



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
FACULTAD DE INGENIERÍA



14/6/2024

Proyecto y diseño final de ingeniería

Instalaciones industriales en la empresa Pentasillo ACA

Autor: Antonietti Giordano, Juan Pedro

Carrera: Ingeniería electromecánica – Plan 2015

Tutor: Ing. Schpetter, Nicolás – cátedra: Instalaciones
industriales

Lugar: General Pico, La Pampa, Argentina

Año: 2024

Tribunal Evaluador:

Walter Fruccio (Facultad de Ingeniería – UNLPam)

Lucas Leguizamon (Facultad de Ingeniería – UNLPam)

Ariel Castellino (Facultad de Ingeniería – UNLPam)

Resumen

El siguiente Proyecto y diseño final se realizará en la empresa Pentasilo, se dividirá en 4 secciones teniendo en cuenta el tema de estudio.

Capítulo 2.1: Tratará sobre el sistema de aire comprimido, en dicha empresa se fabricó una plegadora de bolsas accionada con actuadores neumáticos y el sistema actual no posee la capacidad necesaria para cumplir con las nuevas necesidades de consumo.

Capítulo 2.2: Se presentará la modificación del sistema de final de línea. Debido a la incorporación de la plegadora 2 se deberá cambiar el sistema actual incorporando transportadores con rodillos accionados por cadenas para llevar las cajas de la plegadora de bolsa al sistema de paletizado.

Capítulo 2.3: Se desarrollará el diseño de ventilación general con el objetivo principal de poder contribuir a mantener las condiciones ambientales para beneficiar la salud de los trabajadores, de esta manera se buscará conservar el bienestar físico, y mejorar el rendimiento en las actividades que se efectuarán.

Capítulo 2.4: Se realizará el cálculo de la instalación eléctrica, para esto se hará el relevamiento de las máquinas para obtener el consumo total de la planta, además de las verificaciones de los conductores e interruptores automáticos, diferencial y la realización de los planos correspondientes.

Palabras claves: aire comprimido, final de línea, ventilación general, instalación eléctrica.

Abstract

The following Project and final design will be carried out at the company Pentasilo, divided into four sections based on the study topic.

Chapter 2.1: This chapter will cover the compressed air system. The company manufactured a bag folder driven by pneumatic actuators, and the current system does not have the necessary capacity to meet the new consumption needs.

Chapter 2.2: This chapter will present the modification of the end-of-line system. Due to the incorporation of the second bag folder, the current system must be changed to include chain-driven roller conveyors to transport the boxes from the bag folder to the palletizing system.

Chapter 2.3: This chapter will develop the design of the general ventilation system with the primary objective of maintaining environmental conditions to benefit workers' health. This aims to preserve physical well-being and improve performance in the activities carried out.

Chapter 2.4: This chapter will perform the calculation of the electrical installation. This involves surveying the machines to obtain the plant's total consumption, verifying the conductors, automatic switches, differential switches, and creating the corresponding plans.

Keywords: compressed air, end of line, general ventilation, electrical installation.

Índice:

1	Introducción.....	9
1.1	Carga de materia prima	9
1.2	Extrusión	11
1.3	Plegado	15
1.4	Final de línea	17
1.5	Sistema de recuperado de bobinas:.....	18
1.6	Fraccionado	18
1.7	Dobladora de mantas	19
2	Desarrollo	20
2.1	Aire comprimido	20
2.1.1	Memoria descriptiva.....	20
2.1.1.1	Procedimiento para el cálculo del caudal.....	20
2.1.1.2	Procedimiento para la selección del compresor	23
2.1.1.3	Datos técnicos y clasificación de cañerías	26
2.1.1.4	Procedimiento para la selección del tanque pulmón.....	27
2.1.1.5	Sistema de tratamiento del aire	28
2.1.2	Memoria técnica	30
2.1.2.1	Consumos de la instalación.....	30
2.1.2.2	Compresor	32
2.1.2.3	Sistema de tratamiento de aire	32
2.1.2.4	Purgador automático	33

2.1.2.5	Cañerías.....	34
2.1.3	Memoria de cálculos	37
2.1.3.1	Determinación del caudal.....	37
2.1.3.2	Selección del compresor	40
2.1.3.3	Condición para la utilización del compresor existente GA18+	41
2.1.3.4	Selección de tanque pulmón	42
2.1.3.5	Cálculo aproximado del condensado	44
2.1.3.6	Dispositivos de acondicionamiento del aire.....	47
2.1.3.7	Verificación de la cañería.....	49
2.1.3.8	Verificación del espesor de la cañería.....	54
2.1.3.9	Verificación de velocidades	57
2.1.3.10	Modificación de la cañería en sala de máquinas	58
2.1.3.11	Distancia máxima de soportes en la cañería.....	62
2.1.4	Resultado obtenido	63
2.2	Final de línea	65
2.2.1	Memoria descriptiva.....	65
2.2.2	Memoria técnica	68
2.2.2.1	Rodillo transportador recto	68
2.2.2.2	Rodillo curvo.....	69
2.2.2.3	Tramo recto elevador	69
2.2.2.4	Transportador derivador.....	70
2.2.3	Memoria de cálculo	71
2.2.3.1	Parámetros de selección	71

2.2.3.2	Capacidad de carga nominal	72
2.2.3.3	Longitud de transporte	72
2.2.3.4	Cantidad de rodillos y partición	73
2.2.3.5	Ancho del rodillo.....	74
2.2.3.6	Diámetro del rodillo	74
2.2.3.7	Bastidores	76
2.2.3.8	Guías laterales ajustables	77
2.2.3.9	Elección del motorreductor y velocidad de transporte.....	77
2.2.3.10	Transportador elevador.....	83
2.2.3.11	Rodillo transportador derivación.....	84
2.2.3.12	Verificación de la cadena ASA 40	85
2.2.4	Resultados obtenidos	89
2.3	Ventilación general.....	90
2.3.1	Memoria descriptiva.....	90
2.3.2	Memoria técnica	91
2.3.2.1	Características del extractor	91
2.3.2.2	Características del motor.....	92
2.3.2.3	Persiana	92
2.3.3	Memoria de cálculo	93
2.3.3.1	Ventilación sobre la base del contenido máximo de anhídrido carbónico.....	93
2.3.3.2	Ventilación mínima requerida en función del número de ocupantes.....	94
2.3.3.3	Ventilación mínima requerida según la actividad del local	95
2.3.3.4	Cálculo de ventilación sobre la base de una temperatura limite	97

2.3.3.5	Selección del extractor	98
2.3.3.6	Selección de las persianas	100
2.3.3.7	Ubicación de los extractores	101
2.3.4	Resultados obtenidos	103
2.4	Relevamiento eléctrico.	104
2.4.1	Memoria descriptiva.....	104
2.4.2	Memoria técnica	106
2.4.2.1	Características del transformador existente	106
2.4.2.2	Potencia instalada/ consumida	106
2.4.2.3	Conductores	108
2.4.2.4	Interruptores automáticos.....	110
2.4.2.5	Corrientes de cortocircuito.....	111
2.4.3	Memoria de cálculo.	112
2.4.3.1	Determinación de la corriente de proyecto <i>I_b</i>	112
2.4.3.1	Verificación del conductor a partir de su corriente máxima admisible <i>I_z</i>	115
2.4.3.2	Verificación de la corriente asignada del dispositivo de protección <i>I_n</i>	122
2.4.3.3	Verificación de los interruptores automáticos por sobrecargas:	123
2.4.3.4	Verificación de la actuación de los interruptores por corriente de cortocircuito máxima	125
2.4.3.5	Verificación por máxima exigencia térmica	135
2.4.3.6	Verificación de la actuación de los interruptores por corriente de cortocircuito mínima	143
2.4.3.7	Verificación por caída de tensión.....	146
2.4.3.8	Cálculos de los tableros seccionales.	147

2.1.5 Resultados obtenidos	156
3 ANEXO	157
4 Bibliografía.....	158

1 Introducción

El día 21 de octubre de 2014 se inició la producción de film agrícola, principalmente destinada a la elaboración de bolsas plásticas para ensilado conocidas como silo bolsas. La obra está emplazada en la localidad de General Pico, provincia de La Pampa en la calle Caridi 676 (Zona franca).

La producción está orientada a silo bolsas de 9 pies de diámetro y largo de 60 y 75 metros. Existen distintas calidades según el espesor del film, teniendo en cuenta la aplicación, ya sea para grano o para forrajes, dentro del sistema productivo también se puede encontrar silo bolsas de 10[pies] con longitud de 75[m] y 100[m], mantas y burlandas.

La máquina principal del proceso consiste en una línea de coextrusión de cinco capas, cada una con diferentes atributos de “performance” teniendo en cuenta una formulación de materia prima específica para cada una, luego el proceso se completa con el plegado por medio de una máquina de la firma Argentina Tahersa y otra plegadora realizada en empresa Pentasilos, seguidamente se realiza el encajado del silo bolsa y se coloca un film termo contraíble y se paletiza para su distribución.

Seguidamente se mencionarán los diferentes sistemas productivos con sus respectivas maquinarias que se encontrarán en la empresa.

1.1 Carga de materia prima

Inicialmente la materia prima se descarga en la playa de entrada y se deposita en los racks de almacenaje. Seguidamente se coloca el pallet en la rompedora de bolsas KAB-6T (ilustración 1), la misma permite la apertura automatizada, rápida y precisa de filas de bolsa colocadas sobre los pallets.



Ilustración 1: Rompedora de bolsa KAB-6T.

Las bolsas vacías se juntan manualmente y se presan por medio de un actuador neumático para su posterior transporte por camión, de esta forma se realiza el correspondiente reciclaje, en la ilustración 2 se observa dicho sistema.



Ilustración 2: Prensa bolsa.

Una vez que la materia prima pasa por la rompedora de bolsa, por medio de una bomba rotativa y un ventilador centrífugo, se sitúa el polietileno (pellet) a su correspondiente silo.

En el caso que el pellet este húmedo la empresa cuenta con un secador, los instrumentos que lo componen son los siguientes: cuba de carga, ventilador centrífugo, resistencias, motoreductor con tornillo sin fin.



Ilustración 3: secadora de pellet.

Desde los silos, la materia prima pasa a la zona de coextrusión por medio de un sistema de vacío compuesto por 2 compresores Root, en la siguiente imagen podemos visualizar la correspondiente cañería, finalizando en el sistema de dosificación.



Ilustración 4: Cañería sistema de vacío.

1.2 Extrusión

En la ilustración 5 se muestra el sistema de extrusión compuesto por la zona de coextrusión, encanallamiento y transformación y por último el embobinado.

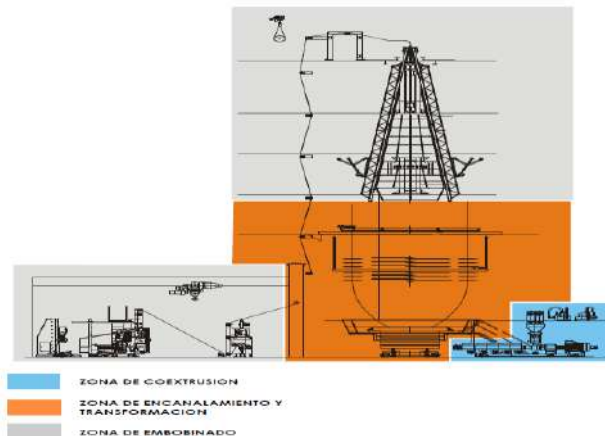


Ilustración 5: Sistema de extrusión.

La zona de coextrusión está compuesta por dosificadores y extrusores monohusillos. Los dosificadores son empleados para la preparación de una mezcla en frío de gránulos termoplásticos.

Los componentes que integran los dosificadores son los siguientes:

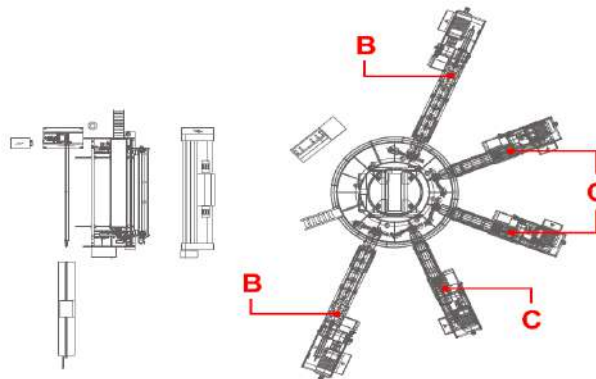
- Tolvas de carga con tapa.
- Mirillas de inspección.
- Sensor para el control del nivel mínimo de ingrediente.
- Boqueta de vaciado del ingrediente.
- Depósito balanza.
- Mezclador de fondo esférico.
- Cárter de protección transparente.
- Célula de carga / Compuerta de vaciado mezclador.



Ilustración 6: Dosificadores.

Luego, el material pasa al sistema de extrusoras mono-husillos (ilustración 7), compuesto por 5 unidades, 3 correspondientes al modelo TRW100 30D AFS y los restantes son TRW140 30D AFS, la principal función del mencionado sistema es el transporte del material hacia el cabezal de extrusión.

Para fundir el material, antes que el pellet ingrese al cabezal se encuentran 3 resistencias en cada extrusora y además presenta un filtro de malla metálica para eliminar las impurezas.



MAQUINA	POSICION
SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN	A
EXTRUSORAS MONO-HUSILLO TRW140 30D AFS	B
EXTRUSORAS MONO-HUSILLO TRW100 30D AFS	C

Ilustración 7: Zona de coextrusión.

Seguidamente la materia prima se deposita en el cabezal para realizar un film tubular a cinco capas sobrepuestas pasando por una serie de resistencias para mantener el pellet fundido a la temperatura de trabajo de 210[°C].

Al producirse la extrusión del material se forma una burbuja guiada por un sistema de rodillos pasando por el sistema K-designe (sistema de control del espesor).

En la siguiente ilustración se apreciará las zonas mencionadas anteriormente.

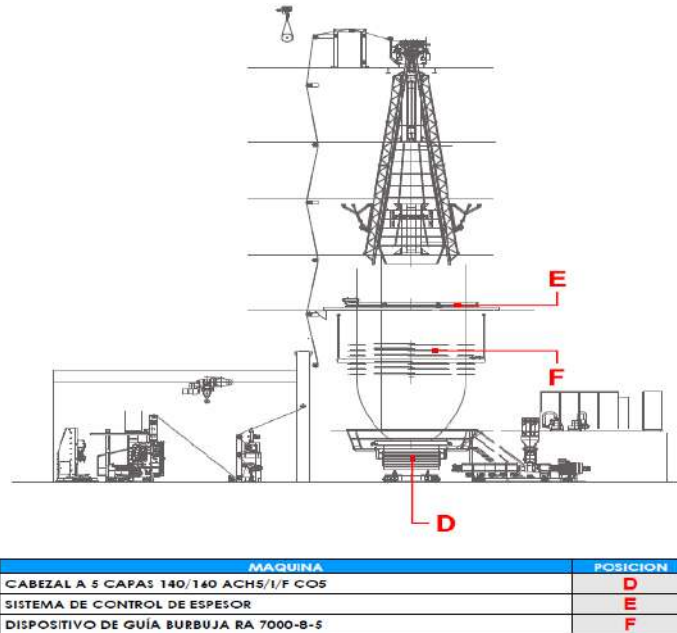


Ilustración 8: Zona de transformación.

Para lograr el enfriamiento del film en el momento de extrusión el sistema presenta dos chiller de aire, uno en el anillo y el restante en el envío (interior de la burbuja), además el cabezal está equipado con un sistema llamado IBC (ilustración 9), el cual permite la recirculación del aire caliente con el aire frío manteniendo un equilibrio entre los flujos de entrada y salida, de esta forma se mantiene constante la temperatura y la dimensión de la burbuja de material.

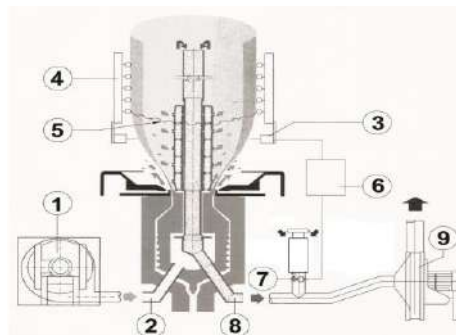


Ilustración 9: IBC.

Referencias:

1. Ventilador centrifugo.
2. Tubería de entrada.
3. Sensor ultrasónico para medir constantemente la dimensión de la burbuja.
4. Jaula de guía tubular.
5. Línea de enfriamiento.
6. Sistema de mando eléctrico.
7. Válvula de regulación del aire de salida.
8. Tubería de salida.
9. Aspirador a caudal constante.

Inmediatamente se encuentra el grupo de arrastre, este grupo no solo cumple con la acción del tiraje del film sino también provoca su aplastamiento para transportarlo.

El film con ancho plano baja por medio de un sistema de transportador de rodillos hasta llegar al módulo de impresión y luego, pasa al bobinador donde el producto se embobinado sobre un tubo de cartón.

Por último, en el sistema de extrusión tenemos el manipulador que tiene la función de sacar la bobina del bobinador y colocarla en un carro porta bobina, seguidamente por medio de un puente grúa es depositada en la zona de almacenaje.

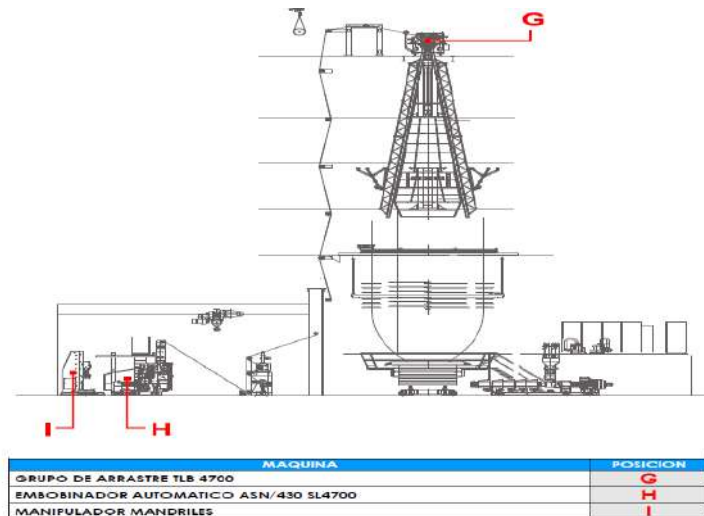


Ilustración 10: Zona de embobinado.

1.3 Plegado

Se encontrarán tres zonas diferenciadas, de bobinador, enhebrado y la plegadora.

El de bobinador se muestra en la ilustración 11 y está compuesto por los siguientes elementos:

1. Tablero de Comando.
2. Mesa de Carga.
3. Carro.
4. Rodillos.

Su función es desenhebrar la bobina por medio de unos motorreductores que giran el buje de cartón.



Ilustración 11: De bobinador.

Seguidamente se realiza el enhebrado (ilustración 12) cuyos componentes son los siguientes:

1. Rodillos NIP.
2. Tablero de Comando NIP.
3. Rodillos del compensador.
4. Comando Neumático.

Sirve para guiar el film en ancho plano hasta llegar al plegado por medio de dos motorreductores que mueven la posición de los rodillos compensadores.

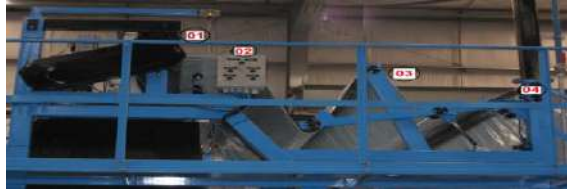


Ilustración 12: Enhebrado.

Luego del enhebrado pasa a la plegadora, la misma es utilizada para realizar el plegado de los silos de 9 y 10 [pies] y de las mantas. De esta manera el producto queda a disposición para ser depositado en su correspondiente caja y finalmente ser embalado.

Actualmente se dispone de dos plegadoras con accionamiento diferenciado para el movimiento del anillo ya sea por motorreductor y tornillo sin fin para el modelo de Thaersa y por accionamiento neumático (ACA), además, la extracción del silo también difiere.

Las partes que componen la plegadora son:

1. Escudo inferior.
2. Escudo superior.
3. Manos.
4. Expansores.
5. Pies.



Ilustración 13: Plegadora 2- ACA



Ilustración 14: Plegadora 1 - Tahersa

1.4 Final de línea

Luego de que se realiza el plegado se extrae el silo bolsa de la máquina y se coloca en un cajón contenedor (dispuesto sobre rieles) con la medida de la caja y el cerco correspondiente.

Inmediatamente se conduce el cajón contenedor hasta una prensa neumática que se visualiza en la ilustración 15, para retirar el aire atrapado en el interior de los pliegues de la bolsa.



Ilustración 15: Prensa bolsa.

Cuando la caja emerge del cajón contenedor es conducida mediante una cinta transportadora de rodillos hacia la sunchadora. Luego la caja ya sunchada se dirige a la envolvedora automática lineal para producir la envoltura de la caja con film termo contraíble, donde la mencionada máquina se muestra a continuación.



Ilustración 16: Horno termo contraíble.

Al salir del horno termo contraíble se encuentra otra sunchadora y por último, el sector de paletizado que se observa en la ilustración 17. Para la manipulación de las cajas se utiliza un sistema de levantamiento por vacío, de esta forma se coloca 4 filas de cajas por encima de un pallet, para ser envuelta con film strich por medio de una paletizadora de plato, una vez que ya se paletizó se deposita el pallet en la zona de producto terminado con un auto elevador.



Ilustración 17: Zona de paletizado.

1.5 Sistema de recuperado de bobinas:

Debido al scrap propio de producción la empresa tiene a disposición una recuperadora de plástico que se observa en la ilustración 18, consta de dos partes, el molino triturador y la zona de extrusión.



Ilustración 18: Recuperadora zona de extrusión.

1.6 Fraccionado

Esta máquina permite el fraccionado del “film ferretero”, consta de realizar cortes a una bobina de 300 [m] de longitud, 9 [pies] de diámetro y espesor promedio de 200 [micrones], en una bobina de 60[m] de longitud con 2 o 3 secciones dependiendo del pedido realizado, su comercialización se realiza por medio de bobinas.

En la ilustración 19 se visualiza la mencionada máquina.



Ilustración 19: Fraccionadora.

1.7 Dobladora de mantas

Se utiliza para plegar un film tubular de 230 micrones y de 40[m] de longitud, se utiliza principalmente para la venta de burlanda de maíz, en este sistema productivo el doblado del silo se realiza en forma diferenciado que en la plegadora por medio de dos tablas que doblan el silo bolsa en forma de zigzag.



Ilustración 20: Dobladora de mantas.

En el plano 1 de la sección de ANEXO se presenta el layout actual de la planta.

2 Desarrollo

2.1 Aire comprimido

2.1.1 Memoria descriptiva

Actualmente la empresa tiene a disposición dos compresores a tornillo, un Atlas Copco ga18+ y el restante corresponde a la marca Setec modelo ETR 80C de backup, ambos de regulación carga/descarga, además presenta un tanque pulmón de 1000[l].

Debido a la realización de una nueva máquina (Plegadora 2 - ACA) y las ampliaciones estipuladas, se rediseñará la instalación existente para cumplir con las nuevas necesidades de consumo, para ello, se incorporará un compresor, se dejará el ga18+ de backup y el ETR se venderá.

Se verificará si el tanque pulmón actual cumple con los requisitos del sistema o se deberá adquirir uno de mayor capacidad.

Por otro lado, la cañería actual no tiene un colector para evacuar el condensado, con lo cual, el mismo desemboca en las cañerías de servicio provocando que los filtros con purga automática actúen constantemente y en casos particulares supere la capacidad de evacuación introduciendo aire húmedo a las máquinas. Debido a que todas las máquinas del sistema productivo trabajan con aire comprimido y se necesita aire seco, se instalará un secador a la salida del tanque pulmón y se dejará las unidades FRL actuales al pie de cada máquina para evacuar el condensado que se generará en las cañerías, regular la presión y lubricar los actuadores neumáticos.

A causa de la instalación del secador se deberá modificar la traza de la cañería en la sala de máquinas, mientras que en la zona de producción se verificará si el diámetro es el adecuado para el nuevo caudal de consumo.

2.1.1.1 Procedimiento para el cálculo del caudal

Para calcular el consumo de aire comprimido se realizarán los siguientes pasos:

➤ Determinación de los consumos específicos:

El caudal volumétrico de un sistema es una medida de volumen del fluido que circulará circulará por unidad de tiempo, la unidad correspondiente es metro cúbico por minuto $[\frac{m^3}{m}]$ medido en condiciones de aspiración o bien, puede expresarse en normales metros cúbicos por minuto $[\frac{Nm^3}{min}]$.

Se obtendrá el aire libre en condiciones normales de aspiración en los siguientes contextos de temperatura, presión y humedad:

- Presión atmosférica 1[Atm] = 1,013 [bar].
- Temperatura 0[°C].
- Humedad relativa 0[%].

El consumo de las máquinas presentes en la instalación se mencionará a continuación:

Máquina	Caudal [Nm3/min]
Plegadora 1 (anillo con actuación mecánica)	0,755
Plegadora 2 (anillo con actuación neumática)	2,455
De Bobinador (plegadora 1)	0,0005
De Bobinador (Plegadora 2)	0,0001
Extrusora	0,018
Impresora de tinta	0,005
Bobinador	0,005
Manipulador	0,0007
Rompedora de bolsa	0,0056
Prensa de bolsa	0,0009
Fraccionador	0,000029
Rodillos transportadores del elevador	0,0065
Horno	0,0032
Recuperadora	0,014
Dobladora de mantas	0,0007
Atornillador neumático	0,034

Tabla 1: Consumo de aire comprimido por máquina.

➤ Coeficiente de utilización individual.

Se tendrá en cuenta un coeficiente de utilización debido al tiempo que el componente neumático está parado por la índole de su trabajo, el mismo varía conforme a las prestaciones de cada herramienta, máquina o accionamiento.

En los silos para el almacenaje de la materia prima se contemplará que se cargarán en el inicio de cada turno con un tiempo promedio de una hora y media, donde para ello se utilizará

la rompedora de bolsa. Las bolsas utilizadas para tal fin se prensarán una vez que el silo este lleno.

En el caso de la fraccionadora y la dobladora de mantas se tendrá en cuenta que la utilización de estas máquinas es menor a 1 mes en el año ya que la producción principal es el silo bolsa.

En cuanto el sistema de extrusión se realizará en forma continua, solo se detendrá por mantenimiento 3 semanas en el año, los ciclos por minutos de cada actuador neumático corresponden al tiempo real de funcionamiento, con lo cual el coeficiente de utilización será de 1.

En las plegadoras el ciclo de trabajo corresponde al tiempo que tardará en plegar y sacar de la máquina un silo bolsa. Se utilizará un coeficiente en los expansores, anillos y manos debido al tiempo de no actuación producto a la extracción del silo. Para la “plegadora 1 - Tahersa” el ciclo completo le corresponde un tiempo de 5[*min*] mientras que para la “plegadora 2 - ACA” es de 6[*min*] debido a que el proceso de extracción del silo es más pausado. La frecuencia en la que actuará el compensador y el Nip es por cambio de bobina, el mismo se realizará cada 50 minutos de trabajo, este echo está contemplado en los ciclos/*min* de actuación.

Para la recuperadora se tiene en cuenta que los actuadores sirven para el movimiento de dos rodillos que prensan el silo y lo introduce al triturador, con lo cual su funcionamiento está restringido a las secciones de silo que se introducirán.

➤ Suma de los consumos individuales.

Para obtener el caudal total del sistema neumático, se sumarán los consumos individuales afectados por el coeficiente de utilización.

➤ Perdidas por fugas.

Seguidamente se añadirá un porcentaje de consumo de aire que suele oscilar entre un 5 y 10% sobre el computado, para integrar la parte de pérdidas de aire en el sistema.

➤ Coeficiente de ampliación.

Por último, se analizarán las futuras ampliaciones, las mismas son:

Sistema de extrusión bivalente, el mismo estará compuesto por una extrusora, bobinador, manipulador y rompedora de bolsa con sus respectivos silos de almacena de materia prima. Recuperadora Poystar.

Modificación de la plegadora 1, se cambiará el sistema del movimiento del anillo reemplazando los motorreductores con tornillos sin fin por actuadores neumáticos de 63[mm] de diámetro del vástago con una longitud de carrera de 900[mm], por otro lado, se modificará el sistema de extracción del silo bolsas, el mismo se realizará por la parte inferior insertando el sistema de pies al núcleo.

Se dejará un 10% adicional para contemplar futuras aplicaciones NO previstas.

2.1.1.2 Procedimiento para la selección del compresor

Son máquinas que aspiran el aire ambiente a la presión atmosférica y lo comprimen hasta conferirle una presión superior.

Dentro de los principios básicos de compresión se encontrarán los compresores de desplazamiento positivo que lo integran los alternativos (pistón) y rotativos (tornillo), debido a que los compresores a pistón se utilizan para bajos caudales, normalmente menores a 1,5 $\left[\frac{m^3}{min}\right]$ se escogerá un compresor a tornillo.

Los compresores a tornillos presentan 3 sistemas de regulación diferenciados:

1. Regulación carga/descarga (presente en el compresor GA18+ y ETR 80-C): es el método más común e implica la aceptación de unas mayores variaciones de presión entre dos valores límites. Tiene lugar deteniendo completamente la producción de aire comprimido (descarga) y reanudándola (carga) cuando la presión ha descendido hasta el valor límite inferior. Dichos compresores deben funcionar en vacío durante un periodo determinado, esto significa que consumen potencia cuando el suministro de aire es cero.



Ilustración 21: Rendimiento con regulación carga/descarga

2. Modulación: Este tipo de control modula la salida del compresor cerrando la válvula de admisión en una especie de estrangulamiento hasta llegar a la demanda requerida, aunque el consumo de potencia se reduce permanece cerca del máximo.



Ilustración 22: Rendimiento con regulación modular.

3. Velocidad variable (VSD): En dicha regulación se ajusta la velocidad del compresor (RPM) mediante un variador de frecuencia, con lo cual, en situaciones de demanda fluctuante de aire, el control de ahorro de energía más eficiente es el VSD debido a que la potencia consumida es proporcional a la demanda.



Ilustración 23: Rendimiento con velocidad variable.

Por otro lado, el convertidor en el sistema VSD efectuará arranques y paradas suaves, controladas automáticamente eliminando los picos de intensidad.

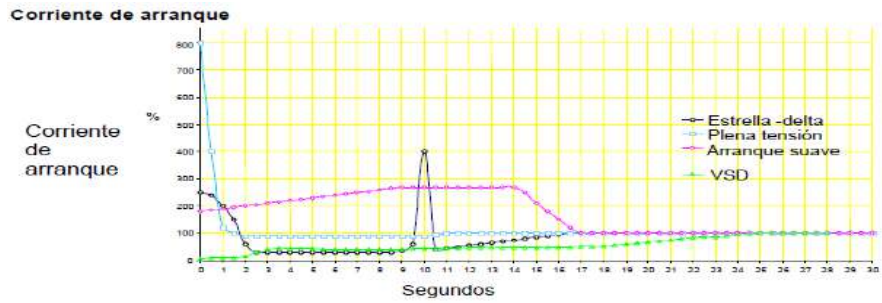


Ilustración 24: Corriente de arranque con relación al tiempo para compresores VSD

En el gráfico siguiente se visualizará las curvas de potencia y capacidad de los diferentes sistemas de control de los compresores, en el cual, se observará un importante ahorro energético del sistema modulante y de velocidad variable cuando el compresor no funciona a plena carga frente al sistema convencional de carga/descarga.

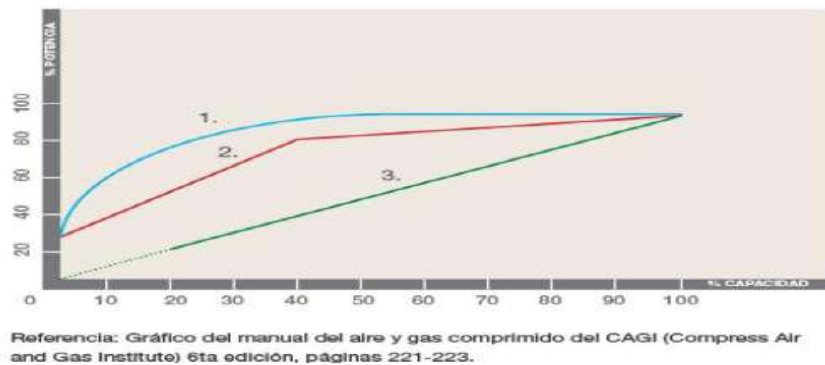


Ilustración 25: Potencia en relación del caudal.

Referencias:

1. Compresor con sistema de regulación ON/OFF.
2. Compresor con sistema de control por modulación.
3. Compresor de velocidad variable VSD.

Mediante los datos obtenidos se seleccionará un compresor de velocidad variable.

Seguidamente se analizará el caudal necesario para la selección del compresor, teniendo en cuenta que el valor mencionado anteriormente representa el caudal de aire libre normal y el caudal que la mayoría de los fabricantes indican en sus catálogos corresponde al medido

según ISO 1217 anexo C (FAD), que define el caudal de aire que produce un compresor medido en condiciones de aspiración. Las siglas vienen dadas por su denominación en Free Air Delivery, cuya traducción al español es Aire Libre Suministrado. Dicha norma regula el procedimiento en la medición del caudal a la salida del AIR-END o unidad compresora en las siguientes condiciones:

- Presión 1,013[bar].
- Humedad relativa 0[%].
- Temperatura de 20[°C].

Por tal motivo se deberá seleccionar el caudal del compresor en condiciones FAD.

2.1.1.3 Datos técnicos y clasificación de cañerías

Las cañerías se clasificarán de la siguiente manera:

- Cañería principal: Es aquella que conduce la totalidad del caudal de aire comprimido. La velocidad máxima del fluido que transportara dicha cañería es de $8 \left[\frac{m}{s} \right]$.
- Cañería secundaria: Son aquellas que derivan de la principal y se distribuyen por las áreas de trabajo de la cual se desprenden las cañerías de servicio. La velocidad máxima del fluido es de 10 a 15 $\left[\frac{m}{s} \right]$.
- Cañerías de servicio: Se desprenden de las cañerías secundarias y son las que alimentan a los equipos neumáticos con velocidad máxima de 15 a 20 $\left[\frac{m}{s} \right]$.

La cañería presente en la zona de producción es del tipo “Red mixta”, la cual está formada por una red cerrada (tipo anillo) y de la misma se derivan las redes en circuito abierto. El tipo de caño es ASTM A53 Grado A, la instalación es de forma aérea, sujeta por ménsulas a las vigas de la nave industrial, la traza de la misma se visualizará en el plano 2 de la sección ANEXO.

Como se mencionó anteriormente, debido a la incorporación del secador en la sala de máquinas, se modificará la traza de esta. Con respecto al material, se utilizará aluminio debido a que presenta las siguientes ventajas con respecto al acero al carbono:

- Las tuberías de aluminio no se deterioran, ni se oxidan. En las tuberías de acero negro se producen corrosiones y oxidaciones debidas a la humedad y a las condensaciones que se producen en el interior de la tubería, contaminando el aire comprimido en los puntos de uso y dañando también a los equipos de tratamiento de la sala de compresores.
- Tienen un acabado con pintura electrostática conforme al RAL que indica la normativa vigente, por lo que no es necesario pintarlas al realizar su montaje como ocurre con otros tipos de tubería.
- Presenta pérdida de carga muy baja gracias a las características de su superficie interna.
- Los tiempos de montaje son muchos más cortos que en otros tipos de tubería, hasta un 50%, abaratando el coste final de las instalaciones.

Otro aspecto para tener en cuenta es que la caída de presión desde el secador a cualquier punto de utilización no deberá superar el 3[%].

Se colocarán válvulas esféricas con sistemas de bypass con el fin de poder interrumpir el servicio en un tramo de la cañería en el caso que se deba realizar algún tipo de mantenimiento y no recurrir a una parada de servicio total.

2.1.1.4 Procedimiento para la selección del tanque pulmón

Las funciones del depósito de aire son:

- Controlar los diferentes picos de demanda, siendo capaz de actuar como reserva de aire comprimido y de reducir las posibles caídas de presión.
- Facilitar un volumen de reserva de aire comprimido que mejora el consumo energético del sistema, en el caso de necesitarse un alto consumo instantáneo.

- Permitir la eliminación de gran parte del agua contenido en el aire comprimido, ya que éste se condensa al producirse un enfriamiento en el depósito, siendo evacuado gracias a los purgadores automáticos de condensado.

En el tanque pulmón se instalará un purgador automático donde en la siguiente ilustración se observará las opciones de instalación, en nuestro caso seleccionaremos el método 2.

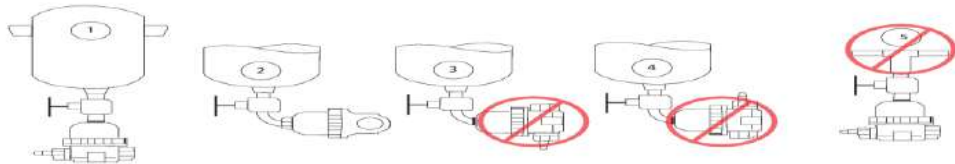


Ilustración 26: Posiciones de instalación de un purgador automático.

2.1.1.5 Sistema de tratamiento del aire

Para el tratamiento del aire se instalará un secador, los tipos disponibles son frigorífico, absorción y adsorción.

En base a las cotizaciones de estos, se seleccionará un secador tipo frigorífico donde el principio del método de secado constará de enfriar el aire hasta una determinada temperatura y extraer el condensado que se forma. El aire pasará a través de un intercambiador donde se enfriará por la acción del fluido refrigerante de un ciclo frigorífico. Con este tipo de secado se obtendrá temperaturas del aire muy bajas, del orden de 3°C y el aire conseguido podrá llamarse "prácticamente seco".

El mismo se instalará a la salida del tanque pulmón, de tal forma evacuará el condensado que se producirá en el compresor y el aire húmedo a la salida del tanque pulmón.

Seguidamente para el condensado que se generará aguas arriba del secador (en la cañería de la zona de producción), se tiene en cuenta que cada equipo presenta actualmente unidades FRL con purgadores automáticos, no se realizará la selección de estas.

La unidad FRL es un aparato diseñado para depurar el aire comprimido en una planta, las funciones principales son:

- Filtrar el aire para mantenerlo libre de impurezas debido a la corrosión de las cañerías de acero.
- Regular la presión de aire.
- Lubricar el aire para reducir la fricción entre las partes móviles.
- Drenar automáticamente el condensado de los vasos del filtro, para lo cual hay distintos métodos para poder llevarlo a cabo: el drenaje automático por flotador, el semiautomático por caída de presión y el temporizado por electroválvula.

2.1.2 Memoria técnica

2.1.2.1 Consumos de la instalación

A continuación, en la tabla 2, se especificarán los componentes de todos los equipos de la instalación, así como la cantidad, la presión de trabajo, la unidad de acondicionamiento de aire y el caudal de utilización de cada actuador, luego se visualizará el consumo total, y al mismo se le afectará el resultado por un coeficiente de pérdidas 10[%].

La ampliación prevista es del 53[%] del consumo actual, a este valor corresponderá a la modificación de la plegadora 1, una segunda recuperadora y otro sistema de extrusión y se contemplará un 10[%] por sistemas no previstos.

Máquina	Componente	Unidad de acondicionamiento de aire	Presión de trabajo [bar]	Cantidad	Caudal (Nm ³ /min)	Caudal por máquina [Nm ³ /min]	
Plegadora 1 (anillo con actuación mecánica)	Expansores	FR+L	5	4	0,4947	0,7550	
	Topes de expansores		5	4	0,0792		
	Escudo inferior		5	4	0,0097		
	Escudo superior		5	4	0,0039		
	Compensador		5	2	0,0010		
	Rodillos NIP		5	2	0,0005		
	Trabas del núcleo		5	2	0,0039		
	Mano de plegadora		5	24	0,1621		
Plegadora 2 (anillo con actuación neumática)	Expansores	FR+L	5	2	0,1629	2,4555	
	Anillos		5	4	2,0944		
	Pies		5	8	0,0452		
	Trabas de pies		5	8	0,0007		
	Escudo superior		5	2	0,0023		
	Escudo inferior		5	1	0,0011		
	Rodillos NIP		5	2	0,0001		
	Tablas		5	4	0,0046		
	Mano de plegadora		5	24	0,1441		
Bobinador (plegadora 1)	Altura del rodillo	FR+L	5	2	0,0005	0,0005	
3obinador (Plegadora 2)	Altura del rodillo	FR+L	5	2	0,0001	0,0001	
Extrusora	Dosificadores A-E	FR+L	4 a 5	12	0,0041	0,0187	
	Dosificadores B-C-D	FR+L	4,5 a 5,5	18	0,0022		
	Cargadores A-E	FR+L	4 a 5	12	0,0041		
	Cargadores B-C-D	FR+L	4,5 a 5,5	18	0,0069		
	Balanza A-E	FR+L	4 a 5	2	0,0004		
	Balanza B-C-D	FR+L	4,5 a 5,5	3	0,0005		
	Tiro	FR+L	5	2	0,0005		
Impresora de tinta	Bomba neumática	FR+L	4	1	0,0050	0,0050	
Bobinador	Leva	FR+L	6	2	0,0001	0,0050	
	Leva (cambio de rotación) 1		6	2	0,0001		
	Leva (cambio de rotación) 2		6	2	0,0001		
	Compuerta		6	3	0,0001		
	Palanca envolvimiento		6	2	0,0031		
	Calandria		6	2	0,0011		
	Gúas carro (sin vástago)		6	2	0,0004		
	Axiales		6	2	0,0000		
Manipulador	Pinza B	FR+L	6	1	0,0006	0,0007	
	Pinza B1 y B2	FR+L	6	2	0,0001		
	Pinza A	FR+L	6	1	0,00003		
	Corrector	FR+L	6	1	0,0001		
	Inflador	FR+L	6	1	0,0000		
Rompedora de bolsa	Ganchos	FR+L	5	2	0,0050	0,0056	
	Rastrillo		5	1	0,0006		
Prensa de bolsa		FR+L	6 a 7	1	0,0009	0,0009	
Fraccionador	Cilindro 1	FR+L	4	2	0,000029	0,000030	
	Cilindro 2		4	1	0,000001		
Rodillos transportador del elevador	Levantamiento central	FR+L	5	1	0,0018	0,0065	
	Levantamiento lateral		5	2	0,0047		
Horno	Longitudinal	FR+L	4 a 5	2	0,0021	0,0032	
	Transversal		5 a 5	1	0,0011		
Recuperadora	Rodillos en paralelo	FR+L	5	1	0,0140	0,0140	
Dobladora de mantas	Tiro	FR+L	5	2	0,0001	0,0007	
	Movimiento Long. Madera		5	2	0,0005		
Atornillador neumático		FR+L		1	0,0340	0,0340	
Consumo total						3,3	
Pérdidas por fugas (10%)						3,6	
Ampliación (53%)						5,6	
Ampliación no estipulada (10%)						6,1	

Tabla 2: Máquinas y consumos de aire comprimido.

Seguidamente se obtuvo el caudal libre de aspiración el cual corresponde a $6,8 \left[\frac{m^3}{min} \right]$ y por último, se estableció un factor de consumo del compresor del 85[%].

Los resultados de la presión del sistema y el caudal del compresor son los siguientes:

- $Q_{Compresor} = 8 \left[\frac{Nm^3}{min} \right]$.
- $P_t = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$.

2.1.2.2 Compresor

Se seleccionó un compresor de velocidad variable que abastezca las condiciones de la planta, donde en la siguiente tabla, se especifica las características de este.


Marca	Sullair	
Modelo	S ENERGY 4507PV	
Regulación	Velocidad variable	
Presión de servicio [bar]	7	
Flujo volumétrico $\left[\frac{m^3}{m} \right]$	8,3	
Potencia nominal [HP]	60	
Dimensiones L-A-H [mm]	2000x1100x1750	
Conexión	NPT 2"	
Masa [Kg]	1250	

Tabla 3: Compresor Sullair.

2.1.2.3 Sistema de tratamiento de aire

Debido al caudal del compresor y las condiciones ambientales donde se instalará, se escogió el siguiente secador:

Marca	Sullair	
Modelo	RFA-500	
Tipo	Refrigeración	
Presión de servicio [bar]	7	
Flujo volumétrico [m3/min]	15,5	
Pérdida de carga [bar]	0,2	
Dimensiones L-A-H [mm]	948x728x1369,5	
Conexión	NPT 2"	
Masa [Kg]	220	
Prefiltros	FXF-700* de 1[micrón]- 0,5[ppm]	
Posfiltros	FXH-700* de 0,01 [micrón]- 0,01[ppm]	

Tabla 4: Secador Sullair.

2.1.2.4 Purgador automático

Se instalará un purgador automático en el tanque pulmón para evacuar el condensado que se produzca en el mismo, las características se pueden observar en la tabla 5.

Marca	DRECAF	
Conexión de entrada y salida	½"	
Presión máxima de trabajo [bar]	7	
Presión mínima de trabajo [bar]	4	
Temperatura máxima de trabajo [°C]	40	
Drenaje máximo de condensado a 7[bar] [l/h]	100	

Tabla 5: Purgador automático.

2.1.2.5 Cañerías

A continuación, en la tabla 6, se mencionarán los tramos correspondientes en la instalación con sus respectivas longitudes y diámetro, tanto los teóricos como los reales, la abreviatura de los tramos se pueden observar en el plano 2 en la sección ANEXO.

Cañería	Tramo	Abreviatura del tramo	Long tramo recto [m]	Diámetro de la cañería teórico [in]	Diámetro de la cañería existente [in]	
Principal	Sala de máquina	P-A	15	2	2	
Secundarias	Anillo cerrado	A-AA	200	2	2	
	Sistema de extrusión a Extrusora	SE-E	3	1/2	1	
	Extrusora - Bobinador	E-B	15	1/2	1/2	
	Plegado y fin de línea	AA-PFL	10	1	1	
Servicio	Manipulador	B-M'	8	1/2	1/2	
	Bobinador	B'	1	1/2	1/2	
	Extrusora	E'	2	1/2	1	
	Sistema de Capas	EA' - EE'	13	1/2	1	
	Tiro de la extrusora	T	20	1/2	1/2	
	Bajada con doble salida se conecta con PL1	AA-AA'	8	2	2	
	Plegadora 1	PL1'	10	1	1	
	Plegadora 2	PL2'	20	2	1	
	Final de línea y dobladora de mantas	FDL	20	1/2	1	
	Rompedora y prensadora de bolsas	R	8	1/2	3/4	
	Taller, laboratorio, fraccionadora	T-L-F	8	1/2	3/4	
	Análisis de cañería para la plegadora 2					
		Plegadora 2 - Pistón	PL2'-P1'	2.5	1 1/4	1
		Pistón anillo 1 - Manos, escudos y compensador	P1'-M'	1.2	1	1
		Manos - Pistón anillo 2	M'-P2'	1.2	1	1

Tabla 6: Cañería.

Se sugiere aumentar la sección de la cañería que alimenta la plegadora 2, así como la cañería PL2'-P1.

Los accesorios en cada tramo se mostrarán a continuación:

Tramo	Accesorio	Diámetro [in]	Cantidad
Sala de máquinas	Válvula	2	5
	T en derivación	2	5
	Curva 90°	2	9
Anillo	T en derivación	2	2
	T paso recto	2	4
	Curva 90°	2	8
Sistema de extrusión a Extrusora	Reducción	2 a 1	1
	T en derivación	1	1
Extrusora - Bobinador	Reducción	1 a 1/2	1
	T paso recto	1/2	1
Plegado y fin de línea	Reducción	2 a 1	1
	T paso recto	1	1
	T en derivación	1	1
Manipulador	T paso recto	1/2	1
	Válvula	1/2	1
	Curva 90°	1/2	1
Bobinador	T en derivación	1/2	1
	Válvula	1/2	1
Extrusora	T en derivación	1	1
	T en derivación	1	4
Sistema de Capas	Válvula	1	1
	T paso recto	1	4
	Curva 90°	1	2
Tiro de la extrusora	Reducción	2 a 1/2	1
	T en derivación	1/2	1
	Válvula	1/2	1
	Curva 90°	1/2	1
Bajada con doble salida se conecta con PL1	T paso recto	2	3
	Válvula	2	2
	T en derivación	2	1
Plegadora 1	Reducción	2 a 1	1
	T paso recto	1	1
	Válvula	1	1
	Curva 90°	1	1
Plegadora 2	Válvula	2	1
	Curva 90°	2	3
Final de línea y dobladora de mantas	Reducción	2 a 1/2	1
	T en derivación	1/2	1
	Válvula	1/2	1
	Curva 90°	1/2	2
Rompedora y prensadora de bolsas	Reducción	2 a 1/2	1
	T en derivación	1/2	1
	Válvula	1/2	1
	Curva 90°	1/2	2
Taller, laboratorio, fraccionadora	Reducción	2 a 1/2	1
	T en derivación	1/2	1
	Válvula	1/2	1
	Curva 90°	1/2	2
Plegadora 2 - Pistón anillo 1	Reducción	2 a 1 1/4	1
	T en derivación	1 1/4	1
	Curva 90°	1 1/4	1
Pistón anillo 1 - Manos	Reducción	1 1/4 a 1	1
	T en derivación	1	1
Manos - Pistón anillo 2	Reducción	1 a 3/4	1
	Curva 90°	3/4	1
	T paso recto	3/4	1

Tabla 7: Accesorios.

Para la modificación de la cañería en la sala de máquinas será necesario realizar la compra de los siguientes elementos donde el tipo de rosca es NPT.

Elemento	Tamaño[in]	Cantidad
Cañería de aluminio	2	2x5800[mm]
Unión T	2	5
Niple rosca macho	2	9
Válvula globo	2	7
Codo 90°	2	10
Buje reductor	2 a 1	1
Tubo flexible	2	3
Tubo flexible	1	1
Llave de ajuste	2	2
Soporte mural	2	10

Tabla 8: Elementos para la cañería en la sala de máquinas.

2.1.3 Memoria de cálculos

2.1.3.1 Determinación del caudal

El caudal de aire libre en condiciones normales de aspiración se obtendrá aplicando el procedimiento mencionado en la memoria descriptiva que consta de:

1. Determinar el consumo específico de todas las herramientas o equipos de la planta que consuman aire en $\frac{Nm^3}{min}$.
2. Multiplicar dichos consumos por el coeficiente de utilización individual, que es el tiempo del equipo funcionando en relación con el tiempo total de un ciclo completo de trabajo.
3. Sumar dichos resultados.
4. Sumar entre un 5 a 10% del valor computado en el inciso anterior, para totalizar las pérdidas por fugas en el sistema.
5. Agregar un cierto porcentaje de consumo de aire para contemplar posibilidades de ampliación.

Inicialmente se calculará el caudal de aire en las máquinas presentes en la fábrica, las mismas funcionan con actuadores neumáticos de doble efecto, con lo cual, el consumo se obtendrá de la siguiente forma:

$$Q_{pistón} = 2 * Vol * n * ciclos = 2 * \pi * l * r^2 * n * ciclos$$

Donde:

- $Q_{pistón}$: Caudal de aire comprimido para su consumo $[\frac{m^3}{min}]$.
- 2: Pistones son de doble efecto.
- Vol : Volumen del pistón $[m^3]$.
- n : Cantidad de pistones.
- l : Longitud de carrera del pistón $[m]$.
- r : Radio interno $[m^2]$.

- *Ciclos*: ciclos por minutos de funcionamiento.

Luego se multiplicará dicho valor por un coeficiente de utilización en función al tiempo que el actuador este en reposo por lo mencionado en el apartado 2.1.1.1.

Seguidamente se obtendrá el caudal de aire libre en condiciones normales de aspiración (Q_n), que indicará el consumo requerido para servicio continuo a la presión de trabajo, por medio de la siguiente expresión:

$$Q_n = Q_{pistón} * \left(\frac{P_R + P_A}{P_A} \right)$$

En el cual:

- Q_n : Caudal de aire libre en condiciones normal $\left[N \frac{m^3}{min} \right]$.
- P_R : Presión relativa de aire comprimido = 7[bar].
- P_A : Presión atmosférica = 1,013[bar].

Posteriormente se realizará la suma de los caudales individuales para obtener el caudal total de funcionamiento, posteriormente se le aplicará un coeficiente de pérdida del 10%.

Por último, se tendrá en cuenta un factor de ampliación, por lo estipulado en la memoria descriptiva corresponde al 53[%] del consumo total, el mismo se realizará entre los años 2024-2025 y se adicionará un 10[%] por ampliaciones no estipuladas.

Los valores obtenidos se mostrarán a continuación:

Máquina	Componente	Cantidad	Diámetro [mm]	Longitud [mm]	Ciclos/min	Volumen [m3]	Caudal total[m ³ /min (sist de doble efecto)	Coefficiente de utilización [%]	Caudal (Nm ³ /min)	
Plegadora 1 (anillo con actuación mecánica)	Expansores	4	50	300	15,00	0,000589049	0,070685835	0,9	0,49471189	
	Topes de expansores	4	50	225	0,20	0,007068583	0,011309734	0,9	0,07915390	
	Escudo inferior	4	63	250	0,20	0,000779311	0,001246898	1	0,00969635	
	Escudo superior	4	40	250	0,20	0,000314159	0,000502655	1	0,00390883	
	Compensador	2	63	500	0,02	0,001558623	0,00012469	1	0,00096964	
	Rodillos NIP	2	80	160	0,02	0,000804248	6,43398E-05	1	0,00050033	
	Trabas del núcleo	2	80	125	0,20	0,000628319	0,000502655	1	0,00390883	
	Mano de plegadora	24	32	40	15,00	3,216991E-05	0,023162334	0,9	0,16210719	
Plegadora 2 (anillo con actuación neumática)	Expansores	2	63	140	15,00	0,000436414	0,026184861	0,8	0,16289873	
	Anillos	4	63	900	15,00	0,002805521	0,336662494	0,8	2,09441224	
	Pies	8	63	700	0,17	0,002182072	0,005818858	1	0,04524965	
	Trabas de pies	8	32	40	0,17	3,21699E-05	8,57864E-05	1	0,00066711	
	Escudo superior	2	50	225	0,17	0,000441786	0,000294524	1	0,00229033	
	Escudo inferior	1	50	225	0,17	0,000441786	0,000147262	1	0,00114517	
	Compensador	2	63	500	0,02	0,001558623	0,00012469	1	0,00096964	
	Rodillos NIP	2	63	70	0,02	0,000218207	1,74566E-05	1	0,00013575	
	Tablas	4	50	225	0,17	0,000441786	0,000589049	1	0,00458067	
	Mano de plegadora	24	32	40	15,00	3,216991E-05	2,316233E-02	0,8	0,14409528	
	De Bobinador (plegadora 1)	Rodillo	2	80	160	0,02	0,000804248	6,84466E-05	0,9	0,00047904
	De Bobinador (Plegadora 2)	Rodillo	2	63	70	0,02	0,000218207	1,85708E-05	0,8	0,00011553
	Extrusora	Dosificadores A-E	12	25	50	0,90	2,45437E-05	0,000530144	1	0,000412260
Dosificadores B-C-D		18	20	25	1,00	7,85398E-06	0,000282743	1	0,00219872	
Cargadores A-E		12	25	50	0,90	2,45437E-05	0,000530144	1	0,000412260	
Cargadores B-C-D		18	25	50	1,00	2,45437E-05	0,000883573	1	0,00687100	
Balanza A-E		2	20	50	0,90	1,5708E-05	5,65487E-05	1	0,00043974	
Balanza B-C-D		3	16	50	1,00	1,00531E-05	6,03186E-05	1	0,00046906	
Tiro		2	100	100	0,02	0,000785398	6,28319E-05	1	0,00048860	
Impresora de tinta		Bomba neumática	1					1	0,00500000	
Bobinador	Leva	2	40	120	0,02	0,000150796	1,34041E-05	1	0,00010424	
	Leva (cambio de rotación) 1	2	40	150	0,02	0,000188496	1,67552E-05	1	0,00013029	
	Leva (cambio de rotación) 2	2	32	150	0,02	0,000120637	1,07233E-05	1	0,00008339	
	Compuerta	3	25	100	0,02	4,90874E-05	6,54498E-06	1	0,00005090	
	Palanca envolvimiento	2	80	880	0,02	0,004423362	0,000393188	1	0,00305758	
	Calandria	2	100	230	0,02	0,001806416	0,000144513	1	0,00112379	
	Guías carro (sin vástago)	2	25	1450	0,02	0,000711767	5,69414E-05	1	0,00044280	
Manipulador	Axiales	2	63	20	0,02	6,23449E-05	5,54177E-06	1	0,00004309	
	Pinza B	1	80	320	0,02	0,001608495	7,14887E-05	1	0,00055592	
	Pinza B1 y B2	2	50	50	0,02	9,81748E-05	8,72665E-06	1	0,00006786	
	Pinza A	1	50	40	0,02	7,85398E-05	3,49066E-06	1	0,00002714	
	Corrector	1	40	125	0,02	0,00015708	6,98132E-06	1	0,00005429	
Rompedora de bolsa	Inflador	1	40	50	0,02	6,28319E-05	2,79253E-06	1	0,00002172	
	Ganchos	2	80	160	1,00	0,000804248	0,003216991	0,2	0,00500331	
Prensa de bolsa	Rastrillo	1	40	160	1,00	0,000201062	0,000402124	0,2	0,00062541	
Fraccionador	Cilindro 1	2	63	300	0,01	0,000935174	3,74069E-05	0,1	0,00002909	
	Cilindro 2	1	32	40	0,01	3,21699E-05	6,43398E-07	0,1	0,00000050	
Rodillos transportador del elevador	Levantamiento central	1	50	600	0,10	0,001178097	0,000235619	1	0,00183227	
	Levantamiento lateral	2	80	300	0,10	0,001507964	0,000603186	1	0,00469060	
Horno	Longitudinal	2	40	550	0,10	0,00069115	0,00027646	1	0,00214986	
	Transversal	1	40	550	0,10	0,00069115	0,00013823	1	0,00107493	
Recuperadora	Rodillos en paralelo	1							0,01400000	
Dobladora de mantas	Tiro	2	63	70	0,20	0,000218207	0,000174566	0,1	0,00013575	
	Movimiento Long. Madera	2	50	600	0,14	0,001178097	0,000673198	0,1	0,00052350	
Atornillador neumático		1							0,03400000	
Consumo total									3,3	
Pérdidas por fugas (10%)									3,6	
Ampliación (53%)									5,6	
Ampliación no estipulada (10%)									6,1	

Tabla 9: Cálculos de consumo.

2.1.3.2 Selección del compresor

Inicialmente se convertirá el caudal de aire libre medido en condiciones normales a un caudal medido en condiciones de aspiración o FAD, para esto se utilizará la formula siguiente que tiene en cuenta la temperatura de aspiración del aire, humedad y presión absoluta a la que se encuentra sometido el equipo.

$$Q_{FAD} = Q_n * \frac{T_{FAD}}{T_N} * \frac{P_N}{P_{FAD}} * \left[\frac{760[\text{mmhg}] - P_{\text{parcial vapor}} * HR[\%]}{760[\text{mmhg}]} \right] = 6,8 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$$

Donde:

- Q_n : Caudal de aire libre en condiciones normales $\left[\frac{\text{Nm}^3}{\text{min}} \right]$.
- Q_{FAD} : Caudal de aire libre en condición de aspiración $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$.
- T_N : Temperatura en condiciones normales = 273,15[°K].
- T_{FAD} : Temperatura en condiciones de aspiración = 318,15[°K].
- P_N : Presión en condiciones normales = 760[mmHg].
- P_{FAD} : Presión en condiciones de aspiración = 756,81 [mmHg].
- HR: Humedad relativa en condiciones de aspiración = 51.7[%].
- $P_{\text{parcial vapor}}$: Presión de vapor de agua a la temperatura especifica = 55,3[mmHg].

El resultado obtenido deberá ser cubierto por la capacidad del compresor, que si bien podría llegar a funcionar con un coeficiente de consumo del 100[%] esto implicaría la no detención del mismo. Con lo cual, se decide que el compresor trabaje al 85[%] del tiempo, es decir, con un coeficiente de consumo C=0,85 (dicho valor es el recomendado por la empresa vendedora de la unidad).

A continuación, se calculará el caudal necesario del compresor por medio de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{comp}} = \frac{Q_{FAD}}{C} = 8 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$$

Seguidamente se visualizará una sección del catálogo de la marca Sullair.

Equipos con velocidad variable

	Modelo	Motor [HP]	Caudal (*) [m³/min]	Presión [kg/cm²]	Largo [mm]	Alto [mm]	Ancho [mm]	Peso [kg]	dBA ["]
LINEA 2200V	2207V	30	3,8	7	1351	1351	800	700	67
	2209V	30	3,5	9	1351	1351	800	700	67
	2210V	30	3,1	10	1351	1351	800	700	67
	2212V	30	2,9	12	1351	1351	800	700	67
LINEA 3000V	3009V	40	4,4	8	1351	1351	800	800	69
	3010V	40	4,0	10	1351	1351	800	800	69
	3012V	40	3,8	12	1351	1351	800	800	69
LINEA 3000PV	3007PV	40	5,5	7	1570	1560	880	940	68
LINEA 3700V	3707V	50	6,9	7	1570	1560	880	980	68
	3709V	50	6,8	9	1570	1560	880	980	68
	3710V	50	6,8	10	1570	1560	880	980	68
	3712V	50	6,1	12	1570	1560	880	980	68
LINEA 4500V	4509V	60	7,3	9	1570	1560	880	1071	69
	4510V	60	6,7	10	1570	1560	880	1071	69
	4512V	60	6,2	12	1570	1560	880	1071	69
LINEA 4500PV	4507PV	60	8,3	7	1999	1750	1100	1300	68

	Modelo	Motor [HP]	Caudal (*) [m³/min]	Presión [kg/cm²]	Largo [mm]	Alto [mm]	Ancho [mm]	Peso [kg]	dBA ["]
LINEA 5500V	5507V	75	10,3	7	1999	1750	1100	1480	72
	5509V	75	9,3	9	1999	1750	1100	1480	72
	5510V	75	8,4	10	1999	1750	1100	1480	72
	5512V	100	7,8	12	1999	1750	1100	1480	72
LINEA 7500	7507V	100	13,5	7	1999	1750	1100	1544	73
	7509V	100	12,4	9	1999	1750	1100	1544	73
	7510V	100	11,3	10	1999	1750	1100	1544	73
	7512V	100	10,4	12	1999	1750	1100	1544	73

(*) Caudal FAD de acuerdo a CAGI/PNEURDL PNECPT02 (Series C de 100-1217).
 (") A 1 metro de distancia.
 Consultar por modelos especiales y desarrollos a medida. Otros caudales, presiones y configuraciones disponibles.

Tabla 10: Catálogo de compresores Sullair con regulación VSD.

Se seleccionó el compresor de línea 4500PV de 7 [bar].

2.1.3.3 Condición para la utilización del compresor existente GA18+

Dicho compresor será utilizado de backup en el caso que el compresor seleccionado presente alguna falla o por mantenimiento.

Para emplearlo será necesario modificar las condiciones de funcionamiento de las máquinas debido a que presenta un caudal menor al compresor seleccionado anteriormente. Para la disminución del caudal de consumo se optará por reducir los pliegues por minuto de la “plegadora 2”, ya que esto es posible realizarlo por medio del panel de comando. Al efectuar dicha reducción a 9 pliegues por minuto se obtendrá un caudal de utilización total

de $Q_{FAD} = 3,4 \left[\frac{m^3}{min} \right]$ con un coeficiente de utilización de 0,85 y teniendo en cuenta que el compresor presenta $Q_c = 3,5 \left[\frac{m^3}{min} \right]$, verificará el funcionamiento.

Cuando se realice la ampliación, para utilizar el compresor Atlas se deberá reducir los ciclos por minutos de ambas plegadoras a 7 pliegues por minuto, con lo cual se obtendrá el caudal de utilización de $Q_{FAD} = 3,2 \left[\frac{m^3}{min} \right]$.

2.1.3.4 Selección de tanque pulmón

Dado a que el sistema de abastecimiento de aire constará con dos compresores, el principal de $8,3 \left[\frac{m^3}{min} \right]$ y el de reserva de $3,5 \left[\frac{m^3}{min} \right]$ (para ser utilizado en caso de estar el principal fuera de servicio), se dimensionará el tanque pulmón para el de mayor caudal teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$\frac{V_D}{Q_c} = \frac{t_0}{t'_0}$$

Donde:

- V_D : Volumen del tanque pulmón $[m^3]$.
- Q_c : Caudal del compresor $\left[\frac{m^3}{min} \right]$.
- t_0 : Tiempo de duración de un ciclo de funcionamiento, en minutos, para una relación $\frac{V_D}{Q_c} \neq 1$ y $\Delta p \neq 1 [bar]$.
- t'_0 : Tiempo de duración de un ciclo de funcionamiento, en minutos, para una relación $\frac{V_D}{Q_c} = 1$ y $\Delta p = 1 [bar]$.

El compresor a tornillo con velocidad variable presenta como máximo, según el fabricante, un límite de $120 \left[\frac{ciclos}{horas} \right]$, se trabajará con $80 \left[\frac{ciclos}{horas} \right]$ para el cálculo del tanque, con lo cual obtenemos el tiempo de duración t_0 por medio de la siguiente expresión:

$$t_0 = \frac{60}{80} = 0,75 \text{ [min]}$$

Se obtiene el tiempo t'_0 por medio de la siguiente ilustración, ingresando con el coeficiente de consumo real $C=0,82$.

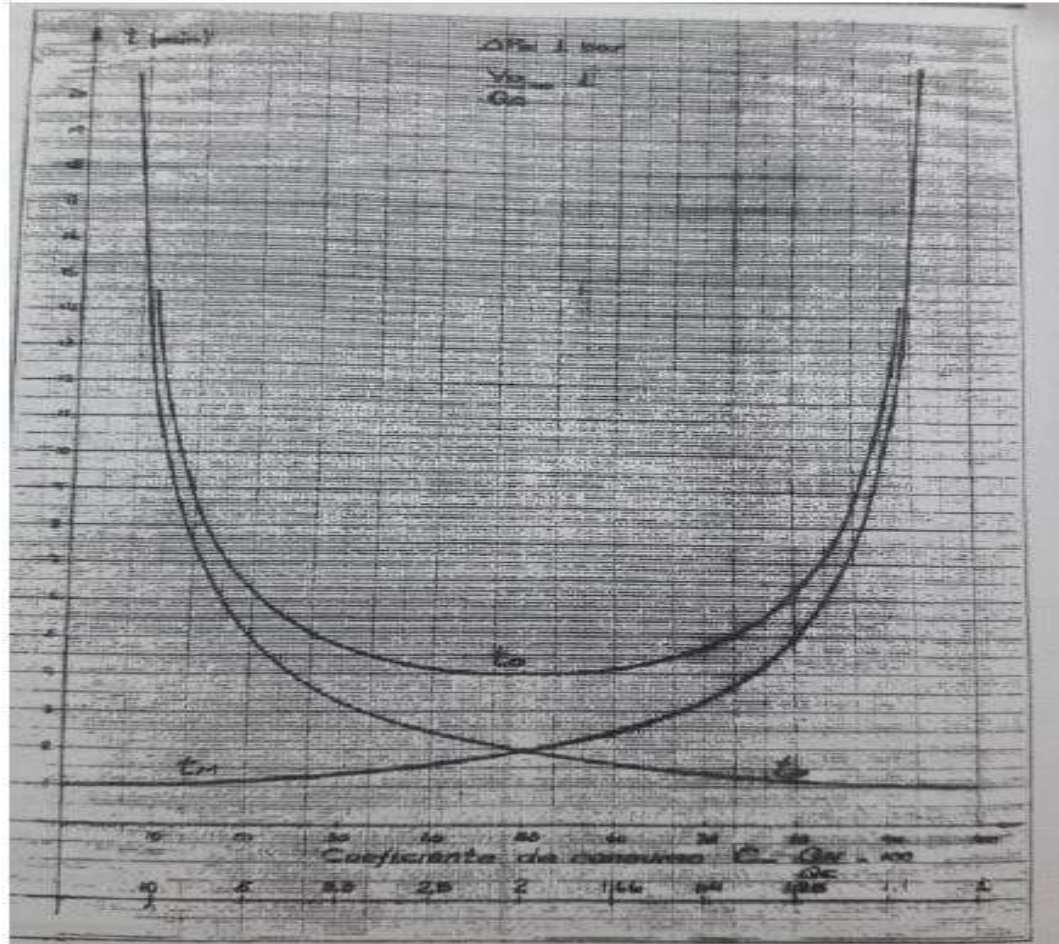


Ilustración 27: Tiempo de duración de un ciclo de funcionamiento, en minutos, para una relación $\frac{V_D}{Q_C} = 1$ y $\Delta p = 1$ [bar].

El valor conseguido es: $t'_0 = 8$ [min].

Remplazando en la ecuación mencionada anteriormente, se obtendrá el volumen del tanque pulmón:

$$V_D = \frac{t_0}{t'_0} * Q_C = \frac{0,75}{8} * 8,3 = 0,7 \text{ [m}^3\text{]}$$

Debido a que la diferencia de presión (Δp) entre carga/descarga es de 0,5[bar] y el gráfico utilizado está confeccionado para $\Delta p = 1[\text{bar}]$, el volumen del depósito de aire ($V_{D'}$) se modificará de la siguiente manera:

$$V_{D'} = \frac{1}{\Delta p} * V_D = \frac{1}{0,5} * 0,7 = 1,4[\text{m}^3]$$

Teniendo en cuenta que la longitud de la cañería de red cerrada es de 200[m], diámetro 2" y SH40, el volumen correspondiente a dicho tramo se calculará por medio de la siguiente expresión:

$$V_C = \pi * r^2 * l$$

Donde:

- V_C : Volumen de la cañería [m^3].
- r : Radio interno [m].
- l : Longitud [m].

$$V_C = \pi * r^2 * l = \pi * \left[\frac{0,05248}{2} \right]^2 * 200 = 0,4[\text{m}^3]$$

Con lo cual el volumen del depósito de aire necesario (V) se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$V = V_{D'} - V_C = 1[\text{m}^3]$$

Actualmente la empresa cuenta con un tanque pulmón de 1[m^3], debido a esto se utilizará la unidad existente.

2.1.3.5 Cálculo aproximado del condensado

Para obtener el condensado que se producirá en la instalación se utilizará la siguiente expresión:

$$C = 7,2 * 10^{-4} * G * \varphi * (X_{si} - X_{sf})$$

Donde:

- C : Condensado en el tanque pulmón $\left[\frac{l}{h}\right]$.
- G : Caudal nominal aspirado por el compresor = $8,3 \left[\frac{m^3}{min}\right]$.
- φ : Porcentaje real de servicio en carga del compresor = $82[\%]$.
- X_{si} : Humedad absoluta del aire aspirado $\left[\frac{gr}{kg}\right]$ de aire seco].
- X_{sf} : Humedad absoluta del aire comprimido $\left[\frac{gr}{kg}\right]$ de aire seco].

Para conseguir los valores de la humedad absoluta del aire aspirado (X_{si}) y la humedad absoluta del aire comprimido (X_{sf}) se utilizará la ilustración 28, en el cual el eje horizontal indica la presión efectiva $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$, en el eje vertical se indican las humedades de saturación del aire seco $\left[\frac{gr}{kg}\right]$ de aire seco] y las distintas pendientes representan la temperatura del ambiente.

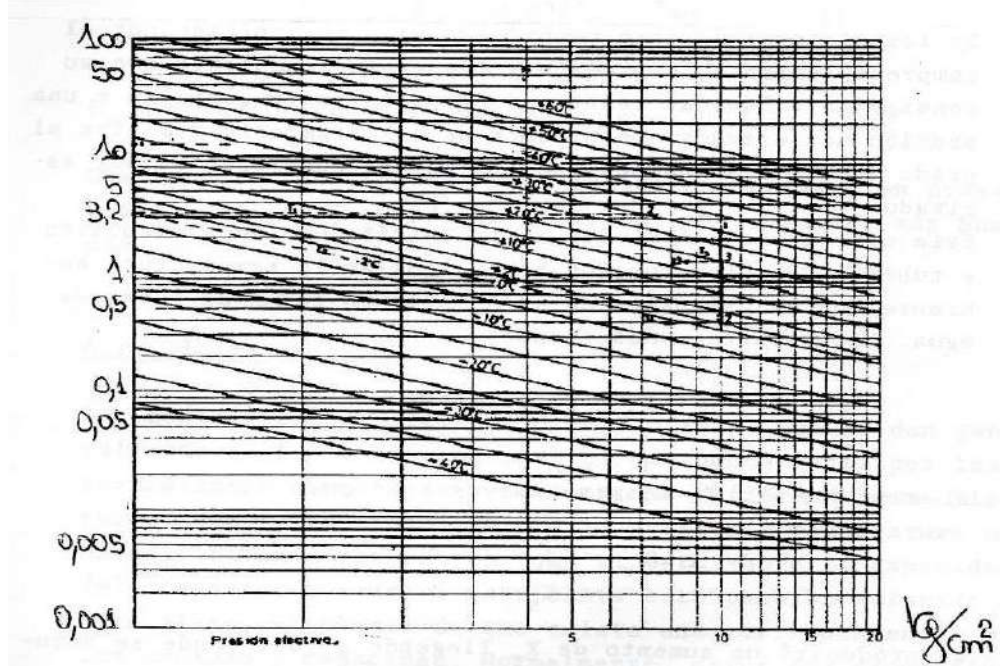


Ilustración 28: Obtención de la humedad absoluta.

Sabiendo que la presión atmosférica es de 1[bar] y la temperatura ambiente promedio es de 25 [°C] se obtendrá:

$$X_s = 15 \frac{gr}{kg \text{ de aire seco}}$$

Teniendo en cuenta que la humedad relativa promedio para General Pico (La Pampa) es del 80[%], el valor de la humedad absoluta del aire aspirado se calculará de la siguiente forma:

$$X_{si} = 0,80 * 15 \frac{gr}{kg \text{ de aire seco}} = 12 \frac{gr}{kg \text{ de aire seco}}$$

Para obtener la humedad absoluta de aire comprimido repetimos el procedimiento anterior teniendo en cuenta que la presión de trabajo es de 7[bar] supondremos que después de que el aire se comprima, en el depósito y tuberías adquiere nuevamente la temperatura ambiente de 25[°].

Con lo cual:

$$X_{sf} = 2 \frac{gr}{kg \text{ de aire seco}}$$

Finalmente se calculará el condensado producido en la instalación:

$$C = 7,2 * 10^{-4} * 8,3 * 82 * (12 - 2) = 4,9 \left[\frac{l}{h} \right]$$

Dicho valor es una aproximación debido a que la temperatura es variable a lo largo del día.

Actualmente la marca DRECAF está comercializando una única unidad de purgadores automáticos donde las características se pueden observar en la tabla 7.

2.1.3.6 Dispositivos de acondicionamiento del aire

Para la selección del secador frigorífico se tendrá en cuenta la capacidad máxima de secado, esta se expresada en pies cúbicos por minuto [cfm], entonces, se deberá seleccionar un secador con cfm nominal más alto que el de descarga del compresor de aire y que pueda manejar la presión del sistema.

La siguiente ecuación nos garantizará lo mencionado anteriormente:

$$ACFM = SCFM \times f1 * f2 * f3$$

Donde:

- $f1$: Factor de corrección por la temperatura de entrada 45[°C].
- $f2$: Factor de corrección por la temperatura ambiente 25[°C].
- $f3$: Factor de corrección de la presión de entrada.
- $ACFM$: Flujo máximo de aire que el secador puede secar eficazmente después de ajustarlo a las condiciones de funcionamiento reales.
- $SCFM$: Flujo del secador en condiciones estándar.

En la siguiente tabla se obtendrán los factores de corrección:

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA SECADORES RFA								
Temperatura de entrada (°C)	30	35	40	45	50	60	70	80
F1	1,29	1,00	0,92	0,78	0,65	0,45	-	-
Temperatura ambiente (°C)	20	25	30	35	40	50	60	70
F2	1,05	1,00	0,98	0,93	0,84	0,70	-	-
Presión (bar)	4	6	7	8	10	12	14	16
F3	0,80	0,94	1,00	1,04	1,11	1,16	1,22	1,25

Tabla 11: Factor de corrección para los secadores.

En la tabla 12 se observará una sección del catálogo de secadores de la empresa Sullair.

MODELO	CAUDAL NOMINAL	VOLTAJE ESTÁNDAR		TAMAÑO DE CONEXIÓN	FILTROS INTEGRADOS	ANCHO		PROFUNDIDAD		ALTURA		PESO DE 60 HZ		PESO DE 60 HZ	
		scfm	50 Hz			60 Hz	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	lbs	kg	lbs
FFA-10	13	220/1/60	230/1/60	1/2" NPT	FXF-25 + FXH-25	13,91	353	16,66	423	21,93	557	72	33	72	33
FFA-20	22	220/1/60	230/1/60	1/2" NPT	FXF-25 + FXH-25	13,91	353	16,66	423	21,93	557	72	33	72	33
FFA-30	31	220/1/60	230/1/60	1/2" NPT	FXF-25 + FXH-25	13,91	353	16,66	423	21,93	557	72	33	72	33
FFA-50	59	220/1/60	230/1/60	3/4" NPT	FXF-65 + FXH-65	17,85	453	18,64	473	32,75	832	113	51	113	51
FFA-75	91	220/1/60	230/1/60	3/4" NPT	FXF-65 + FXH-65	17,85	453	18,64	473	32,75	832	117	53	117	53
FFA-100	112	220/1/60	230/1/60	3/4" NPT	FXF-65 + FXH-65	17,85	453	18,64	473	32,75	832	122	55	122	55
FFA-125	124	220/1/60	230/1/60	1 1/2" NPT	FXF-240 + FXH-240	19,84	504	21,81	554	34,40	874	172	78	172	78
FFA-175	179	220/1/60	230/1/60	1 1/2" NPT	FXF-240 + FXH-240	19,84	504	21,81	554	34,40	874	183	83	183	83
FFA-210	221	220/1/60	230/1/60	1 1/2" NPT	FXF-240 + FXH-240	19,84	504	21,81	554	34,40	874	190	86	190	86
FFA-275	291	220/1/60	230/1/60	2" NPT	FXF-475 + FXH-475	25,51	648	26,69	678	45,56	1157,5	354	161	354	161
FFA-350	366	220/1/60	230/1/60	2" NPT	FXF-700 + FXH-700	25,51	648	26,69	678	45,56	1157,5	364	165	364	165
FFA-500	547	220/1/60	230/1/60	2" NPT	FXF-700 + FXH-700	28,66	728	37,32	948	53,91	1369,5	485	220	485	220
FFA-650	706	220/1/60	230/1/60	2" NPT	FXF-700 + FXH-700	28,66	728	37,32	948	53,91	1369,5	507	230	507	230
FFA-800	816	400/3/50	460/3/60	3" NPT	FXF-1000 + FXH-1000	31,44	798	37,32	948	57,45	1459,5	595	270	595	270
FFA-1000	1059	400/3/50	460/3/60	3" NPT	FXF-1000 + FXH-1000	31,44	798	37,32	948	57,45	1459,5	629	285	629	285

Tabla 12: Catálogo de secadores de la empresa Sullair.

Se seleccionará un secador con una capacidad mayor al caudal nominal del compresor y se realizará la verificación correspondiente.

Para el secador RFA500 obtenemos:

$$ACFM = 15,52 * 0,78 * 1 * 1 = 12 \left[\frac{m^3}{min} \right]$$

Teniendo en cuenta que el compresor es de $8,3 \left[\frac{m^3}{min} \right]$ verifica el modelo seleccionado.

Por otro lado, el secador RFA500 presenta prefiltros FXF-700* de 1 micrón – 0,5 ppm para protegerlo contra la suciedad y posible obturación del intercambiador de calor y un posfiltro FXH-700* de 0,01 micrón – 0,01 ppm para que actúe como respaldo durante periodos cortos cuando se abre la válvula de desviación para realizar el mantenimiento del secador.

2.1.3.7 Verificación de la cañería.

Considerando el aumento de caudal de aire comprimido en la planta se analizará si la cañería existente es capaz de abastecer las nuevas condiciones de funcionamiento. La traza de la cañería en la zona de producción se puede apreciar en ANEXO plano 2.

Inicialmente se analizará la cañería en la zona de producción y seguidamente se realizará la modificación en la sala de máquinas.

Se desarrollará el cálculo solamente para la cañería de servicio AA' a la plegadora 2 (PL2'), siendo el procedimiento igual para los tramos restantes. Para la verificación de esta, se medirá la longitud de la cañería en tramo recto (sin accesorios) la cual corresponde a $L=20$ [m]. Posteriormente se determinará una caída de presión porcentual admisible $\Delta P=0,2\%$, teniendo en cuenta que la pérdida de carga desde el compresor a la boca de utilización de todas las máquinas no deberá ser mayor al 3% de la presión de servicio del compresor.

La caída de presión por unidad de longitud (ΔP_L) se obtendrá de la siguiente manera:

$$\Delta P_L = \frac{P * \Delta P}{L} = 0,0007 \left[\frac{\text{bar}}{\text{m}} \right]$$

Donde:

- P: Presión máxima de trabajo 7[bar].
- L: Longitud en tramo recto de cañería [m].
- ΔP : Caída de presión porcentual admisible [%].
- ΔP_L : Caída de presión porcentual por metro de cañería $\left[\frac{\text{bar}}{\text{m}} \right]$.

Sabiendo que el consumo de aire libre (FAD) es de $3,5 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$, la presión de trabajo es de $7 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$ y la caída de presión por unidad de longitud calculada anteriormente, se obtendrá el diámetro de la cañería a partir del nomograma que se muestra en la siguiente Ilustración.

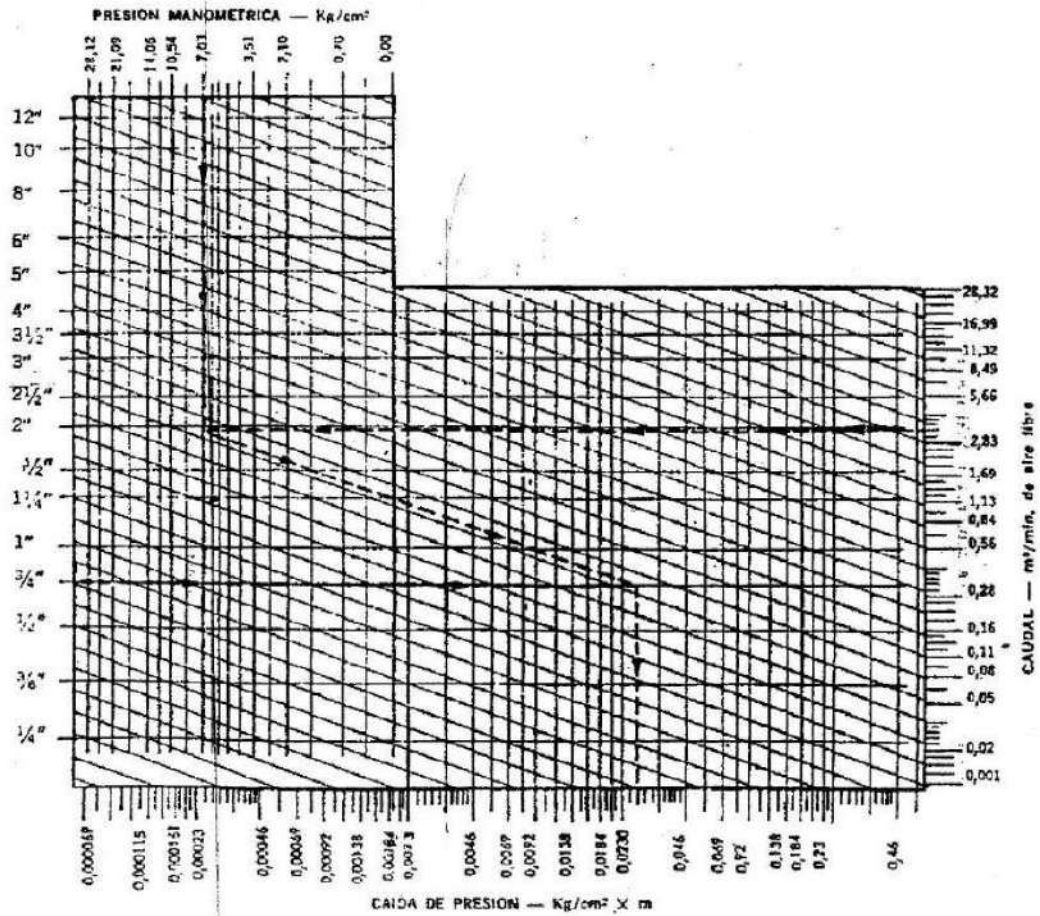


Ilustración 29: Nomograma de aire comprimido para cañería de acero al carbono.

Para obtener la información del nomograma, el primer paso será buscar el punto que corresponde al caudal (derecha) y la presión manométrica (arriba). A partir de ese punto, se bajará siguiendo las líneas diagonales hasta el punto de que intersecará a la caída de presión por unidad de longitud (abajo). Finalmente, del eje izquierdo se conseguirá el diámetro nominal de nuestra cañería.

Se tomará el diámetro inmediatamente superior al punto seleccionado, en este caso le corresponde 2”.

Por medio de la tabla 13 se obtendrá la pérdida de carga producto de los accesorios de acero al carbono, este valor se traduce como metro de cañería lineal.

Elemento	¼"	3/8"	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"
Válvula esclusa abierta	0,09	0,09	0,1	0,13	0,17	0,22	0,28	0,33
"T" paso recto	0,15	0,15	0,21	0,33	0,46	0,54	0,67	0,91
"T" derivación	0,76	0,76	1	1,26	1,83	2,13	2,46	3,16
Curva 90°	0,42	0,42	0,52	0,64	0,78	1,06	1,24	1,58
Curva 45°	0,15	0,15	0,23	0,28	0,37	0,48	0,57	0,73
Válvula globo abierta	4,26	4,26	5,56	7,04	8,86	11,76	13,77	17,57
Válvula angular abierta	2,43	2,43	2,83	3,5	4,48	5,48	6,88	8,83
Mango de unión	0	0	0	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Cono de reducción (2D-D)	0,1	0,2	0,3	0,5	0,65	0,85	1	1,3

Tabla 13: Pérdida de carga en metros de cañería recta para accesorios de acero al carbono.

El tramo de cañería analizado presenta una válvula esclusa y 3 curvas a 90°.

Estimando que el diámetro corresponde a 2" y por medio de la tabla 15, se registrará una pérdida de carga de 5,07[m] de cañería recta, sumado dicho valor a la longitud de tramo recto de cañería, se conseguirá la longitud total de 25,07[m].

Siguiendo el procedimiento mencionado anteriormente:

- $Caída\ de\ presión = \frac{P * \Delta P}{L} = 0,00055 \left[\frac{bar}{m} \right]$.
- $Q_n = 3,54 \left[\frac{Nm^3}{min} \right]$.
- $P = 7 [bar]$.

Por medio de la ilustración 29, se verificará que el diámetro de la sección de la cañería es de 2".

Las pérdidas de carga por accesorio de los tramos restantes se obtendrán de la siguiente manera:

Tramo	Accesorio	Diámetro [in]	Cantidad	Pérdida de carga	Longitud equivalente [m]	longitud equivalente por tramo [m]
Sala de máquinas	Válvula	2	5	0.33	1.65	31.6700
	T en derivación	2	5	3.16	15.8	
	Curva 90°	2	9	1.58	14.22	
Anillo	T en derivación	2	2	3.16	6.32	22.6
	T paso recto	2	4	0.91	3.64	
	Curva 90°	2	8	1.58	12.64	
Sistema de extrusión a Extrusora	Reducción	2 a 1	1	1.3	1.3	3.1
	T en derivación	1	1	1.8	1.8	
Extrusora - Bobinador	Reducción	1 a 1/2	1	0.65	0.65	0.86
	T paso recto	1/2	1	0.21	0.21	
Plegado y fin de línea	Reducción	2 a 1	1	1.3	1.3	3.550
	T paso recto	1	1	0.45	0.45	
	T en derivación	1	1	1.8	1.8	
Manipulador	T paso recto	1/2	1	0.21	0.21	0.83
	Válvula	1/2	1	0.1	0.1	
	Curva 90°	1/2	1	0.52	0.52	
Bobinador	T en derivación	1/2	1	1	1	1.1
	Válvula	1/2	1	0.1	0.1	
Extrusora	T en derivación	1	1	1.8	1.8	1.8
	T en derivación	1	4	1.8	7.2	
Sistema de Capas	Válvula	1	1	0.17	0.17	13.97
	T paso recto	1	4	1.3	5.2	
	Curva 90°	1	2	0.7	1.4	
	Reducción	2 a 1/2	1	1.3	1.3	
Tiro de la extrusora	T en derivación	1/2	1	1	1	2.92
	Válvula	1/2	1	0.1	0.1	
	Curva 90°	1/2	1	0.52	0.52	
	Reducción	2 a 1/2	1	1.3	1.3	
Bajada con doble salida se conecta con PL1	T paso recto	2	3	0.91	2.73	6.55
	Válvula	2	2	0.33	0.66	
	T en derivación	2	1	3.16	3.16	
Plegadora 1	Reducción	2 a 1	1	0.65	0.65	1.97
	T paso recto	1	1	0.45	0.45	
	Válvula	1	1	0.17	0.17	
	Curva 90°	1	1	0.7	0.7	
Plegadora 2	Válvula	2	1	0.33	0.33	5.07
	Curva 90°	2	3	1.58	4.74	
Final de línea y dobladora de mantas	Reducción	2 a 1/2	1	1.3	1.3	3.44
	T en derivación	1/2	1	1	1	
	Válvula	1/2	1	0.1	0.1	
	Curva 90°	1/2	2	0.52	1.04	
Rompedora y prensadora de bolsas	Reducción	2 a 1/2	1	1.3	1.3	3.44
	T en derivación	1/2	1	1	1	
	Válvula	1/2	1	0.1	0.1	
	Curva 90°	1/2	2	0.52	1.04	
Taller, laboratorio, fraccionadora	Reducción	2 a 1/2	1	1.3	1.3	3.44
	T en derivación	1/2	1	1	1	
	Válvula	1/2	1	0.1	0.1	
Plegadora 2 - Pistón anillo 1	Curva 90°	1/2	2	0.52	1.04	4.19
	Reducción	2 a 1 1/4	1	1	1	
	T en derivación	1 1/4	1	2.13	2.13	
Pistón anillo 1 Manos	Curva 90°	1 1/4	1	1.06	1.06	2.65
	Reducción	1 1/4 a 1	1	0.85	0.85	
Manos - Pistón anillo 2	T en derivación	1	1	1.8	1.8	1.58
	Reducción	1 a 3/4	1	0.65	0.65	
	Curva 90°	3/4	1	0.6	0.6	
	T paso recto	3/4	1	0.33	0.33	

Tabla 14: Pérdida de carga por tramo de cañería.

Los datos y resultados para las secciones restantes se observarán en la tabla 15.

Cañería	Tramo	Abreviatura del tramo	Long sin accesorios [m]	Caída de presión [%] adoptada [kg/cm ²]	Caída de presión por unidad de longitud	Caudal [m ³ /min]	Diámetro de cañería [in] (Aproximado)	Longitud Eq (accesorios) [m]	Longitud total por tramo [m]	caída de presión [kg/cm ²]	Diámetro de la cañería [in]	Caída de presión acumulada [%]	Diámetro de la cañería existente [in]	
Principal	Sala de máquina	P-A	15	0.80%	0.00373	6.67	2	31.6700	46.6700	0.00120	2		2	
Secundarias	Anillo cerrado	A-AA	200	1.50%	0.00053	3.34	2	22.6	222.6	0.00047	2		2	
	Sistema de extrusión a Extrusora	SE-E	3	0.10%	0.00233	0.07	1/2	3.1	6.1	0.00115	1/2		1	
	Extrusora - Bobinador	E-B	15	0.10%	0.00047	0.04	1/2	0.86	15.86	0.00044	1/2		1/2	
	Plegado y fin de línea	AA-PFL	10	0.25%	0.00175	1.10	1	3.550	13.55	0.00129	1		1	
Servicio	Manipulador	B-M'	8	0.10%	0.00088	0.00	1/2	0.83	8.83	0.00079	1/2	2.60%	1/2	
	Bobinador	B'	1	0.10%	0.00700	0.01	1/2	1.1	2.1	0.00333	1/2	2.50%	1/2	
	Extrusora	E'	2	0.10%	0.00350	0.03	1/2	1.8	3.8	0.00184	1/2	2.50%	1	
	Sistema de Capas	EA' - EE'	13	0.10%	0.00054	0.03	1/2	13.97	26.97	0.00026	1/2	2.60%	1	
	Tiro de la extrusora	T	20	0.01%	0.00004	0.00	1/2	2.92	22.92	0.00003	1/2	2.31%	1/2	
	Bajada con doble salida se conecta con PL1	AA-AA'	8	0.20%	0.00175	3.54	2	6.55	14.55	0.00096	2	2.50%	2	
	Plegadora 1	PL1'	10	0.25%	0.00175	1.09	1	1.97	11.97	0.00146	1	2.80%	1	
	Plegadora 2	PL2'	20	0.20%	0.00070	3.54	2	5.07	25.07	0.00056	2	2.70%	1	
	Final de línea y dobladora de mantas	FDL	20	0.10%	0.00035	0.01	1/2	3.44	23.44	0.00030	1/2	2.65%	1	
	Rompedora y prensadora de bolsas	R	8	0.10%	0.00088	0.01	1/2	3.44	11.44	0.00061	1/2	2.40%	3/4	
	Taller, laboratorio, fraccionadora	T-L-F	8	0.10%	0.00088	0.05	1/2	3.44	11.44	0.00061	1/2	2.40%	3/4	
	Análisis de cañería para la plegadora 2													
		Plegadora 2 - Pistón	PL2'-P1'	2.5	0.10%	0.0028	1.77	1	4.19	6.69	0.00105	1 1/4	2.80%	1
		Pistón anillo 1 - Manos, escudos y compensador	P1'-M'	1.2	0.10%	0.00583	1.20	1	2.65	3.85	0.00182	1	2.90%	1
		Manos - Pistón anillo 2	M'-P2'	1.2	0.10%	0.00583	0.58	3/4	1.58	2.78	0.00252	1	3.00%	1

Tabla 15: Cálculo de cañería en zona de producción

2.1.3.8 Verificación del espesor de la cañería

El Schedule de un caño es un número adimensional que representa el espesor de un caño, el mismo se obtiene por la siguiente ecuación:

$$SH = 1000 * \frac{P_i}{\sigma_{adm}}$$

Donde:

- SH: Schedule.
- σ_{adm} : Tensión admisible del material a la temperatura del ensayo $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$.
- P_i : Presión interna de trabajo $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$.

La tensión admisible se seleccionará por medio de la siguiente tabla, teniendo en cuenta que la temperatura de trabajo estará en el rango de -30 a 340 [°C].

Temperatura °C				-30 a 340*	341 a 370*	371 a 400*	401 a 410*
ϕ_n	De m-m	SH	Esp mm	TENSION DE TRABAJO - σ_{adm} , Kg/cm ² (material)			
				860 kg/cm ²	832 kg/cm ²	764 kg/cm ²	700 kg/cm ²
				PRESION MAXIMA DE TRABAJO [Kg/cm ²] (fluido)			
1/2"	21.3	40	2.76	62	60	55	51
	21.3	80	3.73	139	133	122	112
	21.3	160	4.77	222	216	198	182
	21.3	---	7.46	473	459	421	388
3/4"	26.7	40	2.87	56	54	50	46
	26.7	80	3.91	119	115	106	98
	26.7	160	5.56	236	230	202	186
	26.7	---	7.82	391	380	349	321
1"	33.4	40	3.38	68	66	60	55
	33.4	80	4.54	125	122	112	103
	33.4	160	6.35	218	212	195	179
	33.4	---	9.09	375	364	335	308
1 1/4"	42.2	40	3.56	61	59	54	50
	42.2	80	4.85	109	106	97	90
	42.2	160	6.35	169	164	151	139
	42.2	---	9.70	315	305	280	258
1 1/2"	48.3	40	3.69	57	55	50	46
	48.3	80	5.08	102	99	91	84
	48.3	160	7.14	174	169	155	143
	48.3	---	10.16	288	280	257	236
2"	60.3	40	3.91	51	49	45	42
	60.3	80	5.54	94	91	83	77
	60.3	160	8.74	182	177	163	150
	60.3	---	11.07	252	245	225	207

Tabla 16: presión admisible en función del diámetro de cañería.

Reemplazando en la ecuación citada anteriormente:

$$SH = 1000 * \frac{7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]}{860 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} = 8,1$$

Se seleccionará Schedule 40 debido a que es el de menor espesor que se consigue comercialmente, con lo cual verifica con lo instalado.

Por medio del código ASME, se calculará la presión de trabajo por medio de la siguiente formula:

$$P_t = \frac{2 * \sigma_{adm} * E * (t - c)}{D_{ext} - 2 * Y * (t - c)}$$

Dónde:

- P_t : Presión de trabajo admisible $\left[\frac{kg}{cm^2} \right]$.
- σ_{adm} : Tensión admisible del material a la temperatura de trabajo $\left[\frac{kg}{cm^2} \right]$.
- E : Eficiencia de la soldadura.
- t : Espesor mínimo del caño [mm].
- c : Constante por corrosión [mm].
- D_{ext} : Diámetro exterior del caño [mm].
- Y : Constante en función del material y la temperatura.

El valor de Y se obtendrá por medio de la siguiente tabla:

Material	450 [°C]	510[°C]	540[°C]
Ferroso	0,4	0,5	0,7
Aleación	0,4	0,4	0,4

Tabla 17: Constante Y (función del material y la temperatura).

Debido a que el material es ferroso y no supera los 450[°C], se seleccionará Y= 0,4.

El valor de C se conseguirá según el diámetro de la cañería:

Diámetro del caño [in]	C[mm]
1/2" a 3 1/2"	1,65
Mayor de 4"	---

Tabla 18: Constante C (corrosión).

Debido a que los caños van de 1/2" a 2" le corresponderá un valor de C=1,65.

El valor de E se seleccionará por medio de la siguiente tabla:

Eficiencia de la soldadura	Condición
1	Caño sin costura o caño con costura y soldadura radiografiada
0,7 a 0,8	Caño con costura, soldadura no radiografiada

Tabla 19: Constante E (eficiencia de soldadura).

Considerando que la soldadura no está radiografiada se toma E=0,7.

Los datos obtenidos se visualizarán en la tabla 20.

Cañería	Tramo	Abreviatura del tramo	Diámetro de la cañería existente [in]	Dext [mm]	E	C [mm]	Y	t [mm] SH40	Tensión admisible [kg/cm ²]	Presión de trabajo [kg/cm ²]	Presión interna de trabajo [kg/cm ²]	SH	SH adoptado
Principal	Sala de máquina	P-A	2	60.3	0.7	1.65	0.4	3.91	860	46.52	7	8.14	40
Secundarias	Anillo cerrado	A-AA	2	60.3	0.7	1.65	0.4	3.91	860	46.52	7	8.14	40
	Sistema de extrusión a Extrusora	SE-E	1	33.4	0.7	1.65	0.4	3.38	860	65.06	7	8.14	40
	Extrusora - Bobinador	E-B	1/2	21.3	0.7	1.65	0.4	2.76	860	65.47	7	8.14	40
	Plegado y fin de línea	AA-PFL	1	33.4	0.7	1.65	0.4	3.38	860	65.06	7	8.14	40
Servicio	Manipulador	B-M'	1/2	21.3	0.7	1.65	0.4	2.76	860	65.47	7	8.14	40
	Bobinador	B'	1/2	21.3	0.7	1.65	0.4	2.76	860	65.47	7	8.14	40
	Extrusora	E'	1	33.4	0.7	1.65	0.4	3.38	860	65.06	7	8.14	40
	Sistema de Capas	EA' - EE'	1	33.4	0.7	1.65	0.4	3.38	860	65.06	7	8.14	40
	Tiro de la extrusora	T	1/2	21.3	0.7	1.65	0.4	2.76	860	65.47	7	8.14	40
	Bajada con doble salida se conecta con PL1	AA-AA'	2	60.3	0.7	1.65	0.4	3.91	860	46.52	7	8.14	40
	Plegadora 1	PL1'	1	33.4	0.7	1.65	0.4	3.38	860	65.06	7	8.14	40
	Plegadora 2	PL2'	2	60.3	0.7	1.65	0.4	3.91	860	46.52	7	8.14	40
	Final de línea y dobladora de mantas	FDL	1	33.4	0.7	1.65	0.4	3.38	860	65.06	7	8.14	40
	Rompedora y prensadora de bolsas	R	3/4	26.7	0.7	1.65	0.4	2.87	860	57.10	7	8.14	40
Taller, laboratorio, fraccionadora	T-L-F	3/4	26.7	0.7	1.65	0.4	2.87	860	57.10	7	8.14	40	

Tabla 20: Cálculo de Schedule.

2.1.3.9 Verificación de velocidades

Sabiendo que la velocidad máxima admisible en la cañería principal es de $8\left[\frac{m}{s}\right]$, en las cañerías secundarias es de $15\left[\frac{m}{s}\right]$ y en las de servicio es de $20\left[\frac{m}{s}\right]$, se verificará la velocidad en cada tramo.

La velocidad se verificará por medio de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q_{COMP}}{A} = \frac{Q_{COMP}}{\pi * r^2}$$

Donde:

- V: Velocidad $\left[\frac{m}{s}\right]$.
- A: Área $[m^2]$.
- Q_{COMP} : Caudal de aire comprimido $\left[\frac{m^3}{min}\right]$.
- r: Radio interno del caño.

Se utilizará la siguiente expresión para obtener el caudal de aire comprimido:

$$Q_{COMP} = \frac{Q_{FAD}}{\frac{P_R + P_A}{P_A}}$$

En este caso los parámetros son los siguientes:

- Q_{COMP} : Caudal de aire comprimido $\left[\frac{m^3}{min}\right]$.
- Q_{FAD} : Caudal de aire libre en condición de aspiración $\left[\frac{m^3}{min}\right]$.
- P_R : Presión relativa 7[bar].
- P_A : Presión atmosférica 1,013[bar].

En la tabla 21 se mostrarán los cálculos realizados.

Cañería	Tramo	Caudal FAD [m ³ /min]	Caudal de aire comprimido [m ³ /min]	Diametro de la cañería [in]	Radio int [m]	Velocidad [m/s]
Principal	P	6,67	0,97984449	2	0,0262	7,55
Secundarias	A-AA	3,34	0,489922245	2	0,02624	3,78
	SE-E	0,07	0,010365306	1/2	0,00789	0,88
	E-B	0,04	0,006502854	1/2	0,00789	0,55
	AA-PFL	1,10	0,162187344	1	0,01287	5,20
Servicio	B-M'	0,00	0,000154071	1/2	0,00789	0,01
	B'	0,01	0,00212711	1/2	0,00789	0,18
	E'	0,03	0,004375744	1/2	0,00789	0,37
	EA' - EE'	0,03	0,003862452	1/2	0,00789	0,33
	T	0,00	7,96599E-05	1/2	0,00789	0,01
	AA-AA'	3,54	0,52063457	2	0,0262	4,01
	PL1'	1,09	0,160010408	1	0,01287	5,13
	PL2'	3,54	0,52063457	2	0,02624	4,01
	FDL	0,01	0,002176936	1/2	0,00789	0,19
	R	0,01	0,001387158	1/2	0,00789	0,12
	T-L-F	0,05	0,007212449	1/2	0,00789	0,61
	PL2'-P1'	1,77	0,260317285	1 1/4	0,01754	4,49
	P1'-M'	1,20	0,175720362	1	0,01287	5,63
M'-P2'	0,58	0,084596923	1	0,01287	2,71	

Tabla 21: Cálculo de velocidad.

Se puede comprobar que en todos los tramos verifica con la velocidad máxima permitida.

2.1.3.10 Modificación de la cañería en sala de máquinas

La cañería en la sala de máquinas se modificará debido a la colocación del secador. La instalación existente se podrá observar en ANEXO plano 3, seguidamente en el plano 4 y 5 se visualizará la reforma prevista.

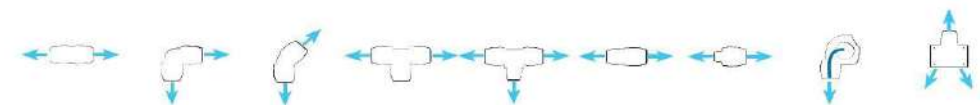
Se podrá determinar el diámetro más adecuado para la red principal, en función de la longitud y del caudal con la ayuda de la tabla 22. Estas recomendaciones se facilitarán a título indicativo para una presión de servicio de 7 [bar] y una pérdida de carga menor al 5 %, en la siguiente tabla no se tendrá en cuenta la velocidad del fluido en la cañería.

		DISTANCE BETWEEN THE COMPRESSOR AND THE FURTHEST TAKE OFF POINT (in m)								
Nm ³ /h	NI / min	25	50	100	150	200	300	400	500	1000
36	600	16	16	20	20	25	25	25	25	32
54	900	16	20	20	25	25	25	32	32	40
72	1200	20	25	25	25	32	32	32	32	40
105	1750	25	25	32	32	32	40	40	40	50
150	2500	25	32	32	32	40	40	40	50	50
210	3500	32	32	40	40	40	50	50	50	63
270	4500	32	32	40	40	50	50	50	50	63
360	6000	40	40	40	50	50	50	63	63	63
510	8500	40	40	50	50	50	63	63	63	80
720	12000	50	50	50	63	63	63	80	80	80
1080	18000	50	63	63	63	80	80	80	80	
1260	21000	63	63	63	80	80	80	80		
1860	31000	63	80	80	80	80				
2700	45000	80	80	80						
6000	100000	80	110	110						
8100	135000	110	110							

Tabla 22: Selección de cañería de aluminio.

Teniendo en cuenta que la longitud de la cañería de aluminio es de 8,5[m], y el caudal de aire libre es de $6,67 \left[\frac{m^3}{min} \right]$, le corresponderá una cañería DN40.

Mediante la tabla 23 se obtendrá los valores de la perdida de carga en los accesorios de HR-Polymer en metros de cañería lineal.



	Couplings	90° Elbows	45° Elbows	Tee	Reduction Tee	Reduction	Nipple	Droplet	Manifolds
16	0,1	0,7	-	0,1	-	-	0,1	-	0,8
20	0,2	1,2	1	0,2	1,3	-	0,2	-	1,2
25	0,2	1,5	1,2	0,3	1,8	0,5	0,2	1,8	1,5
32	0,3	2	1,3	0,3	2,4	0,6	0,3	2,4	-
40	0,3	2,4	1,6	0,4	3	0,7	0,3	3	-
50	0,4	3	2	0,4	4	1	0,4	4	-
63	0,5	3,5	2,5	0,5	4,5	1,5	0,5	4,5	-
80	0,7	4,8	-	0,7	5,5	2	0,7	5,5	-
110	0,8	6	-	0,8	6,5	2,5	-	6,5	-

Tabla 23: Perdida de carga en función de metros lineal de cañería para material HR-POLYMER.

Para el caso de las válvulas se utilizarán las pérdidas de carga de la tabla 15 debido a que el material es el mismo (acero galvanizado).

Sabiendo que la cañería principal presentará 5 válvulas esféricas, 3 “T” y 3 codos a 90[°], se conseguirá un equivalente en tramo recto de 17,6[m], se sumará dicho valor a los 8,5[m] y nos dará como resultado una longitud equivalente de 26,2 [m].

Con lo cual, se verificará por medio de la tabla 24 que el diámetro correspondiente es DN40.

Seguidamente se comprobará si la velocidad en dicha sección es menor o igual a $8\left[\frac{m}{s}\right]$, teniendo en cuenta que el diámetro interno para una cañería de aluminio DN40 es de 36,5[mm] y utilizando el procedimiento de la sección 4.3.9, se obtendrá una velocidad de flujo de $12,3\left[\frac{m}{s}\right]$ superando la velocidad máxima permitida, por tal motivo se escogerá una cañería DN50 y sabiendo que el diámetro interno de la cañería mencionada anteriormente es de 47,5[mm], la velocidad del aire comprimido será de $8\left[\frac{m}{s}\right]$.

Se verificará por medio de un software de la empresa Parker, Transair Flow Calculator, que se encuentra en el siguiente link:

<http://tools.parkertransair.com/#/TransairFlowCalculator>

Parámetros de cálculo:

- Presión: 7[bar].
- Caudal: $6,67\left[\frac{m^3}{min}\right]$.
- Pérdida de carga: 0,8%.
- Longitud equivalente: 26,2[m].

Ilustración 30: Verificación de la cañería de aluminio DN50.

Verificamos que la sección DN50 cumplirá con el requisito de velocidad máxima.

De igual forma que en el apartado 2.1.3.8 por medio del código ASME, se calculará la presión de trabajo por medio de la siguiente formula:

$$P_t = \frac{2 * \sigma_{adm} * E * (t - c)}{D_{ext} - 2 * Y * (t - c)} = \frac{2 * 1937 \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * 1 * 0,13(cm)}{5(cm) - 2 * 0,4 * 0,13(cm)} = 102 \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

Se tiene en cuenta que los caños de aluminio son sin costura y desprecia la constante de corrosión. Con lo cual verificamos su utilización para una presión de trabajo de 7[bar].

Los controles de calidad según el fabricante son las siguientes:

- Controles de tamaño.
- Pruebas de estanqueidad neumática a PN 16 [bar].
- Factor de resistencia 4.
- Ensayos de envejecimiento del polímero a 64 bar para las uniones de HR polymer.
- Pruebas de resistencia hasta 120 [bar].

2.1.3.11 Distancia máxima de soportes en la cañería

Dicho valor se obtendrá por medio de la siguiente tabla:



Diameter mm	SPACING IN METRES IN RELATION TO TEMPERATURE D max (M)		
	< 20°C	30°C	40°C
16	2	2	1,5
20	2,5	2	1,5
25	3	2,5	2
32	3,5	3	2,5
40	4	3,5	3
50	4	3,5	3
63	4	3,5	3
80	4	3,5	3
110	4	3,5	3

Tabla 24: Distancia para los soporte en las cañería de aluminio.

Para un diámetro DN50, la distancia máxima es de 3[m].

2.1.4 Resultado obtenido

Para realizar la instalación mencionada se deberá adquirir los elementos mencionados en la memoria técnica. En la tabla 25 se visualizará la cotización de la empresa Sullair con las características del equipo seleccionado mientras que en la tabla 26 se observará el costo para la modificación de la cañería en la sala de máquinas.

DATOS	EMPRESA SULLAIR
Referencia de la oferta	00 109646
Cotización total USD	50900.00
Revisión	2
Plazo de entrega máximo del sistema completo	60 días recibida la Orden de Compra
COMPRESOR	
Modelo	S ENERGY 4507PV
Tipo	Compresor a tornillo con velocidad variable
Lubricación	SI
Capacidad FAD [m3/min]	8.33
Tipo de aceite	Sintético soluble biodegradable
Sobrepresión máxima [bar]	8.5
Presión Máxima de servicio [bar]	7.5
Nivel de presión acústica [db]	69
Rango de temperatura ambiente admisible [°C]	0-45
Potencia del motor [HP]	44.7
Alimentación eléctrica [V]	400
Protección del motor	IP55
Peso [kg]	1200
Dimensiones (AN, P, AL) [mm]	1100x2000x1750
SISTEMA DE CONTROL	
Regulación carga parcial	SI
filtros de partículas	SI
Panel de control marcha/parada	SI
SECADOR DE AIRE	
Modelo	RFA-501
Tipo de secador	Frigorífico
Capacidad flujo de entrada [m3/min]	15.52
Temperatura de entrada Max del aire comprimido [°C]	55
Humedad del aire de entrada	100%
Máxima caída de presión [bar]	0.2
Punto de rocío [°C]	3 a 4
Rango de temperatura ambiente admisible [°C]	3 a 45
Rango de presión soportado [bar]	Hasta 16 bar
Peso [kg]	221
Dimensiones (AN, P, AL) [mm]	728x948x1360,6
Conexión de aire comprimido [in]	2"NPT
Purga	G1/4
Alimentación eléctrica [V]	400
Agente refrigerante	gas refrigerante ecológico R-134A
Pre filtro [micrón]	1
Post filtro [micrón]	0.01

Tabla 25: Cotización de la empresa Sullair.

Elemento	Tamaño[in]	Cantidad	Precio unitario [USD]	Precio total [USD]
Cañería de aluminio	2	2x5800[mm]	208,18	416,36
Unión T	2	5	76,01	380,05
Niple rosca macho	2	9	36	324
Válvula globo	2	7	65,5	458,5
Codo 90°	2	10	51,31	513,1
Buje reductor	2 a 1	1	159,39	159,39
Tubo flexible	2	3	450	1350
Tubo flexible	1	1	275	275
Llave de ajuste	2	2	52,57	105,14
Soporte mural	2	10	6,25	62,5
Precio total [USD]				4044,04

Tabla 26: Costos modificación cañería en sala de máquinas.

Purgador automático para tanque pulmón USD 243,36.

Para la instalación eléctrica se utilizará un rollo de 50[m] de cable XLPE tripolar de sección 35[mm²], su valor es de USD 5650 y cable unipolar de PVC para protección eléctrica de 16[mm²], se utilizará 5[m] y su valor es de USD 45.

Con respecto al interruptor automático se utilizará el modelo de caja moldeada Nsx100N, tripolar, corriente nominal 100[A], poder de corte 50[KA], tensión de empleo 380 [V], su cotización es de USD 1400

Costo total de la instalación USD 62281,6 + IVA (21%), son sesenta y dos mil, doscientos ochenta y uno con seis centavos, cotización dólar divisa (venta) + IVA (21%).

2.2 Final de línea

2.2.1 Memoria descriptiva

En dicho capítulo se modificará el final de línea para reubicar las plegadoras, la finalidad es que, en ambas máquinas, las bobinas se manipulen con el puente grúa sin la necesidad de utilizar el auto elevador como se realiza actualmente en la plegadora 2 (ACA), de esta forma evitar los riesgos que puede conllevar el movimiento de una bobina de 4,3[m] de longitud y 1300[kg] con el mencionado vehículo, por otro lado, se alterará la traza para instalar una paletizadora de brazo orbital, la misma presenta una longitud de 4,6[m] y el espacio disponible donde se encuentra la paletizadora de plato rotante es de 2,5[m].

Para realizar la modificación estipulada, se deberá adquirir los rodillos transportadores faltantes, con lo cual nos basaremos en este capítulo en dicha selección.

El producto para transportar son cajas que presentan las siguientes características:

- Dimensiones (largo-ancho-alto): 1200x600x500[mm].
- Material: Cartón.
- Envoltura: Film plástico liso.
- Carga máxima por unidad: 220[kg].
- Frecuencia de fabricación: 2 unidades cada 5[min].

Para la selección de la estructura se tendrá en cuenta que el nivel de transporte está determinado por las sunchadoras y el horno termo contraíble, correspondiente a 1100[mm].

Se utilizarán caminos de rodillos accionados con cadena tangencial de la marca MK técnica de transporte, dicho sistema se utiliza donde se necesitan tramos largos de transporte con accionamiento de motor que se realizará mediante una cadena de ½“ que, en un listón deslizante encapsulado de escaso desgaste, acciona tangencialmente los rodillos de transporte desde abajo mediante una rueda de cadena, haciendo posibles tramos de transporte y permitiendo el uso del sistema en entornos sucios o aceitosos.

Seguidamente podremos observar una ilustración de dicho sistema.

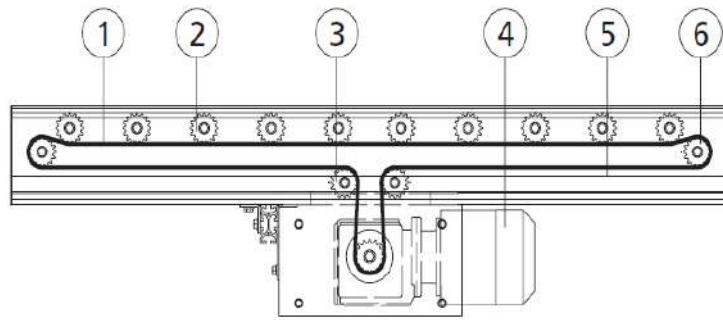


Ilustración 31: Sistema de transporte por cadenas.

Para la selección de los transportadores se tuvo en cuenta los siguientes datos:

- Para rodillos de tramos rectos se recomiendan cilíndricos.
- Longitud de referencia (ancho del transporte): Se obtendrán mediante el ancho de caja y se tiene en cuenta que el producto nunca deberá exceder el ancho del rodillo y además tendrá que ser por lo menos 50[mm] menor que el ancho entre las guardas laterales del transportador.
- Paso entre rodillos: Para transportar el producto sin anomalías, se deberá elegir un paso entre rodillos tal que el producto transportado esté soportado en todo momento por al menos tres rodillos, debido a que con menos las cajas se atascarán.

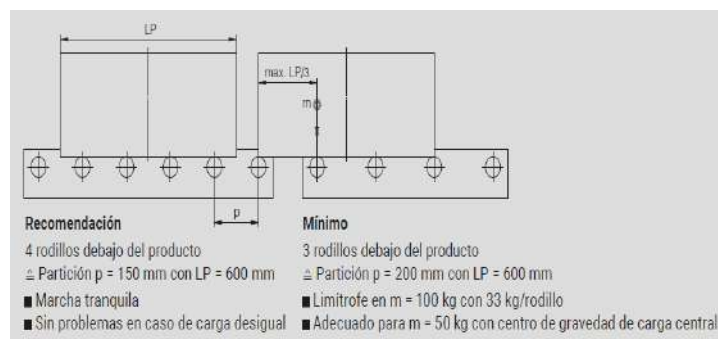


Ilustración 32: Paso entre rodillos recomendado

- Peso y reparto del peso del producto transportado: El peso de la carga se distribuirá entre los rodillos transportadores que estarán en contacto, se verificará que no se sobrepase la capacidad de carga máxima por unidad de rodillo.

- Sistema de curva a 90°: Será posible construir curvas utilizando rodillos cilíndricos, en tal ejecución, las cargas a transportar se mueven no a través del centro de la curva, sino a lo largo de una guía lateral, con lo cual existe el peligro de que bien la guía lateral o la carga a transportar sufran daños. Por este motivo, se recomienda la versión con rodillos transportadores cónicos, para que el producto a transportar se mueva por el tramo medio de los rodillos.
- Velocidad de transporte: Para transporte de cajas con rodillos cilíndricos y cónicos en tramos rectos y curvos, no se recomiendan velocidades superiores a $0,5 \left[\frac{m}{s} \right]$. La velocidad de transporte queda determinada por la velocidad del horno termo contraíble de $0,1 \left[\frac{m}{s} \right]$ para que no se produzca atoramiento en el mencionado sistema.

2.2.2 Memoria técnica

La modificación para el final de línea se puede observar en el plano 6 en la sección de ANEXO y se deberá incorporar los siguientes elementos:

- Transportador elevador: 1(unidad) de 1500[mm] de longitud. En él se depositará una caja a una altura de 600[mm] y la elevará al nivel del transporte.
- Transportador recto: 2 unidades de 3000[mm] de longitud y 2 unidades de 1500[mm].
- Curva a 90°: 2 unidades.
- Balanza: Transportador recto con la incorporación de una balanza para pesaje las cajas.
- Rodillo transportador en derivación.

2.2.2.1 Rodillo transportador recto

En la siguiente tabla se especificará las características para el transportador a rodillo recto modelo B61.02.003.


Capacidad nominal de carga [kg]	440	
Cantidad/longitud de transporte [mm]	2x3000+3x1500	
Diámetro de rodillo [mm]	50	
Material/tipo del rodillo	Acero/Tipo49 cilíndricos	
Anchura útil de transporte[mm]	700	
Partición de la unidad de 3000 [mm] de longitud	200	
Partición de la unidad de 1500 [mm] de longitud	150	
Bastidor	S53.2 semipesado versión H1200mm	
Velocidad de transporte	0,1 $\left[\frac{m}{s}\right]$	
Motorreductor	Trifásico tipo sinfín/corona - 0,25[hp]- 37,5[rpm]	
Cadena	ASA40 Paso ½"	

Tabla 27: Transportador de rodillo recto.

Se tendrá en cuenta que a un tramo de 1500[mm] se le incorporará una balanza para medir el peso de las cajas.

2.2.2.2 Rodillo curvo

Seguidamente se mencionarán las características para el tramo curvo a 90[°] con rodillos cónicos modelo B61.02.004.


Capacidad nominal de carga [kg]	220	
Cantidad	2	
Diámetro de rodillo [mm]	50	
Material/tipo del rodillo	Plástico/Tipo50 cónicos	
Anchura útil de transporte [mm]	700	
Partición [°]	5	
Bastidor	S53.2semipesado versión H	
Velocidad de transporte	0,1 $\left[\frac{m}{s}\right]$	
Motorreductor	Trifásico tipo sinfín/corona - 0,25[hp]– 18,4[rpm]	
Cadena	ASA40 Paso ½"	

Tabla 28: Transportador de rodillos curvos.

2.2.2.3 Tramo recto elevador

Las características del mencionado transportador se observarán en la tabla 29.

Capacidad nominal de carga [kg]	220	
Cantidad/longitud de transporte [mm]	1x1500	
Diámetro de rodillo [mm]	50	
Material/tipo del rodillo	Acero/Tipo49	
Anchura útil de transporte [mm]	700	
Partición [mm]	150	
Velocidad de transporte	$0,1 \left[\frac{m}{s} \right]$	
Actuadores Neumático (cantidad X diámetro [mm]-longitud de carrera[mm])	4x50-500	
Motorreductor	Trifásico tipo sinfín/corona - 0,25[hp] – 37,5rpm	
Cadena	ASA40 Paso ½"	

Tabla 29: Transportador elevador.

2.2.2.4 Transportador derivador

Por último, se incorporará un rodillo transportador derivador con las siguientes características:

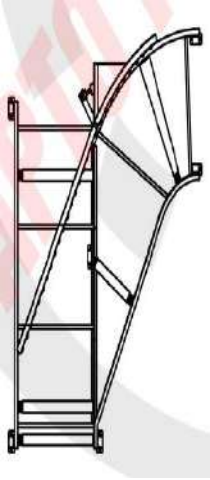
Capacidad nominal de carga [kg]	220	
Cantidad	1	
Diámetro de rodillo [mm]	50	
Material/tipo del rodillo	Acero/Tipo49 cilíndrico y Plástico/Tipo50 cónicos	
Anchura útil de transporte [mm]	700	
Velocidad de transporte	$0,1 \left[\frac{m}{s} \right]$	
Motorreductor	Trifásico tipo sinfín/corona - 0,25[hp]– 37,5[rpm] en zona recta y 18,4[rpm] en tramo curvo	
Cadena	ASA40 Paso ½"	

Tabla 30: Transportador derivador.

2.2.3 Memoria de cálculo

2.2.3.1 Parámetros de selección

Los datos necesarios para la selección de los caminos de rodillos tangenciales serán las siguientes:

- Capacidad nominal de carga.
- Longitud de transporte.
- Diámetro de rodillo.
- Anchura de transporte.
- Partición.
- Bastidores.
- Velocidad de transporte.

En las ilustraciones 33 y 34 se observarán las características comerciales de los rodillos transportadores de la empresa MK TECNICA DE TRANSPORTE.

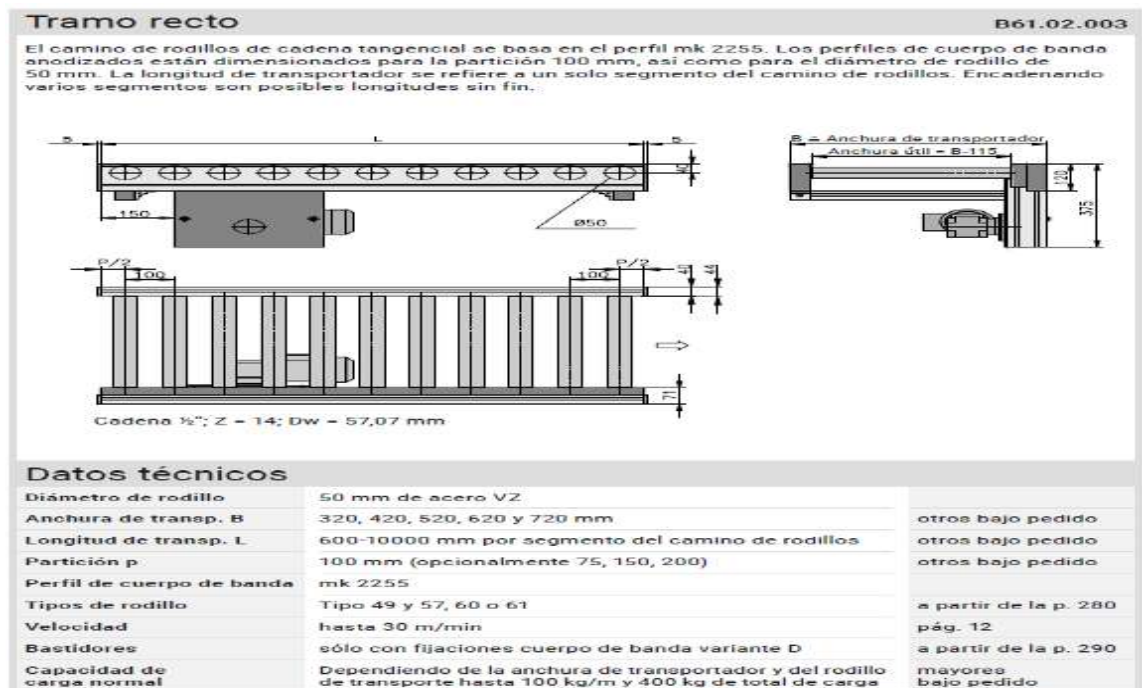


Ilustración 33: Catálogo rodillos rectos

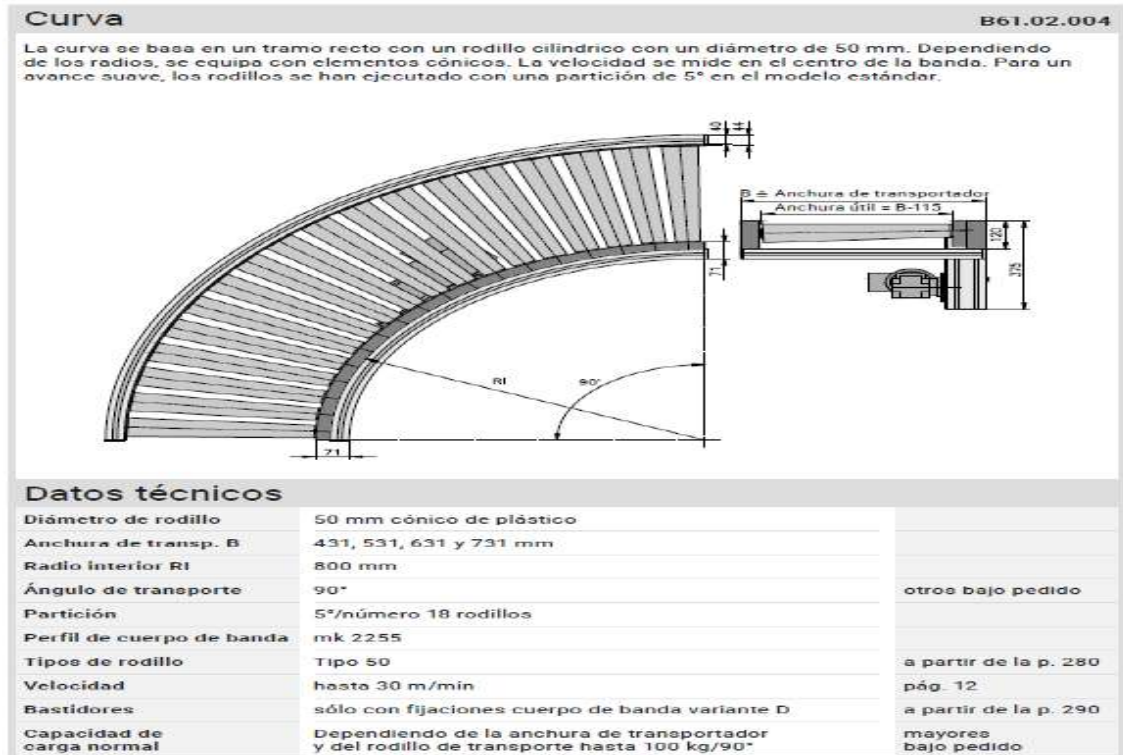


Ilustración 34: Catálogo de rodillos curvos.

2.2.3.2 Capacidad de carga nominal

Teniendo en cuenta que la caja con mayor carga nominal es de 220[kg], correspondiente al silo bolsa de 10[pies] de diámetro con una longitud de 100[m], se seleccionará una estructura capaz de soportar una carga total de 440[kg] correspondiente a dos unidades, teniendo en cuenta que la capacidad de carga total de una unidad comercial es de 400 [kg], de deberá pedir la estructura reforzada (se realiza bajo pedido) capaz de soportar el sobrepeso.

En el caso de las curvas a 90°, solo soportarán una caja, lo que le corresponderá un peso de 220[kg] por estructura.

2.2.3.3 Longitud de transporte

Para asegurar que como máximo se transportarán 2 cajas en cada estructura de tramo recto (limitante por capacidad de carga nominal), se seleccionarán tramos de 3000[mm]

sabiendo que cada caja tendrá una longitud de 1200[mm] y se produce 1 caja cada 5[min], además se colocarán sensores fotoeléctricos en los inicios y finales de cada tramo de 3[m], 3[m], en el caso que se detecte que haya dos cajas en el transportador, se detendrá el tramo anterior hasta que salga una unidad.

Teniendo en cuenta el plano 6 se necesitaran transportadores de 1500[mm] de longitud para completar los tramos faltantes.

2.2.3.4 Cantidad de rodillos y partición

Para el transportador de 3[m] se optará por un paso (P) de 200[mm], en tal caso, las cajas estarán sujetadas por 6 rodillos debido a que las mismas presentan una longitud de 1,2[m], para el tramo de 1,5[m] se escogerá una partición de 150[mm], con lo cual, el producto será soportado por 8 rodillos verificando que cada caja esté sujeta por un mínimo de 3 rodillos.

Para las curvas a 90° el paso se calculará por medio de la siguiente ecuación:

$$P = \frac{gr}{n}$$

Donde:

- P= Paso [°].
- Gr= Grado de la curva [°].
- n= Cantidad de rodillos.

Se recomienda un ángulo de paso entre 5° a 5,5°.

Para una curva de 90°, teniendo en cuenta un paso de 5° y un radio interno de 800[mm] (sacado del catálogo) se necesitarán 18 rodillos.

El transportador derivador está compuesto por un tramo recto de 1,5[m] y un tramo curvo.

La cantidad de rodillos por tramos se pueden visualizar en la siguiente tabla:

Descripción	Cantidad de unidades	Cantidad de rodillos por unidad	Cantidad de rodillos total	Tipo de rodillos
Tramo recto 3[m]	2	15	30	Cilíndrico
Tramo recto 1,5[m]	3	10	30	Cilíndrico
Curva 90[°]	2	18	36	Cónico
Elevador 3[m]	1	15	15	Cilíndrico
Derivador	1	10	10	Cilíndrico
		5	0	Cónico

Tabla 31: Cantidad de rodillos.

Se necesitarán 41 rodillos cónicos y 85 cilíndricos.

2.2.3.5 Ancho del rodillo

Teniendo en cuenta que las cajas presentan un ancho de 600[mm], se escogerá bajo pedido un ancho útil de transporte de 700[mm] tanto para el tramo recto como para la curva a 90[°] (mismo ancho útil que en el sistema actual).

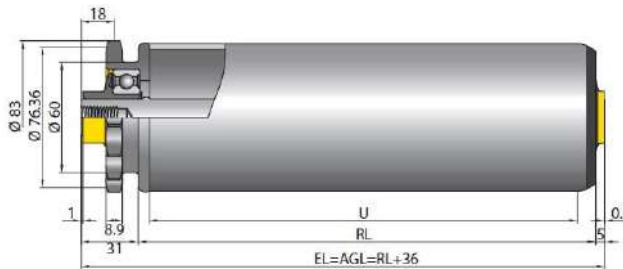


Ilustración 35: Parámetros de los rodillos cilíndricos.

2.2.3.6 Diámetro del rodillo

Sabiendo que el silo bolsa de 10 [pies] de diámetro con 100[m] de longitud tiene un peso promedio de 220[kg] y la caja que contendrá el mismo estará apoyada por 6 rodillos en el tramo recto de 3[m] y 8 rodillos en el transportador de 1,5[m] de longitud, se utilizará el caso más desfavorable donde cada rodillo soportará 36,6[kg] para unificar el producto.

Seguidamente se observará una gráfica para la selección del diámetro de rodillo por medio del ancho de transporte y de la carga nominal.

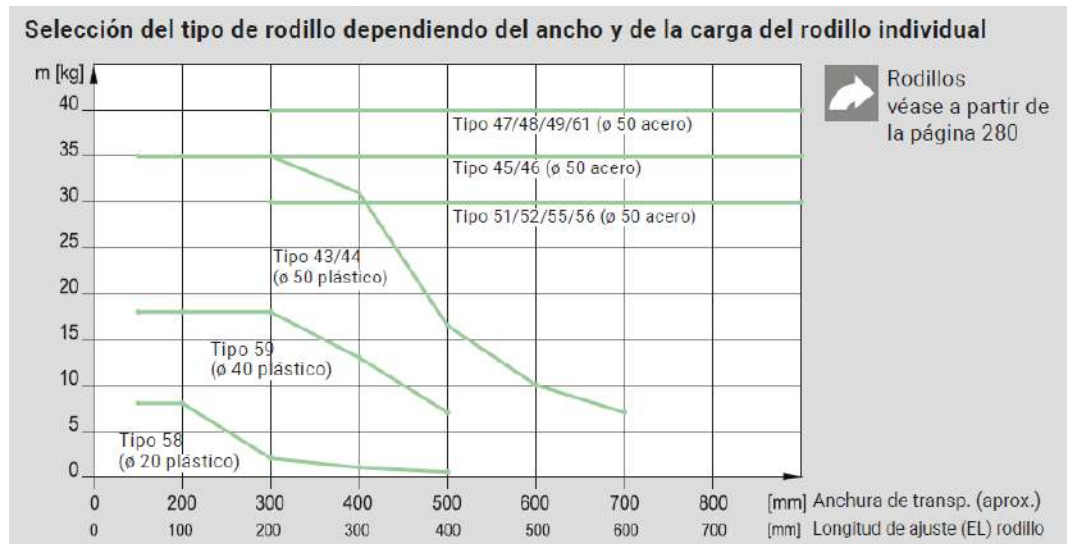


Ilustración 36: Selección del tipo de rodillo.

Para un rodillo con anchura de transporte (B) de 815 [mm] (anchura útil + 115[mm] según catálogo ilustración 33 y 34) y carga de 36,6[kg] le corresponderá un rodillo Tipo 47/49/61 de acero, diámetro 50[mm].

Luego por medio de la tabla 32 se visualizarán las características de los rodillos mencionados anteriormente.

Rodillos accionados con rueda de cadena para RBT-P 2255, cilíndricos							
Rodillo	Ø	Color	Anchura útil	Material	Fijación	Fricción	Carga/rodillo
Tipo 49	50 mm	plateado	B-115	Acero VZ	Rosca interior M8	-	40 kg
Tipo 57*	50 mm	plateado	B-115	Acero VZ	Rosca interior M8	a un lado	30 kg
Tipo 60*	50 mm	plateado	B-115	Acero VZ	Rosca interior M8	a ambos lados	30 kg
Tipo 61*	50 mm	plateado	B-115	Acero VZ	Rosca interior M8	reajutable	40 kg

Rodillos accionados con rueda de cadena para RBT-P 2255, cónicos							
Rodillo	Ø	Color	Anchura útil	Material	Fijación	Fricción	Carga/rodillo
Tipo 50	50 mm	gris	B-115	Plástico	Rosca interior M8	-	40 kg

*Los rodillos de fricción solo se pueden incorporar si la base del producto que se va a transportar es plana y fija

Tabla 32: Selección de rodillos.

Se seleccionarán para los tramos rectos rodillos cilíndricos tipo 49 y para las curvas a 90° se utilizarán rodillos cónicos tipo 50.

2.2.3.7 Bastidores

Teniendo en cuenta los siguientes datos:

- Altura útil= 1100[mm].
- Ancho del transportador = 815[mm].
- Carga máxima: 440[kg].

Se escogerá del catálogo de la mencionada empresa el bastidor S53.2 semipesado versión H1200mm con perfil mk 2255.

Seguidamente se visualizarán las dimensiones constructivas del mismo, se optará la Variante D, recomendado para transportadores a rodillos accionados con cadenas tangenciales para perfil mk2255.

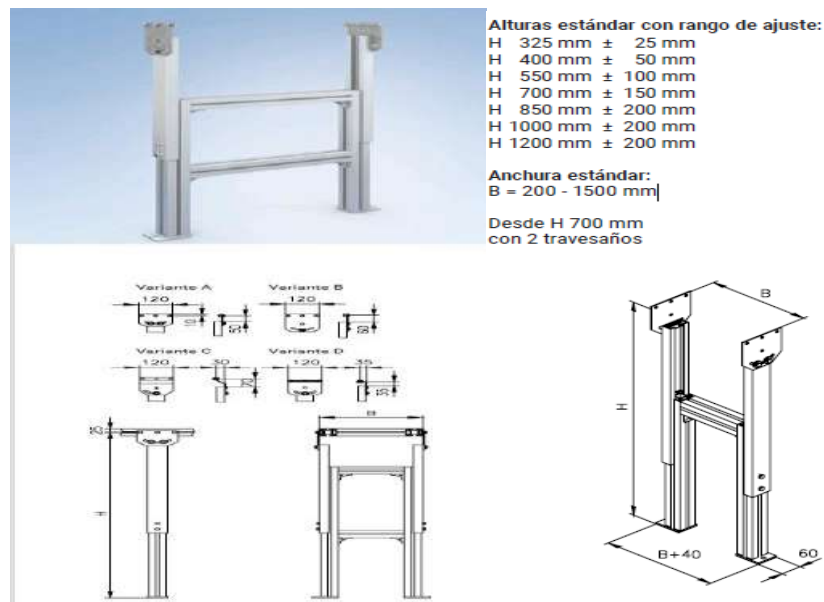


Ilustración 37: Bastidor.

Se instalará un soporte cada 1,5[m] de distancia en tramo recto y 3 unidades por cada tramo a 90[°] (valor otorgado por la empresa vendedora), en total se necesitarán 23 unidades.

2.2.3.8 Guías laterales ajustables

Las mismas se seleccionarán por medio del bastidor escogido, para el modelo S53.2 le corresponde las guías serie SBF-P 2255 ajustables, dentro de la misma se encuentra el modelo SF10.1 equipada con barras redondas de acero inoxidable. Esta versión es particularmente adecuada para productos altos.



Ilustración 38: Guías laterales.

Se instalará un soporte cada 375[mm], con lo cual para el tramo de 1,5[m] le corresponden 4 unidades y 8 para el tramo de 3[m], con respecto a la curva se instalarán 5 unidades a una distancia de 18[°] desde el centro de radio.

Se necesitará en total 102 soportes y 69,6[m] de guías en acero.

2.2.3.9 Elección del motorreductor y velocidad de transporte

Para cargas a transportar que se desplazan a velocidad constante sobre un transportador de rodillos se aplica la siguiente ecuación:

$$F = m * g * \mu$$

Donde:

- F: Fuerza tangencial necesaria en [N].
- m: Masa en [kg].
- g: Aceleración de la gravedad 9,81 $\left[\frac{m}{s}\right]$.
- μ : Coeficiente de fricción.

El coeficiente de fricción para diferentes materiales utilizando rodillos con tubo de acero se obtendrá por medio de la tabla 33:

Material	Coefficiente de fricción μ
Acero	0,03
Plástico, liso	0,04
Plástico, perfilado	0,05
Madera	0,05
Cartón	0,06

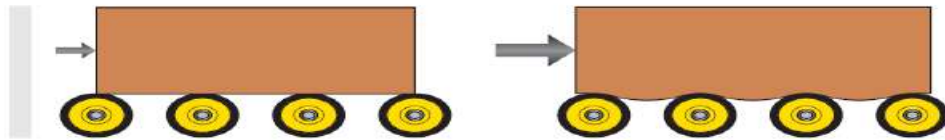


Tabla 33: Coeficiente de fricción dinámico.

Teniendo en cuenta que la caja estará forrada con film stretch liso (plástico liso) le corresponde un coeficiente de fricción de 0,04.

Se analizará para el caso más desfavorable que corresponde a la caja que contiene el silo bolsa de 10[pies] de diámetro, 100[m] de longitud y peso de 220 [kg], se tendrá en cuenta que como máximo habrá dos cajas por transportador, con lo cual la masa correspondiente a transportar es de 440[kg].

Remplazando en la ecuación mencionada anteriormente obtenemos:

$$F = 440 * 9,8 * 0,04 = 172,4[N]$$

La velocidad recomendada para el transporte por rodillos accionados por cadenas tangenciales es de $0,5 \left[\frac{m}{s} \right]$ o menor, se utilizará $0,1 \left[\frac{m}{s} \right]$ debido a que es la velocidad actual de transporte en el horno termo contraíble, con lo cual, la potencia mecánica necesaria se calculará de la siguiente manera:

$$P = F * vel = 172,4[N] * 0,1 \left[\frac{m}{s} \right] = 17,2[W]$$

Donde:

- P: Potencia absorbida [W].
- F: Fuerza tangencial [N].
- *Vel*: Velocidad de traslado $\left[\frac{m}{s}\right]$.

Seguidamente se calculará la potencia de entrada equivalente para luego seleccionar el motorreductor por medio de la siguiente relación:

$$P_E = \frac{P * f_s}{r}$$

En tal caso:

- P_E : Potencia equivalente [W].
- P: Potencia absorbida [W].
- f_s : Factor de servicio.
- r : Rendimiento.

El factor de servicio se obtendrá por medio del catálogo LENTAX motorreductor sinfín y corona, catalogo 122.

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f_s f_s FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
EXCAVADORAS Y DRAGAS				DREDGERS
Excavadoras de cangilones (cadena fija)	1,65	1,8	1,8	Bucket excavator
Excavadoras de cangilones (cadena suelta)	1,5	1,6	1,6	Trench machine
Traslación por orugas	1,65	1,8	1,8	Travelling gear (caterpillar)
Traslación por rieles	1,5	1,6	1,6	Travelling gear (rails)
Bombas de aspiración	1,4	1,5	1,6	Suction pumps
Apiladoras de cangilones	1,4	1,5	1,6	Bucket loader
Ruedas de cangilones	1,65	1,8	1,8	Bucket wheels
Cabezales de corte	1,65	1,8	1,8	Cutter heads
Dispositivo de viraje	1,65	1,8	1,8	Manoeuvring winches
TRITURACION Y MOLIENDA (cemento-cal-yeso)				STONE AND CLAY WORKING MACHINES
Trituradoras de mandíbulas	1,65	1,8	1,8	Jaw crushers
Trituradoras de cono	1,65	1,8	1,8	Cone crushers
Trituradoras rotativas	1,65	1,8	1,8	Gyratory crushers
Quebrantadoras rotativas	1,65	1,8	1,8	Rotary breakers
Hornos rotativos	1,8	2	2	Rotary ovens
Sopladores	1,4	1,5	1,5	Blowers
Zarandas vibratorias	1,5	1,6	1,6	Vibrating screens
Molinos de martillos	1,8	2	2	Hammer mills
Molinos de bolas	1,65	1,8	1,8	Ball mills
Molinos de percusión	1,9	2,1	2,1	Beater mills
Molinos tubulares	1,8	2	2	Tube mills
Machacadoras	1,8	2	2	Breakers
MAQUINAS PARA EL CAUCHO				RUBBER MACHINERY
Calandras	1,5	1,6	1,6	Calenders
Amasadoras	1,65	1,8	1,8	Pugmills
Extrusoras	1,65	1,8	1,8	Extruders
Laminadoras	1,65	1,8	1,8	Rolling mills
Mezcladoras	1,5	1,6	1,6	Mixers
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,8	2,0	2,0	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (rediers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

Tabla 34: Factor de servicio de motoreductor.

Para un motorreductor que se utilizará con transportador circular funcionando las 24 horas del día le corresponde $f_s = 1,6$, por otro lado, el rendimiento recomendado en el catálogo es de 98,5[%].

Remplazando en la ecuación anterior se obtendrá:

$$P_E = \frac{17,2 * 1,6}{0,985} = 28[W]$$

Seguidamente se visualizará una sección del mencionado catálogo

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Útil	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos	
KW	HP	(RPM)	(i)		(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página	
		15,0	60,00	21	0,25 /6	1,35	68	900	250	165	17	pag 39	pag 50-51
		18,4	49,00	21	0,25 /6	1,65	58	900	250	165	17	pag 39	pag 50-51
		24,3	37,00	21	0,25 /6	2,00	47	900	225	145	17	pag 39	pag 50-51
		27,3	33,00	21	0,25 /6	2,15	44	900	225	145	17	pag 39	pag 50-51
		33,3	27,00	21	0,25 /6	2,50	38	900	225	145	17	pag 39	pag 50-51
		37,5	24,00	21	0,25 /6	2,75	34	900	225	145	17	pag 39	pag 50-51
		48,6	18,50	21	0,25 /6	3,30	29	900	180	100	17	pag 39	pag 50-51
		54,5	16,50	21	0,25 /6	3,55	26	900	180	100	17	pag 39	pag 50-51

kW
HP
0,18
0,25

Tabla 35: Catálogo de motorreductores Lentax.

Se escogerá un motorreductor tipo sinfín/corona de 0,25HP con una velocidad de salida de 37,5[rpm], verificando que el factor de servicio (fs) 1,6 es menor que el factor de seguridad (fz) de 2,75.

La velocidad resultante de transporte con dicho motorreductor se obtendrá de la siguiente manera:

$$V_t = \omega * r = 37,5[rpm] * \frac{2\pi[rad]}{60[s]} * \frac{50}{2}[mm] * \frac{1[m]}{1000[mm]} = 0,0981 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Para que una caja se pueda transportar de manera ideal a través de una curva, la velocidad en la curva y la del tramo recto deben ser idénticas, ya que en el caso que difieren, la carga puede perder su orientación y como consecuencia de ello, llegar a la guía lateral y deteriorar el embalaje de producto.

En primer lugar se deberá calcular el diámetro medio de los rodillos cónicos, en la tabla 36 se visualizarán las dimensiones de los mismos, en este caso la longitud nominal (útil) es de 700[mm].

Longitudes de referencia con elementos cónicos

Conicidad: 1,8°, color: gris (no antiestático)		
Longitud nominal cónica [mm]	Ø mín. [mm]	Ø máx. [mm]
150	55,6	64,8
200	52,5	64,8
250	55,6	71,2
300	52,5	71,2
350	55,6	77,6
400	52,5	77,6
450	55,6	84,0
500	52,5	84,0
550	55,6	90,4
600	52,5	90,4
650	55,6	96,8
700	52,5	96,8
750	55,6	103,2
800	52,5	103,2
850	55,6	109,9
900	52,5	109,9
950	55,6	116,0
1000	52,5	116,0

Tabla 36: Longitud de referencia con elementos cónicos.

El diámetro medio se calculará de la siguiente manera:

$$\phi_{\phi} = \frac{\phi_{max} + \phi_{min}}{2} = \frac{96,8 + 52,5}{2} = 74,6[mm]$$

Donde:

- ϕ_{ϕ} : Diámetro medio [mm].
- ϕ_{max} : Diámetro máximo [mm].
- ϕ_{min} : Diámetro inicial [mm].

Debido a que el diámetro del tramo recto es de 50[mm] y la velocidad de transporte es de 0,098 $\left[\frac{m}{s}\right]$, la velocidad necesaria en la curva se conseguirá por medio de la siguiente expresión:

$$S_{RD} = \frac{S_{Strai}}{\Phi_{\emptyset}} * \Phi_{Strai}$$

Los coeficientes mencionados anteriormente son los siguientes:

- S_{RD} : Velocidad que debe ajustarse en la curva $\left[\frac{m}{s}\right]$.
- S_{Strai} : Velocidad en el tramo recto $\left[\frac{m}{s}\right]$.
- Φ_{\emptyset} : Diametro medio [mm].
- Φ_{Strai} : Diametro en el tramo recto [mm].

$$S_{RD} = \frac{0,0981}{74,6} * 50 = 0,066 \left[\frac{m}{s}\right]$$

Teniendo en cuenta la velocidad que debe ajustarse en la curva y el diámetro medio de los rodillos cónicos, se necesitará 17 [rpm] para obtener dicha velocidad, por medio de la tabla 35 se escogerá un motorreductor comercial de 18,4 [rpm] debido a que el modelo anterior en el catálogo de 15[rpm] no verifica que el factor de seguridad sea mayor al de servicio, de tal manera se obtendrá una velocidad final de $0,07 \left[\frac{m}{s}\right]$.

2.2.3.10 Transportador elevador

La fuerza máxima que se necesitará levantar es de 2772,4[N], correspondiente a la suma del peso de la caja, rodillos y estructura, para realizar dicha acción se utilizarán 4 actuadores neumáticos que se colocarán a 90°, de tal modo cada uno soportará una fuerza de 693[N] y la selección se realizará por medio de la ilustración 39.

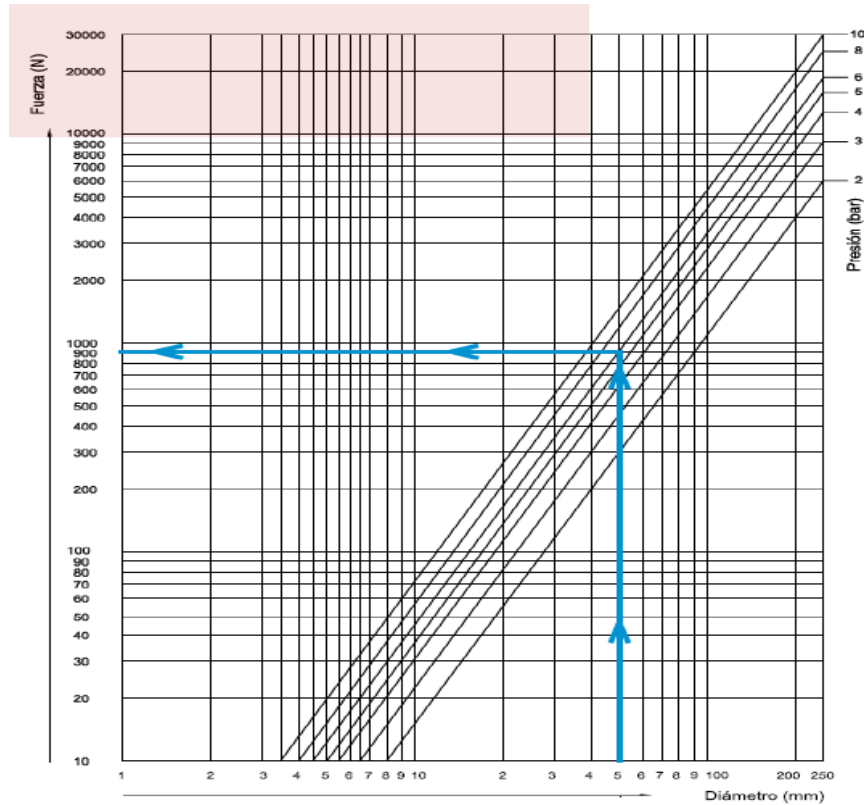


Ilustración 39: Selección del actuador neumático

Para una presión de 6 bar y una fuerza de 700[N] le corresponde un diámetro de 50[mm], debido a que la altura del transportador es de 600[mm] se seleccionará una longitud de carrera 500[mm] para obtener una altura total de 1100[mm].

Para los rodillos, bastidores y guías se utilizarán los mismos que se seleccionaron para los tramos rectos.

2.2.3.11 Rodillo transportador derivación.

Según la empresa fabricante, el mencionado transportador está compuesto por 3 elementos, un transportador curvo compuesto por 5 rodillos cónicos, un transportador recto con 10 rodillos cilíndricos con una longitud de 1,5[m] y una derivación por barrera accionada por actuador lineal.

La selección de los elementos del tramo recto y curvo corresponde a la realizada anteriormente y las características se visualizan en la tabla 27 y 28 respectivamente.

En la siguiente imagen se puede apreciar un modelo del mencionado sistema:

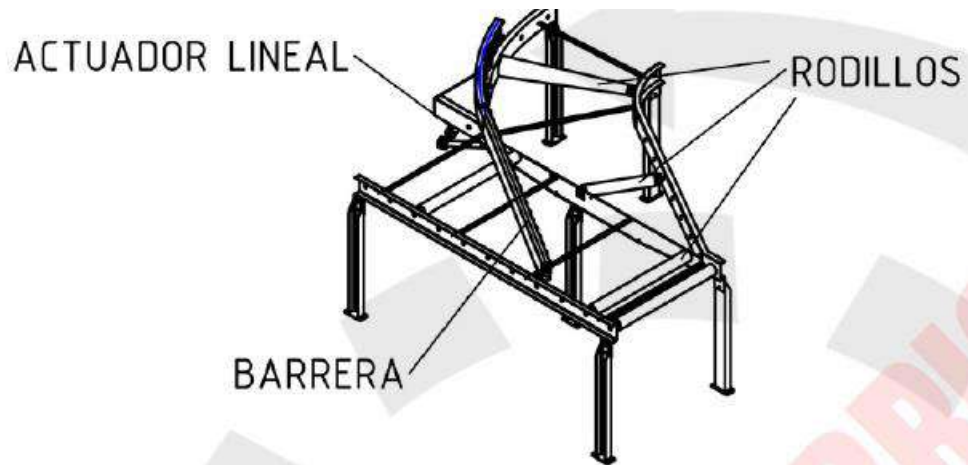


Ilustración 40: Transportador derivador

2.2.3.12 Verificación de la cadena ASA 40

La misma se verificará para el caso de mayor exigencia por medio de la potencia a transmitir teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$P_c = k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * P$$

Donde:

- P_c = Potencia corregida [KW].
- P = Potencia máxima del sistema, 0,18[KW] entregado por el motorreductor.
- k_1 = Coeficiente que tiene en cuenta el número de dientes.
- k_2 = Coeficiente de multiplicidad que tiene en cuenta el número de cadenas empleadas en la transmisión.
- k_3 = Coeficiente que tiene en cuenta el número de eslabones.
- k_4 = Es el factor de servicio que tiene en cuenta las condiciones en que trabaja la transmisión.

Para obtener el coeficiente k_1 se emplea la siguiente ilustración.

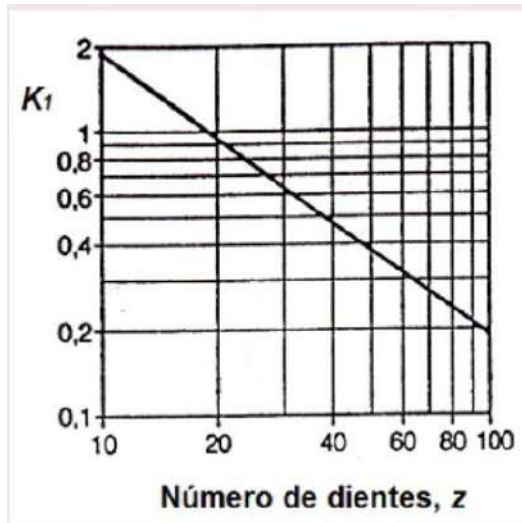


Ilustración 41: Coeficiente k_1 .

El engranaje presenta 14 dientes, con lo cual le corresponde $k_1=1,5$.

Seguidamente k_2 es el coeficiente de multiplicidad que tiene en cuenta el número de cadenas empleadas en la transmisión (si es simple, es decir, con una cadena, o bien si es una transmisión con doble cadena, o triple...), se obtiene por medio de la ilustración 42.

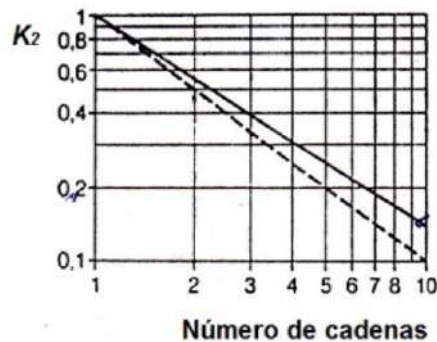


Ilustración 42: Coeficiente k_2 .

Teniendo en cuenta que se utilizará una cadena simple le corresponde $k_2=1$.

El coeficiente k_3 tiene en cuenta el número de eslabones y se selecciona por medio de la ilustración 43.

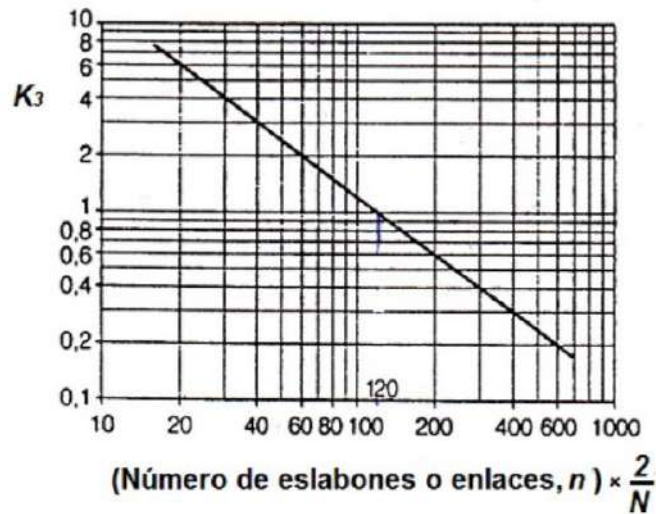


Ilustración 43: Coeficiente k_3 .

Al no saber la cantidad específica de eslabones se tomará un valor conservador $k_3=1$.

El coeficiente k_4 indica el factor de servicio que tiene en cuenta las condiciones en las que trabaja la transmisión.

Coeficiente K_4 , Factor de servicio					
Cargas	Machines réceptrices	Machines motrices	Moteur à combustion interne à transmission mécanique		
			hydraulique Moteur électrique et Turbine	4 cylindres et plus	moins de 4 cylindres
Régulières	Machines d'imprimerie Pompes et compresseurs centrifuges Calandreuses pour papier Escaliers roulants Agitateurs de liquides		1,00	1,10	1,30
Irégulières	Malaxeurs à béton Broyeurs à boulets Pompes et compresseurs à 3 pistons ou plus Presses, ciseilles Agitateurs de solides Tamis vibrants		1,40	1,50	1,70
À-coups	Excavatrices Raboteuses Broyeurs à marteaux et à cylindres Pompes et compresseurs à 1 piston Forage pétrolier		1,80	1,90	2,10

Tabla 37: Coeficiente k_4 .

En este caso al tratarse de un motor eléctrico con un tipo de carga regular el factor de servicio correspondiente es de 1.

Remplazando con los valores obtenidos:

$$P_c = 1,5 * 1 * 1 * 1 * 0,18[KW] = 0,27[KW]$$

La selección de la cadena se realizará por medio de la ilustración 44 teniendo en cuenta que la potencia corregida es de 0,27[KW] y la velocidad de transmisión es de 18,4[rpm].

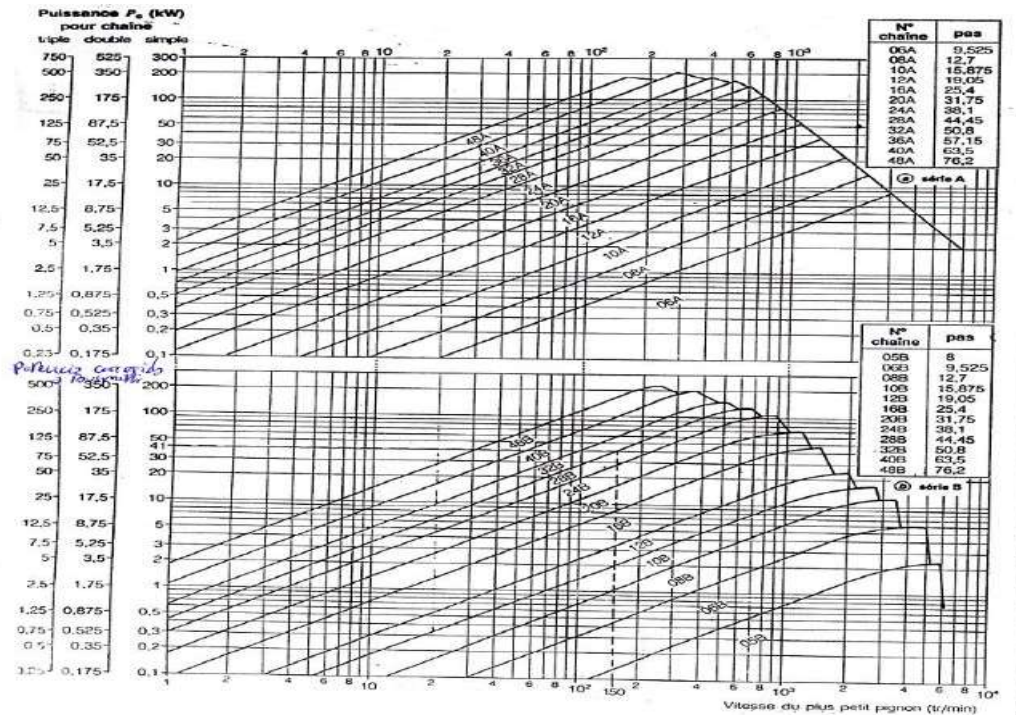


Ilustración 44: Selección de la cadena.

Para las condiciones de utilización le corresponde una cadena serie americana 10A y el transportador se vende con serie 40, con lo cual verifica su utilización, las características de la misma se pueden visualizar en la siguiente tabla.

SERIE AMERICANA (ASA)

Codigo	Dimensiones Nominales				Otras Dimensiones				Superficie de Trabajo	Carga Mínima de Rotura	Partes de Cadena		
	Paso	Diam. Rodillo	Ancho Interno	Diam. Max. Perno	Altura Max. de Placa	Centro de Calibre	Ancho Max. Perno Remach.	Max. Largo Total Perno			Peso Neto per Metro	Unión	Media Malla
	P mm	Dr mm	W mm	DP mm	Hi mm	Tr mm	A1 mm	B mm			kg/m	n.	n.
ASA 25	6,35	3,3	3,18	2,3	6,02	-	8	13	11	420	0,13	26	30
ASA 35	9,525	5,08	4,77	3,59	9,05	-	11,9	18,5	27	1000	0,33	26	13-30
ASA 40	12,7	7,95	7,95	3,96	12,07	-	16,5	24,3	44	1750	0,6	26	13-30
ASA 50	15,875	10,16	9,53	5,08	15,09	-	20,4	28,6	70	2650	1,01	25-26	13-30
ASA 60	19,05	11,91	12,7	5,94	18,08	-	26	35,2	105	3800	1,43	26	13
ASA 80	25,4	15,88	15,88	7,92	24,13	-	33,1	43,9	180	6500	2,57	24	14
ASA 100	31,75	19,05	19,05	9,53	30,18	-	39,9	52,1	260	10800	3,87	24	14
ASA 120	38,1	22,23	25,4	11,1	36,2	-	50,3	63,5	390	15400	5,65	24	14
ASA 140	44,45	25,4	25,4	12,7	42,24	-	53,9	68,7	470	20800	7,44	24	14
ASA 160	50,8	28,58	31,75	14,27	48,26	-	64,1	79,9	645	26200	9,74	24	14
ASA 180	57,15	35,72	35,7	17,45	54,36	-	72,5	86,8	875	36200	13,28	24	14
ASA 200	63,5	39,68	38,1	19,81	60,33	-	78,8	99,2	1090	43000	16	25	13
ASA 240	76,2	47,63	47,63	23,8	72,39	-	95,5	116,5	1610	59000	24	25	13

Tabla 38: Características de las cadenas norma americana

2.2.4 Resultados obtenidos

Para realizar la modificación en el final de línea se deberá adquirir los elementos seleccionados en la memoria técnica y en la siguiente tabla se observarán los costos estipulados por cada conjunto de elementos:

Descripción	Cantidad	Precio por unidad [USD]	Precio total [USD]
Curva a 90° a rodillo motorizado	2	12900	25800
Mesa de rodillo motorizada 1500[mm] con báscula	1	12800	12800
Mesa de rodillos motorizada 1500[mm]	2	8100	16200
Mesa de rodillo motorizada 3000[mm]	2	13300	26600
Mesa de rodillos elevadora	1	15400	15400
Mesa de rodillos derivadora	1	19800	19800
Precio total [USD]			116600

Tabla 39: Cotización de la instalación.

La instalación eléctrica con sus correspondientes tableros y elementos están incluidos en la cotización mencionada anteriormente.

El precio total de la instalación es de ciento dieciséis mil seiscientos dólares, cotización divisa venta, el precio del suministro no incluye IVA.

2.3 Ventilación general

2.3.1 Memoria descriptiva

El objetivo principal de este capítulo será mantener las condiciones ambientales en la zona de producción para que no perjudique la salud de los trabajadores. De esta manera se contribuirá al bienestar físico, y mejorará el rendimiento en las actividades que se van a desarrollar.

Dentro de la nave industrial se diferenciará la zona de almacenamiento de materia prima, zona de producción y las salas de oficinas.

La zona de producción le corresponde un volumen total 36072 [m^3], dentro de la misma se identificará el sector de carga de materia prima, extrusión, almacenamiento de bobinas, materia prima, zona de plegado, final de línea y por último el sector de recuperado. En esta zona trabajarán 7 personas.

Se instalará un sistema de ventilación mixta, el mismo constará de una entrada de flujo de aire en forma natural y una extracción de manera forzada por medio de extractores, los sectores críticos que se tendrán en cuenta para la colocación de los mismos son: la zona de recuperado, extrusión y plegado, donde se realizarán los trabajos activos en la empresa.

Las salas de oficinas presentan ventilación natural por medio de ventanas y ambiente climatizado, con lo cual no se realizará el análisis.

En el plano 7 en la sección ANEXO se observará las dimensiones de la planta.

2.3.2 Memoria técnica

Se realizará la instalación del sistema de ventilación mixta para la zona de producción, los componentes que se tendrán en cuenta se mencionarán a continuación.

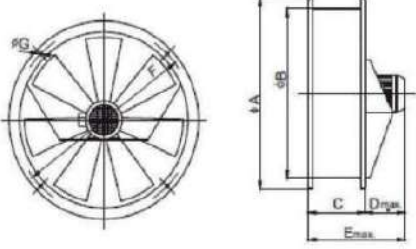
2.3.2.1 Características del extractor

Debido al caudal de aire a extraer del recinto se seleccionó el siguiente modelo de extractor:

Fabricante	Gatti Cold
Modelo	KTU 1000/6
Cantidad [Unidades]	8
Caudal a presión atmosférica ($\frac{m^3}{s}$)	8,3
Diámetro de la hélice (mm)	1000
Nivel sonoro (db)	85
Peso (kg)	88,13
Potencia (CV)	4

Tabla 40: características del extractor.

Las dimensiones corresponden al Modelo U1000 y se podrán observar a continuación:



Modelo	ØA	ØB	C	D	E	F	ØG
U-350	422	361	150	110	250	390	10
U-450	515	455	160	110	270	483	10
U-550	625	548	200	115	315	580	13
U-650	716	642	220	140	360	675	13
U-750	820	747	230	170	400	778	13
U-850	950	874	240	115	355	905	13
U-1000	1095	1017	270	185	455	1056	13
U-1120	1210	1130	330	295	625	1176	13
U-1250	1340	1260	550	80	632	1300	13

Tabla 41: Dimensiones del extractor U1000.

2.3.2.2 Características del motor

En la siguiente tabla se visualizarán las prestaciones del motor que compone el extractor, el cual serán de necesidad para el cálculo de la instalación eléctrica del mismo.


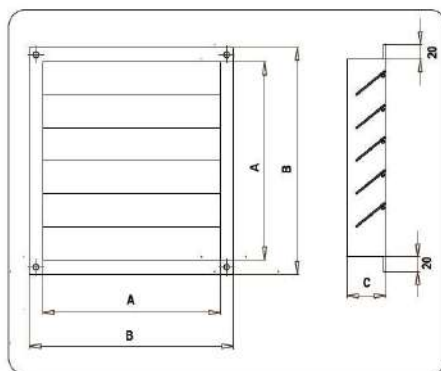
Marca	Siemens	
Código	1LE0102-1CC02	
Corriente nominal (In) [A]	7,8	
Potencia [kW]	3	
Eficiencia 100% de carga [%]	79,7	
Factor de potencia	0,73	
Corriente nominal en arranque [A]	40,5	

Tabla 42: características del motor.

2.3.2.3 Persiana

Desde el catálogo de la empresa Gatti se eligió el modelo 1000 debido al modelo del extractor, donde las dimensiones de observarán a continuación:



MODELO / MODEL	A	B	C
450	465	510	73
550	565	610	73
650	665	710	95
750	765	810	100
850	865	910	110
1000	1015	1060	135

Tabla 43: Medidas de la persiana de depresión.

En el plano 8 de la sección ANEXO se puede observar el despiece constructivo del extractor seleccionado.

2.3.3 Memoria de cálculo

Se analizará la cantidad de aire a extraer por los métodos de ventilación sobre la base del contenido máximo de anhídrido carbónico, en función de la cantidad de ocupantes, según la actividad laboral y por temperatura límite, seguidamente se escogerá el caso más desfavorable y en base al valor correspondiente se determinará los extractores que se deberán utilizar.

2.3.3.1 Ventilación sobre la base del contenido máximo de anhídrido carbónico

En este procedimiento se tendrá en cuenta que cada persona, en reposo, desprenderá un volumen de aproximadamente el 4[%] en CO₂ del total respirado, siendo el contenido promedio del aire exterior de 0,04[%].

Según la legislación nacional “VENTILACIÓN Y USO DE MEDIDORES DE DIOXIDO DE CARBONO” existe un consenso en que es deseable que el nivel de CO₂ en lugares cerrados como escuelas, hogares, oficinas, etc. se ubique por debajo de las 1.500 [ppm] equivalente a 0,15[%] del volumen del aire, siendo el valor recomendado 500[ppm], debido a esto se establecerá que la proporción máxima no debe exceder del 0,14[%].

Seguidamente caudal del aire que se deberá introducir en la zona de producción se determinará por medio de la siguiente fórmula:

$$Ch = \frac{n * c}{al - av}$$

Donde:

- Ch: Caudal de ventilación $\left[\frac{m^3}{h}\right]$.
- n: Número de personas.
- c: Caudal medio de anhídrido carbónico eliminado por las personas $\left[\frac{m^3}{h*persona}\right]$.
- al: Porcentaje de CO₂ admisible como límite en el local [%].
- av: Porcentaje de anhídrido carbónico que contiene el aire de ventilación [%].

Considerando que una persona adulta respirará alrededor de $0,5 \left[\frac{m^3}{h} \right]$ y adoptando los porcentajes mencionados anteriormente, el caudal de aire de ventilación para la zona de producción según el método mencionado será de:

$$Ch = \frac{7 * 0,5 * 4\%}{0,14\% - 0,04\%} = 140 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

2.3.3.2 Ventilación mínima requerida en función del número de ocupantes

Por medio del capítulo 11 de la Ley de Seguridad e Higiene del Trabajo, se calculará la ventilación mínima requerida en función del número de ocupantes.

Por medio del plano 7 se obtendrá el volumen de la nave en la zona de producción de $36072 [m^3]$ y además por turno hay 7 trabajadores en dicha zona, con lo cual, el cubaje del local por persona se obtendrá de la siguiente manera:

$$Cubaje \text{ del local } \left[\frac{m^3}{\text{persona}} \right] = \frac{\text{Volumen del local}}{\text{Cantidad de personas}}$$

$$Cubaje \text{ del local} = \frac{36072 [m^3]}{7 [personas]} = 5153,1 \left[\frac{m^3}{\text{persona}} \right]$$

El caudal de aire por persona se seleccionará teniendo en cuenta la tabla 44 obtenida del decreto 351/79 (Higiene y Seguridad en el Trabajo):

Cantidad de personas	Cubaje del local (m^3 por persona)	Caudal de aire (m^3/h por persona)
1	3	65
1	6	43
1	9	31
1	12	23
1	15	18

Tabla 44: Caudal de aire por persona.

El cubaje del local próximo corresponde a $15[m^3 \text{ por persona}]$, lo que equivale a un caudal de aire necesario de $18 \left[\frac{m^3}{h}\right]$ por persona.

El caudal de aire que se deberá extraer se calculará de la siguiente forma:

$$Q_e = Q_p * N$$

Donde:

- Q_e : Volumen de aire a extraer en el recinto $\left[\frac{m^3}{h}\right]$.
- Q_p : Caudal de aire en metros cúbicos por persona $\left[\frac{m^3}{h * persona}\right]$.
- N : Cantidad de personas trabajando en el recinto.

$$Q_e = Q_p * N = 18 \left(\frac{m^3}{h * persona}\right) * 7(personas) = 126 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

Las renovaciones horarias necesarias según el caudal a extraer se obtendrán de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Caudal a extraer}}{\text{Volumen de la nave}} = \frac{126 \left(\frac{m^3}{h}\right)}{36072 [m^3]} = 0,003 \text{ renovaciones horarias}$$

2.3.3.3 Ventilación mínima requerida según la actividad del local

La siguiente tabla se basa en criterios de Seguridad e Higiene en el trabajo, dependiendo de la actividad del local y pretende evitar que los ambientes lleguen a un grado de contaminación que podrá ser perjudicial para los operarios.

Renovación del aire en locales habitados	Renovaciones/hora N
Catedrales	0,5
Iglesias modernas (techos bajos)	1 - 2
Escuelas, aulas	2 - 3
Oficinas de Bancos	3 - 4
Cantinas (de fábricas o militares)	4 - 6
Hospitales	5 - 6
Oficinas generales	5 - 6
Bar del hotel	5 - 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 - 8
Talleres de mecanizado	5 - 10
Tabernas (con cubas presentes)	10 - 12
Fábricas en general	5 - 10
Salas de juntas	5 - 8
Aparcamientos	6 - 8
Salas de baile clásico	6 - 8
Discotecas	10 - 12
Restaurante medio (un tercio de fumadores)	8 - 10
Gallineros	6 - 10
Clubs privados (con fumadores)	8 - 10
Café	10 - 12
Cocinas domésticas (mejor instalar campana)	10 - 15
Teatros	10 - 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18
Cines	10 - 15
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 - 20
Lavanderías	20 - 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	20 - 30
Tintorerías	20 - 30
Obradores de panaderías	25 - 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	30 - 60
Talleres de pintura (mejor instalar campana)	40 - 60

Tabla 45: Renovaciones horarias según el local.

A su vez se podrá simplificar la tabla según el volumen del local.

Volumen	Renovaciones/hora N
$V \leq 1000\text{m}^3$	20
$1000\text{m}^3 \leq V \leq 5000\text{m}^3$	15
$5000\text{m}^3 \leq V \leq 10000\text{m}^3$	10
$V \geq 10000\text{m}^3$	6

Tabla 46: Renovaciones horarias según el volumen del local.

Sabiendo que el volumen del local es mayor a $10000[m^3]$, se seleccionará 6 renovaciones horarias, donde dicho valor está dentro del rango recomendado para fábricas en general.

Con lo cual se calculará el caudal a extraer por medio de la siguiente expresión:

$$Q'_e = V * R$$

Donde:

- Q'_e : Caudal a extraer según el método de renovaciones horarias $\left[\frac{m^3}{h}\right]$.
- V: Volumen de la nave $[m^3]$.
- R: Renovaciones horarias $\left[\frac{\text{renovaciones}}{\text{horarias}}\right]$.

Remplazando con los valores correspondientes se obtendrá el caudal a extraer:

$$Q'_e = V * R = 36072 * 6 = 216432 \left[\frac{m^3}{h}\right].$$

2.3.3.4 Cálculo de ventilación sobre la base de una temperatura limite

Se realizará un procedimiento practico que permitirá determinar o tener una idea aproximada de la cantidad de aire necesario para ventilar el local, constará de establecer la diferencia entre la temperatura máxima que se produce en el local cada 1[h] y la exterior, (tomando un promedio de varios días), luego se dividirá el resultado por el aumento máximo de temperatura que se aceptará.

En la zona de producción se diferenciaron 2 sectores, la zona de extrusión y plegado, donde los valores obtenidos son los siguientes:

- Temperatura promedio zona de extrusión: $37[^\circ\text{C}]$.
- Temperatura promedio zona de plegado: $35[^\circ\text{C}]$.
- Temperatura exterior a la sombra: $33[^\circ\text{C}]$,
- Diferencia de temperatura admisible: $1[^\circ\text{C}]$.

Con lo cual la cantidad de aire a renovar en la zona de extrusión se calculará de la siguiente manera:

$$\frac{37 [^{\circ}\text{C}] - 33 [^{\circ}\text{C}]}{1 [^{\circ}\text{C}]} = 4 \left[\frac{\text{renovaciones}}{\text{horarias}} \right]$$

Seguidamente el caudal a extraer se obtendrá por medio de la siguiente expresión:

$$Q'_e = V * R = 36072 * 4 = 144288 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Donde:

- V= Volumen del local [m^3]
- R= Renovaciones horarias.

Para la zona de plegado se necesitarán 2 $\left[\frac{\text{renovaciones}}{\text{horarias}} \right]$ y el caudal de aire a extraer será de 72144 $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$.

2.3.3.5 Selección del extractor

Para la selección se utilizará el método más desfavorable, el mismo corresponde al inciso 2.3.3.3 “Ventilación mínima requerida según la actividad del local” correspondiente a un caudal de 216432 $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$.

Seguidamente se observará una sección del catálogo de la empresa Gatti para seleccionar un modelo de extractor.

Modelo/Model	Tipo motor Motor type	Ø Hélice Ø Impeller mm	Motor (50 Hz.) *		Nivel sonoro Sound level db A	Peso Weight Kg
			C.V.	R.P.M.		
KM 350/6 P	71	350	0.10	940	55	12.50
KT 350/6 P	71		0.25	880	55	13.40
KM 350/4 P	71		0.25	1400	65	9
KT 350/4 P	71		0.25	1400	65	12
KT 350/2 P	71		0.75	2770	76	11.70
KM 450/6 P	71	440	0.10	940	60	10.90
KT 450/6 P	71		0.25	920	60	11.70
KM 450/4 P	71		0.33	1420	70	11.30
KT 450/4 P	71		0.33	1365	70	10
KT 450/2 P	90S		2	2830	85	23.60
KM 550/6 P	80	530	0.50	925	66	16
KT 550/6 P	80		0.50	920	66	16
KM 550/4 P	80		0.75	1390	76	16
KT 550/4 P	80		0.75	1350	76	16
KT 550/2 P	112S		5.50	2690	95	50.50
KT 650/6 P	80	620	0.50	920	68	21.70
KT 650/4 P	90S		1.50	1400	83	25.70
KT 750/6 P	90S	730	1	900	75	27.80
KT 750/4 P	100L		4	1400	88	35
KT 850/6 P	90L	840	1.50	910	78	37
KT 850/6 P	112M		3	910	81	47.60
KT 850/4 P	132S		7.50	1460	92	79.63
KT 1000/8 P	112M	1000	2	700	78	77.13
KT 1000/6 P	132S		4	930	85	88.13
KT 1000/4 P	160M		15	1450	100	166.30
KT 1120/8 P	160M	1110	5.50	720	81	129
KT 1120/6 P	160M		10	950	89	147

Tabla 47: Catalogo de extractores Gatti.

Se escogió el modelo de extractor Axial KUT 1000/6 (por disponibilidad inmediata), en el plano 8 de la sección ANEXOS se visualizará una vista explotada del mismo.

La curva de funcionamiento se observará en la siguiente ilustración:

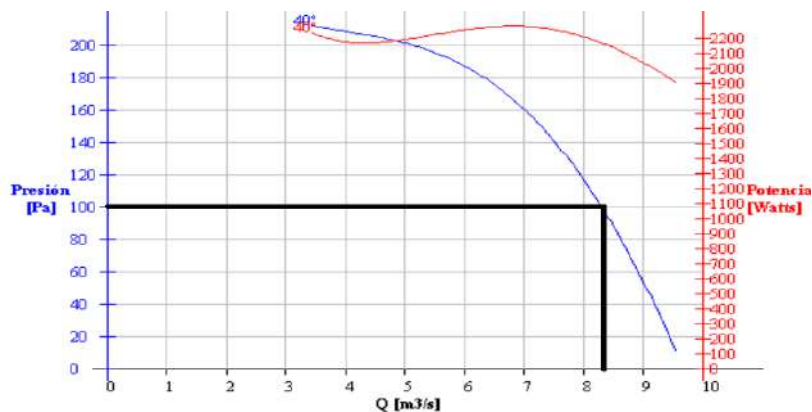


Ilustración 45: Curva de funcionamiento del extractor.

A presión atmosférica el caudal de extracción será $Q_{ext} = 8,3 \left[\frac{m^3}{s} \right] = 29880 \left[\frac{m^3}{h} \right]$.

La cantidad de extractores se calculará con la siguiente expresión:

$$N = \frac{Q'_e}{Q_{ext}}$$

Donde:

- N= Cantidad de extractores.
- Q'_e = Caudal a extraer $\left(\frac{m^3}{h}\right)$.
- Q_{ext} = Caudal que extrae 1 extractor $\left(\frac{m^3}{h}\right)$.

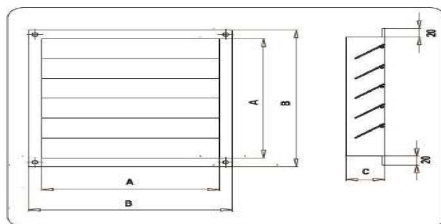
$$N = \frac{216432 \left(\frac{m^3}{h}\right)}{29880 \left(\frac{m^3}{h}\right)} = 7,24$$

Se necesitarán 8 extractores de las mismas características.

2.3.3.6 Selección de las persianas

Se deberá utilizar persianas para impedir el paso de insectos, polvo u otros elementos o partículas del aire y de la lluvia en el interior del recinto para el momento en que el extractor no se encuentre en funcionando. Las mismas trabajan por gravedad, abriéndose y cerrándose con el paso del aire durante el funcionamiento del extractor.

Seguidamente se observarán los modelos disponibles del catálogo Gatti para la selección.



MODELO / MODEL	A	B	C
450	465	510	73
550	565	610	73
650	665	710	95
750	765	810	100
850	865	910	110
1000	1015	1060	135

Tabla 48: Selección de persianas.

Teniendo en cuenta las dimensiones del extractor seleccionado, le corresponderá una persiana modelo 1000.

2.3.3.7 Ubicación de los extractores

Para asegurar una correcta ventilación en toda la nave se tendrá en cuenta que un extractor en funcionamiento crea una depresión en el local y el aire penetrará en mayor cantidad por el extractor más cercano, con lo cual la eficacia estará estrechamente relacionada con las entradas y salidas de aire, ya que, para obtener una ventilación satisfactoria, los puntos de aspiración y las aberturas naturales deberán estar dispuestas en modo de que el aire atraviese todos los puntos del local.

Por medio del manual práctico de ventilación de la empresa Salvador Escoda S.A se obtendrán las configuraciones recomendadas:

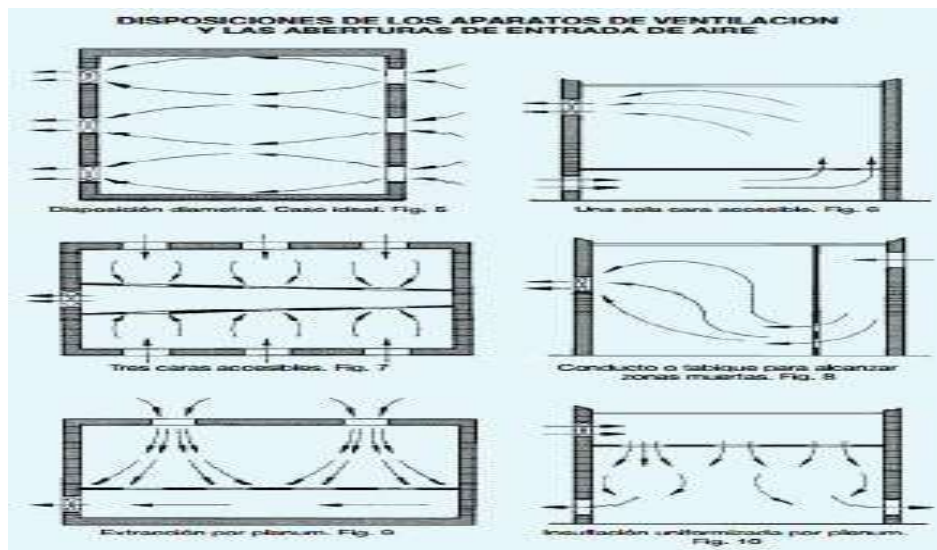


Ilustración 46: Disposición de los extractores.

La disposición se visualizará en el plano 9 en la sección ANEXO.

Otro aspecto para tener en cuenta es que el flujo de aire provocado por el extractor no deberá afectar a la burbuja creada por el procedimiento de film soplado de la extrusora, ya que podrá desestabilizar el sistema.

En la siguiente ilustración se observará el flujo de velocidad provocado por un extractor:

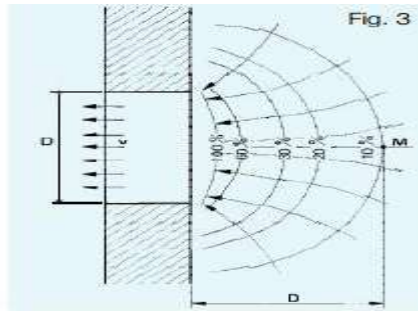


Ilustración 47: Flujo de velocidad provocada por un extractor.

Debido a que el diámetro del extractor es de 1[m] y la distancia del extractor a la extrusora es de 7,5[m], podemos verificar que el flujo de velocidad generado no interferirá con el mencionado sistema.

2.3.4 Resultados obtenidos

Para realizar el sistema de ventilación general se utilizarán los elementos mencionados en la memoria técnica y los precios para realizar dicha instalación serán los siguientes:

Elemento	Característica	Precio unitario AR\$	Cantidad	Precio total AR\$
Extractore y persiana	KUT 1000/6 P Con persiana móvil	385000	8	3080000
Mano de obra para la colocación (Tercerizado)	Realización de un marco estructural y colocación	100000	8	800000
Conductor de sección 10[mm] XLPE	Tripolar (R-S-T). Rollo por 100[m]	800000	2	1600000
Conductor de sección 1,5[mm] XLPE	Tripolar (R-S-T). Rollo por 100[m]	200000	2	400000
Conductor de sección 1,5[mm] PVC	Unipolar (PE). Rollo por 100[m]	40000	1	40000
Conductor de sección 25[mm] XLPE	Tripolar (R-S-T). Rollo por 10[m]	23000	1	23000
Guardamotor	Marca Schneider 3P Rango 6-10A	19600	8	156800
Interruptor automático modular	Marca Schneider Modelo LV429671	144550	1	144550
Interruptor automático	Marca Schneider Modelo Easy9 3P, 40A, Curva C, Capacidad de ruptura 4,5KA	9364	2	18728
Tablero eléctrico	36 módulos en 2 filas	14700	2	29400
Borneras de distribución 10[mm]	Unipolar para Riel Din, 6 unidades para fase, 2 para neutro y 2 para protección eléctrica	300	10	3000
Borneras de distribución para riel din para conductor de 2,5mm	Unipolar para Riel Din, 18 unidades para fase, 3 para neutro y 3 para protección eléctrica	220	24	5280
Bandeja perforada	150[mm] de ancho y 3m de longitud	4100	2	8200
Tornillos autoperforante	Para chapa Y Perfil 2p X 100u	3655	1	3655
Caño galvanizado vienen de 3m 3/4"	Diametro 3/4", longitud de c/u 3[m]	3120	10	31200
Prensa cable 1 1/4"		839	2	1678
Prensa cable 7/8"		433	8	3464
Total				\$ 6.348.955,00

Tabla 49: Costos de la instalación de ventilación general

Corresponde a un total de cinco millones cuatrocientos cincuenta y cinco mil novecientos cincuenta y cinco pesos argentinos. La cotización fue realizada el día 20/5/23.

2.4 Relevamiento eléctrico.

2.4.1 Memoria descriptiva

El presente proyecto contemplará el cálculo y verificación del sistema eléctrico de baja tensión, se obtendrá la potencia instalada y consumida, se verificarán los conductores, dispositivos de protección de los circuitos seccionales, terminales y alimentación de carga única. Seguidamente se verificará si la potencia del transformador posee la capacidad necesaria para abastecer el sistema actual incorporando un segundo sistema de recuperado de bobinas de 435[KVA] y una extrusora de 7 capas que presenta un consumo de 1400[KVA].

El mismo será desarrollado acorde a las pautas establecidas por la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364. Parte 7 – Reglas Particulares para la instalación en lugares y locales especiales. Sección 771: Viviendas, oficinas y locales unitarios.

Dentro de la nave industrial se ubica una subestación transformadora, en dicho sector se encontrará un sistema de celdas de media tensión, un transformador de 2,5 [MVA] con una relación de 13,2[KV] a 380[V] y un tablero principal (TP).

Desde el transformador al interruptor general ubicado en el TP, la corriente se distribuye por medio de barras de cobre 2xFASE+N.

Luego del interruptor general, para la distribución de energía en el TP, se utilizan barras de cobre que recorren el mismo en forma horizontal y se conectan a los interruptores de los circuitos ACU y seccionales por medio de conductores unipolares. Los interruptores que alimentan dichos circuitos son del tipo caja moldeada.

Los conductores de baja tensión que derivan del TP son de cobre electrolítico con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) según norma IRAM 2178, los mismos se distribuyen por canalizaciones en bandeja tipo escalera que rodean el perímetro de la nave.

Habr  un único sistema de puesta tierra que conecta todas las partes metálicas de la instalación, corresponde al tipo TN-S (puesta a tierra directa de un punto de la red con masas unidas directamente a la puesta a tierra de servicio además presenta conductores separados para el conductor de protección y el neutro), en el tablero principal presenta una barra de cobre para la unión de los circuitos de protección eléctrica (PE) y deriva un conductor unipolar de cobre desnudo que se distribuye por todo el perímetro de la nave en las bandejas portacable.

Para el sistema de iluminación trifásico específico (ITE), el cableado inicia en los tableros seccionales por medio de conductores tetrapolares (R+S+T+N) conducido por bandeja hasta llegar a la caja de distribución correspondiente, en dicha caja se conecta la puesta a tierra al conductor de cobre desnudo y luego se distribuye con cables unipolares (F+N+PE) por medio de caños serie liviana. En la boca de iluminación se instalará un tomacorriente tipo exterior. El cableado de los artefactos se realiza con cable tripolar (F+N+PE) con sección de 1,5[mm²] y tendrá en su extremo una ficha macho 2x10[A]+T.

Para los tomacorrientes de uso especiales (TUE) el cableado inicia desde el correspondiente tablero seccional y es transportado en bandeja portacable, luego se baja con caños serie liviana hasta una caja que consta con un tomacorriente monofásico 2x16+PE más uno trifásico 3x32+N+PE.

En los circuitos de alimentación de carga  nica (ACU) los conductores se distribuyen desde el tablero principal por las bandejas hasta llegar el equipo correspondiente.

En las oficinas se distribuye un circuito de tensión estabilizada (ATE) donde la alimentación a la fuente (UPS) se realiza por medio de una alimentación ACU. Dicho sistema se distribuye por bandeja porta cable con tomas 2x10A+PE de color rojo. Por otro lado, se encuentran circuitos de iluminación para uso general (IUG) y tomas para uso general (TUG) donde el número máximo de boca son 15 unidades, y el tomacorriente es de la clase 2x10A+PE color blanco.

2.4.2 Memoria técnica

Seguidamente se mencionarán los elementos que componen la instalación eléctrica existente, mientras que el unifilar del tablero principal se observará en el plano 18 de la sección ANEXO.

2.4.2.1 Características del transformador existente

Marca	Fohama
Potencia [KVA]	2500
Perdida en vacío [W]	5000
Corriente de vacío [%]	0,6
Perdidas en carga[W]	21000
Tensión de cortocircuito [%]	6
Corriente de inserción I_e/I_n	8




Tabla 50: características del transformador.

2.4.2.2 Potencia instalada/ consumida

Para los cálculos de potencia se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Tensión de suministro: 13,2[KV]/380[V].
- Grado de electrificación: Superior.
- Factor de simultaneidad: Coeficiente según la cantidad de máquinas que funcionan en conjunto en un mismo circuito.
- Regulador industrial: Coeficiente de regulación debido a la utilización de variadores que reducen la potencia de salida de una aplicación mediante el control de la velocidad del motor, garantizando que no funcione a una velocidad superior a la necesaria.
- Factor de potencia adoptado: 0,85.

Los valores de potencia se observarán en la siguiente tabla:

Tablero/Equipo	Equipo instalado	P / EF [KW]	S [kVA]	Ib [A]	S [KVA] (Instalada)	S [KVA] (utilizada)
Atlascoopco - GA 18	Atlascoopco - GA 18	18,5	21,76	33,1	21,8	0,0
Compresor S Energy 4507PV	S Energy 4507PV	44,7	52,34	79,5	52,3	44,5
Secador RFA500	Secador	2,0	2,50	11,4	2,5	2,5
Compresor root	Compresor root 1	15,0	17,65	26,8	35,3	17,6
	Compresor root 2	15,0	17,65	26,8		
Rompedora de bolsa	Rompedora de bolsa	25,0	29,41	44,7	29,4	5,9
Descarga de materia prima	Bomba centrífuga	5,0	5,88	8,9	15,3	3,1
	Resistencias del secador	3,4	4,00	6,1		
	Motor secador	2,4	2,78	4,2		
	Motoreductor sinfin	0,7	0,82	1,3		
	Bomba rotativa	1,5	1,76	2,7		
Tablero Extrusora 1 (Extrusores mono usillos)	Motor A	315,0	370,59	563,1	1305,9	391,8
	Motor E	315,0	370,59	563,1		
	Motor B	160,0	188,24	286,0		
	Motor C	160,0	188,24	286,0		
	Motor D	160,0	188,24	286,0		
Tablero Extrusora 2 (IBC)	Resistencia extrusora A+E	140,0	140,00	212,7	618,7	185,6
	Resistencia extrusora B+C+D	150,0	150,00	227,9		
	Cabezal	182,0	214,12	325,3		
	Winder Pannel (Bobinador)	38,7	45,48	69,1		
	IBC Ventilador 1	28,7	33,78	51,3		
	IBC Ventilador 2	30,0	35,29	53,6		
Puente grua		6,0	7,06	10,7	7,1	0,7
Chiller ABF 110 PW		35,0	41,18	62,6	41,2	20,6
Chiller ABF 40 PW		25,9	30,51	46,4	30,5	15,3
Chiller AXA 110		45,0	52,94	80,4	52,9	26,5
Dary Cooler ADC 380 S	Torre de enfriamiento	19,0	22,35	34,0	23,6	23,6
	Bomba	1,1	1,29	2,0		
Plegadoras	Plegadora 1	25,5	30,00	45,6	37,1	14,8
	Plegadora 2	3,0	3,53	5,4		
	Aparejo 1	1,5	1,76	2,7		
	Aparejo 2	1,5	1,76	2,7		
Final de línea	Transportador de rodillo X6	4,2	4,94	7,5	18,2	7,3
	Sunchadora x2	4,0	4,71	7,1		
	paletizadora	1,8	2,12	3,2		
	bomba de vacío (Manipulador)	5,5	6,47	9,8		
Horno termo contraíble		32,0	37,65	57,2	37,6	37,6
Tablero cortinas	Cortina de enrollar N°1 - Sur	1,5	1,76	2,7	9,9	1,0
	Cortina de enrollar N°2 - Sur	1,5	1,76	2,7		
	Cortina de enrollar N°3 - Norte	1,5	1,76	2,7		
	Cortina de enrollar N°4 - Este -(futura)	1,5	1,76	2,7		
	Puerta rápida N°1 - Interior	0,8	0,94	1,4		
	Puerta rápida N°2 - Interior	0,8	0,94	1,4		
Recuperadora	Puerta rápida N°3 - Interior	0,8	0,94	1,4	98,5	29,5
	Molino	45,0	52,94	80,4		
	Extrusora	16,0	18,82	28,6		
	Resistencias	18,0	18,00	27,3		
	Motor tiro del molino	1,5	1,76	2,7		
	Motor del sinfin transportador	1,5	1,76	2,7		
	Motor del mezclador	1,0	1,18	1,8		
	Motor del forzador	2,0	2,35	3,6		
Extractores	Motor de corte	0,7	0,82	1,3	35,7	35,7
	Motor vibradores	0,7	0,82	1,3		
	EX-T1	15,2	17,87	27,2		
	EX-T2	15,2	17,87	27,2		
Cargador de Batería		10,0	11,76	17,9	11,8	3,5
TS- Incendio	Comando	6,5	7,65	11,6	11,2	1,1
	Bomba jokey	3,0	3,53	5,4		
TS-IT-01		4,3	5,01	7,6	5,0	5,0
TS-IT-02		5,5	6,46	9,8	6,5	6,5
TS-IT-03		6,5	7,66	11,6	7,7	7,7
TS-IT-04		3,0	3,57	5,4	3,6	3,6
TS-IT-0F		18,5	21,76	33,1	21,8	21,8
TOTAL					2541	913

Tabla 51: Potencia de la nave industrial

Potencia disponible del transformador: 1587[KVA].

2.4.2.3 Conductores

Desde el transformador hasta el interruptor general de baja tensión la corriente se distribuye por medio de barras de cobre de sección $3(2 \times 120 \times 10) + 1(120 \times 10)$ (tres fases de dos conductores en paralelo de sección $120 \times 10 [mm^2]$ más un conductor de neutro de la misma sección), seguidamente desde el tablero principal sale en forma horizontal un juego de barras que recorre el mismo y desde las barras a los interruptores se conectan por medio de un cable unipolar de $50 [mm]$ de sección.

El conductor de tierra en el tablero principal es por medio de una barra de cobre de $30 \times 5 [mm^2]$ y deriva un conductor de cobre desnudo de $95 [mm^2]$ que se distribuye por medio de las bandejas porta cable por todo el perímetro de la planta aterrando las estructuras metálicas y a las maquinas.

Los conductores de los circuitos seccionales y ACU se distribuyen por medio de bandejas portacables, las mismas están construidas en acero galvanizado de $1,5 [mm]$ de espesor, ala de $92 [mm]$ y $600 [mm]$ de ancho, la distancia entre sujeción no será mayor de $1,5 [m]$, para dichos circuitos se instaron conductores según norma IRAM 2178 para instalaciones fijas de SINTENAX VALIO de cobre electrolítico, están diseñados para distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas, son especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios, para los circuitos mencionados anteriormente se distribuirán por medio de bandeja porta cable.

Para los circuitos en las oficinas y los ITG se utilizan cables unipolares norma IRAM NM247, transportados por caños serie liviana.

Temperatura ambiente adoptada para los cálculos: $40 [^{\circ}C]$.

Factor de agrupamiento: $0,78$, correspondiente a conductor instalado sobre bandeja tipo escalera con más de 9 circuitos terminales.

Las secciones correspondientes a cada tramo se visualizarán a continuación:

Equipos	Tramo por bandeja	Circuito	Cable instalado (aguas arriba) [mm ²]	Cable instalado (aguas abajo) [mm ²]	Verificación
Interruptor general	SET	TR-01 / TG	Barra 3(2x120x10)+1(120x10)	Barra 3(2x120x10)+1(120x10)	SI
Compresor Atlas copco - GA 18+	A-F-O	T18B	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x10)	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	A-F-O	T18A	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x35)	SI
Secador Sullair - RFA 500	A-F-O	T17	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(2x4)	SI
Compresor root	A-F-O	T6A	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x6)	SI
Compresor root	A-F-O	T6B	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x6)	SI
Rompedora de bolsa	A-C-N	T12A	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x25/16)	SI
Descarga de materia prima	A	T12B	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x6)	SI
Tablero Extrusora 1 (Extrusores mono usillos)	B-H	T01	Barra 3(1x120x10)	3X6 (1x240)	SI
Tablero Extrusora 2 (IBC)	B-H-I	T02	Barra 3(1x120x10)+1(120x10)	3X4 (1x240) + 2(240)	SI
Puente grua	B-K-M	T03	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x4)	SI
Chiller ABF 110 PW (Se modificaron los motores)	A-F-L-K	T08	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x35/16)	SI
Chiller ABF 40 PW	A-F-L-K	T09	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x25/16)	SI
Chiller AXA 110	A-F-E-Q	T10	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x35/16)	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	A-F-O-R	T11	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x10)	SI
Plegadoras	A-F-L-K-G	T04	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x25/16)	SI
Final de línea	A-F-E-D	T05	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x10)	SI
Horno	A-C-D	T14	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x35/16)	SI
Tablero cortina	TG	T16	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x4)	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	A-C-D-P	T16A	Conductor unipolar 4[mm ²]	1(3x4)	SI
Cortina de enrollar N°2 - Sur	A-C-D-P	T16B	Conductor unipolar 4[mm ²]	1(3x4)	SI
Cortina de enrollar N°3 - Norte	A-F-E	T16C	Conductor unipolar 4[mm ²]	1(3x4)	SI
Cortina de enrollar N°4 -Este (Futuro)	A-C-D-E	T16D	Conductor unipolar 4[mm ²]	1(3x4)	SI
Puerta rápida N°1 - Interior	A-C-D	T16E	Conductor unipolar 4[mm ²]	1(3x4)	SI
Puerta rápida N°2 - Interior	A-C-D	T16F	Conductor unipolar 4[mm ²]	1(3x4)	SI
Puerta rápida N°3 - Interior	A-C-E	T16G	Conductor unipolar 4[mm ²]	1(3x4)	SI
Recuperadora	A-C	T15	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	3(1x50/25)	SI
Extractores	A-F-E	T18	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	2(3x10)	SI
Cargador de Batería	A-C-D-P	T13	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x10)	SI
TS-IT-01	A-C-D-P	TG / TS-IT-01	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x35/16)	SI
TS-IT-02	A-C	TG / TS-IT-02	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x35/16)	SI
TS-IT-03	A-F	TG / TS-IT-03	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x25/16)	SI
TS-IT-04	A-F-O	TG / TS-IT-04	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x10)	SI
TS-IT-OF	A-C	TG / TS-IT-OF	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(3x25/16)	SI
TS- Incendio	A-F-O-M	T07	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm ²]	1(4x6)	SI

Tabla 52: Secciones de conductores.

2.4.2.4 Interruptores automáticos

Los parámetros de los interruptores para cada circuito ACU y seccional se observará en la siguiente tabla:

Equipos en el Tablero Principal	In[A]	Poder de corte [kA]	Clase	Polos	Verificación $I_b \leq I_n \leq I_z$	Verificación Poder de corte	Verificación Corriente mínima de cortocircuito
Interruptor general	3200	75	Corte al aire	4	SI	SI	SI
Compresor Atlas copco - GA 18+	40	50	Caja moldeada	3	SI	SI	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	100	50	Caja moldeada	3	SI	SI	SI
Secador Sullair - RFA 500	20	50	Caja moldeada	2	SI	SI	SI
Compresor root	40	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Compresor root	40	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Rompedora de bolsa	63	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Descarga de materia prima	40	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Tablero Extrusora 1 (Extrusores mono usillos)	2500	65	Corte al aire	3	SI	SI	SI
Tablero Extrusora 2 (IBC)	1600	50	Corte al aire	4	SI	SI	SI
Puente grua	25	50	Caja moldeada	3	SI	SI	SI
Chiller ABF 110 PW	100	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Chiller ABF 40 PW	63	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Chiller AXA 110	100	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	40	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Plegadoras	63	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Final de línea	40	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Horno	100	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Tablero cortina	25	50	Caja moldeada	3	SI	SI	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	10	6	Modular	3	SI	NO	SI
Cortina de enrollar N°2 - Sur	10	6	Modular	3	SI	NO	SI
Cortina de enrollar N°3 - Norte	10	6	Modular	3	SI	NO	SI
Cortina de enrollar N°4 -Este (Futuro)	10	6	Modular	3	SI	NO	SI
Puerta rápida N°1 - Interior	10	6	Modular	3	SI	NO	SI
Puerta rápida N°2 - Interior	10	6	Modular	3	SI	NO	SI
Puerta rápida N°3 - Interior	10	6	Modular	3	SI	NO	SI
Recuperadora	200	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
Extractores	100	50	Caja moldeada	3	SI	SI	SI
Cargador de Batería	40	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
TS-IT-01	63	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
TS-IT-02	63	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
TS-IT-03	63	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
TS-IT-04	40	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
TS-IT-OF	63	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI
TS- Incendio	25	50	Caja moldeada	4	SI	SI	SI

Tabla 53: Interruptores automáticos.

La característica de disparo presente en los IA modulares es de curva C debido que se utilizan para la protección de circuitos destinados a iluminación o motores con fuertes transistores de conexión, donde el disparo electromagnético se da en una corriente de $10 \cdot I_n$.

En el caso de los interruptores industriales son de categoría B. específicamente adecuados para ser selectivos ante cortocircuitos, con otros dispositivos en serie aguas abajo.

2.4.2.5 Corrientes de cortocircuito

Seguidamente se mencionará la corriente máxima de cortocircuito:

- En los bornes de entrada del IA del TP: 61,7[KA].
- En los bornes de entrada de los IA para los tableros extrusora 1: 51[KA].
- En los bornes de entrada de los IA para los tableros extrusora 2: 40[KA].
- En los bornes de entrada de los IA de los circuitos ACU y TSG restantes en el TP: 38,7[KA] (valor máximo).

2.4.3 Memoria de cálculo.

Se realizará un relevamiento del consumo eléctrico y la verificación o selección de los conductores y dispositivos de protección según corresponda. Para esto se realizarán una serie de pasos que se mencionarán a continuación:

1. Determinación de la corriente de proyecto I_b .
2. Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_z .
3. Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n .
4. Verificación de la protección por sobre carga.
5. Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I_K'' .
6. Verificación por máxima exigencia térmica.
7. Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{K(\min)}''$.
8. Verificación de la caída de tensión en el circuito.

2.4.3.1 Determinación de la corriente de proyecto I_b

Inicialmente se calculará la potencia demanda por cada circuito, la misma se obtendrá por medio de la siguiente expresión:

$$S = \frac{P}{\cos(\varphi) * Ef}$$

Donde:

- S= Potencia demandada [VA].
- P= Potencia activa [W].
- $\cos(\varphi)$ = Factor de potencia, sino se obtienen valores precisos se puede utilizar $\cos(\varphi) = 0,85$.
- Ef = Rendimiento, define la eficiencia con que es hecha la conversión de la energía eléctrica absorbida de la red por el motor, en energía mecánica disponible en el eje.

Seguidamente con dicha potencia y la tensión de alimentación se hallará la corriente de proyecto.

Para circuitos trifásicos se obtendrá por medio de la siguiente expresión:

$$I_b = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

En el caso de circuitos monofásicos se calculará de la siguiente forma:

$$I_b = \frac{S}{U}$$

Donde:

- I_b : Corriente del proyecto [A].
- S: Potencia demandada [VA].
- U: tensión de alimentación, para circuitos trifásicos 380[V] y para monofásicos 220[V].

Se sumarán las potencias correspondientes a cada tablero y se le afectará dicho valor por un factor de simultaneidad dependiendo a la cantidad de máquinas que trabajan en forma conjunta en un mismo circuito y un factor de carga debido a la utilización de variadores de frecuencia para el control de velocidad y temperatura.

Los valores obtenidos se mostrarán en la tabla 54:

Tablero/Equipo	Equipo instalado	P / EF [KW]	fp	S [kVA]	Un [V]	lb [A]	S [KVA] (Instalada)	lb [A] (Instalada)	Factor de simultaneidad	Factor de carga	S [KVA] (utilizada)	lb [A] (utilizada)
Atlascoopco - GA 18	Atlascoopco - GA 18	18,5	0,85	21,76	380	33,1	21,8	33,1	0,0	1,0	0,0	0,0
Compresor S Energy 4507PV	S Energy 4507PV	44,7	0,85	52,34	380	79,5	52,3	79,5	1,0	0,85	44,5	67,6
Secador RFA500	Secador	2,0	0,80	2,50	220	11,4	2,5	11,4	1,0	1,0	2,5	11,4
Compresor root	Compresor root 1	15,0	0,85	17,65	380	26,8	35,3	53,6	0,5	1,0	17,6	26,8
	Compresor root 2	15,0	0,85	17,65	380	26,8						
Rompedora de bolsa	Rompedora de bolsa	25,0	0,85	29,41	380	44,7	29,4	44,7	0,2	1,0	5,9	8,9
Descarga de materia prima	Bomba centrífuga	5,0	0,85	5,88	380	8,9	15,3	23,2	0,2	1,0	3,1	4,6
	Resistencias del secador	3,4	0,85	4,00	380	6,1						
	Motor secador	2,4	0,85	2,78	380	4,2						
	Motoreductor sinfin	0,7	0,85	0,82	380	1,3						
	Bomba rotativa	1,5	0,85	1,76	380	2,7						
Tablero Extrusora 1 (Extrusores mono usillos)	Motor A	315,0	0,85	370,59	380	563,1	1305,9	1984,1	1,0	0,3	391,8	595,2
	Motor E	315,0	0,85	370,59	380	563,1						
	Motor B	160,0	0,85	188,24	380	286,0						
	Motor C	160,0	0,85	188,24	380	286,0						
	Motor D	160,0	0,85	188,24	380	286,0						
Tablero Extrusora 2 (IBC)	Resistencia extrusora A+E	140,0	1,00	140,00	380	212,7	618,7	940,0	1,0	0,3	185,6	282,0
	Resistencia extrusora B+C+D	150,0	1,00	150,00	380	227,9						
	Cabezal	182,0	0,85	214,12	380	325,3						
	Winder Pannel (Bobinador)	38,7	0,85	45,48	380	69,1						
	IBC Ventilador 1	28,7	0,85	33,78	380	51,3						
	IBC Ventilador 2	30,0	0,85	35,29	380	53,6						
Puente grua		6,0	0,85	7,06	380	10,7	7,1	10,7	0,1	1,0	0,7	1,1
Chiller ABF 110 PW		35,0	0,85	41,18	380	62,6	41,2	62,6	1,0	0,5	20,6	31,3
Chiller ABF 40 PW		25,9	0,85	30,51	380	46,4	30,5	46,4	1,0	0,5	15,3	23,2
Chiller AXA 110		45,0	0,85	52,94	380	80,4	52,9	80,4	1,0	0,5	26,5	40,2
Dary Cooler ADC 380 S	Torre de enfriamiento	19,0	0,85	22,35	380	34,0	23,6	35,9	1,0	1,0	23,6	35,9
	Bomba	1,1	0,85	1,29	380	2,0						
Plegadoras	Plegadora 1	25,5	0,85	30,00	380	45,6	37,1	56,3	0,4	1,0	14,8	22,5
	Plegadora 2	3,0	0,85	3,53	380	5,4						
	Aparejo 1	1,5	0,85	1,76	380	2,7						
	Aparejo 2	1,5	0,85	1,76	380	2,7						
Final de línea	Transportador de rodillo X6	4,2	0,85	4,94	380	7,5	18,2	27,7	0,4	1,0	7,3	11,1
	Sunchadora x2	4,0	0,85	4,71	380	7,1						
	paletizadora	1,8	0,85	2,12	380	3,2						
	bomba de vacío (Manipulador)	5,5	0,85	6,47	380	9,8						
Horno termo contraible		32,0	0,85	37,65	380	57,2	37,6	57,2	1,0	1,0	37,6	57,2
Tablero cortinas	Cortina de enrollar N°1 - Sur	1,5	0,85	1,76	380	2,7	9,9	15,0	0,1	1,0	1,0	1,5
	Cortina de enrollar N°2 - Sur	1,5	0,85	1,76	380	2,7						
	Cortina de enrollar N°3 - Norte	1,5	0,85	1,76	380	2,7						
	Cortina de enrollar N°4 - Este - (futura)	1,5	0,85	1,76	380	2,7						
	Puerta rápida N°1 - Interior	0,8	0,85	0,94	380	1,4						
	Puerta rápida N°2 - Interior	0,8	0,85	0,94	380	1,4						
	Puerta rápida N°3 - Interior	0,8	0,85	0,94	380	1,4						
Recuperadora	Molino	45,0	0,85	52,94	380	80,4	98,5	149,6	1,0	0,3	29,5	44,9
	Extrusora	16,0	0,85	18,82	380	28,6						
	Resistencias	18,0	1,00	18,00	380	27,3						
	Motor tiro del molino	1,5	0,85	1,76	380	2,7						
	Motor del sinfin transportador	1,5	0,85	1,76	380	2,7						
	Motor del mezclador	1,0	0,85	1,18	380	1,8						
	Motor del forzador	2,0	0,85	2,35	380	3,6						
	Motor de corte	0,7	0,85	0,82	380	1,3						
	Motor vibradores	0,7	0,85	0,82	380	1,3						
Extractores	EX-T1	15,2	0,85	17,87	380	27,2	35,7	54,3	1,0	1,0	35,7	54,3
	EX-T2	15,2	0,85	17,87	380	27,2						
Cargador de Batería		10,0	0,85	11,76	380	17,9	11,8	17,9	0,3	1,0	3,5	5,4
TS- Incendio	Comando	6,5	0,85	7,65	380	11,6	11,2	17,0	0,1	1,0	1,1	1,7
	Bomba jokey	3,0	0,85	3,53	380	5,4						
TS-IT-01		4,3	0,85	5,01	380	7,6	5,0	7,6	1,0	1,0	5,0	7,6
TS-IT-02		5,5	0,85	6,46	380	9,8	6,5	9,8	1,0	1,0	6,5	9,8
TS-IT-03		6,5	0,85	7,66	380	11,6	7,7	11,6	1,0	1,0	7,7	11,6
TS-IT-04		3,0	0,85	3,57	380	5,4	3,6	5,4	1,0	1,0	3,6	5,4
TS-IT-OF		18,5	0,85	21,76	380	33,1	21,8	33,1	1,0	1,0	21,8	33,1
TOTAL							2541	3868			913	1394

Tabla 54: Cálculos de potencia y corriente.

2.4.3.1 Verificación del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_z .

La verificación de los conductores se realizará según la máxima corriente admisible, para ello se utilizará la siguiente expresión:

$$I_z = I_{adm} * F_a * F_t$$

Donde:

- I_z : Corriente máxima admisible [A].
- I_{adm} : Corriente admisible del conductor [A].
- F_a : Factor de corrección por agrupamiento.
- F_t : Factor de corrección por temperatura.

El factor de corrección por temperatura de obtendrá por medio de la tabla 55 teniendo en cuenta la temperatura ambiente y el tipo de aislación del conductor.

Temperatura ambiente [°C]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57				
XLPE / EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,1	1,05	1	0,96	0,9	0,84	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45

Tabla 55: Factor de corrección por temperatura.

Se considerará la máxima temperatura ambiente de 40[°C] lo que le corresponde un factor de corrección $F_t=1$.

Luego para el factor de corrección por agrupamiento se contemplará los números de circuitos presentes en cada canalización según el tipo de disposición, se seleccionará el valor correspondiente teniendo en cuenta la tabla 56.

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 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					

Tabla 56: Factor de corrección por agrupamiento.

La disposición instalada es en una sola capa sobre bandeja tipo escalera con más de 9 circuitos terminales, lo que le corresponde un factor de corrección $F_a=0,78$.

La relación entre la corriente de proyecto y la corriente máxima admisible del conductor es la siguiente:

$$I_B < I_Z = I_{adm} * F_a * F_t$$

Despejando I_{adm} en la ecuación anterior se obtendrá la correlación para la selección del conductor:

$$I_{adm} > \frac{I_B}{F_a * F_t}$$

La corriente admisible del conductor se obtendrá por medio de las tablas 57 y 58 del catálogo de cables PRYSMIAN según norma IRAM 2178.

Sección nominal mm ²	Método B1 y B2 Caño Embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido		Método E Bandeja perforada	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
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	-	103	146	125	157	133
70	-	130	185	160	202	170
95	-	156	224	194	245	207
120	-	179	260	225	285	240
150	-	-	299	260	330	278
185	-	-	341	297	378	317
240	-	-	401	350	447	374
300	-	-	461	403	516	432

(1) Un cable bipolar.
 (2) Un cable tripolar o tetrapolar
 (3) Un cable bipolar o dos cables unipolares
 (4) Un cable tripolar o tetrapolar o tres cables unipolares
 (5) Un cable bipolar
 (6) Un cable tripolar o tetrapolar

Tabla 57: Corriente admisible para cables multipolares.

Sección nominal mm ²	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un	
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
4 (12)	36	29	30	39	34
6 (12)	46	37	39	51	44
10 (12)	64	52	55	70	62
16 (12)	86	71	74	96	84
25	114	96	99	127	113
35	141	119	124	157	141
50	171	145	151	191	171
70	218	199	196	244	221
95	264	230	239	297	271
120	306	268	279	345	315
150	353	310	324	397	365
185	403	356	371	453	418
240	475	422	441	535	495
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692

(7) Dos cables unipolares en contacto
 (8) Tres cables unipolares en tresbolillo
 (9) Tres cables unipolares en contacto
 (10) Tres cables unipolares en horizontal
 (11) Tres cables unipolares en vertical
 (12) No contemplados en el RIET de la AEA por cuanto el pandeo de la bandeja puede dañar el cable.

Tabla 58: Corriente admisible para cables unipolares.

Luego se visualizará las características técnicas de dichos conductores.

Características técnicas- Cables con conductores de cobre

Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. Kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
Unipolares (almas de color marrón)							
4	2,5	1,0	1,4	7,6	91	5,92	0,189
6	3,0	1,0	1,4	8,1	114	3,95	0,180
10	3,9	1,0	1,4	9,1	160	2,29	0,170
16	4,9	1,0	1,4	10,0	227	1,45	0,162
25	7,1	1,2	1,4	12,7	346	0,933	0,154
35	8,3	1,2	1,4	13,8	447	0,663	0,150
50	9,9	1,4	1,4	15,9	612	0,462	0,147
70	12,0	1,4	1,4	17,6	811	0,326	0,143
95	13,5	1,6	1,5	20,0	1037	0,248	0,142
120	16,5	1,6	1,5	22,9	1334	0,194	0,139
150	17,5	1,8	1,6	24,0	1634	0,156	0,139
185	20,0	2,0	1,7	27,1	1985	0,129	0,139
240	24,0	2,2	1,8	32,0	2611	0,0987	0,137
300	20,7	2,4	1,9	29,8	3186	0,0754	0,140
400	23,0	2,6	2,0	32,7	4008	0,0606	0,140
500	26,4	2,8	2,1	37,0	5213	0,0493	0,138
630	30,0	2,8	2,2	40,6	6581	0,0407	0,138
Bipolares (almas de color marrón y negro)							
1,5	1,5	0,8	1,8	9,9	132	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	10,8	165	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	12,7	234	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	13,7	293	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	15,6	410	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	18,5	632	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	24,0	1030	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	26,5	1310	0,663	0,0760

54

Tabla 59: Características técnicas de conductores unipolares y bipolares.

Características técnicas- Cables con conductores de cobre

Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	152	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	11	195	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	13	280	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	356	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	509	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	20	786	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	26	1270	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	28,5	1630	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,8	30	2075	0,464	0,0777
70	10,9	1,4	2,0	30	2365	0,321	0,0736
95	12,7	1,6	2,1	33	3208	0,232	0,0733
120	14,2	1,6	2,2	36	3910	0,184	0,0729
150	15,9	1,8	2,4	40	4806	0,150	0,0720
185	17,7	2,0	2,5	44	5956	0,121	0,0720
240	20,1	2,2	2,7	49	7729	0,0911	0,0716
300	22,5	2,4	2,9	54	9636	0,0730	0,0714
Tetrapolares (almas de color marrón, negro, rojo y azul claro)							
1,5	1,5	0,8	1,8	11	180	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	12	233	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	15	337	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	433	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	627	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	22	992	1,45	0,0813
25/16	-	1,2/1,0	1,8	27	1430	0,933	0,0780
35/16	-	1,2/1,0	1,8	29	1780	0,663	0,0760
50/25	-	1,4/1,2	1,9	31	2355	0,464	0,0777
70/35	-	1,4/1,2	2,0	31	2742	0,321	0,0736
95/50	-	1,6/1,4	2,2	35	3736	0,232	0,0733
120/70	-	1,6/1,4	2,3	39	4643	0,184	0,0729
150/70	-	1,8/1,4	2,4	42	5546	0,150	0,0720
185/95	-	2,0/1,6	2,6	47	6969	0,121	0,0720
240/120	-	2,2/1,6	2,8	53	8973	0,0911	0,0716
300/150	-	2,4/1,8	3,0	59	11154	0,0730	0,0714

Tabla 60: características técnicas para conductores tripolares y tetrapolares.

Los conductores de protección eléctrica se verificarán por medio de la tabla 61.

Sección nominal de los conductores de línea (fase) de la instalación "S" [mm ²]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección "S _{PE} " [mm ²] y del conductor de puesta a tierra "S _{PAT} " [mm ²]
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S / 2

Tabla 61: Selección del conductor de protección a tierra.

Seguidamente la máxima cantidad de conductores por canalización de acero se comprobarán por medio de la tabla 62.

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					

Tabla 62: Máxima cantidad de conductores por canalización.

La corriente máxima admisible para barras de cobre se obtendrá por medio de la siguiente tabla:

Dimensiones Ancho x espesor [mm x mm]	Sección [mm ²]	Peso [kg / m]	Corriente permanente para T° ambiente de 35 °C y T° en servicio en barras de 65 °C.							
			Corriente alterna hasta 60 Hz				Corriente continua y alterna hasta 16 2/3 Hz			
			Pintada		Desnuda		Pintada		Desnuda	
			Cantidad de barras		Cantidad de barras		Cantidad de barras		Cantidad de barras	
			1 	2 	1 	2 	1 	2 	1 	2
12 x 2	23,5	0,209	123	202	108	182	123	202	108	182
15 x 2	29,5	0,262	148	340	128	212	148	240	128	212
15 x 3	44,5	0,396	187	316	162	282	187	316	162	282
20 x 2	39,5	0,351	189	302	162	264	189	302	162	266
20 x 3	59,5	0,529	237	394	204	348	237	394	204	348
20 x 5	99,1	0,862	319	560	274	500	320	562	274	502
20 x 10	199	1,77	497	924	427	825	499	932	428	832
25 x 3	74,5	0,663	287	470	245	412	287	470	245	414
25 x 5	124	1,11	384	662	327	586	384	664	327	590
30 x 3	89,5	0,786	337	544	285	476	337	546	286	478
30 x 5	149	1,33	447	760	379	472	448	766	380	676
30 x 10	299	2,66	676	1200	573	1060	683	1230	579	1080
40 x 3	119	1,06	435	692	366	600	436	696	367	604
40 x 5	199	1,77	573	952	482	836	576	966	484	848
40 x 10	399	3,55	850	1470	715	1290	865	1530	728	1350
50 x 5	249	2,22	697	1140	583	994	703	1170	588	1020
50 x 10	499	4,44	1020	1720	852	1510	1050	1830	875	1610
60 x 5	299	2,66	828	1330	683	1150	836	1370	696	1190
60 x 10	599	5,33	1180	1960	985	1720	1230	1130	1020	1870
80 x 5	399	3,55	1070	1680	885	1450	1090	1170	902	1530
80 x 10	799	7,11	1500	2410	1240	2110	1590	2730	1310	2380
100 x 5	499	4,44	1300	2010	1080	1730	1340	2160	1110	1810
100 x 10	999	8,89	1810	2850	1490	2480	1940	3310	1600	2890
120 x 10	1200	10,7	2110	3280	1740	2860	2300	3900	1890	3390
160 x 10	1600	14,2	2700	4130	2220	3590	3010	5060	2470	4400
200 x 10	2000	17,8	3290	4950	2690	4340	3720	6220	3040	5390

Tabla 63: Corriente admisible para barras de cobre.

La distribución de los conductores visualizará en los siguientes planos de la sección ANEXO:

- Plano 10: Conductores derivados del tablero principal y ubicación de los tableros seccionales.
- Plano 11: Tablero seccional oficina.
- Plano 12: Tablero seccional 1.
- Plano 13: Tablero seccional 2.
- Plano 14: Tablero seccional 3.
- Plano 15: Tablero seccional 3 exterior.
- Plano 16: Tablero seccional torre.
- Plano 17: Tablero seccional 4.

Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Equipos	Tramo por bandeja	Circuito	P/EF [kW]	lb [A]	Nº Circ. Paralelos Aguas abajo	Factor de temperatura (Ft)	Factor de agrupamiento (Fa)	lb/(Fa*Ft)	Cable instalado (aguas arriba) [mm²]	Cable instalado (aguas abajo) [mm²]	Cable de protección eléctrica [mm²]	Iadm (aguas abajo) [A]	Verificación
Interruptor general	SET	TR-01 / TG	912,7	1394,33	2	1	1	1394,33	Barra 3(2x120x10)+1(120x10)	Barra 3(2x120x10)+1(120x10)	120	3280	SI
Compresor Atlas copco - GA 18+	A-F-O	T18B	18,5	33,07	1	1	0,78	42,39	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x10)	10	52	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	A-F-O	T18A	44,7	79,53	1	1	0,78	101,96	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x35)	16	110	SI
Secador Sullair - RFA 500	A-F-O	T17	2,0	11,36	1	1	0,78	14,57	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(2x4)	4	30	SI
Compresor root	A-F-O	T6A	15,0	26,81	1	1	0,78	34,37	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x6)	6	37	SI
Compresor root	A-F-O	T6B	15,0	26,81	1	1	0,78	34,37	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x6)	6	37	SI
Rompedora de bolsa	A-C-N	T12A	25,0	44,69	1	1	0,78	57,29	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x25/16)	16	88	SI
Descarga de materia prima	A	T12B	13,0	23,18	1	1	0,78	29,71	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x6)	6	37	SI
Tablero Extrusora 1 (Extrusores mono usillos)	B-H	T01	1110,0	1984,08	6	1	0,78	2543,70	Barra 3(1x120x10)	3x6 (1x240)	120	6X441=2646	SI
Tablero Extrusora 2 (IBC)	B-H-I	T02	569,4	939,98	4	1	0,78	1205,10	Barra 3(1x120x10)+1(120x10)	3x4 (1x240) + 2(240)	120	4X441=1764	SI
Puente grua	B-K-M	T03	6,0	10,72	1	1	0,78	13,75	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x4)	4	30	SI
Chiller ABF 110 PW (Se modificaron los motores)	A-F-L-K	T08	35,0	62,56	1	1	0,78	80,21	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x35/16)	16	110	SI
Chiller ABF 40 PW	A-F-L-K	T09	25,9	46,36	1	1	0,78	59,44	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x25/16)	16	88	SI
Chiller AXA 110	A-F-E-Q	T10	45,0	80,44	1	1	0,78	103,12	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x35/16)	16	110	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	A-F-O-R	T11	20,1	35,93	1	1	0,78	46,06	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x10)	10	52	SI
Plegadoras	A-F-L-K-G	T04	31,5	56,31	1	1	0,78	72,19	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x25/16)	16	88	SI
Final de línea	A-F-E-D	T05	15,5	27,71	1	1	0,78	35,52	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x10)	10	52	SI
Horno	A-C-D	T14	32,0	57,20	1	1	0,78	73,33	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x35/16)	16	110	SI
Tablero cortina	TG	T16	8,4	15,01	1	1	0,78	19,25	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x4)	4	30	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	A-C-D-P	T16A	1,5	2,68	1	1	0,78	3,44	Conductor unipolar 4[mm²]	1(3x4)	4	30	SI
Cortina de enrollar N°2 - Sur	A-C-D-P	T16B	1,5	2,68	1	1	0,78	3,44	Conductor unipolar 4[mm²]	1(3x4)	4	30	SI
Cortina de enrollar N°3 - Norte	A-F-E	T16C	1,5	2,68	1	1	0,78	3,44	Conductor unipolar 4[mm²]	1(3x4)	4	30	SI
Cortina de enrollar N°4 -Este (Futuro)	A-C-D-E	T16D	1,5	2,68	1	1	0,78	3,44	Conductor unipolar 4[mm²]	1(3x4)	4	30	SI
Puerta rápida N°1 - Interior	A-C-D	T16E	0,8	1,43	1	1	0,78	1,83	Conductor unipolar 4[mm²]	1(3x4)	4	30	SI
Puerta rápida N°2 - Interior	A-C-D	T16F	0,8	1,43	1	1	0,78	1,83	Conductor unipolar 4[mm²]	1(3x4)	4	30	SI
Puerta rápida N°3 - Interior	A-C-E	T16G	0,8	1,43	1	1	0,78	1,83	Conductor unipolar 4[mm²]	1(3x4)	4	30	SI
Recuperadora	A-C	T15	86,4	149,61	1	1	0,78	191,81	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	3(1x50/25)	25	196	SI
Extractores	A-F-E	T18	43,0	54,30	2	1	0,78	69,62	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	2(3x10)	10	2X52=104	SI
Cargador de Batería	A-C-D-P	T13	10,0	17,87	1	1	0,78	22,92	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x10)	10	52	SI
TS-IT-01	A-C-D-P	TG / TS-IT-01	4,3	7,60	1	1	0,78	9,75	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x35/16)	16	110	SI
TS-IT-02	A-C	TG / TS-IT-02	5,5	9,81	1	1	0,78	12,57	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x35/16)	16	110	SI
TS-IT-03	A-F	TG / TS-IT-03	6,5	11,64	1	1	0,78	14,92	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x25/16)	16	88	SI
TS-IT-04	A-F-O	TG / TS-IT-04	3,0	5,42	1	1	0,78	6,95	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x10)	10	52	SI
TS-IT-OF	A-C	TG / TS-IT-OF	18,5	33,07	1	1	0,78	42,39	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(3x25/16)	16	88	SI
TS- Incendio	A-F-O-M	T07	9,5	16,98	1	1	0,78	21,77	Barra 3(2x120x10)+1(120x10) + conductor unipolar 50[mm²]	1(4x6)	6	37	SI

Tabla 64: Verificación de los conductores.

2.4.3.2 Verificación de la corriente asignada del dispositivo de protección In

Para la verificación de los interruptores automáticos se deberá corroborar la siguiente ecuación:

$$I_b < I_n < I_z$$

Donde:

- I_b : corriente de proyecto [A].
- I_z : Corriente máxima admisible del conductor [A].
- I_n : Corriente nominal del dispositivo de protección [A].

Para el caso de disparo por sobre intensidad, el interruptor magneto térmico trabaja según el efecto joule donde el interruptor identificará el paso de corriente mediante la alteración de la forma de un elemento bimetálico al cambio de temperatura. En los interruptores industriales de caja moldeada este valor puede ser regulado con el parámetro Ir (intensidad de regulación por sobrecarga). El rango de regulación para el modelo XT2S de la marca ABB varía entre $0,7 \cdot I_n$ a I_n .

Para la protección contra contactos directos e indirectos en los tableros seccionales se utilizan los interruptores diferenciales, la verificación de los mismos se realizará corroborando que la corriente asignada en el mencionado interruptor sea superior a la corriente del sistema que involucra.

Los datos obtenidos se mostrarán en la tabla 65.

Equipos	Ib [A]	In[A]	Ir[A]	Iz=Iadm*Fa*Ft[A]	Verificación Ib≤Ir ≤Iz
Interruptor general	1394,33	3200	3200	3280	SI
Compresor Atlas copco - GA 18+	33,07	40	40	40,56	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	79,53	100	80	85,8	SI
Secador Sullair - RFA 500	11,36	20	Modular	23,4	SI
Compresor root	26,81	40	28	28,86	SI
Compresor root	26,81	40	28	28,86	SI
Rompedora de bolsa	44,69	63	63	68,64	SI
Descarga de materia prima	23,18	40	28	28,86	SI
Tablero Extrusora 1 (Extrusores mono usillos)	1984,08	2500	2500	2646	SI
Tablero Extrusora 2 (IBC)	939,98	1600	1600	1754	SI
Puente grua	10,72	25	18	23,4	SI
Chiller ABF 110 PW	62,56	100	80	85,8	SI
Chiller ABF 40 PW	46,36	63	54	68,64	SI
Chiller AXA 110	80,44	100	80	85,8	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	35,93	40	40	40,56	SI
Plegadoras	56,31	63	63	68,64	SI
Final de línea	27,71	40	40	40,56	SI
Horno	57,20	100	80	85,8	SI
Tablero cortina	15,01	25	18	23,4	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	2,68	10	Modular	23,4	SI
Cortina de enrollar N°2 - Sur	2,68	10	Modular	23,4	SI
Cortina de enrollar N°3 - Norte	2,68	10	Modular	23,4	SI
Cortina de enrollar N°4 -Este (Futuro)	2,68	10	Modular	23,4	SI
Puerta rápida N°1 - Interior	1,43	10	Modular	23,4	SI
Puerta rápida N°2 - Interior	1,43	10	Modular	23,4	SI
Puerta rápida N°3 - Interior	1,43	10	Modular	23,4	SI
Recuperadora	149,61	200	170	196	SI
Extractores	54,30	100	80	81,12	SI
Cargador de Batería	17,87	40	28	40,56	SI
TS-IT-01	33,07	63	63	85,8	SI
TS-IT-02	9,81	63	63	85,8	SI
TS-IT-03	11,64	63	63	68,64	SI
TS-IT-04	5,42	40	40	40,56	SI
TS-IT-OF	33,07	63	63	68,64	SI
TS- Incendio	16,98	25	25	28,86	SI

Tabla 65: Verificación de los interruptores automáticos.

2.4.3.3 Verificación de los interruptores automáticos por sobrecargas:

Para verificar la actuación por sobrecarga se comprobará la siguiente fórmula:

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

Donde:

- I_z : Corriente máxima admisible en el cable [A].
- I_2 : corriente convencional de intervención [A], dicho valor se obtendrá de la tabla 66.

IA modulares				IA industriales			
UNE-EN 60898-1				UNE-EN 60947-2			
Calibre (A)	I_1	I_2	t_2 (h)	Calibre (A)	I_1	I_2	t_2 (h)
$I_n \leq 63$	$1,13 I_n$	$1,45 I_n$	1	$I_n \leq 63$	$1,05 I_n$	$1,30 I_n$	1
$I_n > 63A$	$1,13 I_n$	$1,45 I_n$	2	$I_n > 63A$	$1,05 I_n$	$1,30 I_n$	2

Tabla 66: Valores normalizados de los interruptores automáticos.

En la tabla anterior se distinguirán los siguientes parámetros:

- I_n : corriente nominal del dispositivo de protección [A].
- I_1 : corriente convencional de No intervención [A].

Los cálculos se visualizarán en la siguiente tabla:

Equipos	I_2 [A]	$1,45 \cdot I_2$ [A]	Verificación $I_2 < 1,45 I_2$
Interruptor General	4160	4756	SI
Compresor Atlas copco - GA 18+	52	58,812	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	104	124,41	SI
Secador Sullair - RFA 500	29	33,93	SI
Compresor root	36,4	41,847	SI
Compresor root	36,4	41,847	SI
Rompedora de bolsa	81,9	99,528	SI
Descarga de materia prima	36,4	41,847	SI
Tablero Extrusora 1 (Extrusores mono usillos)	3250	3836,7	SI
Tablero Extrusora 2 (IBC)	2080	2543,3	SI
Puente grua	23,4	33,93	SI
Chiller ABF 110 PW	104	124,41	SI
Chiller ABF 40 PW	70,2	99,528	SI
Chiller AXA 110	104	124,41	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	52	58,812	SI
Plegadoras	81,9	99,528	SI
Final de línea	52	58,812	SI
Horno	104	124,41	SI
Tablero cortina	23,4	33,93	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	14,5	33,93	SI
Cortina de enrollar N°2 - Sur	14,5	33,93	SI
Cortina de enrollar N°3 - Norte	14,5	33,93	SI
Cortina de enrollar N°4 - Este (Futuro)	14,5	33,93	SI
Puerta rápida N°1 - Interior	14,5	33,93	SI
Puerta rápida N°2 - Interior	14,5	33,93	SI
Puerta rápida N°3 - Interior	14,5	33,93	SI
Recuperadora	221	284,2	SI
Extractores	104	117,624	SI
Cargador de Batería	36,4	58,812	SI
TS-IT-01	81,9	124,41	SI
TS-IT-02	81,9	124,41	SI
TS-IT-03	81,9	99,528	SI
TS-IT-04	52	58,812	SI
TS-IT-OF	81,9	99,528	SI
TS- Incendio	32,5	41,847	SI

Tabla 67: Verificación de los interruptores por sobrecarga

2.4.3.4 Verificación de la actuación de los interruptores por corriente de cortocircuito máxima

Para dicha verificación se tendrá en cuenta las siguientes hipótesis de cálculo:

- En toda la duración del cortocircuito no hay modificación en el tipo de cortocircuito (Si el cortocircuito comienza trifásico permanece trifásico).
- En toda la duración del cortocircuito no hay cambio en la red considerada.
- Utilizar el factor de tensión C_{max} .
- La resistencia de las líneas se debe calcular a 20[°C].
- Elegir el máximo aporte de las redes de alimentación y de las centrales.
- Considerar el aporte de los motores.

Método de cálculo:

Para hallar la corriente de cortocircuito máxima se empleará la siguiente expresión:

$$I''_K = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_k}$$

Donde:

- I''_K : Corriente simétrica inicial de cortocircuito [A].
- C: Factor de tensión 1,05.
- Z_k : Impedancia de cortocircuito [Ω].
- U_n : Tensión nominal del sistema 380[V].

El valor del factor de tensión C se obtuvo por medio de la siguiente tabla:

Tabla 1 – Factor de tensión c

Tensión nominal U_n	Factor de tensión c para el cálculo de:	
	corrientes máximas de cortocircuito $c_{máx}$ ⁽¹⁾	corrientes mínimas, de cortocircuito $c_{mín}$
Baja tensión 100 V a 1000 V (IEC 60038, tabla I)	1,05 ⁽²⁾ 1,10 ⁽⁴⁾	0,95
Media tensión > 1 kV a 35 kV (IEC 60038, tabla III)	1,10	1,00
Alta tensión ⁽³⁾ > 35 kV a 380 kV (Norma IEC 60038, tabla IV)		
⁽¹⁾ $c_{mín}$ U_n no debe exceder la máxima tensión U_m para equipamientos de sistemas de potencia. ⁽²⁾ Si no se define una tensión nominal, se debe aplicar $c_{mín}$ $U_n = U_m$ o $c_{mín}$ $U_n = 0,90 U_m$. ⁽³⁾ Para sistemas de baja tensión con una tolerancia de + 6 %, por ejemplo para sistemas renombrados de 380 V a 400 V. ⁽⁴⁾ Para sistemas de baja tensión con una tolerancia de + 10 %.		

Tabla 68: Factor de tensión.

Inicialmente se calculará la corriente de cortocircuito en los bornes del transformador de distribución en el lado de baja tensión.

Teniendo en cuenta la ecuación mencionada anteriormente la impedancia del circuito a analizar se obtendrá por medio de los siguientes parámetros:

$$Z_k = \sqrt{R_K^2 + X_K^2} = \sqrt{(R_{QT}^2 + R_T^2)^2 + (X_{QT}^2 + X_T^2)^2}$$

Donde Z_{QT} es la impedancia equivalente de la red de alimentación compuesta por la resistencia R_{QT} y la reactancia X_{QT} , mientras que Z_T es la impedancia de secuencia directa del transformador compuesta por R_T y X_T .

La impedancia de la red de alimentación se calculará por medio de la siguiente formula:

$$Z_{QT} = \frac{c_q \cdot U_{nq}^2}{S''_{kq}} * \frac{1}{t_r^2}$$

Con:

- C_q : factor de tensión.
- S''_{kq} : Potencia de cortocircuito de la red de alimentación (Dato otorgado por la empresa distribuidora de energía eléctrica).
- U_{nq} : Tensión de línea asignada al lado de alta tensión.
- t_r : Relación de transformación asignada.

$$Z_{QT} = \frac{c_q * U_{nq}^2}{S''_{kq}} * \frac{1}{t_r^2} = \frac{1,1 * (13,2 \text{ kV})^2}{300 \text{ MVA}} * \frac{1}{\left(\frac{13,2 \text{ KV}}{0,4 \text{ KV}}\right)^2} = 5,866 * 10^{-4} [\Omega]$$

Al no conocer el valor de R_{QT} se considerará:

$$X_{QT} = 0,995 * Z_{QT} = 5,836 * 10^{-4} [\Omega]$$

$$R_{QT} = 0,1 * X_{QT} = 5,836 * 10^{-5} [\Omega]$$

Para hallar la impedancia del transformador se utilizará la siguiente expresión:

$$Z_T = \frac{u_{krt}}{100\%} * \frac{U_{rt}^2}{S_{rt}}$$

Donde:

- u_{krt} : Tensión de cortocircuito asignada [%].
- U_{rt} : Tensión de línea asignada al lado de baja tensión [V].
- S_{rt} : Potencia asignada [KVA].

Los mencionados coeficientes se obtendrán por medio de la tabla 69.

TRANSFORMADORES SECOS FOHAMA S.R.L. - VALORES CARACTERÍSTICOS Y DIMENSIONES - CLASE 14.6 kV - IRAM 2277 - 1992 - (REV. 01)															
Potencia S _n (KVA)	Pérdida en Vacío P ₀ (W)	Corriente de Vacío I ₀ (%)	Pérdidas en Carga P _{cc} (W)		Tensión de Corto Circuito U _{cc} (120°C) (%)	Corriente de Inserción I _e / In	Nivel de Ruido (L _{eq})		Dimensiones máximas			Peso (KG)			
Power S _n (KVA)	Oh Load P ₀ (W)	Vacuum current I ₀ (%)	On Load P _{cc} (75°C) (W)	On Load P _{cc} (120°C) (W)	Short Circuit Voltage U _{cc} (120°C) (%)	Insercion Current I _e / In	AN (dB)	AF (dB)	Long (MM)	Width (MM)	High (MM)	Maximum dimensions	Wheel Diameter (MM)	Wheel Width (MM)	Weight (KG)
100	440	2,2	1900	2000	6	11	58	67	1070	750	1100	600	125	40	530
125	510	2,1	2100	2250	6	11	58	67	1100	750	1150	600	125	40	600
160	620	2,0	2500	2700	6	11	58	67	1180	750	1245	600	125	40	760
200	720	1,9	3000	3200	6	10,5	58	67	1250	750	1200	600	125	40	880
250	880	1,8	3500	3800	6	10,5	58	67	1180	750	1325	600	125	40	962
315	1000	1,7	4200	4550	6	10,5	60	67	1330	750	1360	600	125	40	1100
400	1200	1,5	5100	5500	6	10	60	67	1330	950	1440	800	160	50	1360
500	1400	1,2	6050	6500	6	10	60	67	1360	950	1555	800	160	50	1450
630	1650	1,1	7350	7850	6	9	62	67	1360	950	1705	800	160	50	1850
800	2000	0,9	8700	9300	6	9	64	67	1570	950	1745	800	160	50	2000
1000	2300	0,8	10200	10900	6	9	64	67	1570	950	1845	800	160	50	2300
1250	2600	0,7	12300	13100	6	8,5	65	68	1600	1230	1985	1000	200	70	2725
1600	3100	0,7	14800	15800	6	8,5	66	68	1740	1230	2230	1000	200	70	3285
2000	3500	0,6	17600	18800	6	8	66	69	1860	1230	2370	1000	200	70	4050
2500	5000	0,6	21000	22400	6	8	68	71	2010	1230	2410	1000	200	70	5380
3150	6000	0,5	23500	25000	6	8	70	72	2100	1230	2450	1000	200	70	5940

Tabla 69: Datos técnicos del transformador.

Remplazando en la ecuación mencionada anterior se computará el valor de la impedancia del transformador.

$$Z_T = \frac{6\%}{100\%} * \frac{400V^2}{2500kVA} = 0,00384 [\Omega]$$

El valor de la resistencia del transformador se calculará de la siguiente manera:

$$R_t = \frac{P_{KRT} * U_{rt}^2}{S_{rt}^2}$$

Donde:

- P_{KRT} : Potencia de perdidas [KW].
- U_{rt} : Tensión de línea asignada al lado de baja tensión [V].
- S_{rt} : Potencia asignada [KVA].

$$R_t = \frac{P_{KRT} * U_{rt}^2}{S_{rt}^2} = \frac{5kW * 400V^2}{2500kVA^2} = 0,000128[\Omega]$$

Seguidamente:

$$X_t = \sqrt{(Z_T)^2 - (R_T)^2} = \sqrt{0,00384^2 - 0,000128^2} = 0,00383[\Omega]$$

Luego se obtendrá la impedancia de cortocircuito.

$$R_K = R_{qt} + R_t = 5,836 \times 10^{-5} \Omega + 0,000128 \Omega = 0,00018636[\Omega]$$

$$X_K = X_{qt} + X_t = 5,836 \times 10^{-4} \Omega + 0,00383 \Omega = 0,0044136[\Omega]$$

$$Z_K = \sqrt{0,00018636\Omega^2 + 0,0044136\Omega^2} = 0,00441753 [\Omega]$$

La corriente máxima presunta de cortocircuito en la bornera del transformador será de:

$$I''_K = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_k} = \frac{1,05 * 380 V}{\sqrt{3} * 0,00441753 \Omega} = 52147[A]$$

A dicho valor se le sumará el aporte de los motores asíncronos de la instalación teniendo en cuenta que la corriente a rotor bloqueado es 6 veces la corriente nominal del mismo, dicho valor de corriente se visualizará en la tabla 68, con lo cual la corriente máxima de cortocircuito será de 70429,3[A].

Del transformador al tablero principal la instalación presenta 2 barras en paralelo de 120x10[mm²] por fase más una barra en paralelo para el neutro de la misma sección.

La corriente de cortocircuito en el interruptor general se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$I''_{K(IG)} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{kIG}}$$

Donde:

- I''_K : Corriente de cortocircuito [A].
- C: Factor de tensión.
- Z_{kIG} : Impedancia de cortocircuito acumulada hasta el interruptor general [Ω].
- U_n = Tensión nominal del sistema [V].

Con lo cual la impedancia de cortocircuito para el interruptor general del tablero principal es de:

$$Z_{kIG} = Z_k + Z_{bc1}$$

La impedancia que lo compone son las siguientes:

- Z_k : Impedancia acumulada hasta el transformador [Ω].
- Z_{bc1} : Impedancia de las barras de cobre del transformador hasta el interruptor general [Ω].

Al no poseer la información de la resistencia y reactancia de las barras instaladas, se utilizará una aproximación obtenida de la empresa Schneider Electric.








Tipo de instalación	Juego de barras	Cable trifásico	Cables unipolares separados	Cables unipolares colocados en triángulo	3 cables en línea juntos	3 cables en línea separados «d»:	
						d = 2r	d = 4r
Esquema							
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0,15	0,08	0,15	0,085	0,095	0,145	0,19
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0,12-0,18	0,06-01	0,1-0,2	0,08-0,09	0,09-01	0,14-0,15	0,18-0,20

Fig. 16: Valores de la reactancia de los cables según el tipo de instalación.

Tabla 70: Reactancia de conductores.

Con lo cual para un juego de barras se utilizará el valor de reactancia de $0,00015 \left[\frac{\Omega}{m} \right]$ y teniendo en cuenta que la distancia entre el transformador y el interruptor general es de 6[m] la reactancia será de $0,0009 [\Omega]$.

Seguidamente la resistencia se calculará por medio de la relación:

$$R_L = \frac{\rho}{S}$$

Donde:

- S: Sección de las barras $[mm^2]$.
- ρ : Resistividad del cobre $\left[\frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \right]$.

El valor adoptado de la resistividad dependerá de la corriente de cortocircuito acumulada, máxima o mínima, y se obtendrá por medio de la siguiente tabla.

Regla	Resistividad (*)	Valor de la resistividad ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)		Conductores afectados
		Cobre	Aluminio	
Corriente máxima de cortocircuito	$\rho_1 = 1,25 \rho_{20}$	0,0225	0,036	FASE-N
Corriente mínima de cortocircuito	$\rho_1 = 1,5 \rho_{20}$	0,027	0,043	FASE-N
Corriente de defecto en los esquemas TN e IT	$\rho_1 = 1,25 \rho_{20}$	0,0225	0,036	FASE-N (**) PE-PEN
Caída de tensión	$\rho_1 = 1,25 \rho_{20}$	0,0225	0,036	FASE-N (*)
Corriente de sobreintensidad para la verificación de las sollicitaciones térmicas de los conductores	$\rho_1 = 1,5 \rho_{20}$	0,027	0,043	Fase-Neuro PEN-PE si incorporado en un mismo cable multiconductores
	$\rho_1 = 1,5 \rho_{20}$	0,0225	0,036	PE separado

(*) ρ_{20} resistividad de los conductores a 20 °C: 0,018 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ para el cobre y 0,029 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ aluminio.
(**) N la sección del conductor de neutro es inferior a la de los conductores de fase.

Fig. 15: Valores de la resistividad ρ de los conductores a tomar en consideración según la corriente de cortocircuito calculada, máximo o mínimo.

Tabla 71: Resistividad del cobre.

$$R_L = \frac{\rho}{S} = \frac{0,0225[\Omega * \text{mm}^2/\text{m}]}{120 \times 10[\text{mm}^2]} = 0,000018 \left[\frac{\Omega}{\text{m}} \right]$$

Teniendo en cuenta que las barras presentan una longitud de 6[m] la resistencia tendrá un valor de 0,0001[Ω].

Luego se calculará la impedancia de la siguiente manera:

$$Z_{bc} = \sqrt{0,0001\Omega^2 + 0,0009\Omega^2} = 0,0009[\Omega]$$

La impedancia de cortocircuito se obtendrá por medio de la expresión mencionada anteriormente.

$$Z_{kIG} = 0,00441753[\Omega] + 0,0009[\Omega] = 0,005323 [\Omega]$$

La corriente de cortocircuito para el interruptor general será de:

$$I''_{K(IG)} = \frac{1,05 * 380}{\sqrt{3} * 0,005323} = 43276[A]$$

A dicho valor se le sumará el aporte de los motores asíncronos.

$$I''_{K(IG)} = 61,7[KA]$$

Para la distribución de energía en el tablero principal se instaló un par de barras de cobre de la misma sección mencionada anteriormente que se vincula con los interruptores automáticos de los circuitos ACU y seccionales por medio de conductores unipolares de 50 [mm²], salvo el interruptor del tablero de la extrusora 1 y el tablero IBC que se conectan por medio de barras de cobre.

Para obtener la impedancia de cortocircuito en los bornes de los interruptores ACU y seccionales de deberán sumar los siguientes valores:

$$Z_{k(IG)} = Z_k + Z_{bc1} + Z_{bc2} + Z_{c50}$$

Donde:

- Z_k : Impedancia hasta el transformador [Ω].
- Z_{bc1} : Impedancia de las barras de cobre del transformador hasta el interruptor general [Ω].
- Z_{bc2} : Impedancia de las barras de cobre en el tablero principal [Ω].
- Z_{c50} : Impedancia del conductor de 50[mm²].

Los valores que componen la impedancia del conductor unipolar se obtendrán por medio de la tabla 59:

- $X=0,077\left[\frac{\Omega}{km}\right]$.
- $R=0,464\left[\frac{\Omega}{km}\right]$.

Teniendo en cuenta que por hipótesis de cálculo la resistencia para la corriente de cortocircuito máxima se calculará a la temperatura de 20[°C] y en el catálogo nos otorgan dicho valor a 70[°C], por medio de la siguiente expresión se realizará la conversión necesaria:

$$R_{70} = R_{20} * [1 + \alpha * \Delta T]$$

Con:

- R_{20} : Resistencia del conductor a 20[°C].

- R_{70} : Resistencia del conductor a 70[°C].
- ΔT : Variación de temperatura [°C].
- α : Coeficiente de variación de resistencia por grado centígrado de temperatura.

$$R_{20} = \frac{0,464}{1 + 0,00383 * 50} = 0,389 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

Teniendo en cuenta que la longitud del conductor es de 1[m] los valores de la impedancia para el conductor de 50 [mm²] son los siguientes:

- $R_{20}=0,000389[\Omega]$.
- $X=0,000077[\Omega]$.

$$Z_{c50} = \sqrt{0,000389\Omega^2 + 0,000077\Omega^2} = 0,000389[\Omega]$$

Como se puede observar la reactancia es despreciable con respecto a la resistencia para cables menores a 50[mm] de diámetro, en particular la empresa Schneider Electric especifica este dato para conductores menores a sección de 150[mm²].

El valor de Z_{bc2} se obtiene aplicando el mismo procedimiento que Z_{bc1} teniendo en cuenta una longitud de 3[m].

Remplazando con los valores correspondientes se obtendrá la impedancia acumulada de cortocircuito:

$$Z_{k(IG)} = 0,00441753 + 0,0009 + 0,00045 + 0,000389 = 0,006156[\Omega]$$

Luego, el valor de la corriente de cortocircuito para el interruptor automático de los circuitos ACU y seccionales será de:

$$I''_{K(IG)} = \frac{1,05 * 380}{\sqrt{3} * 0,006156} = 37439[A]$$

Posteriormente el aporte de los motores asíncronos se analizará para cada circuito en forma individual.

En la tabla 68 se visualizará la corriente de cortocircuito en cada circuito.

Seguidamente se mencionará la regla del poder de corte:

La capacidad de ruptura del dispositivo de protección (P_{dc}) será por lo menos igual a la máxima intensidad de corriente de cortocircuito (I''_K) en el punto donde el dispositivo está instalado.

Con lo cual se deberá verificar la siguiente relación:

$$P_{dc} \geq I''_K$$

Los valores obtenidos para cada circuito se mostrarán a continuación:

Equipos	Zk[20°C](Aguas arriba) [ohm]	I''k(A) [A] (Borner del interruptor)	AM (Aporte de motores) [A]	I''k Total[A] = I''k(A)+AM	Cable instalado (Aguas abajo) [mm²]	Z [20°C] [ohm/km]	Longitud [m]	Zk(aguas arriba) + Zk(Con) [ohm]	I''k (Aguas abajo) [A]	Pc [Ka]	Verificación Poder de corte
Interruptor general	0,00442	43276,0	18448,6	61724,6	Barra Cu2x120x10	0,005323	6	0,005323	57504,1	75	SI
Compresor Atlas copco - GA 18+	0,006156	37439,0	198,4	37637,4	1(3x10)	1,922	50	0,1023	2451,3	50	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	0,006156	37439,0	477,2	37916,2	1(3x35)	0,556	45	0,0312	7861,6	50	SI
Secador Sullair - RFA 500	0,006156	37439,0	68,2	37507,2	1(2x4)	4,969	40	0,2049	1192,5	50	SI
Compresor root	0,006156	37439,0	160,9	37599,9	1(4x6)	3,315	50	0,1719	1500,9	50	SI
Compresor root	0,006156	37439,0	160,9	37599,9	1(4x6)	3,315	50	0,1719	1500,9	50	SI
Rompedora de bolsa	0,006156	37439,0	268,1	37707,1	1(3x25/16)	0,783	50	0,0453	5352,5	50	SI
Descarga de materia prima	0,006156	37439,0	139,1	37578,1	1(4x6)	3,315	15	0,0559	4261,3	50	SI
Tablero Extrusora 1 (Extrusores monousillos)	0,005900	39055,5	11904,5	50960,0	3X6 (1x240)	0,083	20	0,0076	42388,9	65	SI
Tablero Extrusora 2 (IBC)	0,005900	39055,5	1249,1	40304,6	3X4 (1x240) + 2(240)	0,083	50	0,0100	24189,4	50	SI
Puente grúa	0,006156	37439,0	64,3	37503,3	1(4x4)	4,969	65	0,3291	764,3	50	SI
Chiller ABF 110 PW (Se modificaron los motores)	0,006156	37439,0	375,4	37814,4	1(3x35/16)	0,556	55	0,0368	6642,0	50	SI
Chiller ABF 40 PW	0,006156	37439,0	278,1	37717,1	1(3x25/16)	1,922	55	0,1119	2337,4	50	SI
Chiller AXA 110	0,006156	37439,0	482,6	37921,6	1(3x35/16)	0,556	45	0,0312	7867,0	50	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	0,006156	37439,0	215,6	37654,6	1(4x10)	1,922	50	0,1023	2468,4	50	SI
Plegadoras	0,006156	37439,0	337,8	37776,8	1(3x25/16)	0,783	110	0,0923	2833,9	50	SI
Final de línea	0,006156	37439,0	166,2	37605,2	1(4x10)	1,922	125	0,2464	1101,2	50	SI
Horno	0,006156	37439,0	343,2	37782,2	1(3x35/16)	0,556	150	0,0896	2913,6	50	SI
Tablero cortina	0,006156	37439,0	90,1	37529,1	1(3x4)	4,969	1	0,0111	20797,7	50	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	0,006156	20797,7	16,1	20813,8	1(3x4)	4,969	120	0,6135	391,6	6	NO
Cortina de enrollar N°2 - Sur	0,006156	20797,7	16,1	20813,8	1(3x4)	4,969	145	0,7377	328,4	6	NO
Cortina de enrollar N°3 - Norte	0,006156	20797,7	16,1	20813,8	1(3x4)	4,969	60	0,3154	746,5	6	NO
Cortina de enrollar N°4 - Este (Futuro)	0,006156	20797,7	16,1	20813,8	1(3x4)	4,969	150	0,7626	318,2	6	NO
Puerta rápida N°1 - Interior	0,006156	20797,7	8,6	20806,3	1(3x4)	4,969	100	0,5141	456,6	6	NO
Puerta rápida N°2 - Interior	0,006156	20797,7	8,6	20806,3	1(3x4)	4,969	125	0,6383	369,5	6	NO
Puerta rápida N°3 - Interior	0,006156	20797,7	8,6	20806,3	1(3x4)	4,969	160	0,8122	292,2	6	NO
Recuperadora	0,006156	37439,0	897,7	38336,7	3(1x50/25)	0,388	120	0,0527	5270,1	50	SI
Extractores	0,006156	37439,0	379,4	37818,4	2(3x10)	0,556	120	0,0729	3538,1	50	SI
Cargador de Batería	0,006156	37439,0		37439,0	1(4x10)	1,922	160	0,3137	734,4	50	SI
TS-IT-01	0,006156	37439,0		37439,0	1(3x35/16)	0,556	130	0,0785	2934,8	50	SI
TS-IT-02	0,006156	37439,0		37439,0	1(3x35/16)	0,556	100	0,0618	3727,5	50	SI
TS-IT-03	0,006156	37439,0		37439,0	1(3x25/16)	0,783	40	0,0375	6146,6	50	SI
TS-IT-04	0,006156	37439,0		37439,0	1(4x10)	1,922	40	0,0830	2774,3	50	SI
TS-IT-OF	0,006156	37439,0		37439,0	1(3x25/16)	0,783	100	0,0845	2727,5	50	SI
TS- Incendio	0,006156	37439,0	101,9	37540,9	1(4x6)	3,315	50	0,1719	1441,9	50	SI

Tabla 72: Corriente de cortocircuito y poder de corte.

Para los interruptores de las cortinas y las puertas rápidas tienen un poder de corte de 6[Ka] lo cual se recomienda remplazarlos por un interruptor de poder de corte de 20[Ka]

o trasladar los interruptores y las líneas de los circuitos terminales a los tableros seccionales.

2.4.3.5 Verificación por máxima exigencia térmica

Suponiendo que el calentamiento de los conductores durante el paso de la corriente de cortocircuito sea adiabático, se debe respetar la siguiente desigualdad:

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

Siendo:

- $I^2 * t$: Máxima energía pasante aguas abajo del dispositivo de protección. Este dato no es calculable por el proyectista, es un valor garantizado por el fabricante.
- S: Sección nominal del conductor en milímetros cuadrados.
- K: Factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor (temperatura inicial y final de este).

Es decir, la energía específica pasante ($I^2 * t$) del interruptor automático debe ser inferior o igual a la energía específica ($K^2 * S^2$) soportada por el cable.

El valor de los mencionados coeficientes se obtiene por medio de las siguientes tablas:

<i>k</i>							
Aislación de los conductores	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	--	--	--	--	--

Tabla 73: Valores de *k* para los conductores de línea.

Tabla 771-H.IX - Para pequeños interruptores automáticos de hasta 16 A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía					
	Clase 1	Clase 2		Clase 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	31 000	37 000	15 000	18 000	
4500		60 000	75 000	25 000	30 000	
6000		100 000	120 000	35 000	42 000	
10000		240 000	290 000	70 000	84 000	

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

Tabla 74: Valores de $I^2 \cdot t$ para interruptores modulares.

Para los interruptores de caja moldeada marca ABB la energía pasante aguas abajo del interruptor modular se obtiene por curvas características como se muestra a continuación

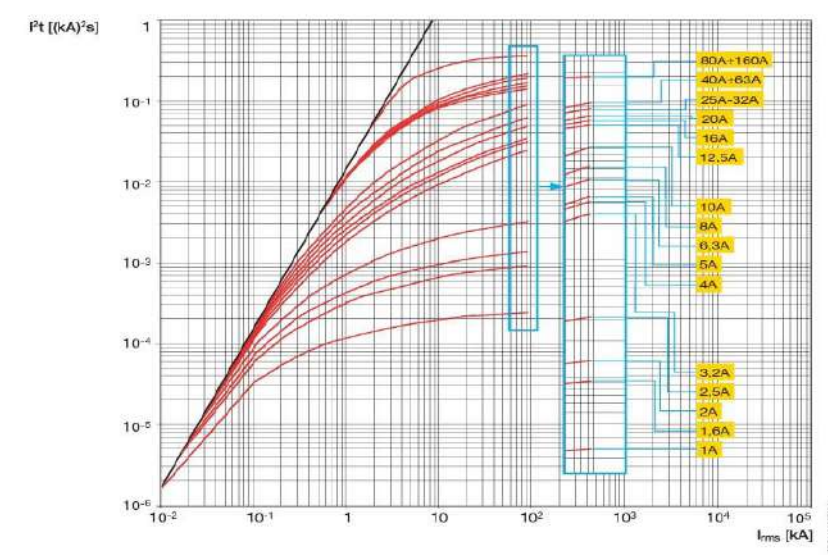


Ilustración 48: Valor de $I^2 \cdot t$ para interruptores caja moldeada marca ABB.

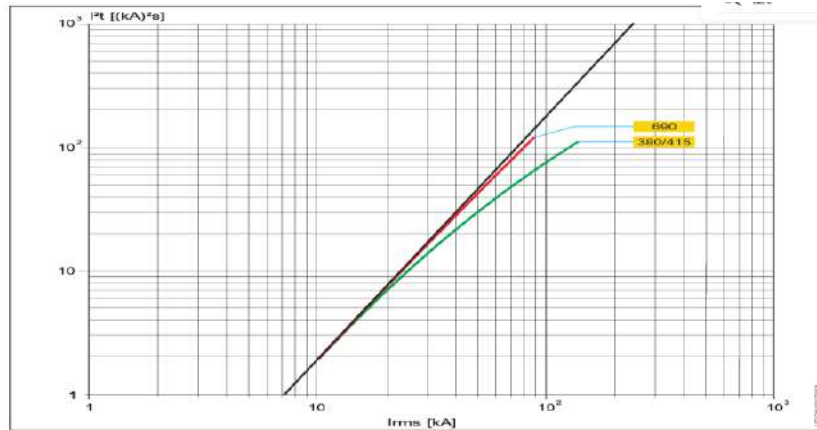


Ilustración 49: Valores de $I^2 \cdot t$ para interruptores de corte en aire para interruptores de 380/690[V] EMAX.

Donde I_{rms} indica la corriente simétrica prevista de cortocircuito [kA].

En la siguiente tabla se puede observar los datos obtenidos:

Equipos	K	S [mm²]	S²* k²	Ik rms [A]	In[A]	I²*t [A²s]	Verificación
Interruptor General	135	2400	104976000000	61748.08	3200	50000000	SI
Tablero extrusora 1	135	1200	26244000000	50960.00	2500	35000000	SI
Tablero extrusora 2 IBC	135	1200	26244000000	40304.55	1600	30000000	SI
Compresor Atlas copco - GA 18+	143	10	2044900	37637.41	100	300000	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	143	35	25050025	37916.15	20	100000	SI
Secador Sullair - RFA 500	143	4	327184	37507.18	40	200000	SI
Compresor root	143	6	736164	37599.87	40	200000	SI
Compresor root	143	6	736164	37599.87	63	300000	SI
Rompedora de bolsa	143	25	12780625	37707.12	40	200000	SI
Descarga de materia prima	143	6	736164	37572.60	40	200000	SI
Puente grua	143	4	327184	37503.35	25	100000	SI
Chiller ABF 110 PW (Se modificaron los motores)	143	35	25050025	37814.37	100	200000	SI
Chiller ABF 40 PW	143	25	12780625	37717.12	63	300000	SI
Chiller AXA 110	143	35	25050025	37921.61	100	300000	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	143	10	2044900	37654.57	40	200000	SI
Plegadoras	143	25	12780625	37776.83	63	300000	SI
Final de línea	143	10	2044900	37605.23	40	200000	SI
Horno	143	35	25050025	37782.19	100	300000	SI
Tablero cortina	143	4	327184	37529.09	25	200000	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	115	4	211600	20813.82	10	55000	SI
Cortina de enrollar N°2 - Sur	115	4	211600	20813.82	10	55000	SI
Cortina de enrollar N°3 - Norte	115	4	211600	20813.82	10	55000	SI
Cortina de enrollar N°4 - Este (Futuro)	115	4	211600	20813.82	10	55000	SI
Puerta rápida N°1 - Interior	115	4	211600	20806.31	10	55000	SI
Puerta rápida N°2 - Interior	115	4	211600	20806.31	10	55000	SI
Puerta rápida N°3 - Interior	115	4	211600	20806.31	10	55000	SI
Recuperadora	143	50	51122500	38365.62	200	400000	SI
Extractores	143	10	2044900	37818.37	100	300000	SI
Cargador de Batería	143	10	2044900	37439.00	40	200000	SI
TS-IT-01	143	35	25050025	37439.00	63	300000	SI
TS-IT-02	143	35	25050025	37439.00	63	300000	SI
TS-IT-03	143	25	12780625	37439.00	63	300000	SI
TS-IT-04	143	10	2044900	37439.00	40	200000	SI
TS-IT-OF	143	35	25050025	37439.00	63	300000	SI
TS- Incendio	143	6	736164	37540.89	25	200000	SI

Tabla 75: Verificación máxima exigencia térmica

Para las barras de cobre se utiliza la siguiente relación para verificar la máxima exigencia térmica ante un cortocircuito.

$$I_{th}^2 * T_K \leq K^2 * A^2$$

Donde:

- I_{th} : corriente térmica equivalente de corta duración (Valor eficaz de la corriente que tiene el mismo efecto térmico y la misma duración que la corriente real de cortocircuito).
- T_K : Duración asociada de la corriente de cortocircuito.
- K : factor.
- A : sección del conductor desnudo.

El valor de la corriente térmica equivalente se calculará por medio de la siguiente expresión:

$$I_{th} = I_K'' * \sqrt{m + n}$$

En este caso m y n son valores numéricos e I_K'' indica la corriente simétrica inicial de cortocircuito.

El valor de n depende de la relación de los valores eficaces de la corriente de cortocircuito simétrica inicial y la corriente permanente de cortocircuito, se obtendrá por medio de la ilustración 50.

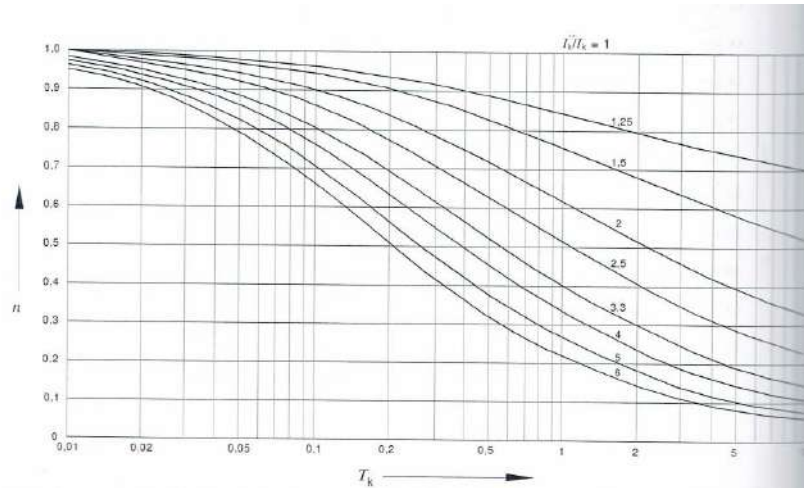


Ilustración 50: Valor de n.

La variación de la corriente de cortocircuito en caso de que el cortocircuito este alejado del generador para la fase con el momento más desfavorable, permanecerá constante respecto al tiempo (condición: $I_K'' = I_K$).

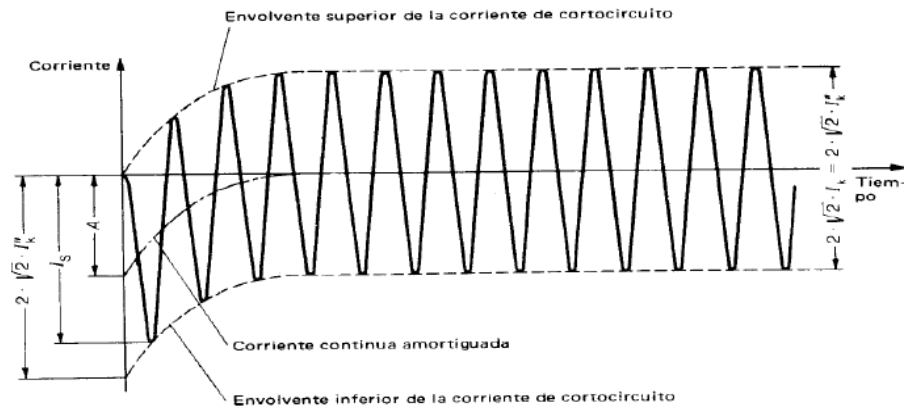


Ilustración 51: Corriente de cortocircuito en caso de producirse lejos del generador, para la fase con el momento de conexión más desfavorable.

Debido a que el cortocircuito está lejos del generador le corresponde $n=1$.

El valor de m se obtiene por medio de la siguiente ilustración:

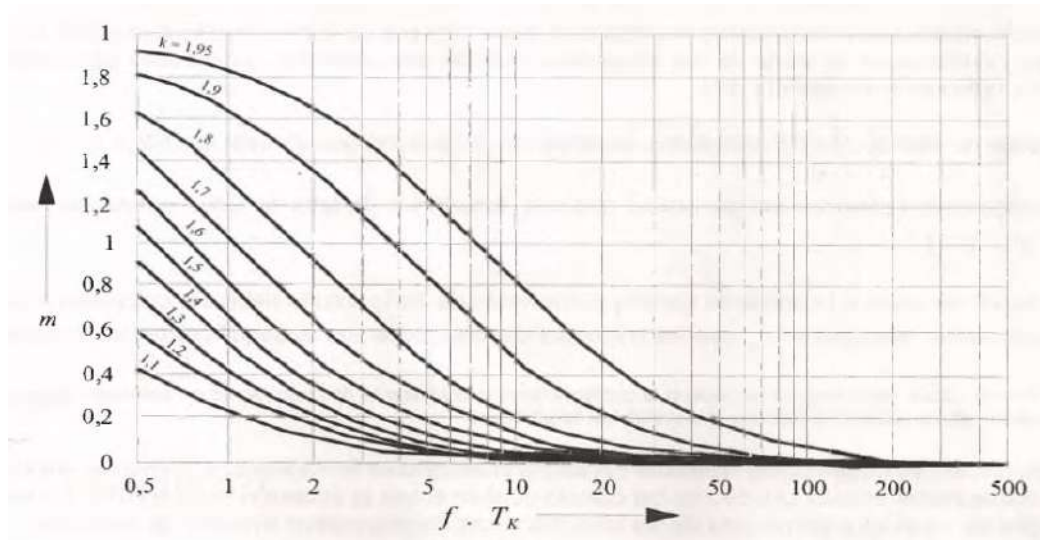


Ilustración 52: Valor de m .

Donde:

- f : Frecuencia de la red 50[hz].
- T_K : Duración de la corriente de cortocircuito, indica el tiempo del paso de corriente de cortocircuito desde el inicio del primer cortocircuito hasta la interrupción final de la corriente de todas las fases, este valor está indicado en el catálogo del interruptor como tiempo de apertura, equivale a 0,15[s] para el interruptor general y 0,05[S] para los interruptores restante.
- El factor k se obtiene por la relación R/X por medio de la ilustración 53.

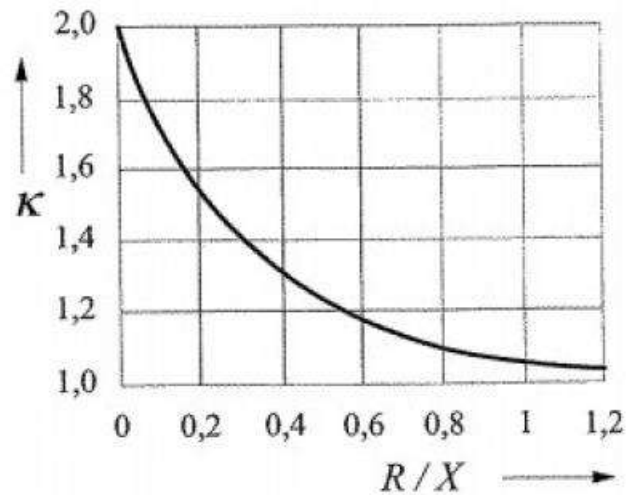


Ilustración 53: Relación R/X.

Para las barras que conectan el transformador con el interruptor general le corresponde la siguiente relación:

$$\frac{R}{X} = \frac{0,0001}{0,0009} = 0,1$$

Para las barras de conexión del tablero principal al tablero de extrusora 1 e 2-IBC la relación es la siguiente:

$$\frac{R}{X} = \frac{0,00005}{0,00045} = 0,1$$

Con lo cual el valor de k correspondiente para cada caso es de 1,7.

Luego:

$$f * T_K = 50 * 0,15 = 7,5$$

Ingresando con los valores mencionados anteriormente se obtendrá un valor de $m=0,35$.

Remplazando en la ecuación mencionada anteriormente la corriente térmica equivalente de corta duración será la siguiente:

$$I_{th} = I_K'' * \sqrt{m + n} = 70624,6 * \sqrt{0,35 + 1} = 82058,3[A]$$

El valor de K se obtendrá por medio de la siguiente expresión:

$$K = S_{thr} * \sqrt{T_{kr}}$$

Donde:

- T_{kr} : Tiempo nominal de corta duración = 1[s] (otorgado por el fabricante del interruptor).
- S_{thr} : Densidad de corriente nominal de corta duración, se obtendrá por medio de la ilustración 54.

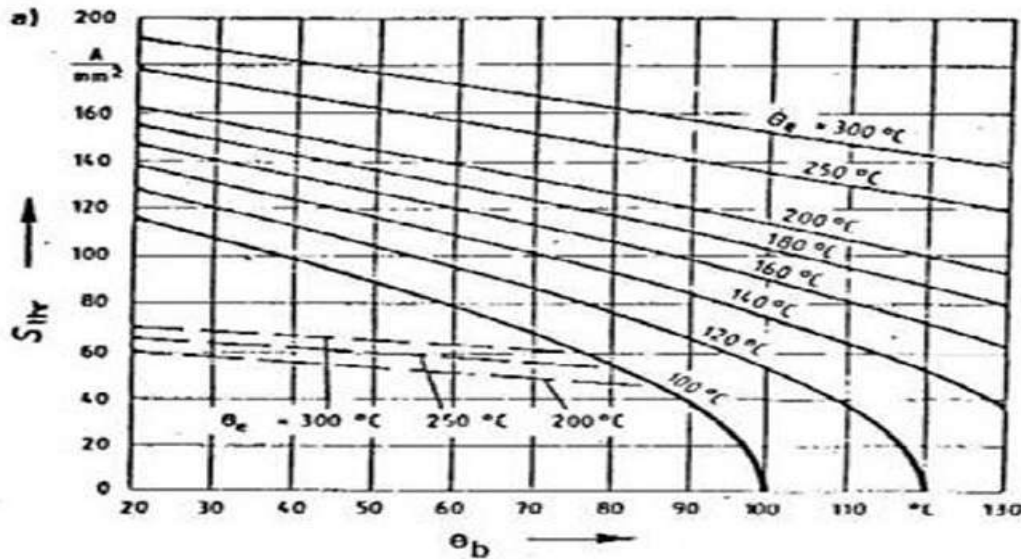


Ilustración 54: Valores de S_{thr} .

En la ilustración anterior se diferencian los siguientes coeficientes:

- σ_b : Temperatura de las barras antes del cortocircuito 70[$^{\circ}C$].
- σ_e : Temperatura de cortocircuito 200[$^{\circ}C$].

Seguidamente:

$$S_{thr} = 135 \left[\frac{A}{mm^2} \right]$$

$$K = S_{thr} * \sqrt{T_{kr}} = 135 * \sqrt{1} = 135 \left[\frac{A * s^{\frac{1}{2}}}{mm^2} \right]$$

Finalmente se verificará la relación: $I_{th}^2 * T_K \leq K^2 * A^2$.

$$K^2 * A^2 = 135^2 * (2 * 120 * 10)^2 = 10497600000 [A^2 * s]$$

$$I_{th}^2 * T_k = 82058,3^2 * 0,15 = 1010036410 [A^2 * s]$$

Realizando el mismo procedimiento verificamos el tramo que distribuye la energía en el tablero principal.

$$f * T_K = 50 * 0,05 = 2,5$$

$$m=0,55$$

$$I_{th} = 61753,6 * \sqrt{0,55 + 1} = 76882,6 [A]$$

$$K = 135 * \sqrt{1} = 135 \left[\frac{A * s^{\frac{1}{2}}}{mm^2} \right]$$

$$K^2 * A^2 = 135^2 * (2 * 120 * 10)^2 = 10497600000 [A^2 * s]$$

$$I_{th}^2 * T_k = 76882,6^2 * 0,05 = 295546709 [A^2 * s]$$

2.4.3.6 Verificación de la actuación de los interruptores por corriente de cortocircuito mínima

La corriente mínima de cortocircuito se dará en los bornes de entrada del interruptor aguas abajo del analizado y se utilizará el mismo procedimiento aplicado en la sección 2.4.3.4 teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Factor de tensión $C_{min}=0,95$.

- La resistencia de las líneas se debe calcular a la máxima temperatura a la cual pueden trabar.
- Elegir el mínimo aporte de las redes de alimentación y de las centrales.
- Los motores deben ser despreciados.

Se realizará el cálculo para la corriente mínima de cortocircuito que se dará en el interruptor general cuando se origina en los bornes de entrada en el interruptor del compresor Sullair, teniendo en cuenta que los tramos restantes se efectuarán con el mismo procedimiento.

Por medio de la tabla 71 se conseguirá la impedancia del cortocircuito mínima para conductores de barras de cobre.

Para el interruptor general la impedancia en los bornes de entrada es de $Z_{KIG}=0,005323[\Omega]$ teniendo en cuenta una longitud de 6[m].

La impedancia en los bornes de entrada en los interruptores ubicados aguas abajo del interruptor general se adquirirá de la siguiente manera:

$$Z_{KI} = Z_{KIG} + Z_{bc2} + Z_{c50}$$

Donde:

- Z_{KIG} = Impedancia en los bornes del interruptor general [Ω].
- Z_{bc2} = Impedancia de las barras de cobre en el tablero principal [Ω].
- Z_{c50} = Impedancia del conductor de 50[mm²].

La impedancia del conductor de 50[mm²] se obtendrá por medio de la tabla 59 a una temperatura de 70 [°C] de la siguiente forma:

$$Z_{c50} = \sqrt{0,000464\Omega^2 + 0,000077\Omega^2} = 0,000898[\Omega]$$

La impedancia acumulada en los bornes de entrada para el interruptor del compresor Sullair es de:

$$Z_{kl} = 0,005323[\Omega] + 0,00045[\Omega] + 0,000898[\Omega] = 0,006671[\Omega]$$

Teniendo en cuenta dicha impedancia la corriente de cortocircuito se calculará de la siguiente manera:

$$I''_{K(IG)} = \frac{0,95 * 380}{\sqrt{3} * 0,006671} = 31243[A]$$

Para interruptor con curva C deberá verificar la siguiente relación que nos asegura la actuación del interruptor automático por corriente mínima de cortocircuito:

$$I''_{K(min)} \geq 10 * I_n$$

En la siguiente tabla se observará los resultados obtenidos:

Equipos	Cable instalado [mm ²]	R [70°C] [ohm/km]	Longitud [m]	Zk1+zc [ohm]	I''k[A] mínimo	In*10[A]	Verificación
Compresor Atlas copco - GA 18+	1(3x10)	2,290	50	0,1212	1901,1	400	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	1(3x35)	0,663	45	0,0365	6310,3	800	SI
Secador Sullair - RFA 500	1(2x4)	5,920	40	0,2435	946,2	200	SI
Compresor root	1(4x6)	3,950	50	0,2042	1128,3	280	SI
Compresor root	1(4x6)	3,950	50	0,2042	1128,3	280	SI
Rompedora de bolsa	1(3x25/16)	0,933	50	0,0533	4320,3	630	SI
Descarga de materia prima	1(4x6)	3,950	15	0,0659	3494,5	280	SI
Tablero Extrusora 1 (Extrusores monousillos)	3X6 (1x240)	0,099	20	0,0086	26646,9	25000	SI
Tablero Extrusora 2 (IBC)	3X4 (1x240) + 2(240)	0,099	50	0,0116	19848,6	16000	SI
Puente grua	1(4x4)	5,920	65	0,3915	588,5	180	SI
Chiller ABF 110 PW (Se modificaron los motores)	1(3x35/16)	0,663	55	0,0431	5340,4	800	SI
Chiller ABF 40 PW	1(3x25/16)	2,290	55	0,1326	1737,0	540	SI
Chiller AXA 110	1(3x35/16)	0,663	45	0,0365	6310,3	800	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	1(4x10)	2,290	50	0,1212	1901,1	400	SI
Plegadoras	1(3x25/16)	0,933	110	0,1093	2107,6	630	SI
Final de línea	1(4x10)	2,290	125	0,2929	786,4	400	SI
Horno	1(3x35/16)	0,663	150	0,1061	2170,8	800	SI
Tablero cortina	1(3x4)	5,920	5	0,0363	6351,2	180	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	1(3x4)	5,920	120	0,7533	305,8	100	SI
Cortina de enrollar N°2 - Sur	1(3x4)	5,920	145	0,9013	255,6	100	SI
Cortina de enrollar N°3 - Norte	1(3x4)	5,920	60	0,3981	578,6	100	SI
Cortina de enrollar N°4 - Este (Futuro)	1(3x4)	5,920	150	0,9309	247,5	100	SI
Puerta rápida N°1 - Interior	1(3x4)	5,920	100	0,6349	362,8	100	SI
Puerta rápida N°2 - Interior	1(3x4)	5,920	125	0,7829	294,2	100	SI
Puerta rápida N°3 - Interior	1(3x4)	5,920	160	0,9901	232,7	100	SI
Recuperadora	3(1x50/25)	0,462	120	0,0621	3708,9	1700	SI
Extractores	2(3x10)	0,663	120	0,0862	2671,5	800	SI
Cargador de Batería	1(4x10)	2,290	160	0,3731	617,5	280	SI
TS-IT-01	1(3x35/16)	0,663	130	0,0929	2480,7	630	SI
TS-IT-02	1(3x35/16)	0,663	100	0,0730	3156,9	630	SI
TS-IT-03	1(3x25/16)	0,933	40	0,0440	5236,6	630	SI
TS-IT-04	1(4x10)	2,290	40	0,0983	2344,2	400	SI
TS-IT-0F	1(3x25/16)	0,933	100	0,1000	2304,3	630	SI
TS- Incendio	1(4x6)	3,950	50	0,2042	1128,3	250	SI

Tabla 76: Verificación de la corriente mínima de cortocircuito.

2.4.3.7 Verificación por caída de tensión

Para los circuitos seccionales y terminales, la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los valores siguientes:

- a) Circuitos terminales de uso general o especial: 3%.
- b) Circuitos de uso específicos que alimentan sólo motores: 5% en régimen.

No obstante, en ningún caso la caída de tensión en los circuitos seccionales deberá exceder del 1%, por lo tanto, el valor de la máxima caída de tensión en los circuitos terminales que no alimentan motores será del 2%, y en los que alimentan motores serán del 4%, tomado a partir del tablero seccional correspondiente.

Para su cálculo se podrá emplear el método indicado a continuación:

$$\Delta U = K * I * L * (R \cos\varphi + X \sen\varphi) [V]$$

Donde:

- K: constante igual a 2 para sistema monofásicos y $\sqrt{3}$ para circuitos trifásicos.
- I: Intensidad de la corriente de línea en ampere.
- L: Longitud de circuito en kilómetros (L es la distancia que separa los dos puntos entre los que se calcula la caída de tensión y no debe confundirse con la longitud que totalizan los conductores involucrados).
- R: resistencia eléctrica efectiva del conductor a la temperatura de servicio en [ohm/km].
- X: Reactancia de los conductores en [ohm/km].
- φ : Angulo de desfasaje entre tensión y la corriente.
- $\cos\varphi$: Factor de potencia, a falta de otros valores más precisos pueden utilizarse los siguientes:

A) $\cos\varphi = 0,85$ y $\sen\varphi = 0,53$.

B) Durante el arranque de motores: $\cos\varphi = 0.30$ y $\sen\varphi = 0,95$.

Los resultados para los circuitos conectados en el tablero principal se observarán a continuación:

Equipo	Cable instalado [mm ²]	lb/N° Circ. en paralelos [A]	R [ohm/km]	X [ohm/km]	Cos(φ)	Sen(φ)	Longitud [m]	DU [V]	DU %	Verificación DU %
ALIMENTADOR TABLERO TG	Barra Cu 3x2(1x120)+1x120	697,17	0,018	0,15	1	1	6	1,22	0,32	SI
Compresor Atlas copco - GA 18+	1(3x10)	33,07	2,29	0,086	0,85	0,53	50	5,70	1,50	SI
Compresor Sullair - S Energy 4507PV	1(3x35)	79,53	0,66	0,076	0,85	0,53	45	3,73	0,98	SI
Secador Sullair - RFA 500	1(2x4)	11,36	5,92	0,099	0,85	0,53	40	4,00	1,05	SI
Compresor root	1(4x6)	26,81	3,95	0,9	0,85	0,53	50	8,90	2,34	SI
Compresor root	1(4x6)	26,81	3,95	0,9	0,85	0,53	50	8,90	2,34	SI
Rompedora de bolsa	1(3x25/16)	44,69	0,93	0,078	0,85	0,53	50	3,22	0,85	SI
Descarga de materia prima	1(4x6)	23,18	3,95	0,9	0,85	0,53	15	2,31	0,61	SI
Tablero Extrusora 1 (Extrusores monosillos)	3X6 (1x240)	330,68	0,0987	0,0716	0,85	0,53	20	1,40	0,37	SI
Tablero Extrusora 2 (IBC)	3X4 (1x240) + 2(240)	234,99	0,0987	0,0716	0,85	0,53	50	2,48	0,65	SI
Puente grúa	1(4x4)	10,72	5,92	0,099	0,85	0,53	65	6,14	1,62	SI
Chiller ABF 110 PW (Se modificaron los motores)	1(3x35/16)	62,56	0,66	0,076	0,85	0,53	55	3,58	0,94	SI
Chiller ABF 40 PW	1(3x25/16)	46,36	0,93	0,078	0,85	0,53	55	3,67	0,97	SI
Chiller AXA 110	1(3x35/16)	80,44	0,66	0,076	0,85	0,53	45	3,77	0,99	SI
Dry Cooler ADC 380 S (Torre de enfriamiento)	1(4x10)	35,93	2,29	0,086	0,85	0,53	50	6,20	1,63	SI
Plegadoras	1(3x25/16)	56,31	0,93	0,078	0,85	0,53	110	8,92	2,35	SI
Final de línea	1(4x10)	27,71	2,29	0,086	0,85	0,53	125	11,95	3,14	SI
Horno	1(3x35/16)	57,20	0,66	0,076	0,85	0,53	150	8,94	2,35	SI
Tablero cortina	1(3x4)	15,01	5,92	0,099	0,85	0,53	5	0,66	0,17	SI
Cortina de enrollar N°1 - Sur	1(3x4)	2,68	5,92	0,099	0,85	0,53	120	2,83	0,75	SI
Cortina de enrollar N°2 - Sur	1(3x4)	2,68	5,92	0,099	0,85	0,53	145	3,42	0,90	SI
Cortina de enrollar N°3 - Norte	1(3x4)	2,68	5,92	0,099	0,85	0,53	60	1,42	0,37	SI
Cortina de enrollar N°4 -Este (Futuro)	1(3x4)	2,68	5,92	0,099	0,85	0,53	150	3,54	0,93	SI
Puerta rápida N°1 - Interior	1(3x4)	1,43	5,92	0,099	0,85	0,53	100	1,26	0,33	SI
Puerta rápida N°2 - Interior	1(3x4)	1,43	5,92	0,099	0,85	0,53	125	1,57	0,41	SI
Puerta rápida N°3 - Interior	1(3x4)	1,43	5,92	0,099	0,85	0,53	160	2,01	0,53	SI
Recuperadora	3(1x50/25)	149,61	0,464	0,077	0,85	0,53	120	13,53	3,56	SI
Extractores	2(3x10)	27,15	2,29	0,086	0,85	0,53	120	11,24	2,96	SI
Cargador de Batería	1(4x10)	17,87	2,29	0,086	0,85	0,53	160	9,87	2,60	SI
TS-IT-01	1(3x35/16)	33,07	0,66	0,076	0,85	0,53	130	4,48	1,18	SI
TS-IT-02	1(3x35/16)	9,81	0,66	0,076	0,85	0,53	100	1,02	0,27	SI
TS-IT-03	1(3x25/16)	11,64	0,93	0,078	0,85	0,53	40	0,67	0,18	SI
TS-IT-04	1(4x10)	5,42	2,29	0,086	0,85	0,53	40	0,75	0,20	SI
TS-IT-0F	1(3x25/16)	33,07	0,93	0,078	0,85	0,53	100	4,76	1,25	SI
TS- Incendio	1(4x6)	16,98	3,95	0,9	0,85	0,53	50	5,64	1,48	SI

Tabla 77: Verificación por caída de tensión.

2.4.3.8 Cálculos de los tableros seccionales.

En el plano 19 de la sección ANEXO se puede visualizar el diagrama unifilar del tablero seccional oficina y seguidamente se observa los cálculos realizados para los circuitos terminales correspondientes.

PLANILLA RESUMEN																
Ambiente	Tablero Seccional OF															Circuito seccional of CSOF
	IUG C1	TUE C2	IUG C3	IUG C4	IUG C5	IUG C6	TUG C7	TUG C8	TUG C9	ATE C13	ATE C14	ATE C15	OCE C10	OCE C11	OCE C12	
Distribución de bocas																
Comedor				3					4						1	
Baños				1	5	9			2	2						
Pasillo					4											
Sala de espera									1							
Sala de reuniones				4					1						1	
Contaduría				2					1		6	2		1		
Jefe de planta			2								2			1		
Servidores			2						1							
Laboratorio			4				9						2	1	1	
Mantenimiento			2						3			4	1			
Taller	6															
Pañon	4	3	1													
Tipo de circuito	Usos Generales	Usos especiales	Usos Generales				Usos Generales			Alimentación con tensión estabilizada (por bandeja)			OCE (Aires)			Seccional
Cantidad de Bocas	10	4	10	10	9	9	9	9	6	6	6	2	2	3	2	
DPMS por circuito (V.A)	1500	3300	1500	1500	1350	1350	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2112	3168	2112	
Fase	R	R-S-T	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	
DPMS para GE	13800															
DPMS cargas Especificas	17292															
Coef. de simultaneidad	0,7															
Carga total (V.A)	21764,4															
n°. de Fases	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Un (V)	220	380	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	380
IB (A)	6,8	5,0	6,8	6,8	6,1	6,1	10	10	10	10	10	10	9,6	14,4	9,6	33,1
Circuito R [A]	36,7															
Circuito S [A]	33,3															
Circuito T [A]	29,0															
Sección L, N (mm²)	2,5	6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	1(3x25/16)
Sección Pe (mm²)	2,5	6,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	4,00	4,00	4,00	16,0
Iadm (A)	21	36	21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	26	26	26	88
Factor de correcc.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,78
IZ (A)	21	36	21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	26	26	26	68,6
In (A)	10	32	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	25	25	25	63
L (m)	30	20,00	15,00	35,00	30,00	25,00	15,00	20,00	30,00	20,00	15,00	15,00	15,00	20,00	35,00	100,00
R [ohm/m]	0,00955	0,00395	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00592	0,00592	0,00592	0,000663
ΔU (V)	3,32	0,58	1,66	3,87	2,99	2,49	2,44	3,25	4,70	3,25	2,44	2,44	1,45	2,90	3,38	
ΔUCT (%)	1,51	0,15	0,75	1,76	1,36	1,13	1,11	1,48	2,14	1,48	1,11	1,11	0,66	1,32	1,54	
ΔUTSG (%)	0,85															
ΔUTotal (%)	2,36	1,00	1,60	2,61	2,21	1,98	1,96	2,33	2,99	2,33	1,96	1,96	1,51	2,17	2,39	
Verificación por caída de tensión	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Ikmax. (A)	762,2	1798,3	1265,5	672,9	762,2	878,7	1265,5	1037,2	762,2	1037,2	1265,5	1265,5	1689,8	1429,3	977,4	3727,5
I2(A)	14,5	46,4	14,5	14,5	14,5	14,5	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	36,25	36,25	36,25	91,35
1,45*I2(A)	30,45	52,2	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	29	29	29	29	29	37,7	37,7	37,7	99,5
Verificación por sobrecarga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Ikmin.(A)	579,8	1371,5	963,9	511,8	579,8	668,6	963,9	789,6	579,8	789,6	963,9	963,9	1288,4	1089,1	743,9	2856,3
10*Iin(A)	100	320	100	100	100	100	160	160	160	160	160	160	250	250	250	630
Verificación Ikmin.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S².k² (A²s)	82656,25	476100	82656,25	82656,25	82656,25	82656,25	82656,25	82656,25	82656,25	82656,25	82656,25	82656,25	211600	211600	211600	8265625
I².t (A²s)	42000	55000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	55000	55000	55000	55000
Verificación por máxima exigencia térmica	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 78: Tablero seccional oficinas.

Seguidamente se mencionará el resumen del Tablero seccional 1 y el unifilar correspondiente se visualizará en el plano 20.

PLANILLA RESUMEN							
Ambiente	Tablero Seccional 1						Circuito seccional 1
	ITE C1	ITE C2	ITE C3	ITE C4	IUG C5	TUE C6	CS1
Rack entrada		1		1	1	2	
Pasillo 1		1	3	1			
Rack 2		2		2	1		
Pasillo 2		1	3	1	1		
Rack 3		2		2			
Pasillo 3		1	3	1	2	2	
Exterior entrada	5						
Tipo de circuito	Uso específico				Emergencia	Uso Especial	Seccional
Cantidad de Bocas	5	8	9	8	5	4	
DPMS por circuito (V.A)	400	600	600	600	495	3300	
DPMS para GE	3300						
DPMS cargas Específicas	2695						
Coef. de simultaneidad	1	1	1	1	0,1	0,7	
Carga total (V.A)	5005,00						
n°. de Fases	3	3	3	3	1	3	3
Un (V)	220	220	220	220	220	380	380
IB (A)	1,8	2,7	2,7	2,7	2,3	5,0	7,6
Sección L, N (mm ²)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	6,00	1(3x35/16)
Sección Pe (mm ²)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	6,00	16,0
Iadm (A)	20	20	20	20	20	37	110
Factor de correcc.	1	1	1	1	1	1	0,78
IZ (A)	20	20	20	20	20	37	85,8
In (A)	10	10	10	10	10	32	63
L (m)	55,00	40,00	60,00	70,00	45,00	65,00	130,00
R [ohm/m]	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00395	0,000663
ΔU (V)	1,32	1,44	2,17	2,53	1,55	1,78	
ΔUCT (%)	0,60	0,66	0,98	1,15	0,70	0,47	
ΔUTSG (%)							0,25
ΔUTotal (%)	0,86	0,91	1,24	1,40	0,96	0,72	
Verificación por caída de tensión	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
I2(A)	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	46,40	91,35
1,45*Iz(A)	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	53,65	124,41
Verificación por sobrecarga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Ikmax. (A)	443,58	577,21	411,80	360,19	524,54	783,61	2934,80
Ikmin.(A)	337,19	438,91	313,01	273,75	398,81	596,16	2244,47
10*In(A)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	320,00	630,00
Verificación Ikmin	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S ² .k ² (A ² s)	82656	82656	82656	82656	82656	476100	16200625
I ² .t (A ² s)	42000	42000	42000	42000	42000	55000	55000
Verificación por máxima exigencia térmica	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 79: Resumen tablero seccional 1.

Distribución del circuito ITE:

ITE 1	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	
Total [W]	400	400	200
ITE 2	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	
Total [W]	600	600	400
ITE 3	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total [W]	600	600	600
ITE 4	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	
Total [W]	600	600	400

Tabla 80: ITE - TSI

En la tabla 81 se señalará el resumen del Tablero seccional 2 y el unifilar correspondiente se visualizará en el plano 21.

PLANILLA RESUMEN										
	Tablero Seccional 2									Circuito seccional 2
Ambiente	ITE C1	ITE C2	ITE C3	ITE C4	ITE C5	ITE C6	ITE C7	IUG C8	TUE	CS2
	Distribución de bocas									
Final de línea				4		6		3		
Plegadora 1						3	6		2	
Plegadora 2				2	4					
Pasillo 4				3	2				2	
Depósito de bobina	3	4	3							
Pasillo 5	2	1	2							
Pasillo 6	2	1	2							
Pasillo 7	2	1	2					2	2	
Tipo de circuito	Usos Especiales							Emergencia	Usos Especiales	Seccional
Cantidad de Bocas	9	7	9	9	6	9	6	5	6	
DPMS por circuito (V.A)	600	600	600	600	400	600	400	495	3300	
DPMS para GE	3795									
DPMS cargas Especificas	3800									
Coef. de simultaneidad	1	1	1	1	1	1	1	0,1	0,7	
Carga total (V.A)	6455,00									
n°. de Fases	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3
Un (V)	220	220	220	220	220	220	220	220	380	380
IB (A)	2,7	2,7	2,7	2,7	1,8	2,7	1,8	2,3	5	9,8
Sección L, N (mm²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	6,00	1(3x35/16)
Sección Pe (mm²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	6,00	16,0
Iadm (A)	20	20	20	20	20	20	20	20	37	110
Factor de correcc.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,78
IZ (A)	20	20	20	20	20	20	20	20	37	85,8
In (A)	10	10	10	10	10	10	10	10	32	63
L (m)	80,00	90,00	95,00	30,00	40,00	70,00	80,00	30,00	60,00	110,00
R [ohm/m]	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00395	0,000663
ΔU (V)	2,89	3,25	3,43	1,08	0,96	2,53	1,92	1,03	1,65	
ΔUCT (%)	1,31	1,48	1,56	0,49	0,44	1,15	0,87	0,47	0,43	
ΔUTSG (%)										0,28
ΔUTotal (%)	1,59	1,75	1,84	0,77	0,71	1,43	1,15	0,75	0,71	
Verificación por caída de tensión	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
I2	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	46,40	91,35
1,45*Iz	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	53,65	124,41
Verificación por sobrecarga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Ikmax. (A)	325,1	292,1	277,9	748,4	593,8	366,6	325,1	748,4	865,1	3419,6
Ikmin.(A)	247,06	221,94	211,20	569,31	451,52	278,60	247,06	569,31	658,32	2618,35
10*In	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	320,00	630,00
Verificación Ikmin	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S².k² (A²s)	82656	82656	82656	82656	82656	82656	82656	82656	476100	16200625
I².t (A²s)	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	55000	55000
Verificación por máxima exigencia térmica	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 81: Resumen tablero seccional 2.

Distribución de iluminaría de los circuitos ITE en el tablero seccional 2.

ITE 1	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total[W]	600	600	600
ITE 2	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total[W]	600	600	400
ITE 3	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total[W]	600	600	600
ITE 4	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total[W]	600	600	600
ITE 5	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
Total[W]	400	400	400
ITE 6	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total[W]	600	600	600
ITE 7	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
Total[W]	400	400	400

Tabla 82:ITE - TS2

Luego en la tabla 83 se observará el resumen del Tablero seccional 3 y el unifilar correspondiente se visualizará en el plano 22.

PLANILLA RESUMEN											
	Tablero Seccional 3										Circuito Seccional
Ambiente	ITE C1	ITE C2	IUG C3	ITE C4	ITE C5	ITE C6	ITE C7	ITE C8	ITE C9	TUE C10	CS3
Distribución de bocas											
Bobinador						6	9	1		2	
Extrusora				9	9			1		2	
Descarga de materia prima		2									
Recuperadora		6									
Sala de trafo			9								
Perimetro de la fábrica	10									2	
Torre									12		
Tipo de circuito	Usos Especificos Exterior	Usos Especificos	Uso General Fase R	Usos especificos				Uso general fase S(Emergencia)	Usos Especificos (Torre)	Usos Especiales	Seccional
Cantidad de Bocas	10	8	9	9	9	6	9	2	12	6	
DPMS por circuito (V.A)	600	400	1350	600	600	400	600	300	800	3300	
DPMS para GE	4650										
DPMS cargas Especificas	4300										
Coef. de simultaneidad	1	1	0,7	1	1	1	1	1	1	0,7	
Carga total (V.A)	7660,00										
n°. de Fases	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Un (V)	220	220	220	220	220	220	220	220	220	380	380
IB (A)	2,7	1,8	6,1	2,7	2,7	1,8	2,7	1,4	3,6	5,0	11,6
Sección L, N (mm²)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	6,00	1(3x25/16)
Sección Pe (mm²)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	6,00	16,0
Iadm (A)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	37	88
Factor de correcc.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,78
Iz (A)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	37	68,64
In (A)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	32	63
L (m)	140,00	65,00	45,00	55,00	35,00	95,00	85,00	50,00	100,00	50,00	35,00
R [ohm/m]	0,00395	0,00955	0,00955	0,00955	0,00955	0,00395	0,00395	0,00955	0,00395	0,00395	0,000933
ΔU (V)	2,09	1,56	3,65	1,98	1,26	0,95	1,27	1,04	1,99	1,37	
ΔUCT (%)	0,95	0,71	1,66	0,90	0,57	0,43	0,58	0,47	0,90	0,36	
ΔUTSG (%)											0,15
ΔUTotal (%)	1,10	0,86	1,81	1,05	0,72	0,58	0,72	0,62	1,05	0,51	
Verificación por caída de tensión	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
I2	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	46,40	91,35
1,45*Iz	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	53,65	99,53
Verificación por sobrecarga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Ikmax. (A)	462,9	415,4	584,3	485,6	733,4	661,0	730,5	530,4	631,0	1155,7	6863,7
Verificación Ikmin.(A)	351,87	315,76	444,33	369,17	557,91	502,74	555,68	403,28	479,88	880,07	5299,89
10*In	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	320,00	630,00
Verificación Ikmin	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S².k² (A²s)	82656	82656	82656	82656	82656	82656	82656	82656	82656	476100	8265625
I².t (A²s)	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	55000	55000
Verificación por máxima exigencia térmica	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 83: Resumen tablero seccional 3.

Distribución de iluminaría de los circuitos ITE en el tablero seccional 3.

ITE 1	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	
Total [W]	600	600	400
ITE 2	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	
Total [W]	600	600	400
ITE 4	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total [W]	600	600	600
ITE 5	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total [W]	600	600	600
ITE 6	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
Total [W]	400	400	400
ITE 7	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total [W]	600	600	600
ITE 9	R [W]	S[W]	T[W]
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
	200	200	200
Total[W]	800	800	800

Tabla 84: ITE - TS3

Finalmente, en la tabla 85 se visualizará el resumen del Tablero seccional 3 y el unifilar correspondiente se visualiza en el plano 23.

PLANILLA RESUMEN					
	Tablero Seccional 4				Circuito seccional
Ambiente	IUG C1	IUG C2	IUG C3	TUE C4	CS4
	Distribución de bocas				
Sala de tinta			2		
Sala bomba de incendio	4			2	
Sala de máquina		6		2	
Tipo de circuito	Uso general Fase R	Uso general Fase S	Uso general Fase T	Usos Especiales	Seccional
Cantidad de Bocas	4	6	2	4	
DPMS por circuito (V.A)	600	900	300	3300	
DPMS para GE	5100				
DPMS cargas Especificas					
Coef. de simultaneidad	0,7				
Carga total (V.A)	3570,00				
n°. de Fases	2	2	2	3	3
Un (V)	220	220	220	380	380
IB (A)	2,73	4,09	1,36	5	5,4
Sección L, N (mm ²)	2,50	2,50	2,50	6,00	10
Sección Pe (mm ²)	2,50	2,50	2,50	6,00	10,0
Iadm (A)	20	20	20	37	52
Factor de correcc.	1	1	1	1	0,78
IZ (A)	20	20	20	37	40,56
In (A)	10	10	10	32	63
L (m)	35,00	10,00	40,00	30,00	40,00
R [ohm/m]	0,00955	0,00955	0,00955	0,00395	0,00395
ΔU (V)	1,26	0,54	0,72	0,82	1,19
ΔUCT (%)	0,57	0,25	0,33	0,22	
ΔUTSG (%)					0,33202978
ΔUTotal (%)	0,91	0,58	0,66	0,55	
Verificación por caída de tensión	Si	Si	Si	Si	SI
I2	14,50	14,50	14,50	46,40	91,35
1,45*Iz	29,00	29,00	29,00	53,65	58,81
Verificación por sobrecarga	Si	Si	Si	Si	Si
Ikmax. (A)	549,4	1052,3	501,5	967,0	1660,1
Verificación Ikmin.(A)	417,75	801,10	381,26	736,03	1265,70
10*In	100,00	100,00	100,00	320,00	630,00
Verificación Ikmin	SI	SI	SI	SI	SI
S ² .k ² (A ² s)	82656	82656	82656	476100	1322500
I ² .t (A ² s)	42000	42000	42000	55000	55000
Verificación por máxima exigencia térmica	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 85: Resumen tablero seccional 4.

2.1.5 Resultados obtenidos

Potencia del transformador: 2500[KVA].

Potencia instalada: 2601,2 [KVA].

Potencia consumida 955[KVA].

Se verifica que en el tablero principal se podrá instalar el compresor y secador de la sección 2.1 y el sistema de extracción general de la sección 2.3, dicho sistema esta agregado a los cálculos eléctricos debido a que se debió realizar la instalación mencionada.

El tablero de final de línea tiene un consumo de 11[A] con una sección de 10[mm²] con lo cual se podrá instalar en dicho tablero la modificación de la sección 2.2 ya que el consumo agregado es de 20[A] y la sección instalada soporta 52[A].

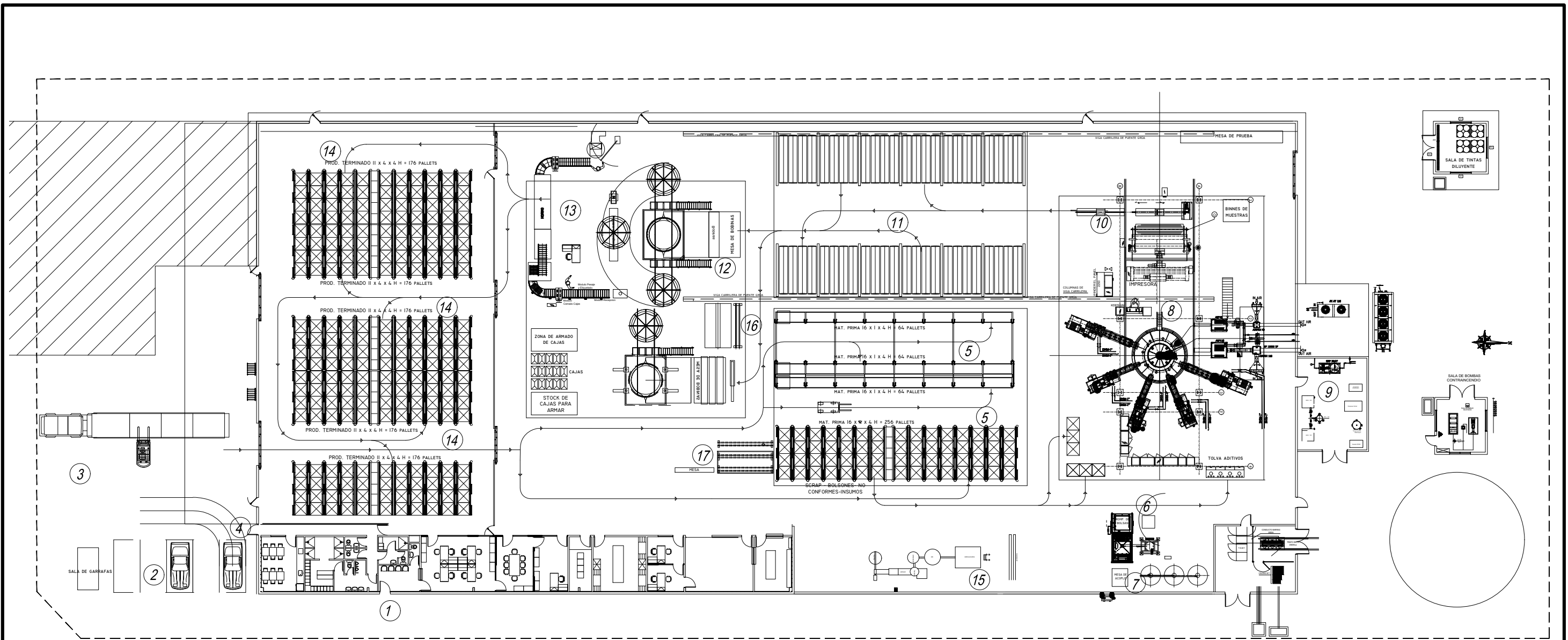
Se deberá modificar los interruptores de las cortinas debido a que no verifica el poder de corte.

La recuperadora que se agregará tiene un consumo de 435[KVA] mientras que para el segundo sistema de extrusión de 7 capas la potencia consumida será de 1400[KVA] con lo cual no se podrán agregar los dos sistemas al transformador existente, se recomienda instalar el segundo sistema de extrusión en el transformador existente e instalar una segunda subestación transformadora de 500[KVA].

3 ANEXO

4 Bibliografía

- Manual de aire comprimido 8va edición, Atlas Copco.
- Transporte de fluidos por cañerías, Industec.
- Prontuario Básico de fluidos, J. R. Viloría.
- Catálogo Sullair.
- Técnica de transporte, MK Technology group.
- Bases de planificación, Interroll,
- Lentax motoreductores a sin fin y corona. Catálogo N° 122. Edición 08-10-2018.
- Manual práctico de ventilación S&P.
- Decreto 351/79, reglamentario de la ley 19587 de higiene y seguridad en el trabajo.
- Catálogo Gatti ventilación.
- Manual práctico de ventilación Salvador Escoda S.A.
- Ventilación y uso de medidores de dióxido de carbono – Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Argentina, edición junio 2021
- Reglamentación para la ejecución de instalación eléctricas en inmuebles AEA 90364, parte 7 – Reglas particulares para las instalaciones en lugares y locales especiales, sección 771 – viviendas, oficinas y locas unitarios. edición marzo 2006.
- Corrientes de cortocircuitos. Cálculos de los efectos. AEA 90865, parte 1 definiciones y métodos de cálculo. Edición junio 2013.
- Cuaderno técnico n° 158. Schneider Electric.
- Catálogo General. Cables para baja tensión. PRYSMIAN.

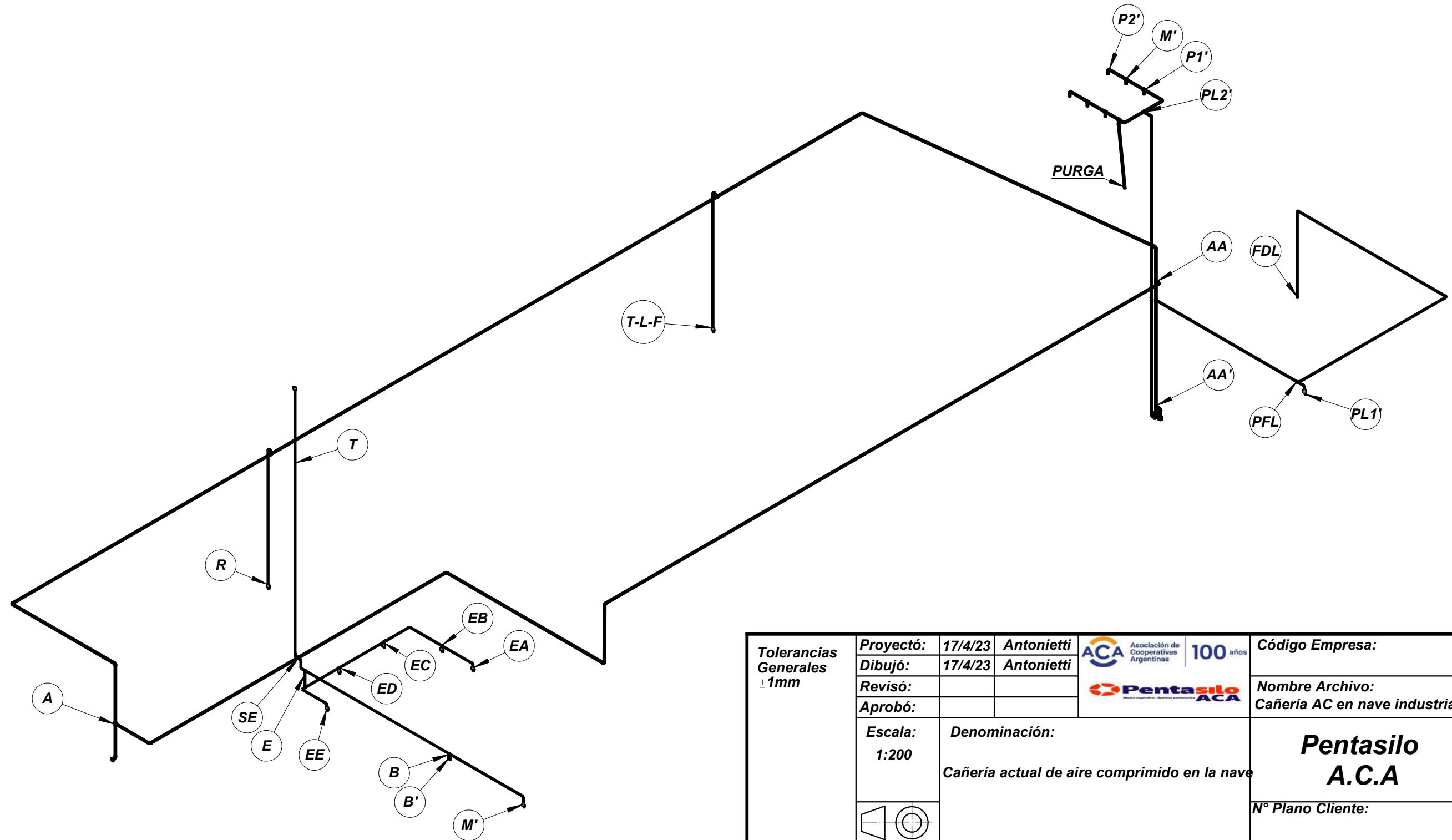


REFERENCIAS:

1	ACCESO PEATONAL	10	UBICACIÓN DE BOBINAS TERMINADAS
2	ESTACIONAMIENTO	11	ALMACENAMIENTO DE BOBINAS
3	PLAYA DE CARGA Y DESCARGA	12	PLEGADORA DE SILO BOLSA
4	ACCESO DE PERSONAL A LA PLANTA	13	FINAL DE LÍNEA
5	ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	14	ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINANDO
6	ROMPEDORA DE BOLSA	15	RECUPERADORA
7	SILOS DE ALMACENAMIENTO	16	DOBLADORA DE MANTAS
8	EXTRUSORA - BANDERA	17	FRACIONADORA
9	SALA DE MÁQUINAS		

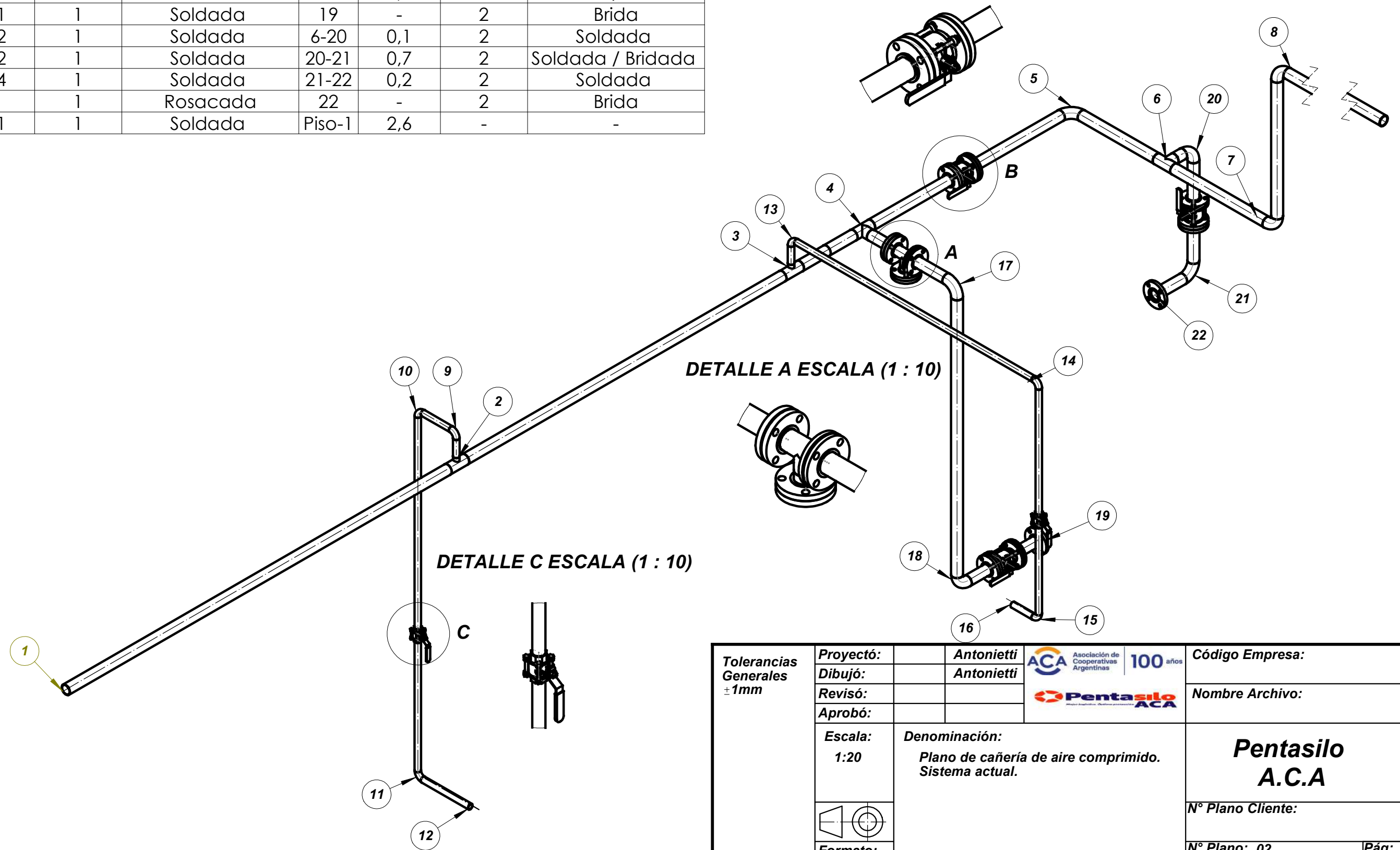
Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	03/04/23	Antonietti	Código Empresa:	
	Dibujó:	03/04/23	Antonietti		Nombre Archivo:
	Revisó:			0 ACTUAL	
	Aprobó:				
Escala:	Denominación:			Pentasilos ACA	
ND	LAYOUT ACTUAL				
				Nº Plano Cliente:	
Formato:				Nº Plano:	Pág:
A3				1	1/1

TRAMO	LONGITUD [m]	DIÁMETRO [in]	TRAMO	LONGITUD [m]	DIÁMETRO [in]
A-AA	200	2	AA-AA'	8	2
SE-E	3	1/2	PL1'	10	1
E-B	15	1/2	PL2'	20	2
AA-PFL	10	1	FDL	20	1/2
B-M'	8	1/2	R	8	1/2
B'	1	1/2	T-L-F	8	1/2
E'	2	1/2	PL2'-P1'	2,5	1
EA'-EE'	13	1/2	P1'-M'	1,2	1
T	20	1/2	M'-P2'	1,2	3/4



Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	17/4/23	Antonietti	 Asociación de Cooperativas Argentinas	100 años	Código Empresa:
	Dibujó:	17/4/23	Antonietti			Nombre Archivo:
	Revisó:				Cañería AC en nave industrial	
	Aprobó:				Pentasilos A.C.A	
Escala: 1:200	Denominación:					N° Plano Cliente:
Cañería actual de aire comprimido en la nave						N° Plano:
	Formato:					Pág:
A3						2
					1/1	

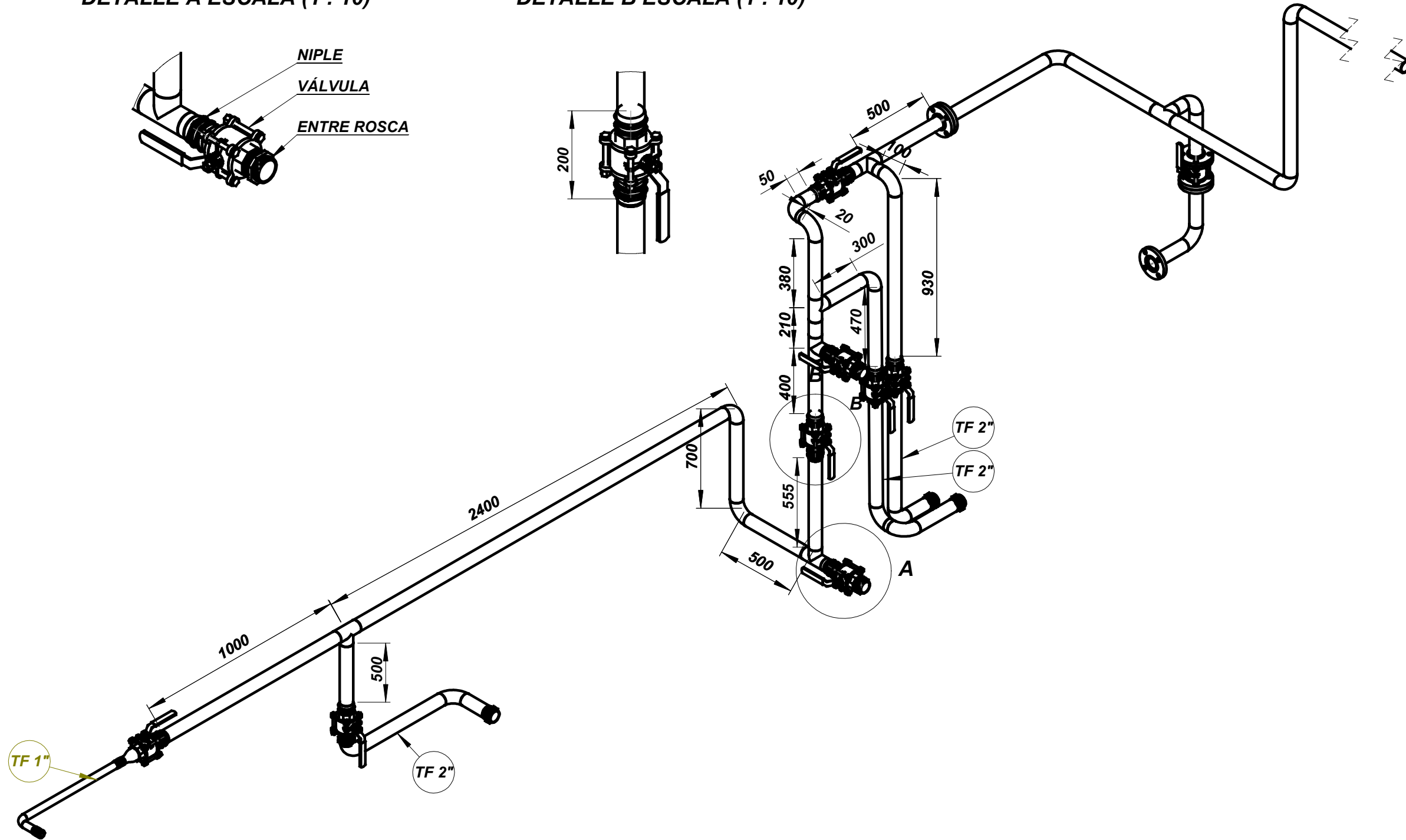
Tramo	Longitud [m]	Diámetro [in]	Unión	Tramo	Longitud [m]	Diámetro [in]	Unión
1-2	2,8	2	Soldada	13-14	1,7	1	Soldada
2-3	2,4	2	Soldada	14-15	1,4	1	Soldada
3-4	0,5	2	Soldada	15-16	0,2	1	Soldada
4-5	1,5	2	Soldada / Bridada	16	-	1	Rosacada
5-6	0,6	2	Soldada	4-17	0,6	2	Soldada / Bridada
6-7	0,8	2	Soldada	17-18	1,8	2	Soldada
7-8	1	2	Soldada	18-19	0,5	2	Soldada / Bridada
2-9	0,1	1	Soldada	19	-	2	Brida
9-10	0,2	1	Soldada	6-20	0,1	2	Soldada
10-11	2,2	1	Soldada	20-21	0,7	2	Soldada / Bridada
11-12	0,4	1	Soldada	21-22	0,2	2	Soldada
12	-	1	Rosacada	22	-	2	Brida
3-13	0,1	1	Soldada	Piso-1	2,6	-	-



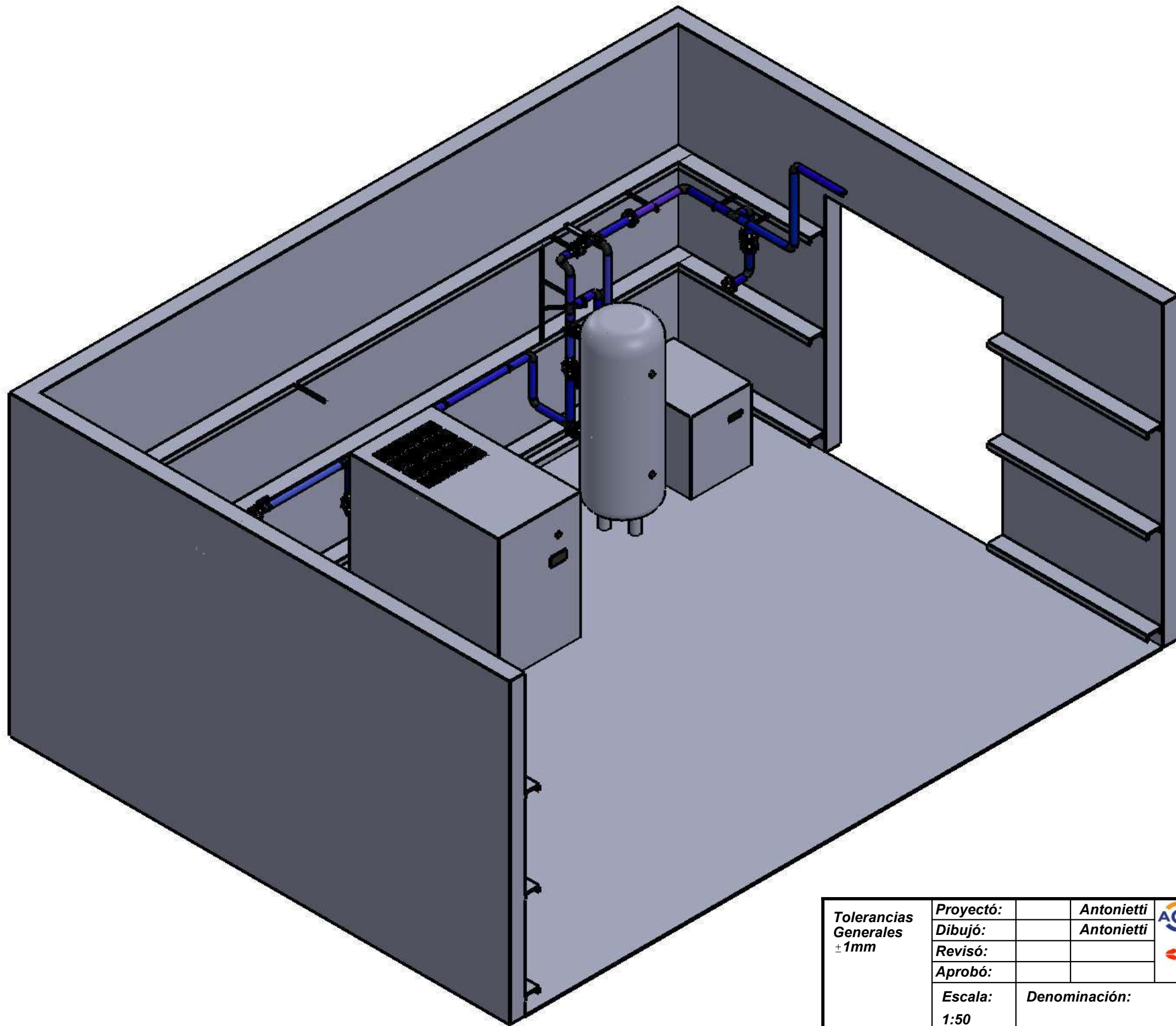
Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	Antonietti	ACA Asociación de Cooperativas Argentinas 100 años	Código Empresa:	
	Dibujó:	Antonietti		Nombre Archivo:	
	Revisó:		Pentasilos ACA	Pentasilos A.C.A	
	Aprobó:				
Formato:	A3	Denominación: Plano de cañería de aire comprimido. Sistema actual.		N° Plano Cliente:	
				N° Plano: 02	Pág: 1/1

DETALLE A ESCALA (1 : 10)

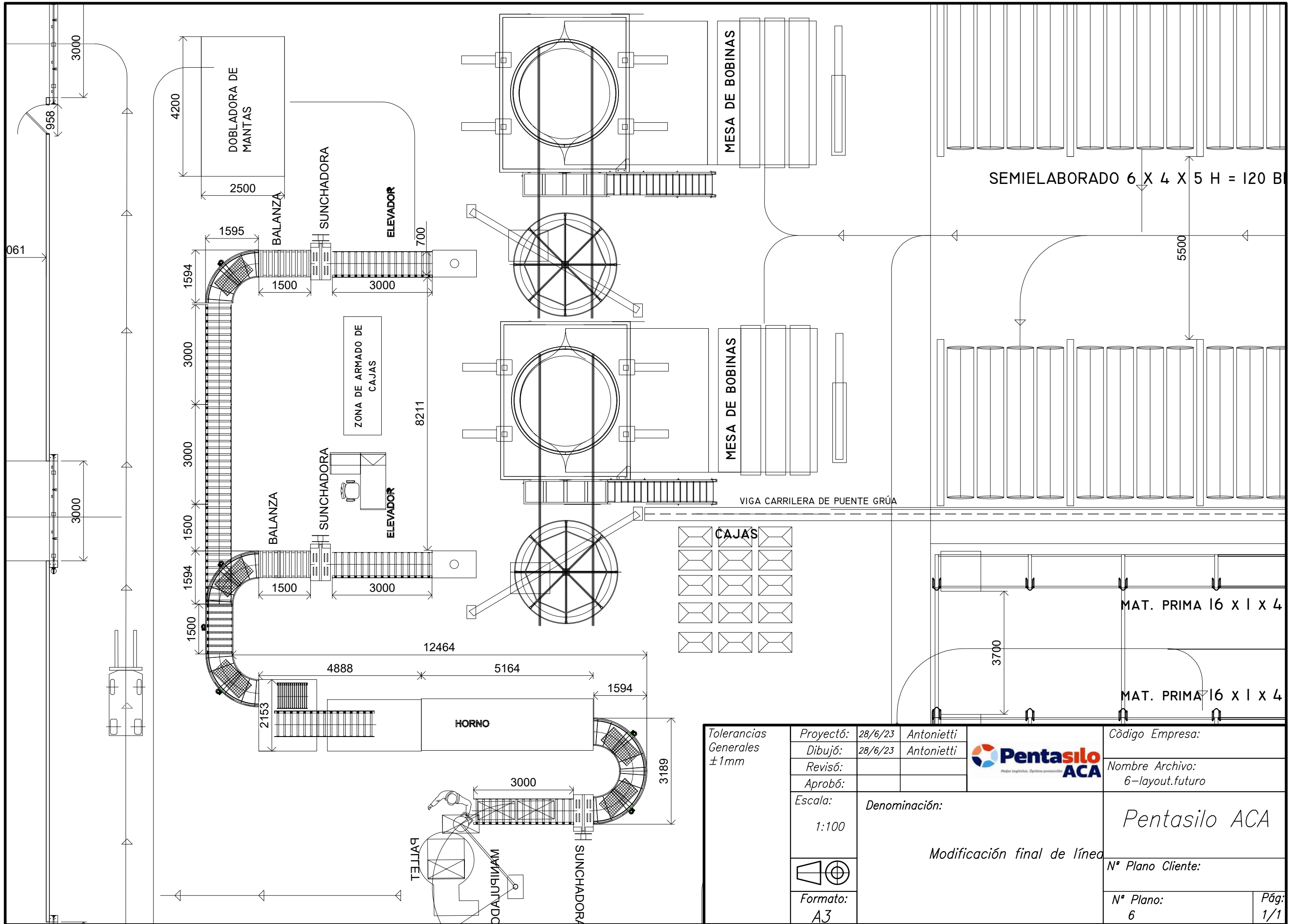
DETALLE B ESCALA (1 : 10)



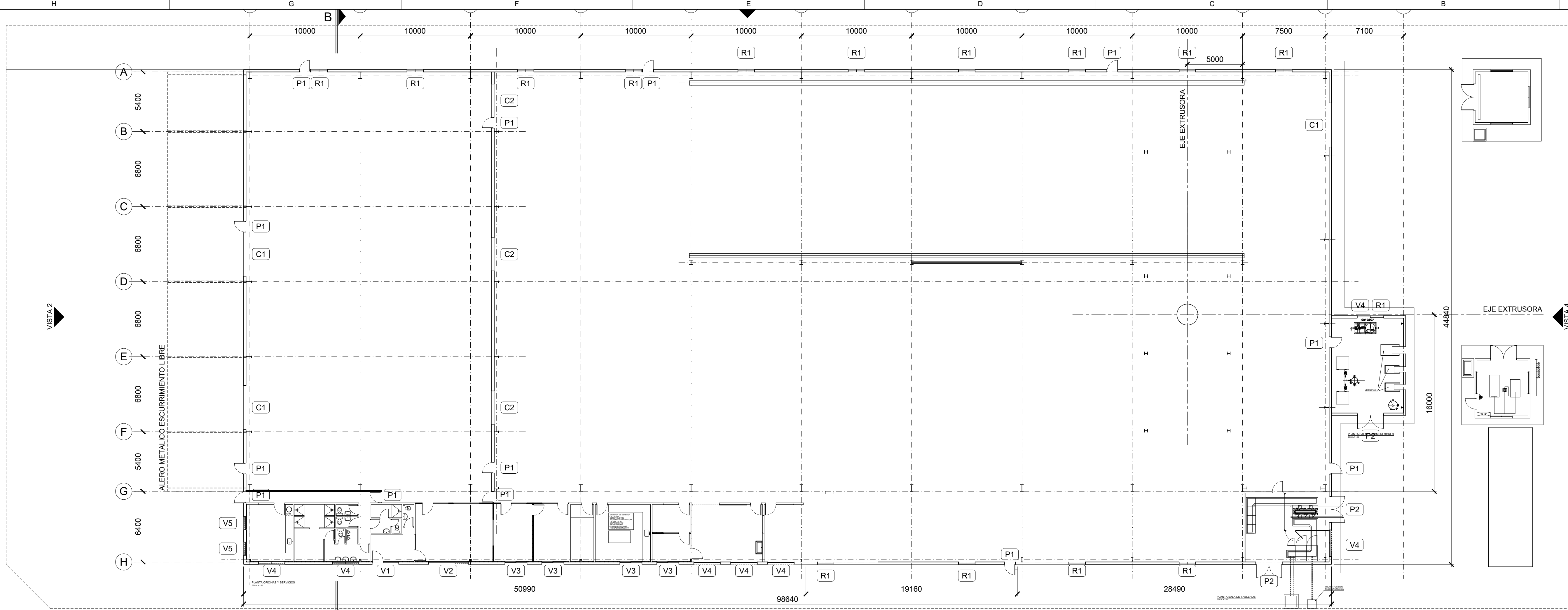
Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	Antonietti	 Asociación de Cooperativas Argentinas	Código Empresa:
	Dibujó:	Antonietti		100 años
	Revisó:		 Pentasilos ACA	Pentasilos A.C.A
	Aprobó:			
Escala:	Denominación:			N° Plano: 3
1:20	Modificación en sala de máquinas			
Formato:				Pág: 1/1
A3				



Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	Antonietti	 Asociación de Cooperativas Argentinas		Código Empresa:
	Dibujó:	Antonietti			Nombre Archivo:
	Revisó:			Pentasilos A.C.A	
	Aprobó:				N° Plano Cliente:
Escala: 1:50	Denominación: Renderizado sala de máquinas			N° Plano: 3	Pág: 2/2
	Formato: A3				

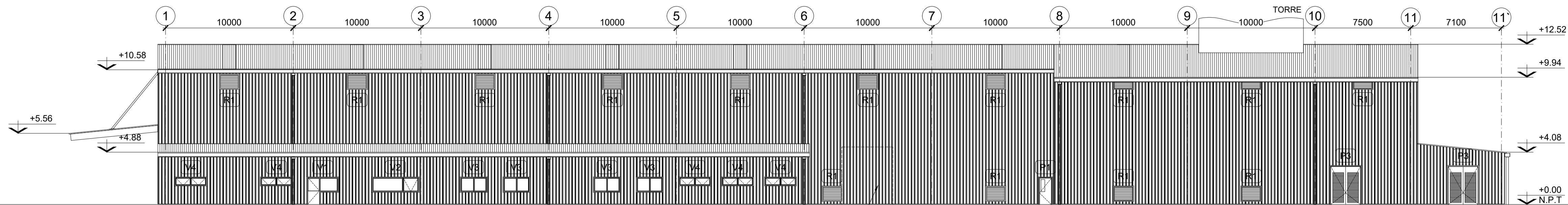


Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	28/6/23	Antonietti	Código Empresa:
	Dibujó:	28/6/23	Antonietti	Nombre Archivo: 6-layout.futuro
	Revisó:			Pentasillo ACA <small>Mejor Ingeniería. Óptima producción.</small>
	Aprobó:			
Escala:	Denominación:			Pentasillo ACA
1:100	Modificación final de línea			
Formato:	A3			Nº Plano Cliente:
				Nº Plano: 6
				Pág: 1/1



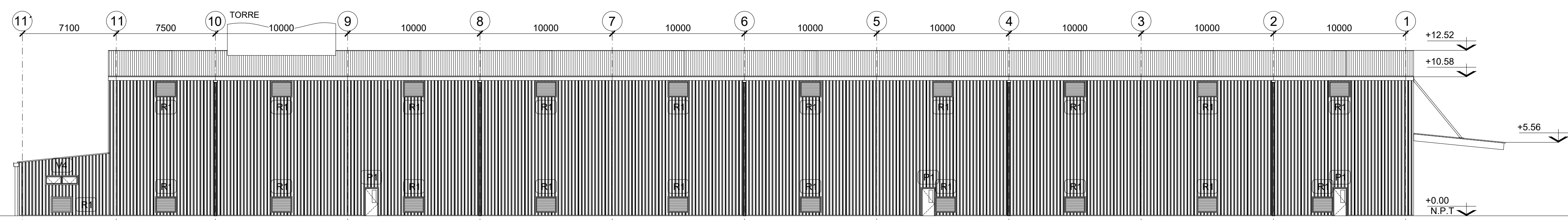
PLANTA NAVE INDUSTRIAL

ESCALA 1:200



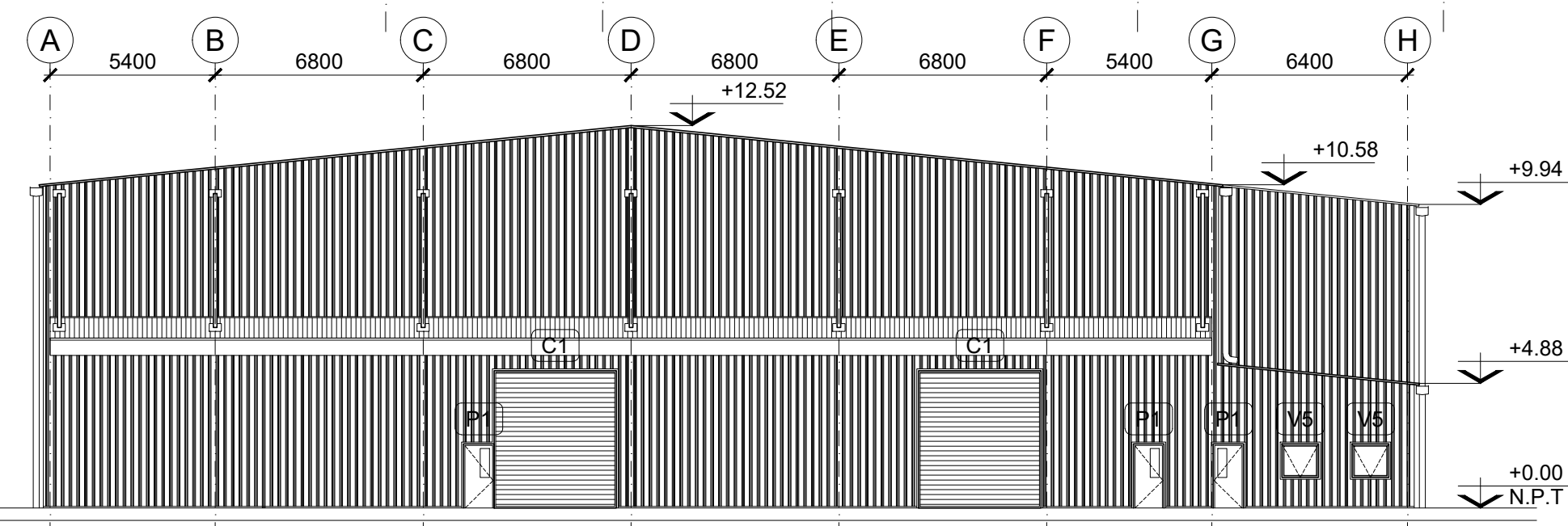
VISTA 1

ESCALA 1:200



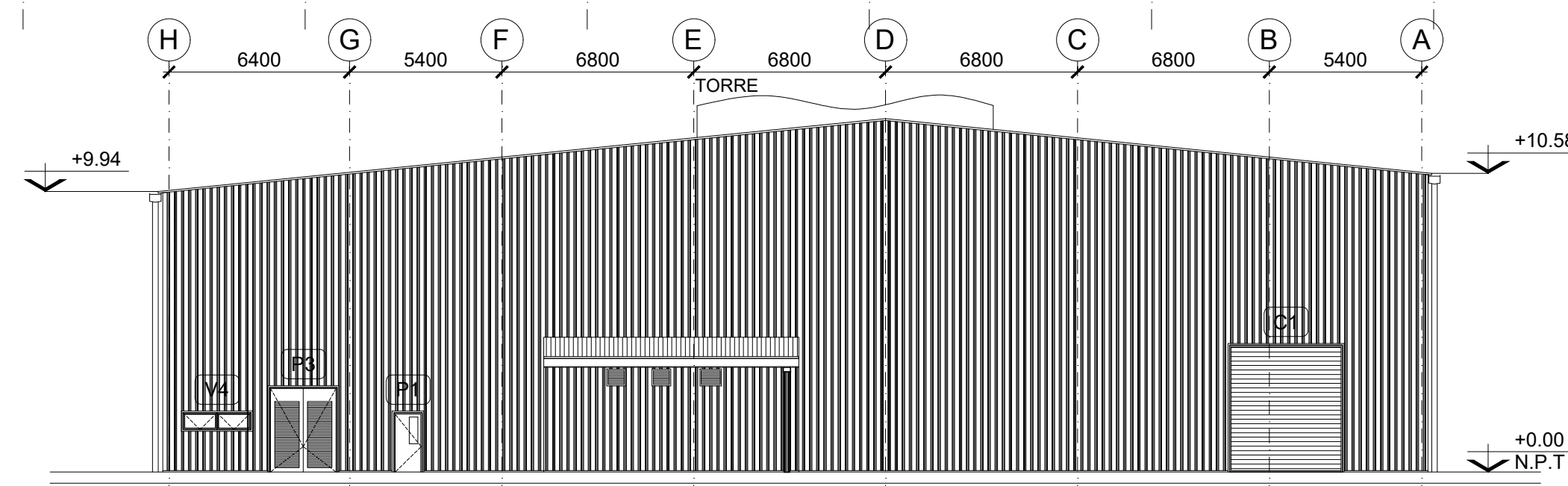
VISTA 3

ESCALA 1:200



VISTA 2

ESCALA 1:200



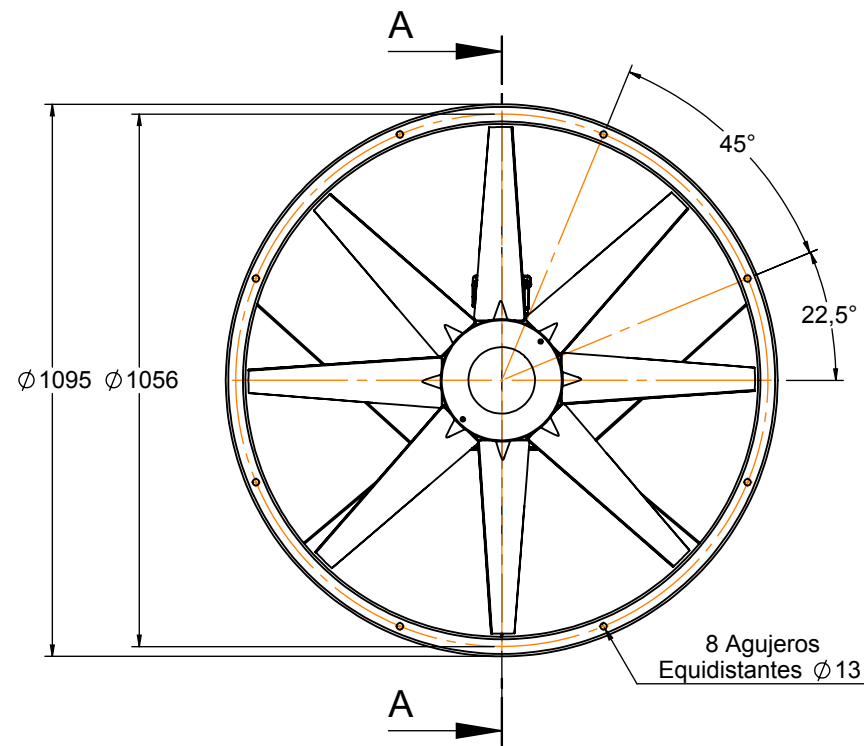
VISTA 4

ESCALA 1:200

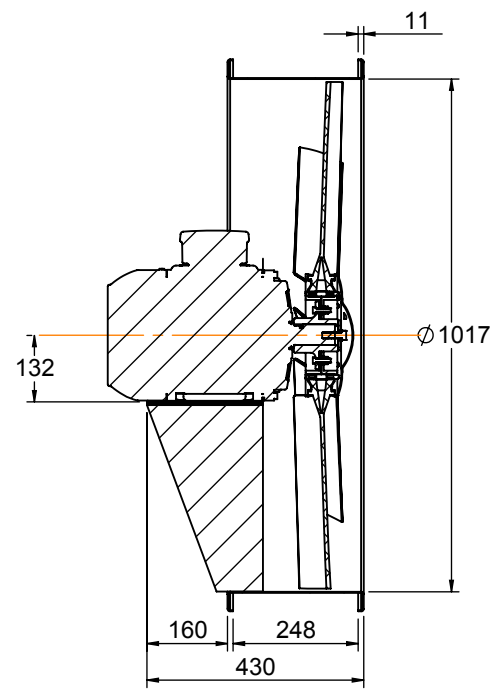
NO APTO PARA CONSTRUCCION

NOTAS:
 1-TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MM.
 2-TODAS LOS NIVELES ESTAN EXPRESADOS EN M.
SIMBOLOGIA
 N.P.T.: NIVEL PISO TERMINADO
DOCUMENTOS DE REFERENCIA:
 ACA SILO BOLSA - GENERAL LAYOUT
DOCUMENTOS RELACIONADOS:
 -VER DOCUMENTOS RELACIONADOS EN 2099-000-GLD001 ACA SILO BOLSA - LISTADO DE DOCUMENTOS INDICADOS COMO 2099-000 - ADR

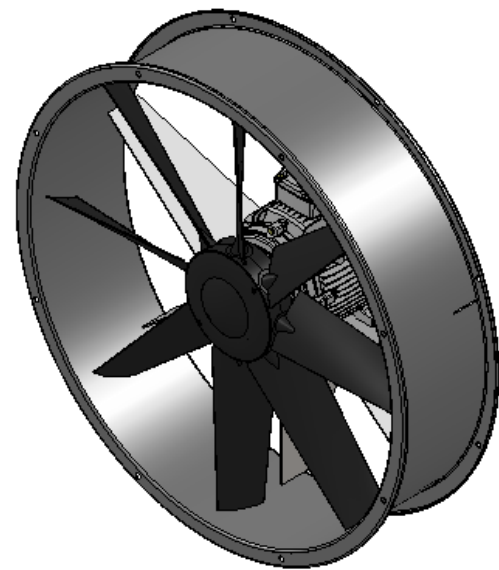
EMISION PARA COTIZACION	18-02-14	ALM	JLH	
EMISION PARA COTIZACION	04-02-14	ALM	JLH	
EMISION PARA COMENTARIOS	03-12-13	ALM	JLH	
REVISANT:	DESCRIPCION	FECHA	EJEC.	CONTR.
EJECUTO: HB PROYECTO: ITEP CONTROL: JLH APROBO: FECHA: 21/10/13 ESCALA: INDICADAS		ASOCIACION DE COOPERATIVAS ARGENTINAS C.L. PROYECTO SILO BOLSA - ZFGP NAVE INDUSTRIAL ARQUITECTURA PLANTA Y VISTAS GENERALES		
LA FIRMA SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE ELABORADO CON PROHIBICION DE REPRODUCIRLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACION ESCRITA.		DOC. N°: 7	HOJA: 1 de 1	



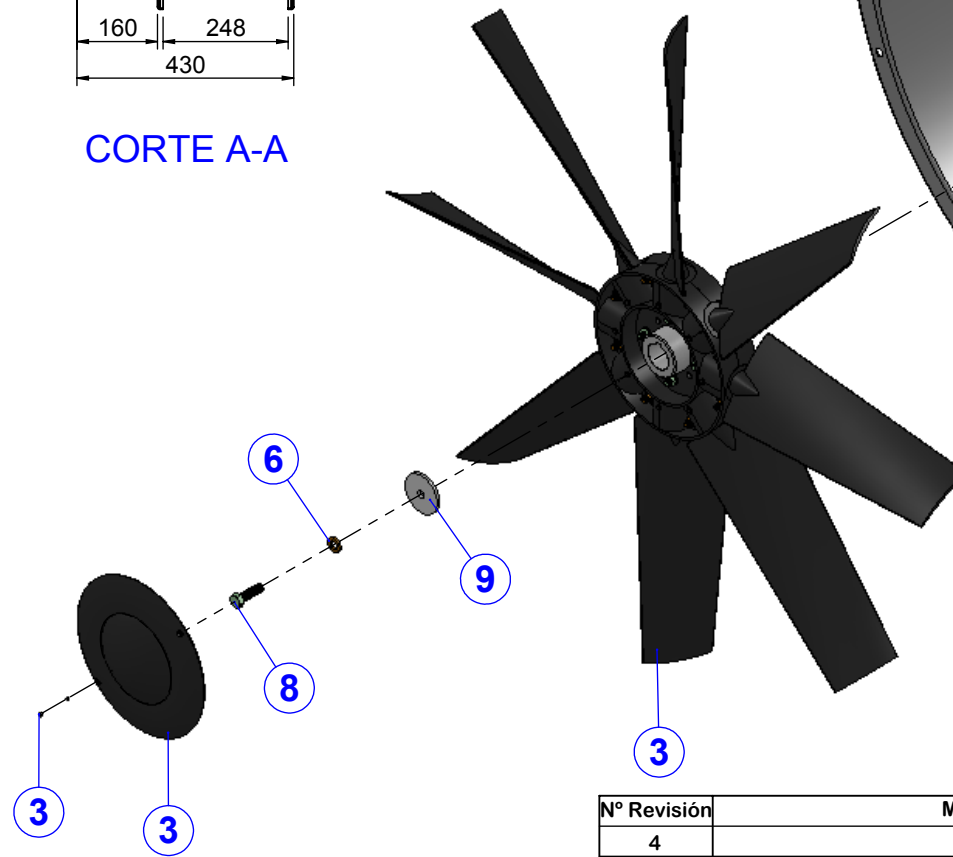
VISTA FRONTAL



CORTE A-A



VISTA GENERAL



VISTA EXPLOSIONADA
ESCALA 1:10

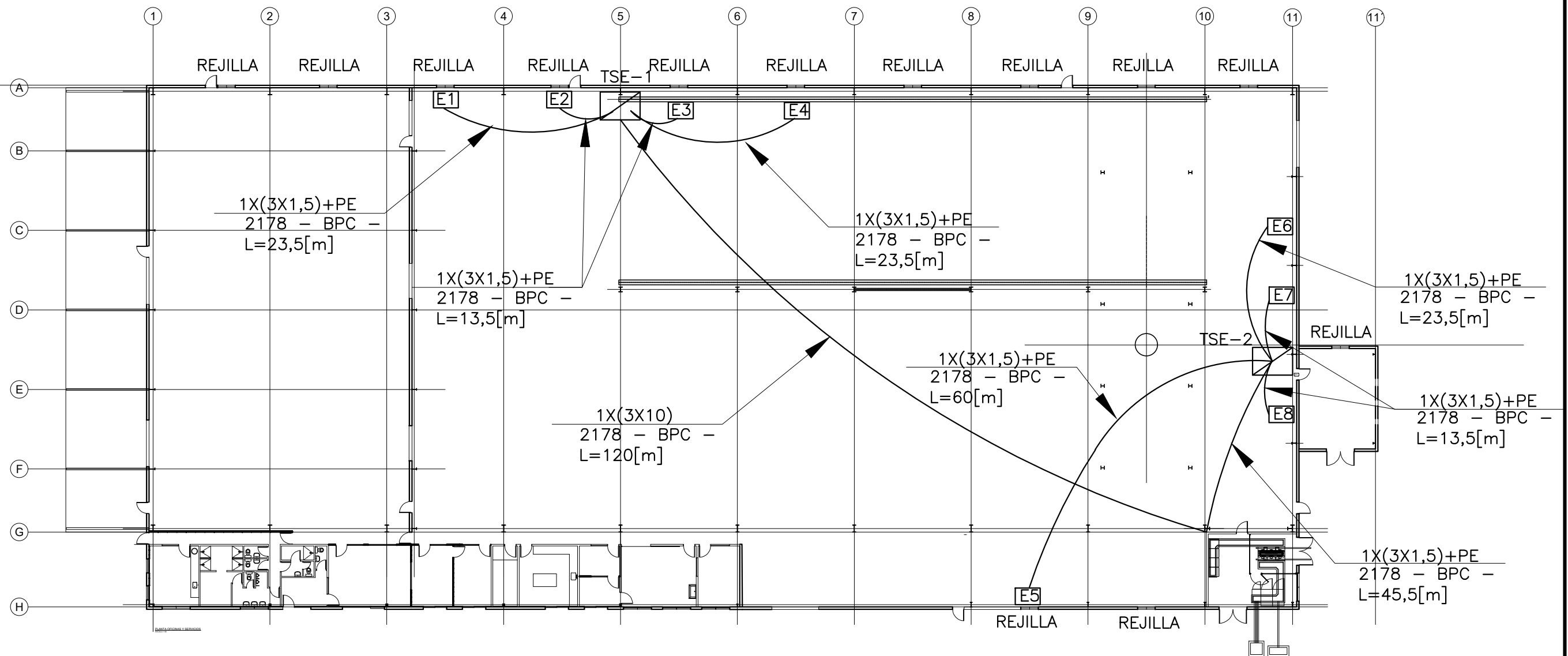
Nº Revisión	Modificación	Fecha	Motivo	Observaciones
4				
3				
2				
1				


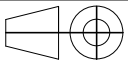
TOLERANCIAS NO INDICADAS		DIMENSIONES LIMITES PARA AREAS DE DIMENSIONES NOMINALES							
MECANIZADO GENERAL		DESDE 0.5	SOBRE 3	SOBRE 6	SOBRE 30	SOBRE 120	SOBRE 400	SOBRE 1000	SOBRE 2000
NORMAS DIN ISO 2768		HASTA 3.0	HASTA 6	HASTA 30	HASTA 120	HASTA 400	HASTA 1000	HASTA 2000	HASTA 4000
MEDIANO	m	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.00

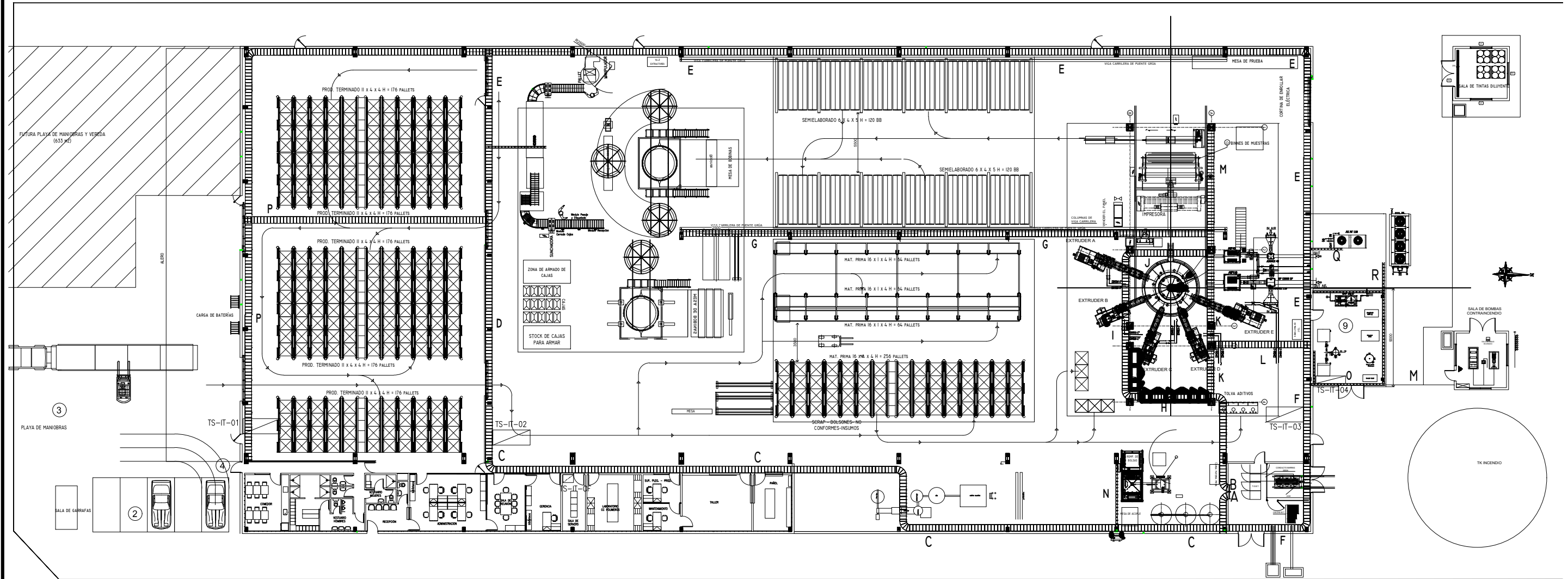
TOLERANCIAS NO INDICADAS - CORTE, PLEGADO Y REPUJADO		Fecha	Nombre	Firma
NORMAS DIN ISO 2768		18/02/2010	Román Mapelli	
Grado de Exactitud - m		18/02/2010	Ezequiel Gribaudo	
SIMBOLOGIA COTAS		Aprobó Nora Brezzo		
COTA DE CONTROL		Escala: 1:15	DENOMINACION	
CNC: *****		Formato A3	Axial KUT 1000/6 P 4	
		Proyección	Material: Ver Tabla	
ELIMINAR REBABAS / CANTOS VIVOS		Peso: 89973 g	Pieza de Referencia: *****	
Registro: RE - 7.3.3 - 02 - REV 01		Recubrimiento Superficial: *****		Nº de PIEZA
Sector: P1-AR		Archivo: P:\1.-PIEZAS\1000 000-Producto Final\1003278		1003 278 CS
				Reemplaza a: *****
				Cantidad: 1
				Edición: 00
				Sistema: SolidWorks
				Hoja: 1/1

Nº	Nº Pieza	Denominación	Material	Cant.
1	255 128 CY	Conjunto Aro Tipo U 1000 y Soporte Motor Reforzado M 132S/M	Ver Planos de Piezas	1
2	001 044 EN	Motor Trifásico 4/6 C132S	Comercial	1
3	150 373 CY	Hélice KPP 242 8 CB 1005 40° MH Ø38 I	Ver Planos de Piezas	1
4	011 286 EN	Tornillo Cabeza Hexagonal M 12 x 1,75 x 50 (Zincado)	Comercial	4
5	012 824 EN	Arandela Plana 1/2" (Zincado)	Comercial	8
6	012 837 EN	Arandela Grower 1/2" (Zincado)	Comercial	5
7	012 901 EN	Tuerca Hexagonal M 12 x 1,75	Comercial	4
8	011 284 EN	Tornillo Cabeza Hexagonal M 12 x 1,75 x 40 (Zincado)	Comercial	1
9	013 631 EN	Arandela Gatti M 12 x 4.76 x 60	Chapa Negra 3/16" Ac. SAE 1010	1





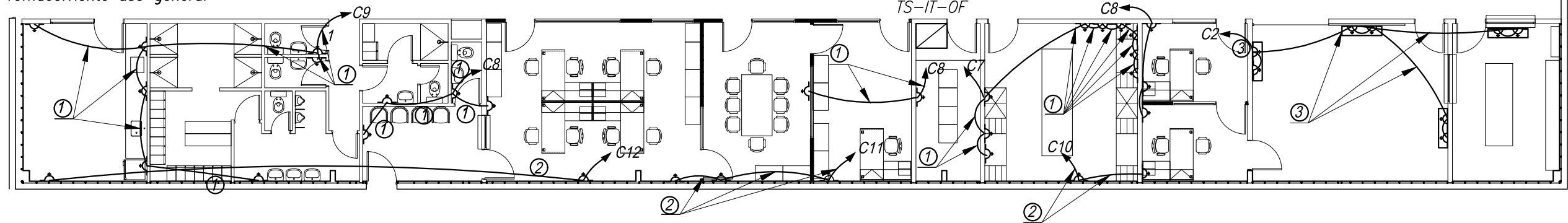
Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	13/10/22	Antonietti		Código Empresa:	
	Dibujó:	13/10/22	Antonietti		Nombre Archivo:	
	Revisó:				Ubicación de los extractores	
	Aprobó:					
Escala:	Denominación:				Pentasilos ACA	
ND	Extractores					
		Formato:		Nº Plano Cliente:		
A3		9		Pág: 1/1		



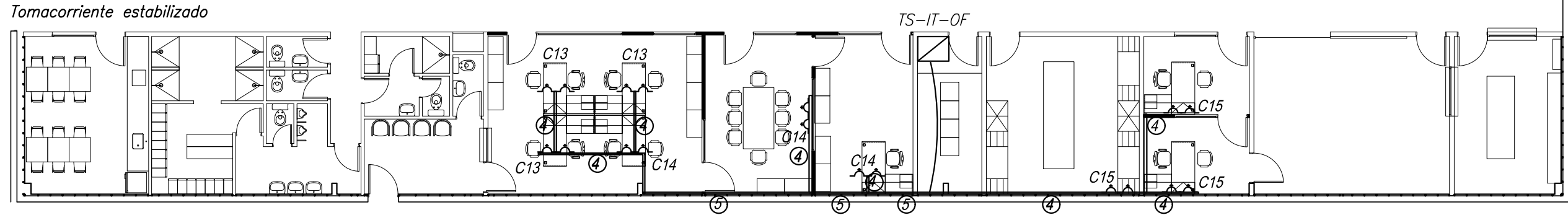
REFERENCIAS	
	Bandeja porta cable escalera 600[mm].
	Bandeja porta cable bandeja perforada 150[mm].
	Cable directamente enterrado.

Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	14/08/23	Antonietti		Código Empresa:	
	Dibujó:	14/08/23	Antonietti		Nombre Archivo: Canalización	
	Revisó:				<i>Pentasilos ACA</i>	
	Aprobó:					
Escala:	Denominación:				N° Plano Cliente:	
ND	<i>Canalización del TP</i>				N° Plano:	
					Formato:	
	A3		10		1/1	

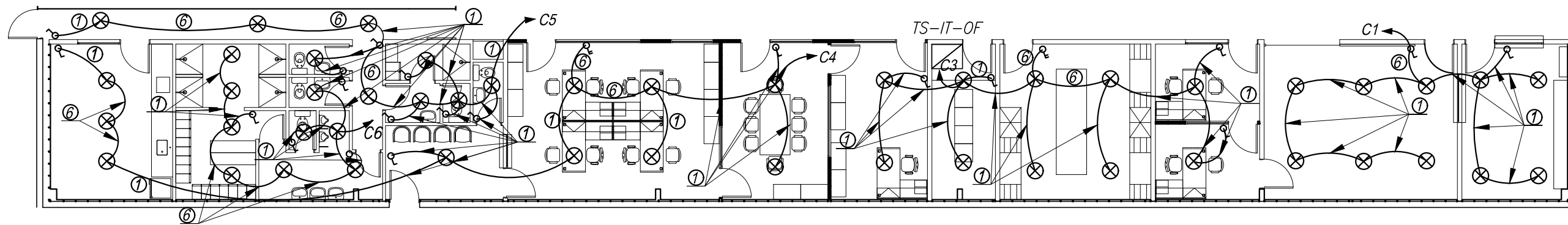
Tomacorriente uso general









Tomacorriente estabilizado

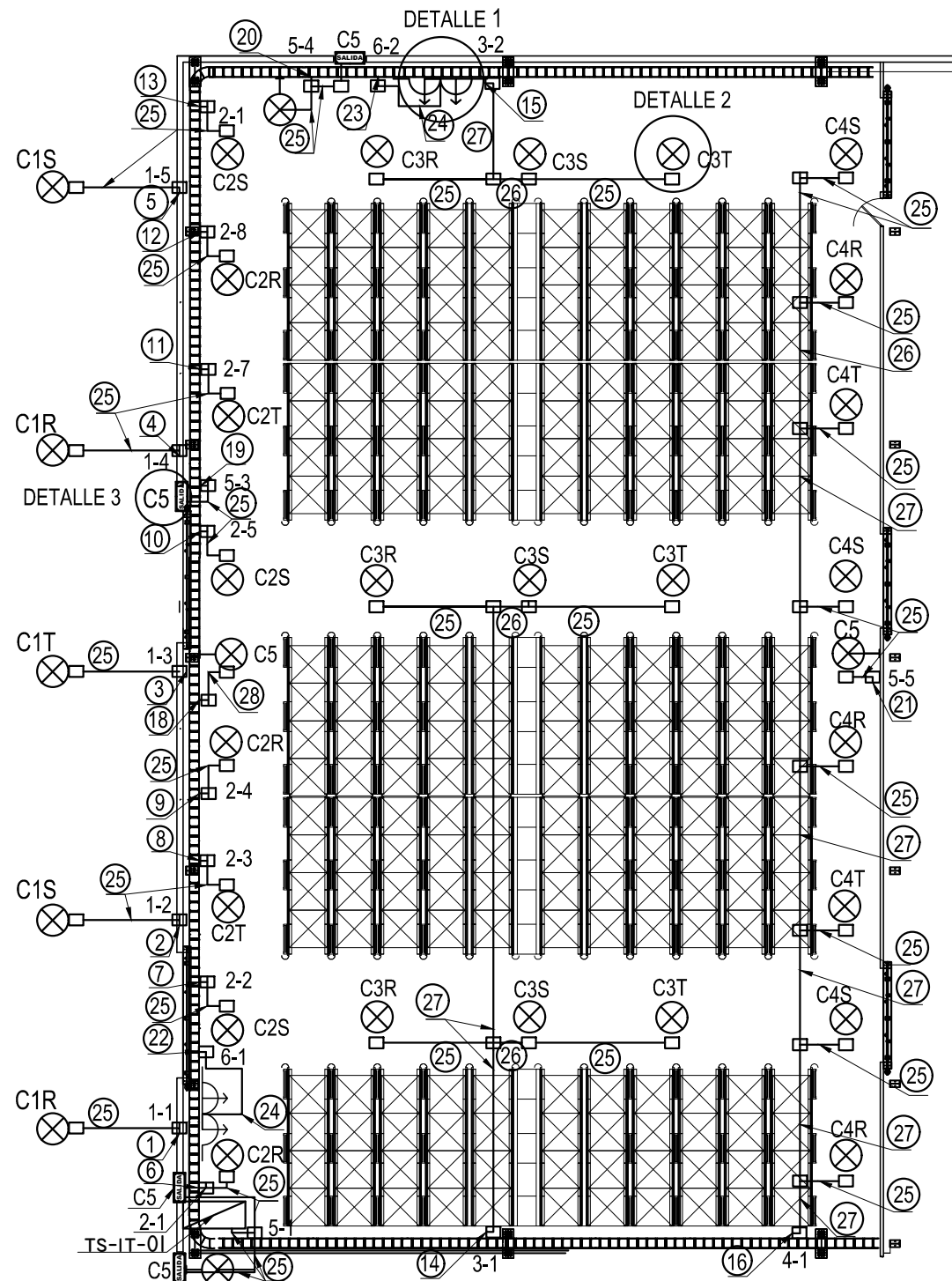


Iluminación de uso general



REFERENCIA DE CABLEADO	REFERENCIA
1 2(1X2,5)+PE-CAÑO RL19	 TOMACORRIENTE USO GENERAL
2 2(1X4)+PE-CAÑO RL19	 TOMACORRIENTE USO ESPECIAL
3 4(1X6)+PE-CAÑO RL32 POR CABLECANAL	 BOCA DE ILUMINACIÓN
4 2(1X2,5)+PE POR CABLECANAL	 LLAVE INTERRUPTORA UNIPOLAR
5 4(1X2,5)+PE	 LLAVE INTERRUPTORA DOBLE
6 3(1X2,5)+PE-CAÑO RL19	

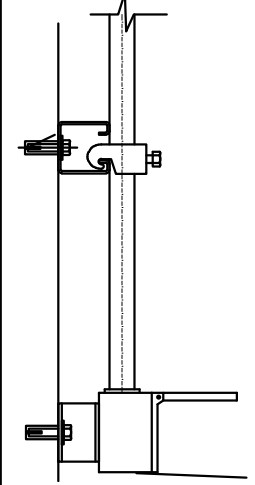
Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	16/08/20	Antonietti		Código Empresa:	
	Dibujó:	16/08/20	Antonietti		Nombre Archivo: C-TS-IT-OF	
	Revisó:			Denominación: Circuitos TS-OF		Nº Plano Cliente:
	Aprobó:					Nº Plano:
Formato:	A3				11	1/1



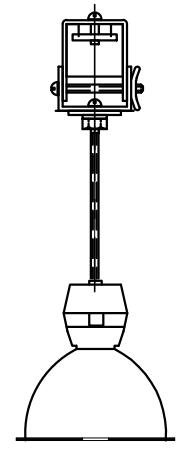
REFERENCIA DE CABLEADO:			
1	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C1 - DE TS-IT01 A CAJA 1-1	15	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C3 - DE CAJA 3-1 A CAJA 3-2
2	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C1 - DE CAJA 1-1 A CAJA 1-2	16	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C4 - DE TS-IT01 A CAJA 4-1
3	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C1 - DE CAJA 1-2 A CAJA 1-3	17	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(2X2,5)+PE - C5 - DE TS-IT01 A CAJA 5-1
4	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C1 - DE CAJA 1-3 A CAJA 1-4	18	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(2X2,5)+PE - C5 - DE CAJA 5-1 A CAJA 5-2
5	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C1 - DE CAJA 1-5 A CAJA 1-6	19	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(2X2,5)+PE - C5 - DE CAJA 5-2 A CAJA 5-3
6	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C2 - DE TS-IT01 A CAJA 2-1	20	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(2X2,5)+PE - C5 - DE CAJA 5-3 A CAJA 5-4
7	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C2 - DE CAJA 2-1 A CAJA 2-2	21	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(2X2,5)+PE - C5 - DE CAJA 5-1 A CAJA 5-5
8	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C2 - DE CAJA 2-2 A CAJA 2-3	22	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C6 - DE TS-IT01 A CAJA 6-1
9	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C2 - DE CAJA 2-3 A CAJA 2-4	23	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C6 - DE CAJA 6-1 A CAJA 6-2
10	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C2 - DE CAJA 2-4 A CAJA 2-5	24	4(1X6)+PE-CAÑO RL32
11	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C2 - DE CAJA 2-5 A CAJA 2-6	25	2(1X2,5)+PE-CAÑO RL16
12	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C2 - DE CAJA 2-6 A CAJA 2-7	26	3(1X2,5)+PE-CAÑO RL16
13	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C2 - DE CAJA 2-7 A CAJA 2-8	27	4(1X2,5)+PE-CAÑO RL19
14	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C3 - DE TS-IT01 A CAJA 3-1		

REFERENCIA:	
	BOCA DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTE USO ESPECIAL
	CAJA CHAPA DE PASO/DERIVACIÓN SEMIPESADA ZINCADA 10X10
	BOCA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA
	BOCA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

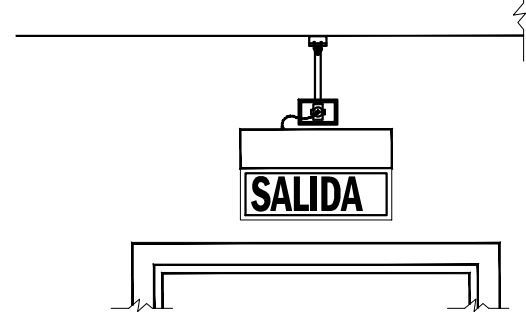
DETALLE 1
MONTAJE DE ACOMETIDA A TOMACORRIENTE



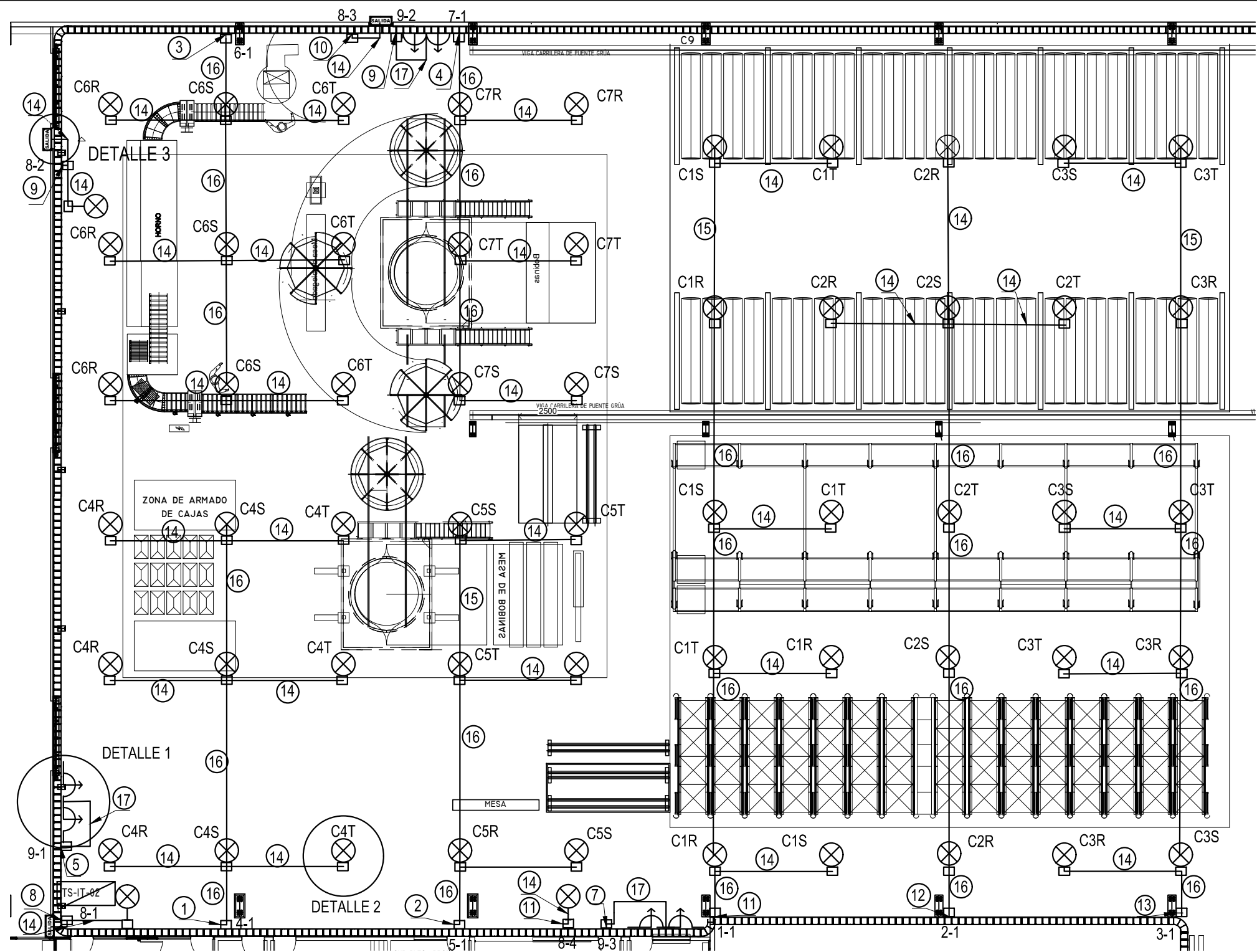
DETALLE 2
MONTAJE DE ARTEFACTO DE ILUMINACIÓN



DETALLE 3
MONTAJE DE ARTEFACTO DE SALIDA DE EMERGENCIA



Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	15/08/23	Antonietti		Código Empresa:		
	Dibujó:	15/08/23	Antonietti		Nombre Archivo: C-TS-IT-01		
	Revisó:			<p>Pentasilos ACA</p>			
	Aprobó:					N° Plano Cliente:	
Escala:	ND		Denominación:		N° Plano:		
			Circuitos - TS - 01		Pág: 1/1		
	Formato:	A3		N° Plano:		12	

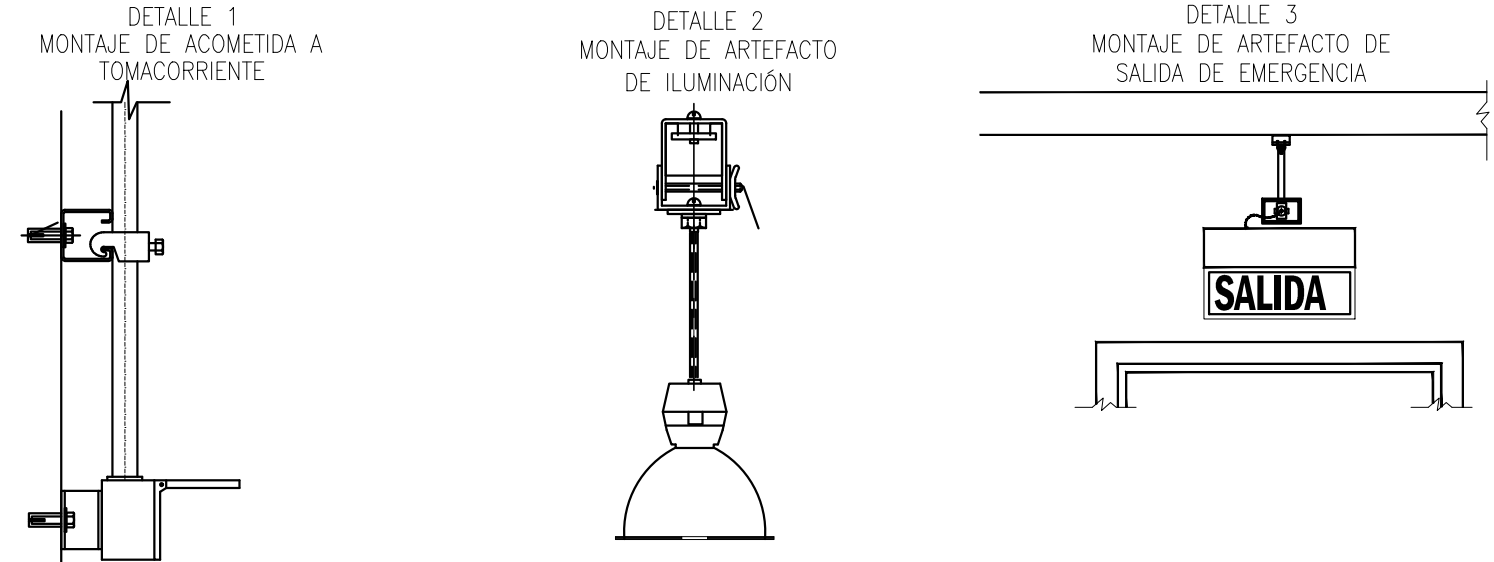


REFERENCIA DE CABLEADO:

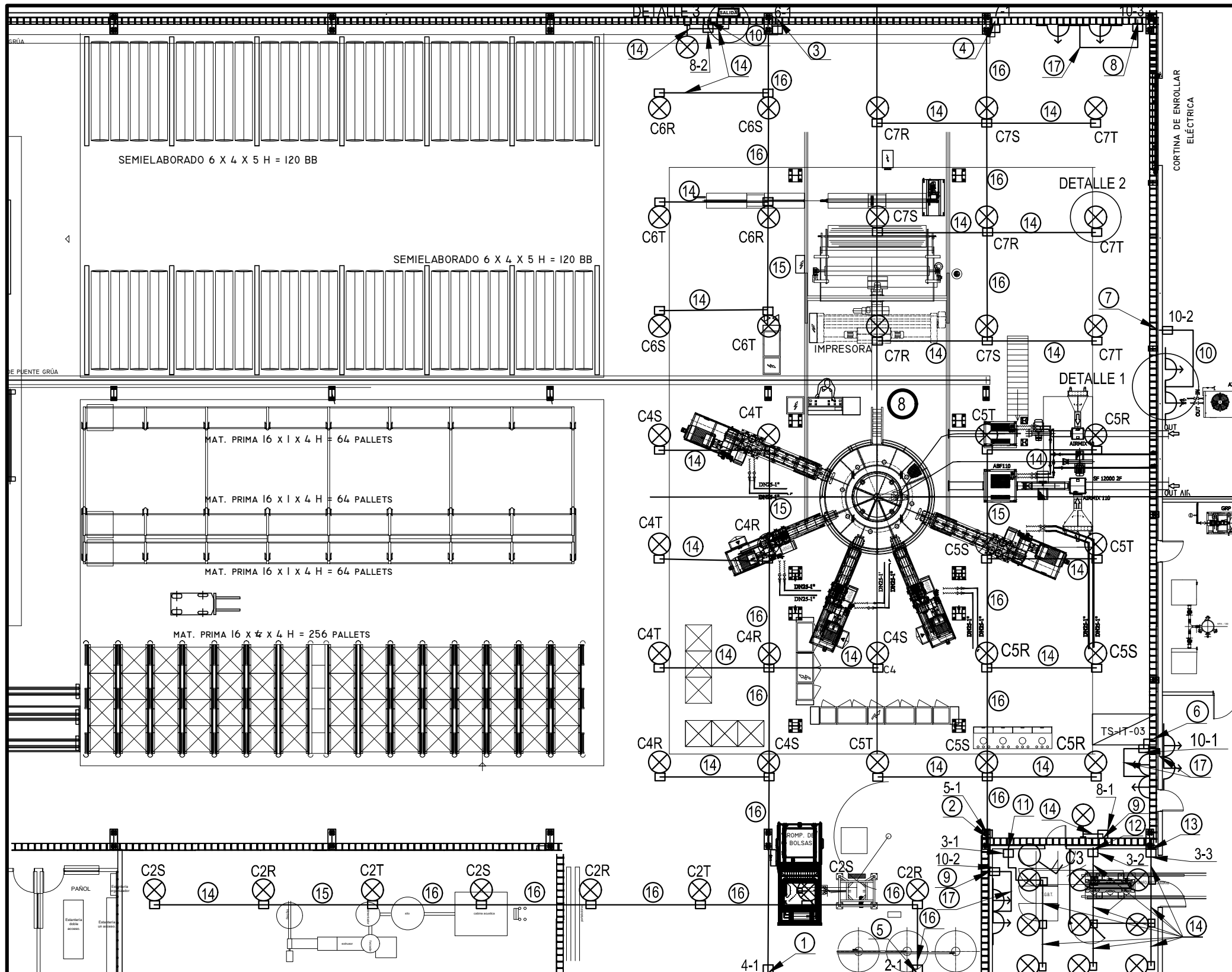
1	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C4 - DE TS-IT01 A CAJA 4-1
2	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C5 - DE TS-IT01 A CAJA 5-1
3	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C6 - DE TS-IT01 A CAJA 6-1
4	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C7 - DE TS-IT01 A CAJA 7-1
5	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C9 - DE TS-IT-02 A CAJA 9-1
6	POR BANDEJA PORTA CABLES: 4(1X6)+PE - C9 - DE CAJA 9-1 A CAJA 9-2
7	POR BANDEJA PORTA CABLES: 4(1X6)+PE - C9 - DE CAJA 9-1 A CAJA 9-3
8	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C8 - DE TS-IT-02 A CAJA 8-1
9	POR BANDEJA PORTA CABLES: 4(1X2,5)+PE - C8 - DE CAJA 8-1 A CAJA 8-2
10	POR BANDEJA PORTA CABLES: 4(1X2,5)+PE - C8 - DE CAJA 8-2 A CAJA 8-3
11	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2,5)+PE - C1 - DE TS-IT-02 A CAJA 1-1
12	POR BANDEJA PORTA CABLES: 4(1X2,5)+PE - C2 - DE TS-IT-02 A CAJA 2-1
13	POR BANDEJA PORTA CABLES: 4(1X2,5)+PE - C3 - DE TS-IT-02 A CAJA 3-1
14	2(1X2,5)+PE-CAÑO RL16
15	3(1X2,5)+PE-CAÑO RL16
16	4(1X2,5)+PE-CAÑO RL19
17	4(1X6)+PE-CAÑO RL32

REFERENCIA:

	BOCA DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTE USO ESPECIAL
	CAJA CHAPA DE PASO/DERIVACIÓN SEMIPESADA ZINCADA 10X10
	BOCA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA
	BOCA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

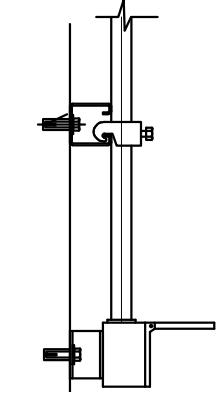


Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	17/08/23	Antonietti		Código Empresa:
	Dibujó:	17/08/23	Antonietti		Nombre Archivo: C-TS-IT-02
	Revisó:				<i>Pentasilos ACA</i>
	Aprobó:				
Escala:	ND	Denominación:		<i>Circuitos - TS - 02</i>	Nº Plano:
Formato:	A3				Pág:
					1/1

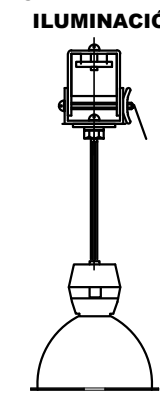


REFERENCIA DE CABLEADO:	
1	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2.5)+PE - C4 - DE TS-IT01 A CAJA 4-1
2	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2.5)+PE - C5 - DE TS-IT01 A CAJA 5-1
3	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X4)+PE - C6 - DE TS-IT01 A CAJA 6-1
4	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X4)+PE - C7 - DE TS-IT01 A CAJA 7-1
5	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2.5)+PE - C2 - DE TS-IT01 A CAJA 2-1
6	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C10 - DE TS-IT01 A CAJA 10-1
7	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C10 - CAJA 10-1 A CAJA 10-2
8	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C10 - CAJA 10-1 A CAJA 10-3
9	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2.5)+PE - C8 - DE TS-IT01 A CAJA 8-1
10	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X2.5)+PE - C8 - CAJA 8-1 A CAJA 8-2
11	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(2X2.5)+PE - C3 - DE TS-IT01 A CAJA 3-1
12	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(2X2.5)+PE - C3 - CAJA 8-1 A CAJA 3-2
13	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(2X2.5)+PE - C3 - CAJA 8-2 A CAJA 3-3
14	2(1X2.5)+PE-CAÑO RL16
15	3(1X2.5)+PE-CAÑO RL16
16	4(1X2.5)+PE-CAÑO RL19
17	4(1X6)+PE-CAÑO RL32
REFERENCIA:	
	BOCA DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTE USO ESPECIAL
	CAJA CHAPA DE PASO/DERIVACIÓN SEMIPESADA ZINCADA 10X10
	BOCA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA
	BOCA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

DETALLE 1
MONTAJE DE ACOMETIDA A TOMACORRIENTE



DETALLE 2
MONTAJE DE ARTEFACTO DE ILUMINACIÓN



DETALLE 3
MONTAJE DE ARTEFACTO DE SALIDA DE EMERGENCIA



Tolerancias
Generales
±1mm

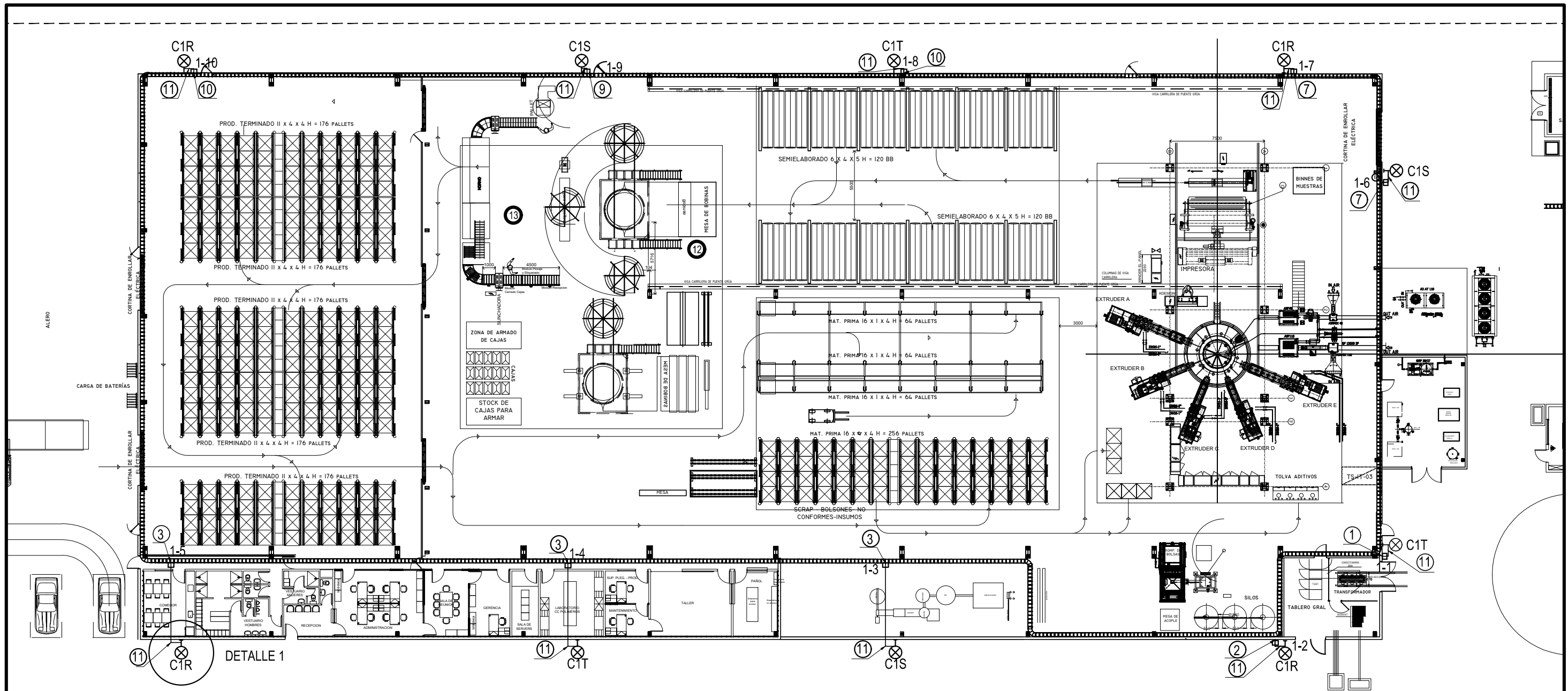
Proyectó:	21/08/23	Antonietti
Dibujó:	21/08/23	Antonietti
Revisó:		
Aprobó:		

Código Empresa:
Nombre Archivo:
C-TS-03

Escala:
ND
Formato:
A3

Denominación:
Circuitos - TS - 03

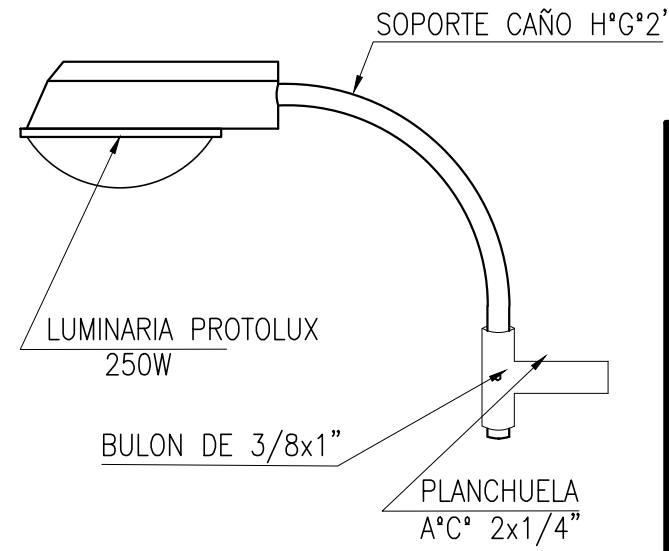
Nº Plano Cliente:
Nº Plano:
14
Pág:
1/3



REFERENCIA DE CABLEADO:

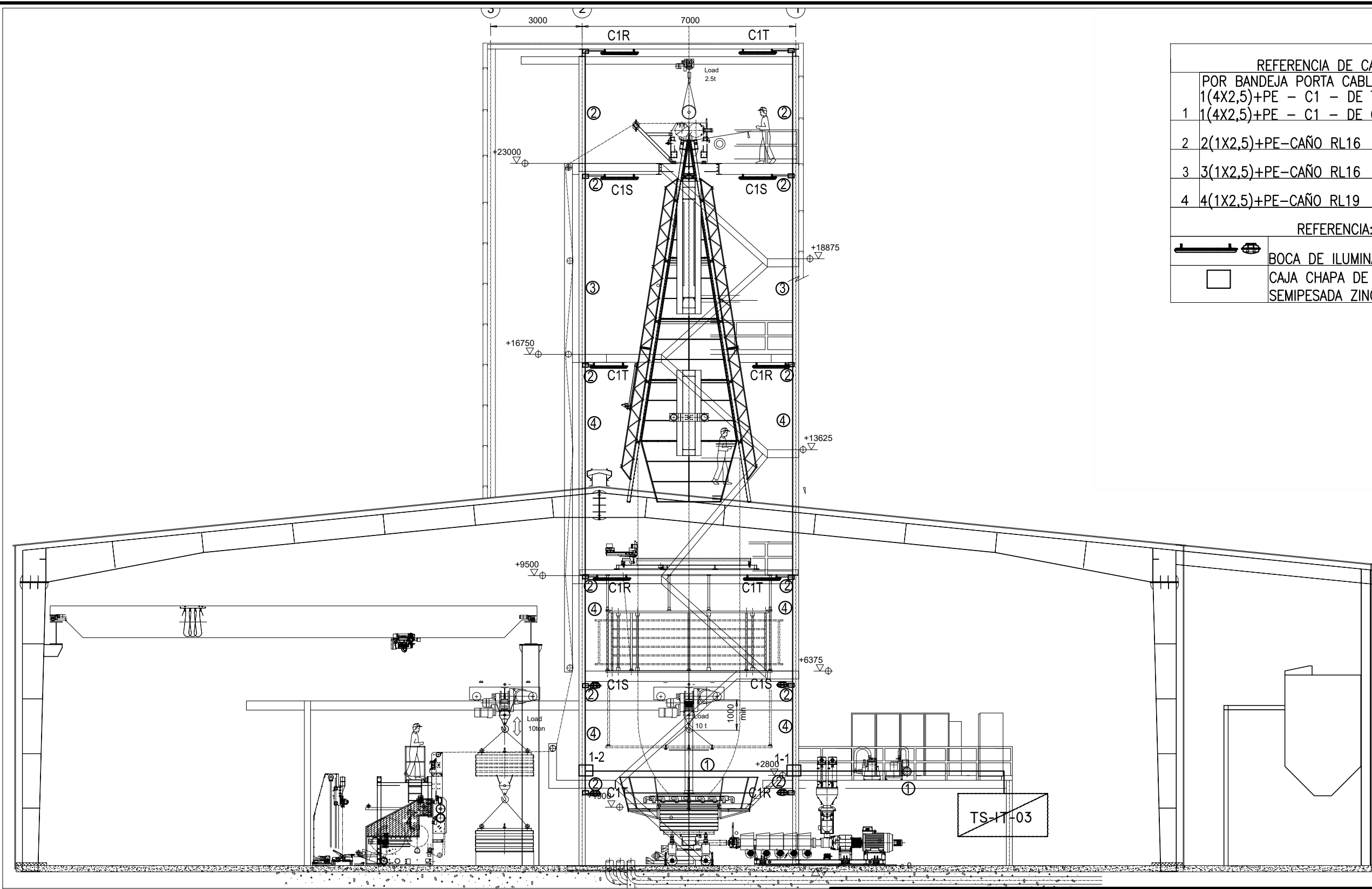
1	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE TS-ITO1 A CAJA 1-1
2	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE CAJA 1-1 A CAJA 1-2
3	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE CAJA 1-2 A CAJA 1-3
4	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE CAJA 1-3 A CAJA 1-4
5	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE CAJA 1-4 A CAJA 1-5
6	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE TS-ITO1 A CAJA 1-6
7	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE CAJA 1-6 A CAJA 1-7
8	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE CAJA 1-7 A CAJA 1-8
9	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE CAJA 1-8 A CAJA 1-9
10	POR BANDEJA PORTA CABLES: 1(4X6)+PE - C1 - DE CAJA 1-9 A CAJA 1-10
11	2(1X2.5)+PE-CAÑO RL19

DETALLE 1
LUMINARIA EXTERIOR CON BRAZO



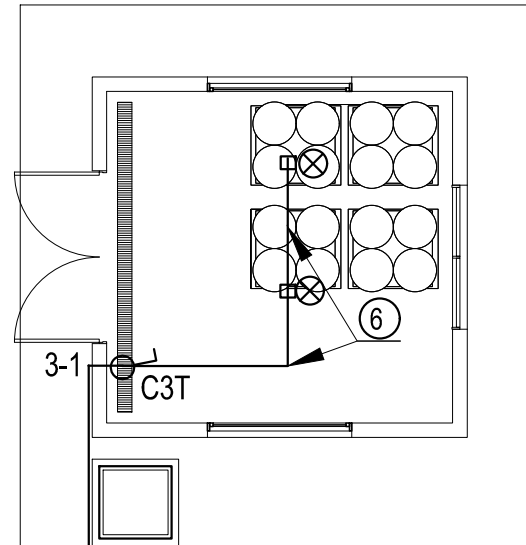
Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	16/08/23	Antonietti	Código Empresa:
	Dibujó:	16/08/23	Antonietti	
	Revisó:			Pentasilos ACA Mejor Ingeniería. Óptima Precisión.
	Aprobó:			
Escala:	ND			N° Plano Cliente:
Formato:	A3			
				Pág: 2/3



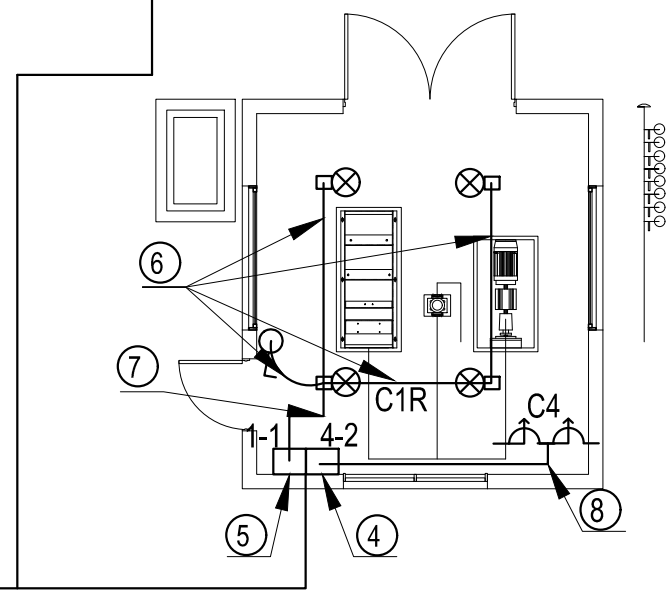
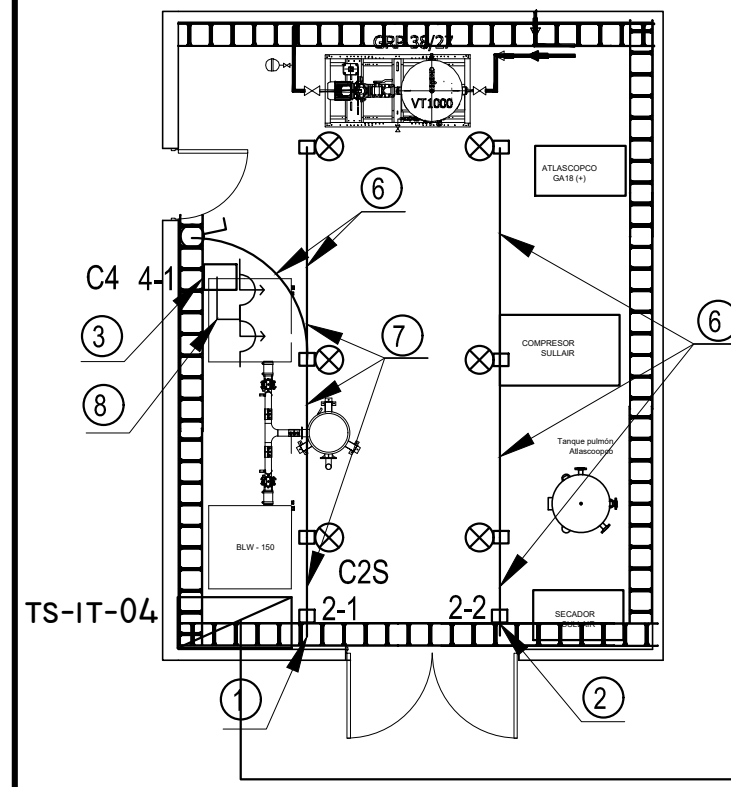


REFERENCIA DE CABLEADO:	
POR BANDEJA PORTA CABLES:	
1	1(4X2,5)+PE - C1 - DE TS-IT01 A CAJA 1-1
1	1(4X2,5)+PE - C1 - DE CAJA 1-1 A CAJA 1-2
2	2(1X2,5)+PE-CAÑO RL16
3	3(1X2,5)+PE-CAÑO RL16
4	4(1X2,5)+PE-CAÑO RL19
REFERENCIA:	
	BOCA DE ILUMINACIÓN
	CAJA CHAPA DE PASO/DERIVACIÓN SEMIPESADA ZINCADA 10X10

Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	22/08/23	Antonietti	Código Empresa:
	Dibujó:	22/08/23	Antonietti	
	Revisó:			Pentasilos ACA <small>Mejor Ingeniería. Óptima prestación.</small>
	Aprobó:			
Escala:	Denominación:			Pentasilos ACA
ND	Circuito TS - 4 Torre			
	Formato:			Nº Plano Cliente:
A3				Nº Plano: 16
				Pág: 3/3



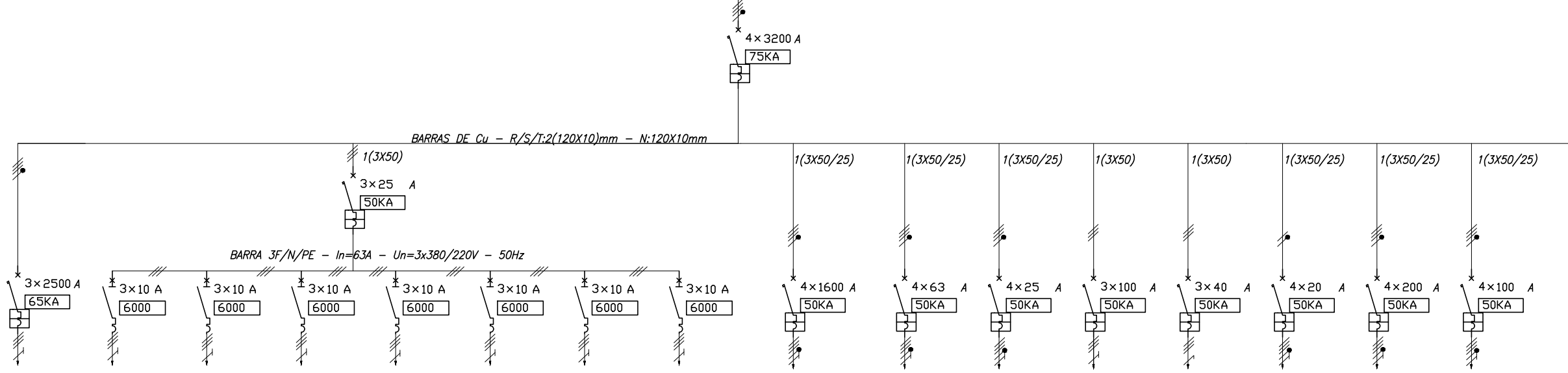
9



REFERENCIA DE CABLEADO:	
POR BANDEJA PORTA CABLES:	
1	1(2X2,5)+PE - C2 - DE TS-IT04 A CAJA 1-1
POR BANDEJA PORTA CABLES:	
2	1(2X2,5)+PE - C2 - DE CAJA 2-1 A CAJA 2-2
POR BANDEJA PORTA CABLES:	
3	1(2X6)+PE - C4 - DE TS-IT04 A CAJA 4-1
DIRECTAMENTE ENTERRADO:	
4	1(2X6)+PE - C4 - DE TS-IT04 A CAJA 4-2
DIRECTAMENTE ENTERRADO:	
5	1(2X2,5)+PE - C1 - DE TS-IT04 A CAJA 1-1
6	2(1X2,5)+PE-CAÑO RL16
7	3(1X2,5)+PE-CAÑO RL16
8	4(1X6)+PE-CAÑO RL32
DIRECTAMENTE ENTERRADO:	
9	1(2X2,5)+PE - C3- DE TS-IT04 A CAJA 3-1
REFERENCIA:	
	BOCA DE ILUMINACIÓN
	TOMACORRIENTE USO ESPECIAL
	CAJA CHAPA DE PASO/DERIVACIÓN SEMIPESADA ZINCADA 10X10
SALIDA	BOCA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA
	BOCA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

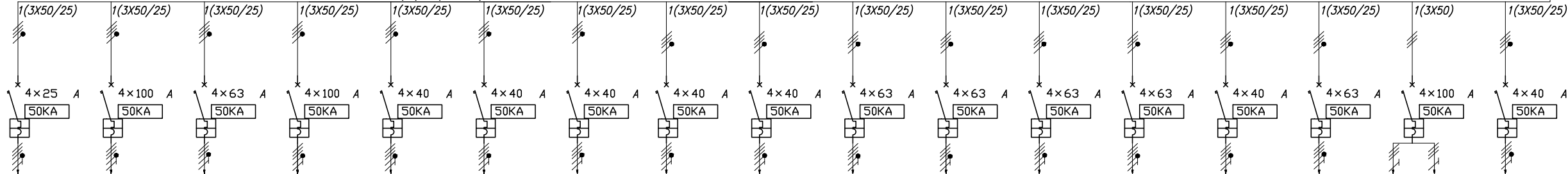
Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	18/10/23	Antonietti	Código Empresa:	
	Dibujó:	18/10/23	Antonietti		Nombre Archivo: C-TS-IT-04
	Revisó:			Pentasilos ACA <small>Mejor Ingeniería. Óptima prestación.</small>	
	Aprobó:				Nº Plano Cliente:
Escala:	Denominación:			Nº Plano:	
ND	Circuitos - TS - 04				Pág: 1/1
	Formato:				
	A3				

BARRAS DE Cu - R/S/T:2(120X10)mm - N:120X10mm - TIERRA 30X5



CIRCUITO	T01	T16A	T16B	T16C	T16D	T16E	T16F	T16G	T02	T04	T03	T18A	T18B	T17	T15	T14
DENOMINACIÓN	TABLERO EXTRUSORA	CORTINA N°1	CORTINA N°2	CORTINA N°3	CORTINA N°4	PUERTA RAPIDA N°1	PUERTA RAPIDA N°2	PUERTA RAPIDA N°3	IBC	PLEGADORAS	PUENTE GRUA	COMPRESOR SULLAIR	COMPRESOR ATLAS	SECADOR SULLAIR	RECUPERADORA	HORNO
SECCIÓN [mm]	18(1X240)+PE	1(3X4)+PE	1(3X4)+PE	1(3X4)+PE	1(3X4)+PE	1(3X4)+PE	1(3X4)+PE	1(3X4)+PE	4x3(1X1X240/120)+PE	1(3X25/16)+PE	1(4X4)+PE	1(3X35)+PE	1(3X10)+PE	1(2X4)+PE	3(1X50/25)+PE	1(3X35/16)+PE
Pn [KW]	1110	1,5	1,5	1,5	1,5	0,8	0,8	0,8	569	31,5	6	45	18,5	2	86,4	32
Ib [A]	1984,1	2,7	2,7	2,7	2,7	1,4	1,4	1,4	974,1	56,3	10,7	80,4	33,1	11,4	154,4	57,2

BARRAS DE Cu - R/S/T:2(120X10)mm - N:120X10mm - TIERRA 30X5

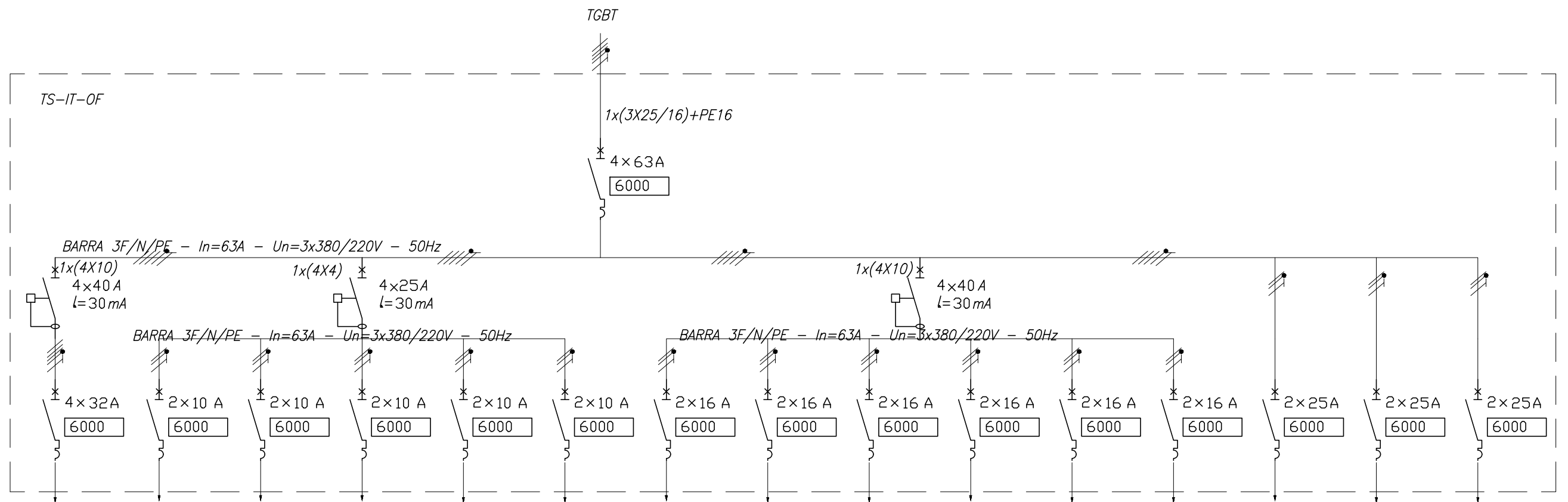


CIRCUITO	T07	T08	T09	T10	T11	T6A	T6B	T05	T12B	T12A	TS-IT-01	TS-IT-02	TS-IT-03	TS-IT-04	TS-IT-05	T18	T13
DENOMINACIÓN	TS INCENDIO	CHILLER ABF110PW	CHILLER ABF40PW	CHILLER AXA110	DRY COLLER ADC380	COMPRESOR ROOT	COMPRESOR ROOT	FINAL DE LINEA	DESCARGA DE MATERIA P.	ROMPEDORA DE BOLSA	TABLERO TS-IT-01	TABLERO TS-IT-02	TABLERO TS-IT-03	TABLERO TS-IT-04	TABLERO TS-IT-05	EXTRACTORES	CARGA DE BATERIA
SECCIÓN [mm]	1(4X6)+PE	1(3X35/16)+PE	1(3X25/16)+PE	1(3X35/16)+PE	1(4X10)+PE	1(4X6)+PE	1(4X6)+PE	1(4X10)+PE	1(4X6)+PE	1(3X25/16)+PE	1(3X35/16)+PE	1(3X35/16)+PE	1(3X25/16)+PE	1(4X10)+PE	1(3X25/16)+PE	2(3X10)+PE	1(4X10)+PE
Pn [KW]	9,5	35	18	45	20,1	15	15	15,5	12,8	25	8,8	11,7	16	5,1	20,5	24	10
Ib [A]	17	62,6	46,4	80,0	35,9	26,8	26,8	27,7	23,2	44,7	15,8	21	28,6	9,2	36,7	63,3	17,9

REFERENCIAS

	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN ELECTRICA
	CONDUCTOR DE NEUTRO
	CONDUCTOR DE FASE
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR MODULAR

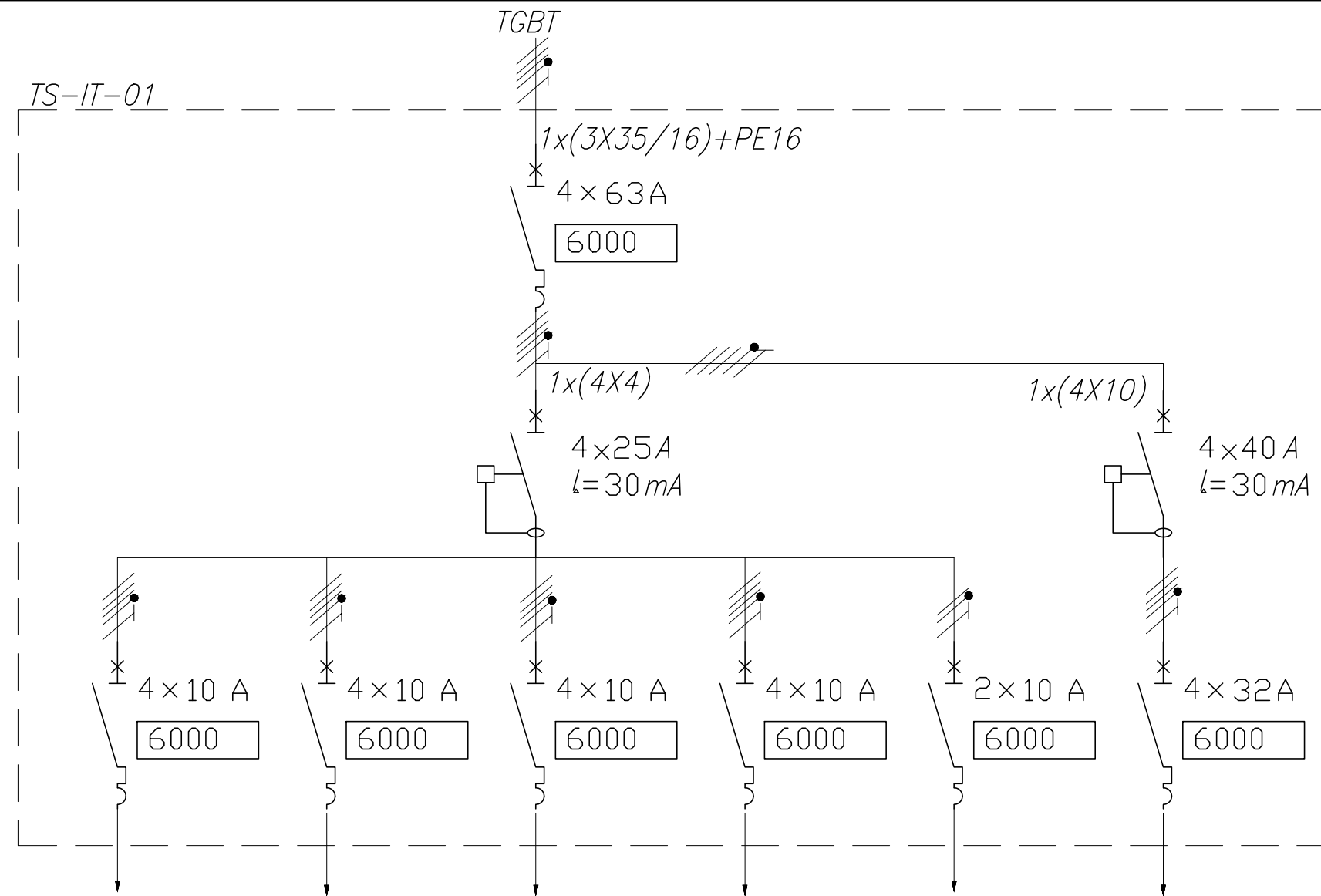
Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	09/08/23	Antonietti		Código Empresa:
	Dibujó:	09/08/23	Antonietti		Nombre Archivo:
	Revisó:				U-TP
	Aprobó:				
Escala:	Denominación:			Pentasilos ACA	
ND	Unifilar - TP				
	Formato:				
A3	N° Plano Cliente:			N° Plano:	Pág:
				18	1/1



CIRCUITO	C2	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
DENOMINACIÓN	TOMA CORRIENTE	ILUMINACIÓN C2	ILUMINACIÓN C3	ILUMINACIÓN C4	ILUMINACIÓN C5	ILUMINACIÓN C6	TOMA CORRIENTE	TOMA CORRIENTE	TOMA CORRIENTE	TOMA CORRIENTE	TOMA CORRIENTE	TOMA CORRIENTE	AIRE ACONDIC.	AIRE ACONDIC.	AIRE ACONDIC.
SECCIÓN[mm]	1(4X6)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X4)+PE	1(2X4)+PE	1(2X4)+PE
Pn [KW]	3,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	3,1	2,1
Ib [A]	5	6,8	6,8	6,1	6,1	6,1	10	10	10	10	10	10	9,6	14,4	9,6

REFERENCIAS:	
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA
	CONDUCTOR DE NEUTRO
	CONDUCTOR DE FASE
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR MODULAR

Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	07/08/23	Antonietti		Código Empresa:	
	Dibujó:	07/08/23	Antonietti		Nombre Archivo: U-TS-IT-OF	
	Revisó:				<h1>Pentasilos ACA</h1>	
	Aprobó:					
Escala:	Denominación:				Nº Plano Cliente:	
ND	Unifilar - TS OF					
	Formato:				Nº Plano:	
A3					19	

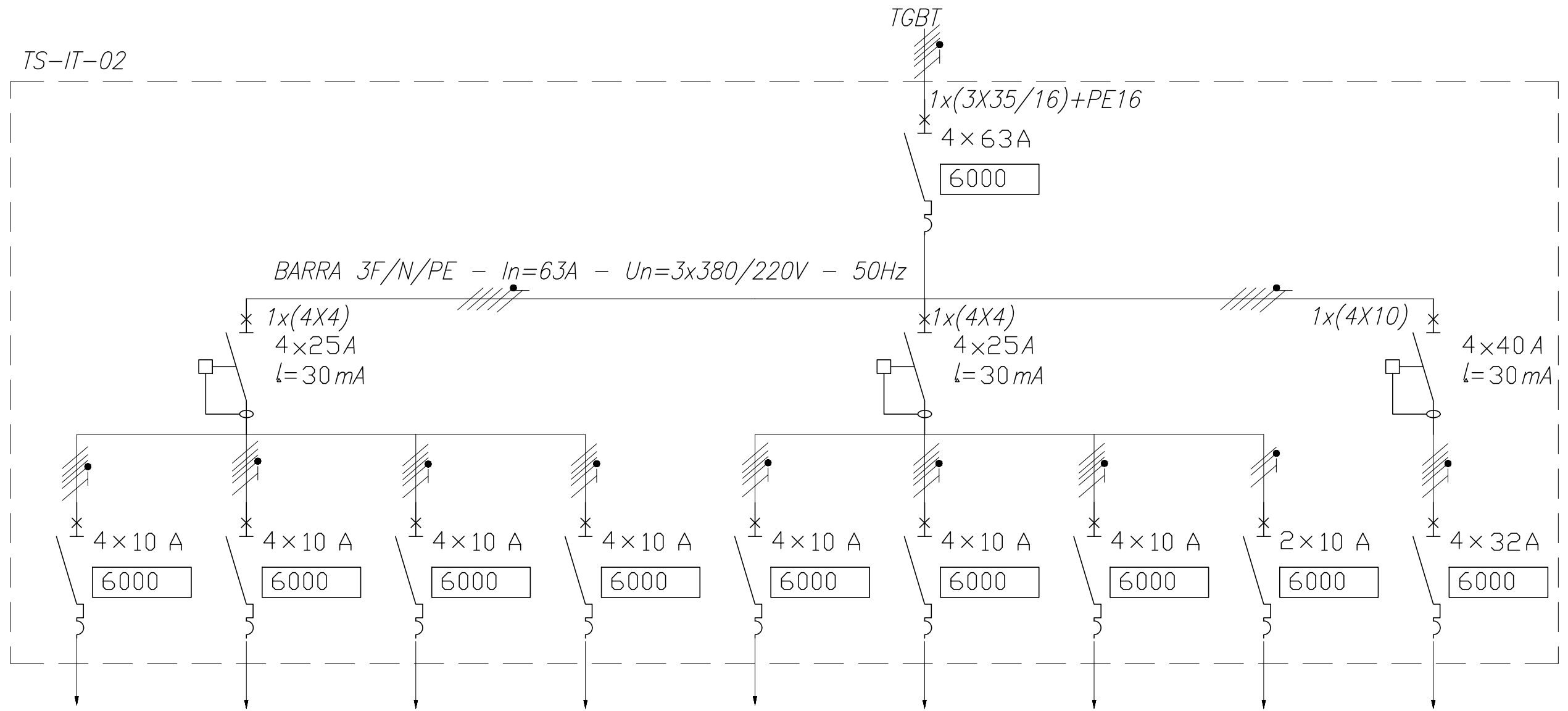


CIRCUITO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
DENOMINACIÓN	ILUMINACIÓN C1	ILUMINACIÓN C2	ILUMINACIÓN C3	ILUMINACIÓN C4	ILUMINACIÓN EMERGENCIA	TOMA CORRIENTE
SECCIÓN[mm]	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(2X1,5)+PE	1(4X6)+PE
Pn [KW]	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	3,3
Ib [A]	1,8	2,7	2,7	2,7	2,3	5

REFERENCIAS:	
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA
	CONDUCTOR DE NEUTRO
	CONDUCTOR DE FASE
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR MODULAR

Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	01/08/23	Antonietti		Código Empresa:	
	Dibujó:	01/08/23	Antonietti		Nombre Archivo: U-TS-IT-01	
	Revisó:				Pentasilos ACA	
	Aprobó:					
Escala:	Denominación:				Nº Plano Cliente:	
ND	Unifilar - TS - 01					
	Formato:				Nº Plano:	
A3					20	
					Pág: 1/1	

TS-IT-02

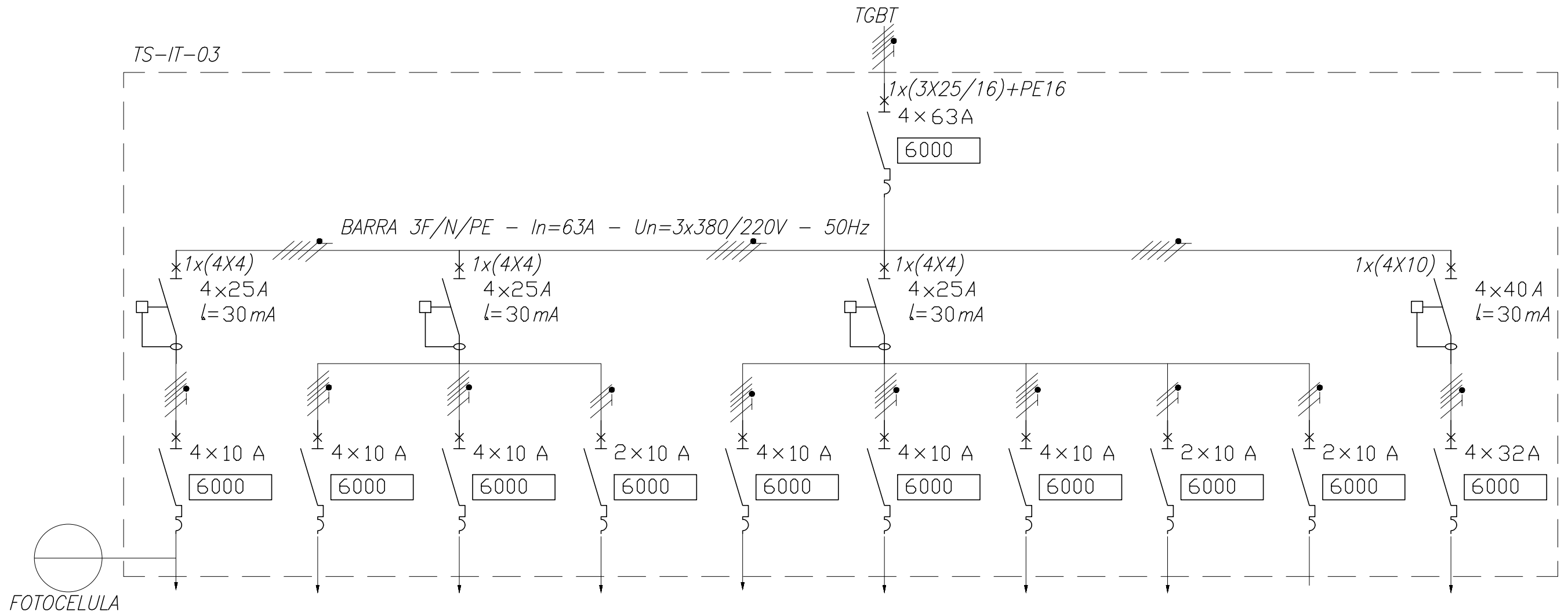


CIRCUITO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
DENOMINACIÓN	ILUMINACIÓN C1	ILUMINACIÓN C2	ILUMINACIÓN C3	ILUMINACIÓN C4	ILUMINACIÓN C5	ILUMINACIÓN C6	ILUMINACIÓN C7	ILUMINACIÓN EMERGENCIA	TOMA CORRIENTE
SECCIÓN[mm]	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(2X1,5)+PE	1(4X6)+PE
Pn [KW]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5	3,3
Ib [A]	2,7	2,7	2,7	2,7	1,8	2,7	1,8	2,3	5

REFERENCIAS:	
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA
	CONDUCTOR DE NEUTRO
	CONDUCTOR DE FASE
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR MODULAR

Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	02/08/23	Antonietti		Código Empresa:
	Dibujó:	02/08/23	Antonietti		Nombre Archivo: U-TS-IT-02
	Revisó:				Pentasilos ACA
	Aprobó:				
Escala:	Denominación:			Nº Plano Cliente:	
ND	Unifilar -TS - 02				
	Formato:				Nº Plano:
	A3				21
					Pág:
					1/1

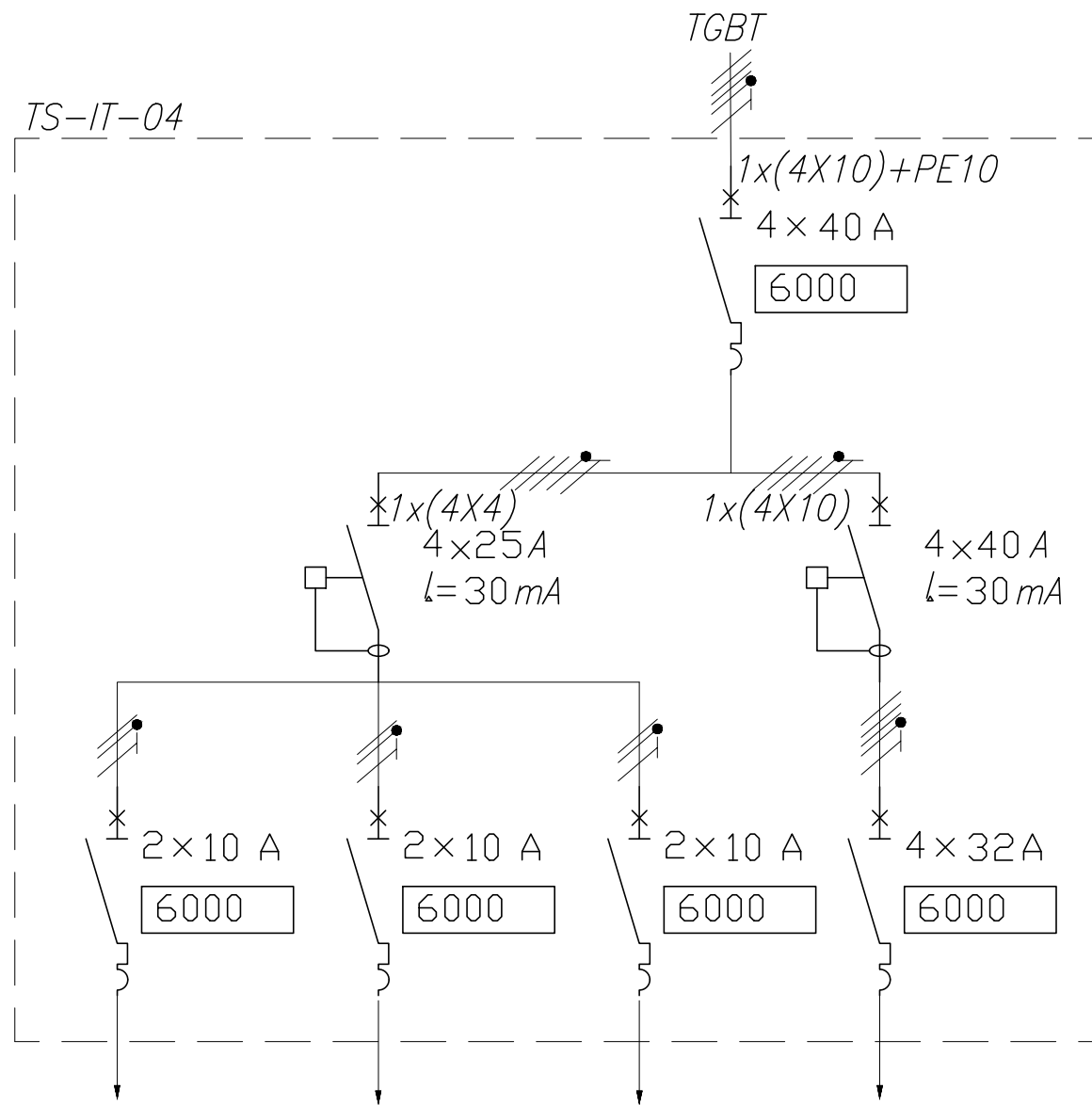
TS-IT-03



CIRCUITO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
DENOMINACIÓN	ILUMINACIÓN C1	ILUMINACIÓN C2	ILUMINACIÓN C3	ILUMINACIÓN C4	ILUMINACIÓN C5	ILUMINACIÓN C6	ILUMINACIÓN C7	ILUMINACIÓN EMERGENCIA	ILUMINACIÓN TORRE	TOMA CORRIENTE
SECCIÓN[mm]	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(2X1,5)+PE	1(4X2,5)+PE	1(4X6)+PE
Pn [KW]	0,6	0,4	1,3	1,5	0,6	0,4	0,6	0,4	0,8	3,3
Ib [A]	2,7	1,8	6,1	2,7	2,7	1,8	2,7	1,4	3,6	5

REFERENCIAS:	
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA
	CONDUCTOR DE NEUTRO
	CONDUCTOR DE FASE
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR MODULAR

Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	03/08/23	Antonietti		Código Empresa:
	Dibujó:	03/08/23	Antonietti		Nombre Archivo: U-TS-IT-03
	Revisó:				Pentasilos ACA
	Aprobó:				
Escala:	Denominación:			Nº Plano Cliente:	
ND	Unifilar - TS - 03				
	Formato:				Nº Plano:
	A3				22
					Pág:
					1/1



CIRCUITO	C1	C2	C3	C4
DENOMINACIÓN	ILUMINACIÓN C1	ILUMINACIÓN C2	ILUMINACIÓN C3	TOMA CORRIENTE
SECCIÓN[mm]	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(2X2,5)+PE	1(4X6)+PE
Pn [KW]	0,6	0,8	0,3	3,3
Ib [A]	2,7	4	1,3	5

REFERENCIAS:	
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA
	CONDUCTOR DE NEUTRO
	CONDUCTOR DE FASE
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR MODULAR

Tolerancias Generales ±1mm	Proyectó:	04/08/23	Antonietti		Código Empresa:	
	Dibujó:	04/08/23	Antonietti		Nombre Archivo: U-TS-IT-04	
	Revisó:			Escala: ND	Denominación: Unifilar - TS - 04	
	Aprobó:					
Formato:		A3		Nº Plano Cliente:		
				Nº Plano: 23		
				Pág: 1/1		