un tiempo convencional de 2 h.

Entonces:

$$\text{Si } I_b \leq I_n \leq I_Z \rightarrow I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I”k

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se utilizan las siguientes fórmulas:

Impedancia de un conductor

$$Z_{alim} = \sqrt{R_{alim}^2 + X_{alim}^2}$$

Donde;

Z_{alim} = Módulo de impedancia del conductor [Ω];

R_{alim} = Resistencia del conductor [Ω];

X_{alim} = Reactancia del conductor [Ω].

Impedancia total

$$\overrightarrow{Z_{TOT}} = \overrightarrow{Z_{LP}} + \overrightarrow{Z_{LS}} + \dots$$

Donde;

$\overrightarrow{Z_{TOT}}$ = Vector de la impedancia total [Ω];

Z_{TOT} = Módulo de la impedancia total [Ω].

Corriente de cortocircuito

$$I'' = \frac{380 [V]}{\sqrt{3} \cdot Z_{TOT}}$$

Donde;

I'' = Intensidad de corriente de cortocircuito [A].

6) Verificación por máxima exigencia térmica

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuitos, debe responder a las dos condiciones siguientes:

I) Regla del poder de corte

La capacidad de ruptura del dispositivo de protección (Pd_{Ccc}), será por lo menos igual a la máxima intensidad de corriente de cortocircuito presunta (I''_k) en el punto donde el dispositivo está instalado.

$$P_{dCcc} \geq I''_k$$

II) Regla del tiempo de corte

Toda corriente causada por un cortocircuito que ocurra en cualquier punto del circuito debe ser interrumpida en un tiempo tal, que no exceda de aquél que lleva al conductor a su temperatura límite admisible.

$$K^2 * S^2 \geq (I^2 * t)$$

Donde:

K = Factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor (temperatura inicial y final del mismo);

S = Sección del conductor [mm²];

I²t = Máxima energía pasante aguas abajo del dispositivo de protección. Este dato no es calculable por el proyectista, es un valor garantizado por el fabricante.

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

Aislación de los conductores		k					
		PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	PVC 70	Desnudo 105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Imagen 81: Valores de k para conductores de línea

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

$$10 * I_n \leq I''_k$$

Donde;

I''_k = Intensidad de corriente mínima de cortocircuito [A].

8) Verificación de la caída de tensión en el circuito

$$\Delta U \leq k \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

Donde;

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

L = Longitud del circuito [km];

I_b = Corriente del circuito [A];

R = Resistencia del conductor a temperatura de servicio $\left[\frac{\Omega}{km}\right]$;

X = Reactancia del conductor a temperatura de servicio $\left[\frac{\Omega}{km}\right]$;

φ = Ángulo de desfase entre tensión y corriente [°].

$$R_{70^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

Donde;

ΔT = Variación de la temperatura del conductor en servicio con una carga del 100% [°C];

$$\alpha_{Cu} = 0,00393 \left[\frac{1}{^{\circ}C}\right]$$

$$\alpha_{Al} = 0,00407 \left[\frac{1}{^{\circ}C}\right]$$

Con todas estas ecuaciones se procederá a calcular los 8 pasos en cada línea que tengamos en la fábrica.

Circuito de línea seccional

El conductor de la línea seccional será un IRAM 2178 XLPE de aluminio de medidas 3x120/70 mm², el mismo irá directamente enterrado a una profundidad no menor a 70 cm con las medidas de protección antes mencionadas en la memoria técnica. Cuando pase por debajo del sector oficinas se dispondrá dentro de un caño de PVC semirrígido de 5” de diámetro y una longitud de 5,5m. Se optó por aislación XLPE de los conductores para reducir la sección de los mismos, debido a que la intensidad de corriente que soportan los mismos es mayor que si se utiliza PVC de la misma sección.

1) Determinación de la corriente de proyecto I_b

La corriente de proyecto es de I_b = 239,3 A.

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

$$I_B \leq I_Z = I_{admisible} * f_{temperatura} * f_{tipoterreno}$$

Se utilizará un factor de temperatura de 1 correspondiente a 40°C y para el tipo de terreno un factor de 1 correspondiente a 25°C.

Con estos datos seleccionamos un conductor de 3x120/70 mm² el cual tiene una corriente admisible de 272 A.

$$239,3 A \leq 272 A = 272x1x1$$

$$239,3 A \leq 272 A$$

Se selecciona un conductor tipo IRAM 2178 XLPE Al de sección 3x120/70 mm² marca Prysmian Sintenax Valio de 272 A de corriente admisible.

Tabla 771.16.VI (continuación)

	Método D2 Directamente enterrado Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266	Método D2 Directamente Enterrado Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266	Método D2 Directamente enterrado Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266	Método D2 Directamente enterrado Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266	Método D2 Directamente enterrado Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266
[mm ²] Aluminio	1x	2x	2x	3x	3x
4	46	47 *	39 *	40	33
6	60	62 *	46 *	52	41
10	75	79 *	63 *	67	53
16	98	104	83	88	69
25	128	136	105	115	88
35	153	163	127	137	106
50	180	194 *	150 *	162	127
70	221	239 *	185 *	198	156
95	265	286 *	219 *	239	186
120	302	326 *	249 *	272	211
150	338	366 *	282 *	305	238
185	384	415 *	316 *	347	267
240	448	484 *	365 *	403	308
300	507	547 *	412 *	456	349
400	583	---	---	---	---
500	679	---	---	---	---
630	782	---	---	---	---

Imagen 82: Corriente admisible para conductores de aluminio

3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Para la corriente del dispositivo de protección se seleccionó un dispositivo que se encuentre entre los dos anteriores;

$$239,3 A \leq 250 A \leq 272 A$$

Se seleccionó un dispositivo de protección de 250 A con las siguientes características:

- Marca: Schneider
- Modelo: Compact NSX250
- Corriente asignada: 250 A
- Capacidad de ruptura: 50 kA
- Curva: N
- Cantidad de polos: 4
- Tensión: 380 V

4) Verificación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq I_Z * 1,45$$

Utilizamos la ecuación anterior, entonces nos queda la siguiente desigualdad:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 250 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 272 \text{ A}$$

$$I_2 = 362,5 \text{ A} \leq 394,4 \text{ A} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I'' k

Corriente de cortocircuito del transformador

$$Z_T = \frac{v_T}{100\%} \times \frac{U_T^2}{S_T} = \frac{4}{100\%} \times \frac{400^2}{160000} = 0,04 \Omega \cong X_T$$

$$I''_K = \frac{c}{\sqrt{3}} \times \frac{U_n}{Z_T} = \frac{1,05}{\sqrt{3}} \times \frac{380}{0,04} = 5759,06 \text{ A}$$

Donde;

u_T = Tensión de cortocircuito asignada: 4%;

U_T = Tensión de línea asignada lado BT [V];

S_T = Potencia del transformador [VA];

c = Factor de tensión (igual a 1,05 en el punto de falla);

U_n = Tensión nominal del sistema en el punto de defecto [V];

Z_T = Impedancia de secuencia directa del transformador, con R_T y X_T .

Corriente de cortocircuito línea del transformador hasta medidor

Para este caso despreciamos X , entonces tenemos que:

$$R_{70^\circ C} = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

$$R_{70^\circ C} = 0,394 \times [1 + 0,00407 \cdot (90 - 20)] = 0,416 \frac{\Omega}{km}$$

$$R = 0,416 \frac{\Omega}{km} \times 0,045 km = 0,018 \Omega$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{(0,018)^2 + (0,04)^2} = 0,044 \Omega$$

$$I''_K = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{T-M}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 0,044} = 4986,20 A$$

Por lo tanto, el cortocircuito en bornes del medidor es de 4986,20 A. Continuamos desde el medidor hasta el TP.

$$R_{70^\circ C} = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

$$R_{70^\circ C} = 0,394 \times [1 + 0,00407 \cdot (90 - 20)] = 0,416 \frac{\Omega}{km}$$

$$R = 0,416 \frac{\Omega}{km} \times 0,003 km = 0,0012 \Omega$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{(0,018 + 0,0012)^2 + (0,04)^2} = 0,044 \Omega$$

$$I''_K = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{T-M}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 0,044} = 4944,7 A$$

Como vemos, al ser una distancia de 3m, lo que disminuye el cortocircuito es casi despreciable.

Ahora calcularemos la corriente de cortocircuito en bornes del TSG:

$$R_{70^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

$$R_{70^{\circ}C} = 0,394 \times [1 + 0,00407 \cdot (90 - 20)] = 0,416 \frac{\Omega}{km}$$

$$R = 0,416 \frac{\Omega}{km} \times 0,035 km = 0,01456 \Omega$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{(0,018 + 0,0012 + 0,01465)^2 + (0,04)^2} = 0,052 \Omega$$

$$I''_K = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{T-M}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 0,052} = 4186,4 A$$

Por lo tanto, la corriente de cortocircuito en bornes del TSG será de 4186,4 A.

6) Verificación por máxima exigencia térmica

I) Regla del poder de corte

Tomando el punto anterior vemos que $I''_{kMAX} = 4944,7 A$ y tenemos termomagnéticas de 50000 A de poder de corte, por lo que:

$$P_{dccc} \geq I''_k$$

$$50000 A \geq 4944,7 A$$

II) Regla del tiempo de corte

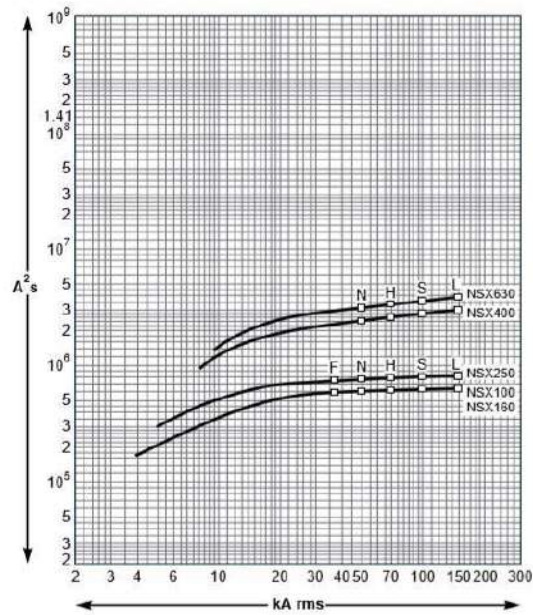


Imagen 83: Valores de A²s

Para valores de capacidad de ruptura de 50 kA, tenemos que $(I^2 * t)$ será de 6000000 A²s.

Por lo que nos queda la siguiente desigualdad:

$$K^2 * S^2 \geq (I^2 * t)$$

$$94^2 * 120^2 \geq 6000000$$

$$127238400 \text{ A}^2\text{s} \geq 6000000 \text{ A}^2\text{s}$$

El valor de k se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

Aislación de los conductores		k					
		PVC ≤ 300 mm²	PVC > 300 mm²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
						PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Imagen 84: Valores de k para distintos tipos de conductores

7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_k \min$

$$10 * I_n \leq I''_k$$

$$10 * 250 \leq 4716,5 A$$

$$2500 A \leq 4716,5 A$$

8) Verificación de la caída de tensión en el circuito

$$R_{70^\circ C} = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)], \text{ con } R_{20^\circ C} = 0,324 \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70^\circ C} = 0,324 \times [1 + 0,00407 \cdot (90 - 20)] = 0,42 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U \leq k \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

Reemplazando los valores en la ecuación anterior tenemos que:

$$\Delta U \leq \sqrt{3} \times 242,5 \times 0,035 \times (0,42 \times 0,85 + 0,0689 \times 0,53) = 5,7 V \approx 1,5 \%$$

Otros

- Canalización: El conductor irá directamente enterrado hasta 50 cm antes de pasar por debajo de las oficinas, luego de eso se dispondrá dentro de un tubo de PVC de diámetro 5", en el cual alojan los conductores ocupando una sección equivalente al 35 % de la sección del tubo.
- Verificación de la sección mínima de los conductores: Para líneas principales la sección mínima es de 4 mm², por lo que se cumple.

Circuito de línea seccional 1 del TS1

El conductor de la línea seccional 1 será un IRAM 2178 PVC de cobre de medidas 4x16mm² + PE (16) mm², el mismo irá sobre bandejas portacables de fondo perforado.

1) Determinación de la corriente de proyecto Ib

La corriente de proyecto es de $I_b = 34,6$ A.

2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible Iz

$$I_B \leq I_Z = I_{admisible} * f_{temperatura} * f_{agrupamiento}$$

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares											Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No es necesario una mayor reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares			Método C
3	Una sola capa fijada debajo de cieloraso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Una sola capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				Métodos E y F
5	Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrapada	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Imagen 85: Factor de agrupamiento para cables

Se utilizará un factor de temperatura de 1 correspondiente a 40°C y para el agrupamiento se adoptará de acuerdo al número de circuitos, que es de 6.

Entonces tenemos que buscar un conductor tal que sea mayor a la corriente de proyecto dividido los factores involucrados:

$$I_z = \frac{34,6}{1 \times 0,73} = 47,4 \text{ A}$$

Con estos datos seleccionamos un conductor de 4x16 mm² el cual tiene una corriente admisible de 70 A.

$$34,6 \text{ A} \leq 51,1 \text{ A} = 70 \times 1 \times 0,73$$

$$34,6 \text{ A} \leq 51,1 \text{ A}$$

Se selecciona un conductor tipo IRAM 2178 PVC Cu de sección 4x16 mm² + PE(16mm²) marca Prysmian Sintenax Valio de 51,1 A de corriente admisible.

Tabla 771.16.III – Intensidades de corriente admisibles [A] para temperatura ambiente de 40 °C

	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B2	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B2	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 C	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 C	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 E	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 E
[mm ²] Cobre	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	116	103	146	125	157	133
70	146	130	185	160	202	171
95	175	156	224	194	245	207
120	202	179	260	225	285	240

Imagen 86: Corriente admisible para conductores de cobre

3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Para la corriente del dispositivo de protección se seleccionó un dispositivo que se encuentre entre los dos anteriores;

$$34,6 A \leq 40 A \leq 51,1 A$$

Se seleccionó un dispositivo de protección de 40 A con las siguientes características:

- Marca: Schneider
- Modelo: iDPN N
- Corriente asignada: 40 A
- Capacidad de ruptura: 6 kA
- Curva: C
- Cantidad de polos: 4
- Tensión: 380 V

4) Verificación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq I_Z * 1,45$$

Utilizamos la ecuación anterior, entonces nos queda la siguiente desigualdad:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 40 A \leq 1,45 \cdot 51,1 A$$

$$I_2 = 58 A \leq 74,1 A \rightarrow \text{VERIFICA}$$

5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

$$I''_k = 4186,4 \text{ A}$$

Esta corriente de cortocircuito mínima calculada para el TP, será la máxima para cada tablero seccional, entonces la misma es de 4186,4 A.

Para la corriente mínima de cortocircuito tenemos que:

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = 1,45 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 1,734 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R = 1,734 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 0,0126 \text{ km} = 0,0218 \Omega$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{(0,018 + 0,0012 + 0,01465 + 0,0218)^2 + (0,04)^2} = 0,068 \Omega$$

$$I''_k = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{T-M}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 0,068} = 3201,22 \text{ A}$$

6) Verificación por máxima exigencia térmica

I) Regla del poder de corte

Tomando el punto anterior vemos que $I''_{kMAX} = 4186,4 \text{ A}$ y tenemos termomagnéticas de 6000 A de poder de corte, por lo que:

$$P_{dccc} \geq I''_k$$

$$6000 \text{ A} \geq 4186,4 \text{ A}$$

II) Regla del tiempo de corte

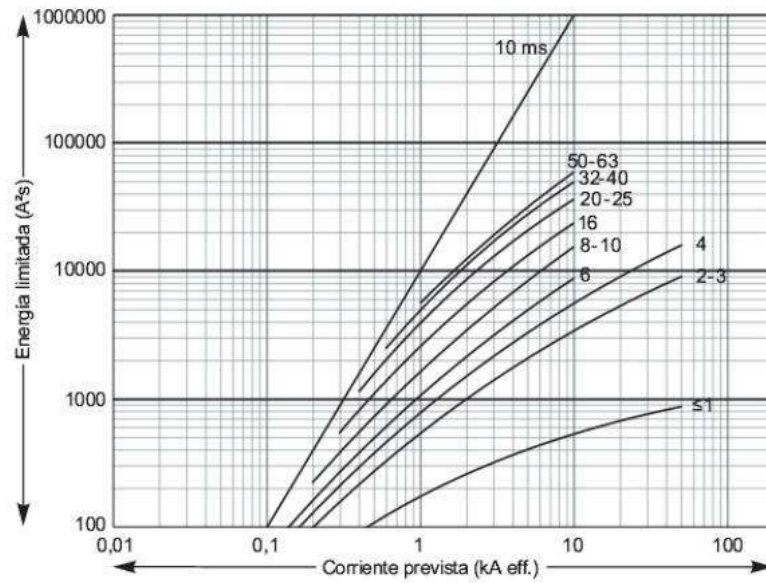


Imagen 87: Valores de A²s

Por lo que nos queda la siguiente desigualdad:

$$K^2 * S^2 \geq (I^2 * t)$$

$$115^2 * 16^2 \geq 35000$$

$$3385600 \text{ A}^2\text{s} \geq 35000 \text{ A}^2\text{s}$$

El valor de k se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 771.19.II – Valores de *k* para los conductores de línea

Aislación de los conductores		<i>k</i>					
		PVC ≤ 300 mm²	PVC > 300 mm²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
						PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Imagen 88: Valores de k para distintos tipos de conductores

7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_k \min$

$$10 * I_n \leq I''_k$$

$$10 * 40 \leq 3201,22 A$$

$$400 A \leq 3201,22 A$$

8) Verificación de la caída de tensión en el circuito

$$R_{70^\circ C} = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)], \text{ con } R_{20^\circ C} = 1,45 \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70^\circ C} = 1,45 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 1,734 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U \leq k \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

Reemplazando los valores en la ecuación anterior tenemos que:

$$\Delta U \leq \sqrt{3} \times 34,60 \times 0,0126 \times (1,734 \times 0,85 + 0,0813 \times 0,53) = 1,1 V \approx 0,3 \%$$

Otros

- Canalización: El conductor irá sobre bandeja portacables de fondo perforado.
- Verificación de la sección mínima de los conductores: Para líneas principales la sección mínima es de 4 mm^2 , por lo que se cumple.

Circuito de línea seccional 2 del TS2

El conductor de la línea seccional 2 será un IRAM 2178 PVC de cobre de medidas 4x10mm² + PE (10) mm², el mismo irá sobre bandejas portacables de fondo perforado.

1) Determinación de la corriente de proyecto Ib

La corriente de proyecto es de $I_b = 29,40$ A.

2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible Iz

$$I_B \leq I_Z = I_{admisible} * f_{temperatura} * f_{agrupamiento}$$

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares											Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No es necesario una mayor reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares			Método C
3	Una sola capa fijada debajo de cieloraso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Una sola capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				Métodos E y F
5	Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrapada	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Imagen 89: Factor de agrupamiento para cables

Se utilizará un factor de temperatura de 1 correspondiente a 40°C y para el agrupamiento se adoptará de acuerdo al número de circuitos, que es de 6.

Entonces tenemos que buscar un conductor tal que sea mayor a la corriente de proyecto dividido los factores involucrados:

$$I_z = \frac{29,4}{1 \times 0,73} = 40,27A$$

Con estos datos seleccionamos un conductor de 4x10 mm² el cual tiene una corriente admisible de 52A.

$$29,4 A \leq 37,96 A = 52 \times 1 \times 0,73$$

$$29,4 A \leq 37,96 A$$

Se selecciona un conductor tipo IRAM 2178 PVC Cu de sección 4x10 mm² + PE(10mm²) marca Prysmian Sintenax Valio de 37,96 A de corriente admisible.

Tabla 771.16.III – Intensidades de corriente admisibles [A] para temperatura ambiente de 40 °C

[mm ²] Cobre	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico
	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 E	IRAM 2178 IRAM 62266 E
	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	116	103	146	125	157	133
70	146	130	185	160	202	171
95	175	156	224	194	245	207
120	202	179	260	225	285	240

Imagen 90: Corriente admisible para conductores de cobre

3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Para la corriente del dispositivo de protección se seleccionó un dispositivo que se encuentre entre los dos anteriores;

$$29,4 \text{ A} \leq 32 \text{ A} \leq 37,96 \text{ A}$$

Se seleccionó un dispositivo de protección de 40 A con las siguientes características:

- Marca: Schneider
- Modelo: iDPN N
- Corriente asignada: 32 A
- Capacidad de ruptura: 6 kA
- Curva: C
- Cantidad de polos: 4
- Tensión: 380 V

4) Verificación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq I_Z * 1,45$$

Utilizamos la ecuación anterior, entonces nos queda la siguiente desigualdad:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 32 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 37,96 \text{ A}$$

$$I_2 = 46,4 \text{ A} \leq 55,04 \text{ A} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

$$I''_k = 4186,4 \text{ A}$$

Esta corriente de cortocircuito mínima calculada para el TP, será la máxima para cada tablero seccional, entonces la misma es de 4186,4 A.

Para la corriente mínima de cortocircuito tenemos que:

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = 2,29 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 2,74 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R = 2,74 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 0,0064 \text{ km} = 0,017 \Omega$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{(0,018 + 0,0012 + 0,01465 + 0,017)^2 + (0,04)^2} = 0,064 \Omega$$

$$I''_k = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{T-M}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 0,064} = 3391,07 \text{ A}$$

6) Verificación por máxima exigencia térmica

I) Regla del poder de corte

Tomando el punto anterior vemos que $I''_{kMAX} = 4186,4 \text{ A}$ y tenemos termomagnéticas de 6000 A de poder de corte, por lo que:

$$P_{dccc} \geq I''_k$$

$$6000 \text{ A} \geq 4186,4 \text{ A}$$

II) Regla del tiempo de corte

Tabla 771-H.X - Para pequeños interruptores automáticos de 16 A < In ≤ 32 A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	1	2		3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin limite	40 000	50 000	18 000	22 000
4500	Sin limite	80 000	100 000	32 000	39 000
6000	Especificado	130 000	160 000	45 000	55 000
10000	Especificado	310 000	370 000	90 000	110 000

Imagen 91: Valores de A²s

Para valores de capacidad de ruptura de 6 kA, curva C y clase 3, tenemos que ($I^2 * t$) será de 55000 A²s.

Por lo que nos queda la siguiente desigualdad:

$$K^2 * S^2 \geq (I^2 * t)$$

$$115^2 * 10^2 \geq 55000$$

$$1322500 A^2s \geq 55000 A^2s$$

El valor de k se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

Aislación de los conductores		k					
		PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
						PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Imagen 92: Valores de k para distintos tipos de conductores

7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_k \min$

$$10 * I_n \leq I''_k$$

$$10 * 32 \leq 3391,07 A$$

$$320 A \leq 3391,07 A$$

8) Verificación de la caída de tensión en el circuito

$$R_{70^\circ C} = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)], \text{ con } R_{20^\circ C} = 2,29 \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70^\circ C} = 2,29 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 2,74 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U \leq k \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

Reemplazando los valores en la ecuación anterior tenemos que:

$$\Delta U \leq \sqrt{3} \times 29,4 \times 0,0064 \times (2,74 \times 0,85 + 0,086 \times 0,53) = 1,7 V \approx 0,8 \%$$

Otros

- Canalización: El conductor irá sobre bandeja portacables de fondo perforado.
- Verificación de la sección mínima de los conductores: Para líneas principales la sección mínima es de 4 mm^2 , por lo que se cumple.

Circuito de línea seccional 3 del TS3

El conductor de la línea seccional 3 será un IRAM 2178 PVC de cobre de medidas 3x70/35mm² + PE (35) mm², el mismo irá sobre bandejas portacables de fondo perforado.

1) Determinación de la corriente de proyecto Ib

La corriente de proyecto es de $I_b = 87,60$ A.

2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible Iz

$$I_B \leq I_Z = I_{admisible} * f_{temperatura} * f_{agrupamiento}$$

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares												Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embudidos o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No es necesario una mayor reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares			Método C
3	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				
4	Una sola capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				Métodos E y F
5	Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrapada	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Imagen 93: Factor de agrupamiento para cables

Se utilizará un factor de temperatura de 1 correspondiente a 40°C y para el agrupamiento se adoptará de acuerdo al número de circuitos, que es de 6.

Entonces tenemos que buscar un conductor tal que sea mayor a la corriente de proyecto dividido los factores involucrados:

$$I_z = \frac{87,60}{1 \times 0,73} = 120 \text{ A}$$

Con estos datos seleccionamos un conductor de 3x70/35 mm² el cual tiene una corriente admisible de 171A.

$$87,60 A \leq 124,83 A = 171 \times 0,73$$

$$87,60 A \leq 124,83 A$$

Se selecciona un conductor tipo IRAM 2178 PVC Cu de sección 3x70/35 mm² + PE(35mm²) marca Prysmian Sintenax Valio de 124,83 A de corriente admisible.

Tabla 771.16.III – Intensidades de corriente admisibles [A] para temperatura ambiente de 40 °C

[mm ²] Cobre	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico
	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 E	IRAM 2178 IRAM 62266 E
	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	116	103	146	125	157	133
70	146	130	185	160	202	171
95	175	156	224	194	245	207
120	202	179	260	225	285	240

Imagen 94: Corriente admisible para conductores de cobre

3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Para la corriente del dispositivo de protección se seleccionó un dispositivo que se encuentre entre los dos anteriores;

$$87,60 \text{ A} \leq 100 \text{ A} \leq 124,23 \text{ A}$$

Se seleccionó un dispositivo de protección de 100 A con las siguientes características:

- Marca: Schneider
- Modelo: Vigi C120N
- Corriente asignada: 100 A
- Capacidad de ruptura: 10 kA
- Curva: C
- Cantidad de polos: 4
- Tensión: 380 V

4) Verificación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq I_Z * 1,45$$

Utilizamos la ecuación anterior, entonces nos queda la siguiente desigualdad:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 100 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 124,23 \text{ A}$$

$$I_2 = 145 \text{ A} \leq 180,13 \text{ A} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

$$I''_k = 4186,4 \text{ A}$$

Esta corriente de cortocircuito mínima calculada para el TP, será la máxima para cada tablero seccional, entonces la misma es de 4186,4 A.

Para la corriente mínima de cortocircuito tenemos que:

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = 0,321 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 0,38 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R = 0,38 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 0,02 \text{ km} = 0,0076 \Omega$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{(0,018 + 0,0012 + 0,01465 + 0,0076)^2 + (0,04)^2} = 0,057 \Omega$$

$$I''_k = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{T-M}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 0,057} = 3808,71 \text{ A}$$

6) Verificación por máxima exigencia térmica

I) Regla del poder de corte

Tomando el punto anterior vemos que $I''_{kMAX} = 4186,4 \text{ A}$ y tenemos termomagnéticas de 10000 A de poder de corte, por lo que:

$$P_{dccc} \geq I''_k$$

$$10000 \text{ A} \geq 4186,4 \text{ A}$$

II) Regla del tiempo de corte

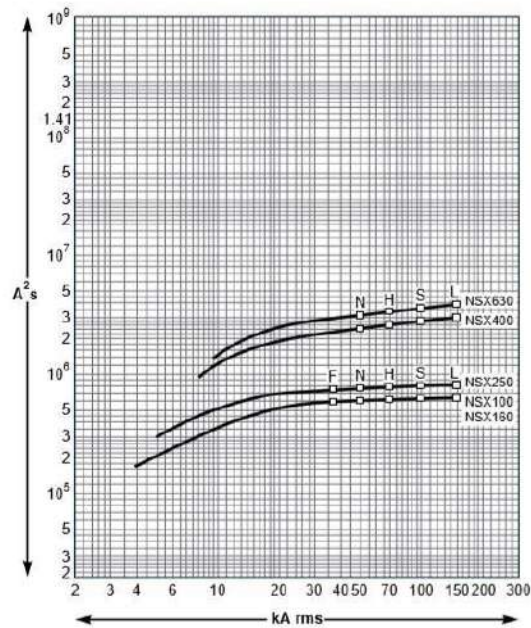


Imagen 95: Valores de A^2s

Para valores de capacidad de ruptura de 10 kA, curva C y clase 3, tenemos que $(I^2 * t)$ será de 400000 A^2s .

Por lo que nos queda la siguiente desigualdad:

$$K^2 * S^2 \geq (I^2 * t)$$

$$115^2 * 70^2 \geq 400000$$

$$64802500 A^2s \geq 400000 A^2s$$

El valor de k se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

Aislación de los conductores		k					
		PVC \leq 300 mm ²	PVC $>$ 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
						PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Imagen 96: Valores de k para distintos tipos de conductores

7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_k \min$

$$10 * I_n \leq I''_k$$

$$10 * 100 \leq 3808,71 A$$

$$1000 A \leq 3808,71 A$$

8) Verificación de la caída de tensión en el circuito

$$R_{70^\circ C} = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)], \text{ con } R_{20^\circ C} = 0,321 \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70^\circ C} = 0,321 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 0,38 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U \leq k \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

Reemplazando los valores en la ecuación anterior tenemos que:

$$\Delta U \leq \sqrt{3} \times 87,6 \times 0,02 \times (0,38 \times 0,85 + 0,0736 \times 0,53) = 1,1 V \approx 0,29 \%$$

Otros

- Canalización: El conductor irá sobre bandeja portacables de fondo perforado.
- Verificación de la sección mínima de los conductores: Para líneas principales la sección mínima es de 4 mm², por lo que se cumple.

Circuito de línea seccional 4 del TS4

El conductor de la línea seccional 4 será un IRAM 2178 PVC de cobre de medidas 4x6mm² + PE (6) mm², el mismo irá sobre bandejas portacables de fondo perforado.

1) Determinación de la corriente de proyecto Ib

La corriente de proyecto es de $I_b = 16,5$ A.

2) Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible Iz

$$I_B \leq I_Z = I_{admisible} * f_{temperatura} * f_{agrupamiento}$$

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares											Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embudidos o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No es necesario una mayor reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares			Método C
3	Una sola capa fijada debajo de cielo raso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Una sola capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				Métodos E y F
5	Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrapada	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Imagen 97: Factor de agrupamiento para cables

Se utilizará un factor de temperatura de 1 correspondiente a 40°C y para el agrupamiento se adoptará de acuerdo al número de circuitos, que es de 6.

Entonces tenemos que buscar un conductor tal que sea mayor a la corriente de proyecto dividido los factores involucrados:

$$I_z = \frac{16,5}{1 \times 0,73} = 22,60 \text{ A}$$

Con estos datos seleccionamos un conductor 4x6 mm² el cual tiene una corriente admisible de 37 A.

$$16,5 \text{ A} \leq 27,01 \text{ A} = 37 \times 1 \times 0,73$$

$$16,5 \text{ A} \leq 27,01 \text{ A}$$

Se selecciona un conductor tipo IRAM 2178 PVC Cu de sección 4x6 mm² + PE(6mm²) marca Prysmian Sintenax Valio de 27,01 A de corriente admisible.

Tabla 771.16.III – Intensidades de corriente admisibles [A] para temperatura ambiente de 40 °C

[mm ²] Cobre	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico
	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 E	IRAM 2178 IRAM 62266 E
	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	116	103	146	125	157	133
70	146	130	185	160	202	171
95	175	156	224	194	245	207
120	202	179	260	225	285	240

Imagen 98: Corriente admisible para conductores de cobre

3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Para la corriente del dispositivo de protección se seleccionó un dispositivo que se encuentre entre los dos anteriores;

$$16,5 \text{ A} \leq 25 \text{ A} \leq 27,01 \text{ A}$$

Se seleccionó un dispositivo de protección de 25 A con las siguientes características:

Marca: Schneider

Modelo: iDPN N

Corriente asignada: 25 A

Capacidad de ruptura: 6 kA

Curva: C

Cantidad de polos: 4

Tensión: 380 V

4) Verificación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq I_Z * 1,45$$

Utilizamos la ecuación anterior, entonces nos queda la siguiente desigualdad:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 25 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 27,01 \text{ A}$$

$$I_2 = 36,25 \text{ A} \leq 39,16 \text{ A} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

$$I''_k = 4186,4 \text{ A}$$

Esta corriente de cortocircuito mínima calculada para el TP, será la máxima para cada tablero seccional, entonces la misma es de 4186,4 A.

Para la corriente mínima de cortocircuito tenemos que:

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = 3,95 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 4,73 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R = 4,73 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 0,018 \text{ km} = 0,085 \Omega$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{(0,018 + 0,0012 + 0,01465 + 0,085)^2 + (0,04)^2} = 0,125 \Omega$$

$$I''_k = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{T-M}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 0,125} = 1749,53 \text{ A}$$

6) Verificación por máxima exigencia térmica

I) Regla del poder de corte

Tomando el punto anterior vemos que $I''_{kMAX} = 4186,4 \text{ A}$ y tenemos termomagnéticas de 6000 A de poder de corte, por lo que:

$$P_{dccc} \geq I''_k$$

$$6000 \text{ A} \geq 4186,4 \text{ A}$$

II) Regla del tiempo de corte

Tabla 771-H.X - Para pequeños interruptores automáticos de $16 A < I_n \leq 32 A$

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	1	2		3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite Especificado	40 000	50 000	18 000	22 000
4500		80 000	100 000	32 000	39 000
6000		130 000	160 000	45 000	55 000
10000		310 000	370 000	90 000	110 000

Imagen 99: Valores de A²s

Para valores de capacidad de ruptura de 6 kA, curva C y clase 3, tenemos que ($I^2 * t$) será de 55000 A²s.

Por lo que nos queda la siguiente desigualdad:

$$K^2 * S^2 \geq (I^2 * t)$$

$$115^2 * 6^2 \geq 55000$$

$$476100 A^2s \geq 55000 A^2s$$

El valor de k se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

Aislación de los conductores		k					
		PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
						PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Imagen 100: Valores de k para distintos tipos de conductores

7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_k \min$

$$10 * I_n \leq I''_k$$

$$10 * 25 \leq 1749,53 A$$

$$250 A \leq 1749,53 A$$

8) Verificación de la caída de tensión en el circuito

$$R_{70^\circ C} = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)], \text{ con } R_{20^\circ C} = 3,95 \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70^\circ C} = 3,95 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 4,73 \frac{\Omega}{km}$$

$$\Delta U \leq k \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

Reemplazando los valores en la ecuación anterior tenemos que:

$$\Delta U \leq \sqrt{3} \times 18 \times 0,018 \times (4,73 \times 0,85 + 0,0901 \times 0,53) = 2,3 V \approx 0,6 \%$$

Otros

- Canalización: El conductor irá sobre bandeja portacables de fondo perforado.
- Verificación de la sección mínima de los conductores: Para líneas principales la sección mínima es de 4 mm², por lo que se cumple.

Circuito de línea seccional 5 del TS5

El conductor de la línea seccional 5 será un IRAM 2178 PVC de cobre de medidas $4 \times 6 \text{mm}^2 + \text{PE (6) mm}^2$, el mismo irá sobre bandejas portacables de fondo perforado.

1) Determinación de la corriente de proyecto I_b

La corriente de proyecto es de $I_b = 18 \text{ A}$.

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

$$I_B \leq I_Z = I_{\text{admisible}} * f_{\text{temperatura}} * f_{\text{agrupamiento}}$$

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares											Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No es necesario una mayor reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares			Método C
3	Una sola capa fijada debajo de cielo raso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Una sola capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				Métodos E y F
5	Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrapada	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Imagen 101: Factor de agrupamiento para cables

Se utilizará un factor de temperatura de 1 correspondiente a 40°C y para el agrupamiento se adoptará de acuerdo al número de circuitos, que es de 6.

Entonces tenemos que buscar un conductor tal que sea mayor a la corriente de proyecto dividido los factores involucrados:

$$I_z = \frac{18}{1 \times 0,73} = 24,65 \text{ A}$$

Con estos datos seleccionamos un conductor 4x6 mm² el cual tiene una corriente admisible de 37 A.

$$18 \text{ A} \leq 27,01 \text{ A} = 37 \times 1 \times 0,73$$

$$18 \text{ A} \leq 27,01 \text{ A}$$

Se selecciona un conductor tipo IRAM 2178 PVC Cu de sección 4x6 mm² + PE(6mm²) marca Prysmian Sintenax Valio de 27,01 A de corriente admisible.

Tabla 771.16.III – Intensidades de corriente admisibles [A] para temperatura ambiente de 40 °C

[mm ²] Cobre	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico
	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 E	IRAM 2178 IRAM 62266 E
	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	116	103	146	125	157	133
70	146	130	185	160	202	171
95	175	156	224	194	245	207
120	202	179	260	225	285	240

Imagen 102: Corriente admisible para conductores de cobre

3) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Para la corriente del dispositivo de protección se seleccionó un dispositivo que se encuentre entre los dos anteriores;

$$18 \text{ A} \leq 25 \text{ A} \leq 27,01 \text{ A}$$

Se seleccionó un dispositivo de protección de 25 A con las siguientes características:

- Marca: Schneider
- Modelo: iDPN N
- Corriente asignada: 25 A
- Capacidad de ruptura: 6 kA
- Curva: C
- Cantidad de polos: 4
- Tensión: 380 V

4) Verificación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq I_Z * 1,45$$

Utilizamos la ecuación anterior, entonces nos queda la siguiente desigualdad:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 25 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 27,01 \text{ A}$$

$$I_2 = 36,25 \text{ A} \leq 39,16 \text{ A} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

$$I''_k = 4186,4 \text{ A}$$

Esta corriente de cortocircuito mínima calculada para el TP, será la máxima para cada tablero seccional, entonces la misma es de 4186,4 A.

Para la corriente mínima de cortocircuito tenemos que:

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)]$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = 3,95 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 4,73 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R = 4,73 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 0,027 \text{ km} = 0,127 \Omega$$

$$Z_{T-M} = \sqrt{(0,018 + 0,0012 + 0,01465 + 0,127)^2 + (0,04)^2} = 0,165 \Omega$$

$$I''_k = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{T-M}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 0,165} = 1323,64 \text{ A}$$

6) Verificación por máxima exigencia térmica

I) Regla del poder de corte

Tomando el punto anterior vemos que $I''_{kMAX} = 4186,4 \text{ A}$ y tenemos termomagnéticas de 6000 A de poder de corte, por lo que:

$$P_{dccc} \geq I''_k$$

$$6000 \text{ A} \geq 4186,4 \text{ A}$$

II) Regla del tiempo de corte

Tabla 771-H.X - Para pequeños interruptores automáticos de 16 A < In ≤ 32 A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	1	2		3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite Especificado	40 000	50 000	18 000	22 000
4500		80 000	100 000	32 000	39 000
6000		130 000	160 000	45 000	55 000
10000		310 000	370 000	90 000	110 000

Imagen 103: Valores de A²s

Para valores de capacidad de ruptura de 6 kA, curva C y clase 3, tenemos que ($I^2 * t$) será de 55000 A²s.

Por lo que nos queda la siguiente desigualdad:

$$K^2 * S^2 \geq (I^2 * t)$$

$$115^2 * 6^2 \geq 55000$$

$$476100 \text{ A}^2\text{s} \geq 55000 \text{ A}^2\text{s}$$

El valor de k se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

Aislación de los conductores		k					
		PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
						PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Imagen 104: Valores de k para distintos tipos de conductores

7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_k \min$

$$10 * I_n \leq I''_k$$

$$10 * 25 \leq 1323,64 \text{ A}$$

$$250 \text{ A} \leq 1323,64 \text{ A}$$

8) Verificación de la caída de tensión en el circuito

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha \cdot (\Delta T)], \text{ con } R_{20^\circ\text{C}} = 3,95 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = 3,95 \times [1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)] = 4,73 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\Delta U \leq k \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

Reemplazando los valores en la ecuación anterior tenemos que:

$$\Delta U \leq \sqrt{3} \times 18 \times 0,027 \times (4,73 \times 0,85 + 0,0901 \times 0,53) = 3,4 \text{ V} \approx 0,9 \%$$

Otros

- Canalización: El conductor irá sobre bandeja portacables de fondo perforado.
- Verificación de la sección mínima de los conductores: Para líneas principales la sección mínima es de 4 mm^2 , por lo que se cumple.

Longitudes máximas por circuito

Para los circuitos seccionales y terminales se utilizaron las siguientes tablas, las cuales detallan, de acuerdo a la corriente de cortocircuito y la sección del conductor, cual es el largo máximo permitido del mismo. Siempre se adoptó el tipo de curva C:

Tabla 771-H.VII
Conductores con aislación termoplástica

Corriente de cortocircuito en tablero principal (A)		3000	4000	6000	10000	12000	15000	18000	20000	22000			
Sección del conductor Cu	Intensidad asignada del fusible o interruptor automático				Longitud máxima de los conductores para la actuación de la protección [m]								
	IRAM 2245 o IEC 60269	IRAM 2169	IEC 60898	Tipo curva									
4	25	25	25	B	66	68	70	72	72	73	73	73	73
				C	170	172	174	175	176	176	176	177	177
				D	81	83	85	87	87	87	88	88	88
				D	37	39	41	42	43	43	43	43	43
6	32	32	32	B	197	200	203	205	205	206	206	207	207
				C	93	95	98	101	101	102	102	102	103
				D	40	43	46	49	49	50	50	50	50
				D	128	133	138	142	143	144	144	145	145
10	35	40	40	B	268	273	278	282	283	284	285	285*	285
				C	124	129	134	138	139	140	141	141	141
				D	52	57	62	66	67	68	69	69	69
				D	98	106	114	120	122	124	125	125	126
16	50	50	50	B	332	340	348	354	356	357	358	359	359
				C	150	158	166	172	174	175	177	177	177
				D	59	67	75	81	83	85	86	86	87
				D	107	120	132	142	144	147	148	149	150
25	63	63	63	B	398	411	423	433	435	438	439	440	441
				C	174	187	199	209	212	214	216	216	217
				D	63	75	87	97	100	102	104	105	105
				D	83	101	118	132	135	139	141	142	143
35	80	80	80	B	427	444	432	476	479	482	485	486	487
				C	179	196	213	227	231	234	237	238	239
				D	55	72	89	103	107	110	113	114	115
				D	59	84	108	128	133	138	142	143	145
50	100	100	100	B	470	495	520	540	545	550	553	555	556
				C	185	210	235	255	260	265	268	270	271
				D	43	68	93	113	118	123	126	128	129
				D	59	84	108	128	133	138	142	143	145
70	125	125	125	B	506	541	576	605	612	619	623	626	628
				C	182	217	253	281	288	295	300	302	304
				D	20	56	91	119	126	133	138	141	142
				D	59	84	108	128	133	138	142	143	145

Imagen 105: Longitud máxima conductores seccionales

Tabla 771-H.VIII
Conductores con aislación termoplástica

Corriente de cortocircuito en tablero seccional [A]				1500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	
Sección Cu [mm ²]	Intensidad asignada del fusible o interruptor automático			Longitud máxima de los conductores para la actuación de la protección [m]									
	IRAM 2245 o IEC 60269	IRAM 2169	IEC 60898	Tipo curva									
1,5	10	10	10	B	69	72	73	73	74	74	74	74	
				C	160	163	163	164	164	164	164	164	165
				D	77	80	81	81	81	81	82	82	82
					36	38	39	40	40	40	40	40	40
2,5	16	16	16	B	96	101	102	103	104	104	104	104	
				C	163	167	169	169	170	170	170	171	171
				D	77	81	83	83	84	84	84	85	85
					33	38	39	40	41	41	41	41	42
4	25	25	25	B	59	66	68	69	70	71	71	71	
				C	162	170	172	173	174	174	175	175	175
				D	73	81	83	84	85	86	86	86	87
					29	37	39	40	41	41	42	42	42
6	32	32	32	B	185	197	200	201	203	203	204	204	
				C	81	93	95	97	98	99	100	100	101
				D	29	40	43	45	46	47	48	48	49
					107	128	133	136	138	139	140	141	142
10	40	40	40	B	248	268	273	276	278	279	280	281	
				C	104	124	129	132	134	135	136	137	138
				D	32	52	57	60	62	63	64	65	66
					66	98	106	111	114	116	118	119	120
16	50	50	50	B	300	332	340	345	348	350	352	353	
				C	118	150	158	163	166	168	170	171	172
				D	27	59	67	72	75	77	79	80	81
					58	107	120	127	132	136	138	140	142
25	63	63	63	B	349	398	411	418	423	427	429	431	
				C	125	174	187	194	199	203	205	207	209
				D	13	63	75	82	87	91	93	95	97
					14	83	101	111	118	123	127	130	132
35	80	80	80	B	357	427	444	455	462	467	470	473	
				C	109	179	196	206	213	218	222	225	227
				D	15	55	72	82	89	94	98	101	103

Imagen 106: Longitud máxima conductores terminales

En las siguientes tablas se mostrarán todos los circuitos de la fábrica y sus longitudes, acompañadas por las longitudes máximas permitidas. Para el caso de los circuitos seccionales tomamos una corriente de cortocircuito de 6000 A (más desfavorable) y tipo de curva C:

Tablero	Longitud del circuito [m]	Longitud máxima [m]	Sección [mm ²]	Corriente de cortocircuito [A]
TS1	12,6	166	16	4716,5
TS2	6,4	134	10	4716,5
TS3	20	253	70	4716,5
TS4	18	98	6	4716,5
TS5	27	98	6	4716,5

Tabla 40: Longitudes máximas circuitos seccionales

En las tablas siguientes se realizará lo mismo para los circuitos terminales:

Circuito	IUG 1	IUG 2	IUG 3	IUG 4	IUG 5	IUG 6	IUG 7
I_k [A]	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63
Sección [mm ²]	2,5	2,5	4	6	6	2,5	2,5
Largo máximo [m]	81	81	81	93	93	81	81
Largo real [m]	17,2	15	19	35,5	30	22,4	18,6
Circuito	TUG 1	TUG 2	TUG 3	TUG 4	TUE 1	TUE 2	ACU 1
I_k [A]	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63
Sección [mm ²]	10	10	10	6	10	6	2,5
Largo máximo [m]	124	124	124	93	124	93	81
Largo real [m]	45,1	32,25	50	21,55	22,3	17	10,9
Circuito	ACU 2	ACU 3	ACU 4	ACU 5	IUG 8	IUG 9	TUG 5
I_k [A]	3417,63	3417,63	3417,63	3417,63	3391,07	3391,07	3391,07
Sección [mm ²]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Largo máximo [m]	81	81	81	81	81	81	81
Largo real [m]	6,2	10,1	5,7	11,4	10,1	5,7	11,4
Circuito	TUE 3	TUE 4	IUE 1	IUE 2	ACU 8	ACU 9	ACU 10
I_k [A]	3391,07	3391,07	3391,07	3391,07	3391,07	3808,71	3808,71
Sección [mm ²]	4	6	35	16	4	16	2,5
Largo máximo [m]	83	95	196	158	83	158	83
Largo real [m]	12,5	14,65	100	80	6,5	15	20
Circuito	ACU 11	OCE 1	OCE 2	OCE 3	OCE 4	OCE 5	OCE 6
I_k [A]	3808,71	3808,71	3808,71	3808,71	3808,71	3808,71	3808,71
Sección [mm ²]	2,5	16	4	2,5	2,5	2,5	2,5

Largo máximo [m]	83	158	83	83	83	83	83
Largo real [m]	25	70	25	22	12	14	16
Circuito	OCE 7	OCE 8	IUG 12	IUG 13	IUG 14	IUG 15	IUG 16
I_k'' [A]	3808,71	3808,71	1749,53	1749,53	1749,53	1749,53	1749,53
Sección [mm ²]	2,5	2,5	10	10	10	10	10
Largo máximo [m]	83	83	104	104	104	104	104
Largo real [m]	18	20	46	61	70	76	75
Circuito	TUG 6	TUG 7	TUE 5	IUG 10	IUG 11	IUG 17	IUG 18
I_k'' [A]	1749,53	1749,53	1749,53	1323,64	1323,64	1323,64	1323,64
Sección [mm ²]	10	10	10	1,5	1,5	6	2,5
Largo máximo [m]	104	104	104	77	77	81	77
Largo real [m]	60	65	50	7,5	9,5	35,5	24,5
Circuito	TUG 8	TUG 9	ACU 6	ACU 7			
I_k'' [A]	1323,64	1323,64	1323,64	1323,64			
Sección [mm ²]	2,5	2,5	2,5	6			
Largo máximo [m]	77	77	77	81			
Largo real [m]	15,8	16	6	40			

Tabla 41: Longitudes máximas circuitos terminales

A modo de conclusión se puede observar que ningún circuito seccional y/o terminal supera el largo máximo que establecen las tablas tomando como referencia la sección del conductor y la corriente de cortocircuito en el tablero.

Disipación de potencia de tableros

Para ver cuanta potencia disipan los tableros seccionales, se procedió a utilizar la tabla siguiente:

Tabla 771-H.XII – Potencia disipada por polo a corriente nominal

Corriente asignada [A]	Potencia disipada [W]
$I_n \leq 10$	3
$10 < I_n \leq 16$	3,5
$16 < I_n \leq 25$	4,5
$25 < I_n \leq 32$	6
$32 < I_n \leq 40$	7,5
$40 < I_n \leq 50$	9
$50 < I_n \leq 63$	13
$63 < I_n \leq 100$	15
$100 < I_n \leq 125$	20

Imagen 107: Potencia disipada por polo

La potencia total disipada dentro del tablero se calcula de la siguiente forma:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au}$$

donde

P_{tot} es la potencia total disipada en el tablero en watts;

P_{dp} es la potencia disipada por los dispositivos de protección, en watts, tomando en cuenta el factor de utilización K_e y el factor de simultaneidad K ;

$0,2 P_{dp}$ es la potencia total disipada por las conexiones, los tomacorriente, los relés, los interruptores diferenciales, los interruptores-seccionadores, etc.;

P_{au} es la potencia total disipada por los otros dispositivos y aparatos eléctricos instalados en el tablero y no incluidos en P_{dp} y en $0,2 P_{dp}$ tales como las lámparas de señalización (ojos de buey), los transformadores para campanillas, etc.

Imagen 108: Potencia disipada

Para el cálculo del factor de utilización se adoptó la siguiente fórmula:

$$k = \frac{i_{de} \times k_e}{\sum i}$$

Donde:

k = Factor de simultaneidad para los circuitos de salida;

$K_e = 0,85$ / Factor de utilización para los circuitos de entrada (valor convencional supuesto, que a criterio del proyectista o instalador puede llegar a 1);

i_{de} = Corriente dispositivo de entrada [A];

$\sum i$ = Sumatoria de corrientes de circuito de salida [A].

Tablero seccional general (TSG)

$$k = \frac{i_{de} \times k_e}{\sum i}$$

$$k = \frac{250 \times 0,85}{40 + 32 + 100 + 25 + 25 + 63} = 0,6$$

Tablero Seccional General							
	Número de circuito	Calibre protección (A)	Potencia disipada por polo (W)	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd (W)	Factor de utilización Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd. (Ke ² o K ²)
Circuito de entrada	TP	250	36,8	4	147,2	0,85	125,12
Circuitos de salida	TS1	63,00	15,00	4	60	0,60	21,60
	TS2	50,00	13,00	4	52	0,60	18,72
	TS3	100,00	20,00	4	80	0,60	28,80
	TS4	32,00	7,50	4	30	0,60	10,80
	TS5	32,00	7,50	4	30	0,60	10,80
	TSA	80,00	15,00	4	60	0,60	21,60
	SUMA			24	459,2		237,44
						Pd	237,44
						0,2*Pd	47,49
						TOTAL (W)	284,93

Tabla 42: Potencia disipada TSG

Con estos datos se seleccionó un tablero de la marca Genrod estanco línea S9000 modelo N° 09 9301 de medidas 300x450x300 [mm] con contrafrente abisagrado ciego y capacidad para 30 polos DIN.



Imagen 109: Tablero seccional general

Tablero seccional 1 (TS1)

$$k = \frac{i_{de} \times k_e}{\sum i}$$

$$k = \frac{40 \times 0,85}{16 + 16 + 20 + 32 + 32 + 16 + 16 + 40 + 40 + 32 + 40 + 32 + 16 + 16 + 16 + 16 + 16}$$

$$k = 0,0752$$

Tablero Seccional 1								
	Número de circuito	Calibre protección (A)	Potencia disipada por polo (W)	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd (W)	Factor de utilización Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd. (Ke ² o K ²)	
Circuito de entrada	TS1	40	9	4	36	0,85	30,6	
Circuitos de salida	IUG 1	16,00	3,50	2	7	0,0752	0,04	
	IUG 2	16,00	3,50	2	7	0,0752	0,04	
	IUG 3	20,00	4,50	2	9	0,0752	0,05	
	IUG 4	32,00	6,00	2	12	0,0752	0,07	
	IUG 5	32,00	6,00	2	12	0,0752	0,07	
	IUG 6	16,00	3,50	2	7	0,0752	0,04	
	IUG 7	16,00	3,50	2	7	0,0752	0,04	
	TUG 1	40,00	7,50	2	15	0,0752	0,08	
	TUG 2	40,00	7,50	2	15	0,0752	0,08	
	TUG 3	40,00	7,50	2	15	0,0752	0,08	
	TUG 4	32,00	6,00	2	12	0,0752	0,07	
	TUE 1	40,00	7,50	2	15	0,0752	0,08	
	TUE 2	32,00	6,00	2	12	0,0752	0,07	
	ACU 1	16,00	3,50	2	7	0,0752	0,04	
	ACU 2	16,00	3,50	2	7	0,0752	0,04	
	ACU 3	16,00	3,50	2	7	0,0752	0,04	
	ACU 4	16,00	3,50	2	7	0,0752	0,04	
	ACU 5	16,00	3,50	2	7,0	0,0752	0,04	
		SUMA			36	216		31,62
							Pd	31,62
						0,2*Pd	6,32	
						TOTAL (W)	37,94	

Tabla 43: Potencia disipada TS1

Con estos datos se seleccionó un tablero de la marca Tableplast MODELO LÍNEA 3900 GR3906 con dimensiones 381x468x180 [mm] y 82 W disipables.

Tablero seccional 2 (TS2)

$$k = \frac{i_{de} \times k_e}{\sum i}$$

$$k = \frac{32 \times 0,85}{20 + 16 + 40 + 20 + 32 + 63 + 50 + 20} = 0,102$$

Tablero Seccional 2							
	Número de circuito	Calibre protección (A)	Potencia disipada por polo (W)	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd (W)	Factor de utilización Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd . (Ke ² o K ²)
Circuito de entrada	TS2	32	7,5	4	30	0,85	25,5
Circuitos de salida	IUG 8	20,00	4,50	2	9	0,1	0,09
	IUG 9	16,00	3,50	2	7	0,1	0,07
	TUG 5	40,00	7,50	2	15	0,1	0,15
	TUE 3	20,00	4,50	2	9	0,1	0,09
	TUE 4	32,00	6,00	2	12	0,1	0,12
	IUE 1	63,00	13,00	2	26	0,1	0,26
	IUE 2	50,00	9,00	2	18	0,1	0,18
	ACU 8	25,00	4,50	4	18	0,1	0,18
	SUMA			18	144		26,64
						Pd	26,64
						0,2*Pd	5,33
						TOTAL (W)	31,97

Tabla 44: Potencia disipada TS2

Con estos datos se seleccionó un tablero de la marca Tablesplast MODELO LÍNEA 2900 GR2906 con dimensiones 303x367x180 [mm] y 54 W disipables.

Tablero seccional 3 (TS3)

$$k = \frac{i_{de} \times k_e}{\sum i}$$

$$k = \frac{32 \times 0,85}{50 + 16 + 16 + 50 + 20 + 16 + 16 + 16 + 16 + 16 + 16} = 0,3427$$

Tablero Seccional 3							
	Número de circuito	Calibre protección (A)	Potencia disipada por polo (W)	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd (W)	Factor de utilización Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd. (Ke ² o K ²)
Circuito de entrada	TS3	100	20	4	80	0,85	68
Circuitos de salida	ACU 9	50,00	9,00	4	36	0,34	4,23
	ACU 10	16,00	3,50	4	14	0,34	1,64
	ACU 11	16,00	3,50	4	14	0,34	1,64
	OCE 1	50,00	9,00	4	36	0,34	4,23
	OCE 2	20,00	4,50	4	18	0,34	2,11
	OCE 3	16,00	3,50	4	14	0,34	1,64
	OCE 4	16,00	3,50	4	14	0,34	1,64
	OCE 5	16,00	3,50	4	14	0,34	1,64
	OCE 6	16,00	3,50	4	14	0,34	1,64
	OCE 7	16,00	3,50	4	14	0,34	1,64
	OCE 8	16,00	3,50	4	14	0,34	1,64
SUMA				44	282		91,72
						Pd	91,72
						0,2*Pd	18,34
						TOTAL (W)	110,07

Tabla 45: Potencia disipada TS3

Con estos datos se seleccionó un tablero de la marca Tablesplast MODELO LÍNEA 4300 GR 4306 con dimensiones 483X470X178 [mm] y 147 W disipables.

Tablero seccional 4 (TS4)

$$k = \frac{i_{de} \times k_e}{\sum i}$$

$$k = \frac{32 \times 0,85}{40 + 40 + 40 + 40 + 40 + 40 + 40 + 40} = 0,0664$$

Tablero Seccional 4							
	Número de circuito	Calibre protección (A)	Potencia disipada por polo (W)	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd (W)	Factor de utilización Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd. (Ke ² o K ²)
Circuito de entrada	TS4	25	6	4	24	0,85	20,4
Circuitos de salida	IUG 12	40,00	7,50	2	15	0,066	0,07
	IUG 13	40,00	7,50	2	15	0,066	0,07
	IUG 14	40,00	7,50	2	15	0,066	0,07
	IUG 15	40,00	7,50	2	15	0,066	0,07
	IUG 16	40,00	7,50	2	15	0,066	0,07
	TUG 6	40,00	7,50	2	15	0,066	0,07
	TUG 7	40,00	7,50	2	15	0,066	0,07
	TUE 5	40,00	7,50	2	15	0,066	0,07
	SUMA			16	144		20,93
						Pd	20,93
						0,2*Pd	4,19
						TOTAL (W)	25,11

Tabla 46: Potencia disipada TS4

Con estos datos se seleccionó un tablero de la marca Tablesplast MODELO LÍNEA 2900 GR2906 con dimensiones 303x367x180 [mm] y 54 W disipables.

Tablero seccional 5 (TS5)

$$k = \frac{i_{de} \times k_e}{\sum i}$$

$$k = \frac{32 \times 0,85}{10 + 10 + 32 + 16 + 16 + 16 + 16 + 20} = 0,1563$$

Tablero Seccional 5							
	Número de circuito	Calibre protección (A)	Potencia disipada por polo (W)	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd (W)	Factor de utilización Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd. (Ke ² o K ²)
Circuito de entrada	TS5	25	6	4	24	0,85	20,4
Circuitos de salida	IUG 10	10,00	3,00	2	6	0,15	0,14
	IUG 11	10,00	3,00	2	6	0,15	0,14
	IUG 17	32,00	6,00	2	12	0,15	0,28
	IUG 18	16,00	3,50	2	7	0,15	0,17
	TUG 8	16,00	3,50	2	7	0,15	0,17
	TUG 9	16,00	3,50	2	7	0,15	0,17
	ACU 6	16,00	3,50	4	14	0,15	0,33
	ACU 7	20,00	4,50	4	18	0,15	0,42
	SUMA			20	101		22,22
						Pd	22,22
						0,2*Pd	4,44
						TOTAL (W)	26,66

Tabla 47: Potencia disipada TS5

Con estos datos se seleccionó un tablero de la marca Tablesplast MODELO LÍNEA 2900 GR2906 con dimensiones 303x367x180 [mm] y 54 W disipables.

Tabla de caída de tensión por tablero seccional

	TS1																	
	IUG 1	IUG 2	IUG 3	IUG 4	IUG 5	IUG 6	IUG 7	TUG 1	TUG 2	TUG 3	TUG 4	TUE 1	TUE 2	ACU 1	ACU 2	ACU 3	ACU 4	ACU 5
Sección de conductor (mm ²)	2,5	2,5	4	6	6	2,5	2,5	10	10	10	6	10	6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
largo (m)	17,2	15	19	35,5	30	22,4	18,6	45,1	32,25	50	21,55	22,3	17	10,9	6,2	10,1	5,7	11,4
largo (km)	0,0172	0,015	0,019	0,0355	0,03	0,0224	0,0186	0,0451	0,03225	0,05	0,02155	0,0223	0,017	0,0109	0,0062	0,0101	0,0057	0,0114
R(Ω/km)	9,55	9,55	5,92	3,95	3,95	5,92	9,55	2,29	2,29	2,29	3,95	2,29	3,95	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55
R(Ω/km) a 50°C	11,43	11,43	7,08	4,73	4,73	7,08	11,43	2,74	2,74	2,74	4,73	2,74	4,73	11,43	11,43	11,43	11,43	11,43
X(Ω/km)	0,09995	0,09995	0,0991	0,0901	0,0901	0,0991	0,09995	0,086	0,086	0,086	0,0901	0,086	0,0901	0,09995	0,09995	0,09995	0,09995	0,09995
Corriente (A)	6,1	5,5	6,8	6,8	8,2	6,1	4,1	10	10	10	10	15	15	4,8	4,8	4,8	4,8	9,5
Coeficiente k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
ΔU (V)	2,1	1,6	1,6	2,0	2,0	1,7	1,5	2,1	1,5	2,4	1,8	1,6	2,1	1,0	0,6	0,9	0,5	2,1
Δ (%)	0,937	0,726	0,715	0,894	0,909	0,759	0,676	0,974	0,696	1,079	0,796	0,722	0,942	0,464	0,264	0,430	0,243	0,961
Caída tensión tablero seccional	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Caída tensión TSG	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Caída tensión total	2,75	2,54	2,53	2,70	2,72	2,57	2,49	2,78	2,51	2,89	2,61	2,53	2,75	2,27	2,07	2,24	2,05	2,77

Tabla 48: Caída de tensión TS1

	TS2							
	IUG 8	IUG 9	TUG 5	TUE 3	TUE 4	IUE 1	IUE 2	ACU 8
Sección de conductor (mm ²)	4	2,5	10	4	6	25	25	4
largo (m)	24,7	23	42,9	12,5	14,65	92	80	6,5
largo (km)	0,0247	0,023	0,0429	0,0125	0,01465	0,092	0,08	0,0065
R(Ω /km)	5,92	9,55	2,29	5,92	3,95	0,663	0,933	5,92
R(Ω /km) a 50°C	7,08	11,43	2,74	7,08	4,73	0,79	1,12	7,08
X(Ω /km)	0,0991	0,09995	0,086	0,0991	0,0901	0,076	0,078	0,0991
Corriente (A)	4,1	3,4	10	15	15	15,9	11,4	15,7
Coefficiente k	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,7
ΔU (V)	1,2	1,5	2,0	2,3	1,8	2,1	1,8	1,1
Δ (%)	0,558	0,696	0,926	1,035	0,812	0,951	0,818	0,282
Caída tensión tablero seccional	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Caída tensión TSG	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Caída tensión total	2,27	2,41	2,64	2,75	2,52	2,66	2,53	1,99

Tabla 49: Caída de tensión TS2

	TS3										
	ACU 9	ACU 10	ACU 11	OCE 1	OCE 2	OCE 3	OCE 4	OCE 5	OCE 6	OCE 7	OCE 8
Sección de conductor (mm ²)	16	2,5	2,5	16	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
largo (m)	15	20	25	70	25	22	12	14	16	18	20
largo (km)	0,015	0,02	0,025	0,07	0,025	0,022	0,012	0,014	0,016	0,018	0,02
R(Ω/km)	1,45	9,55	9,55	1,45	5,92	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55
R(Ω/km) a 50°C	1,73	11,43	11,43	1,73	7,08	11,43	11,43	11,43	11,43	11,43	11,43
X(Ω/km)	0,0813	0,0995	0,0995	0,0813	0,0991	0,0995	0,0995	0,0995	0,0995	0,0995	0,0995
Corriente (A)	41,7	8,2	3,4	15,2	12,9	10,3	3,4	6,8	6,8	6,8	6,8
Coefficiente k	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
ΔU (V)	1,6	2,8	1,5	2,8	3,4	3,9	0,7	1,6	1,8	2,1	2,3
Δ (%)	0,433	0,730	0,384	0,736	0,895	1,014	0,182	0,424	0,484	0,545	0,605
Caída tensión tablero seccional	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Caída tensión TSG	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Caída tensión total	2,23	2,53	2,19	2,54	2,70	2,82	1,98	2,23	2,29	2,35	2,41

Tabla 50: Caída de tensión TS3

	TS4							
	IUG 12	IUG 13	IUG 14	IUG 15	IUG 16	TUG 6	TUG 7	TUE 5
Sección de conductor (mm ²)	10	10	10	10	10	10	10	10
largo (m)	46	61	70	76	75	60	60	40
largo (km)	0,046	0,061	0,07	0,076	0,075	0,06	0,06	0,04
R(Ω/km)	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
R(Ω/km) a 50°C	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
X(Ω/km)	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813	0,0813
Corriente (A)	6,14	6,14	6,14	6,14	7,50	10	10	15
Coefficiente k	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ΔU (V)	0,9	1,1	1,3	1,4	1,7	1,8	1,8	1,8
Δ (%)	0,390	0,517	0,593	0,643	0,776	0,828	0,828	0,828
Caída tensión tablero seccional	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Caída tensión TSG	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Caída tensión total	2,50	2,63	2,70	2,75	2,89	2,94	2,94	2,94

Tabla 51: Caída de tensión TS4

	TS5							
	IUG 10	IUG 11	IUG 17	IUG 18	TUG 8	TUG 9	ACU 6	ACU 7
Sección de conductor (mm ²)	1,5	1,5	6	2,5	2,5	2,5	2,5	6
largo (m)	7,5	9,5	28	15	15,8	16	6	25
largo (km)	0,0075	0,0095	0,028	0,015	0,0158	0,016	0,006	0,025
R(Ω/km)	15,9	15,9	3,95	9,55	9,55	9,55	9,55	3,95
R(Ω/km) a 50°C	19,02	19,02	4,73	11,43	11,43	11,43	11,43	4,73
X(Ω/km)	0,108	0,108	0,0901	0,0995	0,0995	0,0995	0,0995	0,0901
Corriente (A)	1,36	1,36	5,5	4,1	2,5	2,5	2,8	11,5
Coefficiente k	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,7	1,7
ΔU (V)	0,3	0,4	1,2	1,2	0,8	0,8	0,3	2,0
Δ (%)	0,151	0,191	0,564	0,545	0,351	0,355	0,075	0,534
Caída tensión tablero seccional	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Caída tensión TSG	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Caída tensión total	2,56	2,60	2,97	2,95	2,76	2,77	2,48	2,94

Tabla 52: Caída de tensión TS5

Conclusiones

Luego de diseñar y calcular la iluminación e instalación eléctrica de la fábrica se puede afirmar que la misma es segura para los operarios del lugar. En primer lugar, se destaca que los niveles de iluminación cumplen con las reglamentaciones correspondientes y son apropiados a cada trabajo realizado, por ende, los trabajadores no sufrirán daños en su visión a causa de una insuficiente luz artificial en los distintos ambientes que desarrollen su actividad.

Por otro lado, la seguridad contra choques eléctricos se contempló también a través de disyuntores con disparo de 30mA, lo que puede salvar a un operario en caso de algún contacto directo o indirecto. También se pensó en la funcionalidad de la fábrica, estableciendo protecciones con selectividad aguas arriba, para no alterar los demás circuitos en caso de que alguno deje de funcionar. Siguiendo con este apartado, todos los circuitos tienen su propio interruptor diferencial y termomagnético para individualizar los problemas.

Los conductores y líneas seccionales se encuentran señalizadas con etiquetas que identifican a cada una y sin intercalarse unas con otras en las bandejas portacables que las llevan hasta los tableros seccionales. Además, no solo se pensó la instalación para que tengan acceso personas BA4 y BA5, sino que también sea segura para operarios BA1, con lo que se tomaron consideraciones de ubicación de tableros, acceso a los mismos, carteles indicadores de riesgo eléctrico o peligro, señalizaciones, etc. Siguiendo esta línea, también se pensó en un eventual corte del suministro eléctrico, por lo que se optó por colocar luces de emergencia en cada lugar de la fábrica, además de señalar las salidas con carteles luminosos que la mencionan, para proceder a una rápida evacuación de las instalaciones.

En algunos circuitos, la instalación se podría haber resuelto con conductores de menor sección tomando como referencia la corriente admisible de los mismos, pero debido a la caída de tensión, la longitud de las mismas y el factor de agrupamiento, se debió colocar conductores de mayor diámetro para poder cumplir las condiciones exigidas por reglamento.

Bibliografía

- Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. A. E. A. 90364-7-771. Buenos Aires: Asociación Electrotécnica Argentina.
- Higiene y Seguridad en el Trabajo. Ley N° 19587. (1972). Decreto N° 351/79. (1979). República Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Normas IRAM. Buenos Aires: IRAM. IRAM-AADL J 2006. (1972). Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación.
- Prysmian Energía, Cables y Sistemas de Argentina S.A. (2008). Cables y accesorios para baja tensión. Buenos Aires: Prysmian Group.
- Superintendencia de riesgos del trabajo, Guía práctica sobre iluminación en el ambiente laboral. Buenos Aires.
- Catálogo de selección de productos transformadores Tadeo Czerweny.
- Catálogo de selección de productos gabinetes plásticos Tableplast.
- Catálogo de selección de productos termomagnéticas y disyuntores Schneider.
- Catálogo de selección de productos bandejas portacables Samet.
- Catálogo de selección de productos gabinetes Genrod.
- Catálogo de selección de productos gabinetes ABB.
- Catálogo de selección de productos jabalina de puesta a tierra Genrod.

ANEXOS

TP

4 X 250A
50000

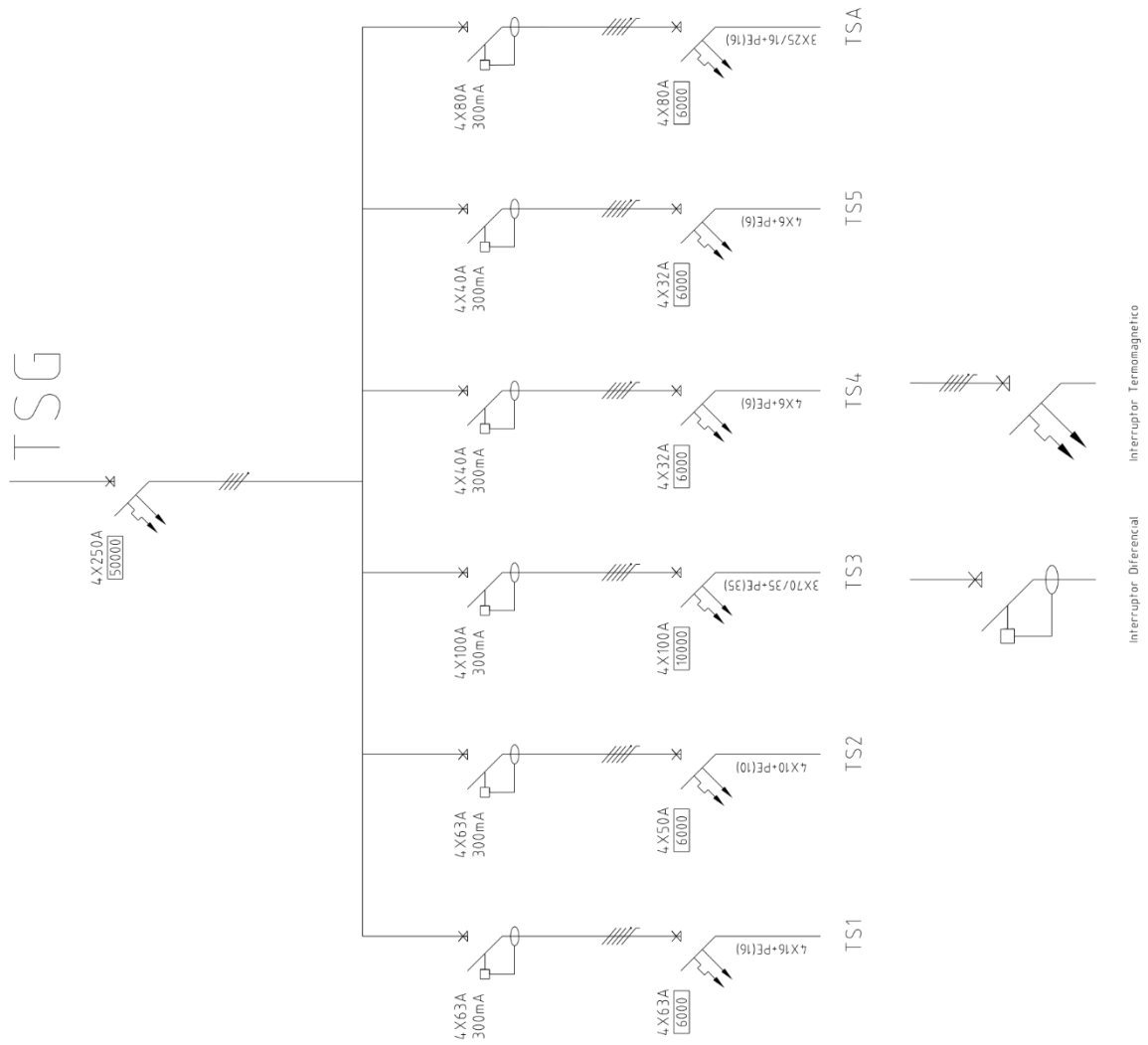


TSG

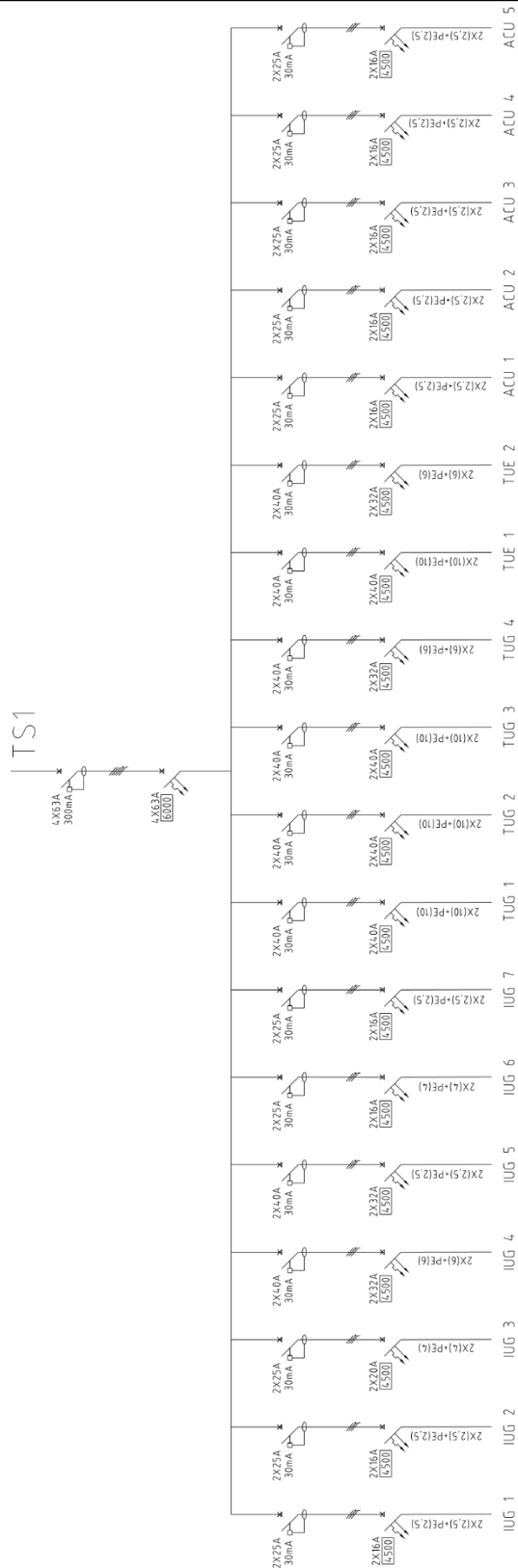



Interrupor Termomagnético

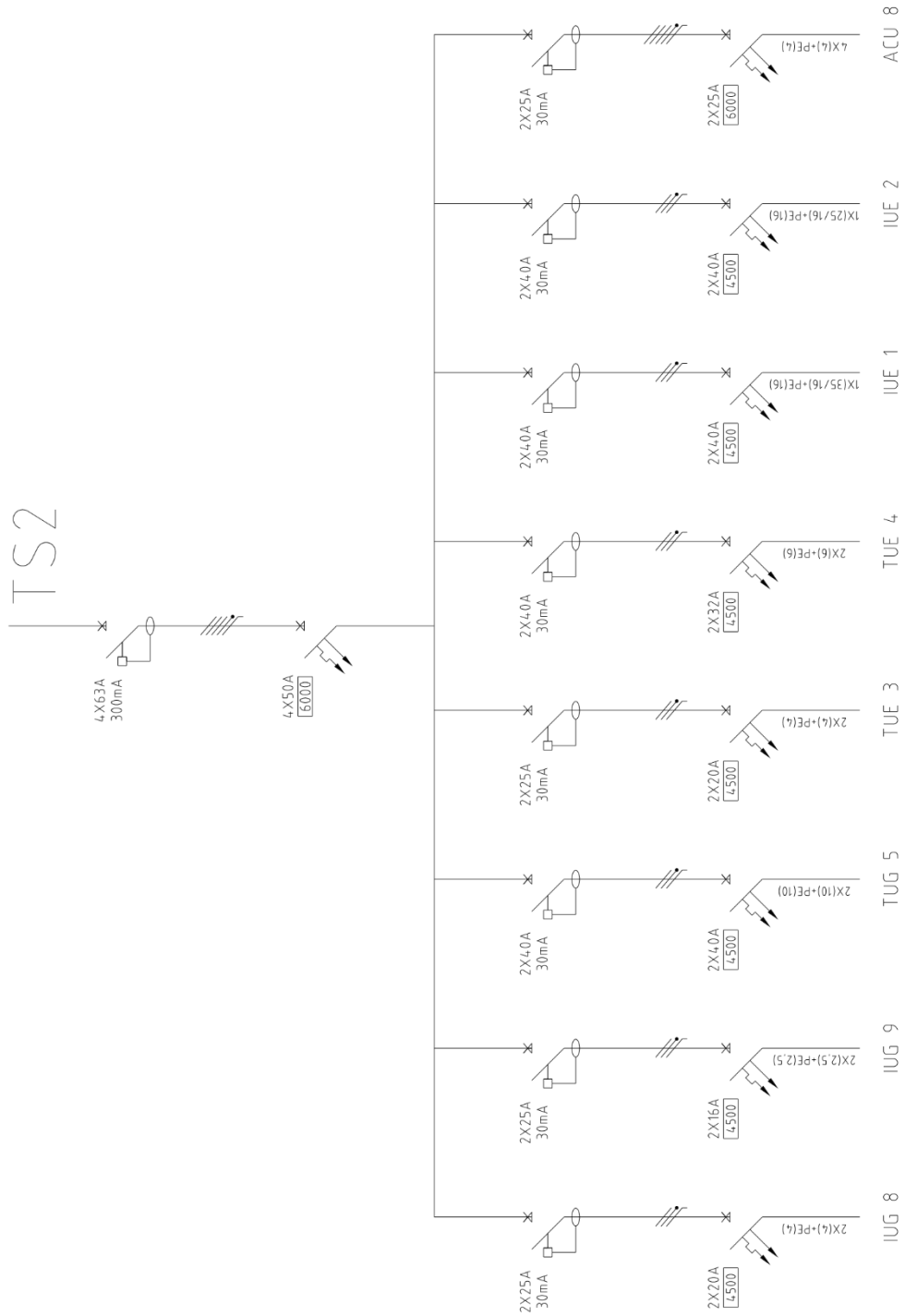
Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala S/E	Denominación UNIFILAR TG			Nº plano cliente
	Formato				Nº plano 1



Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala S/E	Denominación			Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	UNIFILAR TSG			N° plano cliente	
Formato				N° plano	2

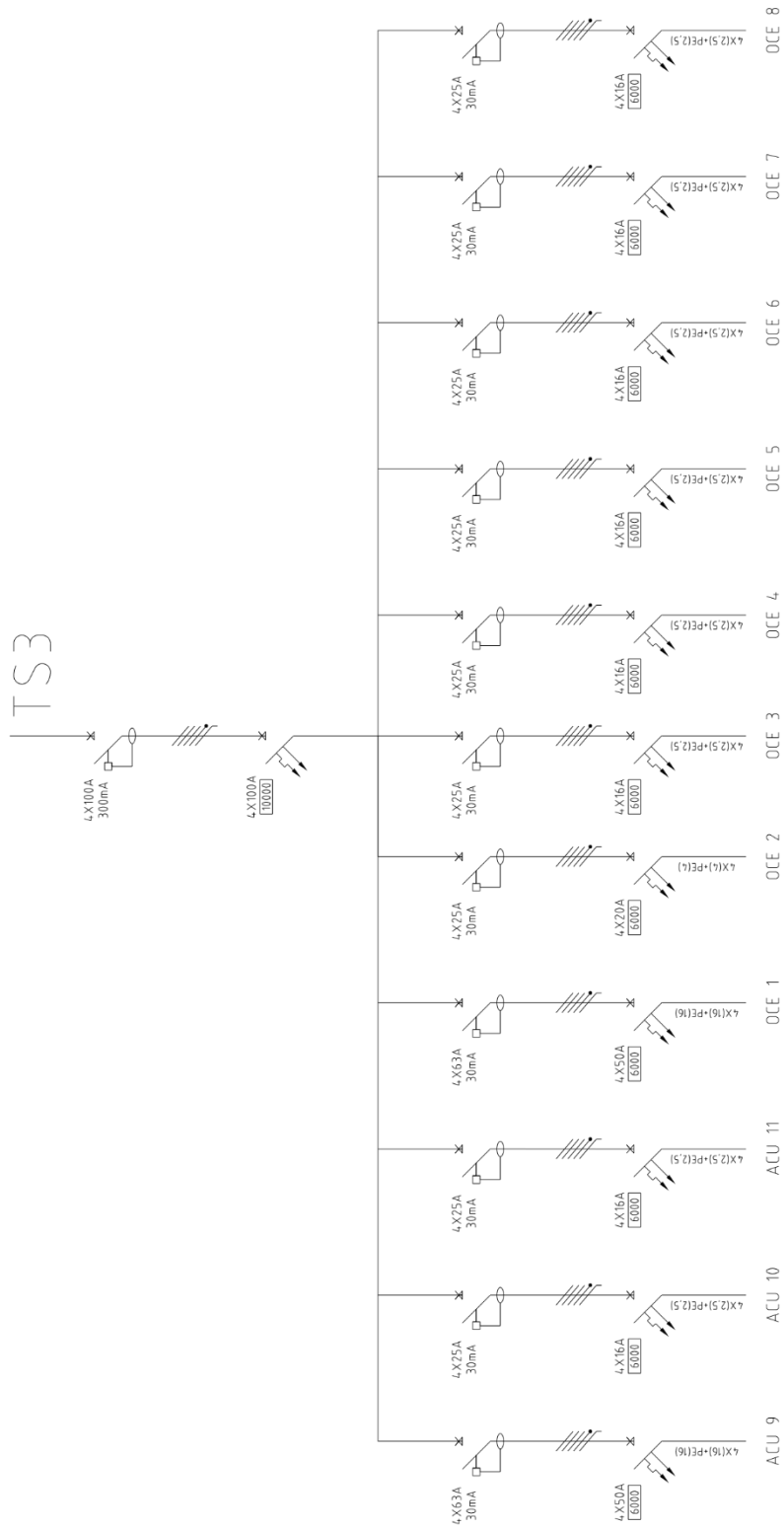


Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
Escala S/E	Denominación				N° plano cliente
	UNIFILAR TS1				
Formato					
N° plano				3	Pág. 3/13

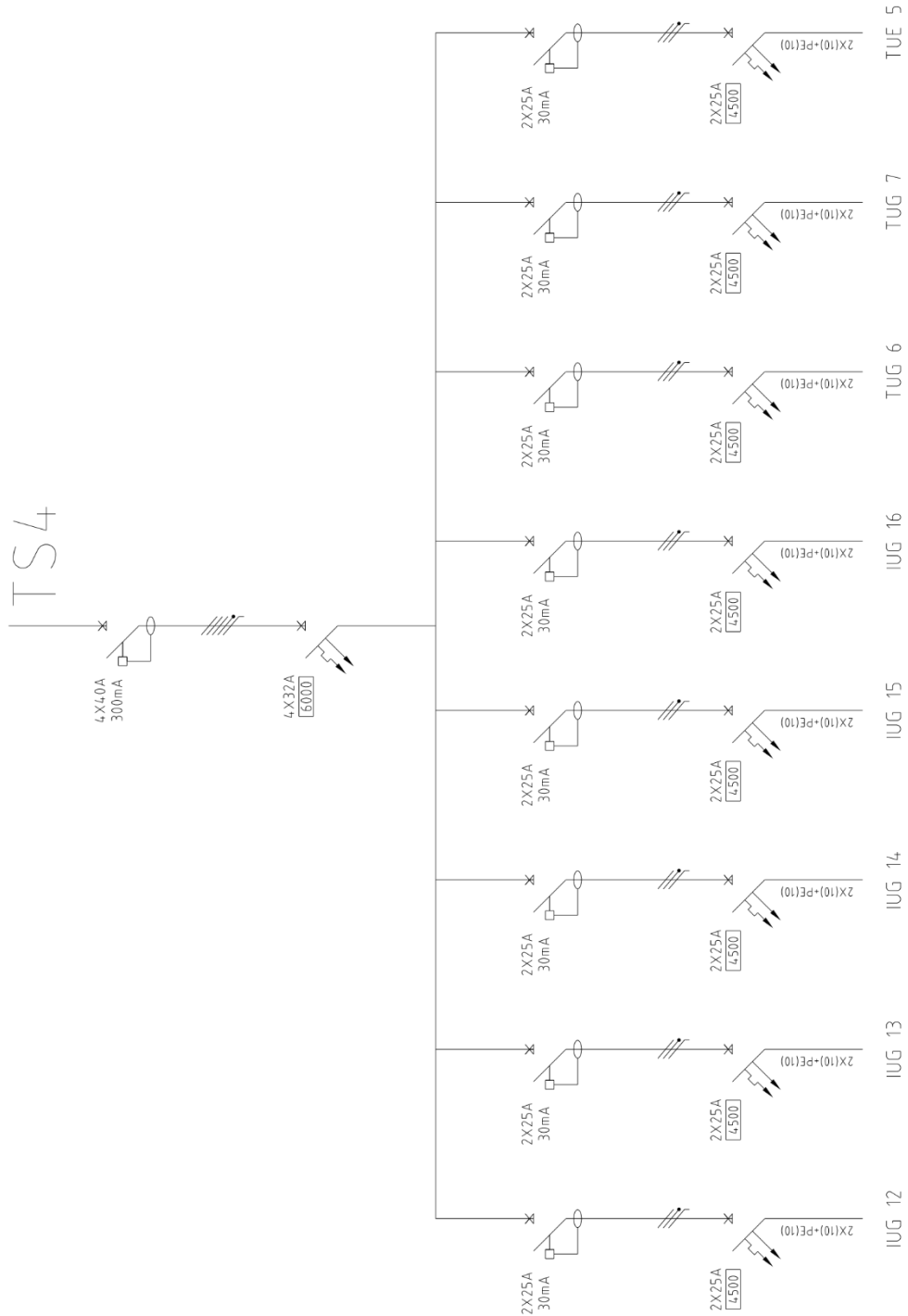


Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica	
	Dibujó	02/23	Cristian W.			
	Revisó					
	Aprobó				N° plano cliente	
	Escala S/E	Denominación UNIFILAR TS2			N° plano	4
	Formato				Pág. 4/13	

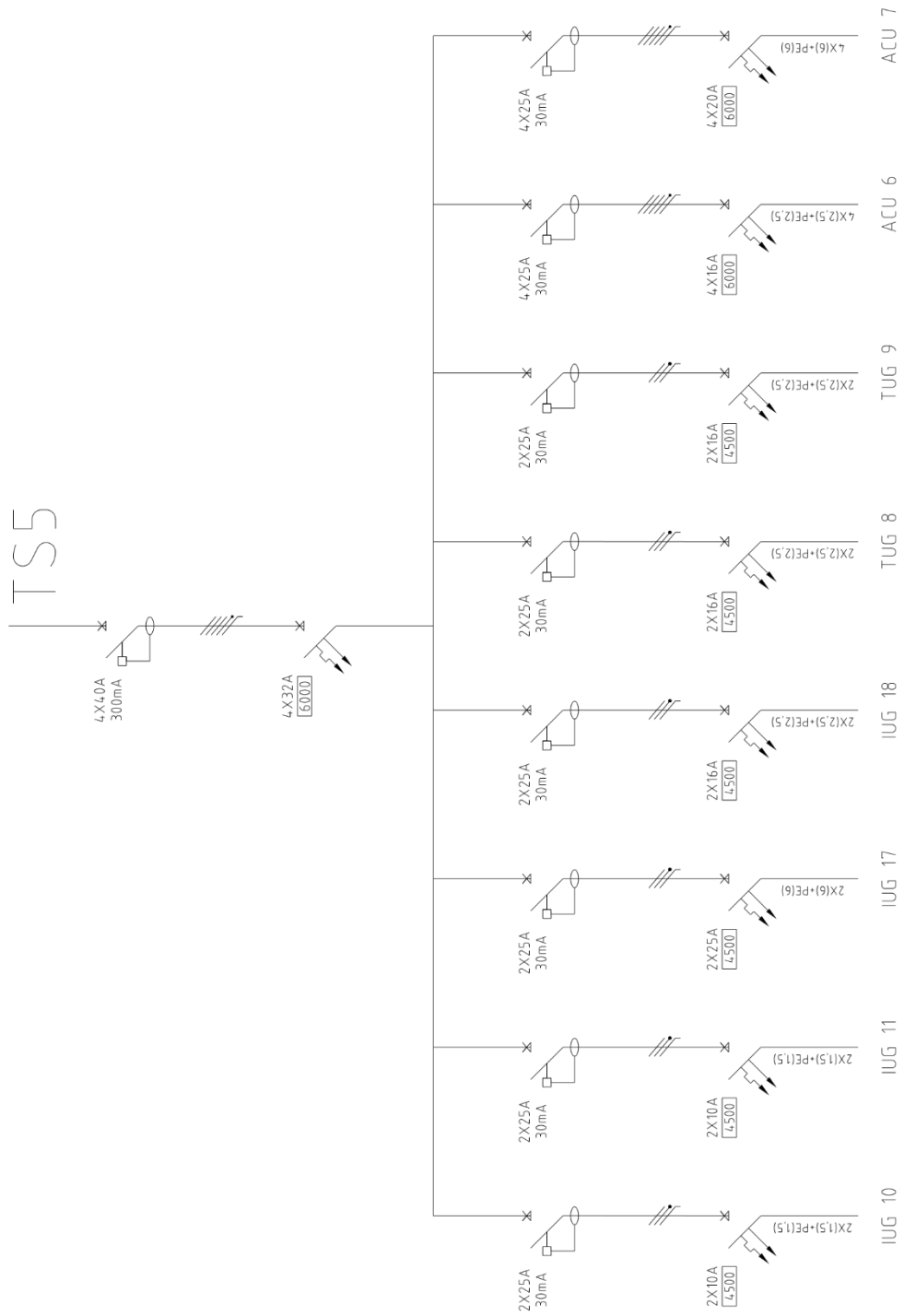
TS3



Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
Escala	Denominación				N° plano cliente
S/E	UNIFILAR TS3				
Formato	N° plano			5	Pág. 5/13

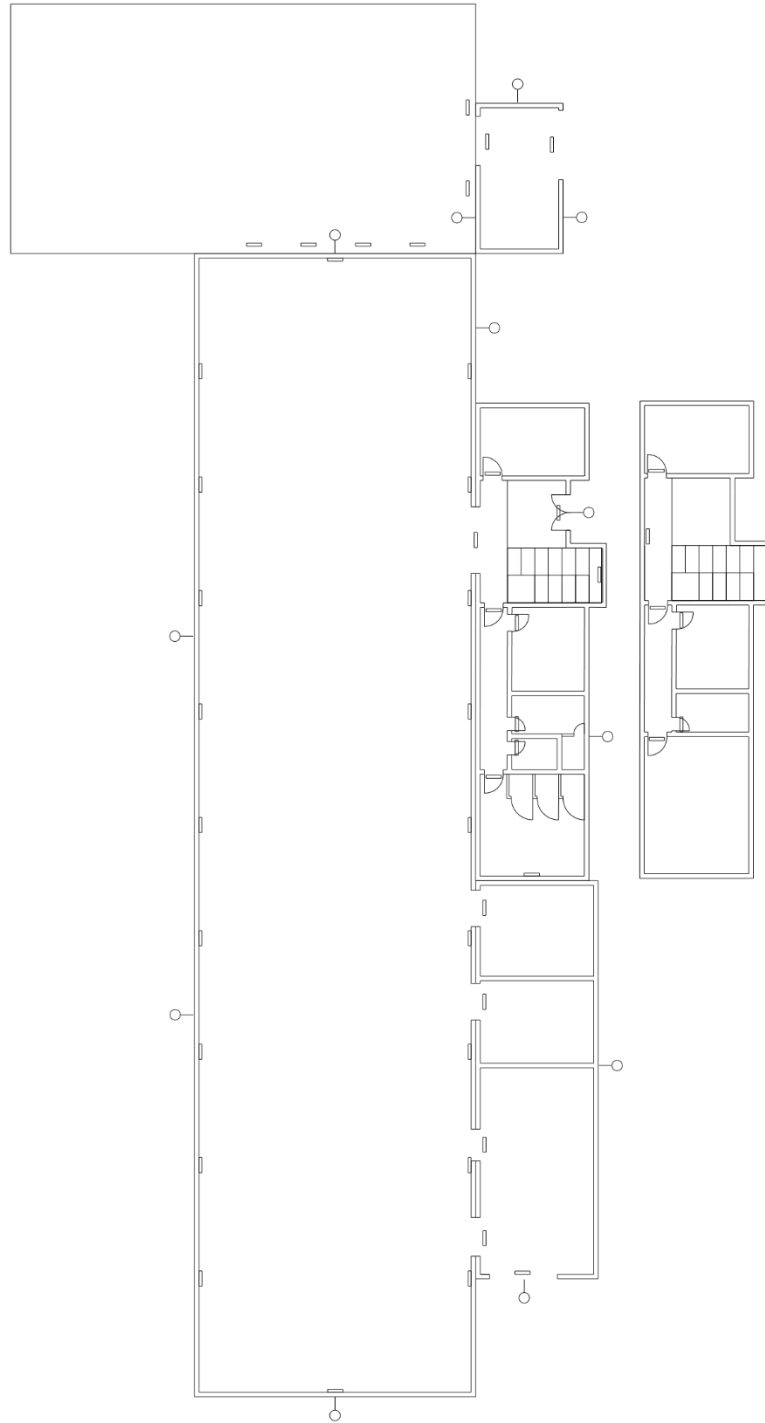


Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica	
	Dibujó	02/23	Cristian W.			
	Revisó					
	Aprobó				N° plano cliente	
	Escala S/E	Denominación UNIFILAR TS4			N° plano	6
	Formato					Pág. 6/13



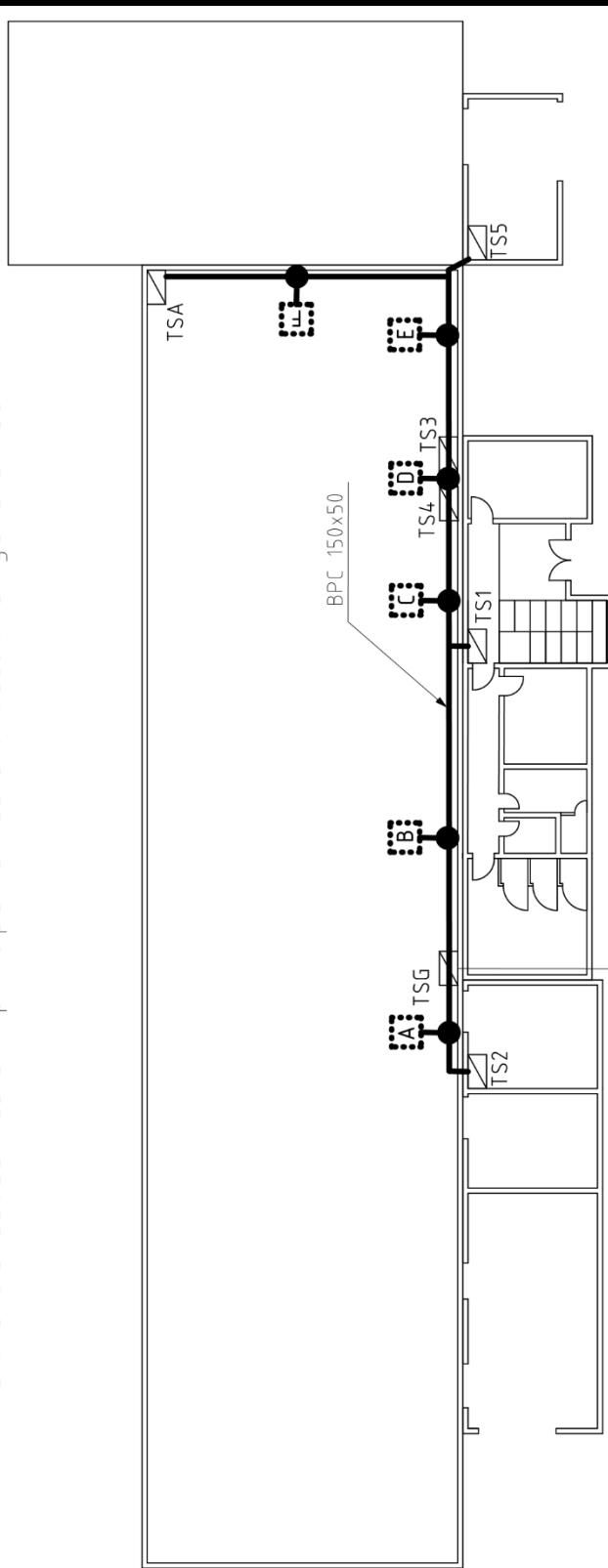
Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala S/E	Denominación UNIFILAR TS5			N° plano cliente
				N° plano	Pág.
Formato				7	7/13

⊙ Luces exteriores
 = Luces de emergencia



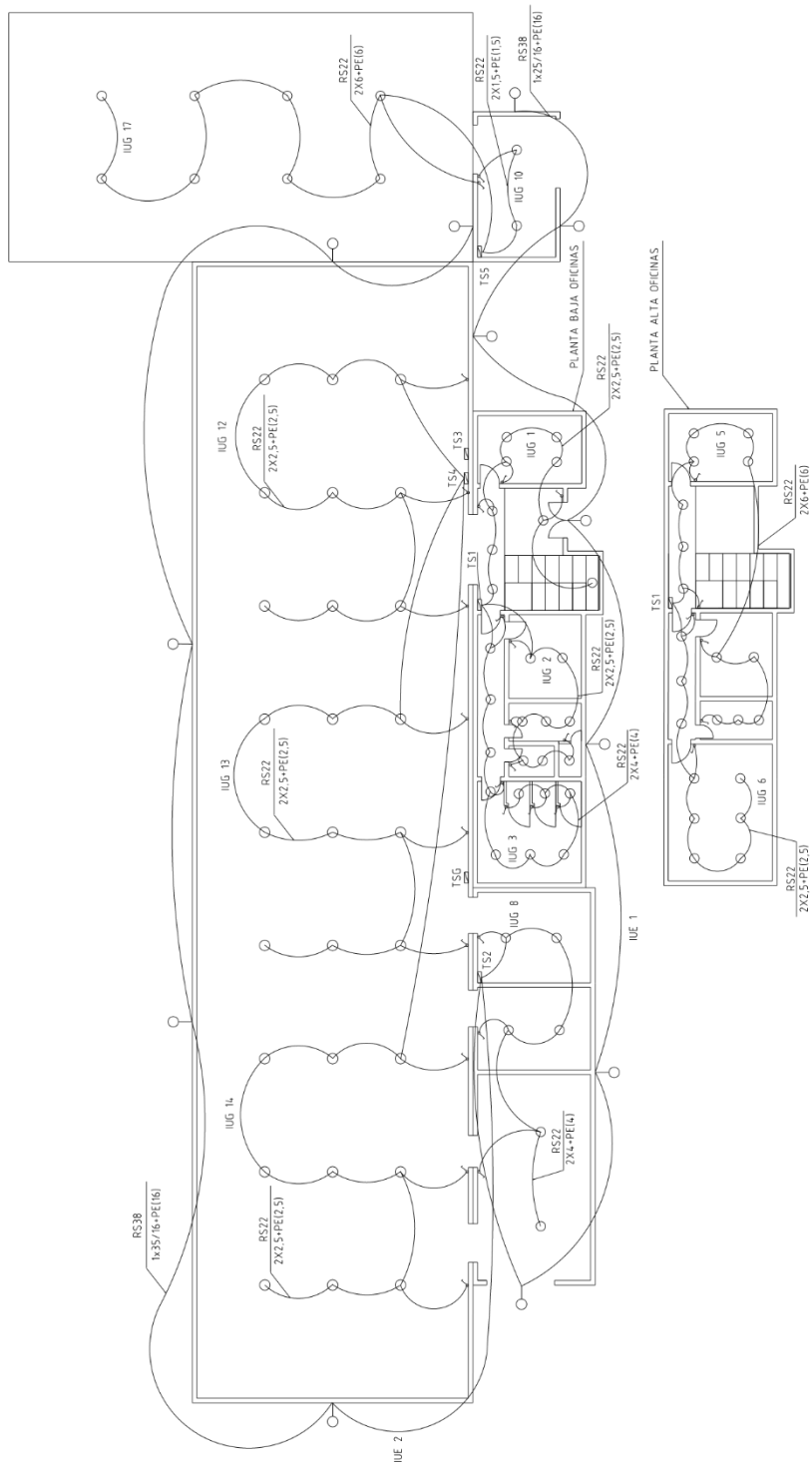
Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam		
	Dibujó	02/23	Cristian W.		Trabajo Final Ingeniería Electromecánica	
	Revisó					
	Aprobó					
	Escala S/E	Denominación				
	LUCES DE EMERGENCIA ILUMINACIÓN EXTERIOR			N° plano cliente		
Formato				N° plano	8	Pág. 8/13

Distancia desde transformador a medidor: 45m
 Distancia desde medidor a tablero principal: 3m
 Distancia desde tablero principal a tablero seccional general: 35m

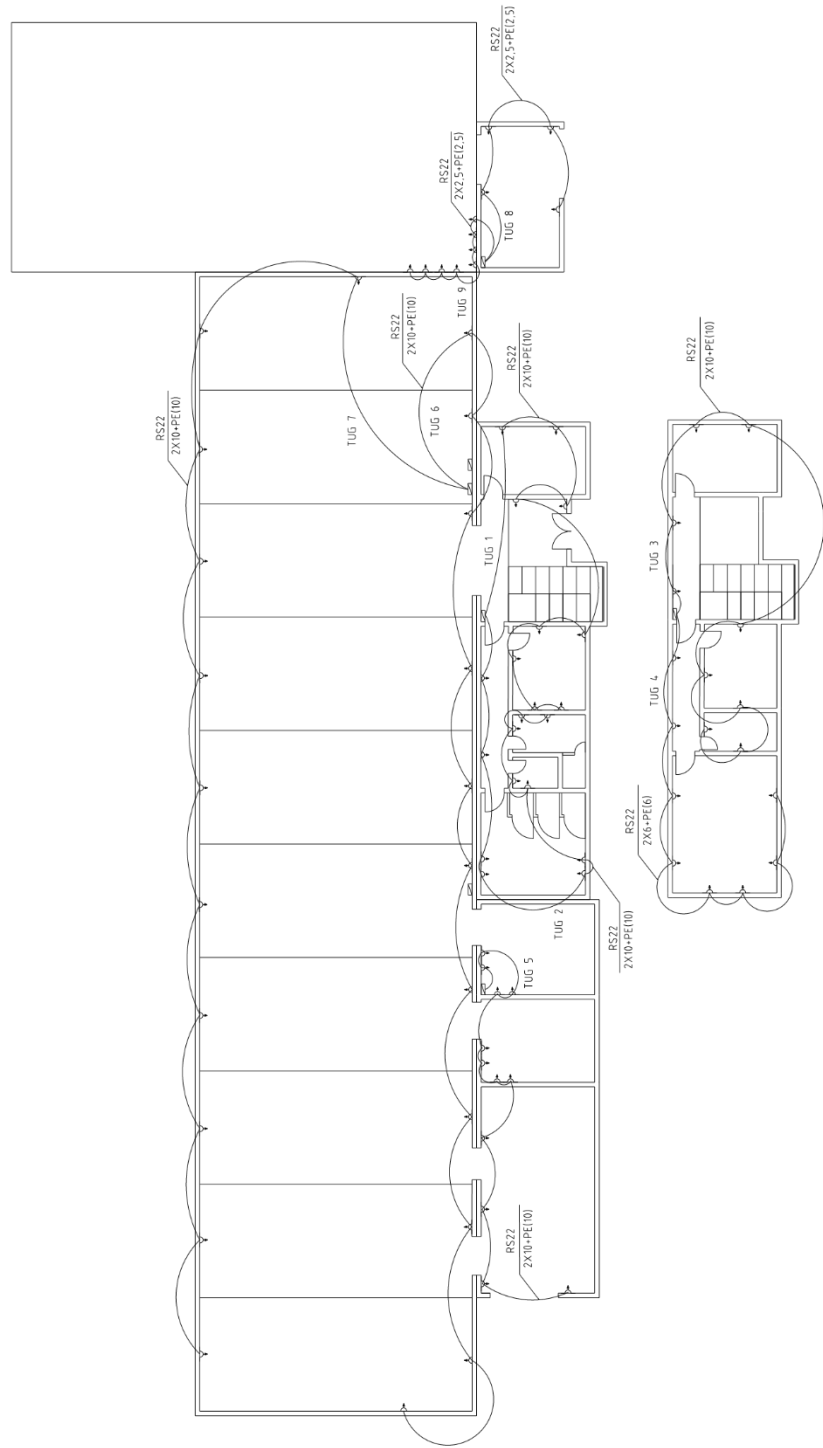


Referencia	Circuito	Conductor
A	CS2	4x4+PE(4)
	CS1	4x16+PE(16)
	CS3	3x70/35+PE(35)
B	CS4	4x6+PE(6)
	CS5	4x6+PE(6)
	CSA	3x25/16+PE(16)
	CS3	3x70/35+PE(35)
	CS4	4x6+PE(6)
C	CS5	4x6+PE(6)
	CSA	3x25/16+PE(16)
	CS3	3x70/35+PE(35)
	CS5	4x6+PE(6)
	CSA	3x25/16+PE(16)
D	CS5	4x6+PE(6)
	CSA	3x25/16+PE(16)
	CS5	4x6+PE(6)
E	CSA	3x25/16+PE(16)
	CSA	3x25/16+PE(16)

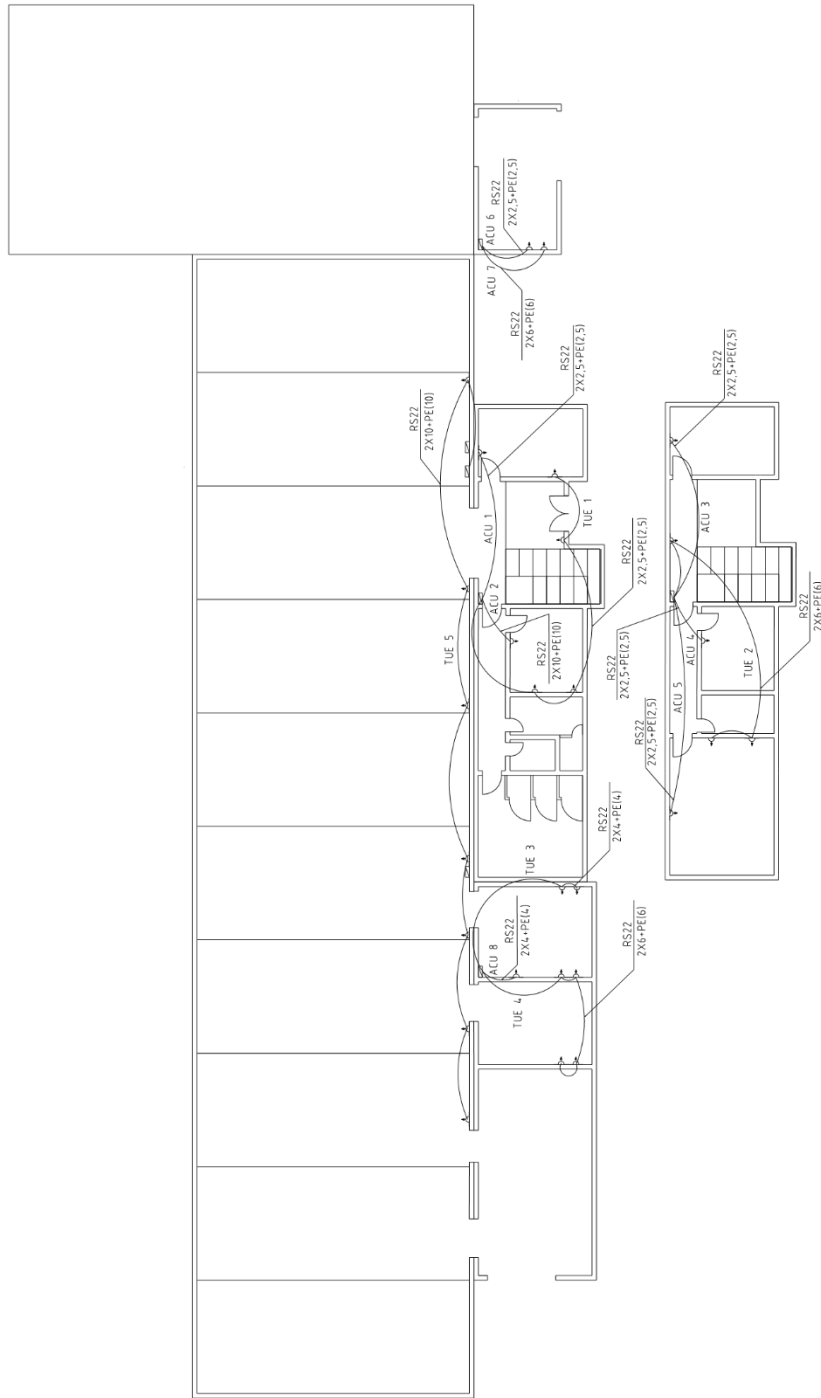
Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala S/E	Denominación TABLEROS Y LÍNEAS			N° plano cliente
Formato				N° plano 9	Pág. 9/13




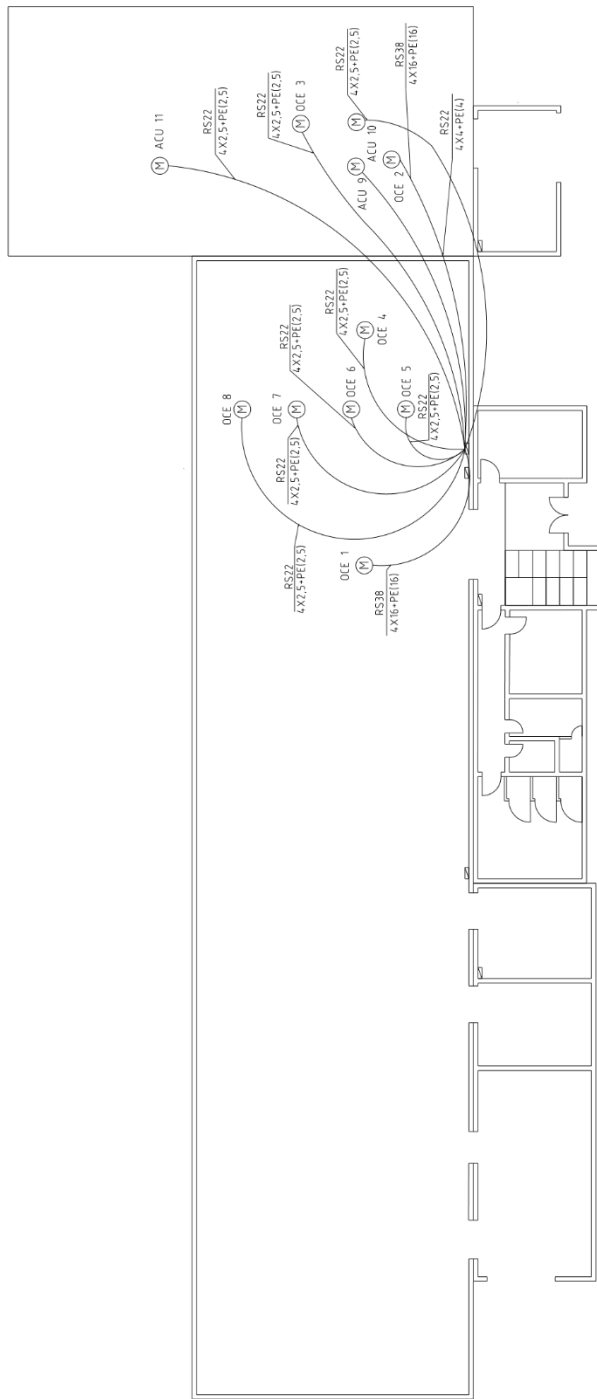
Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica	
	Dibujó	02/23	Cristian W.			
	Revisó					
	Aprobó					
Escala	Denominación				N° plano cliente	
S/E	CIRCUITOS IUG/IUE					
					N° plano	Pág.
Formato					10	



Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
Escala S/E	Denominación				N° plano cliente
	CIRCUITOS TUG				
Formato					
N° plano				11	Pág. 11/13



Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
Escala S/E	Denominación				N° plano cliente
	CIRCUITOS TUE/ACU				
Formato					N° plano



Tolerancias generales	Proyectó	02/23	Cristian W.	Cliente Facultad de Ingeniería UNLPam	Trabajo Final Ingeniería Electromecánica
	Dibujó	02/23	Cristian W.		
	Revisó				
	Aprobó				
Escala S/E	Denominación			N° plano cliente	
CIRCUITOS TS3					
	Formato	N° plano		13	Pág. 13/13