

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Concepción del Uruguay

INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**Estudio de factibilidad técnico-económica para generar energía
eléctrica a partir de residuos de la industria maderera**

Proyecto N°: 2203B

Autores:

**Deyme, Carlos Exequiel
Solda, Renzo Alexander
Vergara, Fernando Valentín**

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

**Ing. Puente, Gustavo
Ing. Aníbal de Carli**

AÑO 2024

CONTENIDO GENERAL

- ✱ Resumen ejecutivo y agradecimientos
- ✱ Introducción y situación problemática
- ✱ Objetivos, alcances y plan de trabajo
- ✱ Ingeniería básica
- ✱ Ingeniería de detalle
- ✱ Memorias de cálculos
- ✱ Anexo A – Normativas de aplicación
- ✱ Anexo B – Estándares propios del proyecto
- ✱ Anexo C – Definiciones y nomenclaturas
- ✱ Anexo D- Referencias bibliográficas y catálogos
- ✱ Anexo E – Planos
- ✱ Anexo F – Tablas



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MADERERA

Resumen ejecutivo y agradecimientos

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2024

Indice

1. Resumen ejecutivo	1
2. Abstract	2
3. Agradecimientos.....	3

1. Resumen ejecutivo

El proyecto en cuestión forma parte de una amplia iniciativa que busca aprovechar los residuos de madera, producidos por los aserraderos, para la generación de energía eléctrica. Su enfoque principal reside en el diseño, cálculo y análisis financiero de un sistema de generación eléctrica, con el objetivo de eliminar estos desperdicios y convertirlos en una fuente sostenible de energía. Es por esto que situamos el proyecto en un aserradero representativo de la zona, perteneciente a la familia Orcellet, ubicado en las cercanías de la ciudad de Colón, Entre Ríos.

La ingeniería del proyecto comprende el diseño de la planta generadora, teniendo en cuenta aspectos críticos como la disponibilidad de biomasa y/o espacio. Además, implica la selección de equipos y el cálculo de sistemas de distribución, tanto para la energía eléctrica como para todo el ciclo de generación.

Este proyecto no solo busca eliminar los residuos de los aserraderos, sino también, proporcionar una fuente de energía renovable y limpia para la comunidad local. De esta manera, se promueve la sostenibilidad ambiental y energética en la región, contribuyendo de manera significativa a la mitigación de impactos ambientales y a la utilización eficiente de los recursos naturales.

Palabras claves: Biomasa - Energía renovable - Sostenibilidad ambiental - Industria maderera/residuos - Residuo renovable - Energía eléctrica.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 1 de 5
---	----------------	----------------	----------------------

2. **Abstract**

This project is part of a broader initiative aiming to utilize wood waste generated by sawmills for electricity generation. Its primary focus is on the design, calculation, and financial analysis of an electric generation system, with the aim of eliminating these wastes and converting them into a sustainable energy source. Hence, we have situated the project in a representative sawmill in the area, owned by the Orcellet family, located near the city of Colón, Entre Ríos.

The engineering of the project entails the design of the generating plant, considering critical aspects such as biomass availability and space requirements. Additionally, it involves equipment selection and the calculation of distribution systems, both for electrical energy and for the entire generation cycle.

This project not only seeks to eliminate sawmill waste but also aims to provide a source of renewable and clean energy for the local community. Thus, it promotes environmental and energy sustainability in the region, significantly contributing to the mitigation of environmental impacts and the efficient utilization of natural resources.

Keywords: Biomass - Renewable energy - Environmental sustainability - Wood industry/waste - Renewable waste - Electrical energy.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 2 de 5
---	----------------	----------------	----------------------

3. Agradecimientos

En primer lugar, a nuestras familias, que nos dieron la posibilidad de cursar una carrera de grado y nos han proporcionado siempre su apoyo. A nuestros compañeros y amigos, pilares fundamentales en el transcurso de la carrera.

También queremos expresar un sincero agradecimiento a toda la comunidad educativa de la UTN Facultad Regional Concepción del Uruguay, y en especial al personal bibliotecario, quienes siempre han demostrado una disposición excepcional para fomentar el aprendizaje. Estamos profundamente agradecidos con todos los docentes que han compartido sus conocimientos y valores para formarnos como profesionales comprometidos. En particular, queremos reconocer la labor de los profesores de la cátedra de proyecto final, Ingeniero Gustavo Puente e Ingeniero Aníbal C. De Carli, así como al tutor del proyecto, el Ingeniero Elbio Woeffray, por orientación y apoyo a lo largo de nuestra trayectoria académica.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 3 de 5
---	----------------	----------------	----------------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA
GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

Introducción y situación problemática

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal De Carli

AÑO 2024

Indice

1. Introducción	1
2. Planteo de oportunidad.....	3
3. Índice de figuras.....	4

1. Introducción

Debido a limitaciones ambientales y disponibilidad de combustibles tradicionales, se ha incrementado el uso de energías renovables. Argentina, cuenta con una capacidad de generación eléctrica a partir de energías limpias de casi 5000 MW, los cuales representan 8.5% de la capacidad del país.

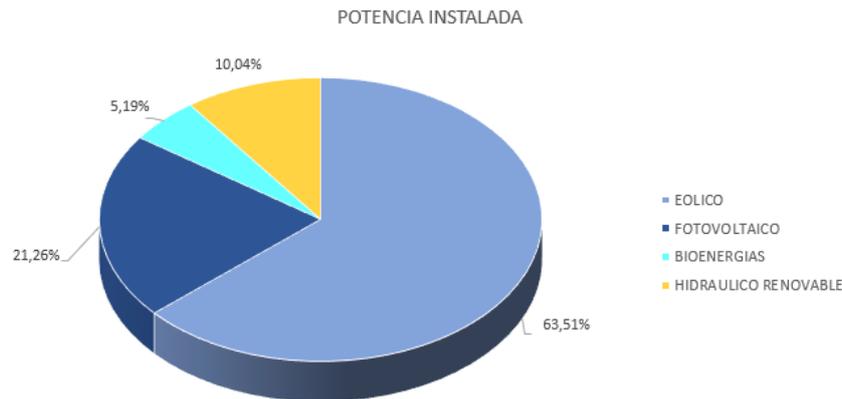


Figura SP - 1: Potencia Instalada Renovable en Argentina 2021 (Fuente: Ref. 1.20)

Asimismo, el país posee un vasto potencial en biocombustibles que, por razones socioeconómicas, aún no se ha aprovechado plenamente. En este sentido, la provincia de Entre Ríos, al igual que otras del noroeste argentino, dispone de una considerable capacidad de generación mediante biomasa procedente de plantaciones destinadas a la forestación.

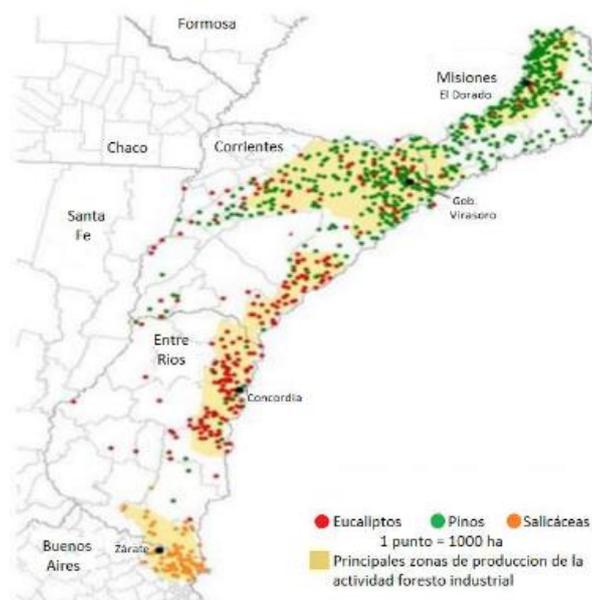


Figura SP - 2: Distribución de Plantaciones en la Mesopotamia y Delta del Paraná (Fuente: Ref. 1.19)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: ACDC 13/6/24	Aprobó:	Página 1 de 4
---	--------------------------------	----------------	----------------------

Según la FAO, en el proceso de fabricación de tablas, se observa un rendimiento que oscila entre 0.4 y 0.5 metros cúbicos de tabla por cada tonelada de rollizo procesado. Esto implica un desperdicio por encima del 50%, atribuible al aserrín, la corteza, los despuntes/recortes y los costaneros.

Productos y subproductos

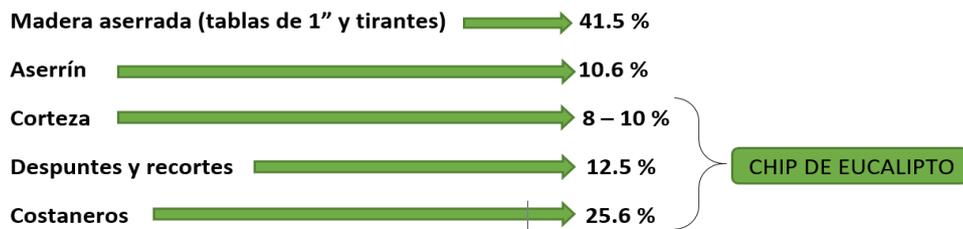


Figura SP - 3: Composición de un tronco de Eucaliptus E Grandis (Fuente: Ref. 1.4)

Tomando como ejemplo un aserradero de la zona, el aserradero Orcellet, ubicado a lo largo de la Ruta Nacional 135, en el acceso principal a la ciudad de Colón. En la actualidad, dispone de áreas especializadas en el desarrollo de cabreadas, machimbres y la producción general de tablas, consolidándose como un referente en la industria local. A principios del año 2022, el aserradero procesaba alrededor de 71500 pies³ de madera de Eucaliptus Grandis al mes, proveniente de distintos departamentos de la provincia de Entre Ríos.



Figura SP - 4: Imagen aérea Aserradero Orcellet 2021 (Fuente: Propia)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó: ACDC 13/6/24</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 2 de 4</p>
--	--	-----------------------	-----------------------------

2. Planteo de oportunidad

Obtener un aprovechamiento de los residuos generados por la industria maderera, mediante la incineración de chip de madera y posterior generación de energía eléctrica. Con esta finalidad se efectuará un estudio de factibilidad técnico-económica.

El proceso partirá del acopio del chip en una tolva que nos permitirá realizar la descarga sobre una cinta transportadora que se vincula a la caldera. Ya disponible el material para la caldera, el alimentador se encarga de ir dosificando el combustible requerido para cubrir la demanda de vapor.

La incineración del combustible en el hogar libera un flujo de calor, que, al circular por los distintos pasos de la caldera (UGV), realiza un intercambio térmico con el agua, generando vapor a presión. Al salir de la UGV, el mismo, es levemente tratado para así ser inyectado en las distintas cámaras de expansión de la turbina de vapor de forma óptima.

Mediante la acción descrita anteriormente, la turbina impulsa el generador, proporcionando la fuerza necesaria para satisfacer las demandas eléctricas.

Una vez disponible, el vapor de salida a baja presión es dirigido hacia el condensador, donde vuelve al estado líquido. Este proceso de condensación se logra gracias al enfriamiento proporcionado por el intercambio de calor con el ambiente a través de una torre de enfriamiento.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: ACDC 13/6/24	Aprobó:	Página 3 de 4
---	--------------------------------	----------------	----------------------

3. Índice de figuras

Figura SP - 1: Potencia Instalada Renovable en Argentina 2021 (Fuente: Ref. 1.20)	1
Figura SP - 2: Distribución de Plantaciones en la Mesopotamia y Delta del Paraná (Fuente: Ref. 1.19)	1
Figura SP - 3: Composición de un tronco de Eucaliptus E Grandis (Fuente: Ref. 1.4)	2
Figura SP - 4: Imagen aérea Aserradero Orcellet 2021 (Fuente: Propia).....	2

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: ACDC 13/6/24	Aprobó:	Página 4 de 4
---	--------------------------------	----------------	----------------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA
GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

Objetivos, Alcances y Plan de Trabajo

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal De Carli

AÑO 2024

Índice

1. Objetivos del Proyecto	1
2. Alcances	1
3. Plan de Trabajo.....	2

1. Objetivos del Proyecto

Dentro de los objetivos destacamos:

- 1- Estudiar la factibilidad técnica
- 2- Estudiar los retornos económicos

Analizar el retorno de inversión de la instalación para generación eléctrica a partir de los residuos de forestación en un aserradero ya establecido.

2. Alcances

- Se **INCLUYE** dentro del presente proyecto:
 - 1- Ingeniería básica de la instalación.
 - 2- Ingeniería de detalle para una instalación capaz de generar electricidad mediante la incineración del chip disponible, 29.5 Tn/día.
 - Transporte interno de chips
 - Selección de unidad generadora de vapor
 - Selección de unidad motriz impulsada por vapor
 - Cálculo y diseño de líneas de vapor
 - Cálculo y diseño de línea de agua de alimentación de caldera
 - Selección del generador eléctrico
 - Diseño del tablero para distribución
 - Selección de las protecciones eléctricas
 - Diseño del sistema de puestas a tierra
 - Análisis de la rentabilidad del proyecto
 - 3- Presupuestar y realizar estudios técnicos, económicos y ambientales.

- Se **EXCLUYE** del presente proyecto:
 - El diseño y cálculo de obra civil.
 - La puesta en funcionamiento, adjudicación y compra de elementos.
 - La distribución de la energía eléctrica interna en planta.
 - El diseño del tablero de control y las protecciones de cada consumo existente en el aserradero

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: ACDC 17/5/24	Aprobó:	Página 1 de 2
---	--------------------------------	----------------	----------------------

3. Plan de Trabajo

- Elección de una planta tipo y relevamiento de la misma
- Estudio energético y de residuos
- Estudio de las tecnologías a aplicar
- Realización de la ingeniería básica
- Realización de la ingeniería de detalle (especificaciones técnicas)
- Realización del cómputo de materiales
- Estudiar el retorno de la inversión

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: ACDC 17/5/24	Aprobó:	Página 2 de 2
---	--------------------------------	----------------	----------------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA
GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

Ingeniería Básica

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal De Carli

AÑO 2024

Índice

1	Solución propuesta	1
1.1	Gestión del combustible (GC).....	3
1.2	Gestión de vapor (GV)	5
1.3	Gestión eléctrica (GE).....	9
1.4	Control de la planta generadora	11
	Tablero caldera (TS8).....	11
	Tablero de generación (TGEN).....	14
2	Disponibilidad de espacios en el aserradero.....	15
3	Lay out	16
4	Resultados del estudio.....	24
4.1	Estimación de la Inversión	24
4.2	Resultados netos.....	24
4.3	Resultados porcentuales	24
5	Ejecución de tareas y curva de inversión	25
6	Índice de Figuras	26
7	Índice de Tablas	27

1 Solución propuesta

Acorde a la legislación vigente para la generación eléctrica en Entre Ríos, se plantea una instalación destinada a la producción de energía eléctrica con fuentes renovables. El fin de esta instalación es el suministro de energía a máquinas del propio aserradero.

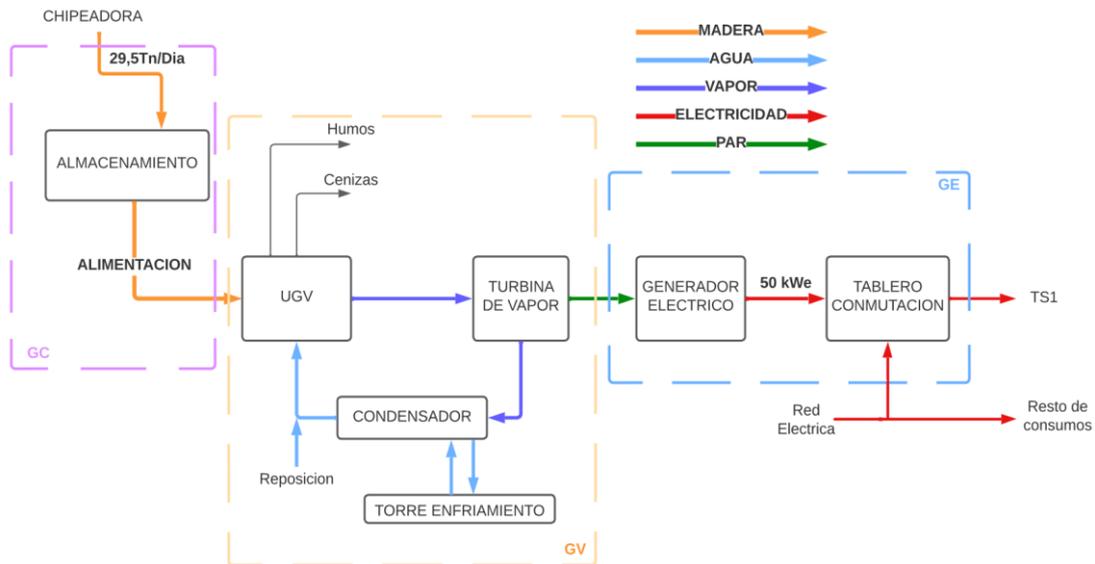


Fig. IB - 1: Diagrama de flujo general de la instalación (Fuente: Propia)

Se presenta un diagrama de flujo general que ilustra los procesos que transforman la biomasa en energía eléctrica. En los distintos recuadros, se puede ver la sectorización de la planta en distintas zonas para una fácil comprensión.

Sectores	Código
Gestión de chips	GC
Gestión de vapor	GV
Gestión de energía eléctrica	GE

Tabla IB - 1: Sectores considerados para la instalación (Fuente: Propia)

Todos los equipos y procesos representados en los recuadros GV, GC y GE serán parte de los alcances del proyecto y se detallarán a lo largo del documento, tanto su funcionabilidad, como, una breve explicación de porque se optó por el mismo.

Observaciones

A continuación, detallan aspectos que **NO SE PROFUNDIZARÁN** debido a que escapan de los alcances del proyecto.

- Obra civil de la nave industrial: Solamente se estimarán las dimensiones requeridas para el layout
- Aislación de Tubería: debido a las dimensiones del proyecto, no consideraremos relevante el cálculo de aislación de la tubería.
- Tratamiento del Agua de alimentación: se analizarán y calcularán las cantidades de contaminantes condicionantes, pero queda excluido la selección del equipamiento necesario ajeno a la purga de fondo sobre la caldera.
- En cuanto al suministro de Agua de alimentación del ciclo de vapor, queda excluido el sistema de alimentación de agua.
- Agua de reposición de la torre de enfriamiento: se calculará la cantidad de agua de reposición que necesita el equipo seleccionado, pero queda excluida la forma de suministro de la misma.
- Para los equipos: “Tolva de recepción”, “Tanque de condensados” y “Cinta transportadora”
Para estos equipos solo se calculan los componentes principales a fines de poder solicitar una cotización que cumpla con los requisitos mínimos para este proyecto.
Estas características se resumirán en planos de requerimiento generales (Ver anexo F), como ser capacidades, medidas generales, potencias, etc. Es por esto que cada equipo se codificará como su conjunto final, *dejando de lado la codificación individual de sus partes.*
- La automatización del generador estará considerada dentro de la provisión de la empresa que ofrece el set de generación.
- Para las nuevas cargas eléctricas no se realiza el cálculo de corrección del factor de potencia
- El software de control de la caldera, queda fuera del alcance
- La distribución eléctrica detallada en planta queda excluida, tanto para la instalación de potencia como la de control, solo se presentarán planos generales de la ubicación de cada carga sin detalles constructivos.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 2 de 27
---	------------------------------------	----------------	-----------------------

1.1 Gestión del combustible (GC)

Este sector comienza con el acopio del combustible requerido por la caldera para la generación de vapor. El mismo se acumulará en una tolva que descarga de forma mecánica sobre una cinta transportadora que vincula al alimentador de la caldera.

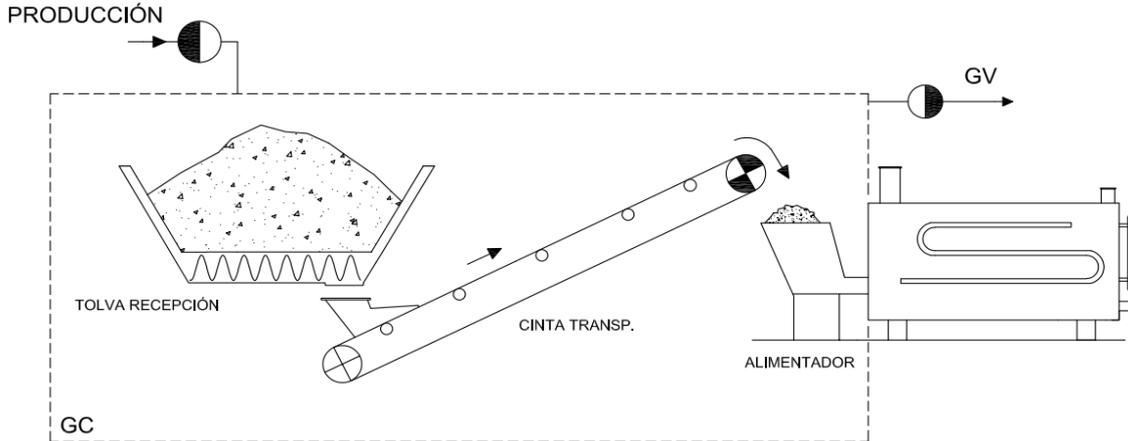


Fig. IB - 2: Diagrama de proceso simplificado del sector GC (Fuente: Propia)

La codificación cada máquina que constituyen este sector se muestra a continuación con su correspondiente código. Su respectiva codificación asegura una clara identificación de cada equipo;

Descripción	Código	Sector
Tolva de recepción	T-GC-01	GC
Alimentador de la caldera	A-GC-01	GC
Cinta transportadora	CT-GC-01	GC

Tabla IB - 2: Descripción de equipos del sector GC (Fuente: Propia)

Tolva de Recepción (T-GC-01)

Para el almacenamiento de chips, se opta por una tolva contenedora que tendrá una rosca transportadora que hará las veces de rascador de fondo permitiendo descargar de manera controlada y continua del material.

La fabricación de la tolva puede ser fácilmente llevada a cabo en metalúrgicas locales.



Fig. IB - 3: T-GC-01

Alimentador de Caldera (A-GC-01)

Consta de un dosificador rosca sin fin que dosifica la cantidad de combustible necesaria para realizar la mezcla entre aire primario y el chip de madera. Esta mezcla es impulsada al interior de la caldera para su combustión.

Este equipo entra dentro de la provisión de los vendedores de caldera.



Fig. IB - 4: A-GC-01

Cinta Transportadora (CT-GC-01)

Para la vinculación de la tolva y el alimentador incorporamos una cinta transportadora, que cuenta con motorreductor y banda de paletas de goma.

Al igual que la tolva, la provisión de esta puede ser cubierta por la industria metalúrgica local.



Fig. IB - 5: CT-GC-01

Preparó:

Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander;
Vergara Fernando Valentín

Revisó:

G. Puente 3/6/24

Aprobó:

Página 4 de 29

1.2 Gestión de vapor (GV)

Este bloque está constituido por todas las partes que cierran el ciclo de generación, partiendo de la caldera que genera el vapor hasta el condensador que lo vuelve al estado líquido

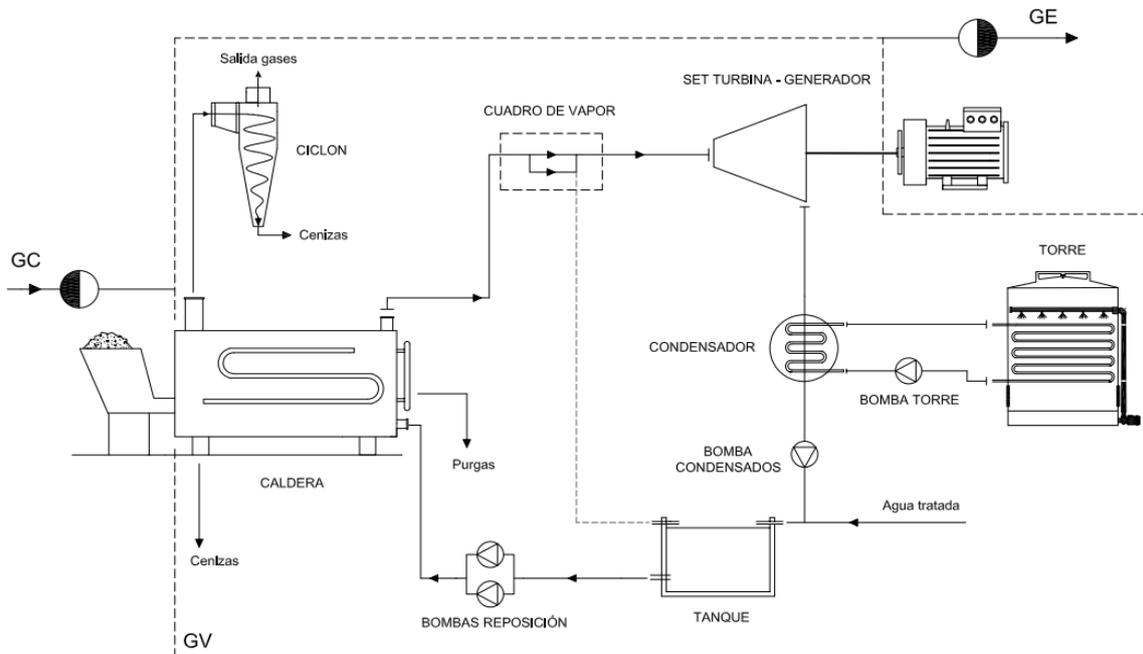


Fig. IB - 6: Diagrama de proceso simplificado del sector GV (Fuente: Propia)

La codificación de las partes que constituyen esta área se muestra en la siguiente tabla, siguiendo el mismo formato planteado para el sector de combustible;

Descripción	Código	Sector
Caldera humotubular de biomasa	B-GV-01	GV
Set turbina + generador	TG-GV-01	GV
Ciclón para humos de chimenea	CI-GV-01	GV
Condensador	CO-GV-01	GV
Torre de enfriamiento	TE-GV-01	GV
Bomba condensador	PC-GV-01	GV
Bomba circulación torre de enfriamiento	PT-GV-01	GV
Bomba reposición caldera A	PR-GV-01	GV
Bomba reposición caldera B	PR-GV-02	GV
Tanque de agua	TK-GV-01	GV

Tabla IB - 3: Descripción de equipos del sector GV (Fuente: Propia)

Caldera (B-GV-01)

Se opta por una caldera humotubular, que entrega vapor saturado a 12 bar(g).

Conta con una parrilla fija con inyección de aire de forma forzada, que favorece la combustión y un sistema de remoción de cenizas manual.

Dentro de la provisión se incluye, alimentador, bombas y accesorios de medición y seguridad.



Fig. IB - 7: B-GV-01

Turbina + Generador (TG-GV-01)

Se utilizará una turbina de vapor de acción mono-etapa, a condensación, la cual en la provisión incluye el generador.

Este set es de origen chino.



Fig. IB - 8: TG-GV-01

Ciclón (CI-GV-01)

La implementación del mismo asegura que los sólidos arrastrados por los gases de escape no salgan a la atmósfera, brindando no solo un ambiente libre de este contaminante, sino también, un complemento de seguridad para evitar el arrastre de chispas.

Cuenta con un cajón cenicero que permite la recolección de cenizas de forma manual.

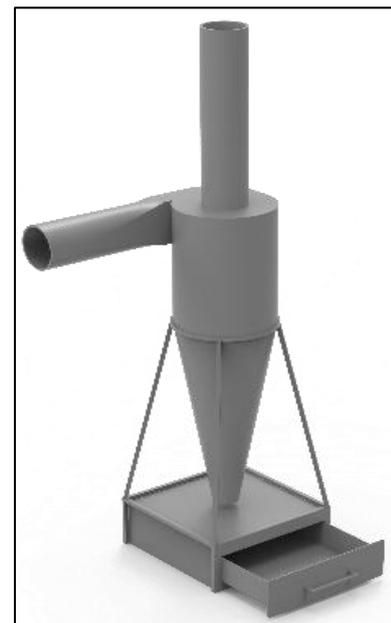


Fig. IB - 9: CI-GV-01

Preparó:

Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander;
Vergara Fernando Valentín

Revisó:

G. Puente 3/6/24

Aprobó:

Página 6 de 29

Condensador (CO-GV-01)

El condensador de casco y tubo será el encargado de volver el vapor de baja presión a su estado líquido, intercambiando energía con el agua proveniente del aerocondensador. El mismo, estará constituido de un paquete de tubos de seis pasos en acero al carbón, lo que reduce los costos significativamente.



Fig. IB - 10: CO-GV-01

Torre de Enfriamiento (TE-GV-01)

Este equipo, encargado del enfriamiento del agua del condensador, proporciona una optimización del agua de refrigeración, disminuyendo las cantidades que requiere la planta. El equipo es compacto y fácil de implementar en el circuito.



Fig. IB - 11: TE-GV-01

Bombas (PC-GV-01, PT-GV-01)

Las bombas que se utilizarán para la entrada a la caldera, son provistas por Fontanet, estas son del tipo centrífuga de multi-etapa y estarán duplicadas por cuestiones de seguridad.

En cuanto a la bomba de condensado, como también del condensador, será del tipo centrífuga ya que no se requieren elevaciones de presión significativas.



Fig. IB - 12: PC-GV-01, PT-GV-01

Tanque de Condensados (TK-GV-01)

El tanque será metálico, de forma cilíndrica y tendrá una capacidad de 500 Litros. Abastecerá la caldera ante las oscilaciones de la demanda, contando con una capacidad suficiente requerida por el ciclo de generación.



Fig. IB - 13: TK-GV-01

Cuadro de Vapor

El cuadro de vapor consta de elementos que trabajan sobre la calidad del vapor. Como la presión de la caldera es igual a la presión demandada de la turbina, no requerimos de un regulador de presión. En resumen, dimensionamos dicho cuadro con una trampa de gotas y un filtro de vapor, que aseguren la integridad de la turbina.

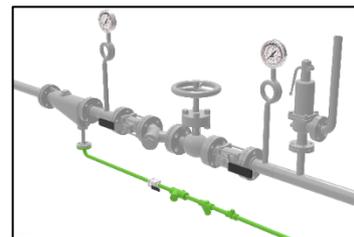


Fig. IB - 14: Cuadro de Vapor

Tubería

Debido a las exigencias que presentan las líneas de vapor y la necesidad de contar con una instalación segura, se dispone de la implementación de tubos normalizados ASTM A-53 grado b, ya que brindan una seguridad respaldada por dicha Norma.

La codificación de las líneas de vapor y agua que vinculan estos equipos, así como la codificación de los accesorios que la componen, se codifican y detallan en la sección de "**Ingeniería de Detalle**".



Fig. IB - 15: Tubería ASTM A-53

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 8 de 27
---	------------------------------------	----------------	-----------------------

1.3 Gestión eléctrica (GE)

El movimiento que entrega la turbina de vapor es transmitido hacia el generador eléctrico que suministra energía al tablero general de conmutación, a partir del cual se alimentan las cargas de uno de los sectores del aserradero.

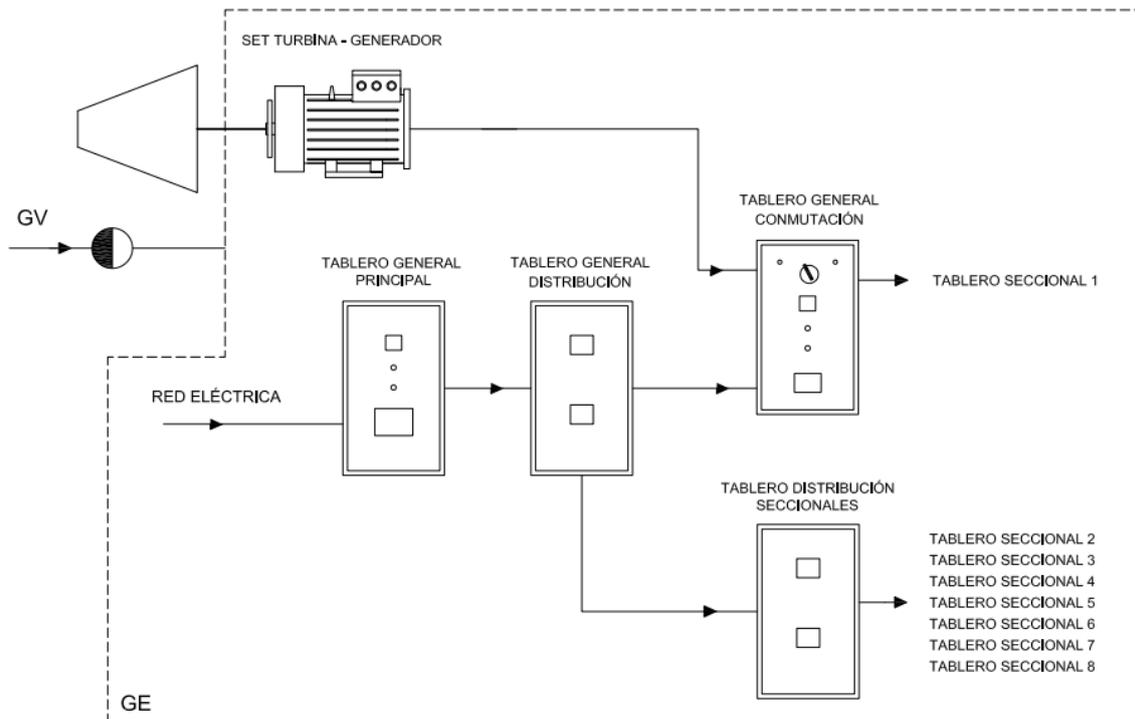


Fig. IB – 16: Diagrama de proceso simplificado del sector GE (Fuente: Propia)

La codificación de las partes que constituyen esta área se muestra a continuación;

Tableros	
Tablero general principal	TGP
Tablero general de distribución	TGD
Tablero general de conmutación	TGC
Tablero distribución a seccionales	TDS
Tablero seccional 1	TS1
Tablero seccional 2	TS2
Tablero seccional 3	TS3
Tablero seccional 4	TS4
Tablero seccional 5	TS5
Tablero seccional 6	TS6
Tablero seccional 7	TS7
Tablero seccional 8	TS8

Tabla IB - 4: Descripción de equipos sector GE (Fuente: Propia)

Esquema General de la instalación eléctrica

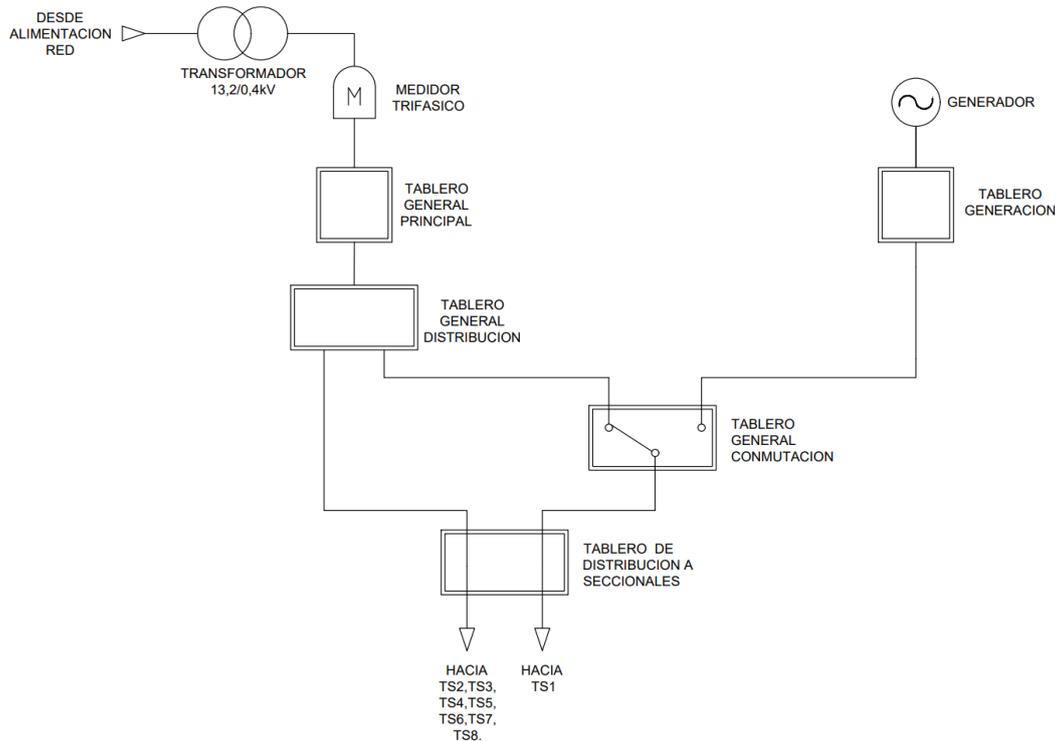


Fig. IB - 17: Esquema general eléctrico (Fuente: Propia)

Tablero General Principal (TGP)

Este tablero es existente y es el encargado de recibir la alimentación desde la red eléctrica externa brindada por la empresa prestadora de electricidad y dar alimentación al resto de tableros ubicados dentro del aserradero.

Tablero General de Distribución (TGD)

Este tablero será el encargado de recibir la corriente desde el tablero general principal y distribuirla, por un lado, al tablero de distribución a seccionales, y por el otro lado, al tablero general de conmutación.

Tablero General de Conmutación (TGC)

A este tablero llega, por un lado, la energía proveniente de la red desde el tablero general de distribución y, por otro lado, la energía generada por la planta generadora desde el tablero del generador. Aquí se realizará la conmutación entre red/generador para alimentar con alguna de las dos opciones, las cargas seleccionadas.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 10 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

Tablero de distribución a seccionales (TDS)

Este será el encargado de realizar la distribución a cada uno de los tableros seccionales de los distintos sectores del aserradero, entre ellos, el sector de producción de tablas, el sector de producción de cabreadas, el sector de producción de machimbre, el taller de mantenimiento y el sector de generación de energía.

1.4 Control de la planta generadora

El control de la planta se dividirá en dos ramas, una dedicada al control de la turbina/generador y otro que controlará la caldera con los servicios auxiliares.

Tablero caldera (TS8)

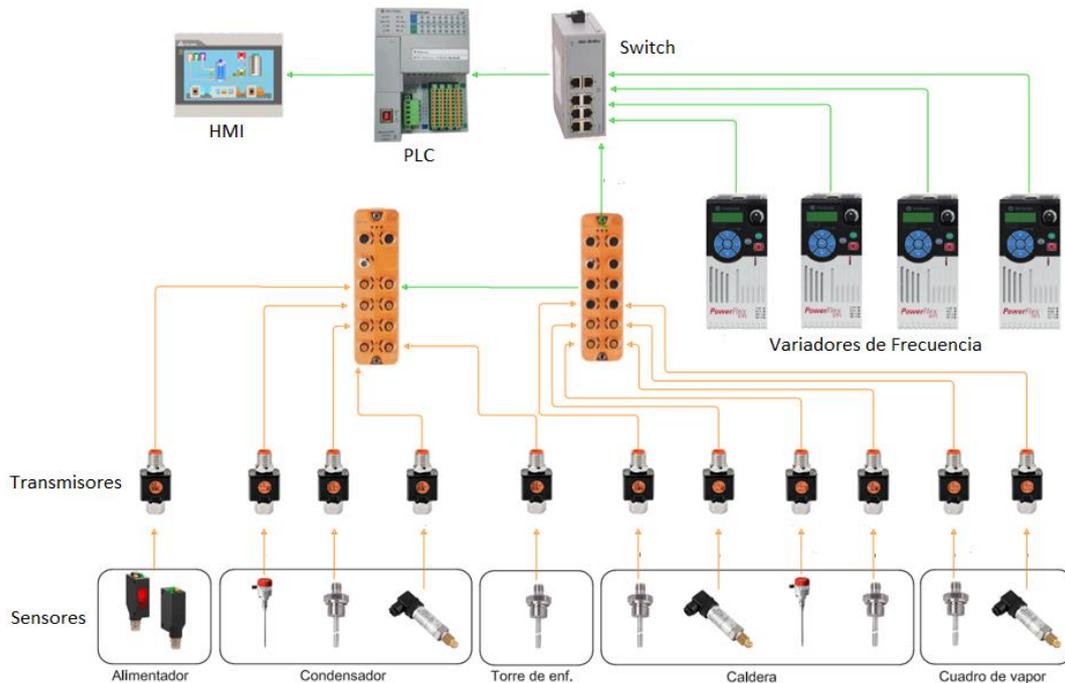


Fig. IB - 18 : Diagrama simplificado del control de la caldera (TS8) (Fuente: Propia)

Para el control de la caldera, se diseñó el tablero seccional denominado TS8. El cual, se encargará del control del funcionamiento de la caldera y de los equipos auxiliares, actuando sobre los motores especificados en **Panilla 2, Anexo F**.

El control consiste en la incorporación de sensores de campo, que recopilan información y las trasladan a un PLC central, que interpreta las mismas y toma decisiones (**Ver MC Pág. 131**)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó: G. Puente 3/6/24</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 11 de 27</p>
--	--	-----------------------	-------------------------------

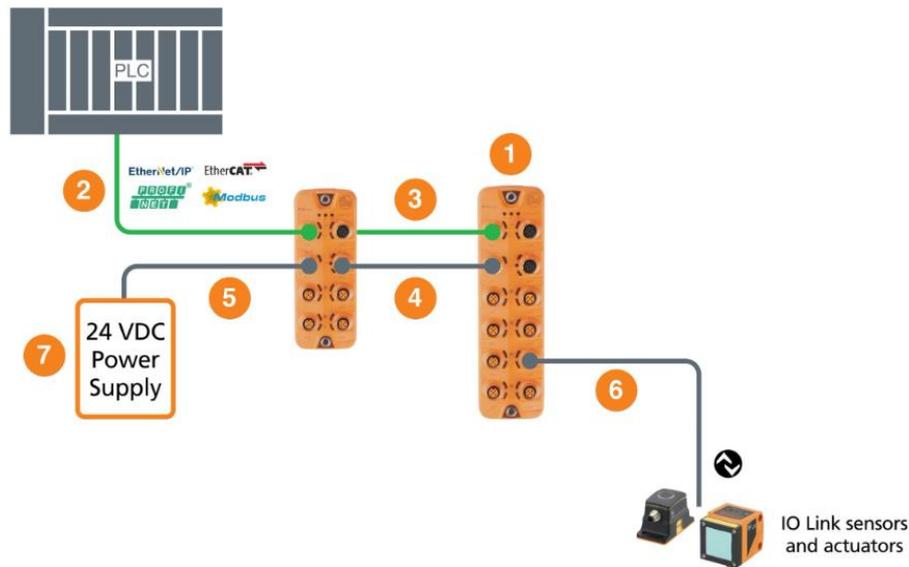


Fig. IB - 19: Esquema simplificado Maestro IO Link

Para esto, se incorpora un Maestro IO-Link que es una tecnología estándar para la comunicación con estos sensores en entornos industriales. Consta de sensores IO-Link, un Maestro IO-Link y un PLC. Los sensores recopilan datos, el Maestro actúa como intermediario y el PLC los procesa. La conexión se realiza mediante cables estándar y el intercambio de datos se lleva a cabo con un protocolo serie digital estandarizado. El Maestro se conecta al PLC mediante Ethernet IP.

Como anexo a la digitalización y la mejora del proceso se incorpora también una pantalla HMI que mostrará mediciones de todos los sensores. Disponiéndose así de un hardware capaz de alcanzar un nivel de desarrollo que entra dentro de la rama de tecnologías 4.0.

El esquema de potencia, de dicho circuito se encuentra ilustrado en el **Anexo E, plano E4021**, el mismo presenta la ubicación y codificación de las distintas protecciones seleccionadas. Además, en los **planos E4022 y E4023** se detalla la lógica cableada adoptada para el comando mediante controlador lógico programable (PLC).

Se dejan fuera de los alcances de este proyecto, el desarrollo del Software de control. El cual deberá contar con las consideraciones planteadas en Memorias, Sección 5.10

A continuación, se esquematiza la ubicación de sensores y motores planteada, que involucra los sectores de chip y vapor

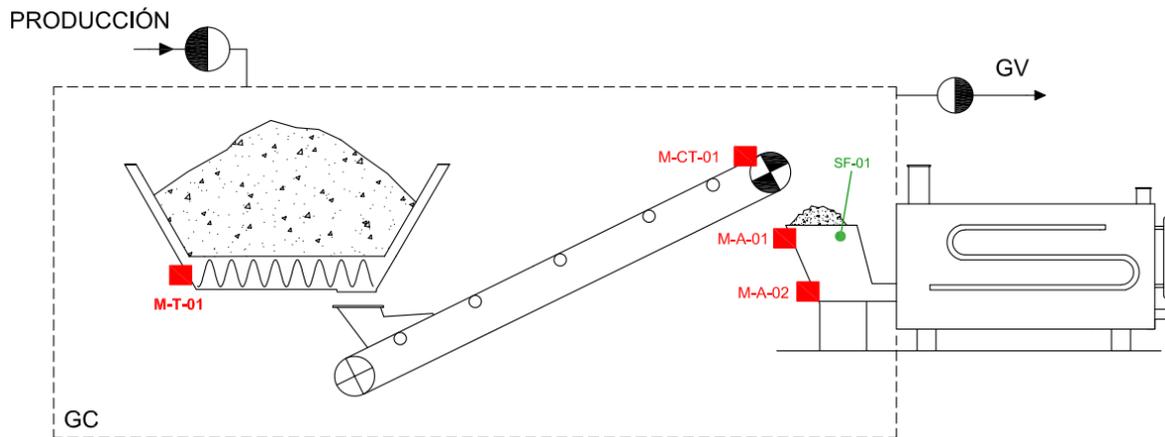


Fig. IB - 20: Distribución de cargas y sensores del sector GC (Fuente: Propia)

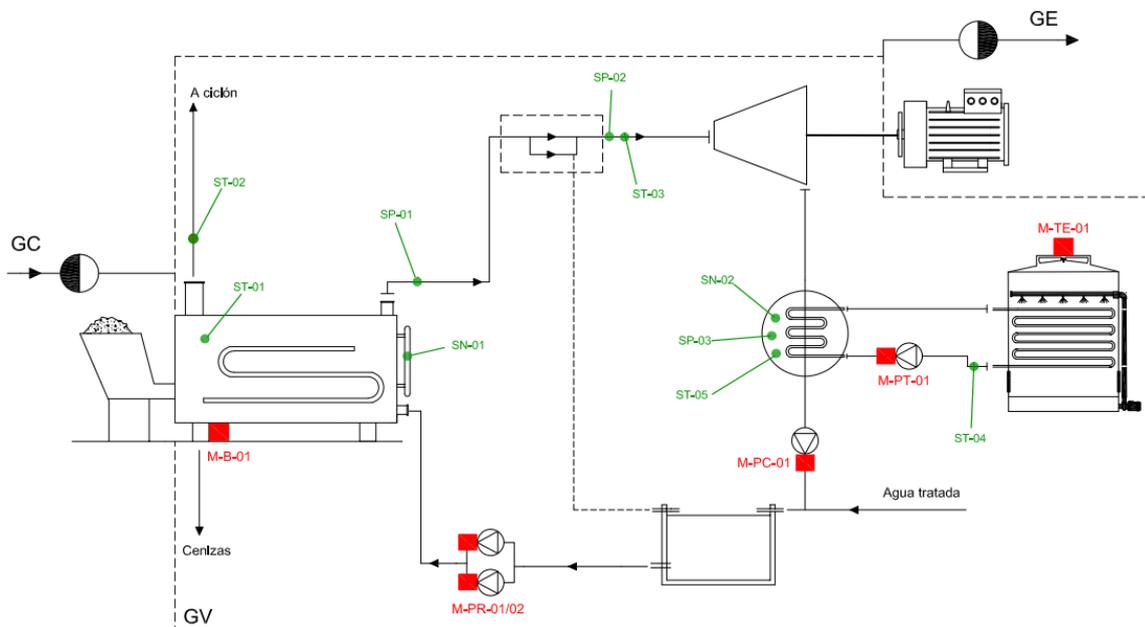


Fig. IB - 21: Distribución de cargas y sensores del sector GV (Fuente: Propia)

Las referencias de las cargas se pueden ver en **Panilla 2, Anexo F** y los sensores utilizados en, **Fig. MC-136**

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó: G. Puente 3/6/24</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 13 de 27</p>
--	--	-----------------------	-------------------------------

Tablero de generación (TGEN)

El segundo tablero, al ser provisto por el fabricante del set generador y contar con el equipo completo, turbina/generador/sensores y válvula pilotada, será considerado como dominio privado y no se manipulará, dejando como independiente al resto de la planta. Esta unidad brinda resultados en tiempo real de los parámetros de generación eléctrica, como así también, del estado de la turbina.



Fig. IB - 22: Tablero Set de Generación

Una aclaración no menos relevante, el control del set generador no requiere una vinculación con la fuente que provee vapor, ya que, trabaja con sensores posicionados a la entrada de la turbina que le miden los parámetros del vapor, permitiendo tomar decisiones de emergencia.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 14 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

2 Disponibilidad de espacios en el aserradero

Considerando la ubicación del transformador, las rutas de carga y descarga, y la ubicación de la chipeadora, se concluye que la opción más adecuada para la ubicación de la planta de generación es en el lado sur-este del aserradero.



Fig. IB - 23: Planta de Aserrado Aérea (Fuente Google Maps)

Esta ubicación presenta ventajas, ya que el depósito de la materia prima (chips) se encuentra a aproximadamente a 30 metros de distancia, lo que facilita el acceso. Además, cuenta con un amplio espacio que permite considerar futuras ampliaciones en el sector de máquinas, como una nueva sala de secado de madera por temperatura. Esta elección ofrece una solución óptima para la eficiencia operativa y permite un diseño más versátil y adaptable para el crecimiento futuro de la planta de generación.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 15 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

3 Lay out

La disposición de los equipos dentro de la planta generadora, plantea grandes desafíos a la hora de abordar el proyecto. En lo que a experiencia respecta, se tuvo en cuenta aspectos como:

- Optimización de espacios: Considerando que es una planta relativamente compacta, se debe considerar un espacio que brinde comodidad a la hora de cargar la tolva, como, así también, en la realización de las tareas cotidianas en la operación.
- Seguridad: Se planteó desde el inicio que el proyecto sea lo más simple posible, buscando que los operarios se puedan desplazar de forma cómoda a la hora de realizar tareas cotidianas como por ejemplo el mantenimiento de equipos.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 16 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

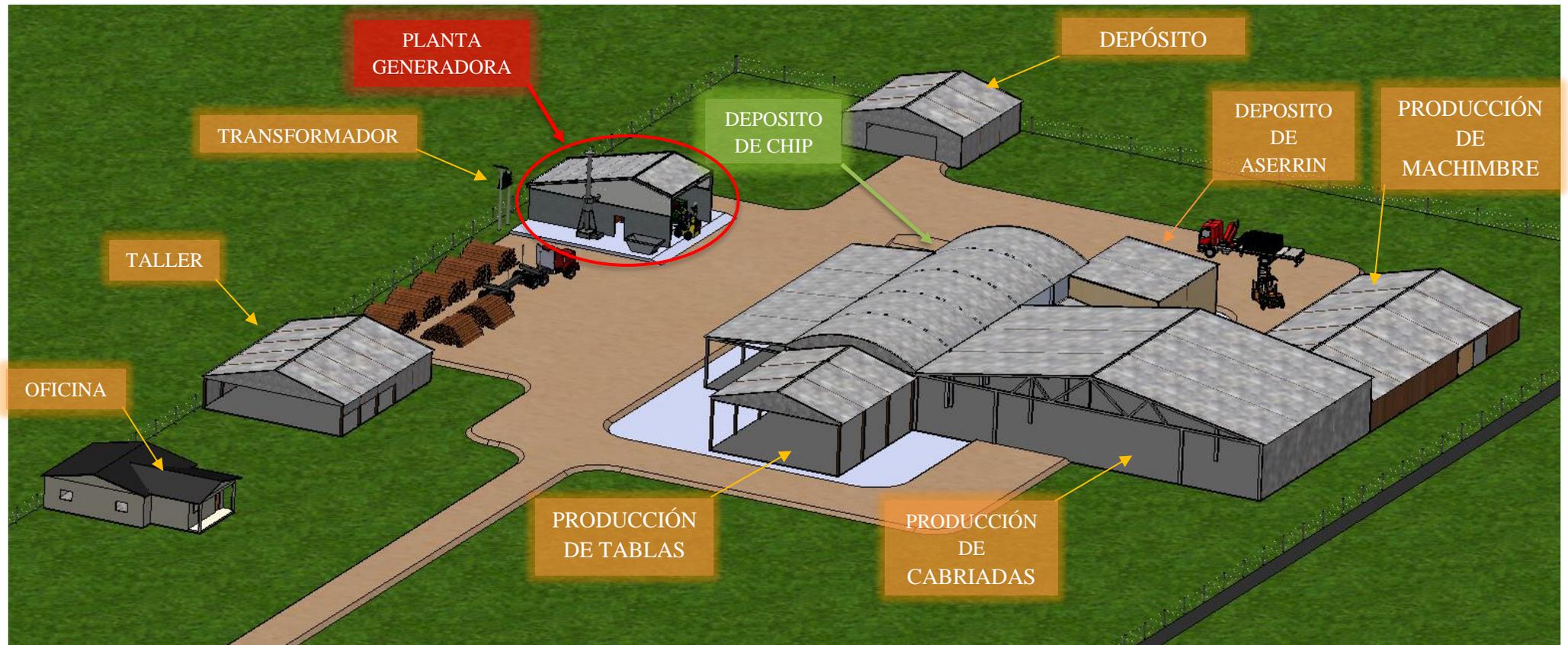


Fig. IB - 24: Lay Out General del Aserradero (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 17 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

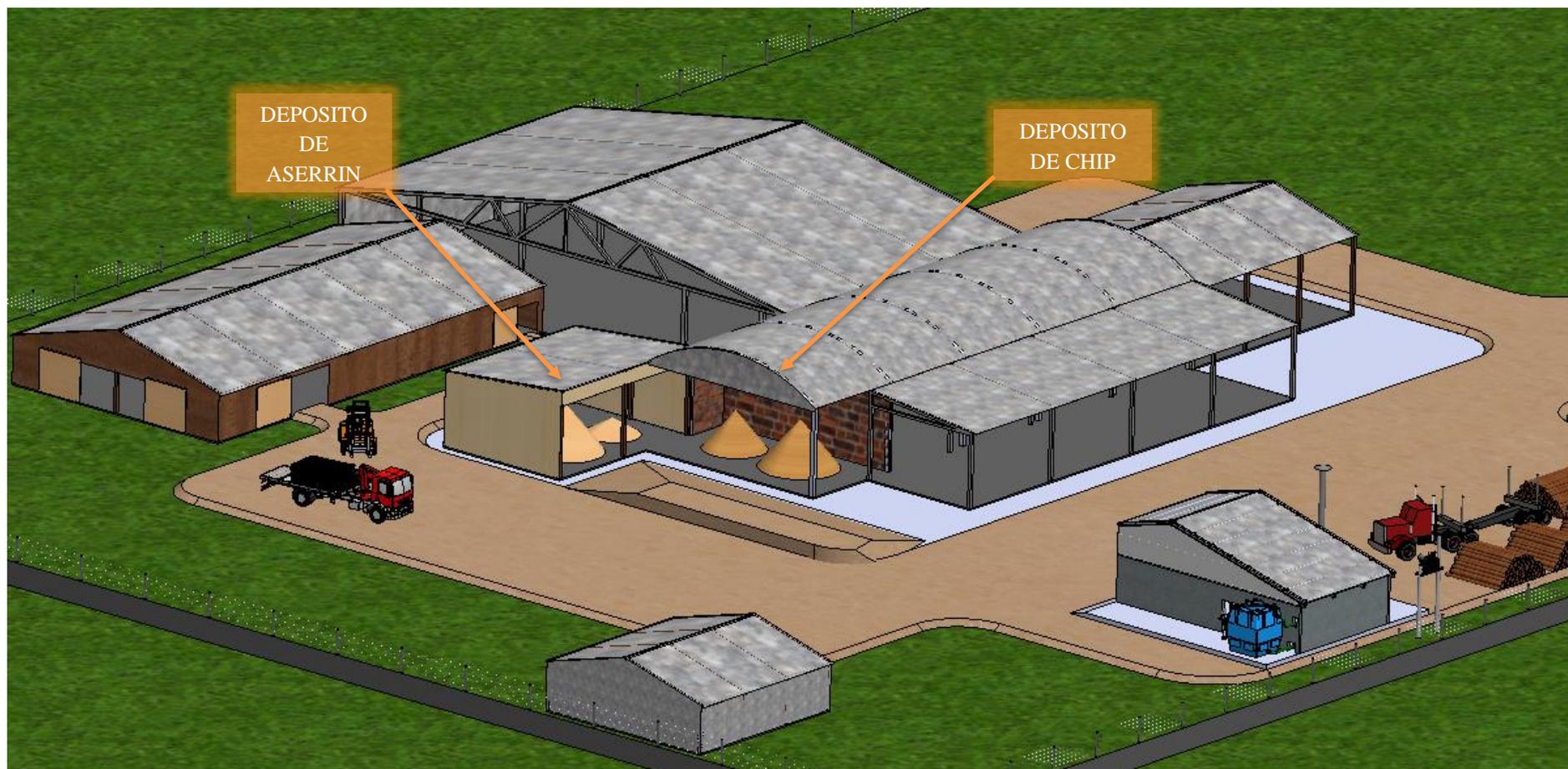


Fig. IB - 25: Detalle de Ubicación de Desperdicios (Fuente: propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puento 3/6/24	Aprobó:	Página 18 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

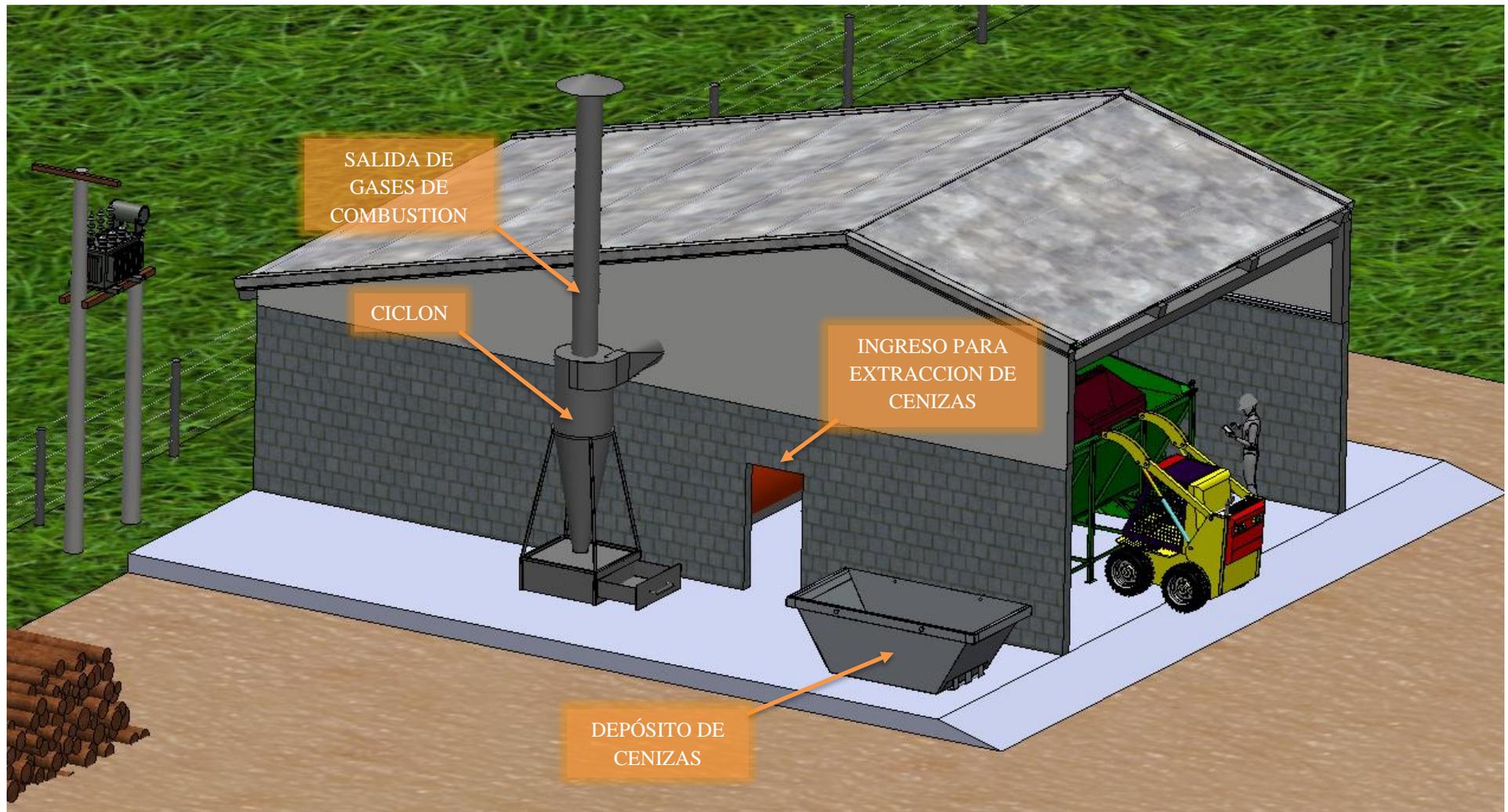


Fig. IB - 26: Detalles Exteriores de la Planta Generadora Lado Norte (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puento 3/6/24	Aprobó:	Página 19 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

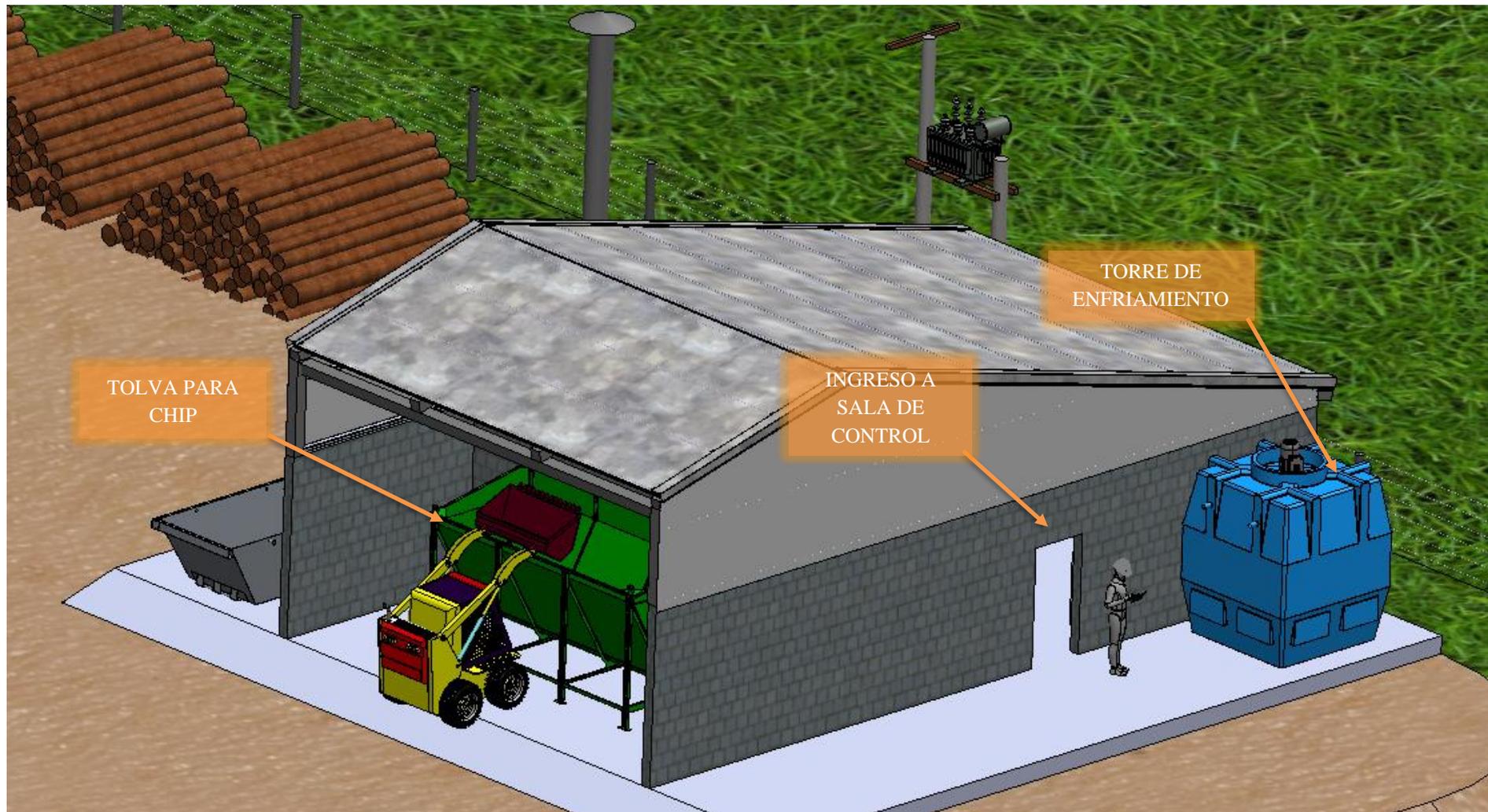


Fig. IB - 27: Detalles Exteriores de la Planta Generadora Lado Sur (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puento 3/6/24	Aprobó:	Página 20 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

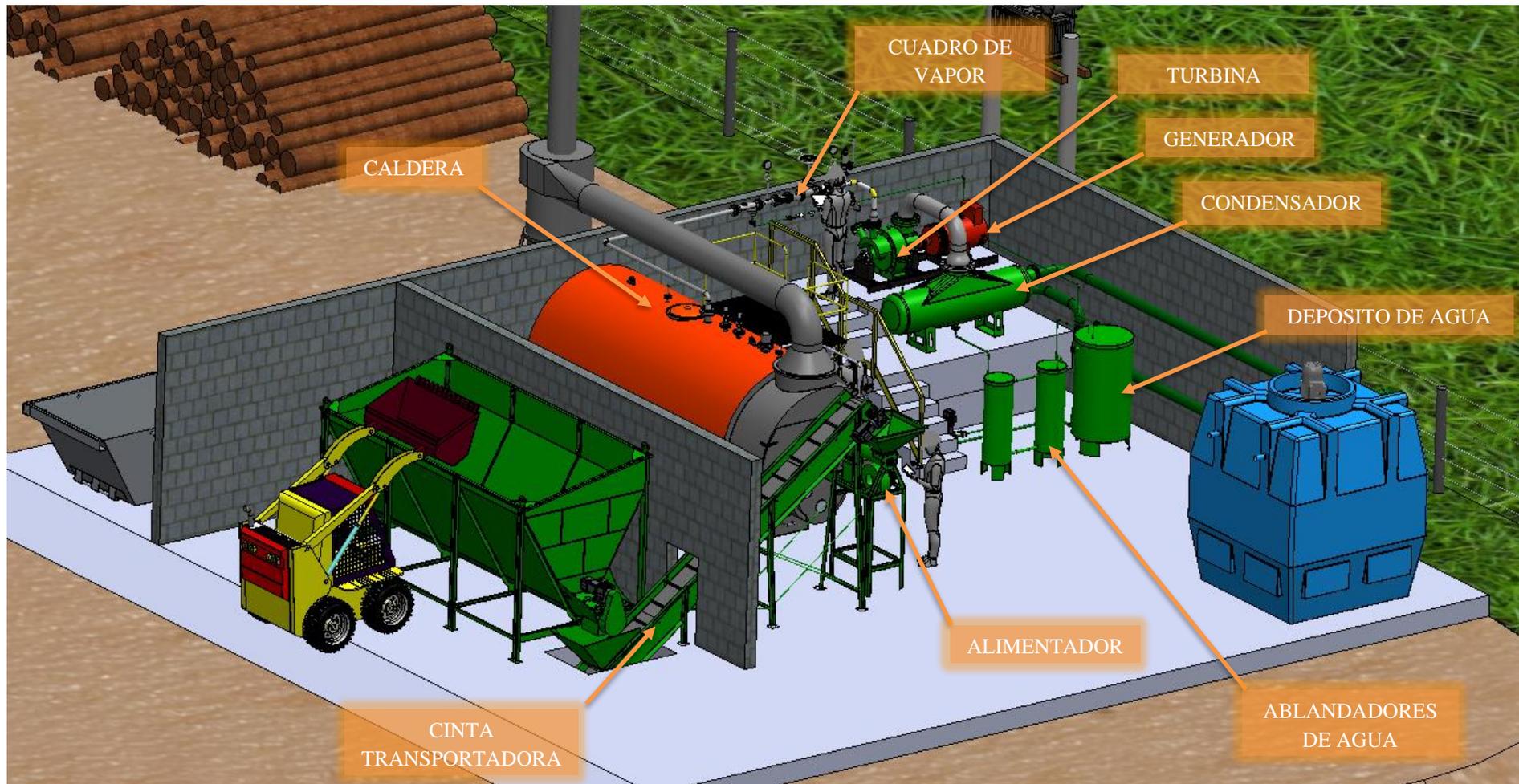


Fig. IB - 28: Detalles Ubicación de Equipos (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puento 3/6/24	Aprobó:	Página 21 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

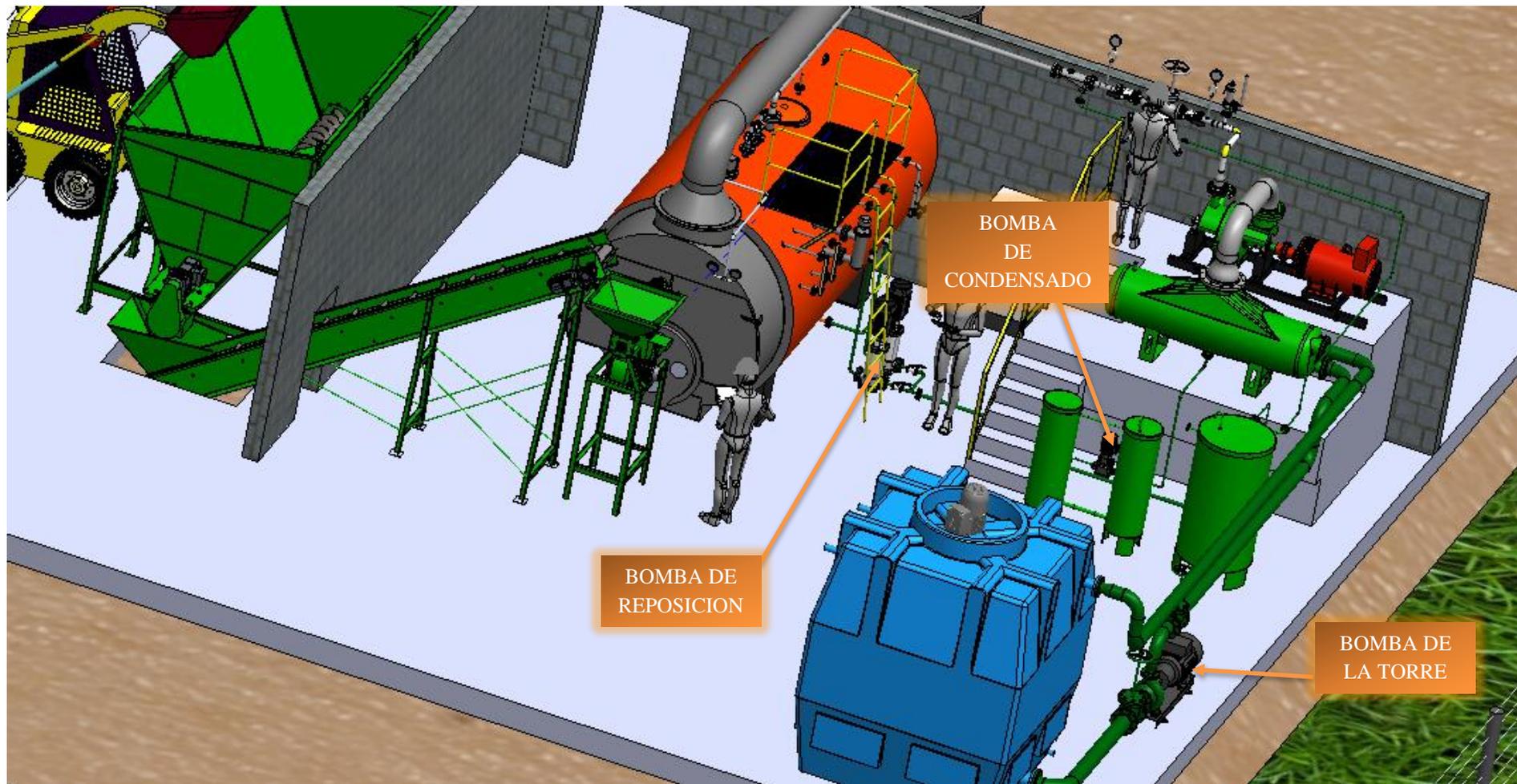


Fig. IB - 29: Detalle Ubicación Bombas (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 22 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

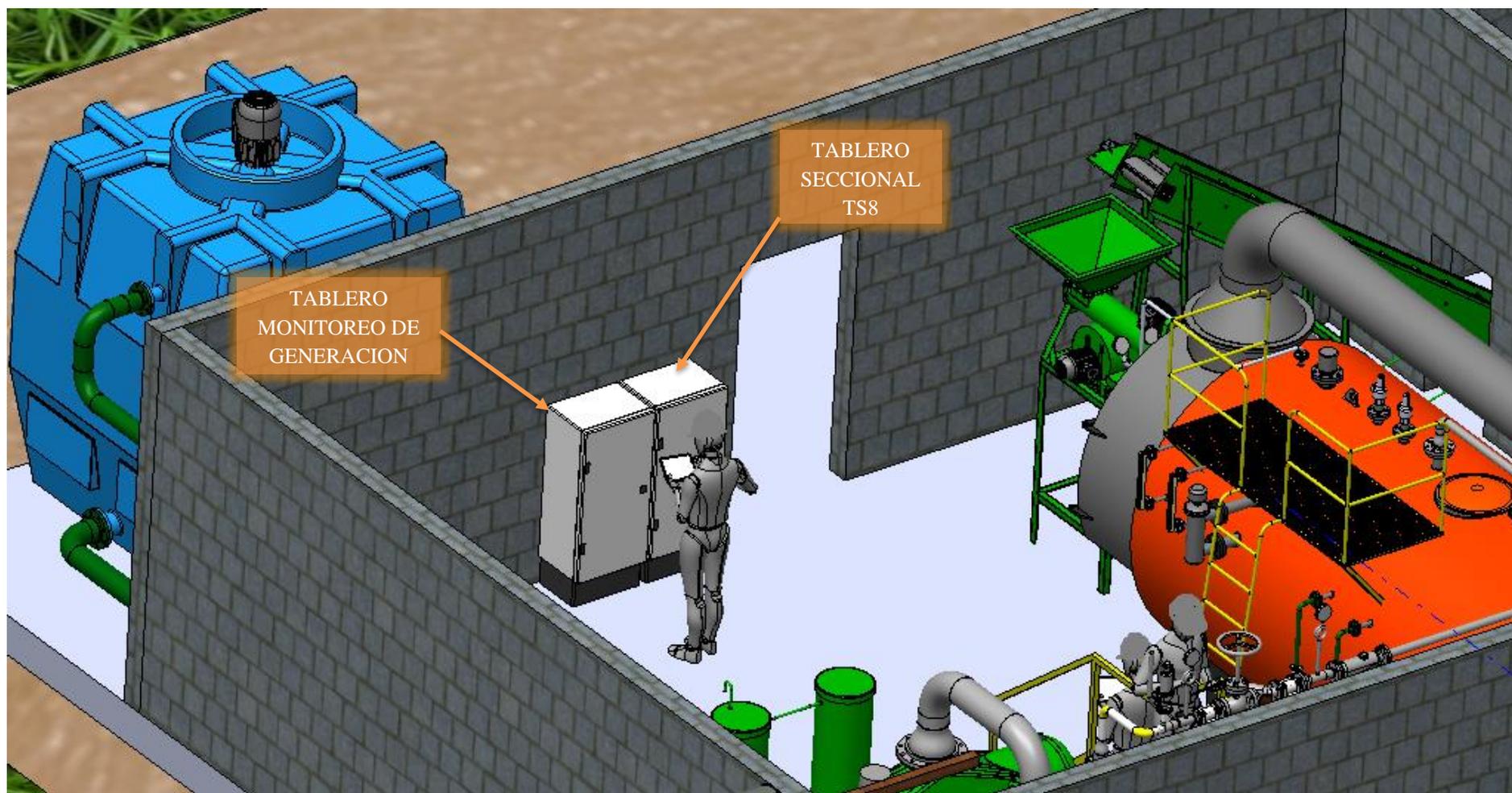


Fig. IB - 30: Detalle Ubicación De Tableros (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puento 3/6/24	Aprobó:	Página 23 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------

4 Resultados del estudio

Si se considera la hipótesis de que la planta de generación podría funcionar durante el tiempo que se esté operando en el aserradero, 9 h. diarias 20 días al mes. Se obtendría el siguiente resumen de los cálculos realizados en **MC Sección 6**:

4.1 Estimación de la Inversión

TOTALES		
PRESUPUESTOS	[U\$D]	[\$]
PRESUPUESTO PARA MATERIALES	U\$D 274.561,15	\$ 240.241.009,97
PRESUPUESTO PARA MONTAJE	U\$D 13.728,06	\$ 12.012.050,50
PRESUPUESTO PARA INGENIERIA	U\$D 19.219,28	\$ 16.816.870,70
TOTAL: U\$D 307.508 + IVA		\$ 269.069.931 + IVA

Tabla IB - 5: Total de Inversión (Fuente: Propia)

4.2 Resultados netos

CALCULOS DE RESULTADOS NETOS	
LIMITE DE GENERACION	42 kW/hr
AHORRO DE ENERGIA MENSUAL	4600 Kw/hr
DESPERDICIOS INCINERADOS	740 Kg/hr
CANTIDAD DE CENIZAS GENERADAS	1,77 kg/hr

Tabla IB - 6: Resultados (Fuente: Propia)

4.3 Resultados porcentuales

CALCULOS DE RESULTADOS EN PORCENTAJE	
REDUCCION DEL CONSUMO DE LA RED	29 %
REDUCCION DE DESPERDICIOS POR INCINERACION	22,5%

Tabla IB - 7: Resultados en Porcentajes (Fuente: Propia)

5 Ejecución de tareas y curva de inversión

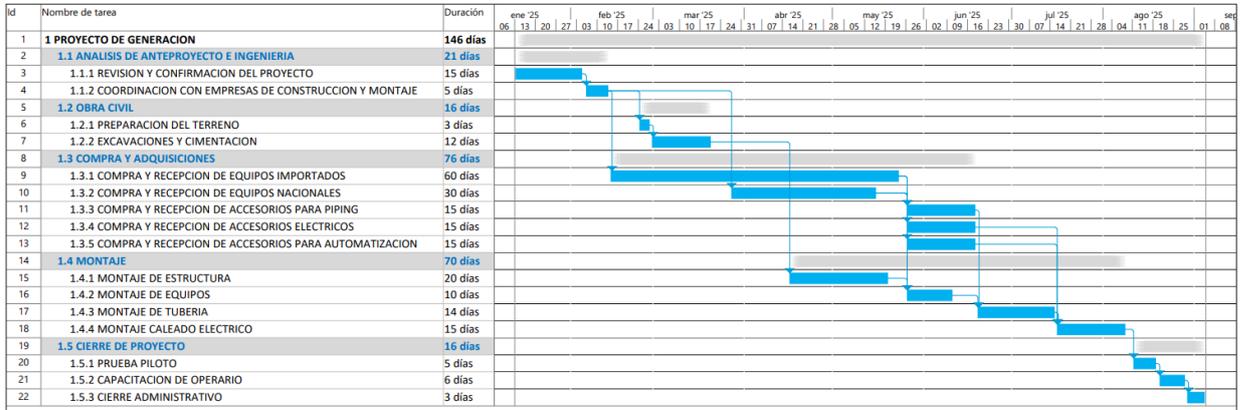


Fig. IB - 31 Diagrama de Gantt de ejecución de tareas de montaje

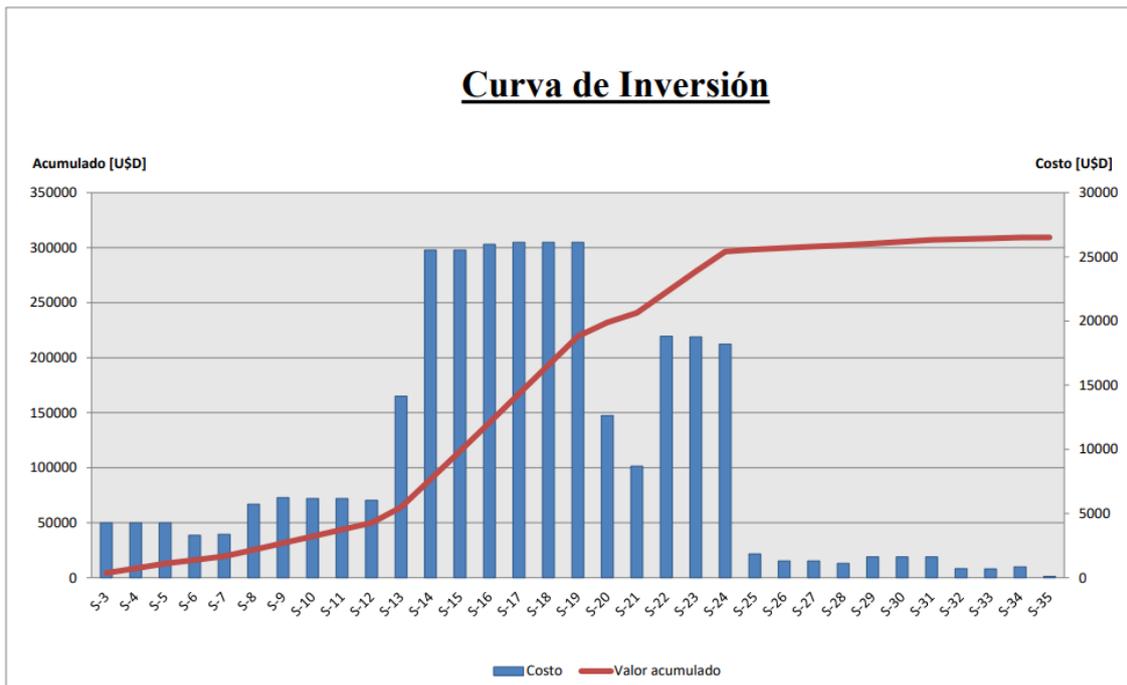


Fig. IB - 32: Curva de Inversión

6 Índice de Figuras

Fig. IB - 1: Diagrama de flujo general de la instalación (Fuente: Propia)	1
Fig. IB - 2: Diagrama de proceso simplificado del sector GC (Fuente: Propia)	3
Fig. IB - 3: T-GC-01	4
Fig. IB - 4: A-GC-01	4
Fig. IB - 5: CT-GC-01	4
Fig. IB - 6: Diagrama de proceso simplificado del sector GV (Fuente: Propia)	5
Fig. IB - 7: B-GV-01	6
Fig. IB - 8: TG-GV-01	6
Fig. IB - 9: CI-GV-01	6
Fig. IB - 10: CO-GV-01	7
Fig. IB - 11: TE-GV-01	7
Fig. IB - 12: PC-GV-01, PT-GV-01	7
Fig. IB - 13: TK-GV-01	8
Fig. IB - 14: Cuadro de Vapor.....	8
Fig. IB - 15: Tubería ASTM A-53	8
Fig. IB – 16: Diagrama de proceso simplificado del sector GE (Fuente: Propia).....	9
Fig. IB - 17: Esquema general eléctrico (Fuente: Propia).....	10
Fig. IB - 18 : Diagrama simplificado del control de la caldera (TS8) (Fuente: Propia).....	11
Fig. IB - 19: Esquema simplificado Maestro IO Link.....	12
Fig. IB - 20: Distribución de cargas y sensores del sector GC (Fuente: Propia).....	13
Fig. IB - 21: Distribución de cargas y sensores del sector GV (Fuente: Propia).....	13
Fig. IB - 22: Tablero Set de Generación	14
Fig. IB - 23: Planta de Aserrado Aérea (Fuente Google Maps)	15
Fig. IB - 24: Lay Out General del Aserradero (Fuente: Propia).....	17
Fig. IB - 25: Detalle de Ubicación de Desperdicios (Fuente: propia)	18
Fig. IB - 26: Detalles Exteriores de la Planta Generadora Lado Norte (Fuente: Propia	19
Fig. IB - 27: Detalles Exteriores de la Planta Generadora Lado Sur (Fuente: Propia).....	20
Fig. IB - 28: Detalles Ubicación de Equipos (Fuente: Propia).....	21
Fig. IB - 29: Detalle Ubicación Bombas (Fuente: Propia)	22
Fig. IB - 30: Detalle Ubicación De Tableros (Fuente: Propia).....	23
Fig. IB - 31 Diagrama de Gantt de ejecución de tareas de montaje	25
Fig. IB - 32: Curva de Inversión	25

7 Índice de Tablas

Tabla IB - 1: Sectores considerados para la instalación (Fuente: Propia).....	1
Tabla IB - 2: Descripción de equipos del sector GC (Fuente: Propia).....	3
Tabla IB - 3: Descripción de equipos del sector GV (Fuente: Propia).....	5
Tabla IB - 4: Descripción de equipos sector GE (Fuente: Propia).....	9
Tabla IB - 6: Total de Inversión (Fuente: Propia).....	24
Tabla IB - 7: Resultados (Fuente: Propia).....	24
Tabla IB - 8: Resultados en Porcentajes (Fuente: Propia).....	24

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó: G. Puente 3/6/24	Aprobó:	Página 27 de 27
---	------------------------------------	----------------	------------------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONOMICA PARA GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MADERERA

Ingeniería de Detalles

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2024

Índice

Equipos principales	1
1- Tolva de recepción (T-GC-01).....	1
2- Cinta transportadora (CT-GC-01).....	2
3- Alimentador (A-GC-01).....	3
1- Caldera (B-GV-01).....	4
4- Set generación (TG-GV-01).....	5
5- Ciclón (CI-GV-01).....	6
6- Condensador (CO-GV-01).....	7
7- Torre de enfriamiento (TE-GV-01).....	8
8- Bomba de condensador (P-GV-02).....	9
9- Bomba de circulación torre de enfriamiento (P-GV-01).....	10
10- Bomba de reposición caldera (P-GV-03).....	11
11- Tanque de condensados (TK-GV-01).....	12
Accesorios eléctricos.....	13
12- Sensor de temperatura (ST-01, ..ST-05).....	13
13- Sensor de nivel (SN-01, SN-02).....	14
14- Sensor de presión (SP-01, ..SP-03).....	15
15- Sensor tipo barrera (SF-01).....	16
16- Master IO-Link (ML-01, ML-02).....	17
17- Transmisor (TT-01..TT-05; TP-01, ..TP-03; TF-01; TN-01).....	18
18- PLC (PC-01).....	19
19- Bocas de Switch (BS-01).....	20
20- HMI (MC-01).....	21
21- Cable de comunicación (CM-01).....	22
22- Cable sensor (CT-01, ..CT-05; CN-01; CP-01, ..CP-03; CF-01).....	23
23- Cable ethernet Rj45 (CD-01, CD-02; CV-01, ..CV-04).....	24
24- Cable de comunicación (CL-01).....	25
25- Cable de alimentación (CA-01).....	26
26- Interruptor alimentación TS8 (Q8).....	27
27- Interruptor diferencial TS8 (D8).....	28
28- Contactor TS8 (K0).....	29
29- Contactor equipos (K0-01, ..K0-06).....	30
30- Guardamotor (GM-01, ..GM-03).....	31
31- Guardamotor bomba de condensado (GM-04).....	32
32- Guardamotor torre enfriamiento (GM-05).....	33

33-	Interface electromecánica (RIO;RI-01, ..RI-06)	34
34-	Interruptor termomagnetico (Q8-01).....	35
35-	Interruptor termomagnetico (Q8-04).....	36
36-	Interruptor termomagnetico (Q8-02, Q8-03).....	37
37-	Interruptor termomagnetico (Q8-05, ..Q8-07; QTR1)	38
38-	Termostato (MGT-01, MGT-02).....	39
39-	Variador de frecuencia trifásico (VF-01)	40
40-	Variador de frecuencia trifásico (VF-02)	41
41-	Variador de frecuencia trifásico (VF-03)	42
42-	Variador de frecuencia (VF-04)	43
43-	Fusibles (F-01, ..F-25).....	44
44-	Porta fusible (PF-01, ..PF-25)	45
45-	Testigo (LI-01, ..LI-09)	46
46-	Pulsador (PMP-01).....	47
47-	Parada de emergencia (PE-01)	48
48-	Fuente continua (FT-01).....	49
49-	Ducto vertical (DV-01, DV-02)	50
50-	Gabinete general (GG-01, ..GG-03).....	51
51-	Transformador (TR-01, TR-02)	52
52-	Ventilador (VT-01, ..VT-03).....	53
53-	Zócalo para gabinete (ZC-01, ..ZC-03).....	54
54-	Conmutador General (CG-01).....	55
55-	Conductor multipolar (MU-01, MU-02)	56
56-	Interruptor General Distribución (Q1.1)	57
57-	Interruptor Automatico (Q1.2, Q2, QG).....	58
58-	Interruptor Automatico (Q1.1-8).....	59
59-	Barra de cobre rígida (BPPL-01)	60
60-	Barra de cobre flexible (BPPL-02, BPPL-03).....	61
61-	Bornera de conexión (BDT-01).....	62
62-	Rejilla de salida ventilacion (RJ-01, ..RJ-03).....	63
63-	Cable canal (CKN-01, ..CKN-03).....	64
64-	Soporte barras de cobre (SB-01)	65
65-	Caja de inspección (CI-01, CI-02)	66
66-	Cable cobre-acero (CPAT-01)	67
67-	Jabalina PAT (JB-01, JB-02)	68
68-	Barra colectora PAT (BEP-01, BEP-02).....	69

Accesorios de tubería	70
69- Tubo de conducción (CS).....	70
70- Bridas de conexión (B).....	71
71- Codos a 90° (CO).....	72
72- Reducción concéntrica (R).....	73
73- Separador de gotas (SG-01)	74
74- Válvula esférica bridada (VEB)	75
75- Válvula esférica roscada (VER).....	76
76- Válvula esclusa bridada (VE).....	77
77- Válvula de retención (VR)	78
78- Filtro de vapor (FV-01).....	79
79- Filtro de condensados (FY-01).....	80
80- Manómetro (M-01, M-02).....	81
81- Válvula de control (VG2-01)	82
82- Válvula de seguridad (VS-01).....	83
83- Trampa de vapor (TVT-01).....	84
Tabla de presupuesto.....	85

Equipos principales

1- Tolva de recepción (T-GC-01)

Tolva de recepción		Cód: T-GC-01	
Diseño propio		Cantidad	1
		Código de plano	2203B-M1002-T
Potencia	0.75 kW	Página	MC: 81
Peso	690 Kg	Tratamiento superficial: Pintado	
Capacidad	10 m ²	Material: SAE 1010	
			
Función			
Acopiar el chip que requiere la caldera			

2- Cinta transportadora (CT-GC-01)

Cinta transportadora		Cód: CT-GC-01	
Diseño propio		Cantidad	1
Potencia	0.75 kW	Código de plano	2203B-M1001-CT
Peso	500 kg	Página	MC: 91
Material	SAE 1010	Tratamiento superficial: Pintado	
			
Función			
Movilizar el chip de forma continua desde la tolva hasta el alimentador de la caldera			

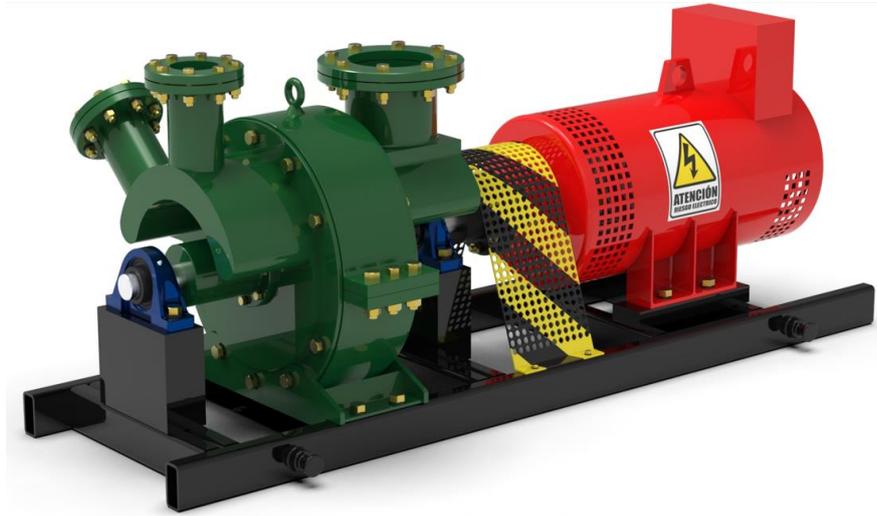
3- Alimentador (A-GC-01)

Alimentador mecánico		Cód: A-GC-01	
Marca	Fontanet	Cantidad	1
Modelo	E-100	Material	Acero
Trasmision	Cadena	Peso	115 Kg
Potencia alimentador	1.5 HP	Página	MC: 27
Potencia ventilador	3 HP	Tratamiento superficial: Pintado	
			
Función			
<p>Con ayuda de un ventilador centrifugo y regulación a clapeta se mantiene un flujo continuo de combustible requerido por la caldera</p>			

1- Caldera (B-GV-01)

Caldera Humotubular		Cód: B-GV-01	
Marca	Fontanet	Cantidad	1
Modelo	E-100	Peso	12.000 kg
Combustible	Chips de eucalipto	Material	Acero
Capacidad térmica	1.296.000 kCal/kg	Página	MC: 25
Producción de vapor	2.400 kg/h		
			
Función			
Generar vapor a alta presión y temperatura utilizando la combustión de combustible sólido			

4- Set generación (TG-GV-01)

Set Turbina - Generador		Cód: TG-GV-01	
Marca	Dongturbo DTEC	Cantidad	1
		Código de plano	2203B-M2003-TG
Modelo	N0.08-1.25	Peso	1300 kg
RPM	3000	Página	MC: 14
Potencia	80 kW	Material	Varios
			
Función			
Convertir la energía térmica del vapor de agua en energía mecánica, para luego generar electricidad			

5- Ciclón (CI-GV-01)

Ciclon		Cód: CI-GV-01	
Marca	Casiba	Cantidad	1
Modelo	CH85 - 26	Peso	135 Kg
Diametro	0,75	Tratamiento superficial: Pintado	
Altura	3 m	Página	MC: 80
Material	SAE 1010		
			
Función			
Realizar la reducción de partículas sólidas en los gases de escape. Cajón cenicero para descarga manual			

6- Condensador (CO-GV-01)

Condensador		Cód: CO-GV-01	
Diseño propio		Cantidad	1
Peso	400 kg	Código de plano	2203-M1004-CO
Página	MC: 34	Tratamiento superficial: Pintado	
Material	SAE 1010		
			
Función			
<p>Intercambiar calor entre el vapor proveniente de la turbina y el agua de la torre de enfriamiento</p>			

7- Torre de enfriamiento (TE-GV-01)

Torre de enfriamiento		Cód: TE-GV-01	
Marca	Sinax	Cantidad	1
Ancho	2.4 m	Peso: 740kg	Página: MC 46
Altura	3.4 m	Material	Fibra
Modelo	EWK441/E09-C12-CP		
			
Función			
Intercambiar calor del agua de refrigeracion que pasa por el condensador y el ambiente			

8- Bomba de condensador (P-GV-02)

Bomba vertical		Cód: P-GV-02	
Marca	Grundfos	Cantidad	1
Modelo	CR1-2	Peso	23 kg
RPM	3000	Página	MC: 66
Potencia	0.37 kW	Material	Acero
			
Función			
Bombear el condensado, desde el condensador hasta el tanque de agua			

9- Bomba de circulación torre de enfriamiento (P-GV-01)

Bomba Centrífuga		Cód: P-GV-01	
Marca	Grundfos	Cantidad	1
Modelo	NB 100-200/195	Peso	130 kg
RPM	1500	Página	MC: 75
Motor	MGE 132SC 5.5 Kw	Material	Acero
			
Función			
Realizar la recirculacion del agua de refrigeracion por la torre y el condensador			

10- Bomba de reposición caldera (P-GV-03)

Bomba vertical		Cód: P-GV-03 (A/B)	
Marca	Grundfos	Cantidad	2
Modelo	CR1-23	Peso	34 kg
RPM	3000	Página	MC: 70
Potencia	0.75 kW	Material	Acero
			
Función			
Bombear el agua de reposicion ya tratada a la caldera			

11- Tanque de condensados (TK-GV-01)

Tanque de condensados		Cód: TK-GC-01	
Diseño propio		Cantidad	1
		Codigo de plano	2203B-M1005-TK
Página	MC: 48	Peso	135 kg
Material	SAE 1010	Tratamiento superficial: Pintado	
			
Función			
Ser deposito de liquido que alimenta a las bombas de la caldera y punto de encuentro donde se realiza la mezcla de aditivos			

Accesorios eléctricos

12- Sensor de temperatura (ST-01, ..ST-05)

Sensor de temperatura	
Nombre	Sensor de temperatura PT100
Marca	MC
Modelo	WZP-187
Código	ST-01, .. ST-05



ESPECIFICACIONES
Para sensado de altas temperaturas, con buenas prestaciones en fluidos líquidos como gaseosos

13- Sensor de nivel (SN-01, SN-02)

Sensor de nivel	
Nombre	Sensor de nivel continuo
Marca	IFM
Modelo	LR7020
Código	SN-01, SN-02
	
ESPECIFICACIONES	
Para la supervisión fiable del nivel de tanques y depósitos Ideal para agua, aceites y líquidos refrigerantes	

14- Sensor de presión (SP-01, ..SP-03)

Sensor de presión	
Nombre	Sensor de presión
Marca	IFM
Modelo	PV8060
Código	SP-01, ..SP-03
	
ESPECIFICACIONES	
<p>Carcasa de acero inoxidable muy resistente a choques y vibraciones Dos salidas de conmutación programables, una de ellas con interfaz de comunicación IO-Link Medición de temperatura integrada a través de IO-Link</p>	

15- Sensor tipo barrera (SF-01)

Sensor del tipo barrera	
Nombre	Sensor del tipo barrera
Marca	IFM
Modelo	OGS381
Código	SF-01
	
ESPECIFICACIONES	
Alto grado de protección para las exigencias de la industria alimentaria y de bebidas Disponibilidad inmediata gracias al ajuste fijo Alcance muy amplio	

16- Master IO-Link (ML-01, ML-02)

Master IO-Link	
Nombre	Primario de 6 bocas
Marca	IFM
Modelo	AL1422
Codigo	ML-01
	
ESPECIFICACIONES	
<p>Suministro de tensión en cadena con sistema de conexión estandarizado M12 con codificación L</p> <p>Limitación de corriente ajustable por puerto para un funcionamiento seguro</p> <p>Medición de tensión y corriente por puerto para la monitorización energética</p>	

Master IO-Link	
Nombre	Secundario de 8 bocas
Marca	IFM
Modelo	AL1122
Codigo	ML-02
	
ESPECIFICACIONES	
<p>Transmisión fiable de datos de máquina, parámetros de proceso y datos de diagnóstico al controlador</p> <p>Para la conexión de hasta ocho dispositivos IO-Link</p> <p>Con interfaz EtherNet/IP integrada</p>	

17- Transmisor (TT-01..TT-05; TP-01, ..TP-03; TF-01; TN-01)

Transmisor	
Nombre	Transmisor
Marca	IFM
Modelo	TP9237
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Transmisor para sensor temperatura	TT-01, ..TT-05
Transmisor para sensor presion	TP-01, ..TP-03
Transmisor para sensor barrera	TF-01
Transmisor para sensor nivel	TN-01
ESPECIFICACIONES	
Precisa salida analógica y comunicación cómoda a través de IO-Link Minimización del coste de montaje y de las fuentes de error en comparación con los transmisores de cabezal Detección automática del tipo de sensor conectado	

18- PLC (PC-01)

PLC	
Nombre	PLC
Marca	Allen Bradley
Modelo	1769-L18ER
Codigo	PC-01
	
ESPECIFICACIONES	
<p>Ethernet dual de capacidad DLR, memoria de 512 KB, 1 puerto de programación/descarga USB, 2 puertos EtherNet/IP, (16) entradas y Salidas digitales de 24 VCC, 8 nodos IP Ethernet, Alim. de 24 VCC</p>	

19- Bocas de Switch (BS-01)

Bocas de Switch		Cód: BS-01
Nombre	Bocas de Switch	
Marca	Allen Bradley	
Modelo	1738-UST8	
		
ESPECIFICACIONES		
Modelo con 8 puertos para conexión via ethernet IP, con conectores del tipo RJ45		

20- HMI (MC-01)

HMI		Cód: MC-01
Nombre	HMI	
Marca	Haiwell	
Modelo	C10S-RW	
ESPECIFICACIONES		
<p>HMI 10 Pulgadas Haiwell, Puerto Ethernet / Resolucion HD / RFID / WIFI</p>		

21- Cable de comunicación (CM-01)

Cable de comunicación	
Nombre	Cable de comunicación
Marca	IFM
Modelo	E21137
Codigo	CM-01
	
ESPECIFICACIONES	
Para la conexión a la interfaz de parametrización del sensor Para la transmisión fiable de señales Alto grado de protección para las exigencias de entornos industriales agresivos	

22- Cable sensor (CT-01, ..CT-05; CN-01; CP-01, ..CP-03; CF-01)

Cable sensor	
Nombre	Cable sensor
Marca	IFM
Modelo	EVF496
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Cable sensor de temperatura	CT-01, ..CT-05
Cable sensor de nivel	CN-01
Cable sensor de presion	CP-01, ..CP-03
Cable sensor fotovoltaico	CF-01
ESPECIFICACIONES	
<p>Para el uso en entornos asépticos y húmedos en la industria alimentaria Sellado permanente y fiable también con montaje sin herramientas Revestimiento del cable hecho de material resistente al fuego y libre de halógenos Resistente a vibraciones y choques gracias a la tuerca con protección antivibraciones Amplio grosor del cable para la reducción de la caída de tensión y la transmisión de corrientes más altas</p>	

23- Cable ethernet Rj45 (CD-01, CD-02; CV-01, ..CV-04)

Cable ethernet Rj45	
Nombre	Cable ethernet Rj45
Marca	IFM
Modelo	Rj45
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Conexiones PLC	CD-01, CD-02
Canexiones variadores	CV-01, ..CV-04
ESPECIFICACIONES	
<p>Ofrece alta velocidad, amplio ancho de banda, compatibilidad con una variedad de dispositivos, flexibilidad, fiabilidad y buena relacion en costo-efectividad.</p>	

24- Cable de comunicación (CL-01)

Cable de comunicación	
Nombre	Cable de comunicación
Marca	IFM
Modelo	EVC929
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Cable pincipal Master IO-Link	CL-01
ESPECIFICACIONES	
<p>Alto grado de protección para las exigencias de entornos industriales agresivos Revestimiento del cable hecho de material resistente al fuego y libre de halógenos Con robusto conector M12 Industrial Ethernet</p>	

25- Cable de alimentación (CA-01)

Cable de alimentación	
Nombre	Cable de alimentación
Marca	IFM
Modelo	EVC709
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Cable alimentación ambos Master IO-Link	CA-01
ESPECIFICACIONES	
<p>Amplio grosor del cable para la reducción de la caída de tensión y la transmisión de corrientes más altas</p> <p>Resistente a aceites y líquidos refrigerantes</p> <p>Sellado permanente y fiable también con montaje sin herramientas</p>	

26- Interruptor alimentación TS8 (Q8)

Interruptor alimentación TS8		Cód: Q8
Nombre	Interruptor termomagnético	
Marca	Schneider	
Modelo	Acti9 IC60H (A9F87432)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	4	Interruptor que cumple con los requerimientos de IEC 60947-2 correspondiente a interruptores con tensión hasta 1000V CA
Corriente Nominal	32 A	
Poder de Corte	10kA	
Curva	C	

27- Interruptor diferencial TS8 (D8)

Interruptor diferencial TS8		Cód: D8
Nombre	Interruptor diferencial	
Marca	Schneider	
Modelo	Acti 9 iID (A9R81440)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	4	Interruptor del tipo disyuntor de corriente residual (RCCB) que brinda proteccion contra fugas a tierra. Fabricado bajo Norma EN/IEC 61008-01.
Corriente Nominal	40 A	
Sensibilidad de Fuga a tierra	30mA	
Clase de Proteccion	Tipo AC	

28- Contactor TS8 (K0)

Contactor TS8		Cód: K0
Nombre	Contactor general	
Marca	Schneider	
Modelo	TeSys D (LC1D323B7)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	3	Encargado de tensionar una línea desde un lugar remoto. Cumple con los requerimientos de IEC 60335-1
Corriente Nominal	32A	
Bobina de accionamiento	24VCA	
Contactos auxiliares	1NO + 1NC	

29- Contactor equipos (K0-01, ..K0-06)

Contactor equipos		
Nombre	Contactor equipos	
Marca	Schneider	
Modelo	TeSys D (LC1D06P7)	
Cantidad	6	
		
Usos		
Denominacion	Código	
K0 Tolva	K0-01	
K0 Cinta transportadora	K0-02	
K0 Bomba caldera 01	K0-03	
K0 Bomba caldera 02	K0-04	
K0 Bomba condensado	K0-05	
K0 Ventilador Torre enfriamiento	K0-06	
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	3	Encargado de tensionar una línea desde un lugar remoto. Cumple con los requerimientos de IEC 60335-1
Corriente Nominal	6A	
Bobina de accionamiento	220VCA	
Contactos auxiliares	1NO + 1NC	

30- Guardamotor (GM-01, ..GM-03)

Guardamotor		
Nombre	Guardamotor	
Marca	Schneider	
Modelo	TeSys Deca (GV2ME06)	
Cantidad	3	
		
Usos		
Denominacion	Código	
GM Tolva	GM-01	
GM Cinta transportadora	GM-02	
GM Bomba caldera	GM-03	
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	3	Encargado de controlar la alimentacion de cada uno de los motores de forma segura
Corriente Nominal	1,6A	
Rango de Ajuste de prot.	1-1,6A	

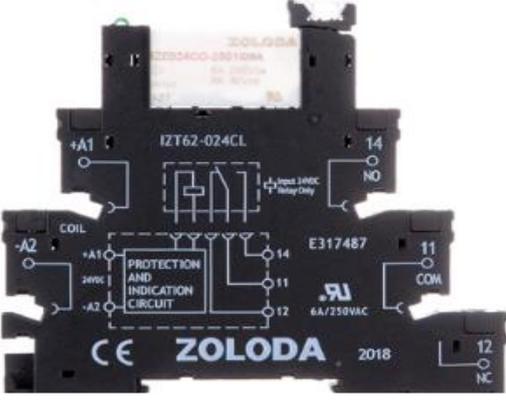
31- Guardamotor bomba de condensado (GM-04)

Guardamotor bomba de condensado		Cód: GM-04
Nombre	Guardamotor	
Marca	Schneider	
Modelo	TeSys Deca (GV2ME05)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	3	Encargado de controlar la alimentación de cada uno de los motores de forma segura
Corriente Nominal	1A	
Rango de Ajuste de prot.	0,63-1A	

32- Guardamotor torre enfriamiento (GM-05)

Guardamotor torre enfriamiento		Cód: GM-05
Nombre	Guardamotor	
Marca	Schneider	
Modelo	TeSys Deca (GV2ME14)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	3	Encargado de controlar la alimentacion de cada uno de los motores de forma segura
Corriente Nominal	10A	
Rango de Ajuste de prot.	6-10A	

33- Interface electromecánica (RI0;RI-01, ..RI-06)

Interface electromecánica	
Nombre	Interface electromecánica
Marca	Zoloda
Modelo	IZET62-024CL-024CO-2501I06
Cantidad	7
	
Usos	
Denominacion	Código
Rele int. Habilitacion	RI0
Rele int. Tolva	RI-01
Rele int. Cinta	RI-02
Rele int. Bomba caldera 1	RI-03
Rele int. Bomba caldera 2	RI-04
Rele int. Bomba condensador	RI-05
Rele int. Ventilador torre	RI-06
ESPECIFICACIONES	
Utilizado para aislar el consumo de una bobina que acciona un contactor protegiendo el PLC	

34- Interruptor termomagnético (Q8-01)

Interruptor termomagnético		Cód: Q8-01
Nombre	Interruptor termomagnético	
Marca	Schneider	
Modelo	Acti9 IC60N (A9F74304)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	3	Interruptor que cumple con los requerimientos de IEC 60947-2 correspondiente a interruptores con tensión hasta 1000V CA
Corriente Nominal	4A	
Poder de Corte	5kA	
Curva	C	

35- Interruptor termomagnético (Q8-04)

Interruptor termomagnético		Cód: Q8-04
Nombre	Interruptor termomagnético	
Marca	Schneider	
Modelo	Acti9 IC60N (A9F74316)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	3	Interruptor que cumple con los requerimientos de IEC 60947-2 correspondiente a interruptores con tensión hasta 1000V CA
Corriente Nominal	16A	
Poder de Corte	25kA	
Curva	C	

36- Interruptor termomagnetico (Q8-02, Q8-03)

Interruptor termomagnetico		Cód: Q8-02, Q8-03
Nombre	Interruptor termomagnetico	
Marca	Schneider	
Modelo	Acti9 IC60N (A9F74310)	
Cantidad	2	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	3	Interruptor que cumple con los requerimientos de IEC 60947-2 correspondiente a interruptores con tension hasta 1000V CA
Corriente Nominal	10A	
Poder de Corte	25kA	
Curva	C	

37- Interruptor termomagnético (Q8-05, ..Q8-07; QTR1)

Interruptor termomagnético		
Nombre	Interruptor termomagnético	
Marca	Schneider	
Modelo	Acti9 IC60N (A9F74210)	
Cantidad	4	
		
Usos		
Denominación	Código	
Interruptor para trafo en TS8	Q8-05	
Interruptor para fuente 24V en TS8	Q8-06	
Interruptor para termostato en TS8	Q8-07	
Interruptor para trafo en TGC	QTR1	
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	2	Interruptor que cumple con los requerimientos de IEC 60947-2 correspondiente a interruptores con tensión hasta 1000V CA
Corriente Nominal	10A	
Poder de Corte	20kA	
Curva	C	

38- Termostato (MGT-01, MGT-02)

Termostato		Cód: MGT-01, MGT-02
Nombre	Modulo de gestion termica 0-60°C	
Marca	Schneider	
Modelo	NSYCCOTH0	
Cantidad	2	
		
ESPECIFICACIONES		
<p>Componente crítico en muchos sistemas eléctricos para mantener la temperatura dentro de un rango específico, proporcionando control automático y optimizando la eficiencia energética</p>		

39- Variador de frecuencia trifásico (VF-01)

Variador de frecuencia trifásico		Cód: VF-01
Nombre	Variador de frecuencia trifásico	
Marca	Allen Bradley	
Modelo	25B-D6P0N104	
		
ESPECIFICACIONES		
Potencia salida	2.2 kW	Controlar la velocidad de un motor eléctrico de CA de manera eficiente y precisa, ofreciendo beneficios como arranques suaves, ahorro de energía y protección del motor.
Corriente salida	6 A	
Tamaño carcasa	A	

40- Variador de frecuencia trifásico (VF-02)

Variador de frecuencia trifásico		Cód: VF-02
Nombre	Variador de frecuencia trifásico	
Marca	Allen Bradley	
Modelo	25B-D010N114	
		
ESPECIFICACIONES		
Potencia salida	4 kW	Controlar la velocidad de un motor eléctrico de CA de manera eficiente y precisa, ofreciendo beneficios como arranques suaves, ahorro de energía y protección del motor.
Corriente salida	10,5 A	
Tamaño carcasa	B	

41- Variador de frecuencia trifásico (VF-03)

Variador de frecuencia trifásico		Cód: VF-03
Nombre	Variador de frecuencia trifásico	
Marca	Allen Bradley	
Modelo	25B-D013N104	
		
ESPECIFICACIONES		
Potencia salida	5.5 kW	Controlar la velocidad de un motor eléctrico de CA de manera eficiente y precisa, ofreciendo beneficios como arranques suaves, ahorro de energía y protección del motor.
Corriente salida	13 A	
Tamaño carcasa	C	

42- Variador de frecuencia (VF-04)

Variador de frecuencia trifásico		Cód: VF-04
Nombre	Variador de frecuencia trifásico	
Marca	Allen Bradley	
Modelo	25B-D2P3N104	
		
ESPECIFICACIONES		
Potencia salida	0.75 kW	Controlar la velocidad de un motor eléctrico de CA de manera eficiente y precisa, ofreciendo beneficios como arranques suaves, ahorro de energía y protección del motor.
Corriente salida	2.3 A	
Tamaño carcasa	A	

43- Fusibles (F-01, ..F-25)

Fusible	
Nombre	Fusible unipolar 10x38mm
Marca	Zoloda
Modelo	F/1038
Cantidad	25
	
Usos	
Denominacion	Código
Fusible 2 A - F/1038-02	F-01, ..F-18
Fusible 0,5 A - F/1038-0.5	F-19, ..F-25
ESPECIFICACIONES	
Proteccion economica para la interrupcion de sobrecarga. Producto en conformidad con IEC 60269-1 IEC 60269-2-1	

44- Porta fusible (PF-01, ..PF-25)

Porta fusible		Cód: PF-01, ..PF-25
Nombre	Porta fusible unipolar	
Marca	Zoloda	
Modelo	BMFN 10X38 LBT	
Cantidad	25	
		
ESPECIFICACIONES		
Tensión máxima	690 VCA	Portafusible unipolar para fusibles de 10×38 mm con indicador de fusión led (Baja tensión)
Tamaño de fusible	10 x 38 mm	
Largo x alto x espesor	81 x 66 x 17,5mm	

45- Testigo (LI-01, ..LI-09)

Testigo Luminoso		Cód: LI-01, ..LI-09
Nombre	Luz piloto	
Marca	Schneider	
Modelo	XB7EV04BP	
Cantidad	9	
		
ESPECIFICACIONES		
Tipo	Pasante	Utilizado para indicar tension en barras o conductores
Tension	24VCA/CC	
Fuente de luz	LED	

46- Pulsador (PMP-01)

Pulsador		Cód: PMP-01
Nombre	Pulsador doble accion, marcha - parada	
Marca	Schneider	
Modelo	XB5AL73415	
		
ESPECIFICACIONES		
Tipo	Pasante	Permite la apertura o cierre de un circuito de forma segura
Tension	24VCA/CC	
Contactos	1 NA + 1NC	

47- Parada de emergencia (PE-01)

Parada de emergencia		Cód: PE-01
Nombre	Pulsador parada de emergencia	
Marca	Schneider	
Modelo	XB7NS8442	
		
ESPECIFICACIONES		
Tipo	Pasante	Permite una rápida y segura apertura del circuito
Tension	24VCA/CC	

48- Fuente continua (FT-01)

Fuente 24v		Cód: FT-01
Nombre	Fuente continua	
Marca	Zoloda	
Modelo	FAIRN120	
		
ESPECIFICACIONES		
Tension de entrada	115-230 VCA	Fuente de corriente continua utilizada para alimentar componentes de control
Tension de salida	24Vcc	
Corriente de salida	5A	

49- Ducto vertical (DV-01, DV-02)

Ducto vertical		Cód: DV-01, DV-02
Nombre	Ducto vertical	
Marca	Genrod	
Modelo	97042ST	
Cantidad	2	
		
ESPECIFICACIONES		
Material	Acero carbono	Ductos de servicio verticales para colocar soportes porta barras y demas accesorios. Aptos para efectuar todo tipo de entrada y salida de cables
Proteccion	IP42	
Medidas (mm)		
Ancho	200	
Alto	1200	
Profundidad	450	

50- Gabinete general (GG-01, ..GG-03)

Gabinete general		Cód: GG-01, ..GG-03
Nombre	Gabinete modular	
Marca	Genrod	
Modelo	97242ST	
Cantidad	3	
		
ESPECIFICACIONES		
Material	Acero carbono	Gabinetes modulares orientados a la construcción de tableros pincipales, generales, de potencia, entre otros
Proteccion	IP42	
Medidas (mm)		
Ancho	600	
Alto	1200	
Profundidad	450	

51- Transformador (TR-01, TR-02)

Transformador		Cód: TR-01, TR-02
Nombre	Transformador 220/24V	
Marca	Cosmos	
Modelo	TR3004RD	
Cantidad	2	
ESPECIFICACIONES		
Potencia	50 W	
Voltaje entrada	220V	
Voltaje salida	24V	

52- Ventilador (VT-01, ..VT-03)

Ventilador		Cód: VT-01, ..VT-03
Nombre	Ventilador para tablero modular	
Marca	Schneider	
Modelo	NSYCVF165M230PF	
Cantidad	3	
		
ESPECIFICACIONES		
<p>Esencial para mantener una temperatura optima dentro del gabinete y evitar el sobrecalentamiento y perdida de rendimiento de los componentes electricos</p>		

53- Zócalo para gabinete (ZC-01, ..ZC-03)

Zócalo para gabinete		Cód: ZC-01, ..ZC-03
Nombre	Zócalo para gabinete modular	
Marca	Genrod	
Modelo	97 1945452	
Cantidad	3	
		
ESPECIFICACIONES		
Material	Acero carbono	Estructura metálica diseñada para elevar los gabinetes sobre el nivel del piso. Facilitando el acceso a trincheras para entrada y salida de conductores.
Protección	IP42	
Medidas (mm)		
Ancho	600	
Alto	200	
Profundidad	450	

54- Conmutador General (CG-01)

Conmutador General		Cód: CG-01
Nombre	Interruptor conmutador manual	
Marca	ABB	
Modelo	OT80F4C	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	4	Los interruptores conmutadores de ABB son la solución compacta para conmutar de la red de suministro a la de reserva. Además cuenta con una unidad de control automático que permite la detección y transición de las fuentes.
Corriente Nominal	80 A	
Posiciones	3	
Tipo de conmutación	Manual bajo carga	

55- Conductor multipolar (MU-01, MU-02)

Conductor		Cód: MU-02												
Nombre	Conductor multipolar													
Marca	Prysmian													
Modelo	Sintenax valio													
<p>SINTENAX® VALIO Baja Tensión Instalaciones Fijas 0,6 / 1 kV VV-K / VV-R</p>  <p>Cables diseñados para distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas. Especialmente aptos para instalaciones en industrias donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios.</p> <p>Características</p> <table border="0"> <tr> <td> Norma de fabricación</td> <td> Tensión nominal</td> <td> Temperatura de servicio</td> <td> Cuerdas Flexibles</td> <td> No propagación de la llama</td> <td> No propagación del incendio</td> <td> Resistencia a agentes químicos</td> <td> Marcación secuencial de longitud</td> </tr> </table> <p>Condiciones de empleo</p> <table border="0"> <tr> <td> En bandejas</td> <td> Directamente enterrado</td> <td> Enterrado en canaletas</td> <td> Enterrado en cañerías</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">Prysmian A Brand of Prysmian Group</p>			 Norma de fabricación	 Tensión nominal	 Temperatura de servicio	 Cuerdas Flexibles	 No propagación de la llama	 No propagación del incendio	 Resistencia a agentes químicos	 Marcación secuencial de longitud	 En bandejas	 Directamente enterrado	 Enterrado en canaletas	 Enterrado en cañerías
 Norma de fabricación	 Tensión nominal	 Temperatura de servicio	 Cuerdas Flexibles	 No propagación de la llama	 No propagación del incendio	 Resistencia a agentes químicos	 Marcación secuencial de longitud							
 En bandejas	 Directamente enterrado	 Enterrado en canaletas	 Enterrado en cañerías											
ESPECIFICACIONES														
Norma	IRAM 2178-1	Cables para instalaciones de distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales												
Tensión	600-1000 V													
Aislamiento	PVC													
Temperatura de servicio	70°C													

56- Interruptor General Distribución (Q1.1)

Interruptor General Distribucion		Cód: Q1.1
Nombre	Interruptor Automatico	
Marca	Schneider	
Modelo	Compact NSX 400N (C40N32M320)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	4	Interruptor Automatico que cumple con los requerimientos de IEC 60947-2 correspondiente a interruptores con tension hasta 1000V CA
Corriente Nominal	320 A	
Poder de Corte	50kA	
Tension asignada	690 V CA	
Frecuencia asignada	50/60 Hz	
Controlador	Micrologic 2.3 M	
Cantidad	1	

57- Interruptor Automatico (Q1.2, Q2, QG)

Interruptor Automatico		
Nombre	Interruptor Automatico	
Marca	Schneider	
Modelo	Compact NSX 100F (C10F4TM100)	
		
Usos		
Denominacion	Código	
Interruptor de salida TGD a TGC	Q1.2	
Interruptor de TGC	Q2	
Interruptor del generador	QG	
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	4	Interruptor Automatico que cumple con los requerimientos de IEC 60947-2 correspondiente a interruptores con tension hasta 1000V CA
Corriente Nominal	100 A	
Poder de Corte	36kA	
Tension asignada	690 V CA	
Frecuencia asignada	50/60 Hz	
Controlador	TMD	
Cantidad	3	

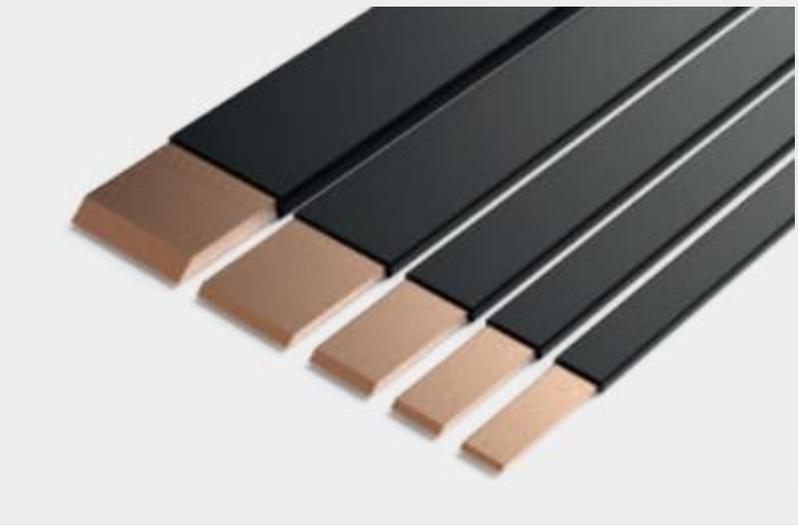
58- Interruptor Automatico (Q1.1-8)

Interruptor alimentacion TS8		Cód: Q1.1-8
Nombre	Interruptor Automatico	
Marca	Schneider	
Modelo	Compact NSX 100F (C10F4TM040)	
		
ESPECIFICACIONES		
Numero de Polos	4	Interruptor Automatico que cumple con los requerimientos de IEC 60947-2 correspondiente a interruptores con tension hasta 1000V CA
Corriente Nominal	40 A	
Poder de Corte	36kA	
Tension asignada	690 V CA	
Frecuencia asignada	50/60 Hz	
Controlador	TMD	

59- Barra de cobre rígida (BPPL-01)

Barra de cobre rígida		Cód: BPPL-01
Nombre	Barra de cobre plana	
Marca	Genrod	
Modelo	40 0540	
		
ESPECIFICACIONES		
Sección	200 mm ²	La utilización de barras de cobre en tableros eléctricos proporciona una combinación de excelentes propiedades eléctricas, resistencia a la corrosión, facilidad de instalación y capacidad de disipación de calor
Espesor x Ancho	5 x 40mm	
Peso	1,7 kg/m	

60- Barra de cobre flexible (BPPL-02, BPPL-03)

Barra de cobre flexible		Cód: BPPL-02, BPPL-03
Nombre	Barra de cobre plana	
Marca	Genrod	
Modelo	11 9812	
		
ESPECIFICACIONES		
Dimensiones		Alternativa a las barras rígidas, su flexibilidad permite una fácil adaptación según el espacio que se disponga
Laminas	3	
Ancho	24	
Espesor	1	

61- Bornera de conexión (BDT-01)

Bornera de conexión		Cód: BDT-01
Nombre	Bornera de conexión profesional	
Marca	ELENT	
Modelo	400A P	
		
ESPECIFICACIONES		
Intensidad max.	400A	Utilizadas apra lograr conexiones estancas y seguras de los conductores
Sección	30x5 mm	
N° conexiones	52	
Largo	995mm	

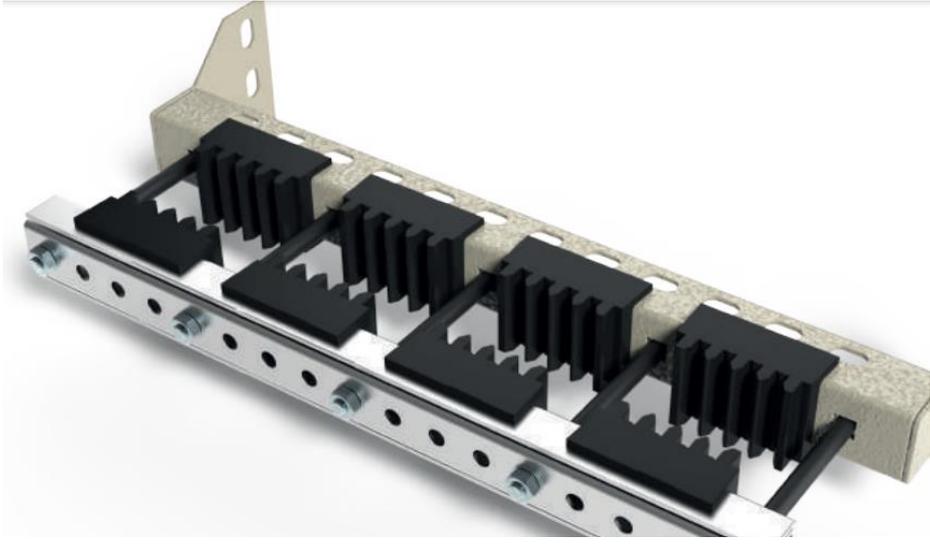
62- Rejilla de salida ventilacion (RJ-01, ..RJ-03)

Rejilla de salida		Cód: RJ-01, ..RJ-03
Nombre	Rejilla de salida mecanica	
Marca	Schneider	
Modelo	NSYCAG125LPF	
Cantidad	3	
		
ESPECIFICACIONES		
Rejilla salida ClimaSys CA plástico. orificio de 125 x 125 mm. El exterior es de 17 x 15 mm. Accesorio de gestión térmica.		

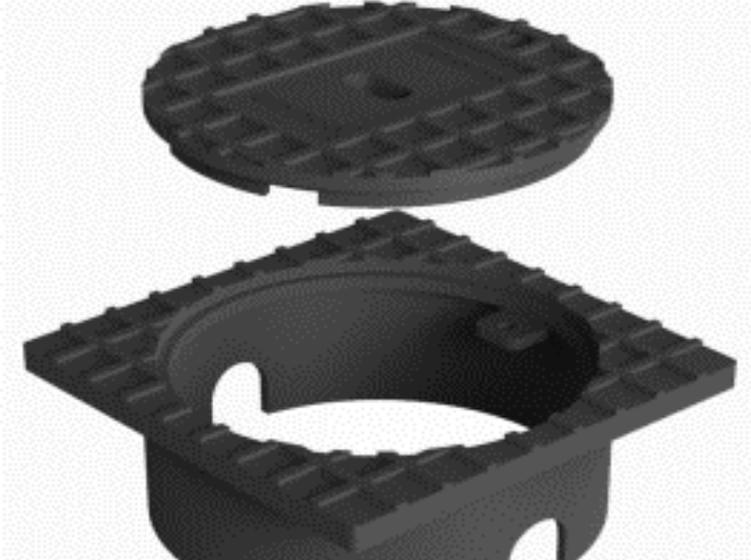
63- Cable canal (CKN-01, ..CKN-03)

Cable canal	
Nombre	Cable canal calado
Marca	Zoloda
Modelo	CKN 040-60/CKN 060-60/CKN 080-60
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Cable canal calado 40x60mm	CKN-01
Cable canal calado 60x60mm	CKN-02
Cable canal calado 80x60mm	CKN-03
ESPECIFICACIONES	
<p>El cable canal ranurado proporciona protección, organización, ventilación y acceso adecuados a los cables eléctricos.</p>	

64- Soporte barras de cobre (SB-01)

Soporte barra de cobre		Cód: SB-01
Nombre	Soporte barra de cobre tipo peine	
Marca	Genrod	
Modelo	97 40450405	
		
ESPECIFICACIONES		
Cantidad / espesor barras	4 x 5mm	Diseñados para ser fijados directamente a la estructura de los gabinetes modulares S97. Pueden utilizarse para barreados horizontales y /o verticales.
Tipo	Tetrapolar	
Para gabinetes (profundidad)	450mm	

65- Caja de inspección (CI-01, CI-02)

Caja de inspección		Cód: CI-01, CI-02
Nombre	Caja de inspección	
Marca	Genrod	
Modelo	CI 3 - 25 x 25cm, sin borne de neutro	
Cantidad	2	
		
ESPECIFICACIONES		
<p>Se utilizan para indicar el sitio donde esta instalada la jabalina y, a su vez, proteger el punto de medición para verificar el calor de resistencia de la puesta a tierra de la instalación</p>		

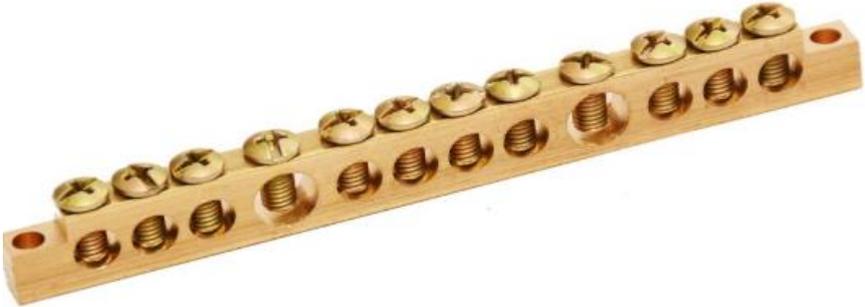
66- Cable cobre-acero (CPAT-01)

Cable cobre - acero		Cód: CPAT-01
Nombre	Cable desnudo cobre - acero	
Marca	Genrod	
Modelo	ACC16	
		
ESPECIFICACIONES		
Cable acero cobre 16mm ² para instalaciones de puesta a tierra (PAT)		

67- Jabalina PAT (JB-01, JB-02)

Jabalaina PAT		Cód: JB-01, JB-02
Nombre	Jabalina de acero - cobre	
Marca	Genrod	
Modelo	JLJC1220 - 1/2" x 2000 mm	
Cantidad	2	
		
ESPECIFICACIONES		
<p>Las jabalinas GENROD cumplen perfectamente todos los requisitos exigidos por la norma IRAM 2309-01. El núcleo es de acero trefilado al carbono SAE 1010 a 1020 revestido de cobre electrolítico con un 98% de pureza. La capa de cobre tiene un espesor mayor a 254 micrones</p>		

68- Barra colectora PAT (BEP-01, BEP-02)

Barra colectora PAT		Cód: BEP-01, BEP-02
Nombre	Barra colectora PAT	
Marca	ELENT	
Modelo	112125A - 12 puntos de conexión / 122mm	
Cantidad	2	
		
ESPECIFICACIONES		
Barras colectoras para conexiones de cables de PAT de forma segura y eficiente		

Accesorios de tubería

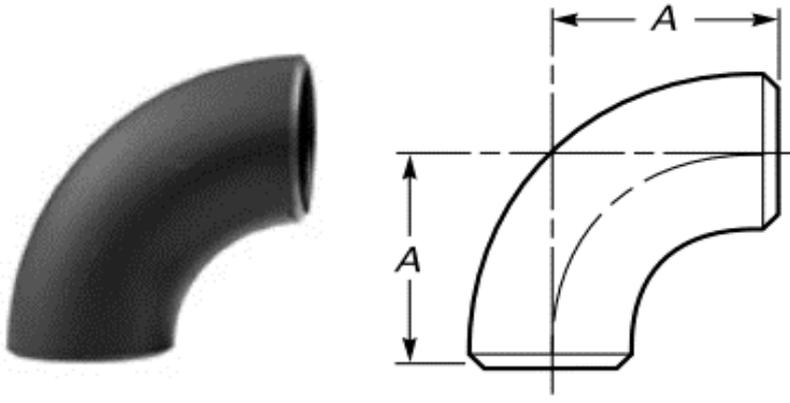
69- Tubo de conducción (CS)

Tubo líneas de proceso		
Marca	Sidersa	
Denominación	ASTM A-53 (con costura) SCH40	
		
ESPECIFICACIONES		
<p>Las tuberías constituidas de este material ofrecen una resistencia mecánica confiable soportando altas presiones y temperaturas. Además, de poseer una buena resistencia a la corrosión, garantizando una vida útil prolongada y bajo mantenimiento.</p>		
Medidas utilizadas		
Denominación	Diametro externo	Código
ASTM A-53 - 1/2"	21,3mm	CS0.5
ASTM A-53 - 1"	33,4mm	CS1
ASTM A-53 - 1.1/4"	42,1mm	CS1.25
ASTM A-53 - 1.1/2"	48,2mm	CS1.5
ASTM A-53 - 2"	60,2mm	CS2
ASTM A-53 - 5"	141,2mm	CS5
ASTM A-53 - 6"	168,1mm	CS6
ASTM A-53 - 8"	218,9mm	CS8

70- Bridas de conexión (B)

Brida con cubo para soldar	
Marca	Gramabi
Denominación	Brida para soldar tipo Slip-On - Serie 150
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Brida Slip-On 1/2"	B0.5-01, .., B0.5-04
Brida Slip-On 1"	B1-01
Brida Slip-On 1.1/4"	B1.25-01, B1.25-02
Brida Slip-On 1.1/2"	B1.5-01
Brida Slip-On 2"	B2-01, .., B2-04
Brida Slip-On 3"	B3-01, .., B3-03
Brida Slip-On 3.1/2"	B3.5-01
Brida Slip-On 4"	B4-01
Brida Slip-On 5"	B5-01, .., B5-04
Brida Slip-On 6"	B6-01, .., B6-03
Brida Slip-On 8"	B8-01
Brida Slip-On 12"	B12-01

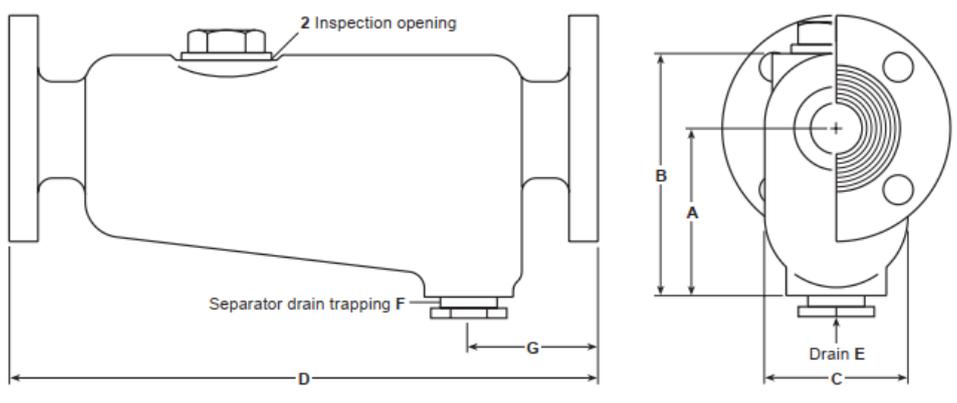
71- Codos a 90° (CO)

Codo radio largo 90° para soldar		
Marca	Gramabi	
Denominación	Codo 90° radio largo SCH40	
		
Medidas utilizadas		
Denominacion	Centro - final (A)	Código
Codo 90° - 1/2"	38mm	CO0.5-01,.., CO0.5-09
Codo 90° - 1"	38mm	CO1-01,.., CO1-03
Codo 90° - 1.1/4"	48mm	CO1.25-01,.., CO1.25-05
Codo 90° - 2"	76mm	CO2-01,.., CO2-04
Codo 90° - 5"	190mm	CO5-01,.., CO5-07
Codo 90° - 6"	229mm	CO6-01
Codo 90° - 8"	305mm	CO8-01, CO8-02

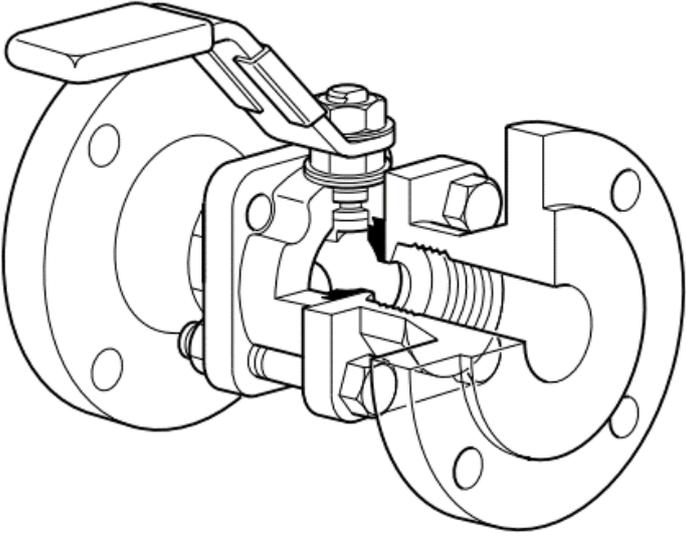
72- Reducción concéntrica (R)

Reduccion concentrica para soldar	
Marca	Gramabi
Denominación	Reduccion concentrica para soldar SCH40
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Reducción 3" x 2"	R3:2-01, R3:2-02
Reducción 5 x 3"	R5:3-01
Reducción 6" x 3.1/2"	R6:3.5-01
Reducción 5 x 4"	R5:4-01
Reducción 12" x 8"	R12:8-01

73- Separador de gotas (SG-01)

Separador de gotas		Cód: SG-01							
Nombre	Separador de gotas								
Marca	Spirax Sarco								
Modelo	S13 DN50								
									
	Size	A	B	C	D	E	F	G	Weight
mm, kg and litres	DN50	146	205	117	456	12.7	25.4	98	25
ESPECIFICACIONES									
<p>El separador S13 es un separador tipo deflector de hierro utilizado para la eliminación de líquidos arrastrados en sistemas de vapor, aire comprimido o gas.</p>									

74- Válvula esférica bridada (VEB)

Valvula de interrupción	
Nombre	Valvula esférica bridada
Marca	Spirax Sarco
Modelo	M10V
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Valvula esferica bridada 2"	VE2-01, VE2-02
ESPECIFICACIONES	
<p>La M10V es una válvula esférica de tres piezas diseñada como válvula de interrupción, no de control, puede ser revisada sin desmontar las conexiones con la tubería</p>	

75- Válvula esférica roscada (VER)

Valvula esférica	
Nombre	Valvula esferica
Marca	Famiq
Modelo	3 cuerpos roscada
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Valvula esferica 1"	VE1-01
Valvula esferica 1/2"	VE0.5-01, VE0.5-02
ESPECIFICACIONES	
<p>La válvula esférica se utiliza para usos generales WOG (agua, aceite, aire) de paso total. Cuenta con un cuerpo de 3 piezas, con vástago antiestático y maneta con seguro de posición.</p>	

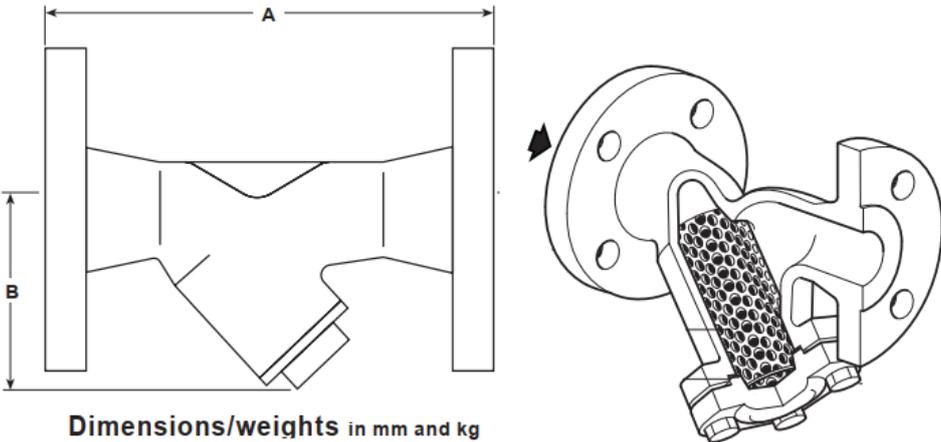
76- Válvula esclusa bridada (VE)

Valvula esclusa	
Nombre	Valvula esclusa
Marca	Famiq
Modelo	S-150 LBS
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Valvula esclusa 5"	VE5-01
Valvula esclusa 6"	VE6-01
ESPECIFICACIONES	
<p>Las válvulas esclusas son utilizadas como válvula de bloqueo. Su robustez y cierre hermético metal-metal lo hacen adaptable a altas exigencias. Son utilizadas donde la baja perdida de carga y el servicio bidireccional (abierto-cerrado) es requerido. Es de paso libre y con extremos bridados.</p>	

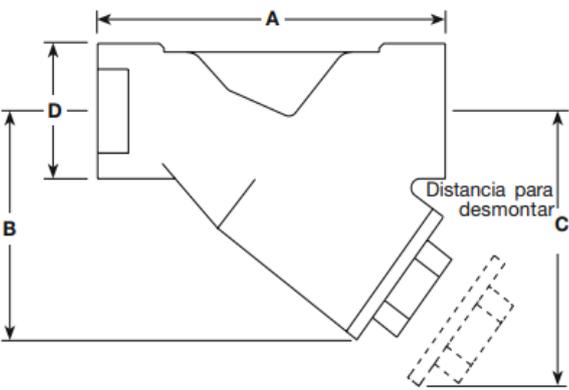
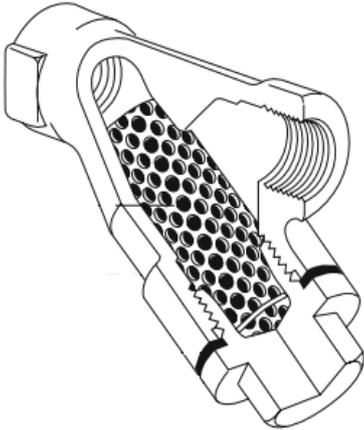
77- Válvula de retención (VR)

Valvula retencion	
Nombre	Valvula de retención a clapeta
Marca	Famiq
Modelo	3 cuerpos roscada
	
Medidas utilizadas	
Denominacion	Código
Valvula retención 1/2"	VR0.5-01
ESPECIFICACIONES	
<p>Las válvulas de retención son utilizadas para no dejar regresar un fluido dentro de una línea. Son válvulas unidireccionales y debe ser colocadas correctamente para que realice su función (sentido correcto de flujo).</p>	

78- Filtro de vapor (FV-01)

Filtro de vapor		Cód: FV-01									
Nombre	Filtro de vapor tipo Y										
Marca	Spirax Sarco										
Modelo	FIG 34 - DN50, perforación 0.8mm										
											
<p>Dimensions/weights in mm and kg</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Size</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Weight</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DN50</td> <td>230</td> <td>180</td> <td>10.5</td> </tr> </tbody> </table>				Size	A	B	Weight	DN50	230	180	10.5
Size	A	B	Weight								
DN50	230	180	10.5								
ESPECIFICACIONES											
<p>Los Filtros tipo Y son una solución práctica y sencilla para remover partículas suspendidas en tuberías de conducción de vapor. Cuentan con una malla interna de acero inoxidable, lo que permite que las partículas en el fluido sean detenidas fácilmente para después retirarlas.</p>											

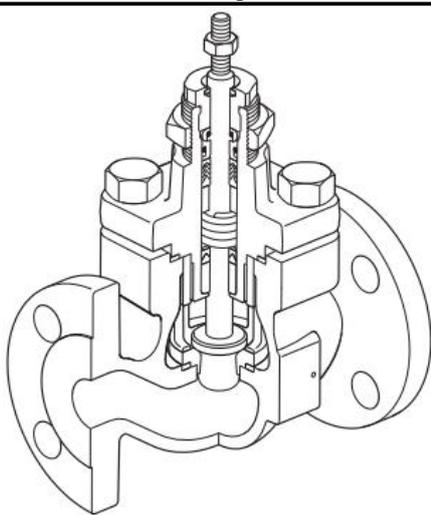
79- Filtro de condensados (FY-01)

Filtro de condensados		Cód: FY-01															
Nombre	Filtro de acero tipo Y roscado																
Marca	Spirax Sarco																
Modelo	FIG 14 - 1/2", perforación 0.8mm																
<p>Dimensiones/peso (aproximados) en mm y kg</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>Area de filtrado cm²</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/2"</td> <td>73</td> <td>52</td> <td>81</td> <td>32</td> <td>27</td> <td>0,56</td> </tr> </tbody> </table>				Tamaño	A	B	C	D	Area de filtrado cm ²	Peso	1/2"	73	52	81	32	27	0,56
Tamaño	A	B	C	D	Area de filtrado cm ²	Peso											
1/2"	73	52	81	32	27	0,56											
																	
ESPECIFICACIONES																	
<p>El Fig 14 es un ltro en acero al carbono del tipo Y, diseñado para eliminar incrustaciones, óxido y otros restos que puedan haber en la tubería. El tamiz estándar es de acero inoxidable con perforaciones de 0,8mm.</p>																	

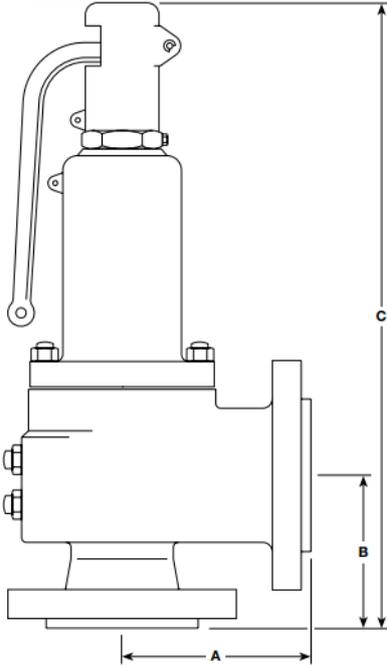
80- Manómetro (M-01, M-02)

Manómetro		Cód: M-01, M-02									
Nombre	Manometro con rulo										
Marca	Spirax Sarco										
Modelo	Ring syphon, 5-16 BAR										
Dimensions/weights (approximate) in mm and kg											
Gauge					Ring syphon						
A	B	C	D	Weight	E	F	G	H	Weight		
									Syphon	Cock	
100	29	137	22 A/F	0.43	321	35	80	116	0.94	0.21	
ESPECIFICACIONES											
<p>Este modelo compacto de manometro con tubo de conexión permite una facil instalacion a la tubería, gracias a su dial de 100mm de diametro permite una facil lectura</p>											

81- Válvula de control (VG2-01)

Válvula de control		Cód: VG2-01
Nombre	Valvula de coltrol tipo globo	
Marca	Spirax Sarco	
Modelo	Spira-trol TM, LEA43, 2"	
		
ESPECIFICACIONES		
<p>La gama de válvulas Spira-trolTM consiste en válvulas de globo de dos vías con asiento pinzado por jaula de acuerdo con los estándares EN (DIN) o ASME</p>		

82- Válvula de seguridad (VS-01)

Valvula de seguridad		Cód: VS-01																												
Nombre	Valvula de seguridad																													
Marca	Spirax Sarco																													
Modelo	SV74																													
 <p>Dimensiones, pesos y tamaños de orificio en pulgadas y libras</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Entrada válvula</th> <th colspan="2">Salida válvula</th> <th>Orificio</th> </tr> <tr> <th>Tamaño</th> <th>Conexión</th> <th>Tamaño</th> <th>Conexión</th> <th>letra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1½"</td> <td>ANSI 300</td> <td>2"</td> <td>ANSI 150</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>Peso</th> </tr> <tr> <th>ins</th> <th>ins</th> <th>ins</th> <th>lbs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4,25</td> <td>4,5</td> <td>15,7</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table>				Entrada válvula		Salida válvula		Orificio	Tamaño	Conexión	Tamaño	Conexión	letra	1½"	ANSI 300	2"	ANSI 150	F	A	B	C	Peso	ins	ins	ins	lbs	4,25	4,5	15,7	31
Entrada válvula		Salida válvula		Orificio																										
Tamaño	Conexión	Tamaño	Conexión	letra																										
1½"	ANSI 300	2"	ANSI 150	F																										
A	B	C	Peso																											
ins	ins	ins	lbs																											
4,25	4,5	15,7	31																											
ESPECIFICACIONES																														
<p>La serie de válvulas en acero SV74 están fabricadas según el Código ASME para calderas y recipientes presurizados Sección I y VIII.</p>																														

83- Trampa de vapor (TVT-01)

Trampa de vapor termodinamica		Cód: TVT-01
Nombre	Trampa de vapor termodinámica	
Marca	Spirax Sarco	
Modelo	TD16 - 1/2"	
		
ESPECIFICACIONES		
<p>El purgador termodinámico TD16 está diseñado específicamente para cargas de condensado de baja capacidad asociadas al drenaje de la red de vapor y aplicaciones de traseado de hasta 16 bar g. Su construcción totalmente en acero inoxidable lo hace resistente a la corrosión y muy robusto.</p>		

Tabla de presupuesto

Elemento	Codigo Proyecto	Cantidad	Marca	Codigo Comercial	Precio Unit.	Subtotal
EQUIPOS PRINCIPALES						
Tolva de Recepción	T-GC-01	1 Un	D.S.V	T-GC-01	U\$D 3.734,61	U\$D 3.734,61
Cinta Transportadora	CT-GC-01	1 Un	D.S.V	CT-GC-01	U\$D 2.474,47	U\$D 2.474,47
Alimentador Mec.	A-GC-01	1 Un	D.S.V	A-GC-01	U\$D 3.500,00	U\$D 3.500,00
Caldera	B-GV-01	1 Un	Fontanet	E-100	U\$D 99.607,00	U\$D 99.607,00
Bomba de Rep.	P-GV-03	2 Un	Grundfos	CR1-23	U\$D 4.200,00	U\$D 8.400,00
Set de Generacion	TG-GV-01	1 Un	Dongturbo	N 0.08-1.25	U\$D 79.500,00	U\$D 79.500,00
Ciclon	Ci-GV-01	1 Un	Casiba	CH 85-26	U\$D 487,83	U\$D 487,83
Condensador	CO-GV-01	1 Un	D.S.V	CO-GV-01	U\$D 2.391,20	U\$D 2.391,20
Torre de Enfriamiento	TE-GV-01	1 Un	Sinax	EWK441/E09-C12-cp	U\$D 9.901,00	U\$D 9.901,00
Bomba Vertical	P-GV-02	1 Un	Grundfos	CR1-2	U\$D 346,02	U\$D 346,02
Bomba Centrifuga	P-GV-01	1 Un	Grundfos	NB 100-200/195	U\$D 2.306,81	U\$D 2.306,81
Tanque de agua	C-GC-01	1 Un	D.S.V	C-GC-01	U\$D 481,81	U\$D 481,81
TOTAL					U\$D 213.130,74 + IVA	

Preparó:
Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander;
Vergara Fernando Valentín

Revisó:

Aprobó:

Página 85 de 87

Elemento	Codigo Proyecto	Cantidad	Marca	Codigo Comercial	Precio Unit.	Subtotal
ACCESORIOS ELECTRICOS						
Sensor de Temperatura	ST-(XX)	5 Un	MC	WZP-187	USD 30,31	USD 151,55
Sensor de Nivel	SN-(XX)	2 Un	IFM	LR7020	USD 691,53	USD 1.383,06
Sensor de Presion	SP-(XX)	3 Un	IFM	PV8060	USD 366,17	USD 1.098,50
Sensor de Barrera	SF-01	1 Un	IFM	OGS381	USD 185,06	USD 185,06
Master IO Link Primario	ML-01	1 Un	IFM	AL1422	USD 1.270,20	USD 1.270,20
Master IO Link Secundario	ML-02	1 Un	IFM	AL1122	USD 998,82	USD 998,82
Transmisor	T(T;P;F;N)-(XX)	10 Un	IFM	TP9237	USD 229,37	USD 2.293,70
PLC	PC-01	1 Un	Allen Bradley	1769-L18ER	USD 3.410,09	USD 3.410,09
Bocas de Switch	BS-01	1 Un	Allen Bradley	1738-UST8	USD 420,00	USD 420,00
HMI	MC-01	1 Un	Haiwell	C10S-RW	USD 930,83	USD 930,83
Cable Comunicación	CM-01	1 Un	IFM	E21137	USD 246,51	USD 246,51
Cable Sensor	C(T;P;F;N)-(XX)	10 Un	IFM	EVF496	USD 131,07	USD 1.310,69
Cable Ethernet	C(D;V)-(XX)	6 Un	IFM	RJ-45	USD 14,35	USD 86,11
Cable Comunicación	CL-01	1 Un	IFM	EVC929	USD 218,58	USD 218,58
Cable de Alimentacion	CA-01	1 Un	IFM	EVC709	USD 81,65	USD 81,65
Interruptor Alimentacion TS8	Q8	1 Un	Schneider	Acti9 IC60H - A9F87432	USD 183,70	USD 183,70
Contactador TS8	K0	1 Un	Schneider	LC1D323B7	USD 102,87	USD 102,87
Contactador Equipos TS8	K0-0(X)	6 Un	Schneider	LC1D06P7	USD 102,87	USD 617,22
Guardamotor	GM-0(1;2;3)	3 Un	Schneider	GV2ME06	USD 91,85	USD 275,55
Guardamotor	GM-04	1 Un	Schneider	GV2ME05	USD 91,85	USD 91,85
Guardamotor	GM-05	1 Un	Schneider	GV2ME14	USD 101,03	USD 101,03
Interface Electromecanica	RI-0(0;...;6)	7 Un	Zoloda	I2ET62-024CL-024CO-2501106	USD 20,00	USD 140,00
Interruptor Termomagnetico	Q8-01	1 Un	Schneider	Acti9 IC60N-A9F74304	USD 146,96	USD 146,96
Interruptor Termomagnetico	Q8-04	1 Un	Schneider	Acti9 IC60N-A9F74316	USD 87,26	USD 87,26
Interruptor Termomagnetico	Q8-0(2;3)	2 Un	Schneider	Acti9 IC60N-A9F74310	USD 87,26	USD 174,51
Interruptor Termomagnetico	Q8-0(5;...;7)	3 Un	Schneider	Acti9 IC60N-A9F74210	USD 41,33	USD 124,00
Termostato	MGT-0(1;...;2)	2 Un	Schneider	NSYCCOTH0	USD 41,33	USD 82,66
Variador de Frecuencia	VF-01	1 Un	Allen Bradley	25B-D6P0N104	USD 1.360,00	USD 1.360,00
Variador de Frecuencia	VF-02	1 Un	Allen Bradley	25B-D010N114	USD 1.748,00	USD 1.748,00
Variador de Frecuencia	VF-03	1 Un	Allen Bradley	25B-D013N104	USD 1.973,00	USD 1.973,00
Variador de Frecuencia	VF-04	1 Un	Allen Bradley	25B-D2P3N104	USD 992,00	USD 992,00
Fusible	F-0(1;...;18)	18 Un	Zoloda	F/1038-02	USD 1,89	USD 34,09
Fusible	F-0(19;...;25)	7 Un	Zoloda	F/1038-0,5	USD 1,71	USD 11,94
Porta Fusible	PF-0(1;...;25)	25 Un	Zoloda	BMFN 10X38 LBT	USD 9,37	USD 234,29
Testigo Luminoso	LI-0(1;...;3)	3 Un	Schneider	XB7EV04BP	USD 9,18	USD 27,55
Pulsador de marcha	PMP-01	1 Un	Schneider	XB5AL73415	USD 36,74	USD 36,74
Pulsador de Emergencia	PE-01	1 Un	Schneider	XB7AL8442	USD 36,74	USD 36,74
Fuente Continua	FT-01	1 Un	Zoloda	FAIRN120	USD 102,86	USD 102,86
Ducto Vertical	DV-0(1;2)	2 Un	Genrod	97042ST	USD 342,86	USD 685,71
Gabinete General	GG-0(1;...;3)	3 Un	Genrod	97242ST	USD 1.257,14	USD 3.771,43
Transformador	TR-0(1;2)	2 Un	Cosmos	TR3004RD	USD 65,14	USD 130,29
Ventilador	VT-0(1;...;3)	3 Un	Schneider	NSYCVF165M230PF	USD 101,03	USD 303,10
Zocalo para Gabinetes	ZC-0(1;...;3)	3 Un	Genrod	971945452	USD 109,71	USD 329,14
Conmutador Manual	CG-01	1 Un	ABB	OT80FAC	USD 571,43	USD 571,43
Conductor Multipolar 3x150+70mm	MU-01	1,5 Mts	Prysmian	Sintenax Valio	USD 468,57	USD 702,86
Conductor Multipolar 3x35+16mm	MU-01	73 Mts	Prysmian	Sintenax Valio	USD 80,00	USD 5.840,00
Conductor Multipolar 4x6mm	MU-01	70 Mts	Prysmian	Sintenax Valio	USD 9,97	USD 697,89
Interruptor General Distrib.	Q1.1	1 Un	Schneider	Compact NSX 400N	USD 1.839,08	USD 1.839,08
Interruptor General Distrib.	Q1.2;Q2;QG	3 Un	Schneider	Compact NSX 100F	USD 551,09	USD 1.653,27
Interruptor Termomagnetico	Q1.(1;...;8)	8 Un	Schneider	Acti9 IC60H - A9F87432	USD 146,96	USD 1.175,66
Barra de Cobre	BPPL-01	4 Mts	Genrod	40 0540	USD 118,86	USD 475,43
Barra de Cobre Flexible	BPPL-0(2;3)	1 Mts	Genrod	11 9812	USD 199,62	USD 199,62
Bornera de Conexión	BDT-01	1 Un	Elent	400A P	USD 317,71	USD 317,71
Rejilla de Salida	RJ-0(1;...;3)	3 Un	Schneider	NSYCAC125LPF	USD 36,74	USD 110,22
Cable Canal	CKN-01	8 Mts	Zoloda	CKN 040-60	USD 6,86	USD 54,86
Cable Canal	CKN-02	10 Mts	Zoloda	CKN 060-60	USD 1,25	USD 12,50
Cable Canal	CKN-03	10 Mts	Zoloda	CKN 080-60	USD 1,30	USD 13,00
Soporte Barras de Cobre	SB-01	3 Un	Genrod	97 40450405	USD 91,43	USD 274,29
Caja de Impeccion	CI-0(1;2)	2 Un	Genrod	CI 3-25x25	USD 3,43	USD 6,86
Cable Cobre - acero	CPAT-01	5 Mts	Genrod	ACC16	USD 5,49	USD 27,43
Jabalina PAT	JB-0(1;2)	2 Un	Genrod	JLIC1220-1/2"x2000	USD 20,57	USD 41,14
Barra colectora Pat	BEP-0(1;2)	2 Un	Elent	112125A-12 P/122mm	USD 6,86	USD 13,71
TOTAL					USD 42.016,76 + IVA	

Preparó:
Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander;
Vergara Fernando Valentín

Revisó:

Aprobó:

Página 86 de 87

Elemento	Codigo Proyecto	Cantidad	Marca	Codigo Comercial	Precio Unit.	Subtotal
ACCESORIOS DE TUBERIAS						
Tubo de Conduccion 1/2"	CS0.5	13,0 mts	Sidersa	ASTM A-53 Sch 40 - 1/2"	USD 41,28	USD 536,58
Tubo de Conduccion 1"	CS1	3,0 mts	Sidersa	ASTM A-53 Sch 40 - 1"	USD 18,75	USD 56,25
Tubo de Conduccion 1 1/4"	CS1.25	6,0 mts	Sidersa	ASTM A-53 Sch 40 - 1 1/4"	USD 51,00	USD 306,00
Tubo de Conduccion 1 1/2"	CS1.5	1,0 mts	Sidersa	ASTM A-53 Sch 40 - 1 1/2"	USD 10,00	USD 10,00
Tubo de Conduccion 2"	CS2	1,0 mts	Sidersa	ASTM A-53 Sch 40 - 2"	USD 13,50	USD 13,50
Tubo de Conduccion 5"	CS5	13,0 mts	Sidersa	ASTM A-53 Sch 40 - 5"	USD 705,25	USD 9.168,25
Tubo de Conduccion 6"	CS6	1,5 mts	Sidersa	ASTM A-53 Sch 40 - 6"	USD 105,75	USD 158,63
Tubo de Conduccion 8"	CS8	1,0 mts	Sidersa	ASTM A-53 Sch 40 - 8"	USD 106,25	USD 106,25
Brida 1/2" SAE 1010 Esp. 3/8"	B0.5-0(1;...;4)	4 Un	-	-	USD 2,74	USD 10,96
Brida 1" SAE 1010 Esp. 3/8"	B1-01	1 Un	-	-	USD 4,10	USD 4,10
Brida 1 1/4" SAE 1010 Esp. 3/8"	B1.25-0(1;...;2)	2 Un	-	-	USD 4,88	USD 9,76
Brida de Conexión 1 1/2"	B1.5-01	1 Un	Gramabi	Slip-on-Serie 150 - 1 1/2"	USD 34,28	USD 34,28
Brida de Conexión 2"	B2-0(1;...;4)	4 Un	Gramabi	Slip-on-Serie 150 - 2"	USD 41,14	USD 164,56
Brida de Conexión 3"	B3-0(1;...;3)	3 Un	Gramabi	Slip-on-Serie 150 - 3"	USD 69,71	USD 209,13
Brida 3 1/2" SAE 1010 Esp. 1/2"	B3.5-01	1 Un	-	-	USD 20,58	USD 20,58
Brida 4" SAE 1010 Esp. 1/2"	B4-01	1 Un	-	-	USD 23,34	USD 23,34
Brida 5" SAE 1010 Esp. 1/2"	B5-0(1;...;4)	4 Un	-	-	USD 28,46	USD 113,84
Brida 6" SAE 1010 Esp. 1/2"	B6-0(1;...;3)	3 Un	-	-	USD 34,60	USD 103,80
Brida 8" SAE 1010 Esp. 1/2"	B8-01	1 Un	-	-	USD 51,91	USD 51,91
Brida 12" SAE 1010 Esp. 1/2"	B12-01	1 Un	-	-	USD 102,93	USD 102,93
Codo 90° 1/2"	CO0.5-0(1;...;9)	9 Un	Gramabi	Codo 90° RL SCH40 - 1/2"	USD 6,86	USD 61,71
Codo 90° 1"	CO1-0(1;...;3)	3 Un	Gramabi	Codo 90° RL SCH40 - 1"	USD 8,00	USD 24,00
Codo 90° 1 1/4"	CO1.25-0(1;...;5)	5 Un	Gramabi	Codo 90° RL SCH40 - 1 1/4"	USD 8,11	USD 40,57
Codo 90° 2"	CO2-0(1;...;4)	4 Un	Gramabi	Codo 90° RL SCH40 - 2"	USD 17,14	USD 68,57
Codo 90° 5"	CO5-0(1;...;7)	7 Un	Gramabi	Codo 90° RL SCH40 - 5"	USD 155,43	USD 1.088,00
Codo 90° 6"	CO6-01	1 Un	Gramabi	Codo 90° RL SCH40 - 6"	USD 171,43	USD 171,43
Codo 90° 8"	CO8-0(1;2)	1 Un	Gramabi	Codo 90° RL SCH40 - 8"	USD 285,71	USD 285,71
Reduccion 3"-2"	R3:2-0(1;2)	2 Un	Gramabi	Red. Para Sold. Sch 40 3"-2"	USD 69,14	USD 138,29
Reduccion 5"-2"	R5:3-01	1 Un	Gramabi	Red. Para Sold. Sch 40 5"-3"	USD 171,43	USD 171,43
Reduccion 6"-3,5"	R6:3.5-01	1 Un	Gramabi	Red. Para Sold. Sch 40 6"-3,5"	USD 163,43	USD 163,43
Reduccion 5"-4"	R5:4-01	1 Un	Gramabi	Red. Para Sold. Sch 40 5"-4"	USD 101,71	USD 101,71
Reduccion 12"-8"	R12:8-01	1 Un	Gramabi	Red. Para Sold. Sch 40 12"-8"	USD 125,87	USD 125,87
Separador de gotas	SG-01	1 Un	Spirax Sarco	S13 DN50	USD 850,00	USD 850,00
Valvula Esferica Bridada	VEB-0(1;2)	2 Un	Spirax Sarco	M10V	USD 105,00	USD 210,00
Valvula Esferica Roscada 1/2"	VER1-01	1 Un	Spirax Sarco	Esferica 3 Cuerpos 1/2"	USD 110,20	USD 110,20
Valvula Esferica Roscada 1"	VER0.5-0(1;...;2)	2 Un	Spirax Sarco	Esferica 3 Cuerpos 1"	USD 125,33	USD 250,66
Valvula Exclusa Bridada 5"	VE5-01	1 Un	Spirax Sarco	S-150 LBS 5"	USD 1.262,00	USD 1.262,00
Valvula Exclusa Bridada 6"	VE6-01	1 Un	Spirax Sarco	S-150 LBS 6"	USD 1.554,00	USD 1.554,00
valvula de Retencion 1/2"	VR0.5-01	1 Un	Spirax Sarco	3 cuerpos roscada 1/2"	USD 86,22	USD 86,22
Filtro de Vapor DN50	FV-01	1 Un	Spirax Sarco	Tipo Y bridado DN50 - 0,8	USD 420,00	USD 420,00
Filtro de Vapor DN1/2"	FY-01	1 Un	Spirax Sarco	Tipo Y Roscado DN 1/2 - 0,8	USD 157,00	USD 157,00
Manometro	M-0(1;...;2)	2 Un	Spirax Sarco	Ring Syphon, 5-16 Bar	USD 65,00	USD 130,00
Valvula de Control DN2"	VG2-01	1 Un	Spirax Sarco	Spira-trol TM LEA43 2"	USD 227,00	USD 227,00
Valvula de Seguridad	VS-01	1 Un	Spirax Sarco	SV74	USD 352,00	USD 352,00
Trampa de Vapor DN1/2"	TVT-01	1 Un	Spirax Sarco	TD16-1/2"	USD 159,20	USD 159,20
TOTAL					USD 19.413,65 + IVA	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA
GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

Memorias de Cálculo

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal De Carli

AÑO 2024

INDICE

1. Marco teórico	1
1.1. Biomasa	1
Disponibilidad de biomasa en Entre Ríos	2
Disponibilidad de biomasa en el aserradero	3
1.2. Combustión de Biomasa	4
Poder calorífico	4
Humedad	4
Derivados	5
Tratamiento de gases de escape	6
1.3. Aspectos legales, sociales y ambientales	8
Marco legal	8
Aspectos ambientales	9
Aspectos sociales	9
1.4. Gestión de seguridad y salud en el trabajo (SST)	9
2. Relevamiento eléctrico	12
3. Cálculos Gestión Vapor	14
3.1. Set Generador-Turbina	14
Cálculo de condiciones de funcionamiento	16
3.2. Caldera (UGV)	22
UGV (B-GV-01)	25
Alimentador Mecánico (A-GC-01)	27
Cálculo de combustible necesario	29
3.3. Condensador (CO-GV-01)	34
Dimensionamiento térmico	34
Cálculo de espesor según ASME	40
Eficiencia de la soldadura	41
Cuerpo cilíndrico según sección UG-27	41
Cabezales según UG-32	44
3.4. Torre de enfriamiento (TE-GV-01)	46
3.5. Tanque de condensados (TK-GV-01)	48
3.6. Líneas de agua y vapor	50
Ramal 1-2	51
Ramal 3-4	61

Ramal 5-8	61
Ramal 9-12	67
Ramal 13-18	71
Ramal C-D	76
3.7. Tratamiento de agua	76
3.8. Tratamiento de gases de escape	79
Ciclón (CI-GV-01)	80
4. Cálculos Gestión Combustible (Chip)	81
4.1. Tolva de recepción (T-GC-01)	81
Cálculo de tornillo transportador	81
Potencia necesaria	84
Eje de la rosca	85
Transmisión a cadena	86
Rodamientos	89
Descargador	89
Resumen	90
4.2. Cinta transportadora (CT-GC-01)	91
Ancho mínimo	92
Potencia necesaria	93
Resumen	98
5. Cálculos Gestión eléctrica	100
5.1. Determinación de la demanda	100
5.2. Instalación eléctrica del aserradero en la actualidad	102
5.3. Instalación eléctrica propuesta	103
Tablero General Principal (TGP)	105
Tablero General de Distribución (TGD)	106
Tablero General de Conmutación (TGC)	107
Tablero de Distribución a Seccionales (TDS)	108
Tablero Seccional Planta Generadora (TS8)	109
5.4. Disposición de Tableros	110
Tableros Generales	110
Tableros Seccionales	110
5.5. Embarrados	110
Embarrados principales (BPPL)	110
Embarrado de distribución a seccionales (BDT-01)	113
5.6. Canalizaciones (Disposición de conductores)	113

5.7.	Conductores	114
	Selección de Conductores	114
5.8.	Puesta a Tierra	117
	Esquema de conexión a tierra TT	118
	Diseño de puesta a tierra	119
5.9.	Protecciones	124
	Corriente de carga máxima: I_b	124
	Corriente máxima permitida: I_z	124
	Intensidades máximas	124
	Reglas Generales para selección	125
	Selección de Protecciones	125
5.10.	Tablero de la Planta Generadora (TS8)	131
	Consideraciones para Hardware y Software	131
	Esquema de potencia	133
	Diagrama de conexión de PLC	134
	Selección de accesorios	136
6.	Cálculos Análisis de Retorno de Inversión	139
6.1.	Cálculo de la inversión	139
6.2.	Tarifa eléctrica en la actualidad	140
6.3.	Nueva Tarifa eléctrica simulada	141
6.4.	Retorno de inversión	142
7.	Índice de Figuras	145
8.	Índice de Tablas	147

1. Marco teórico

1.1. Biomasa

La biomasa es el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. Este recurso puede provenir de forma general en zonas agrícolas o forestales, como también, de la industria alimenticia y residuos sólidos urbanos. En otras palabras, es una fuente de energía almacenada por las plantas mediante el proceso de fotosíntesis.

El carbono es un elemento que está presente en la naturaleza y que resulta fundamental. En la atmósfera existe en diferentes formas, siendo el dióxido de carbono una de las principales.

El carbono sigue un ciclo biogeoquímico durante el cual se producen una serie de intercambios esenciales para la regulación del clima y la vida. El equilibrio que se consigue con este ciclo se está rompiendo debido a que la actividad humana ha elevado el nivel de carbono en la atmósfera, sobre todo por la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas natural).

La incineración de la biomasa, a diferencia de los combustibles fósiles, no genera un balance positivo de dióxido de carbono en la atmósfera, ya que el mismo es devuelto a la atmósfera, lugar de donde fue tomado durante la fotosíntesis. No contribuyendo al efecto invernadero.



Fig. MC - 1: Círculo CO₂ neutro (Fuente: Ref 1.14)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 1 de 152
---	----------------	----------------	------------------------

Disponibilidad de biomasa en Entre Ríos

La provincia de Entre Ríos, como parte de la región mesopotámica argentina, cuenta con una gran cantidad de biomasa proveniente de plantaciones de árboles destinados a la forestación. Como principales especies plantadas tenemos el Eucalyptus grandis y el Pino, ambas sumadas rondan un total de 145 mil hectáreas, que se extienden en una franja de 20 km de ancho que costea el Río Uruguay.

En estas últimas décadas, esta zona ha experimentado un crecimiento del sector, que no solo derivó en una mayor cantidad de hectáreas plantadas, sino también, en un crecimiento del sector maderero.

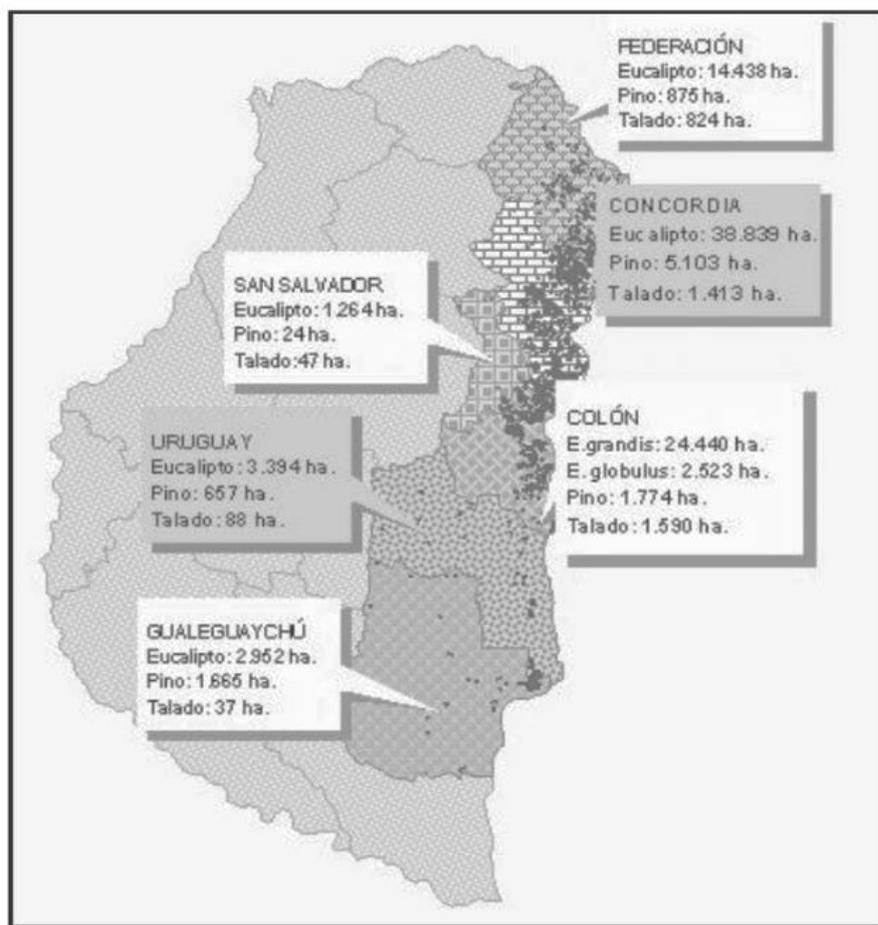


Fig. MC - 2: Plantaciones de Eucaliptos y Pinos Dtos. de Entre Ríos (Fuente: Ref 1.2)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 2 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	-------------------------------

Al hablarse de un sector en desarrollo se evidencia la falta de inversiones destinadas al tratado de los desperdicios o residuos del mismo.

Disponibilidad de biomasa en el aserradero

El aserradero que seleccionamos como modelo de estudio cuenta con un aproximado de 71500 pies cúbicos de madera en bruto procesada al mes. Esto implica 29.5 Tn de chips al día proveniente de desperdicios (considerando una humedad de la madera del 60%).

La mayor parte de la biomasa en los aserraderos está dispuesta en forma de chip, esto se debe a las ventajas que presenta la misma para ser trasladada.



Fig. MC - 3: Chips de Eucalipto (Fuente: Propia)

La humedad de este tipo de biomasa puede llegar a alcanzar el 100%, dependiendo de la cantidad de agua con que se encuentra la madera antes de ser procesada. Aun así, debido a la humedad relativa del ambiente donde se almacena, muchas veces es inferior.

En cuanto a la densidad del chip, esta se obtuvo de forma experimental pesando una muestra de volumen conocido y oreado al aire, obteniéndose una densidad de 260 kg/m^3 . Este valor será usado posteriormente en el cálculo de los equipos.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 3 de 152
---	----------------	----------------	------------------------

1.2. Combustión de Biomasa

La combustión es una reacción química que se produce entre oxígeno y un material combustible. Esta reacción es acompañada de un desprendimiento de energía, en forma de calor, que manifiesta una incandescencia o llama. Desprendiendo residuos sólidos que deben tratarse conforme a su concentración, para mitigar su impacto en el medio ambiente.

Poder calorífico

El poder calorífico superior (PCS) es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de masa de combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado y, por consiguiente, se tiene en cuenta el calor desprendido en este cambio de fase.

El poder calorífico inferior (PCI) es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de masa de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua generado en la combustión.

Humedad

En relación al poder calorífico, la humedad, es un parámetro de gran importancia. Un mayor contenido de humedad en el combustible, genera una disminución en el PCI. Provocando, un “desaprovechamiento” de calor en la transformación del agua en vapor.

Una aclaración citada en la *Ref. [1.4]* es que, un hecho a remarcar en los eucaliptos y en especial en el E. Grandis, es que frecuentemente la madera recién apeada supera el 100 % de humedad, es decir que posee más agua que madera. Esto adquiere importancia en la comercialización y el secado de la madera, ya que son grandes los volúmenes de agua que se deben desalojar. El eucalipto a utilizar cuenta con una humedad elevada, dependiendo del tiempo de secado que se le dé.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 4 de 152
---	----------------	----------------	------------------------

Derivados

Al hablar de un balance neutro de dióxido de carbono, no debe prestarse a confusión, una combustión incompleta daña el ambiente independientemente del combustible que se utiliza. Por ejemplo, una biomasa mal quemada puede desprender una cantidad de monóxido de carbono mayor que cuando se quema carbón. La reducción de este compuesto se puede conseguir con equipos adecuados que garanticen que la combustión se realice en forma completa.

En nuestro caso, al tratarse de chips de Eucalipto Grandis, al igual que muchos otros tipos de biomasa, no se debe dejar pasar por alto el bajo contenido de azufre con el que cuenta. Esto disminuye la peligrosidad de lluvias ácidas generadas por dióxido de azufre.

En la actualidad, se cuenta con avances tecnológicos importantes para la incineración de biomasa. El alto contenido de fibra, con un gran contenido de humedad, llevó a desarrollar máquinas capaces de crear una reacción próxima a la ideal, en la cual todo material volátil es asociado con oxígeno. El propósito de estos desarrollos, no fue solo para lograr un mayor aprovechamiento del combustible, sino también, obtener un control de los contaminantes devueltos al medio ambiente. Ejemplos de estos avances son los filtros, ciclones y precipitadores electrostáticos.

Otro derivado de la combustión de biomasa son las cenizas, en combustibles celulósicos, como en este caso, se presentan en un bajo contenido, tomando como referencia al carbón mineral.

Aun así, se requiere un especial cuidado, ya que una temperatura elevada puede modificar el estado de las cenizas y crear peligrosas incrustaciones que disminuyan la vida útil de las partes que estén en contacto con esta.

Como valores aproximados, se tienen los siguientes valores críticos de cambio de estado de las cenizas;

Estado	Temperatura
Ablandamiento	1190°C
Fusión	1215°C
Licuación	1350°C

Tabla MC - 1: Valores promedio cambios de estado cenizas. (Fuente Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 5 de 152
---	----------------	----------------	------------------------

Tratamiento de gases de escape

El control de los contaminantes resultantes de una combustión de biomasa sólida puede ser influenciada por:

1- Control de la combustión: la primera etapa del tratamiento de gases de escape es controlar la combustión en la caldera para minimizar la formación de contaminantes. Esto puede incluir la optimización de la relación aire-combustible, la utilización de combustibles de alta calidad y el uso de tecnologías avanzadas de combustión.

2- Eliminación de partículas: la siguiente etapa del tratamiento de gases de escape es eliminar las partículas presentes en los mismos. Esto se puede lograr mediante la utilización de dispositivos de eliminación de partículas, como filtros de tela, filtros de mangas o precipitadores electrostáticos.

3- Reducción de NOx: la tercera etapa del tratamiento de gases de escape es reducir los óxidos de nitrógeno (NOx). Esto se puede lograr mediante la utilización de tecnologías de reducción de NOx, como la recirculación de gases de escape, la inyección de amoníaco y la tecnología de reducción selectiva de catalizador.

En Argentina, las normas para el control de emisiones de gases de escape de calderas son establecidas y reguladas por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, así como por las autoridades provinciales y municipales.

En la provincia de Entre Ríos, se aplican las normativas nacionales, las leyes provinciales y las ordenanzas municipales correspondientes. Algunas de las normas relevantes para el control de emisiones de gases de escape de calderas son:

1. Ley Nacional de Ambiente (N° 25.675): establece las bases para la gestión ambiental, incluyendo el control de emisiones contaminantes.

2. Resolución N° 91/2021 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación: establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes para diferentes fuentes, incluyendo las calderas.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 6 de 152
---	----------------	----------------	------------------------

3. La Ley Nacional 25.675, establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable

4. Ley Nacional N° 10.369 de Entre Ríos: establece la necesidad de obtener una autorización ambiental previa para la instalación y operación de fuentes fijas de emisión de contaminantes. Dicha ley es la modificación del Art. 41 de Ley Nacional 24.051.

A su vez, en el Artículo 17 de la ley N° 24.065 se establece que se necesita garantizar que las instalaciones relacionadas a la producción, transporte y distribución de energía eléctrica, cumplan con las medidas de protección necesarias para preservar las cuencas hídricas y los ecosistemas. Remarcando en el Anexo I de la Resolución de la Secretaría de Energía 182/95 la importancia de los estándares de emisión de contaminantes actuales y futuros.

Para la utilización de carbón u otro combustible sólido se detalla:

Contaminante	Limite
Dioxido de Azufre (SO ₂)	1700 mg/Nm ³
Material Particulado (MP)	120 mg/Nm ³
Oxidos de Nitrogeno (Nox)	900 mg/Nm ³

Tabla MC - 2: Concent. limite gases de escape. (Fuente: Res. Secretaria de Energía 182/95)

1.3. Aspectos legales, sociales y ambientales

Una instalación que funcione a partir de biomasa forestal, es un proyecto que posee dos aspectos muy importantes para el desarrollo energético de la República Argentina. Por un lado, se enmarca con los objetivos de desarrollo sostenible y por el otro, contribuye con el desarrollo social y económico de la región.

Marco legal

En la actualidad, la promoción de las energías renovables se ha convertido en una prioridad global en respuesta a los desafíos del cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En este contexto, la Ley Nacional N° 26.190, con sus modificaciones posteriores, y su correspondiente adopción en las provincias del país, tienen como objetivo incentivar el desarrollo de la generación de energía a partir de fuentes renovables y reducir la dependencia del país en combustibles fósiles.

En la provincia de Entre Ríos, la Ley Provincial N° 10.933 ha generado incertidumbre legal en cuanto a la promoción de inversiones en energías renovables. Esto se debe a una etapa transitoria, en la que este tipo de generaciones se encontraban (hasta octubre del 2021) regidas por el Decreto N° 4315. En la actualidad, la puesta en vigor de ley antes nombrada, expresa que, el Ente Provincial Regulador de la Energía de Entre Ríos será el encargado de hacer cumplir lo dispuesto por la Secretaria de Energía de la provincia y de dictar las normas que resulten de su competencia de acuerdo a lo previsto en la Ley N° 8.916.

La Resolución N° 168/16 del Ente Provincial Regulador de la Energía de Entre Ríos, establece los requisitos técnicos para la conexión de generadores de energía renovable al sistema eléctrico interconectado provincial.

Ambos instrumentos legales han establecido un marco regulatorio para la producción de energías renovables en la provincia de Entre Ríos, donde establece un límite máximo de generación distribuida de 50 kw/h contratados. Por esto, cabe la aclaración que este proyecto no puede ser evaluado una alternativa de venta a la red.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 8 de 152
---	----------------	----------------	------------------------

Aspectos ambientales

Dentro de los beneficios se destacan:

- Disminución en la generación de gases de efecto invernadero producidas por fuentes de generación convencionales.
- Fomento de la utilización de recursos renovables.
- Disminución de los residuos generados por la industria.

Además, es importante resaltar que la biomasa vegetal carece de azufre, lo que resulta en un tipo de combustible con una ventaja significativa en cuanto a la generación de dióxido de azufre, previniendo así la formación de lluvias ácidas.

Aspectos sociales

En estos aspectos se destacan:

- Generación de fuentes de trabajo de forma directa en la operación y construcción de la planta.
- Colaboración para la mitigación de problemas energéticos del país.
- Colaboración al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles y la Agenda 2030 de la ONU.

1.4. Gestión de seguridad y salud en el trabajo (SST)

A fines de garantizar un entorno laboral seguro y saludable se debe tener presente un sistema de gestión de SST. Su objetivo principal es prevenir accidentes, enfermedades laborales y promover el bienestar físico y mental de los operarios.

Un buen sistema de SST debe cumplir lo establecido por la Ley 19587/72 – Seguridad e Higiene en el Trabajo y la Ley 24557/96 – Riesgos del Trabajo.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 9 de 152
---	----------------	----------------	------------------------

Para asegurar que un proceso sea seguro, es crucial seguir una serie de pasos y medidas clave:

- 1- Evaluación de riesgos
- 2- Implementación de controles
- 3- Formación y capacitación
- 4- Supervisión y seguimiento
- 5- Investigación de incidentes
- 6- Participación y consulta
- 7- Mejora continua

Como nos encontramos en instancias de proyección del proceso, nos avocaremos a realizar la **Evaluación de Riesgos** que consideramos principales, para así, realizar un listado de las tareas que se deberían implementar para tener un recinto seguro.

Riesgo Eléctrico

Al ser una instalación de generación y que, a su vez, tiene servicios auxiliares que demandan energía eléctrica, se debe tener presente este riesgo.

Es por esto que se debe realizar la instalación de los elementos de protección detallados en la Norma AEA 90364, como así también realizar la identificación con carteles de los lugares donde el personal cuente con riesgo eléctrico (ej.: tableros de control, generador y motores de servicio auxiliar).



Fig. MC - 4: Símbolo Riesgo eléctrico (Fuente: AEA 90364)

Riesgo de Incendio

Como se cuenta con una fuente de generación térmica, se debe mitigar el riesgo de incendio, mediante tareas de limpieza y buen mantenimiento.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 10 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

A pesar de esto, los riesgos de incendio no son eliminados completamente, por lo que se prevé la colocación de matafuegos, que deberán ser del tipo 1A ya que el combustible con el que trabajamos es madera. Y su disposición deberá ser de 1 (uno) por acceso a la planta (ingreso para control y entrada para extracción de cenizas). A fines de cumplir con las leyes antes nombradas.

Riesgo de Quemaduras

Los riesgos de quemaduras presentes en las tuberías, puede presentar un riesgo para la salud del operador si el mismo desconoce de que fluido contine. Es por eso que se prevé la identificación mediante colores, como la ley lo pide en la siguiente tabla.

Producto	Color fundamental
Elementos para la lucha contra el fuego (sistemas de rociado, bocas de incendio, agua de incendio, ignífugos, etc.)	Rojo
Vapor de agua	Naranja
Combustibles (líquidos y gases)	Amarillo
Aire comprimido	Azul
Electricidad	Negro
Vacío	Castaño
Agua fría	Verde
Agua caliente	Verde con franjas naranja

Fig. MC - 5: Código de colores para tuberías (Fuente: Ref. 1.21)

En adhesión a los riesgos identificados, se debe considerar que los operarios deberán cumplir con los siguientes **Elementos de Protección Personal (EPP)**:

- **Casco**: a pesar de que no se cuenta con trabajo en altura que presente un riesgo de caída de objetos, se considera necesario para cumplir con las normas del aserradero.
- **Protector auditivo**: la turbina presenta un nivel de sonoridad que ronda los 85 db por ley se debe utilizar esta protección del tipo copa, siendo estos más higiénicos para el lugar donde se van a utilizar.
- **Protector visual**: la presencia de materia fácilmente arrastrable, demanda una protección visual de montura universal.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 11 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

- Cubre bocas: la presencia de material particulado, con el tiempo podría presentar riesgos respiratorios y conllevar a una enfermedad profesional, por lo que se debe presentar de obligatoria un cubrebocas de al menos nivel 1.
- Calzado de seguridad: el mismo es obligatorio en todo el aserradero y se debe asegurar que presente aislación eléctrica.

2. Relevamiento eléctrico

Actualmente el aserradero cuenta con una contratación de energía trifásica en baja tensión (380 V) correspondiente a Tarifa T3, *Ref. [1.17]*. Esta bajada, no solo suministra la energía necesaria para la producción, sino también, los consumos auxiliares monofásicos como lo son: oficina de recepción, iluminación interior y exterior, etc.

El cuadro tarifario divide los consumos eléctricos en base a franjas horarias, horario punta (HP) y horario fuera de punta (FHP). En el caso del aserradero, el horario en el que se desarrolla la jornada laboral, corresponde al HFP. Al día del relevamiento (octubre 2021) la industria cuenta con una potencia registrada en HP de 20,5 kW y FHP 138,38 kW.

Se realizó el relevamiento de todas las cargas correspondientes al área de producción, a fines de poder estimar una demanda máxima de potencia a cubrir.

La producción se divide en cuatro sectores;

- Producción de tablas
- Producción de cabreadas
- Producción de machimbres
- Taller de mantenimiento

Sobre cada una de estas se reunió información de todas las cargas, se estimó valores teóricos de potencia demandada para un funcionamiento en régimen y posterior cálculo de potencia total a cubrir, (**Ver Planilla 1 - Anexo F**)

Por otro lado, el aserradero cuenta con un medidor digital de la marca DIGA proporcionado por la Cooperativa Urquiza, este medidor permite acceder, a través de un código, a la página del

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 12 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

fabricante, brindando un análisis mensual de la energía demandada a la red. Este análisis es de gran ayuda para conocer las variaciones en la potencia demandada y los valores normales de potencia.

Se tomó como referencia los registros a lo largo del año 2021, sumándose en un gráfico de barras para facilitar la visualización de la demanda a cubrir por el generador. Quedando así expresado, los días más representativos, con mayor demanda, de cada mes en la imagen siguiente;

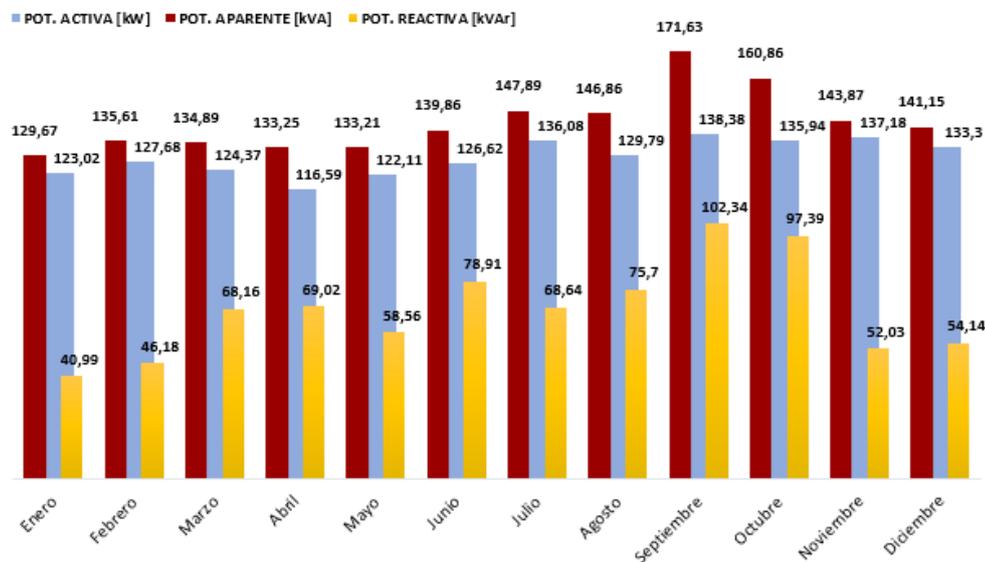


Fig. MC - 6: Registro de demandas máximas del aserradero en el año 2021 (Fuente: Propia)

En base a lo antes expuesto;

Observación:

El máximo registro se da en el mes de septiembre, siendo poca la diferencia que se obtiene con los demás meses. Dando a notar que la producción del aserradero a lo largo del año se mantiene constante.

La diferencia que se percibe en potencias demandadas entre los datos del medidor y el relevamiento realizado, se debe a que este último es en base a coeficientes utilizados para el dimensionamiento eléctrico, los cuales son más conservadores.

Decisión:

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 13 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Las potencias máximas obtenidas en base al relevamiento y al medidor difieren. Si bien dicha diferencia no es considerable, se adopta como dato de confianza los valores reales registrados por el medidor.

En términos generales, el relevamiento nos sirvió para conocer cargas puntuales de gran porte, como lo es la chipeadora, que demandan gran cantidad de energía en régimen y produce grandes picos de consumo en sus arranques, dato importante en la posterior selección del equipo de generación.

3. Cálculos Gestión Vapor

3.1. Set Generador-Turbina

La generación de energía a pequeña escala, como es el caso que nos concierne, ha planteado desafíos en términos de disponibilidad. Por lo tanto, hemos llevado a cabo una exhaustiva investigación en el mercado global con el objetivo de encontrar equipos que cumplan con nuestros requisitos.

Consideraciones generales de selección:

- Se necesitan generar 50 Kw de potencia eléctrica.
- Debe ser capaz de generar electricidad para una red trifásica de 380 V y 50 Hz.
- Debe poder operar con vapor saturado a 12 Bar(g) de presión.

La empresa “**Dongturbo**” brinda un SET de generación, conformado por una turbina de condensación + generador síncrono + tablero de control.

El generador cuenta con un límite eléctrico de 80 kW, siendo sus principales características las descritas en la imagen Fig. MC - 2.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 14 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Modelo	N0.08-1.25
Potencia nominal	80kW
Velocidad de régimen	3000 RPM
Velocidad del generador	3000 RPM
Presion de vapor en la entrada	12.5 bar(a)
Temperatura del vapor en la entrada	190°C
Flujo de vapor	1600 kg/h
Presion de vapor en la salida	0.014MPa (a)
Estructura del rotor	1C 2
Etapas	Simple etapa
Nivel de ruido	80db
Potencia del generador	80kW
Voltaje del generador	380V
Frecuencia del generador	50Hz



Fig. MC - 7: Esquema y características principales turbina de vapor (Fuente: Propia)

Equipos incluidos en la provisión

Dentro de la provisión, se incluye un tablero con pantalla HMI enlazado con un PLC para brindar información al operador del equipo (frecuencia, tensión y potencia que se genera). Por seguridad, ante deficiencias de vapor o pérdida de sincronismo, con la lectura de las variables antes nombradas, toma acción de corrección o parada del equipo evitando así daños en el mismo.

El sistema de control de caudal, es comandado por el PLC, que una vez puesto en marcha abre una válvula de regulación automática y pone en valores de operación el caudal requerido. Es decir, la velocidad y potencia de la turbina es comandada por dicha válvula.

Para el control de este equipo generador no es necesario una conexión con el PLC de la caldera, solamente requiere de los parámetros de vapor al ingreso de la válvula reguladora de caudal.

Cabe aclarar que, en la provisión de este equipo, se incluye un técnico para la colocación y puesta en funcionamiento. Por lo cual no se entra en detalle en el hardware o software de este tablero.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 15 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

En cuanto a la salida de potencia del generador, sabemos que el equipo cuenta con un interruptor automático (QG) que protege, por un lado, el circuito a alimentar y por consiguiente evita la sobrecarga en el generador, este interruptor será nombrado más adelante en los cálculos eléctricos.

Cálculo de condiciones de funcionamiento

El ciclo de generación se puede resumir en el siguiente esquema;

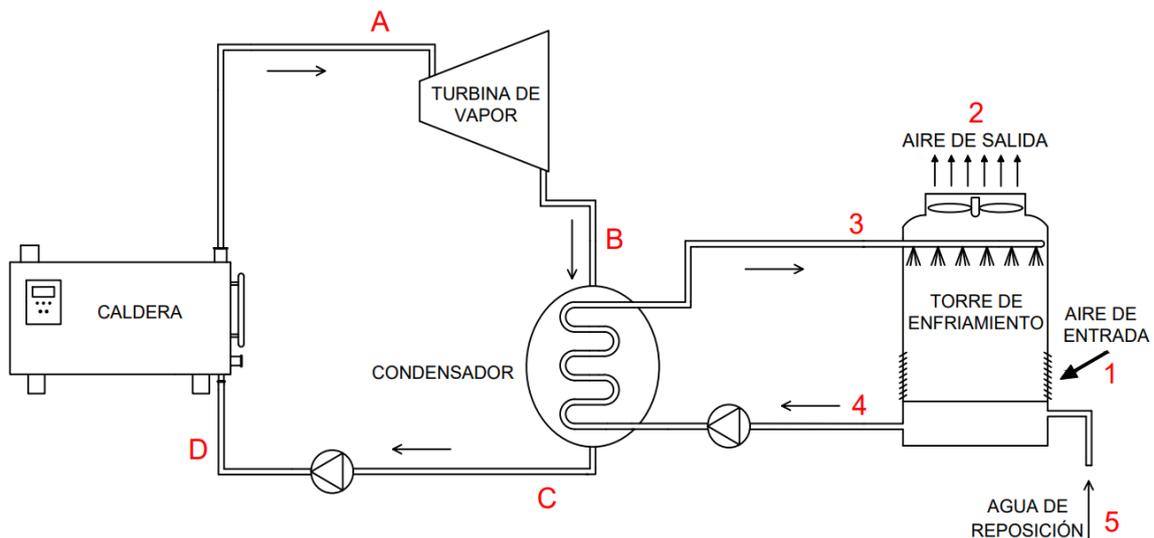


Fig. MC - 8: Esquema simplificado de la Instalación (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 16 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Hipótesis:

A continuación, se exponen las hipótesis consideradas que se corresponden con el esquema anterior y los puntos resaltados;

- Se consideran condiciones estacionarias de operación.
- El proceso en la caldera y en el condensador se consideran isobáricos.
- La instalación se considera adiabática.
- Los cambios de energía cinética y potencial son despreciables.
- Aspiración de la turbina (Punto A) como vapor saturado (título, $X = 1$).
- Descarga de la turbina (punto B) como mezcla de vapor y agua ($0 < X < 1$).
- El agua de reposición de la torre (Punto 5) será agua de pozo y se suministrará desde de un tanque elevado, por ende, se adopta una temperatura de 25°C .
- Se considera el aire de entrada a la torre (Punto 1), con una temperatura de bulbo seco, $T_{bs1} = 25^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa, $H_1 = 60\%$.
- El aire a la salida de la torre se adopta 8°C mayor que cuando ingresó a esta, es decir $T_{bs2} = T_{bs1} + 8^{\circ}\text{C} = 33^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa del mismo será, $H_2 = 90\%$. Por lo tanto $T_{bh2} \cong 31.5^{\circ}\text{C}$.
- La temperatura del agua de refrigeración (Punto 4) se considera 3°C mayor que la temperatura de bulbo húmedo del aire a la salida de la torre, es decir, $T_4 = T_{bh2} + 3^{\circ}\text{C} = 35^{\circ}\text{C}$.
- En el condensador el agua se calentará 10°C , es decir $T_3 = T_4 + 5^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{C}$.
- La temperatura del vapor a la entrada del condensador (Punto B) será la temperatura de líquido saturado a presión de descarga de la turbina. $P=0.14 \text{ Bar} / T=52^{\circ}\text{C}$.
- En el paso por el condensador, el vapor se irá condensando (a presión constante) hasta una temperatura, $T_C = T_B - 3^{\circ}\text{C} = 49^{\circ}\text{C}$.
- Rendimiento interno de la turbina $\eta_i = 0,60$.
- Rendimiento mecánico de la turbina $\eta_{mec} = 0,70$.
- Rendimiento de la bomba de alimentación de la caldera $\eta_b = 0,85$.
- El generador eléctrico trabaja al 85% de la potencia a fines de preservar su vida útil.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 17 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Resumen de hipótesis;

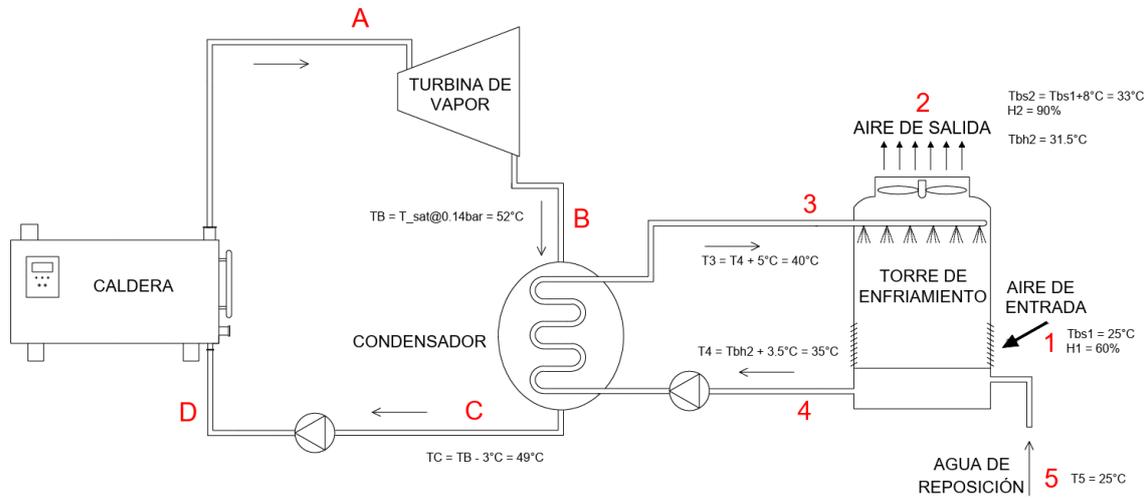


Fig. MC - 9: Esquema Simplificado con Hipótesis (Fuente Propia)

El ciclo térmico llevado a un diagrama T-S queda expresado de la siguiente manera;

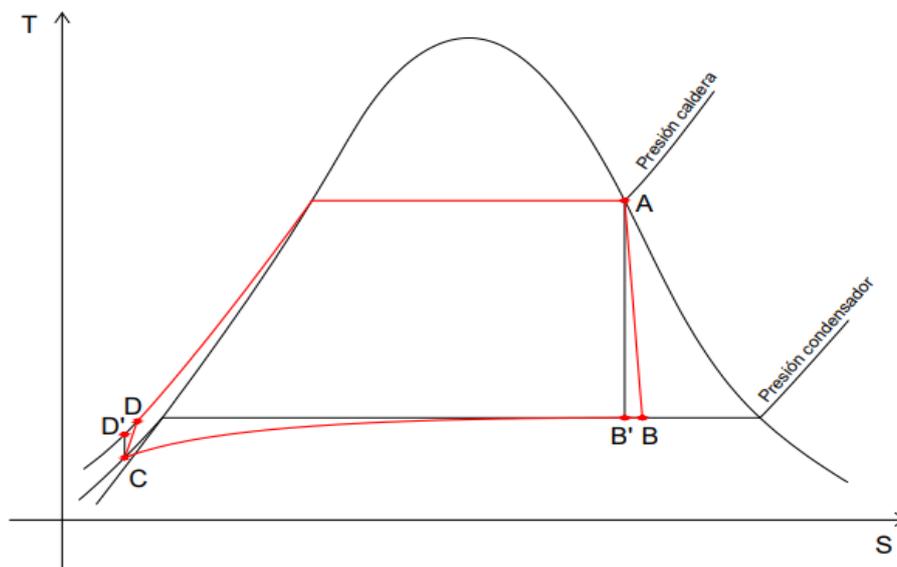


Fig. MC - 10: Diagrama T-S (Fuente Propia)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 18 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

En base a los datos brindados por el fabricante, si se quisieran 80kW se tendría que alimentar a la turbina con 1600 kg/h de vapor, es decir el consumo específico de vapor está en el orden de 20 kg/KW h.

Como se quieren 50kW, se puede asumir que el nuevo flujo de vapor esta dado por;

$$\dot{m}_{vap} = CE_{vap} * W_{Gen}$$

$$\dot{m}_{vap} = 20 \text{ kg/KW h} * 50\text{kW} = 1000 \text{ kg/h}$$

En base a esto se adoptarán 1000 kg/h como flujo másico de vapor y se verificará con los cálculos siguientes;

A su vez, es necesario remarcar que al utilizar un generador capaz de alcanzar 80 Kw, para generar 50 Kw, se estará operando a 62.5% de la capacidad. Un valor comprendido entre el 30% y el 80% recomendado por la mayoría de los fabricantes. Resumiéndose en una vida útil más prolongada del generador.

PUNTO A:

$$\dot{m}_{vap} = 1000 \frac{kg}{h}$$

$$X_A = 1$$

$$h_A = h_{g_{12.5bar}} = 2785.2 \frac{kJ}{kg}$$

$$S_A = S_{g_{12.5bar}} = 6,5074 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

PUNTO B':

$$T_{B'} = 52^\circ C$$

$$X_{B'} = \frac{S_{B'} - S_{f_{0.14bar}}}{S_{fg}} = \frac{(6.507 - 0,7366) \frac{kJ}{kg \cdot K}}{7.2946 \frac{kJ}{kg \cdot K}} = 0.791$$

$$h_{B'} = h_f + X_{B'} * h_{fg} = 219.1 \frac{kJ}{kg} + 0.791 * 2375 \frac{kJ}{kg} = 2097.7 \frac{kJ}{kg}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 19 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

PUNTO C:

$$T_C = 49 \text{ }^\circ\text{C}, \quad P_C = 0.14 \text{ bar}, \quad h_c = 205 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad S_C = 0.690 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}, \quad v_c = 0.001011 \text{ m}^3/\text{kg}$$

PUNTO D':

$$P_{D'} = 12.5 \text{ bar}, \quad S_{D'} = S_C = 0.690 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}, \quad T_{D'} = 48.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_{D'} = h_c + v_c * (P_{D'} - P_C) = 205 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 0,001011 * (1250 - 14) = 206.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

PUNTO D:

$$T_D = 48.9^\circ\text{C}$$

$$\eta_D = 0,85 = \frac{h_{D'} - h_c}{h_D - h_c} \rightarrow h_D = \frac{h_{D'} - h_c}{0,85} + h_c = \frac{(206.2 - 205) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{0,85} + 205 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 206.4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$S_D = 0.6909 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

PUNTO B

$$\eta_{i \text{ mec}} = \eta_{\text{isoent}} * \eta_{\text{mec}} = 0,60 * 0,70 = 0,42$$

$$\eta_{i \text{ mec}} = \frac{h_A - h_B}{h_A - h_{B'}}$$

$$h_B = h_A - 0,42 \cdot (h_A - h_{B'}) = 2785.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 0,42 \cdot (2785.2 - 2097.7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) = 2496.45 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$S_B = 7.892 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$X = \left(\frac{h_B - h_f}{h_g - h_f} \right)_{P:0.14\text{Bar}-T:52^\circ\text{C}} = \left(\frac{2496.45 - 219.1}{2592 - 219.1} \right) = 0.959$$

VERIFICACIÓN

$$W_{TV \text{ real}} = \dot{m}_v * (h_A - h_B) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} * \left(2785.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 2496.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) = 80 \text{ kW}$$

$$\eta_{\text{elect}} = 0,85 = \frac{W_{G \text{ real}}}{W_{TV \text{ real}}} \rightarrow W_{G \text{ real}} = 0.85 * 80 \text{ kW} = 68 \text{ kW}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 20 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

$$W_{G \text{ real}} = 68 \text{ kW} > 50 \text{ kW} \rightarrow (\text{Verifica})$$

$$CEV_{\text{real}} = \frac{\dot{m}_v}{W_{TV \text{ real}}} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{80 \text{ kW}} = 12.5 \frac{\text{kg}}{\text{kW} \cdot \text{h}}$$

$$\eta_{\text{Ciclo ideal}} = \frac{h_A - h_{B'}}{h_A - h_{D'}} = \frac{(2785.2 - 2098) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{(2785.2 - 189.7) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 26.4 \%$$

$$\eta_{\text{Ciclo real}} = \frac{h_A - h_B}{h_A - h_D} = \frac{(2785.2 - 2496.5) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{(2785.2 - 187.5) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 11.1 \%$$

En base a los resultados obtenidos se concluye que 1000kg/h serán suficientes, ya que los cálculos realizados son bajo condiciones ideales, en condiciones reales se estará próximo a los valores brindados por el fabricante **Dongturbo**.

RESUMEN

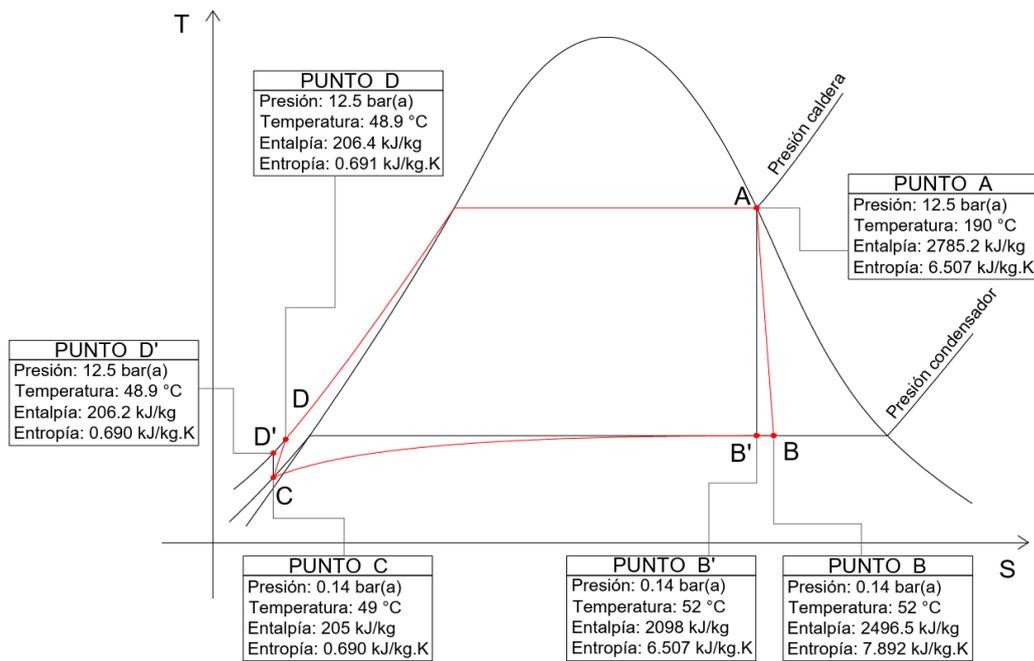


Fig. MC - 11: Diagrama T-S con Hipótesis (Fuente Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 21 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

3.2. Caldera (UGV)

A continuación, se describen las hipótesis consideradas para la caldera;

Hipótesis

- Se considera que el combustible (chips) es eucalipto en su totalidad, sin considerar porcentajes de otras maderas.
- Considerando un oreado de los troncos de eucaliptos de 3 meses antes de ser procesados, se adopta una humedad del chip del 60%, a fines de contemplar un caso desfavorable.
- Se usará una caldera del tipo acuo-humotubular, que entrega vapor saturado a una presión superior a la que requiere nuestra turbina. La turbina necesita 12.5 bar absolutos (a), se adopta una presión mínima de generación de 13 bar (a), dejando esos 0.5 bar remanentes para cubrir caídas de presión propias de la línea entre ambos equipos.
- Como se calculó anteriormente la temperatura del agua de alimentación a la caldera es de 40°C.

Análisis de gases

En base a *Ref. [1.4]*, se extraen datos experimentales sobre la especie de eucalipto *E. Grandis*, la cual es predominante en nuestra zona y alrededores. Haciendo énfasis en el análisis elemental en base seca de chips.

Cuadro 3: Valores típicos de las propiedades fisico-químicas de diversos combustibles sólidos

Combustible	Análisis próximo (% p/p base seca)			Análisis elemental (% p/p base seca)					Poder cal. (Mj/Kg base seca)	
	C. fijo	Volát.	Ceniz.	c	h	o	s	n		
Chip de eucalipto	13,5	65,9	0,6	48,3	5,8	44,6	< 0,1	0,6	19,6	18,3
Corteza de eucalipto	18,3	77,7	4,0	43,3	5,0	46,8	< 0,1	0,8	16,8	15,7
Residuos de aserrado	13,5	85,9	0,8	46,6	5,9	45,0	< 0,1	1,6	18,7	17,4
Aserrín quebracho colorado	25,0	73,7	1,2	51,5	5,8	41,7	< 0,1	0,2	20,4	19,2
Carbón vegetal	68/70	15/28	1/3	77/90	3/4	-	< 0,1	1,5/2,5	28/34	27/33

Fig. MC - 12: Valores Físico-Químicos de Combustibles Sólidos (Fuente: Ref. 1.4)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 22 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Con el valor de humedad adoptado se calcula la equivalencia de cada propiedad en base húmeda, mediante la fórmula;

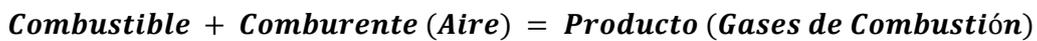
$$\% p/p \text{ base húmeda} = \frac{\% p/p \text{ base seca}}{1 - \%H_2O}$$

Poder Calorífico Inferior (PCI)						
Combustible: Chip de Eucalipto	Análisis Elemental					
	% P/P Base seca					
	C	H	O	S	N	Z
	48,3	5,8	44,6	0,1	0,6	0,6
	% P/P Base Húmeda					
	H ₂ O = 60%					
	19,32	2,32	17,84	0,04	0,24	0,24

Tabla MC - 3: Cálculo de % p/p base húmeda, (Fuente Propia)

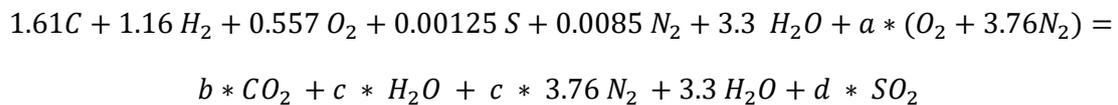
Ecuación de la Combustión

El modelo matemático representa el proceso de combustión bajo ciertos parámetros, siendo uno de los más importantes la calidad de aire suministrada para dicho proceso.



Combustión Estequiométrica

Este balance se considera de forma ideal, y es la reacción producida de forma tal en la que el combustible reacciona en su totalidad considerando la mínima porción de aire de alimentación.



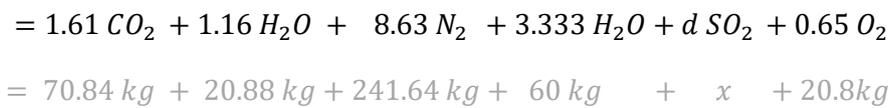
Balance:

- C: $1.61 = b / b = 1.61$
- H: $1.16 * 2 = 2 * c / c = 1.16$
- O: $0.55 * 2 + 2 * a = 2b + c + 2d / a = 1.641$
- S: $0.0125 = d$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 23 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Combustión Real

Como se trata de chips de eucalipto, se recomienda utilizar un exceso de aire de alrededor del 40%. A fines de garantizar una reacción total del combustible (combustión completa).



Balance por especies:

$$O_2 : 2 * 0.557 + 3.333 + 2.297 * 2 = 1.61 * 2 + 1.16 + 3.333 + 2 * d + 0.65 * 2$$

$$d = 0.014 \rightarrow x = 0.896 \text{ kg}$$

Poder calorífico:

Las ecuaciones para poder hallar el poder calorífico superior (PCS) y luego el poder calorífico inferior (PCI) son:

$$PCS = 81 * C + 342 * \left(H_2 - \frac{O_2}{8} \right) + 23 * S$$

$$PCI = PCS - (6 * H_2O + 54 * H_2)$$

Obteniéndose;

$$PCS = 81 * 19.32 + 342 * \left(2.32 - \frac{17.84}{8} \right) + 23 * 0.04 = 1596.6 \frac{kCal}{kg}$$

$$PCI = 1596.6 \frac{kCal}{kg} - (6 * H_2O + 54 * H_2) = 1111.3 \frac{kCal}{kg}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 24 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

UGV (B-GV-01)

Se decide utilizar una caldera acuo-humotubular de la marca **Fontanet**, el modelo que mejor se adapta a nuestros requerimientos es E-100, apta para quemar combustibles sólidos, este se esquematiza a continuación junto a sus características y medidas principales.

Modelo	E-100
Superficie de calefacción	100 m²
Capacidad térmica	1.296.000 Kcal/kg
Producción de vapor (Agua de alimentación a 100°C)	2.400 kg/h
Presión máxima de trabajo	13 bar
Presión de diseño	14 bar
Presión de prueba hidráulica	21 bar
Rendimiento térmico	75%
Peso aproximado	12.000 kg
Consumo de desperdicios	493 kg/h (PCI:3500 kg/h 20% de humedad)
Dimensiones generales	Largo: 5.550 mm
	Ancho: 2.850 mm
	Alto: 2.700 mm

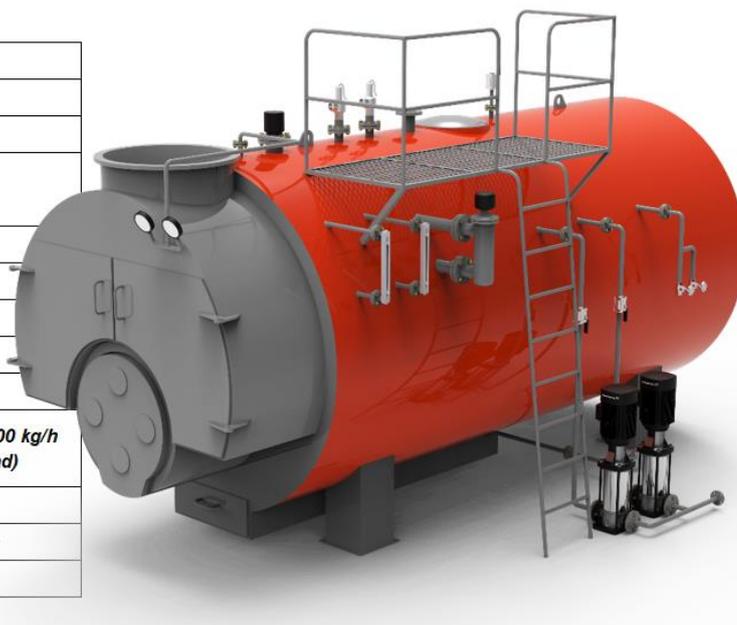


Fig. MC - 13: Capacidades de Caldera Fontanet E-100 (Fuente: Propia)

Este equipo se solicitó SIN la provisión de un tablero de control, lo que nos brinda la flexibilidad necesaria para adaptar el equipo a nuestros requerimientos específicos. Permitiendo diseñar soluciones que se ajusten a nuestras necesidades, garantizando así la máxima eficiencia y adaptabilidad en la consecución de nuestros objetivos.

Características de la bomba:

- Cuerpo construido totalmente en acero inoxidable (eje, impulsores, camisa externa, pernos y cámara intermedia).
- Con cierre mecánico libre de mantenimiento.
- Temperatura máxima de trabajo 120 °C.
- Con motor trifásico 3 x 380 v – 50Hz.
- Marca Grundfos (Origen Argentina) CR 1-23.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 25 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Con válvulas de retención, dos de cada una de las entradas de agua, y válvulas de succión e impulsión de agua tipo esféricas. Marca Genebre (Origen España)

Control de nivel de agua compuesto por:

Triple control de seguridad compuesto por un control electromagnético de nivel a flotante Marca Jefferson o Mc Donnell Miller, un botellón de nivel en el cuerpo del generador, con bujías y electrodos de seguridad y un tapón fusible.

Nivel visual de agua compuesto por:

Doble nivel visual tipo réflex construido en caja de acero fundido, con vidrio estriado

Válvulas y accesorios:

- Válvula salida de vapor principal tipo globo y auxiliar tipo esférica Marca Genebre (Origen Español).
- Conexión para Purga de fondo conformada por dos válvulas esféricas Marca Genebre (Origen España).
- Purga de superficie manual conformada por una válvula tipo esférica y otra tipo aguja, ambas Marca Genebre (Origen España).
- Saca muestra conformado por una válvula tipo aguja Marca Genebre (Origen España).
- Dos válvulas de seguridad a resorte, con palanca y salida lateral Marca Conbraco (USA).
- Válvulas de purga de controles de nivel y niveles visuales tipo esféricas Marca Genebre (Origen España).
- Dos manómetros escala 0-20 Kg/cm², cuadrante 6” con sus correspondientes certificados de calibración, Marca BEYCA (Origen Argentina).
- Alarma acústica por bajo nivel de agua.
- Completa con todos los accesorios necesarios para su funcionamiento.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 26 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Detalles constructivos:

- Construcción bajo Código A.S.M.E.
- Cuerpo de presión con conexiones bridadas.
- Tubos aptos para aplicaciones térmicas
- Separador de vapor, a fin de asegurar un vapor exento de impurezas, con la separación de posibles gotas de agua en suspensión ante bruscas variaciones de carga y evitando arrastres.
- Escalera y pasarela para el acceso a válvulas superiores y boca de inspección
- Tapa de hogar y salida de gases en chimenea con registros de aire regulables manualmente.
- Fondo HÚMEDO, cámara de retorno de gases de combustión completamente inundada.
- Puerta de inspección y acceso en fondo seco para la extracción de cenizas y eventual trabajo de mandrilado de haz tubular y reemplazo de tapón fusible.
- Con seis bocas de inspección y limpieza (Una de ellas paso hombre).
- Revestimiento térmico en lana de vidrio de alta densidad, con aislamiento en chapa de acero recubierta con pintura epoxi y poliuretano para alta temperatura en cajas de humo y chimenea.
- Se proveen Cuatro tramos de chimenea, cada uno de 2.500 mm y 800 mm, para ser acoplados a la caja de humos delantera.

Alimentador Mecánico (A-GC-01)

Estos modelos de calderas de la marca, cuentan con un alimentador mecánico el cual se coloca en la puerta del hogar de la caldera y controla tanto el flujo másico de combustible como así también el aire primario necesario para una correcta combustión.

Para nuestro modelo en particular el alimentador posee las siguientes características;

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 27 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------



Capacidad	20 Kg Max./min
Potencia alimentador	1 HP
Potencia ventilador	3 HP
Dimensiones	Ancho total: 1.6 m
	Alto total: 2.6 m
	Ancho tolva: 0.8 m

Fig. MC - 14: Alimentador Caldera Fontanet E-100 (Fuente: Propia)

El conjunto, está dotado de una tolva de alimentación superior de donde la alimentación es regulada por un transportador sinfín, cuyo accionamiento (rpm.) se controla por un regulador electrónico de frecuencia.

El combustible es descargado por gravedad a través del flujo de un ventilador centrífugo, cuyo caudal y presión se varía por un regulador electrónico de frecuencia.

Esta descarga se controla por una válvula que actúa programada con el accionamiento de los otros elementos del conjunto y evita el retroceso de los gases calientes en situación de parada del sistema.

El flujo de descarga del ventilador centrífugo cuenta también con una clapeta, a ese mismo efecto.

El conjunto de tolva, caracol, electro válvula, ventilador centrífugo y ducto en su conjunto está soportado por un cuadro de fácil manipulación y montaje a altura conveniente para la alimentación al hogar de la caldera

Es posible utilizar BIOMASA en forma de aserrín, viruta, chips, pellets o pequeños trozos de madera, semillas, o desechos celulósicos de cualquier tipo pasándolo por un molino, lodos secados etc.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 28 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Cálculo de combustible necesario

Los datos de generación de vapor y de combustible que cita el fabricante difieren de los necesarios para nuestras condiciones específicas del ciclo, por ende, se recalculará que consumo de chips tendrá realmente el equipo en base a las hipótesis expuestas anteriormente;

El diagrama T-S del ciclo será;

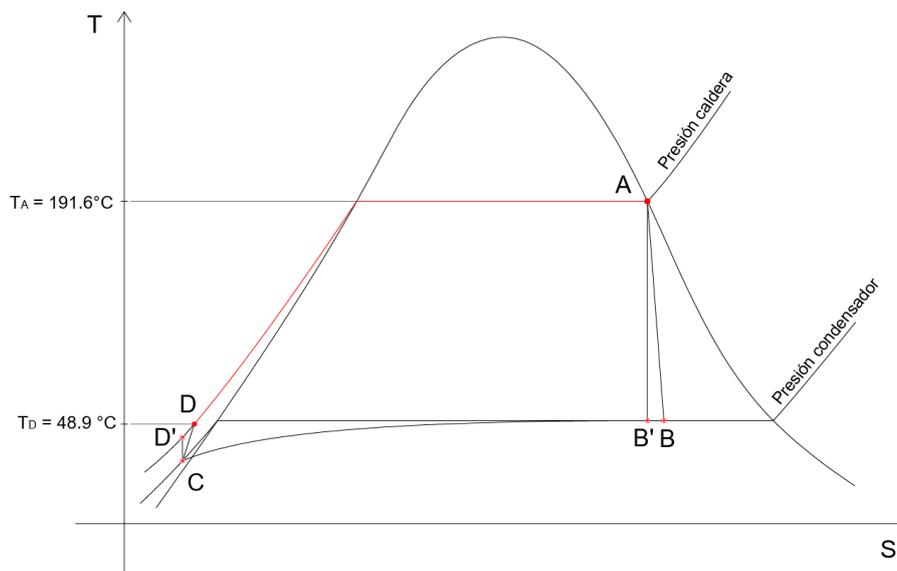


Fig. MC - 15: Diagrama T-S Real (Fuente: Propia)

La energía calorífica aportada por el vapor en estas condiciones es;

$$\dot{Q}_{VAP} = \dot{m}_v * (h_{13 \text{ bar}(a)} - h_{13 \text{ bar}(a), 48.9^\circ\text{C}'})$$

- $h_{13 \text{ bar}(a)} = 665.5 \text{ Kcal/kg}$
- $h_{13 \text{ bar}(a), 48.9^\circ\text{C}'} = 49.16 \text{ KCal/kg}$

$$\dot{Q}_{VAP} = 1000 \frac{\text{kg}_{vap}}{\text{h}} * \left((665.5 - 49.16) \frac{\text{kCal}}{\text{kg}} \right) = 616 \ 340 \frac{\text{kCal}}{\text{h}}$$

Tomando el rendimiento que nos asegura el fabricante para nuestro modelo seleccionado, la energía, en forma de calor, que debe ser capaz de entregar nuestro combustible será;

$$\dot{Q}_{comb} = \frac{\dot{Q}_{VAP}}{\eta_{cald}} = \frac{646 \ 340 \frac{\text{kCal}}{\text{h}}}{0,75} = 821 \ 786 \frac{\text{kCal}}{\text{h}}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 29 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Como este calor es inferior a la capacidad térmica de la caldera, se puede asumir que la caldera verifica.

Consumo de combustible

Lo que se traduce en un consumo másico, el cual se halla teniendo en cuenta la condición de nuestro combustible (antes detallada) en base a su poder calorífico inferior (PCI);

$$\dot{Q}_{comb} = \dot{B}(60\%) * H_i$$

$$\dot{B}(60\%) = \frac{821\,786 \frac{kCal}{h}}{1111.3 \frac{kCal}{kg}} = 740 \frac{kg}{h}$$

Considerando una jornada operativa de 9 Hs, se traduce a 6660 Kg. Es decir, que la caldera consume un 22.5% del chip disponible en el aserradero. Quedando así disponible para otros aprovechamientos unos 22.862 kg.

Superficie de parrilla

De Dubbel, se define la carga calorífica de la parrilla como,

$$q_r = \frac{B * H_i}{F_r} = \frac{\text{Cantidad de calor aportado al hogar por hora}}{\text{Superficie total de la parrilla}} \left[\frac{kCal}{m^2 * h} \right]$$

En base a los datos brindados por Dubbel, por tratarse de chips de eucalipto que serán quemados en una parrilla con avance mecánico, se adopta;

$$q_r = 0,30 * 10^6 \left[\frac{kCal}{m^2 * h} \right]$$

Reemplazando en la ecuación anterior;

$$F_r = \frac{B * H_i}{q_r} = \frac{1000 \text{ kg/h} * 1111,3 \text{ kCal/kg}}{0.3 * 10^6 \text{ kCal/m}^2\text{h}} = 3,70 \text{ m}^2$$

Flujo de aire necesario (Ga):

De la ecuación de combustión realizada anteriormente;

$$99,76 \text{ kg}_{comb} \dots \dots \dots 315,33 \text{ kg}_{aire} \rightarrow G_a = 3,16 \frac{kg_{aire}}{kg_{comb}}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 30 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Por tratarse de chip, la cantidad a suministrar de aire primario será considerando un 35% de volátiles, es decir:

$$Aire_{1^\circ} = 0.35 * G_a = 0.35 * 3,16 \frac{kg_{aire}}{kg_{comb}} = 1.1 \frac{kg_{aire}}{kg_{comb}}$$

Y el resto corresponderá al aire secundario

$$Aire_{2^\circ} = 0.65 * G_a = 0.65 * 3,16 \frac{kg_{aire}}{kg_{comb}} = 2.05 \frac{kg_{aire}}{kg_{comb}}$$

Velocidad del aire:

$$v_{aire} = \frac{\dot{V} [m^3/s]}{S_{aire}[m^2]}$$

S_{aire} : Corresponde a la superficie libre de la parrilla, para el chip es común un 10% de la superficie total, es decir:

$$S_{aire} = 0.1 * F_r = 0.1 * 3,70 m^2 = 0.37 m^2$$

$$\dot{V} \left[\frac{m^3}{s} \right] = \frac{\dot{m} * R * T}{M_m * P} = \frac{B * G_a * R * T}{M_m * P}$$

Adoptando para el aire;

$$T = 20^\circ C, P = 1 atm, M_n = 29 kg/kmol$$

$$\dot{V} \left[\frac{m^3}{s} \right] = \frac{740 \frac{kg_{comb}}{h} * 1 \frac{h}{3600s} * 3,16 \frac{kg_{aire}}{kg_{comb}} * 0.082 \frac{m^3 * atm}{kmol * K} * (20 + 273)K}{29 \frac{kg_{aire}}{kmol} * 1 atm}$$

$$\dot{V} \left[\frac{m^3}{s} \right] = 0.538 \frac{m^3}{s}$$

$$v_{aire} = \frac{0.538 [m^3/s]}{0.37[m^2]} = 1.45 \frac{m}{s}$$

Volumen del hogar:

$$V_{hogar} = \frac{Q_{comb}}{q_f}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 31 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

q_f : Carga calorífica del hogar, según dubbel y según el tipo de parrilla y combustible, se adopta el valor;

$$q_f = 0,2 * 10^6 \left[\frac{kCal}{m^2 * h} \right]$$

$$V_{hogar} = \frac{Q_{comb}}{q_f} = \frac{821\,786\,kCal/kg}{0,2 * 10^6 \frac{kCal}{m^2 * h}} = 4.12\,m^3$$

Altura del hogar:

$$H_{hogar} = \frac{V_{hogar}}{F_r} = \frac{4.12\,m^3}{3,70\,m^2} = 1.11\,m$$

Área de chimenea requerida:

$$A = \frac{\dot{V}_{gases}}{vel_{gases}}$$

Al adoptarse un tiro forzado, la velocidad de los gases rondará los 7 m/s

$$\dot{V}_{gases} = \frac{n * R * T_{gases}}{P}$$

De la ecuación de combustión,

$$99,76\,kg_{comb} \dots \dots \dots 15,4\,kmol_{gases}$$

$$1000\,kg_{comb} \dots \dots \dots 154,37 \frac{kmol_{gases}}{h} \rightarrow n = 0.042 \frac{kmol}{s}$$

Como se trata de biomasa, la temperatura de los gases debe ser superior a 150°C, de lo contrario condensa y se formaría agua sobre las paredes de la chimenea

Por esto se adopta $T_{gases} = 180^\circ C$, para así tener un margen de seguridad

Reemplazando;

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 32 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

$$\dot{V}_{gases} = \frac{0.042 \frac{kmol}{s} * 0.082 \frac{m^3 * atm}{kmol * K} * (180 + 273)K}{1 atm} = 1.56 m^3/s$$

$$A = \frac{1.56 m^3/s}{7 m/s} = 0.22 m^2$$

Por ende, el diámetro de chimenea será,

$$\phi_{chim} = 0.53 m$$

Temperatura de llama:

Se define por medio de la fórmula;

$$T_{llama} = \frac{H_i + G_a * Cp_a * T_a}{G_g * Cp_g}$$

T_a : Temperatura del aire de ingreso a la caldera, se adoptan 30°C

$$Cp_a = Cp_{a@30^\circ C} = 0.2405 \frac{kCal}{kg \ ^\circ C}$$

G_g : Caudal de gases de escape, se define como $G_a + 1$

Cp_g : CP de los gases a la temperatura antes adoptada (180°C), se aproxima su valor con el Cp del aire a dicha temperatura,

$$Cp_g = Cp_{a@180^\circ C} = 0.2423 \frac{kCal}{kg \ ^\circ C}$$

Reemplazando

$$T_{llama} = \frac{1111.3 \frac{kCal}{kg} + 3,16 \frac{kg_{aire}}{kg} * 0.2405 \frac{kCal}{kg \ ^\circ C} * 30^\circ C}{4,16 \frac{kg_{aire}}{kg} * 0.2423 \frac{kCal}{kg \ ^\circ C}} = 1125 \ ^\circ C$$

Tal resultado, también nos es útil para verificar que en la chimenea no se forme agua debido a las bajas temperaturas, un problema habitual en este tipo de instalaciones.

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 33 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

3.3. Condensador (CO-GV-01)

Dimensionamiento térmico

Partiendo de las hipótesis planteadas anteriormente, el condensador se diseña para trabajar a las siguientes temperaturas:

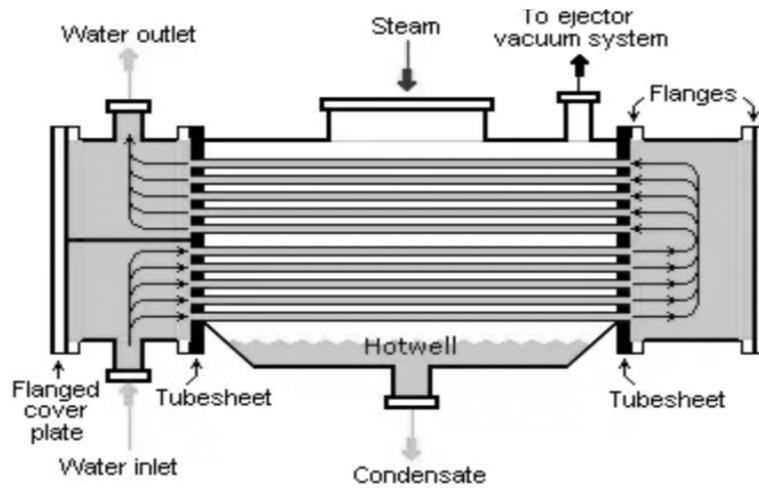


Fig. MC - 16: Esquema Condensador Casco-Tubo (Fuente: Ref. 1.1)

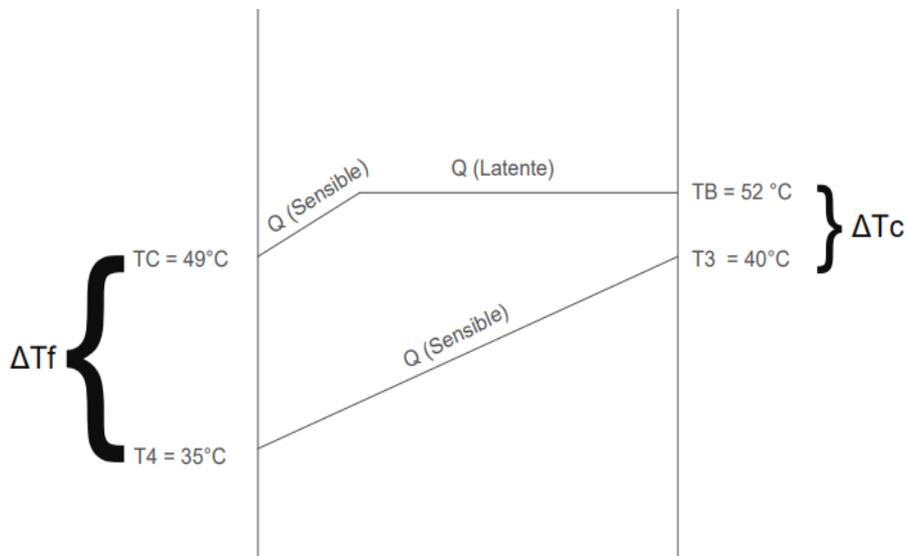


Fig. MC - 17: Diagrama T-T (Fuente: Propia)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 34 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Cálculo de Δt_{ml}

$$\Delta t_{ml} = \frac{\Delta t_c - \Delta t_f}{\ln \left(\frac{\Delta t_c}{\Delta t_f} \right)}$$

$$\Delta t_{ml} = \frac{[(52^\circ - 40^\circ) - (49^\circ - 35^\circ)]}{\ln \left(\frac{(52^\circ - 40^\circ)}{(49^\circ - 35^\circ)} \right)} = 12.97^\circ$$

Valor K

Calentadores		
Fluido caliente	Fluido frío	U_D total
Vapor de agua	Agua	200-700 *
Vapor de agua	Metanol	200-700 *
Vapor de agua	Amoniaco	200-700 *
Vapor de agua	Soluciones acuosas :	
Vapor de agua	menos de 2.0 cp	200-700
Vapor de agua	Más de 2.0 cp	100-500 *
Vapor de agua	Sustancias orgánicas ligeras	SO-100
Vapor de agua	Sustancias orgánicas medias	100-200
Vapor de agua	Sustancias orgánicas pesadas	S-SO
Vapor de agua	Gases	5-50 *

Fig. MC - 18: Valores de Coeficientes Totales de Intercambio de Calor (Fuente: Ref. 1.13)

Calor cedido por el vapor en el condensador

$$Q_{cond} = m_{vapor} \cdot (h_B - h_C) = F_t \cdot \dot{m}_{agua} \cdot C_{P\ agua} \cdot (T_3 - T_4) = K_d \cdot A \cdot \Delta t_{ml}$$

- Q_{vap} : calor cedido por el vapor
- m_{vapor} : flujo másico de vapor
- h_B : entalpía a la entrada del condensador
- h_C : entalpía a la salida del condensador
- F_t = factor de transferencia térmica
- \dot{m}_{agua} : flujo másico de agua de la torre de enfriamiento
- T_3 : temperatura a la salida del condensador desde el lado de la torre
- T_4 : temperatura de entrada al condensador desde el lado de la torre

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 35 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

- K_d = coeficiente de intercambio de calor
- A : superficie de intercambio del condensador

Reemplazando valores;

$$Q_{cond} = 1000 \frac{Kg}{h} * \left(2496.45 \frac{Kj}{kg} - 205 \frac{KJ}{kg} \right)$$

$$Q_{cond} = 2\,291\,450 \frac{Kj}{h} = 548\,193 \frac{kCal}{h}$$

Calor cedido al agua

$$Q_{agua} = \frac{548\,193 \frac{kCal}{h}}{0.9} = 609\,103 \frac{kCal}{h}$$

Flujo másico de agua necesario

$$m_{agua} = \frac{Q_{agua}}{C_p * (T_3 - T_4)}$$

$$m_{agua} = \frac{609\,103 \frac{kCal}{h}}{1 \frac{Kcal}{kg * ^\circ C} * (40^\circ C - 35^\circ C)} = 121\,820 \frac{Kg}{h}$$

Selección de los tubos

Adoptamos para el condensador un tubo de acero negro, con las siguientes dimensiones:

- Tubo de acero al carbono de 1" sch 5
- $\varnothing_{ext} = 1.315 \text{ in} = 33.4 \text{ mm}$
- $\varnothing_{int} = 1.185 \text{ in} = 30.1 \text{ mm}$
- $e = 0.065 \text{ in} = 1.52 \text{ mm}$

Arreglo entre tubos

Se opta por una disposición cuadrada. La misma, cuenta con ventajas a la hora de realizar mantenimiento y produce menor caída de presión.

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 36 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

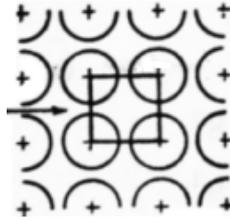


Fig. MC - 19: Arreglo de Tubos en Cuadrado (Fuente: Ref. 1.13)

Dubbel recomienda para un arreglo cuadrado, una distancia mínima de centros de tubos de 1.25 veces el diámetro externo, con un mínimo de ¼ in.

Área de intercambio necesaria

Se considera un factor de transferencia para el condensador del 98%. Kd es 2500 (Acero ASTM A-53)

$$A = \frac{Q_{agua}}{K_d * F_t * \Delta t_{ml}}$$

$$A = \frac{609\,103 \frac{Kcal}{h}}{2500 \frac{Kcal}{h\,m^2\,^{\circ}C} * 0.98 * 12.97^{\circ}} = 19\,m^2$$

Área de flujo del tubo seleccionado

$$A_i = \frac{\Phi_{int}^2 * \pi}{4} = \frac{(33.4\,mm)^2_{int} * \pi}{4} = 876.15\,mm^2 = 0.000876\,m^2$$

Longitud total de tubos

Siendo el perímetro del tubo;

$$P_{tubo} = \Phi_{ext} * \pi = 33.4\,mm * \pi = 104.92\,mm = 0.104\,m$$

La longitud total de tubo que se necesita es;

$$L_{tt} = \frac{A}{P_{tubo}} = \frac{19\,m^2}{0.104\,m} = 182.7\,m$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 37 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Se adopta un 5% más de resguardo, resultando $L_{tt} = 191.8 \text{ m}$

Número de tubos

Se adopta una longitud de los tubos de 2m

$$N^{\circ}_{tubo} = \frac{L_{tt}}{L_t} = \frac{191.8 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 95.9 \text{ tubos, se adoptan 96 tubos}$$

Área de flujo requerida

Se considera una velocidad del agua de enfriamiento de 2.5m/s.

$$A_f = \frac{m/\rho}{3600 * v_w} = \frac{121 \ 820 \frac{Kg}{h} / 1000 \frac{Kg}{m^3}}{3600 * 2.5m/s} = 0.0135m^2$$

Número de tubos por haz

$$N^{\circ}_{\frac{t}{a}} = \frac{A_f}{A_i} = \frac{0.0135m^2}{0.000876m^2} = 15.41 \text{ tubos} \rightarrow 16 \text{ tubos}$$

Número de pasos

$$N^{\circ}_{pasos} = \frac{N^{\circ}_{tubo}}{N^{\circ}_{\frac{t}{a}}} = \frac{96}{16} = 6 \text{ pasos}$$

Con los pasos y cantidad de tubos adoptados, se halla la velocidad real del agua

$$A_{f/haz} = N^{\circ}_{\frac{t}{a}} * A_i = 16 \text{ tubos} * 0.000876m^2 = 0.01401m^2$$

$$v_{H_2O \text{ real}} = \frac{V_{H_2O}}{3600 * A_{f/haz}} = \frac{121.8 \frac{m^3}{h}}{3600 * 0.01401m^2} = 2.41m/s$$

Área de entrada de vapor

El estado del vapor a la entrada del condensador (Punto B) es;

$$P = 0,14 \text{ bar}(a)$$

$$X = 0.959$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 38 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

$$v = 10,25 \frac{m^3}{kg}$$

El área de ingreso de vapor se define como;

$$A_{ingreso\ vap} = \frac{V_{vapor}}{vel_{vapor}}$$

Como velocidad del vapor se adopta $v = 25\ m/s$, reemplazando;

$$A_{ingreso\ vap} = \frac{V_{vapor}}{vel_{vapor}} = \frac{m_{vapor} * v}{vel_{vapor}} = \frac{1000\ kg/h * 10,25\ m^3/kg}{25\ m/s * 3600} = 0.1138\ m^2$$

$$\Phi_{entrada\ vap.} = \sqrt{A_{ingreso\ vap} * \frac{4}{\pi}} = \sqrt{0.1138\ m^2 * \frac{4}{\pi}} = 0.298\ m = 11.7''$$

Se adopta un diámetro comercial de 12", SHC40, caño que luego deberá de usarse en el diseño del equipo.

Área de salida del condensado

El estado del agua condensada a la salida del condensador (Punto C) es;

$$P = 0,14\ bar(a)$$

$$T_C = 49\ ^\circ C$$

$$v_C = 0.00101 \frac{m^3}{kg}$$

Se adopta para el condensado una velocidad de 1,5 m/s

El área de salida del condensado es;

$$A_{salida\ cond.} = \frac{V_{cond.}}{vel_{cond.}} = \frac{m_{vapor} * v}{vel_{cond.}} = \frac{1000\ kg/h * 0.00101\ m^3/kg}{1,5\ m/s * 3600} = 0.000187\ m^2$$

$$\Phi_{salida\ cond.} = \sqrt{A_{salida\ cond.} * \frac{4}{\pi}} = \sqrt{0.000187\ m^2 * \frac{4}{\pi}} = 0.0121\ m = 0.47''$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 39 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Se adopta un diámetro comercial de 1/2", SHC40, caño que luego deberá de usarse en el diseño del equipo.

Diámetro de carcasa

Para determinar el diámetro primero se calcula el área de los tubos

$$A_{tubos} = \frac{N * \pi * \phi_{ext}^2}{4}$$
$$A_{tubos} = \frac{96 * \pi * (0.0334)^2}{4} = 0.08411 \text{ m}^2$$

Área de intercambio recta

$$A_{int \text{ rec}} = 2.5 * A_{tubos} = 2.5 * 0.08411 \text{ m}^2 = 0.210 \text{ m}^2$$

Cálculo del diámetro de la base

$$\phi_{Base} = \sqrt{\frac{4 * A_{int \text{ rec}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.210 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.517 \text{ m}$$

Diámetro real

$$\phi_{Real} = 1.10 * \phi_{Base} = 1.10 * 0.517 \text{ m} = 568 \text{ mm}$$

Caudal de aire a extraer

$$G_a = 3 + 4.5 * (D/10000)^{0.9} [kg/h]$$

$$G_a = 3 + 4.5 * (1000 \text{ kg/h} / 10000)^{0.9} [kg/h] = 3.5 \text{ kg/h}$$

Cálculo de espesor según ASME

Se selecciona el material, para este caso se utilizará de la tabla de aceros al carbón de la tabla UCS-23 Ref. [1.6]. Acero SA-283 de grado C.

Cálculo de tensiones admisibles del material

Para material SA 283 grado C de la tabla 1A del código ASME Sección II Parte D.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 40 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Considerando una temperatura máxima de trabajo de 52 °C.

$$s = 108 \text{ Mpa} = 1104 \text{ Kg/cm}^2$$

Condiciones operativas

- Fluido: Vapor
- Presión interna de diseño máxima 150 KPa(g)
- Presión externa de diseño 101.3 KPa(g) vacío total en el interior y presión atmosférica en el exterior).
- Temperatura de diseño 65° C.
- Sobreespesor por corrosión C=1.5 mm

Eficiencia de la soldadura

Según tabla UW-12 de ASME VIII-Div 1 Edición 2013. Para virolas conformadoras del cilindro: juntas a tope soldada de ambos lados (tipo 1), categoría A y B, sin radiografiado. - Valor de E=0.7.

Figure UW-3
Illustration of Welded Joint Locations Typical of Categories A, B, C, and D

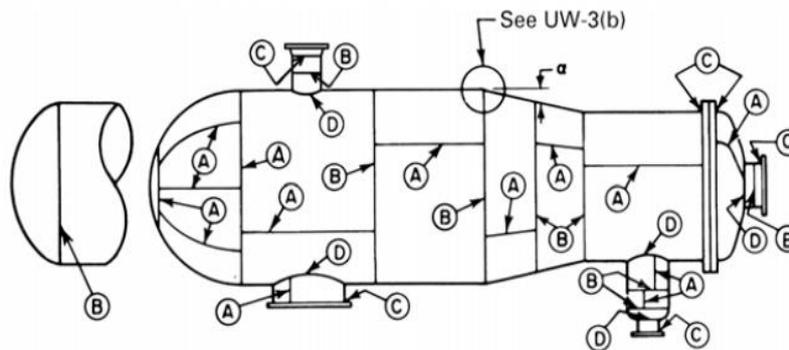


Fig. MC - 20 : Tipos de Soldadura (Fuente: Ref. 1.6)

Cuerpo cilíndrico según sección UG-27

Tensiones circunferenciales por presión interna (juntas longitudinales)

$$\text{Para espesores donde } t \leq 0.5 R \quad \text{y} \quad P \leq 0.385 S * E:$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 41 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

$$t = \frac{P R}{S.E - 0,6P} + C$$

- R_0 (radio exterior) = 28 [cm]
- R (radio interior) = $R_0 - t$

Expresándole para el radio externo:

$$t = \frac{P \cdot R_0}{SE + 0.4P} + C$$

- $P = P_{max} \cong 1.5 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$
- $S = 1104 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$
- $E = 0.7$

Reemplazando estos valores en la ecuación:

$$t_1 = \frac{1.5 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 28 [cm]}{1104 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 0.7 + 0.4 * 1.5 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} * \frac{10 mm}{cm} + 1.5 mm = 2.04 mm$$

Verificación de aplicación:

$$t < 0.5 * 28 = 14 cm \rightarrow \text{verifica}$$

$$P < 0.385 * 1104 \frac{Kg}{cm^2} * 0.7 = 297 \frac{Kg}{cm^2} \rightarrow \text{verifica}$$

Tensiones Longitudinales sometida a presión interna (juntas circunferenciales)

Para espesores donde $t \leq 0,5 R$ y $P \leq 1,25 \cdot S \cdot E$:

$$t = \frac{P R}{2 \cdot S \cdot E + 0.4P} + C$$

Expresándole para el radio externo:

$$t = \frac{P \cdot R_0}{2 \cdot S \cdot E + 1,4 \cdot P} + C$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 42 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Reemplazando estos valores en la ecuación:

$$t_2 = \frac{1.5 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 28 [cm]}{2 * 1104 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 0.7 + 1.4 * 1.5 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} * \frac{10 mm}{cm} + 1.5 = 1.77 mm$$

Verificación de aplicación:

$$t < 0.5 * 28 = 14 cm \rightarrow \text{verifica}$$

$$P < 1,25 * 1104 \frac{Kg}{cm^2} * 0,7 = 966 \frac{Kg}{cm^2} \rightarrow \text{verifica}$$

Se preselecciona un espesor de chapa de 2.5 mm

Verificación a presión externa según sección UG-28

Para hallar los factores A y B, que permiten determinar la presión externa admisible del recipiente se utilizan los siguientes valores:

$$t_e(\text{espesor preliminar}) = 2.5 mm$$

$$D_o(\text{diámetro exterior}) = 360 cm$$

$$L(\text{longitud entre tangentes}) = 410 cm$$

Relaciones:

$$\frac{L}{D_o} = \frac{200cm}{56cm} = 3.57$$

$$\frac{D_o}{t} = \frac{56cm}{0.25cm} = 224$$

El factor A (Fig. G ASME Sección II Parte D) =0,0001

El factor B (Fig. CS-6 ASME Sección II Parte D) =12.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 43 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

La presión de trabajo externa máxima admisible (P_a),

$$P_a = \frac{4 * B}{3 * \left(\frac{D_o}{t}\right)} = \frac{4 * 12}{3 * (224)} = 71 \text{ Kpa} = 0.7 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

No Verifica. Por lo tanto, se aumenta el espesor a 3.2 y se vuelve a calcular.

Relaciones:

$$\frac{L}{D_o} = \frac{200\text{cm}}{56\text{cm}} = 3.57$$

$$\frac{D_o}{t} = \frac{56\text{cm}}{0.32\text{cm}} = 175$$

El factor A (Fig. G ASME Sección II Parte D) =0,00015

El factor B (Fig. CS-6 ASME Sección II Parte D) =15.

La presión de trabajo externa máxima admisible (P_a),

$$P_a = \frac{4 * B}{3 * \left(\frac{D_o}{t}\right)} = \frac{4 * 15}{3 * (175)} = 114.28 \text{ Kpa} = 1.14 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Verifica.

Cabezales según UG-32

Tipo de Cabezal: Semi-elíptico 2:1: $L(R)=0,9 * D_i$; $r=0,17 * D_i$

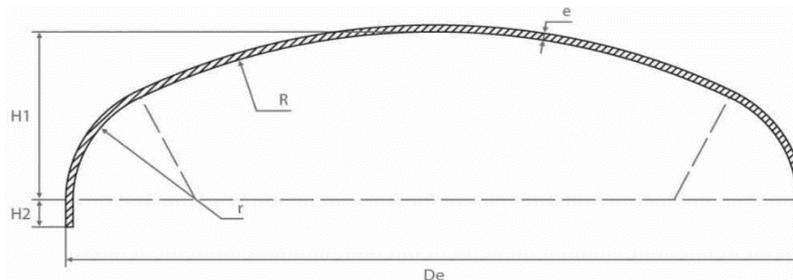


Fig. MC - 21: Cabezal Semi-elíptico (Fuente: Propia)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 44 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Para espesores donde $t_s \geq 0,002 L$

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot E - 0,2 \cdot P} =$$

- D_o (diámetro exterior) = $(D$ (diámetro interior) + $2 \cdot t$)
- L : radio de conformado.
- r : radio de transición.
- t_s : espesor mínimo especificado posterior al conformado
- t : espesor mínimo requerido luego del conformado

Expresándole para el radio externo:

$$t = \frac{P \cdot D_o}{2S \cdot E + 1.8P} + C$$

Reemplazando estos valores en la ecuación:

$$t_s = \frac{1.5 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 56 [cm]}{2 * 1104 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 0.7 + 1.8 * 1.5 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} * \frac{10 mm}{cm} + 1.5 = 2.04 mm$$

Se adopta el mismo espesor de la envolvente.

Verificación de aplicación:

$$t_s \geq 0.002 L = 0.002 * (0.9x Di) = 0.002 * (0.9x (560 - 2 * 2.04))$$

$$t_s \geq 1 mm \rightarrow \text{verifica}$$

Potencia (kW)	709
Flujo requerido (L/h)	122.000
Dimensiones (mm)	
Diámetro	550
Largo	2250
Peso (kg)	400



Fig. MC - 22: Condensador Casco-Tubo (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 45 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

3.4. Torre de enfriamiento (TE-GV-01)

En base al esquema antes citado, “Fig. MC - 12 – Esquema Simplificado con Hipótesis” se calculan cada uno de los puntos considerados para la torre de enfriamiento.

Punto 1:

$$T_{bs-1} = 25\text{ }^{\circ}\text{C} \quad H_1 = 60\% \quad T_{bh-1} = 19.54\text{ }^{\circ}\text{C} \quad \omega_1 = 0.0119 \frac{\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}}{\text{kg}_{\text{aireseco}}} \quad h_1 = 55.46 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{aireseco}}}$$

$$v_1 = 0.86 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

Punto 2:

$$T_{bs-2} = 33\text{ }^{\circ}\text{C} \quad H_2 = 90\% \quad T_{bh-2} = 31.5\text{ }^{\circ}\text{C} \quad \omega_2 = 0.0291 \frac{\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}}{\text{kg}_{\text{aireseco}}} \quad h_2 = 107.7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{aireseco}}}$$

$$v_2 = 0.908 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

Balance de Masa general;

$$\dot{m}_{\text{aire}-1} \cdot \omega_1 + \dot{m}_3 + \dot{m}_5 = \dot{m}_{\text{aire}-2} \cdot \omega_2 + \dot{m}_4 \quad , \quad \dot{m}_{\text{aire}-1} = \dot{m}_{\text{aire}-2} = \dot{m}_{\text{aire}}$$

$$\dot{m}_5 = \dot{m}_{\text{aire}}(\omega_2 - \omega_1) \quad 1$$

Balance de Energía general;

$$\dot{m}_{\text{aire}-1} \cdot h_1 + \dot{m}_3 \cdot h_3 + \dot{m}_5 \cdot h_5 = \dot{m}_{\text{aire}-2} \cdot h_2 + \dot{m}_4 \cdot h_4$$

$$\dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_2 - h_1) = \dot{m}_{\text{H}_2\text{O}}(h_3 - h_4) + \dot{m}_5 \cdot h_5 \quad 2$$

1 en 2,

$$\dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_2 - h_1) = \dot{m}_{\text{H}_2\text{O}}(h_3 - h_4) + h_5 \cdot \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (\omega_2 - \omega_1)$$

$$\dot{m}_{\text{aire}} = \frac{\dot{m}_{\text{H}_2\text{O}}(h_3 - h_4)}{(h_2 - h_1) - h_5 \cdot (\omega_2 - \omega_1)}$$

$$\dot{m}_{\text{aire}} = \frac{33.8 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (167.7 - 146.8) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{(107.7 - 55.46) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{aireseco}}} - 104.84 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot (0.0291 - 0.0119) \frac{\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}}{\text{kg}_{\text{aireseco}}}}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 46 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

$$\dot{m}_{aire} = 14 \frac{kg_{aireseco}}{s}$$

En 1;

$$\dot{m}_5 = 14 \frac{kg_{aireseco}}{s} \cdot (0.0291 - 0.0119) \frac{kg_{H2O}}{kg_{aireseco}}$$

$$\dot{m}_5 = 0.24 \frac{kg}{s}$$

Con estos cálculos previos y las condiciones del agua de entrada y salida deseadas se selecciona una torre de enfriamiento de la marca Sinax. El modelo que mejor se adapta a nuestras condiciones según el fabricante es el EWK14, a continuación, se resumen sus principales características.

Modelo	EWK 441/E09-C12-CP
Temperatura de entrada del agua	38°C
Temperatura de salida del agua	33°C
Temperatura de bulbo húmedo	27.5°C
Potencia disipada	709 kW
Dimensiones (mm)	
Largo x Ancho x Alto	2340 x 2340 x 3400
Potencia ventilador	5 HP
Peso operativo	2900 kg



Fig. MC - 23: Torre de Enfriamiento Sinax EWK 441 (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 47 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

3.5. Tanque de condensados (TK-GV-01)

Se decide usar un tanque de agua para asegurar así la continua alimentación de agua a la caldera.

En base al cálculo de purga se consideró un tanque de una capacidad de 600 L, capacidad suficiente para asegurar 1 hora de funcionamiento de la caldera ante algún problema en la instalación

El mismo será de acero, a presión atmosférica y contará con las conexiones necesarias de ingreso y salida de fluidos

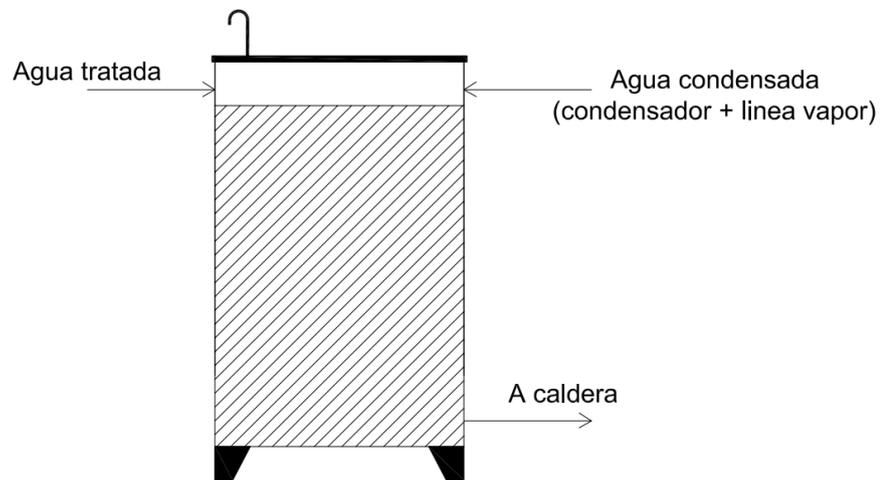


Fig. MC - 24: Esquema condensador (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 48 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Capacidad (L)	600
Dimensiones (mm)	
Díámetro	800
Altura total	1500
Peso operativo (kg)	735



Fig. MC - 25: Tanque de condensados (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 49 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

3.6. Líneas de agua y vapor

Consideraciones:

Se opta por utilizar tuberías de acero ASTM A-53 para los distintos ramales de la instalación debido a sus prestaciones. Las tuberías constituidas de este material ofrecen una resistencia mecánica confiable soportando altas presiones y temperaturas. Además, este tipo de acero posee una buena resistencia a la corrosión, lo que garantiza una vida útil prolongada y reduce la necesidad de mantenimiento constante.

Hipótesis de cálculo generales:

- La variación de la energía interna es despreciable
- La tubería es adiabática

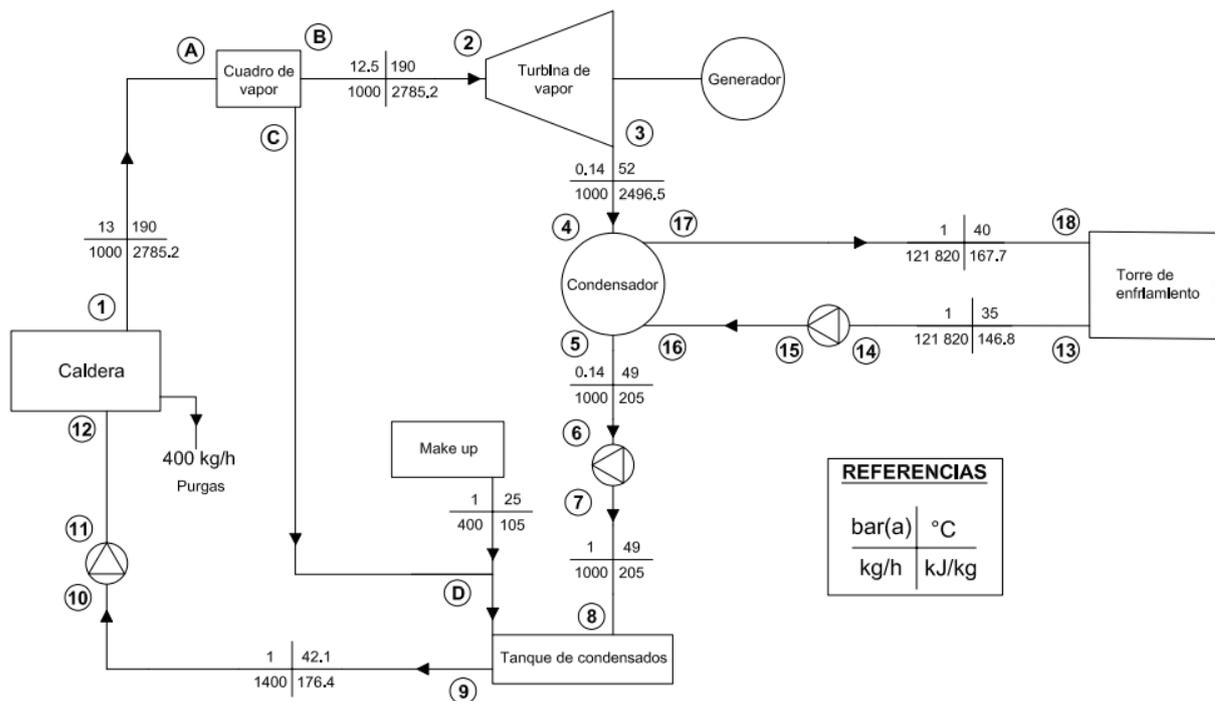


Fig. MC - 26: Esquema Completo Instalación (Fuente: Propia)

A continuación, se resume para cada tramo adoptado su esquema de cálculo/selección, para mayor información consultar el “Anexo E – Planos”.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 50 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Ramal 1-2

Este ramal es el que vincula la salida de la caldera con la entrada a la turbina de vapor y está conformado por los tramos 1-A, A-B y B-2

Tramo 1-A



Fig. MC - 27: Tramo 1-A (Fuente: Propia)

Datos:

- Presión de generación tramo A-1: 13 Kg/cm^2
- Consumo de vapor $1000 \text{ Kg/h} = 151.17 \text{ m}^3/\text{h}$
- Temperatura $190 \text{ }^\circ\text{C}$

1- Determinación del diámetro económico de la tubería para una velocidad de vapor de 20 m/s .

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q[\text{m}^3/\text{h}]}{v[\text{m/s}]}} = 18.8 \sqrt{\frac{151.17[\text{m}^3/\text{h}]}{20[\text{m/s}]}} = 51.7 \text{ mm}$$

2- Seleccionamos una medida de tubo de $2''$ Sch 40. Ref. [3.3]

$$d_{int} = 60.3 - 2 * 3.91 = 52.48$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 51 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

3- Corregimos la velocidad para el diámetro interno adoptado.

$$v = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right]}{\left(\frac{d[mm]}{18.8} \right)^2} = \frac{151.17 \left[\frac{m^3}{h} \right]}{\left(\frac{52.48[mm]}{18.8} \right)^2} = 19.4 \frac{m}{s}$$

4- El cálculo del espesor de la tubería, estará determinado por las solicitaciones presentadas en *Ref. [1.7]* donde especifica el cumplimiento de;

$$t_m > t + c$$

Donde:

- t_m es el espesor seleccionado para una tubería
- t es el espesor de diseño por presión
- C es la suma de tolerancias mecánicas, suele utilizarse 0.125 In.

6- Para valores de $t < D/6$, para el dimensionamiento de tubos, se debe cumplir que:

$$t = \frac{P * (d + 2 c)}{2 * [S . E . W - P * (1 - Y)]}$$

- P es la presión interna de diseño.
- d es el diámetro interno del tubo.
- S es el valor de tensión admisible del material. Obtenido de Tabla A-1 de *Ref. [1.7]*.
Donde ingresando con la temperatura es de 190 °C (374°F) la tensión admisible toma el valor: $S = 19900 \text{ Psi} = 1400 \text{ Kg/cm}^2$
- E es el factor de calidad de la soldadura, Tomado de la Tabla A1-B de *Ref. [1.7]* como una soldadura Tipo F (soldadura a tope) se considera un valor $E = 0.6$.
- W Factor de reducción, depende de la resistencia de la soldadura a esfuerzos cíclicos. Según Tabla 302.3.5 de *Ref. [1.7]* se considera un valor $W = 1$
- Y valor que considera la fragilidad del material. Según Tabla 304.1.1 de *Ref. [1.7]* se considera para esta temperatura de trabajo y un acero ferrítico $Y = 0.4$

$$t = \frac{12 \frac{Kg}{cm^2} * (5.248cm + 2 * 0.3175cm)}{2 * \left[1400 \frac{kg}{cm} * 0.6 * 1 - 12 \frac{Kg}{cm^2} * (1 - 0.4) \right]}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 52 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

$$t = 0.0422 \text{ cm}$$

$$\text{Por lo tanto } t_m > 0.0422 \text{ cm} + 0.3175 \text{ cm} = 0.36 \text{ cm} = 3.6 \text{ mm}$$

Cálculo de pérdidas en la instalación

1- Se calculan los tramos de longitud equivalente, los cuales contemplan la suma de longitud de tramo recto de tubería, más un adicional por accesorio utilizado. De *Ref [3.7]*

Tramo 1-A				
	Cant.	L tr	L Eq	Total [m]
TUBO	1	4,467		6,867
CURVA 90°	2		1,2	

Tabla MC - 4: Longitud equivalente de accesorios Tramo 1-A (Fuente: Propia)

2- En base a la siguiente fórmula se calcula el número de Reynolds;

$$Re = \frac{\rho * v * d}{\mu} = \frac{6.62 \frac{Kg}{m^3} * 19.4 \frac{m}{s} * 0.05248m}{1.54 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}} = 437 \text{ 655}$$

Donde:

- ρ es la densidad del fluido para las condiciones de flujo
 - v es la velocidad del fluido
 - d es el diámetro interior
 - μ es la viscosidad dinámica del fluido adoptado de *Ref [3.1]*
- 3- Se halla la rugosidad relativa en función del diámetro interior del tubo, de *Ref [3.4]*, con el diámetro interior y material adoptado.

$$\frac{t}{d} = 0.009$$

4- De *Ref [3.5]*, con el número de Reynold y la rugosidad relativa se obtiene,

$$F = 0.036$$

5- Se calculan las pérdidas de carga correspondientes a dicho tramo con la ecuación,

$$hf = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.036 * 6.83 \text{ m} * (19.4 \frac{m}{s})^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2} * 0.05284 \text{ m}} = 89 \text{ mc(vapor)}$$

$$hf = 0.59 \text{ mca (20°C)}$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 53 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Tramo A-B (Cuadro de vapor)

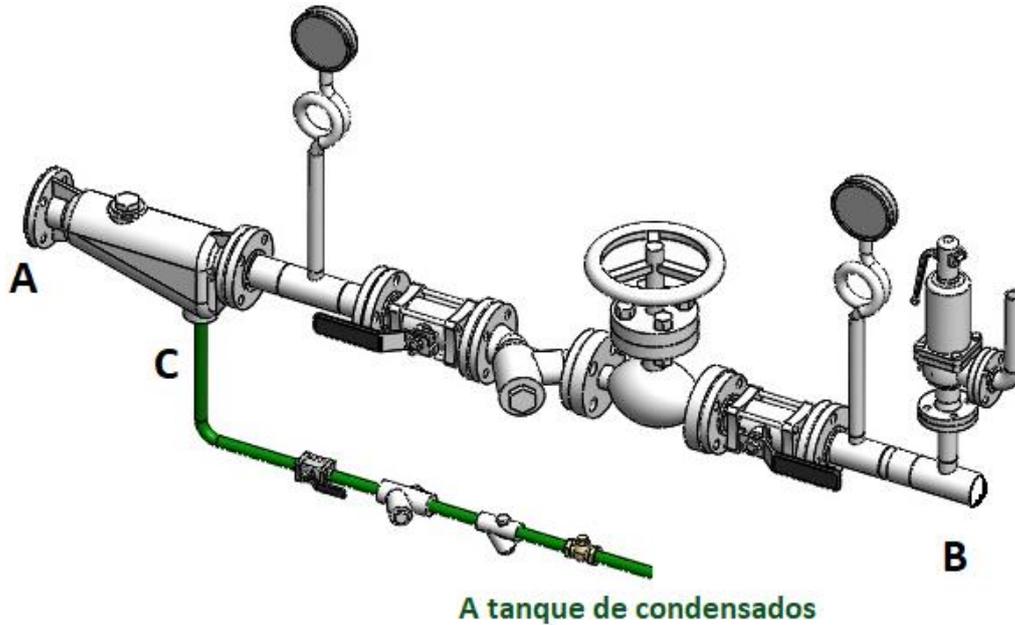


Fig. MC - 28: Cuadro de Vapor (Fuente: Propia)

Separador de Gotas

El separador de gotas antes del regulador de presión tiene la tarea de eliminar o reducir las gotas de líquido y partículas en el flujo de vapor. Su objetivo es evitar bloqueos y desgaste prematuro, asegurando una regulación precisa de la presión. Utiliza principios para capturar y drenar el líquido separado, mejorando el rendimiento y la durabilidad del regulador.

Seleccionamos un separador de gotas de la marca Spirax Sarco, modelo S13, de acero al carbón. El cual cuenta con una presión máxima de diseño de 25 bar y una temperatura máxima de 350°C.

Para la determinación de su tamaño, utilizamos la tabla presentada en *Ref [3.6]*.

Para un caudal de 1000 Kg/h de vapor y un tamaño de separador DN50 las pérdidas presentadas en este elemento es de 0.035 bar.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 54 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Filtro de vapor

Se optó por un filtro tipo malla en la entrada de la válvula reductora de presión para proteger su asiento y garantizar un funcionamiento óptimo a largo plazo. En este caso, se ha seleccionado un filtro tipo Y, de la marca Spirax Sarco, que es muy utilizado en aplicaciones industriales para retener partículas y contaminantes presentes en el fluido.

El filtro tipo Y seleccionado de *Ref. [2.6]*. Tiene un diámetro nominal de DN 50. Este tamaño específico se ha elegido para satisfacer las necesidades de flujo del sistema y proporcionar una capacidad de filtrado adecuada.

La malla estándar del filtro tiene una perforación de 0.8 mm. Esta medida determina el tamaño de las aberturas en la malla, permitiendo el paso del fluido mientras retiene partículas de tamaño superior a 0.8 mm. Para esta malla el fabricante brinda el Kv de la válvula en un valor de 340.

$$h_f = \left(\frac{Q}{Kv} \right)^2 * G$$

Donde:

- Q es el caudal de vapor en $\frac{m^3}{h}$
- Kv es la constante de pérdidas menores de la valvular
- G es la densidad relativa para una presión de 13 bar es de $6.6 * 10^{-3}$

$$h_f = \left(\frac{157 \frac{m^3}{h}}{46 \frac{m^3}{h \cdot bar^{0.5}}} \right)^2 * 6.6 * 10^{-3} = 0.0768 \text{ bar}$$

Válvulas de Regulación

Para realizar un control de flujo, de forma precisa y mantener las condiciones de vapor entrante a la turbina acorde a lo recomendado por el fabricante, optamos por colocar una válvula de control tipo globo.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 55 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

De *Ref. [2.8]* seleccionamos una válvula de 2" de acero al carbón tipo LEA43 ya que esta permite un buen control en todo el rango de aplicación.

Para este tamaño de válvula el fabricante brinda el Kv de la válvula en un valor de 53.

$$h_f = \left(\frac{Q}{Kv}\right)^2 * G = \left(\frac{157 \frac{m^3}{h}}{46 \frac{m^3}{h \cdot bar^{0.5}}}\right)^2 * 6.6 * 10^{-3} = 0.0768 \text{ bar}$$

Válvulas de Interrupción

Para el mantenimiento del filtro, se opta por utilizar válvulas esféricas debido a su capacidad de interrumpir completamente el flujo durante los trabajos de mantenimiento.

De *Ref. [2.4]* se selecciona una válvula de acero al carbón tipo LEA43 de diámetro 2".

Las pérdidas menores producidas por esta válvula son consideradas con una apertura plena, para ello el fabricante brinda un valor de Kv=205.

$$h_f = \left(\frac{Q}{Kv}\right)^2 * G = \left(\frac{157 \frac{m^3}{h}}{205 \frac{m^3}{h \cdot bar^{0.5}}}\right)^2 * 6.6 * 10^{-3} = 0.0039 \text{ bar}$$

Como esta válvula se duplica en el cuadro de vapor, se considera las pérdidas producidas por ambas como:

$$h_f = 2 * 0.0039 \text{ bar} = 0.0078 \text{ bar}$$

Válvula de Seguridad

Se selecciona la válvula de seguridad Spirax Sarco, del tipo SV74 de acero al carbono. La cual cumple con las exigencias de ASME 300 con un rango de presión desde 5 a 300 psi manométricos.

Para la selección el fabricante brinda la siguiente fórmula

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 56 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

$$A = \frac{rh_s}{0.9 * (51.45 * P * K_d * K_{sh})}$$

Donde:

- A es el área de orificio que se requiere en Inch
- P presión absoluta en lb/pul^2
- rh_s Caudal de vapor en lb/h
- K_d Coeficiente de descarga, el cual para vapor es de 0.955
- K_{sh} Factor de corrección por vapor sobrecalentado, que se obtiene de tabla. Toma valor de 1 para vapor saturado.

$$A = \frac{2204 \text{ lb/h}}{0.9 * (51.45 * 188.5 \text{ lb/pul}^2 * 0.955 * 1)} = 0.265 \text{ pul}^2$$

Con este valor de la tabla de capacidades de *Ref. [2.7]* se selecciona una válvula que cumpla con el alivio del 10 % exigido por el Código ASME Sección VIII. En este caso, el tamaño de orificio corresponde al F.

Resumen de pérdidas para el cuadro de vapor

Accesorio	Cant.	hf	Total
Separador de gotas	1	0,035	0,1964
Filtro Y	1	0,0768	
Valvula cierre	2	0,0039	
Valvula de control	1	0,0768	

Tabla MC - 5: Perdidas de carga de accesorios Tramo A-B (Fuente: Propia)

Manómetros

En el sistema se han dispuesto dos manómetros de 100 mm de diámetro en el dial para visualizar el estado antes y después de la válvula reguladora. Se ha seleccionado un manómetro específico para la parte de alta presión, donde la presión es de 12 bar manométricos. En este caso, se ha elegido, de *Ref. [2.5]*, un manómetro de la marca Spirax Sarco con un rango de medición de 5 a 16 bar. Esta elección se ha realizado con el objetivo de que el manómetro trabaje en una zona aproximadamente a la mitad de su rango, lo que aumenta la precisión de la medición.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 57 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Para la parte de baja presión, donde la presión es de 11.5 bar manométricos, se ha seleccionado un manómetro con las mismas características que el anterior. Es decir, también se ha optado por un manómetro de 5 a 16 bar, con el fin de mantener la consistencia en la precisión de la medición entre ambos manómetros.

Tramo B-2

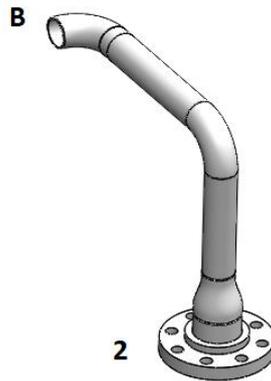


Fig. MC - 29: Tramo B-2 (Fuente: Propia)

Datos:

- Presión de generación $B - 2 = 13 \text{ bar} - 0.059 \text{ bar} - 0.19 \text{ bar} = 12.75 \text{ Kg/cm}^2$
- Consumo de vapor $1000 \text{ Kg/h} = 157 \text{ m}^3/\text{h}$
- Temperatura $190 \text{ }^\circ\text{C}$.

1- Determinación del diámetro económico de la tubería para una velocidad de vapor de 20m/s.

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q[\text{m}^3/\text{h}]}{v[\text{m/s}]}} = 18.8 \sqrt{\frac{157[\text{m}^3/\text{h}]}{20[\text{m/s}]}} = 52.7 \text{ mm}$$

2- Seleccionamos una medida de tubo de 2" Sch 40 Ref. [3.3]

$$d_{int} = 60.3 - 2 * 3.91 = 52.48$$

3- Corregimos la velocidad para el diámetro interno adoptado.

$$v = \frac{Q \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]}{\left(\frac{d[\text{mm}]}{18.8} \right)^2} = \frac{157 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]}{\left(\frac{52.48[\text{mm}]}{18.8} \right)^2} = 20.15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 58 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

4- El cálculo del espesor de la tubería, estará determinado por las solicitudes presentadas en *Ref. [1.7]* donde especifica el cumplimiento de;

$$t_m > t + c$$

Donde:

- t_m es el espesor seleccionado para una tubería
- t es el espesor de diseño por presión
- C es la suma de tolerancias mecánicas, suele utilizarse 0.125 In.

6- Para valores de $t < D/6$, para el dimensionamiento de tubos, se debe cumplir que:

$$t = \frac{P * (d + 2 c)}{2 * [S * E * W - P * (1 - Y)]}$$

- P es la presión interna de diseño.
- d es el diámetro interno del tubo.
- S es el valor de tensión admisible del material. Obtenido de Tabla A-1 de *Ref. [1.7]*.
Donde ingresando con la temperatura es de 190 °C (374°F) la tensión admisible toma el valor: $S = 19900 \text{ Psi} = 1400 \text{ Kg/cm}^2$
- E es el factor de calidad de la soldadura, tomado de la Tabla A1-B de *Ref. [1.7]* como una soldadura Tipo F (soldadura a tope) se considera un valor $E = 0.6$.
- W Factor de reducción, depende de la resistencia de la soldadura a esfuerzos cíclicos. Según Tabla 302.3.5 de *Ref. [1.7]* se considera un valor $W = 1$
- Y valor que considera la fragilidad del material. Según la Tabla 304.1.1 de *Ref. [1.7]* se considera para esta temperatura de trabajo y un acero ferrítico $Y = 0.4$

$$t = \frac{11.75 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * (5.248\text{cm} + 2 * 0.3175\text{cm})}{2 * \left[1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.6 * 1 - 11.75 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * (1 - 0.4) \right]}$$

$$t = 0.0414\text{cm}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 59 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Por lo tanto $t_m > 0.0414 \text{ cm} + 0.3175 \text{ cm} = 0.359 \text{ cm} = 3.59 \text{ mm}$

Cálculo de pérdidas en la instalación

1- Se calculan los tramos de longitud equivalente, los cuales contemplan la suma de longitud de tramo recto de tubería, más un adicional por accesorio utilizado. De *Ref [3.7]*

Tramo B-2				
	Cant.	L tr	L Eq	Total [m]
TUBO	1	0,594		4,094
CURVA 90°	2		3,5	

Tabla MC - 6: Longitud equivalente de accesorios Tramo B-2 (Fuente: Propia)

2- En base a la siguiente fórmula se calcula el número de Reynolds;

$$Re = \frac{\rho * v * d}{\mu} = \frac{6.37 \frac{Kg}{m^3} * 20.15 \frac{m}{s} * 0.05248m}{1.54 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}} = 437\ 408$$

Donde:

- ρ es la densidad del fluido para las condiciones de flujo
- v es la velocidad del fluido
- d es el diámetro interior
- μ es la viscosidad dinámica del fluido adoptado de *Ref [3.1]*

3- Se halla la rugosidad relativa en función del diámetro interior del tubo, de *Ref [3.4]*, con el diámetro interior y material adoptado.

$$\frac{t}{d} = 0.009$$

4- De *Ref [3.5]*, con el número de Reynold y la rugosidad relativa se obtiene,

$$F = 0.036$$

5- Se calculan las pérdidas de carga correspondientes a dicho tramo con la ecuación,

$$hf = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.036 * 4.094 \text{ m} * (20.15 \frac{m^2}{s})^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2} * 0.05284 \text{ m}} = 57.7 \text{ mc(vapor)}$$

$$hf = 0.37 \text{ mca (20°C)}$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 60 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Ramal 3-4

Este ramal es el que vincula la salida de la turbina de vapor con la entrada al condensador, siendo datos conocidos;

- Salida de turbina de vapor: Ø8" SCH 40
- Entrada de condensador: según cálculos ya realizados en el apartado "3.3.1 Dimensionamiento térmico" se tiene Ø12" SCH 40

Además, en base a la disposición física adoptada para ambos equipos, se esquematiza;

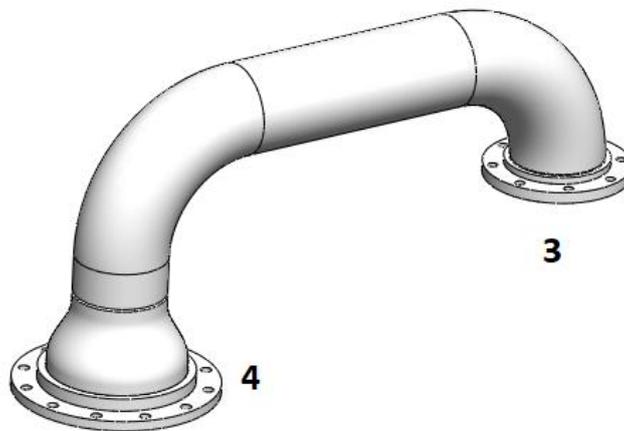


Fig. MC - 30: Ramal 3-4 (Fuente: Propia)

Siendo necesarios los siguientes componentes;

Ramal 3-4			
	Cant.	L tr	Total [m]
TUBO 8" SCH40	-	0,68	0,68
CURVA 90° 8" SCH40	1	-	
REDUCCION 12" - 8" SCH40	1	-	

Tabla MC - 7: Longitud equivalente de accesorios Ramal 3-4 (Fuente: Propia)

Ramal 5-8

Este ramal vincula la salida del condensador con la entrada al tanque de condensados y esta conformado por los tramos 5-6 y 7-8

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 61 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Tramo 5-6(Tubería de aspiración)

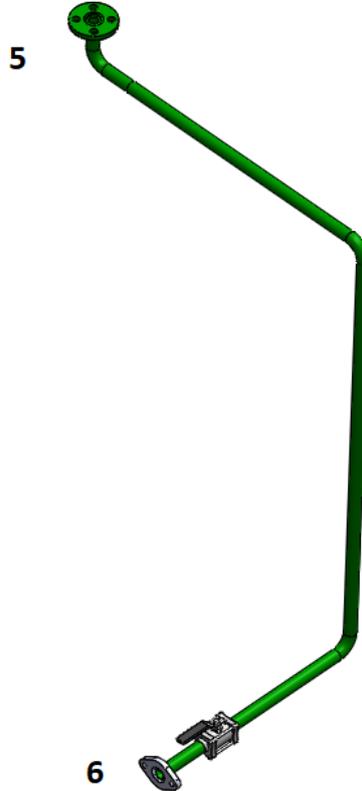


Fig. MC - 31: Tramo 5-6 (Fuente: Propia)

Condiciones:

T(5) [°c]	P(5) [kg/cm ²]	Q[kg/h]	Densidad [kg/m ³]	Visc(5) [kg/m.s]	Vol esp [m ³ /kg]
49	0,14	1000	988,44	0,00061	0,0010117

Tabla MC - 8: Condiciones del fluido para Tramo 5-6 (Fuente: Propia)

- 1- Se adopta para la aspiración una velocidad de 0.6m/s
- 2- Calculamos el diámetro económico mediante;

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q[m^3/s]}{v[m/s]}}$$

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Diam. Ec. [mm]
5-6	1,012	24,4

Tabla MC - 9: Diámetro económico Tramo 5-6 (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 62 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

3- Seleccionamos una medida de tubo comercial y calculamos la velocidad real

Tramo	Diam. Comercial [mm]	Diam. Int [mm]	Vel. Real [m/s]
5-6	1"	26,6	0,5

Tabla MC - 10: Diámetro comercial Tramo 5-6 (Fuente: Propia)

Cálculo de pérdidas en la instalación

1- Se calculan los tramos de longitud equivalente, los cuales contemplan la suma de longitud de tramo recto de tubería, más un adicional por accesorio utilizado. De Ref [3.7]

Tramo 5-6				
	Cant.	L tr	L Eq	Total [m]
TUBO	1	2,25		4,02
CURVA 90°	3		0,53	
VE	1		0,18	

Tabla MC - 11: Longitud equivalente de accesorios Tramo 5-6 (Fuente: Propia)

2- Se halla la rugosidad relativa mediante la Tabla de rugosidad de tubos, con el diámetro interior y material adoptado. En este caso se adoptó “Acero comercial”

$$\frac{\varepsilon}{\varnothing} = 0,0019$$

3- En base a la siguiente fórmula se calcula el número de Reynolds;

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{988.4Kg/m * 0.50 m/s * 0.0266mm}{0.00061 kg/m * s} = 21550$$

Donde:

- ρ es la densidad del fluido para las condiciones de flujo
- v es la velocidad del fluido
- d es el diámetro interior
- μ es la viscosidad dinámica del fluido adoptado de Ref [3.1]

4- De Ref [3.5], con el número de Reynold y la rugosidad relativa se obtiene,

$$F = 0.028$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 63 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

5- Se calculan las pérdidas de carga correspondientes a dicho tramo con la ecuación,

$$hf_{asp} = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.028 * 4.02 * 0.5^2}{2 * 9.81 * 0.0266} = 0.053 \text{ mca}$$

Tramo 7-8 (Tubería de descarga)

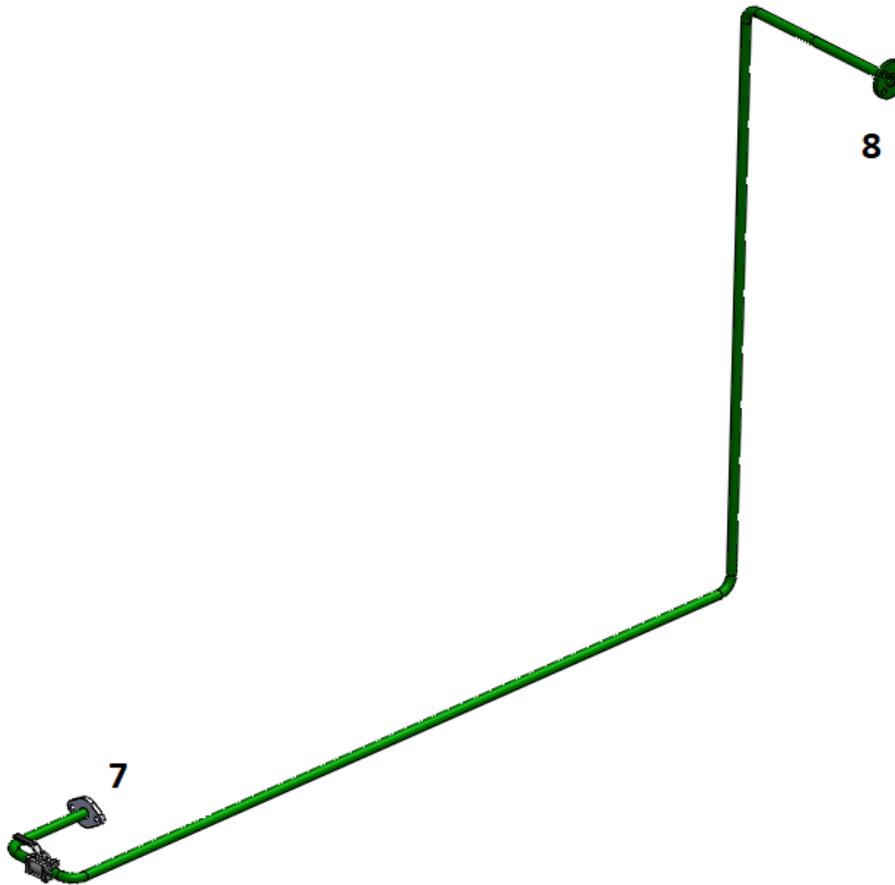


Fig. MC - 32: Tramo 7-8 (Fuente: Propia)

Condiciones:

T(8) [°c]	P(8) [kg/cm ²]	Q[kg/h]	Densidad [kg/m ³]	Visc(8) [kg/m.s]	Vol esp [m ³ /kg]
49	1	1000	988,44	0,00061	0,0010117

Tabla MC - 12: Condiciones del fluido para Tramo 7-8 (Fuente: Propia)

1- Se adopta para la descarga una velocidad de 1.6m/s

2- Calculamos un diámetro económico mediante;

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 64 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q[m^3/s]}{v[m/s]}}$$

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Diam. Ec. [mm]
7-8	1,012	14,9

Tabla MC - 13: Diámetro económico Tramo 7-8 (Fuente: Propia)

3- Seleccionamos una medida de tubo comercial y calculamos la velocidad real

Tramo	Diam. Comercial [mm]	Diam. Int [mm]	Vel. Real [m/s]
7-8	1/2"	15,8	1,43

Tabla MC - 14: Diámetro comercial Tramo 7-8 (Fuente: Propia)

Cálculo de pérdidas descarga

De forma análoga, para el tramo 7-8, se calcula:

Tramo 7-8				
	Cant.	L tr	L Eq	Total [m]
TUBO	1	4,03		5,42
CURVA 90°	3		0,42	
VE	1		0,13	

Tabla MC - 15: Longitud equivalente de accesorios Tramo 7-8 (Fuente: Propia)

$$\frac{\varepsilon}{\phi} = 0,0017$$

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{988.4Kg/m * 1.43 m/s * 0.0158mm}{0.00061 kg/m * s} = 36610$$

$$F = 0.027$$

$$hf_{desc} = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.027 * 5.42 * 1.43^2}{2 * 9.81 * 0.0158} = 0.96 mca$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 65 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Planteando Bernoulli entre 5 y 8 se obtiene

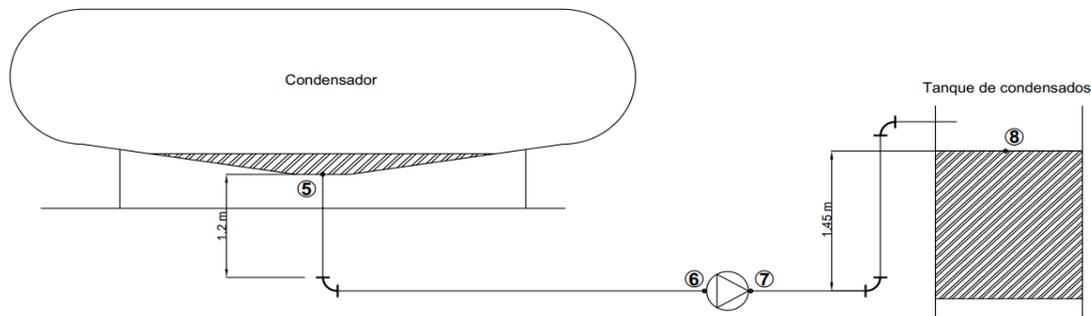


Fig. MC - 33: Esquema Tramo 5-8 (Fuente: Propia)

$$\frac{P_5}{\rho} + Z_5 + \frac{v_5^2}{2g} + Hm = \frac{P_6}{\rho} + Z_8 + \frac{v_8^2}{2g} + hf_{asp} + hf_{desc}$$

$$\frac{0.14 \text{ kg/cm}^2}{988.43 \text{ kg/m}^3} \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)^2 + 1.2 \text{ mca} + Hm$$

$$= \frac{1 \text{ kg/cm}^2}{988.43 \text{ kg/m}^3} \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)^2 + 1.45 \text{ mca} + 0.053 \text{ mca} + 0.96 \text{ mca}$$

$$Hm = 10 \text{ mca}$$

Cálculo de NPSH disponible

$$NPSH_{disp} = P_5 - P(49^\circ) + Z_{asp} - Hf_{asp}$$

$$NPSH_{disp} = 1.4 \text{ mca} - 1.2 \text{ mca} + 1.2 \text{ mca} - 0.053 \text{ mca} = 1.34 \text{ mca}$$

$$NPSH_{req} + 0.5 \text{ mca} < NPSH_{disp}$$

Selección de modelo

Marca: Grundfos

Modelo: CR1-2

NPSH req: 0.8 mca + 0.5 mca = 1.3 mca

Altura manométrica, H_m : 10 mca

Potencia motora, $(2 * 0.06 \text{ kW}) * 1.3 = 0.15 \text{ kW}$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 66 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Ramal 9-12

Este ramal vincula la salida del tanque de condensados con la entrada a la caldera y esta conformada por los tramos 9-10 y 11-12

En base a las medidas de la caldera seleccionada, se calculará el tramo de aspiración y se verificará el tramo restante (tramo 11-12) que ya lo trae la caldera antes seleccionada.

Verificando también si la bomba que posee el equipo es útil a nuestra aplicación,

Tramo 9-10 (Tubería de aspiración)

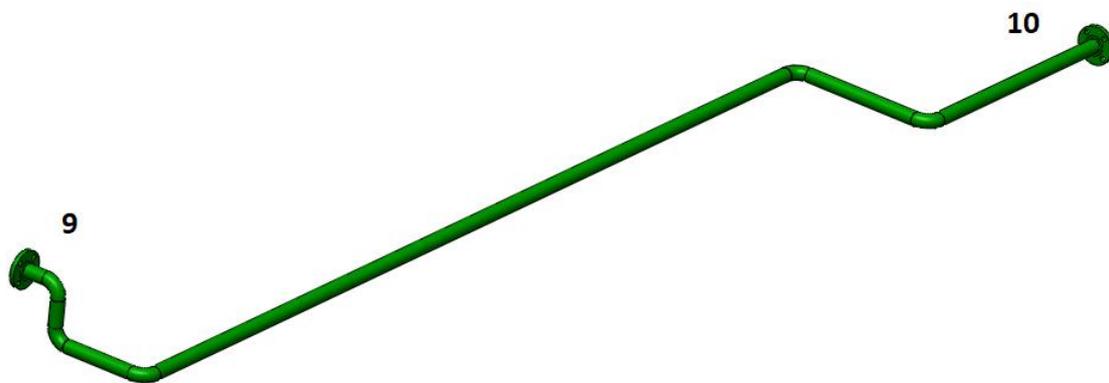


Fig. MC - 34: Tramo 9-10 (Fuente: Propia)

Condiciones:

T(9) [°c]	P(9) [kg/cm ²]	Q[kg/h]	Densidad [kg/m ³]	Visc(9) [kg/m.s]	Vol esp [m ³ /kg]
42	1	1400	991,4	0,0007	0,001009

Tabla MC - 16: Condiciones del fluido para Tramo 9-10 (Fuente: Propia)

1- Se adopta para la aspiración una velocidad de 0.6m/s

2- Calculamos el diámetro económico;

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Diam. Ec. [mm]
9-10	1,412	28,80

Tabla MC - 17: Diámetro económico Tramo 9-10 (Fuente: Propia)

3- Seleccionamos una medida de tubo comercial y calculamos la velocidad real

Tramo	Diam. Comercial [mm]	Diam. Int [mm]	Vel. Real [m/s]
9-10	1 1/4"	35,1	0,41

Tabla MC - 18: Diámetro comercial Tramo 9-10 (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 67 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Cálculo de pérdidas en la instalación

Tramo 9-10				
	Cant.	L tr	L Eq	Total [m]
TUBO	1	4,38		8,27
CURVA 90°	5		0,73	
VE	1		0,24	

Tabla MC - 19: Longitud equivalente de accesorios Tramo 9-10 (Fuente: Propia)

Se considera una válvula esférica, ya que la caldera en su instalación trae adosada una válvula esférica antes de la bomba

$$\frac{\varepsilon}{\varnothing} = 0,0015$$

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{991.4Kg/m * 0.41 m/s * 0.0351mm}{0.0007 kg/m * s} = 20167$$

$$F = 0.029$$

$$hf_{asp} = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.029 * 8.27 * 0.41^2}{2 * 9.81 * 0.0351} = 0.055 mca$$

Tramo 11-12 (Tubería de Descarga)

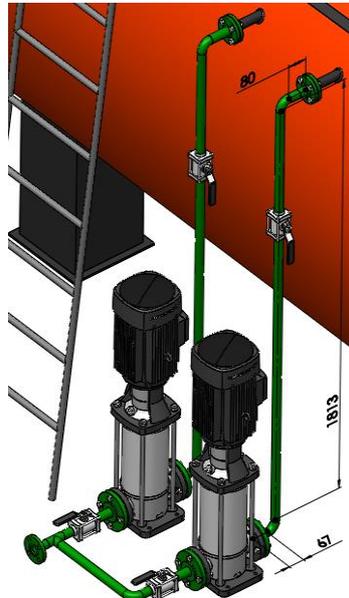


Fig. MC - 35: Tramo 11-12 (Fuente: Propia)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 68 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Condiciones:

T(12) [°c]	P(12) [kg/cm ²]	Q[kg/h]	Densidad [kg/m ³]	Visc(12) [kg/m.s]	Vol esp [m ³ /kg]
49	13	1400	988,40	0,00061	0,001012

Tabla MC - 20: Condiciones del fluido para Tramo 11-12 (Fuente: Propia)

1- Se adopta para la descarga una velocidad de 1.6m/s

2- Calculamos un diámetro económico,

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Diam. Ec. [mm]
11-12	1,416	17,70

Tabla MC - 21: Diámetro económico Tramo 11-12 (Fuente: Propia)

3- Seleccionamos una medida de tubo comercial y calculamos la velocidad real

Tramo	Diam. Comercial [mm]	Diam. Int [mm]	Vel. Real [m/s]
11-12	3/4"	20,9	1,14

Tabla MC - 22: Diámetro comercial Tramo 11-12 (Fuente: Propia)

Cálculo de pérdidas descarga

Tramo 11-12				
	Cant.	L tr	L Eq	Total [m]
TUBO	1	1,96		2,98
CURVA 90°	2		0,44	
VE	1		0,14	

Tabla MC - 23: Longitud equivalente de accesorios Tramo 11-12 (Fuente: Propia)

$$\frac{\varepsilon}{\phi} = 0,0019$$

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{988.4Kg/m * 1.14 m/s * 0.0209mm}{0.00061 kg/m * s} = 38640$$

$$F = 0.027$$

$$hf_{desc} = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.027 * 2.98 * 1.14^2}{2 * 9.81 * 0.0209} = 0.26 mca$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 69 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Planteando Bernoulli entre 9 y 12 se obtiene

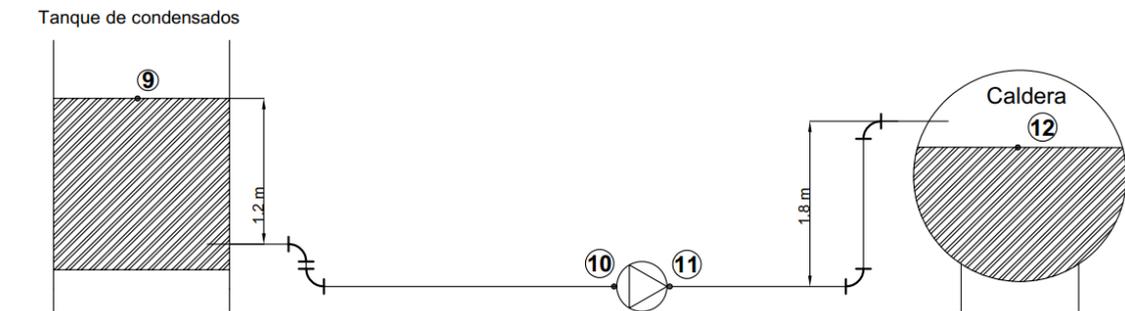


Fig. MC - 36: Esquema Tramo 9-12 (Fuente: Propia)

$$\frac{P_9}{\rho} + Z_9 + \frac{v_9^2}{2g} + H_m = \frac{P_{12}}{\rho} + Z_{12} + \frac{v_{12}^2}{2g} + h_{f_{asp}} + h_{f_{desc}}$$

$$1.2 \text{ mca} + H_m = \frac{12 \text{ kg/cm}^2}{988.4 \text{ kg/m}^3} \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)^2 + 1.8 \text{ mca} + 0.055 \text{ mca} + 0.26 \text{ mca}$$

$$H_m = 122.3 \text{ mca}$$

Cálculo de NPSH disponible

$$NPSH_{disp} = P_9 - P(42^\circ) + Z_{asp} - H_{f_{asp}}$$

$$NPSH_{disp} = 10.3 \text{ mca} - 0.85 \text{ mca} + 1.2 \text{ mca} - 0.055 \text{ mca} = 10.6 \text{ mca}$$

$$NPSH_{req} + 0.5 \text{ mca} < NPSH_{disp}$$

Selección de modelo

Marca: Grundfos

Modelo: CR1-23

NPSH req: 1 mca + 0.5 mca = 1.5 mca

Altura manométrica, H_m : 124 mca

Potencia motora; $(23 * 0.07 \text{ kW}) * 1.3 = 2 \text{ kW}$

Con los valores obtenidos y en base a las curvas de dicha bomba, para nuestra instalación solo será necesaria una de las bombas que trae la caldera, la otra se dejará como respaldo o back up.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 70 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Ramal 13-18

Este ramal está conformado por los tramos 13-14 y 15-18

Tramo 13-14 (Tubería de aspiración)

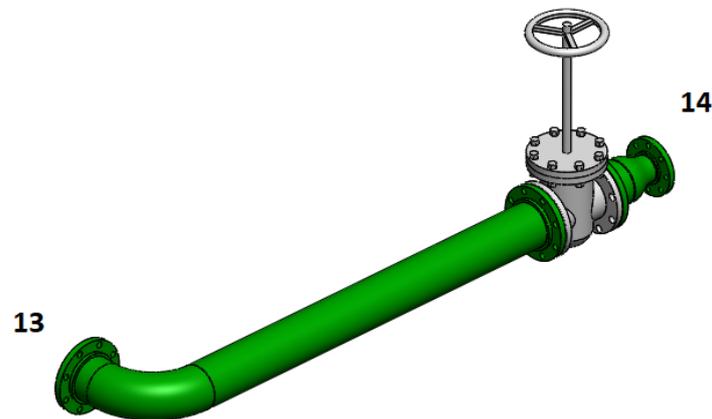


Fig. MC - 37: Tramo 13-14 (Fuente: Propia)

Condiciones:

T(13) [°c]	P(13) [kg/cm ²]	Q[kg/h]	Densidad [kg/m ³]	Visc(13) [kg/m.s]	Vol esp [m ³ /kg]
35	1	121680	994,00	0,0008	0,001006

Tabla MC - 24: Condiciones del fluido para Tramo 13-14 (Fuente: Propia)

1- Se adopta para la aspiración una velocidad de 2 m/s

2- Calculamos el diámetro económico,

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Diam. Ec. [mm]
13-14	122,400	147,10

Tabla MC - 25: Diámetro económico Tramo 13-14 (Fuente: Propia)

3- Seleccionamos una medida de tubo comercial y calculamos la velocidad real

Tramo	Diam. Comercial [mm]	Diam. Int [mm]	Vel. Real [m/s]
13-14	6"	152,4	1,86

Tabla MC - 26: Diámetro comercial Tramo 13-14 (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 71 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Cálculo de pérdidas en la instalación

Tramo 13-14				
	Cant.	L tr	L Eq	Total [m]
TUBO	1	1,7		5,9
CURVA 90°	1		3,2	
VE	1		1	

Tabla MC - 27: Longitud equivalente de accesorios Tramo 13-14 (Fuente: Propia)

$$\frac{\varepsilon}{\phi} = 0,0003$$

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{994Kg/m * 1.86 m/s * 0.1524mm}{0.0008 kg/m * s} = 352744$$

$$F = 0.017$$

$$hf_{asp} = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.017 * 5.9 * 1.86^2}{2 * 9.81 * 0.1524} = 0.11 mca$$

Tramo 15-18 (Tubería de descarga)

Caída de presión en el condensador:

Esta se estimará en base a la disposición de caños adoptada en la sección 4.3,

Con la velocidad a través de los tubos de 2.41 m/s y siendo el diámetro interior de 0.02664 m

De Tabla Ref. [3.4], $\frac{\varepsilon}{\phi} = 0,0019$

Siendo la temperatura del agua de 40°C, $\rho = 992.2 Kg/m$

La viscosidad es $\mu = 0.0007 kg/m * s$

En base a la siguiente fórmula se calcula el número de Reynolds;

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{992.2 Kg/m * 2.41 m/s * 0.02664mm}{0.0007 kg/m * s} = 91000$$

Del diagrama de Moody, con el número de Reynold y la rugosidad relativa se obtiene el Factor F de Darcy,

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 72 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

$$F = 0.025$$

Se calculan las pérdidas de carga correspondientes a cada caño individual que miden 2 metros,

$$hf = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.025 * 2 * 2.41^2}{2 * 9.81 * 0.02664} = 0.55 \text{ mca}$$

Cómo se tienen 6 haz de tubos,

$$hf_{Cond} = 6 * 0.55 \text{ mca} = 3.3 \text{ mca}$$

Tomando un 20% adicional para contemplar las pérdidas de las curvas que describe el agua dentro del condensador, la pérdida total será;

$$hf_{Total} = 3.3 \text{ mca} + 20\% = 4 \text{ mca}$$

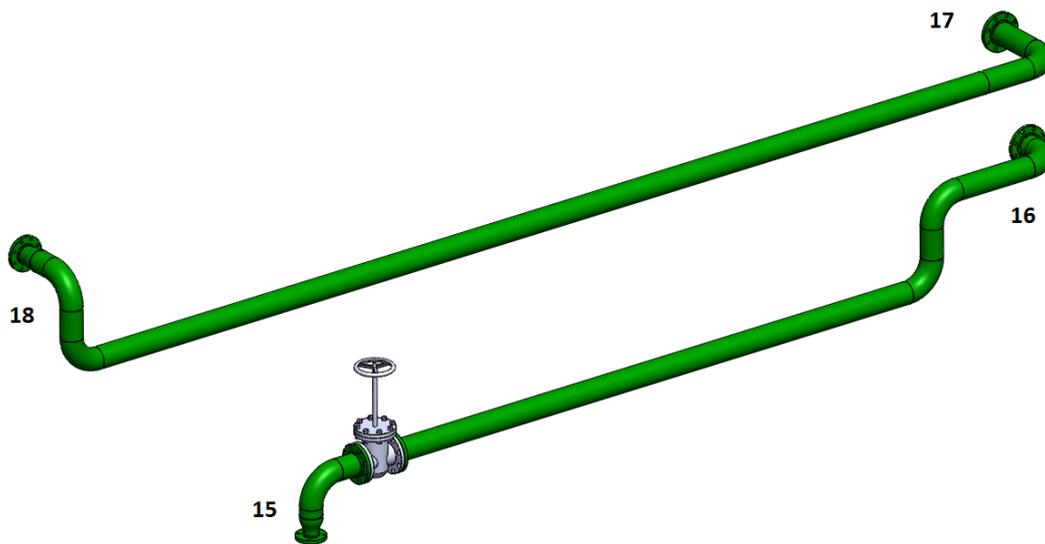


Fig. MC - 38: Tramo 15-18 (Fuente: Propia)

Condiciones:

T(16) [°c]	P(16) [kg/cm ²]	Q[kg/h]	Densidad [kg/m ³]	Visc(16) [kg/m.s]	Vol esp [m ³ /kg]
40	1,42	121680	992,00	0,0007	0,001008

Tabla MC - 28: Condiciones del fluido para Tramo 15-18 (Fuente: Propia)

- 1- Se adopta para la descarga una velocidad de 2.5 m/s
- 2- Calculamos un diámetro económico

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 73 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Diam. Ec. [mm]
15-18	122,700	120,20

Tabla MC - 29: Diámetro económico Tramo 15-18 (Fuente: Propia)

3- Seleccionamos una medida de tubo comercial y calculamos la velocidad real

Tramo	Diam. Comercial [mm]	Diam. Int [mm]	Vel. Real [m/s]
15-18	5"	127,5	2,67

Tabla MC - 30: Diámetro comercial Tramo 15-18 (Fuente: Propia)

Cálculo de pérdidas descarga

Tramo 15-18				
	Cant.	L tr	L Eq	Total [m]
TUBO	1	12,6		21
CURVA 90°	3		2,5	
VE	1		0,9	

Tabla MC - 31: Longitud equivalente de accesorios Tramo 15-18 (Fuente: Propia)

$$\frac{\varepsilon}{\phi} = 0,00035$$

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{992 \text{ Kg/m} * 2.67 \text{ m/s} * 0.1275 \text{ mm}}{0.0007 \text{ kg/m} * \text{s}} = 481836$$

$$F = 0.0168$$

$$hf_{desc} = \frac{F * L_T * v^2}{2 * gc * d_{int}} = \frac{0.0168 * 21 * 2.67^2}{2 * 9.81 * 0.1275} = 1 \text{ mca}$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 74 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Planteando Bernoulli entre 13 y 16 se obtiene

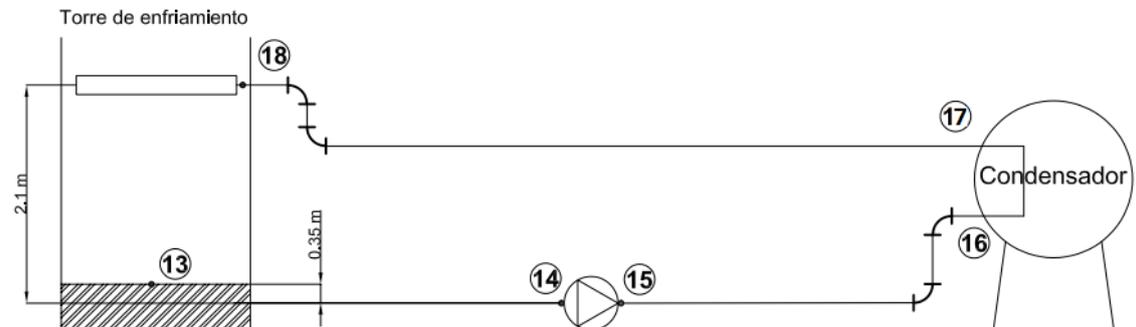


Fig. MC - 39: Esquema Tramo 13-18 (Fuente: Propia)

$$\frac{P_{13}}{\rho} + Z_{13} + \frac{v_{13}^2}{2g} + Hm = \frac{P_{18}}{\rho} + Z_{18} + \frac{v_{18}^2}{2g} + hf_{asp} + hf_{desc} + hf_{cond}$$

$$0.35mca + Hm = \frac{0.42 \text{ kg/cm}^2}{992 \text{ kg/m}^3} \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)^2 + 2.1mca + \frac{2.67^2}{2 * 9.8} + 0.11mca + 1mca + 4mca$$

$$Hm = 11.45 \text{ mca}$$

Cálculo de NPSH disponible

$$NPSH_{disp} = P_{13} - P(35^\circ) + Z_{asp} - Hf_{asp}$$

$$NPSH_{disp} = 10.3 \text{ mca} - 0.57 \text{ mca} - 0.11 \text{ mca} = 9.6 \text{ mca}$$

$$NPSH_{req} + 0.5mca < NPSH_{disp}$$

Cálculo de NPSH requerido

$$NPSH_{req} = 1.5 \text{ mca} + 0.5 \text{ mca} = 2 \text{ mca}$$

Calculo potencia del motor de la bomba

$$P = 4 \text{ kW} * 1.3 = 5.2 \text{ kW}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 75 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Selección de modelo

Marca: Grundfos

Modelo: NB 100-200, diámetro rodete 195mm

Motor: MGE 132SC 5.5 Kw

Ramal C-D

Este ramal llevará (por gravedad) la condensación que se genere en el tramo de vapor 1-A y en el propio separador de gotas hasta el tanque de condensados. La línea se decide realizar en caño 1/2” SCH40.

3.7. Tratamiento de agua

Dentro de las consideraciones para este proyecto, es fundamental tener en cuenta que el agua será de pozo, por ende, para lograr una adecuada calidad del agua, se sugiere incorporar un sistema de ablandamiento mediante resina.

Dicho tratamiento es un proceso que utiliza un intercambio iónico para eliminar los minerales que causan la dureza del agua, como el calcio y el magnesio. La resina intercambia iones de sodio por los iones de calcio y magnesio presentes en el agua, produciendo agua más suave y reduciendo la formación de incrustaciones y depósitos en las tuberías y equipos.

Al considerar este tratamiento, es importante evaluar la capacidad de la resina necesaria para el caudal y la dureza del agua del pozo. Asimismo, se debe tener en cuenta el ciclo de regeneración de la resina, que consiste en la limpieza y restauración de su capacidad de intercambio iónico.

El análisis del agua del pozo y la consulta con expertos en tratamientos de agua serán esenciales para determinar la configuración adecuada del sistema de ablandamiento mediante resina y asegurar la calidad del agua requerida para el proyecto. A continuación, se realiza el cálculo del nivel de purga necesario.

Hipótesis: se usará agua de pozo para alimentar la caldera, con las siguientes características;

- Temperatura del agua 15°C.
- pH: 7,5 mg/lt

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 76 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

- Cloruros: 40 mg/lit
- Tss: 365 mg/lit
- Dureza: 240 mg/lit
- La cantidad de oxígeno, se define por la temperatura, para 15°C es, O_2 : 10,06 mg/lit

Condicionantes: El fabricante de la caldera seleccionada recomienda, para un óptimo funcionamiento y larga vida útil, los siguientes valores;

- pH > 8,5 mg/lit
- Cloruros \leq 150 mg/lit
- O_2 : 0 mg/lit
- Dureza : 0 mg/lit
- Tss < 4000 mg/lit

Se plantea el siguiente esquema;

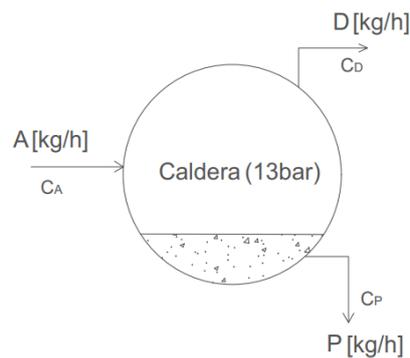


Fig. MC - 40: Diagrama de Flujo Caldera (Fuente: Propia)

- C_A : Concentración del agua de alimentación (A)
- C_D : Concentración de vapor de descarga (D)
- C_P : Concentración limitante de la purga (P)

El balance de masa es;

$$A = D + P \quad (1)$$

Teniendo en cuenta las concentraciones de cada flujo,

$$A * C_A = D * C_D + P * C_P$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 77 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Asumiendo que en la caldera no tengo arrastre de partículas en el vapor generado ($C_D = 0$),

$$A * C_A = P * C_P \quad (2)$$

De (1) y (2),

$$(D + P) * C_A = P * C_P$$

$$D = (P * (C_P - C_A)) / C_A$$

$$D = P * ((C_P / C_A) - 1) \rightarrow P = D / (C_c - 1) \quad (3)$$

Donde, C_c es la concentración limitante, definida como el cociente;

$$C_c = \text{Máx. concentración permitida} / \text{Concentración que se posee en la alimentación}$$

En este punto se debe hallar cuál será la concentración limitante, para esto se calcula C_c de ambas especies que se regulan con la purga dichas anteriormente (cloruros (Cl^-) y T_{SS})

$$C_c(Cl^-) = 150 \text{ mg/lt} / 40 \text{ mg/lt} = 3,75$$

$$C_c(T_{SS}) = 4000 \text{ mg/lt} / 365 \text{ mg/lt} = 10,9$$

De ambas se toma la menor, reemplazando en la ecuación (3)

$$P = 1000 \text{ kg/h} / (3,75 - 1) = 400 \text{ kg/h}$$

Como la temperatura de la purga es de 192°C , de Ref. [1.1], el peso específico del agua es;

$$\rho_{192^\circ\text{C}} = 1/v_{192^\circ\text{C}} = 1/0,001142\text{m}^3/\text{kg} = 875.6 \text{ kg/m}^3$$

$$P = 400 \text{ kg/h} / 875.6 \text{ kg/m}^3 = 0.45 \text{ m}^3/\text{h} = 450 \text{ l/h}$$

En resumen, se propone una primera etapa de ablandamiento mediante resina catiónica sobre el agua de alimentación y por último sobre la caldera mediante la purga, se controlarán los cloruros y sólidos en suspensión.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 78 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

3.8. Tratamiento de gases de escape

Dióxido de azufre

Para tratar con este contaminante resultante de la combustión, realizaremos una estimación a través del balance resultante de la reacción de combustión. En la misma se muestra que con 99.76 Kg de combustible, se puede obtener un total de 0.896 kg de dióxido de Azufre. Por lo tanto, si colocamos esta reacción a razón de 775 Kg/h, lo que demanda la caldera, resulta que se obtiene una generación de 6.96 Kg/h del agente contaminador.

De forma similar se puede calcular la cantidad de aire requerido para la combustión de los 775 Kg/h de combustible, resultando en un total de 2449 Kg/h de aire seco a una temperatura de 20°C.

Relacionando ambos cálculos se puede estimar la cantidad de contaminante:

$$C_{SO_2} = (6.96 \text{ Kg } SO_2) / (2449 \text{ Kg Aire}) * (1.2 \text{ Kg/Nm}^3) * 1000$$

$$C_{SO_2} = 3410 \text{ mg } SO_2/Nm$$

Tratamiento: este tipo de contaminante puede ser tratado con cal, se puede utilizar como un agente reactivo en procesos de desulfuración para reducir las emisiones de dióxido de azufre (SO₂). En la combustión de biomasa, la cal puede ser agregada al proceso con el fin de capturar el SO₂ presente en los gases de combustión y convertirlo en sulfato de calcio.

Óxidos de Nitrógeno

Como se sabe la temperatura de llama de la combustión de biomasa impacta significativamente sobre la generación de NO_x. El contar con una temperatura de llama mayor que 1200 °C favorece la formación de este contaminante.

Basándonos en lo calculado para las condiciones de funcionamiento de la caldera, concluimos que la temperatura de llama es baja por lo que no se cuenta con un riesgo significativo de formación de ésta.

Material Particulado

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 79 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Tratamiento para los sólidos decantados: Como lo indica la figura MC-15 el porcentaje de cenizas en una combustión de chip de eucalipto ronda el 0.6 % del volumen de combustible en base seca, con un 60% de humedad representaría un 0.24% del peso de combustible. Como el combustible que requiere la caldera para el ciclo es de 740 Kg/h se tendría 1,77 Kg/h de cenizas a extraerse en la rejilla de la caldera.

Tratamiento para solidos suspendidos: Para el tratamiento de los humos solo se utilizará un sistema de depuración ciclónico, que permitirá eliminar las partículas sólidas presentes en los gases de combustión, antes de su liberación a la atmósfera.

Ciclón (CI-GV-01)

Se seleccionó un separador de partículas ciclónico de la marca Casiba, de modo que con una sola unidad sea capaz de cubrir el volumen de aire de 2592 m³/h.

Por lo tanto, ingresando a la tabla del fabricante, notamos que el modelo de ciclón que mejor se adapta a lo nombrado anteriormente es;

Marca: Casiba

Modelo: CH85-26

Pérdida: 1400 Pa = 143 mmca



Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 80 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

4. Cálculos Gestión Combustible (Chip)

4.1. Tolva de recepción (T-GC-01)

En cuanto al almacenamiento de chips, como mejor opción para un mejor aprovechamiento del lugar físico se optó por almacenar el combustible en una tolva de acero, con sección transversal de forma trapezoidal para evitar atascamientos de material.

Se adopta un 15% más de consumo de combustible

$$\dot{Q}_{comb} = 775 \frac{kg}{h} + 15\% = 890 \frac{kg}{h}$$

En base a este número y tomando una jornada laboral de 8hs, se plantea que la capacidad de la tolva sea tal que solo deba llenarse 2 veces por jornada, por lo tanto la capacidad de la tolva (C) será:

$$C = 890 \frac{kg}{h} * 4 hs = 3560 kg$$

La tolva será con descarga automática mediante el uso de una rosca transportadora de fondo, y un descargador que permitirá controlar y direccionar el chip. La carga de material se hará de forma manual mediante una pala cargadora propia del aserradero.

La fabricación de la estructura de la tolva, así como la provisión de los accesorios necesarios, será realizada por un tercero.

A continuación, se hará el cálculo preliminar de cada componente que compondrá a la tolva como así también sus medidas generales.

Cálculo de tornillo transportador

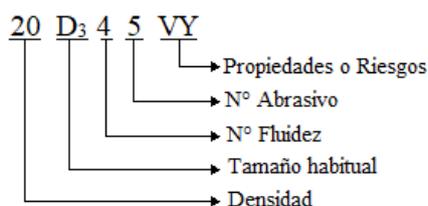
La rosca transportadora a utilizar, será dimensionada utilizando los procedimientos descritos en *Ref. [2.1]*. En el mismo, se debe trabajar con datos en unidades inglesas. Por esto se listan a continuación los requerimientos del tornillo transportador en ambos sistemas de unidades.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 81 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Longitud	4,5	[m]	14,76	[ft]
Altura	0	[m]	0	[ft]
Angulo	0	[°]		
Capacidad	890	[kg/h]	1,962	[lb/h]
Capacidad Volumetrica maxima	3,42	[m ³ /h]	120,77	[ft ³ /h]
Densidad	260	[kg/m ³]	16,23	[lb/ft ³]
Tamaño partícula maximo	35	[mm]	1,378	[inch]

Tabla MC - 32: Requerimientos tornillo transportador (Fuente: Propia)

Con estos datos ya es posible iniciar los cálculos para la selección del transportador. Primero definimos el código que identifica el material a transportar, el mismo se extrae de la Tabla 2-2, Ref. [2.1]. Se determina que el código para chips de madera es el 20D₃45VY, el cual representa lo siguiente:



Donde:

- El valor 20, representa la densidad promedio del material en lb/ft³.
- D₃ hace referencia a que el tamaño de la partícula habitual es de 3 pulgadas o menos.
- El número de fluidez 4 representa materiales con poca fluidez.
- El número de abrasión 5 representa materiales ligeramente abrasivos.
- El valor VY representa por un lado materiales con intersticios (V) y, por otro lado, materiales muy ligeros capaces de ser azotados por el viento (Y).

De Tabla 2-2, Ref. [2.1], podemos observar que al material le corresponden los componentes 2A y 2B, y que posee un factor de material de 0,6.

En cuanto al llenado, se debe considerar que la rosca está siendo continuamente alimentada desde arriba por la tolva, pero al tratarse de material de tamaño relativamente grande, se forman intersticios entre ellos por lo que se tomará un coeficiente de llenado α del 80 %.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 82 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Ahora, se procede a la selección de la rosca dependiendo de la capacidad de transporte y el tamaño de partícula del material. En el caso de que la rosca tenga inclinación, se deberá corregir la capacidad, pero como en este caso es horizontal no se deberá realizar dicha corrección.

Con la capacidad de selección, se elige un tornillo que pueda satisfacerla. De la Tabla 2-3, *Ref. [2.1]*, se puede apreciar que el tornillo que cumple con la condición de capacidad es el de 6[in] de diámetro.

En cuanto al tamaño del material, se definen tres tipos de clases. El nuestro es clase 1 (Una mezcla de grumos y finos en la que no más del 10% son grumos de tamaño máximo a la mitad del máximo; y el 90% son menores a la mitad del tamaño máximo).

Luego, de la Tabla 2-5, *Ref. [2.1]*, se observa que la rosca de 6 pulgadas no cumple con las dimensiones necesarias para un material de 1,378 pulgadas por lo que se seleccionará una rosca de 9 pulgadas de diámetro y que cumplirá con creces la capacidad de transporte.

Se utilizará entonces, una rosca de 250mm de diámetro estandarizada, con un paso igual al diámetro.

Se calcula la sección de trabajo del transportador, dada por la siguiente ecuación

$$A = \alpha * \frac{\pi}{4} * (D^2)$$

$$A = 0.8 * \frac{\pi}{4} * (250 \text{ mm})^2 = 0,0392m^2$$

La velocidad lineal del material está dada por la siguiente ecuación:

$$v = \frac{Iv}{3600 * A}$$

Donde Iv es la capacidad volumétrica

$$v = \frac{3,42/h}{3600 * 0,0392m^2} = 0,024 \text{ m/s}$$

Ahora es posible determinar la velocidad angular necesaria utilizando la siguiente ecuación:

$$n = 60 * \frac{v}{S}$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 83 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Donde S es el paso del tornillo que, como vimos antes, es igual al diámetro.

$$n = 60 * \frac{0,024 \text{ m/s}}{0,250 \text{ m}}$$

$$n = 5,76 \text{ rpm}$$

Se decide utilizar una velocidad angular de 6 rpm.

Potencia necesaria

Ahora se procede al cálculo de la potencia necesaria para el motor que hará girar al tornillo.

$$HP_{total} = \frac{(HP_f + HP_m + HP_h) * F_o}{e}$$

Donde:

- HP_{total} : Potencia total necesaria para realizar el transporte del material.
- HP_f : Potencia necesaria para mover la rosca en vacío.
- HP_m : Potencia necesaria para mover el material en dirección horizontal.
- HP_h : Potencia necesaria para mover el material en dirección vertical.
- F_o : Factor de sobrecarga, el cual se obtiene de la figura 3-1 del manual.
- e : Eficiencia de transmisión, obtenida de la tabla 8-1 del manual.

El valor de HP_f depende del diámetro y la longitud del tornillo, el valor está dado por la siguiente ecuación (con valores en metros):

$$HP_f = \frac{D * L}{20}$$

Por lo tanto, la potencia en kW necesaria para mover el transportador en vacío es

$$HP_f = \frac{0,250 \text{ m} * 4,5 \text{ m}}{20} = 0.056 \text{ kW} = 0.0755 \text{ HP}$$

Luego determinamos la potencia necesaria para mover el material en dirección horizontal

$$HP_m = \frac{C * W * F_t * F_m * F_p * L}{100000}$$

Donde:

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 84 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

- C : Capacidad volumétrica requerida.
- W : Densidad del material en lb/ft³.
- L : Largo del transportador.
- F_t : Factor asociado a modificaciones en el vuelo del tornillo, en este caso no las hay, por lo que toma el valor de 1.
- F_p : Factor asociado a la utilización de roscas con paletas, las cuales no serán utilizadas, por lo que toma el valor de 1.
- F_m : Factor del material, el cual se obtiene de la tabla 2-2, en este caso es 0,6.

Por lo que para nuestro caso la potencia es:

$$HP_m = \frac{120,76ft^3/h * 16,23lb/ft^3 * 0,6 * 14,76ft}{100.000} = 0,1735HP$$

Luego, la potencia necesaria para mover el material en dirección vertical es nula ya que la rosca es horizontal.

Con esto, la potencia total será:

$$0,0755HP + 0,1735HP = 0,249HP$$

Para esta potencia el valor de F_o es de 3. Además, considerando que se utilizará un motorreductor, el coeficiente de transmisión e es de 0,85

$$HP_{total} = \frac{(0,249) * 3}{0,85} = 0,87HP = 0,648kW$$

Por lo cual se deberá utilizar un motorreductor de 0.75Kw/1HP

De Ref. [2.9], se selecciona el modelo C1T3 - 1,00

Eje de la rosca

El eje a utilizar será hueco, para el cálculo del diámetro del mismo se emplea la siguiente ecuación:

$$D_{eje} [mm] = 136 * \sqrt[4]{\frac{N(CV)}{N(rpm)}}$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 85 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

$$D_{eje} [mm] = 136 * \sqrt[4]{\frac{1,01 CV}{6 rpm}} = 87.11 mm$$

Transmisión a cadena

Con el fin de evitar daños en el motor en el caso de atascos en la rosca transportadora, se utilizará una transmisión a cadena desde el eje del motorreductor hasta el eje de la rosca transportadora.

El cálculo y selección de la transmisión se hará en base a *Ref. [2.2]*

En primer lugar, se recomienda analizar la clase de intensidad de los esfuerzos que resultan para la transmisión debido a las máquinas que actúan en el lado conductor y conducido, determinando un coeficiente de impacto Y dado por Tabla 2. En nuestro caso este coeficiente es 2

Luego se elige el número de dientes de la rueda conductora:

$$Z_1 = 15$$

Con estos dos datos obtenemos el Factor de potencia “k” de Tabla 3 del manual

$$k = 0,57$$

Con este factor corregimos la potencia:

$$P_D = \frac{P}{k} (CV)$$

Donde P_D es la potencia corregida y P es la potencia nominal del moto reductor

$$P_D = \frac{1,01 CV}{0,57} = 1,77 CV$$

De Fig. 3 del manual (para cadenas de rodillos según DIN 8188 – tipo americano), para la potencia corregida de 1,77 CV y 15,8 rpm del piñón, se obtiene lo siguiente:

- Cadena simple 1” – 25,4mm (ASA – 80)
- Carga mínima de rotura: 6580 kg
- Superficie de trabajo: 177mm²

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 86 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

- Peso de la cadena: 2,5 kg/m

Sabiendo la velocidad angular del motorreductor y a la velocidad que se quiere llegar en la rosca, podemos calcular el número de dientes de la corona:

$$Z_2 = i * Z_1 = \frac{15,8rpm}{6rpm} * 15 \text{ dientes} = 39 \text{ dientes}$$

Con el paso de la cadena seleccionado, la corona tendrá un diámetro de:

$$d_2 = \frac{Z_2 * p}{\pi} = \frac{39 * 25,4 \text{ mm}}{\pi} = 315mm$$

Luego se realiza un cálculo de comprobación donde se calcula la velocidad de la cadena y las fuerzas aplicadas a la misma

$$v = \frac{Z_1 * p * n1}{60000} = \frac{15 * 25,4 \text{ mm} * 15,8 \text{ rpm}}{60000} = 0,1m/s$$

Como es menor a 4m/s se podrá usar engrase manual

La fuerza de tracción en la cadena será:

$$Ft = \frac{75 * P(CV)}{v} = \frac{75 * 0,76 \text{ CV}}{0,1m/s} = 570 \text{ kg}$$

La fuerza centrífuga será despreciada por tratarse de velocidades menores a 7m/s

La fuerza de tracción total sobre la cadena será de 570 kg.

Con esto se puede calcular el coeficiente estático de seguridad:

$$n_{est} = \frac{6580kg}{570kg} = 11.5$$

Se recomienda un coeficiente estático de seguridad mayor a 10, por lo tanto, verifica

La presión en las superficies de articulación será:

$$Pr = \frac{Ft}{f} = \frac{570kg}{1,77cm^2} = 322 \frac{kg}{cm^2}$$

La longitud de la cadena está dada por la siguiente ecuación:

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 87 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

$$L = 2 * C + 1,57 * (d1 + d2)$$

Donde C es la distancia entre ambos ejes (conductor y conducido). En este caso utilizaremos una distancia entre ejes de 340mm

Determinamos el diámetro del piñón con la siguiente ecuación:

$$d_1 = \frac{Z_1 * p}{\pi} = \frac{15 * 25,4 \text{ mm}}{\pi} = 121,27 \text{ mm}$$

$$L = 2 * 340 \text{ mm} + 1,57 * (121,27 \text{ mm} + 315 \text{ mm}) = 1365 \text{ mm}$$

Esto equivale a un total de 54 eslabones.

Ingresando a la Tabla 3, con el paso y la velocidad, tenemos el factor de paso:

$$t_v = 16.8$$

Luego, en la Tabla 4 ingresando con 15 dientes, la relación de transmisión y el número de eslabones, el factor de rozamiento es:

$$\lambda v = 0.81$$

Ahora, determinamos la característica “w” de la transmisión

$$w = t_v * \lambda v = 16.8 * 0,81 = 13.6$$

En la Fig. 4 del manual, ingresando con la característica y para engrase favorable, se obtiene el valor de la siguiente relación:

$$\frac{P_v}{y} = \frac{850 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

“y” es el factor de irregularidad que se obtiene de la Tabla 5 del manual ingresando con el coeficiente de impacto

$$y = 0,73$$

Por lo tanto, la presión admisible en las superficies de articulación, P_v , es:

$$P_v = \frac{850 \text{ kg}}{\text{cm}^2} * 0,73 = \frac{620.5 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 88 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Debe cumplirse que $P_r < P_v$

$$\frac{322 \text{ kg}}{\text{cm}^2} < \frac{620.5 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

Por lo tanto, verifica

La transmisión que se utilizará tendrá entonces las siguientes características

Cadena Renold N° 110083 (ASA 80)	
Longitud	1365mm
N° Eslabones	54
Diametro Corona	315mm
N° Dientes Corona	39
Diametro Piñon	121,27
N° dientes Piñon	15

Tabla MC - 33: Requerimientos cadena de transmisión (Fuente: Propia)

Rodamientos

En cuanto a los rodamientos, en total la rosca transportadora tendrá tres puntos de sujeción, esto se decidió así pensando en el caso más desfavorable con la rosca detenida y la tolva llena de chips, evitar que la rosca en su punto medio se flexione y quede apoyada sobre el fondo de la estructura.

Los rodamientos de ambos extremos serán del tipo a bolas, montados en una caja cuadrada del lado externo de la estructura.

Como soporte central se utilizará un buje de bronce colocado en un soporte colgante a medida, posicionado lo más al centro posible según la estructura de la tolva.

Descargador

Como se había adelantado anteriormente, la tolva alimentará una cinta transportadora, la cual elevará el combustible hasta la toma del alimentador de la caldera. Para lograr un descarga controlada y uniforme sobre dicha cinta, se decidió utilizar un descargador fabricado en chapa, el cual irá adosado a la tolva.

Como características principales, se decidió que él mismo se anexará a la tolva a través de bulones facilitando así tanto su montaje como posterior remoción ante la realización de

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 89 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

mantenimientos, también deberá poseer una tapa removible para el mismo fin. La estructura completa del descargador deberá ser capaz de soportar el peso del motorreductor y poder albergar el sistema de transmisión por cadena antes detallado.

Resumen

En base a los cálculos antes realizados se pudieron obtener las dimensiones y características generales de cada elemento que compone a la tolva, a continuación, se esquematiza la tolva de recepción en su conjunto;



Fig. MC - 41: Tolva de Acopio (Fuente: Propia)

En los planos adjuntos en “**Anexo E - Planos**”, se especifican las principales características que deberá cumplir la metalúrgica encargada de su fabricación.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 90 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

4.2. Cinta transportadora (CT-GC-01)

Como se adelantó anteriormente se usará una cinta transportadora para movilizar el chip desde la descarga de la rosca transportadora en la tolva hasta el alimentador de la caldera.

La banda que se decidió utilizar será lisa con tacos, de esta forma se le puede dar una mayor inclinación aprovechando mejor el espacio disponible.

La fabricación de la estructura de la cinta transportadora, así como la provisión de los accesorios necesarios, será realizada por un tercero.

En base a las medidas ya definidas tanto de la tolva como de la caldera elegida se plantea la siguiente disposición de la cinta

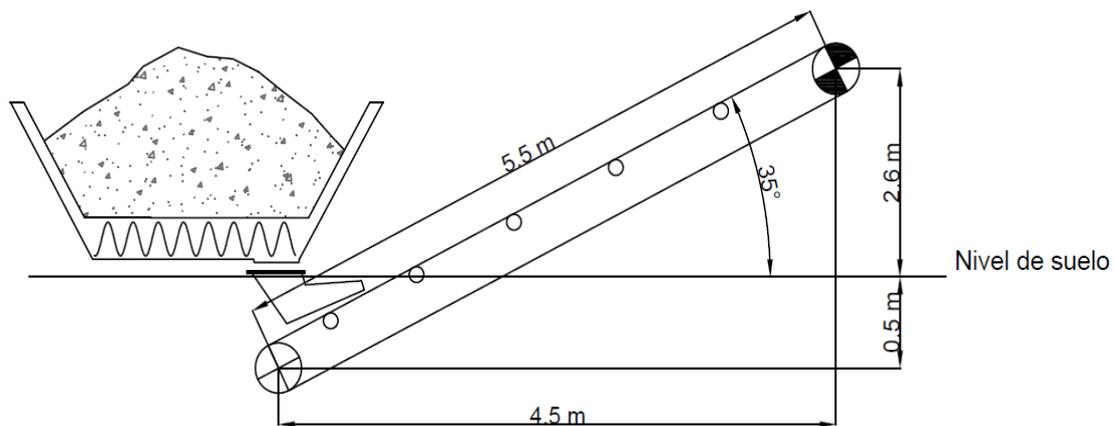


Fig. MC - 42: Disposición cinta transportadora. (Fuente: Propia)

Cálculo de la cinta

Hipótesis:

- La cinta contará con una pre-tolva uniformadora de carga.
- El extremo inicial de la cinta estará por debajo del nivel de suelo (aprox. 50cm) para un mejor aprovechamiento del espacio.
- Ángulo de talud para chips de eucaliptos: 45-50° (medido en aserradero)
- Inclinación de la cinta: 35°
- Caudal: 890 kg/h
- La cinta adoptada es del tipo lisa con paletas, en disposición plana.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 91 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

Ancho mínimo

Los cálculos siguientes referidos a esta cinta transportadora se harán en base a *Ref. [1.12]*

En primer lugar, como las dimensiones estructurales ya fueron definidas, se verifica el ángulo de inclinación de la cinta, respecto al ángulo de inclinación que admite nuestro material a transportar.

Para nuestro caso, en base a la Tabla CCXCIII, la inclinación máxima es de 25°, Como la inclinación de la cinta es mayor se corrige el caudal a transportar mediante la fórmula,

$$Cr = \cos^3(\alpha)$$

Siendo:

α : Ángulo de inclinación de la cinta

Cr : Factor de reducción de la capacidad por inclinación

$$Cr = \cos^3(35^\circ) = 0,55$$

Por lo tanto, el caudal para el cual se deberá diseñar la cinta (Q_d) es:

$$Q_d = \frac{Q}{Cr} = \frac{0,89 [Tn/h]}{0,55} = 1.61 [Tn/h]$$

Para calcular el ancho mínimo que debería de tener la cinta, se parte de la ecuación que relaciona el caudal másico, el área neta de transporte, el peso específico del material a transportar y la velocidad de la cinta;

Mediante la ecuación;

$$Q \left[\frac{Tn}{h} \right] = 3600 \left[\frac{s}{h} \right] * \gamma \left[\frac{Tn}{m^3} \right] * v \left[\frac{m}{s} \right] * A [m^2] \quad (1)$$

La sección o área neta de transporte para una cinta plana es:

$$A [m^2] = 0,0428 * B^2 [m^2] \quad (2)$$

Reemplazando (2) en (1) y despejando B se obtiene:

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 92 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

$$B[m] = \sqrt{\frac{Q \left[\frac{Tn}{h} \right]}{3600 \left[\frac{S}{h} \right] * \gamma \left[\frac{Tn}{m^3} \right] * v \left[\frac{m}{s} \right] * 0.0428}} \quad (3)$$

Donde:

- B : Ancho de la cinta, a calcular
- Q : Caudal de material a transportar
- γ : Densidad específica del material a transportar.
- v : Velocidad de transporte, adoptamos para este caso una velocidad de 0.8 [m/s] .

Reemplazando valores;

$$B = \sqrt{\frac{1.61 \left[\frac{Tn}{h} \right]}{3600 \left[\frac{S}{h} \right] * 0.260 \left[\frac{Tn}{m^3} \right] * 0.8 \left[\frac{m}{s} \right] * 0.0428}} = 0,22 \text{ m}$$

Por cuestiones constructivas y para evitar derrames de material según inclinación de la cinta, se adopta un valor comercial, $B = 300 \text{ mm}$, manteniendo la velocidad, el caudal que soporta la cinta será de $2,88 \text{ Tn/h}$.

Potencia necesaria

Para poder determinar la potencia necesaria en la instalación primero se debe calcular la fuerza necesaria para el accionamiento de la cinta. Ésta resulta de la sumatoria de las cuatro fuerzas que se detallan a continuación:

$$F = F_0 + F_m \pm F_h + F_d \quad (4)$$

Donde:

- F_0 : Fuerza requerida para mover la cinta en vacío;
- F_m : Fuerza requerida para mover el material a transportar;
- F_h : Fuerza requerida para vencer la altura (potencial);
- F_d : Fuerza requerida para vencer los descargadores instalados, en nuestro caso $F_d = 0$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 93 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Fuerza requerida para mover la cinta en vacío

$$F_0 = \left(1 + \sum r\right) * f * q_s * (L + L_0) \quad (5)$$

Donde:

- r : son fuerzas localizadas, cuyo valor depende del tipo y cantidad de mecanismos tensores, tensando desde el tambor conductor $r = 0,01$
- f : es el coeficiente global de fricción; para rodamientos a bolas $f = 0,025$
- q_s : Peso por metro de las partes móviles [Kg/m]; de Tabla CCCI, para $B = 300mm \rightarrow q_s = 20 \text{ kg/m}$
- L : Distancia entre tambores [m]; en nuestro caso $5,5 \text{ m}$
- L_0 : longitud adicional de seguridad dependiendo del tipo de cojinete de los rodillos[m], en nuestro caso para rodamientos a bolas, $L_0 = 60 \text{ m}$

Reemplazando los valores, en la fórmula (5):

$$F_0 = (1 + 0,01) * 0,025 * 20 \left[\frac{Kg}{m}\right] * (5,5 [m] + 60 [m]) = 33 [Kg]$$

Fuerza necesaria para mover el material

Para determinar dicha fuerza se utiliza la fórmula;

$$F_m = \left(1 + \sum r\right) * f * q_m * (L + L_0)$$

Donde:

$$q_m = \frac{Q \left[\frac{Tn}{h}\right] * \frac{1}{3600} \left[\frac{h}{s}\right] * \frac{1000}{1} \left[\frac{kg}{Tn}\right]}{v \left[\frac{m}{s}\right]} = \frac{2,88 \left[\frac{Tn}{h}\right] * \frac{1}{3600} \left[\frac{h}{s}\right] * \frac{1000}{1} \left[\frac{kg}{Tn}\right]}{0,8 \left[\frac{m}{s}\right]} = 1 \left[\frac{Kg}{m}\right]$$

Reemplazando;

$$F_m = (1 + 0,01) * 0,025 * 1 \left[\frac{Kg}{m}\right] * (5,5[m] + 60[m]) = 1,65 [Kg]$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 94 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Fuerza necesaria para vencer la altura

Por medio de la siguiente fórmula obtenemos el valor de F_h

$$F_h = \frac{h [m] * Q \left[\frac{Ton}{h} \right]}{3,6 \left[\frac{Ton * s}{kg * h} \right] * v \left[\frac{m}{s} \right]} = \frac{2,6 [m] * 2,88 \left[\frac{Ton}{h} \right]}{3,6 \left[\frac{Ton * s}{kg * h} \right] * 0,8 \left[\frac{m}{s} \right]} = 2,6 [Kg]$$

Donde:

h : es la altura o distancia vertical entre la zona de carga y descarga del material. Para este caso 2,6 metros.

Fuerza requerida para vencer la resistencia de los descargadores

Como no posee descargadores, la fuerza $F_d = 0$.

Finalmente reemplazando los valores de las fuerzas calculadas anteriormente, en la fórmula 4, obtenemos:

$$F = F_0 + F_m + F_h$$

$$F = 33 [Kg] + 1,65 [Kg] + 2,6 [Kg] = 37.2 [Kg]$$

Cálculo de la potencia en régimen

La potencia en régimen que tendrá el sistema se calcula con la siguiente fórmula, adoptamos un rendimiento de 0,88 para el sistema en general:

$$N = \frac{F [Kg] * v \left[\frac{m}{s} \right]}{75 \left[\frac{kg * m}{CV * s} \right] * 0,88} = \frac{37.2 [Kg] * 0,8 \left[\frac{m}{s} \right]}{75 \left[\frac{kg * m}{CV * s} \right] * 0,88} = 0,45 [CV]$$

Cálculo de la potencia adicional

A continuación, se calcula una potencia adicional, ya que se debe considerar la demanda de potencia del sistema, ya sea en el arranque, sobrecargas, arranque cargado, atoramientos, etc.

Esta potencia se obtiene de multiplicar la potencia de régimen por tres factores:

$$N_a = N * K_a * K_d * K_i \quad (6)$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 95 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Donde:

- K_a : coeficiente de inercia.
- K_d : coeficiente de rozamiento estático;
- K_i : coeficiente de accionamiento.

Cálculo del coeficiente K_a

Este coeficiente tiene en cuenta las fuerzas de inercia, como consecuencia de la aceleración desde el reposo hasta alcanzar su estado de régimen. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_a = \frac{N + N_i}{N} \quad (7)$$

Donde:

- N es la potencia de régimen;
- N_i es la potencia de inercia.

A su vez, la potencia de inercia se calcula por medio de:

$$N_i = \frac{m * v^2}{75 * \eta * t} \quad (8)$$

Donde m es la masa total que se debe poner en movimiento, y se calcula según:

$$m = \frac{q_s * l}{g} + \frac{q_m * L}{g}$$

Donde:

- l : es la longitud total de la cinta;
- g : es la aceleración gravitacional.

A su vez, el largo tolvá de la cinta se calcula como dos veces la distancia entre los tambores más un 5% de dicha longitud, por lo que:

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 96 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

$$l = 2 * L + 0,05 * L = 2 * 5,5[m] + 0,05 * 5,5[m] = 11,27[m]$$

Por lo tanto, la masa que la cinta debe poner en movimiento es:

$$m = \frac{20 \left[\frac{Kg}{m} \right] * 11,27[m]}{9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]} + \frac{1 \left[\frac{Kg}{m} \right] * 5,5 [m]}{9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]} = 23,56 [Kg]$$

El tiempo (t), que demora la cinta en adquirir la velocidad de régimen, se obtiene de realizar el cociente entre la velocidad nominal de transporte del material y la aceleración a . Por ser un ejercicio práctico, adoptamos una aceleración de $0,3 \left[\frac{m}{s^2} \right]$.

$$t = \frac{v}{a} = \frac{0,8 \left[\frac{m}{s} \right]}{0,3 \left[\frac{m}{s^2} \right]} = 2,6[s]$$

De acuerdo con lo calculado, reemplazando en la fórmula (8), resulta:

$$N_i = \frac{20 [Kg] * \left(0,8 \left[\frac{m}{s} \right] \right)^2}{75 \left[\frac{kg * m}{CV * s} \right] * 0,88 * 2,6 [s]} = 0,074 [CV]$$

Una vez que determinamos la potencia de inercia, podemos hallar el coeficiente K_a reemplazando los valores en la fórmula (7):

$$K_a = \frac{0,45 [CV] + 0,074 [CV]}{0,45 [CV]} = 1,16$$

Cálculo del coeficiente K_a

Este coeficiente tiene en cuenta la relación entre los coeficientes de rozamiento estático y dinámico, que, a su vez, son proporcionales a la fuerza de arranque (F_{arr}) y a la fuerza en régimen (F_{reg}).

$$K_d = F_{arr}/F_{reg} \quad (9)$$

La fuerza de arranque se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$F_{arr} = 1,5 * (F_0 + F_m) + F_h$$

$$F_{arr} = 1,5 * (33 [Kg] + 1,65 [Kg]) + 2,6 [Kg] = 55,8 [Kg]$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 97 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	--------------------------------

Reemplazando en (9) los valores obtenidos;

$$K_d = \frac{55.8}{37.2} = 1,5$$

Cálculo del coeficiente K_i

Este coeficiente tiene en cuenta el tipo de motor de accionamiento, el cual tiene un rango 1 a 1.2 para motores eléctricos, por lo que adoptamos; $K_i = 1,1$

Ahora que hemos determinado los coeficientes, podemos calcular la potencia de arranque. Reemplazando en la fórmula (6)

$$N_a = N * K_a * K_d * K_i$$

$$N_a = 0,45 [CV] * 1,16 * 1,5 * 1,1 = 0,86 [CV] = 0,85 HP$$

Por lo tanto, se necesita de un motorreductor de 1HP

Resumen

En base a los cálculos antes realizados se pudieron obtener las dimensiones y características generales de cada elemento que componen a la cinta transportadora, a continuación, se esquematiza la misma en su conjunto;

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 98 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------



Fig. MC - 43: Cinta transportadora (Fuente: Propia)

En los planos adjuntos en el “*Anexo E - Planos*” se especifican las características principales a cumplir por la metalúrgica encargada de su fabricación.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 99 de 152
---	----------------	----------------	-------------------------

5. Cálculos Gestión eléctrica

5.1. Determinación de la demanda

Para llevar a cabo el estudio eléctrico de una instalación, resulta fundamental considerar en primer lugar la demanda eléctrica específica de la empresa. Este aspecto engloba la evaluación minuciosa de cada una de las cargas instaladas en el lugar.

Para realizar este proceso de manera adecuada, se deben tener en cuenta diversos factores que tienen un impacto directo en la potencia total que será solicitada a la empresa proveedora de energía eléctrica. El factor de utilización (F_u) y factor de carga (F_c) tienen en cuenta el grado de utilización y de demanda eléctrica que es aplicado a las cargas puntuales. El último factor (Factor de simultaneidad F_s), tiene en cuenta la simultaneidad de las cargas este difiere en cada nivel de la instalación. A continuación, se explica en detalle cada uno de los factores:

Factor de utilización máxima (F_u)

Bajo condiciones normales de operación, es común que el consumo de potencia de una carga sea menor que la indicada como potencia nominal. El Factor de Utilización se refiere a la proporción de la capacidad total de un sistema eléctrico que se utiliza para realizar un trabajo útil o entregar energía a cargas reales. En otras palabras, es la relación entre la carga real o efectiva que está siendo alimentada por el sistema y la capacidad máxima de dicho sistema. Este factor puede variar en función de la demanda y la carga conectada en un momento dado. El mismo se le debe aplicar a cada carga individual, con especial atención a los motores eléctricos ya que rara vez funcionan con carga completa.

Para instalaciones industriales:

$F_u = 0,80$ en motores

$F_u = 1$ en iluminación

Para circuitos de tomas de corriente, el factor depende totalmente del tipo de aplicación por lo que la evaluación se debe hacer para cada caso en particular.

Factor de carga (F_c)

Este factor, por otro lado, se refiere a la relación entre la carga real promedio (o la demanda real promedio) y la capacidad máxima del sistema en un periodo de tiempo específico,

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 100 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

generalmente en un intervalo de tiempo más largo, como un día, una semana o un mes. Este factor también debe ser aplicado a cada carga individual, con especial atención a los motores eléctricos ya que rara vez funcionan con carga completa.

Factor de simultaneidad (Fs)

En la práctica, no es común que se dé un funcionamiento simultaneo de todas las cargas instaladas, es decir que siempre existe un cierto grado de variabilidad de las cargas que se encuentran en funcionamiento. Este hecho se tiene en cuenta estimando un factor de simultaneidad (Fs).

El factor Fs se aplica a cada grupo de cargas ya sean sectoriales, tableros secundarios o tableros principales.

Demanda máxima de potencia simultanea (DMPS)

Para determinar este valor se realizó el relevamiento en el lugar (Sección 1 – Relevamiento eléctrico), examinando detalladamente cada uno de los consumos instalados. Además, se evaluó la distribución de las cargas en los diferentes sectores y se identificaron los motores que funcionan en simultaneo normalmente. Se tuvieron en cuenta criterios adquiridos a partir de la experiencia en instalaciones eléctricas.

Con todos estos datos relevados se realizó una planilla donde se muestra la distribución de las cargas en cada uno de los sectores de la industria, la potencia instalada y la demanda máxima de potencia aplicando los distintos factores nombrados anteriormente. *Ver Planilla 1 - Anexo F*

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 101 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

5.2. Instalación eléctrica del aserradero en la actualidad

En la actualidad, el aserradero cuenta con una potencia instalada total de 488kW, considerando los factores mencionados en el apartado anterior y mostrados en la planilla de cargas, se obtiene una demanda máxima de potencia total de alrededor de 180kVA.

El diagrama unifilar básico de la empresa en la actualidad es el que se muestra a continuación

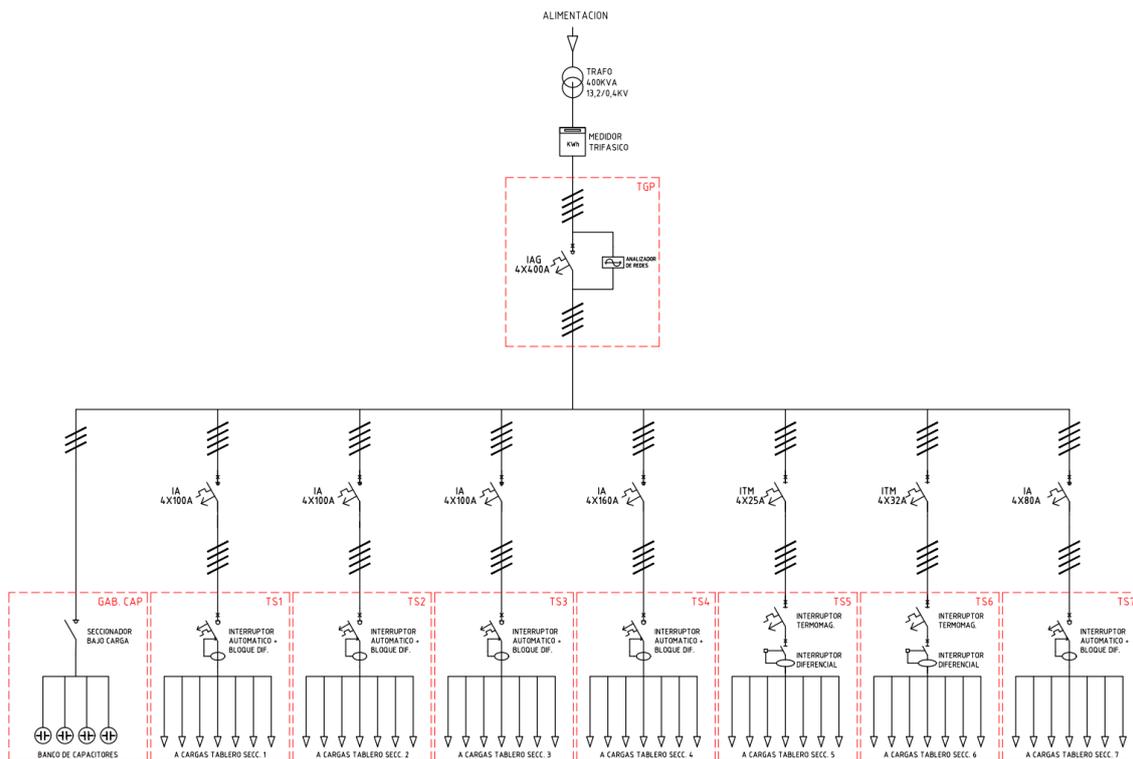


Fig. MC - 44: Diagrama Unifilar Instalación eléctrica actual (Fuente: Propia)

El aserradero cuenta con una Sala de Tableros ubicada en el sector de producción de tablas, acá llega el conductor principal proveniente del transformador, el mismo llega de manera subterránea hasta un tablero principal con un interruptor automático general y un analizador de redes que permite tener un registro de la energía suministrada por la red, de aquí se divide la energía mediante el uso de barras de cobre hacia el tablero general de distribución ubicado en el mismo recinto, este cuenta con interruptores que permiten la conexión desde el tablero principal a los tableros seccionales de las distintas áreas de trabajo.

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 102 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

En la planilla de cargas *Ver Planilla 1 - Anexo F* se muestran los distintos tableros seccionales que dan alimentación en la actualidad a todas las cargas y ya se encuentran funcionando.

5.3. Instalación eléctrica propuesta

Recordando lo detallado en el apartado “Solución Propuesta” de la Ingeniería Básica, mediante la generación eléctrica producida en la planta generadora, se alimentará el tablero seccional 1 (TS1)

A la planilla de cargas mostrada en el anexo F, se le agregan las cargas propias de la planta generadora (*Planilla 2 – Anexo F*). A gran escala, el diagrama básico de la instalación que tendremos es el siguiente:

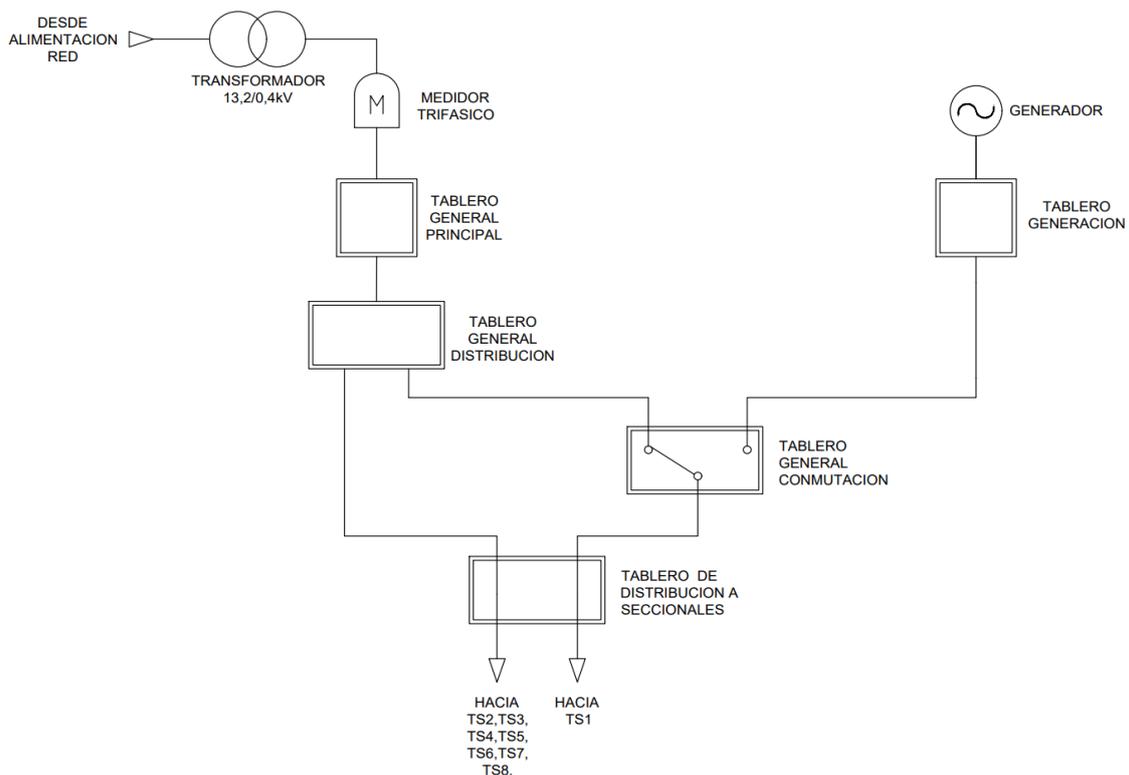


Fig. MC - 45: Diagrama de la instalación propuesta (Fuente: Propia)

Dentro de la sala de tableros existente, irán los siguientes tableros:

- Tablero General Principal TGP (Existente)
- Tablero General Distribución TGD

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 103 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

- Tablero General Conmutación TGC
- Tablero de Distribución a Seccionales TDS (Existente)

En la siguiente imagen, se muestra el diagrama unifilar de la instalación eléctrica propuesta. En este se puede ver que la alimentación principal no será modificada y la alimentación de todos los tableros seccionales (mediante el tablero TDS) será realizada desde un nuevo tablero (TGD).

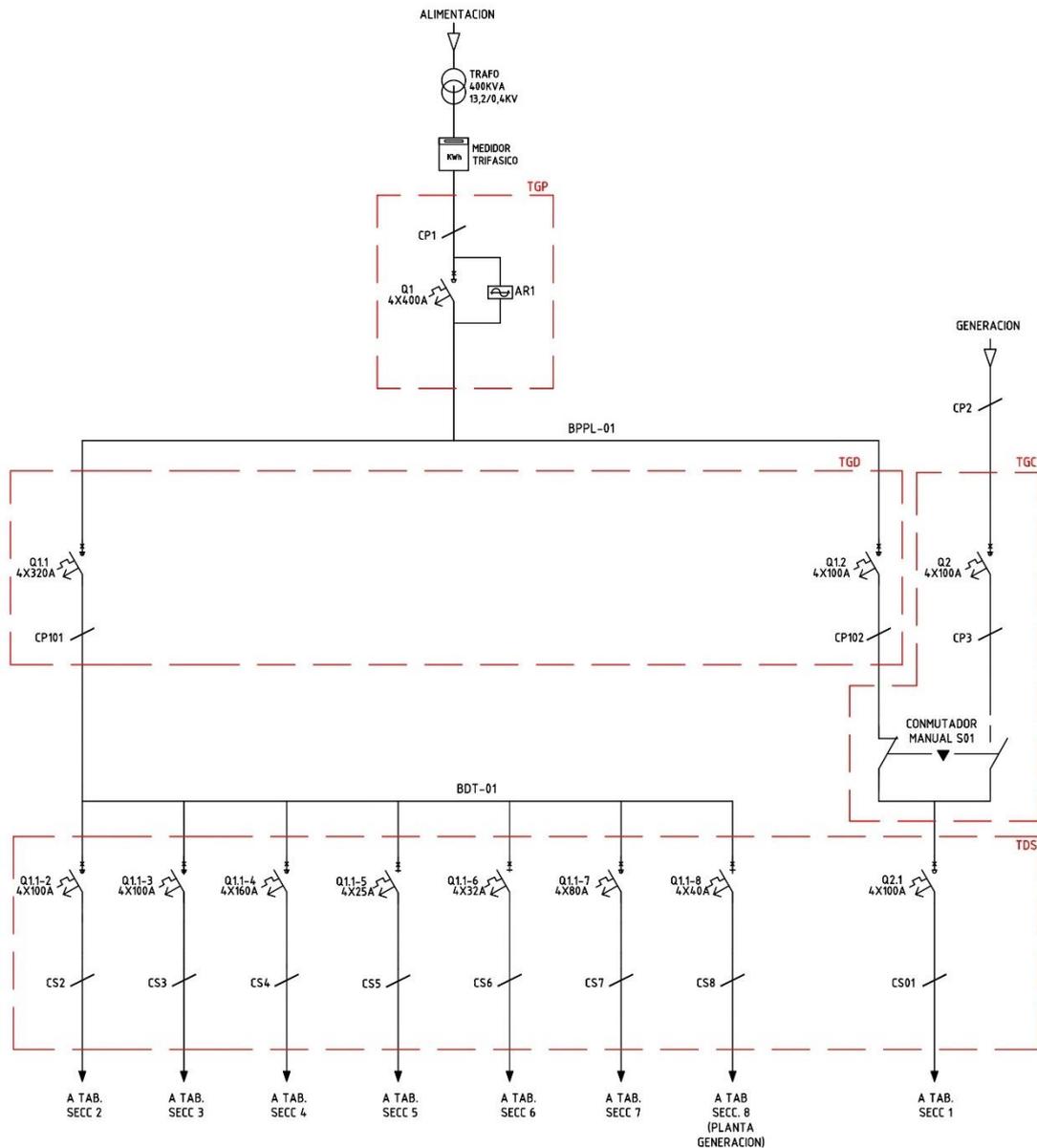


Fig. MC - 46: Diagrama Unifilar Instalación propuesta (Fuente: Propia)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 104 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

Por otro lado, también se muestra dentro del diagrama unifilar, la energía proveniente de la generación y que, a través de un interruptor de corte automático (QG), llega hasta el tablero TGC.

A continuación, se muestra en detalle cada uno de los tableros nombrados anteriormente y se muestra un plano topográfico de los mismos

Tablero General Principal (TGP)

Este tablero es el encargado de recibir la alimentación desde la red eléctrica externa brindada por la empresa prestadora de electricidad desde el transformador de tensión y dar alimentación al resto de tableros de la empresa. Este ya es existente y se ve tal cual la foto que se muestra a continuación. Por lo tanto, no se harán modificaciones, exceptuando la colocación del juego de barras que permiten la conexión con el tablero aledaño

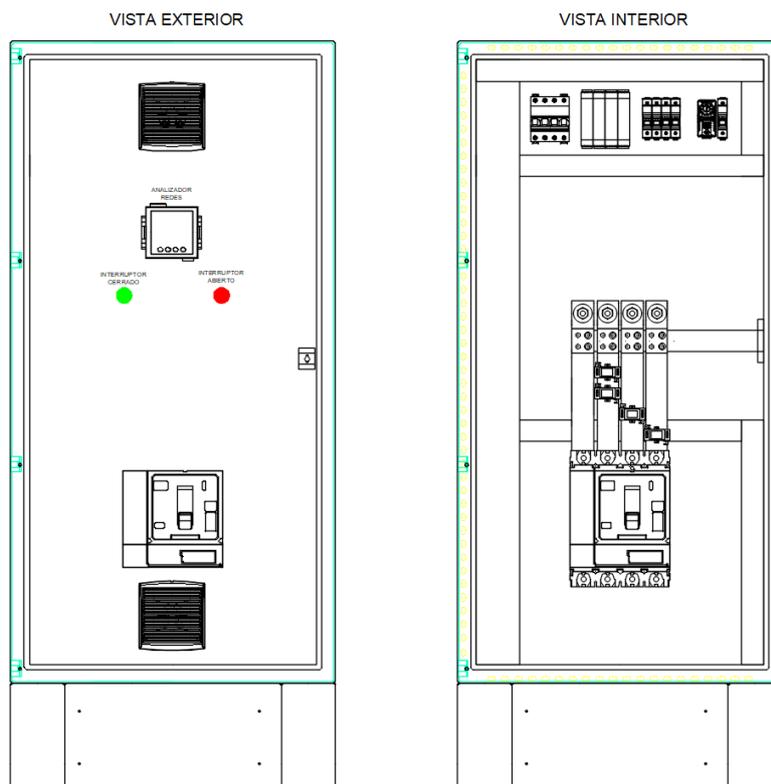


Fig. MC - 47: Topográfico Tablero General Principal TGP (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 105 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Como se puede ver en la imagen, este tablero cuenta con un analizador de redes que, a partir de las medidas de tensiones y corrientes en el punto que se quiere controlar, nos ofrece múltiples parámetros como, por ejemplo, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, consumo, etc.

Además, cuenta con un descargador de sobretensiones y los accesorios necesarios para la ventilación del gabinete

Tablero General de Distribución (TGD)

Este será el encargado de recibir la corriente desde el tablero general principal (TGP) y distribuirla por un lado al tablero TDS y por otro lado al TGC mediante el uso de barras de cobre rígidas y flexibles.

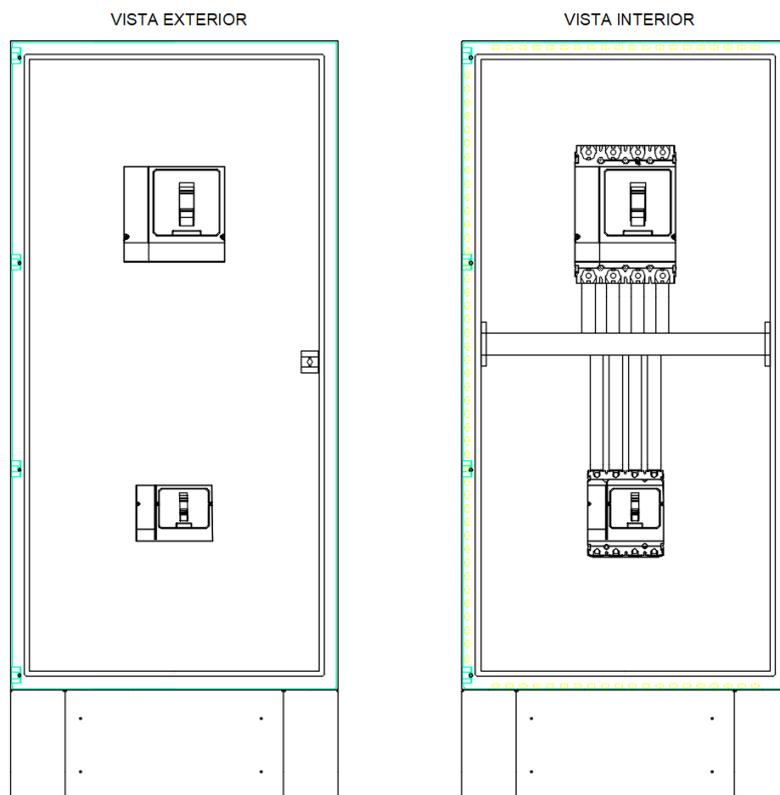


Fig. MC - 48: Topográfico Tablero General de Distribución TGD (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 106 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Tablero General de Conmutación (TGC)

Este tablero desempeña dos funciones fundamentales. En primer lugar, a este llega la corriente generada en la planta de generación desde el tablero (TGEN) ubicado en la misma (el cual es incluido dentro del pack Turbina-Generador). Por otro lado, aquí se puede realizar la conmutación para seleccionar si las cargas del tablero seccional TS1 serán alimentadas desde el generador o directamente desde la red en caso de que la generación se encuentre interrumpida por algún motivo.

Para aprovechar el espacio disponible dentro de este gabinete, se incorporará un Transformador de 220 a 24Vca. Esto proporcionará una salida de baja tensión utilizable para los indicadores luminosos que podrá ser también utilizada a futuro para colocar otro tipo de elementos que requieran esta tensión.

Además, se incluirán los accesorios necesarios para garantizar una adecuada ventilación del tablero, es decir, ventilador, rejilla y termostato.

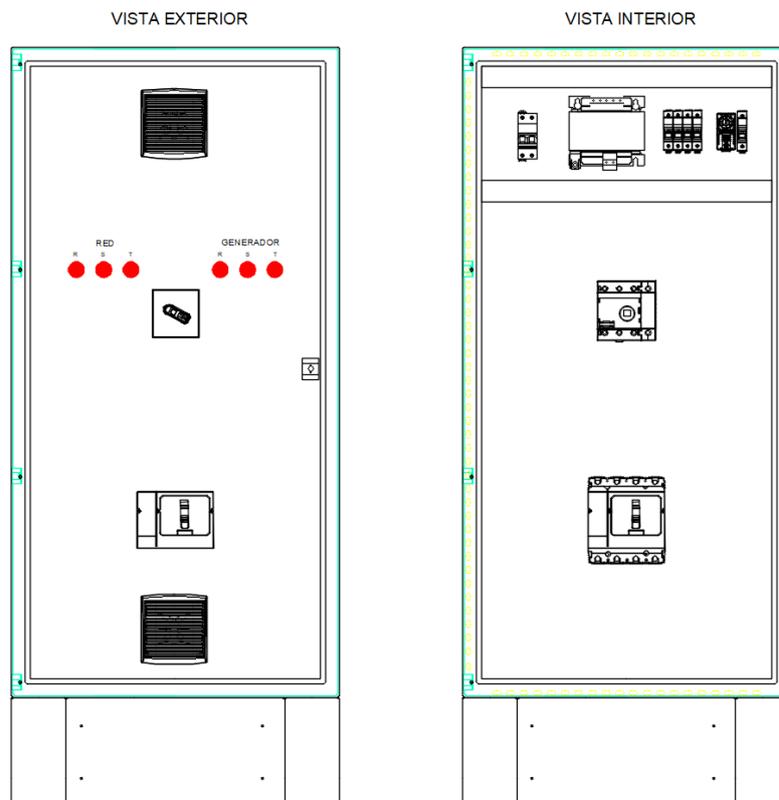


Fig. MC - 49: Topográfico Tablero General de Conmutación TGC (Fuente: Propia)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 107 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

Tablero de Distribución a Seccionales (TDS)

Este es el encargado de realizar la distribución desde los tableros antes nombrados a cada uno de los tableros seccionales de los distintos sectores del aserradero. Como se dijo anteriormente, este tablero ya existe con todos los interruptores mostrados, solo se deberá agregar el interruptor Q1.1-8, encargado de proteger la línea que alimenta el tablero seccional TS8 (Tablero de alimentación de cargas en planta generadora). Además de esto, se le agrega la barra de distribución BDT ya que, al momento del relevamiento, todos estos interruptores se alimentaban directamente desde el interruptor principal Q1

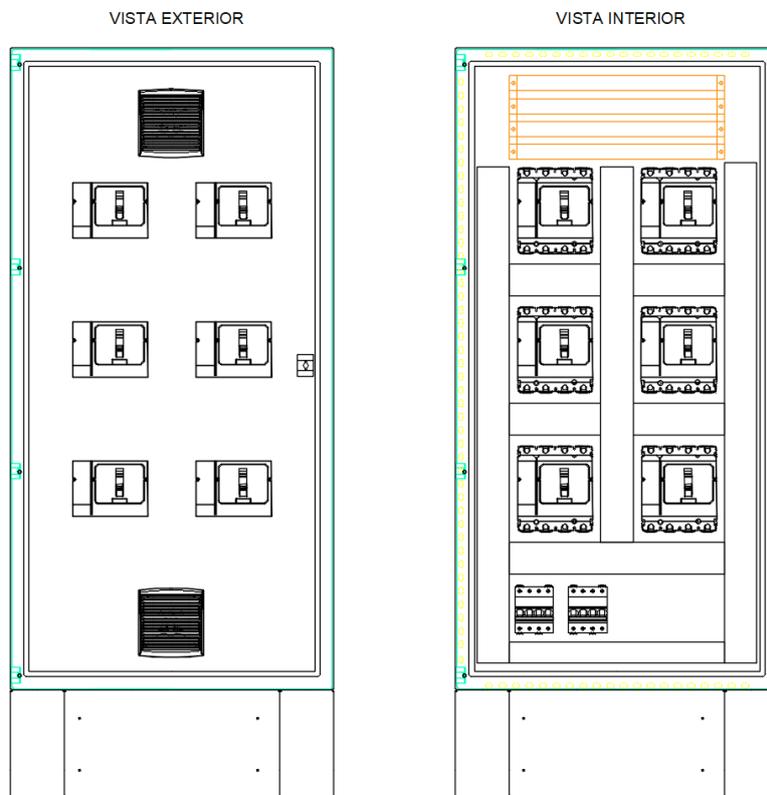


Fig. MC - 50: Topográfico Tablero de Distribución a Seccionales TDS (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 108 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Tablero Seccional Planta Generadora (TS8)

Este tablero se instalará en la planta generadora y es el encargado de la alimentación, protección y comando de cada uno de los equipos que forman parte del sector, entre ellos, rosca transportadora, cinta, alimentador, bombas, torre de enfriamiento, etc.

Mas adelante se verá en detalle cada uno de los elementos necesarios dentro de este tablero

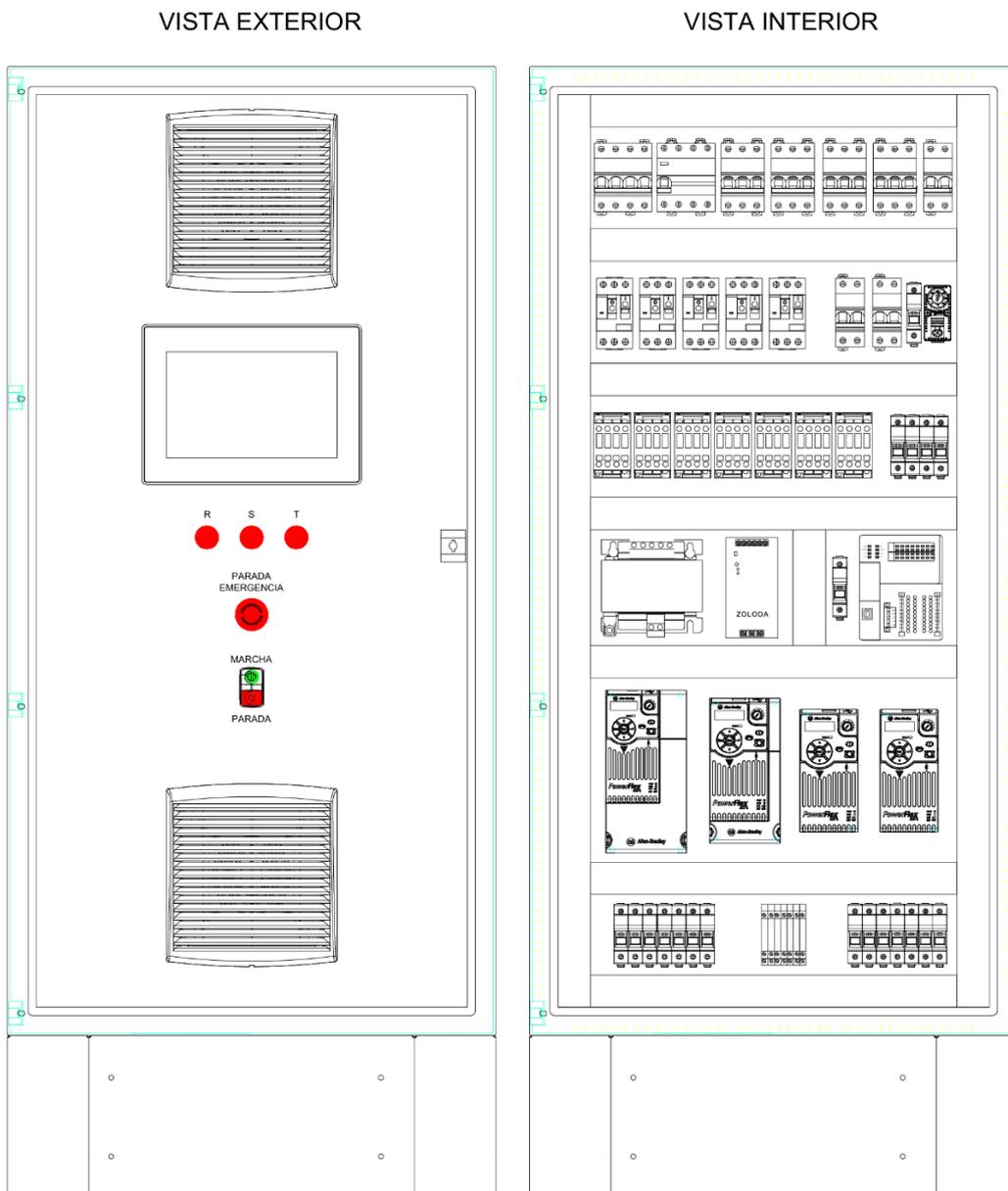


Fig. MC - 51: Topográfico Tablero Seccional Planta Generadora TS8 (Fuente: Propia)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 109 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

5.4. Disposición de Tableros

Tableros Generales

Los Tableros TGP, TGD, TGC y TDS estarán ubicados en la Sala de Tableros antes mencionada, con el fin de utilizar el espacio existente sin tener que realizar una nueva conexión desde el transformador hasta el gabinete principal y desde los tableros de distribución hasta los tableros seccionales.

Se reutilizarán el TGP y el TDS modificando y agregando algunos elementos, permitiendo un ahorro importante en materiales para la obra eléctrica

Tableros Seccionales

Los Tableros Seccionales (TS) ya se encuentran distribuidos a través de todo el aserradero de la manera como se mostró en la planilla de cargas. Estos se ubican en función del consumo y su accesibilidad, de tal forma que facilite el accionamiento de los elementos de maniobra y protección, no debiendo interponerse obstáculos que dificulten su acceso. Se deberá agregar un solo tablero seccional que permita la alimentación de la planta generadora de energía (TS8). La distribución dentro de la planta generadora se muestra en **Anexo E – Planos**.

5.5. Embarrados

Embarrados principales (BPPL)

El embarrado principal consta del juego de barras que permite la vinculación desde el interruptor general de la instalación Q1 hacia los dos interruptores que forman parte del Tablero General de Distribución (Q1.1 y Q1.2). Las barras deben seleccionarse para una corriente nominal no inferior a la de la línea de alimentación y para un valor de corriente de corto circuito, no inferior al valor eficaz de la corriente de falla máxima en el lugar de la instalación. La disposición de las barras deberá ser N, R, S, T, del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, mirando desde el frente del tablero. Las derivaciones de las barras deberán efectuarse mediante grapas, bornes o terminales apropiados, evitando el contacto de materiales que produzcan corrosión electroquímica.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 110 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Dimensionamiento de las barras

- *Corriente en régimen permanente*

El embarrado deberá estar dimensionado para una corriente superior al calibre de protección del interruptor general tal que:

$$I_{proteccion} \leq I_{barras}$$

$$400A \leq I_{barras}$$

De la norma DIN 43-671 Ref. [1.18], se extrae la siguiente tabla

Anchura x espesor mm	Sección mm ²	Peso ¹⁾	Material ²⁾	Intensidad en régimen permanente, en A			
				Corriente alterna hasta 60 Hz		Corriente continua + corriente alterna 16 Hz	
				Barra desnuda	Barra pintada	Barra desnuda	Barra pintada
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F30	108	123	108	123
15 x 2	29,5	0,262		128	148	128	148
15 x 3	44,5	0,396		162	187	162	187
20 x 2	39,5	0,351		162	189	162	189
20 x 3	59,5	0,529		204	237	204	237
20 x 5	99,1	0,882		274	319	274	320
20 x 10	199,0	1,770		427	497	428	499
25 x 3	74,5	0,663		245	287	245	287
25 x 5	124,0	1,110		327	384	327	384
30 x 3	89,5	0,796		285	337	286	337
30 x 5	149,0	1,330		379	447	380	448
30 x 10	299,0	2,660		573	676	579	683
40 x 3	119,0	1,060		366	435	367	436
40 x 5	199,0	1,770		482	573	484	576
40 x 10	399,0	3,550		715	850	728	865
50 x 5	249,0	2,220		583	697	588	703
50 x 10	499,0	4,440		852	1020	875	1050
60 x 5	299,0	2,660		688	826	696	836
60 x 10	599,0	5,330		985	1180	1020	1230
80 x 5	399,0	3,550		885	1070	902	1090
80 x 10	799,0	7,110	1240	1500	1310	1590	
100 x 10	999,0	8,890	1490	1810	1600	1940	

¹⁾ Calculado con una densidad de 8,9 kg/dm³

²⁾ Base de referencia para los valores de la intensidad (valores tomados de la norma DIN 43 671)

Tabla MC - 34: Corrientes en régimen permanente para barras conductoras (Fuente: Ref. [1.18])

Se puede observar que el embarrado puede estar compuesto por diferentes medidas que verifican la corriente en régimen permanente de la instalación.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 111 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

El criterio de selección implica un sobredimensionamiento del embarrado para hacer frente a las solicitaciones mecánicas y obtener una sección accesible en el mercado, a su vez, permitiendo una conexión sencilla.

Se preseleccionan barras desnudas de 40x5 mm para una corriente en régimen permanente de 482A.

- *Corrección por factor K2*

Según *Ref. [1.18]*, se utiliza la siguiente expresión para la corrección por temperatura.

$$I_{N85^{\circ}C} = I_{N65^{\circ}C} \cdot k_2$$

A través del diagrama de factor de corrección dado por la norma se determina el mismo. Para secciones rectangulares indica un valor $k_2 = 1,29$, con una temperatura ambiente de 35 °C y una temperatura de barras de 85 °C

$$I_{N85^{\circ}C} = 482A \cdot 1,29$$

$$I_{N85^{\circ}C} = 621,78A$$

Al utilizar esta sección de barras se obtienen los siguientes valores en conjunto

$$I_{proteccion} \leq I_{N65^{\circ}C} \leq I_{N85^{\circ}C}$$

$$400A \leq 482A \leq 621,78A$$

Por lo tanto, se utilizará un embarrado de 40x5mm (N, R, S, T)

Para la conexión desde este juego de barras a los interruptores del Tablero General de Distribución TGD se utilizarán barras flexibles de cobre que también forman parte del embarrado principal.

Estas barras se seleccionan para una corriente nominal superior a la de los interruptores automáticos Q1.1 y Q1.2 para una temperatura de 50°C

Se seleccionan las barras de la empresa Genrod con un ancho de 24mm y un espesor de 1mm. Con una corriente máxima admisible de 373A. Estas serán utilizadas para ambos interruptores.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 112 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Para anclar las barras a los gabinetes, se utilizarán soportes para barras tipo peine del mismo fabricante. Estos están diseñados para ser fijados directamente a la estructura de los gabinetes modulares S97.

Embarrado de distribución a seccionales (BDT-01)

Las barras de distribución permitirán realizar la conexión desde el conductor que viene desde el interruptor Q1.1 en el tablero general de distribución (TGD) a cada uno de los interruptores ubicados dentro del tablero de distribución a seccionales (TDS). De esta manera, las conexiones serán de manera más ordenada y segura. Se utilizarán barras de distribución de la empresa ELENT SRL. Las barras de cobre estañadas están configuradas a 45° para lograr un mejor aprovechamiento del espacio en el tablero. A demás poseen una tapa de policarbonato para lograr una protección contra contactos involuntarios contra las partes bajo tensión. Los puntos de conexión se realizan por medio de tornillos de cabeza fijadora.

En este caso, las barras se seleccionan en base a la corriente nominal del interruptor de distribución a seccionales, es decir que será necesario que soporten una tensión mayor a 320A

Se utilizará el modelo 4 15 400A P de la marca antes nombrada. Su código indica que el distribuidor está compuesto por 4 barras con 15 conexiones cada una, soportando en total hasta 400 amperes y siendo el modelo Profesional, en el cual los puntos de conexión se realizan por medio de tornillos de cabeza cilíndrica Allen, provistos de arandelas Grower y Plana.

5.6. Canalizaciones (Disposición de conductores)

En cuanto a la línea desde el transformador hasta el tablero general principal (TGP), la conexión ya está hecha con conductores subterráneos directamente enterrados. Este conductor será calculado en la siguiente sección para verificar que su corriente admisible sea mayor a la corriente calculada al sumar los consumos actuales del aserradero y los agregados de la planta generadora

Por otra parte, la conexión desde el tablero de distribución a seccionales (TDS) hasta los mismos (exceptuando el TS8), ya se encuentra realizada utilizando bandejas portacables en cada una de estas conexiones, exceptuando la del tablero seccional correspondiente al taller de

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 113 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

mantenimiento (TS6), la cual está realizada con caños enterrados. Estos conductores también son calculados más adelante con el mismo motivo.

Los cableados a realizar comprenden entonces, la conexión desde el TDS hasta el tablero seccional de la planta generadora (TS8) y la línea que permite la conexión desde el generador (TG) hasta el tablero general de conmutación (TGC)

Para ambas conexiones, se utilizarán canalizaciones subterráneas entubadas debido a que la planta generadora se encuentra alejada de la sala de tableros y entre ambos recintos hay un sector destinado a la movilidad de maquinarias por lo cual no es factible realizar conexiones aéreas.

También se tuvo en cuenta la conexión interna entre los tableros TGD, TGC y TDS dentro de la sala de tableros.

5.7. Conductores

Selección de Conductores

La sección de conductor a adoptar para cada caso, será aquella que permita una corriente admisible máxima superior a la corriente de cálculo. La corriente de cada circuito se calcula con las siguientes expresiones:

Corriente trifásica:

$$I[A] = \frac{P[kW] * 1000}{\sqrt{3} * U[V] * \cos(\varphi)}$$

Corriente monofásica:

$$I[A] = \frac{P[kW] * 1000}{U[V] * \cos(\varphi)}$$

Según la reglamentación 90364 de la AEA, los conductores de las líneas seccionales deben dimensionarse para soportar una intensidad no menor al 125% de la intensidad nominal del motor de mayor potencia, sumada a la corriente nominal de los demás motores y cargas teniendo en cuenta el factor de simultaneidad correspondiente a cada uno. Además, las secciones obtenidas deben ser afectadas por los siguientes factores de corrección:

- Corrección por temperatura

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 114 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Cuando la temperatura ambiente es distinta a los 40° C, las intensidades admisibles de los conductores se deben multiplicar por un factor de corrección que tenga en cuenta el salto térmico. Los factores de corrección por distinta temperatura ambiente se indican en la tabla 771.16.II.a de la reglamentación antes nombrada

Para el cálculo realizado se adopta como hipótesis que la temperatura de los conductores no superará los 40°C. Por lo cual al ser menor la temperatura de trabajo a la fijada por la norma, el conductor tendrá una mayor capacidad de transporte de corriente eléctrica.

- Corrección por agrupamiento

Es necesario aplicar un factor de corrección al considerar el calentamiento mutuo de los cables cuando varios circuitos convergen en una misma canalización (o cuando un solo circuito tiene múltiples conjuntos de cables en paralelo). Esto se debe a que la disipación de calor generado en los mismos se vuelve más difícil, esto implica una temperatura ambiente más elevada.

Por esta razón, deben utilizarse factores para modificar las intensidades admisibles de los conductores, los cuales se encuentran en la tabla 771.16.II.b de AEA

- Corrección por tipo de tendido

La corrección por tipo de tendido se lleva a cabo al momento de seleccionar el conductor del catálogo, ya que el mismo proporciona las corrientes admisibles para cada sección de conductor, teniendo en cuenta el tipo de instalación.

Si bien ya dijimos que la conexión desde el transformador hasta el tablero general ya está hecha, se realizara nuevamente el cálculo de sección del conductor de alimentación y se agregaran también las nuevas conexiones a realizar teniendo en cuenta además la conexión entre los distintos tableros de la sala de tableros.

En la siguiente tabla se resumen todos los conductores calculados a continuación con su código de parte asociado

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 115 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Codificación conductores		
Desde	Hasta	Codigo de Conductor
Alimentacion	TGP	CP1
TGD	TDS	CP101
TGD	TGC	CP102
TGEN	TGC	CP2
TGC	TDS	CP3
TDS	TS1	CS1
TDS	TS2	CS2
TDS	TS3	CS3
TDS	TS4	CS4
TDS	TS5	CS5
TDS	TS6	CS6
TDS	TS7	CS7
TDS	TS8	CS8

Tabla MC - 35: Codificación de conductores (Fuente: Propia)

Conductor Principal

Si bien este conductor ya se encuentra instalado y en funcionamiento, se realiza el cálculo de verificación ya que al aserradero se le agregan las cargas de la planta generadora y se deberá tener en cuenta que el conductor instalado en la actualidad deberá ser mínimamente el calculado

Conductor Principal							
Codigo Conductor	DMPS [kVA]	U [V]	I [A]	S [mm ²]	Iadm [A]	Fca	Iadm2 [A]
CP1	233,3	380	393,85	3x185+95	447	1	447

Tabla MC - 36 : Sección conductor principal (Fuente: Propia)

Para este tramo, se tuvo en cuenta un conductor Retenax Valio de la firma Prysmian construidos bajo la norma Iram 2178

Conductores de conexión entre tableros

Conductores de conexión entre gabinetes							
Codigo Conductor	DMPS [kVA]	U [V]	I [A]	S [mm ²]	Iadm [A]	Fca	Iadm2 [A]
CP101	187,02	380	315,72	3x150+70	377	1	377
CP102	52,35	380	88,38	3X35+16	118	1	118
CP2	52,35	380	88,38	3X35+16	118	1	118
CP3	52,35	380	88,38	3X35+16	118	1	118

Tabla MC - 37: Sección de conductores de conexión entre Tableros (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 116 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Estos conductores representan la conexión entre gabinetes, se debe tener en cuenta que la conexión entre TGP y TGD se realiza con barras de cobre antes calculadas. Por otro lado, la conexión desde el TGD al TDS se realiza con el conductor calculado en la tabla anterior (conductor CP101) y desde allí se utiliza una barra de distribución para llegar a cada uno de los interruptores del tablero de manera más prolija y segura

Conductores de alimentación a Tableros Seccionales

Conductores de circuitos seccionales							
Codigo Conductor	DMPS [kVA]	U [V]	I [A]	S [mm^2]	Iadm [A]	Fca	Iadm2 [A]
CS1	52,35	380	88,38	3X35+16	105	0,9	94,5
CS2	45,36	380	76,57	3x35+16	105	0,9	94,5
CS3	54,24	380	91,57	3x35+16	105	0,9	94,5
CS4	88,94	380	150,14	3x70+35	171	1	171
CS5	8,21	380	13,86	4x4	29	0,9	26,1
CS6	8,96	380	15,13	4x4	35	1	35
CS7	42,93	380	72,47	3X25+16	84	0,9	75,6
CS8	10,08	380	17,02	4x6	42	1	42

Tabla MC - 38: Sección de conductores de alimentación a Tableros Seccionales (Fuente: Propia)

Si bien ya se dijo que los tableros seccionales y las conexiones hasta los mismos (CS1 a CS7) no serán modificados, se realizó de todas formas el cálculo para verificar que los mismos estén instalados de manera correcta verificando que la corriente admisible sea mayor a la corriente nominal de cada circuito.

El CS8 es el único circuito seccional necesario a instalar ya que es el conductor que permite la alimentación general de todos los consumos de la planta generadora (alimentación de TS8).

Conductores terminales hacia consumos de planta generadora

Como se adelantó anteriormente, la distribución de la energía eléctrica interna en planta queda excluida de los alcances de este proyecto

5.8. Puesta a Tierra

En toda instalación eléctrica, la puesta a tierra es fundamental para garantizar la seguridad de las personas, proteger equipos y garantizar el funcionamiento estable de la instalación.

Dentro de las funciones de la puesta a tierra podemos detallar las siguientes:

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 117 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

- Seguridad: La puesta a tierra proporciona una derivación a tierra de las corrientes originadas por fallas, descargas atmosféricas o cortocircuitos, protegiendo equipos y personas.
- Limitación de sobretensiones: La puesta a tierra ayuda a disipar sobretensiones transitorias que pueden aparecer en la red debido a muchas causas. Estas sobretensiones pueden dañar equipos
- Estabilidad del sistema: La puesta a tierra ayuda a estabilizar el potencial eléctrico del sistema, esto reduce el riesgo de daños por corrientes inducidas o estáticas

Esquema de conexión a tierra TT

Este esquema de conexión es el reglamentario adoptado por la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA).

De acuerdo con las normativas, existen una serie de requisitos que deben cumplirse para que un sistema de puesta a tierra sea considerado como TT. A continuación, se detallan los mismos.

Este esquema tiene un punto del sistema de alimentación (conductor neutro) conectado directamente a tierra (tierra de servicio) por el proveedor de energía eléctrica, y la masa eléctrica de la instalación conectada a través de un conductor de protección llamado PE, a una toma de tierra (tierra de protección) eléctricamente independiente de la toma de tierra de servicio.

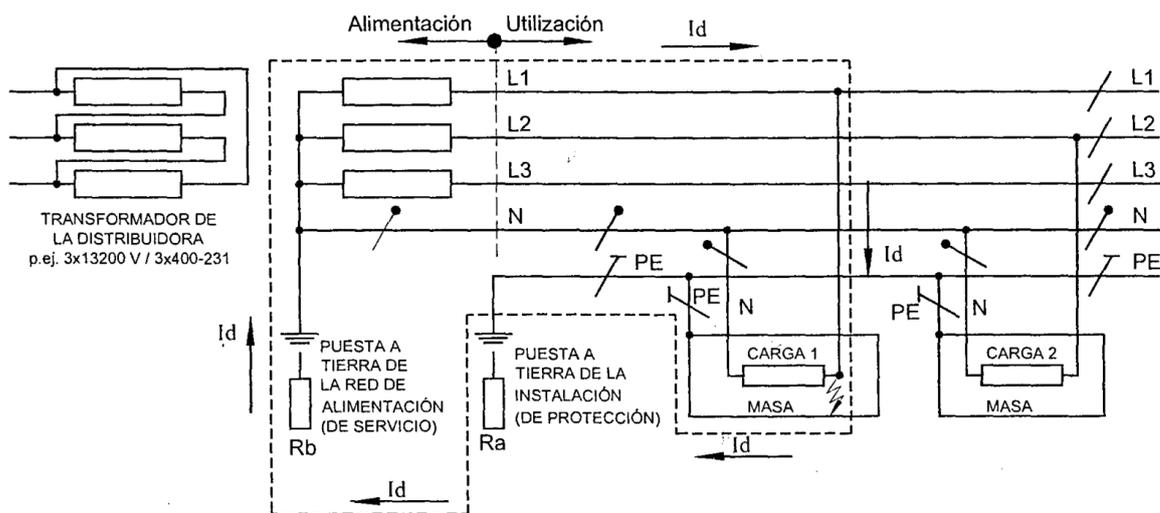


Fig. MC - 52: Esquema de Conexión a tierra TT (Fuente: AEA fig 771.3.a)

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 118 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

La tabla 771.3.1 de la AEA, dispone para para los diferentes valores de corriente diferencial asignada de disparo de los dispositivos diferenciales, el valor máximo de resistencia de la toma de tierra de las masas para que el potencial de dichas masas no sea superior en forma permanente a $U_L = 50 \text{ V}$ y a $U_L = 24 \text{ V}$ (La Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, a través de los Decretos Reglamentarios 351/79 y 911/96, establece la tensión límite de contacto U_L de 24 V, razón por la cual este valor es el adoptado por esta Reglamentación).

Para esta Sección de la Reglamentación se establece que el valor máximo permanente de la resistencia de puesta a tierra de protección debe ser menor o igual a 40Ω .

A esto, se le agregan las exigencias del Ente Provincial Regulador de la Energía (EPRE) que según su resolución N°206/08, exige una resistencia de puesta a tierra de protección menor a 10 ohm. Por lo tanto, se tomará como criterio, un valor de resistencia límite de 10 ohms.

La toma de tierra de la instalación deberá tener características de tierra independiente frente a la toma de servicio de la red de alimentación. Para cumplir con esta condición la toma de tierra de la instalación deberá situarse a una distancia mayor a diez veces el radio equivalente (Re) de la jabalina de mayor longitud.

El radio equivalente esta dado por la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{l}{\ln\left(\frac{l}{d}\right)}$$

Donde:

Re : Radio equivalente (m)

l : Longitud de la jabalina (m)

d : Diametro de la jabalina (m)

En la tabla 771.3.11 de la AEA, se muestran diámetros de jabalinas comerciales

Diseño de puesta a tierra

En nuestro caso, el aserradero ya cuenta con instalación de puesta a tierra mediante jabalinas interconectadas con conductores de cobre.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 119 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Cada uno de los tableros seccionales cuenta con barras de equipotencialidad (BEP) interconectadas a través de un conductor de cobre, estos conductores están canalizados a través de las bandejas que conducen a las líneas seccionales. A estas barras se conectan, por un lado, el conductor de protección de puesta a tierra conectado con la barra de puesta a tierra principal (BTP) y por otro lado, a los conductores de protección (PE), que pondrán a tierra las masas de los equipos eléctricos, tableros, bornes de tierra de los tomacorrientes y de las cajas, cañerías, bandejas portacables, etc.

Por lo tanto, la puesta a tierra a diseñar para este proyecto comprende:

- Selección de interruptor diferencial y jabalinas para planta generadora
- Conexión entre jabalinas, desde jabalinas a Barra de puesta a tierra de Tablero TS8, y desde este último punto a la puesta a tierra del aserradero
- Conexión desde Barra de puesta a tierra a equipos dentro del Tablero TS8

Selección de interruptor diferencial

Para la protección contra descargas por contacto directo o indirecto y peligros de incendios, será necesario la utilización de un interruptor diferencial en el tablero TS8, este tendrá una sensibilidad de 30mA

Selección de jabalinas

La instalación de puesta a tierra se realizará mediante jabalinas interconectadas con conductores de cobre, hincadas a una profundidad de 0,5 metros del nivel del suelo.

Las jabalinas a utilizar serán de cobre laminado con núcleo de acero de un diámetro de 12,7 mm y una longitud de 2 metros, construidas bajo norma IRAM 2309

La separación entre jabalinas se exige que sea como mínimo, el doble de la longitud de la jabalina más larga. En este caso, se adoptará una separación de 5 metros.

Selección de cámaras de inspección

Para indicar el sitio donde está enterrada cada jabalina y proteger el punto donde se realizarán las mediciones que se harán para comprobar la calidad de la puesta a tierra, se utilizarán cámaras de inspección con tapas removibles colocadas al nivel del suelo

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 120 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Selección de barra de puesta a tierra

Como se dijo antes, esta barra permite la conexión desde el conductor proveniente de las jabalinas a la puesta a tierra del aserradero y la conexión de cada uno de los elementos a proteger dentro del tablero TS8. Estas, al igual que las borneras de potencia y comando, irán colocadas dentro del ducto vertical contiguo al gabinete.

Selección de conductor de puesta a tierra y protección

La sección del conductor principal de puesta a tierra y el de protección se corresponderán a los valores mínimos reglamentados por la AEA en la tabla 771-C.11

Para la instalación se utilizará el conductor de protección Spe del mismo material y aislante que el conductor de línea, por lo cual tendrá la misma sección que el conductor de fase.

Para la interconexión de las jabalinas se adopta un conductor de protección Spat de acero-cobre desnudo, por lo que se tiene que cumplir con el siguiente requerimiento dado por la norma en cuanto a la sección mínima:

Conductor de línea $S \leq 16\text{mm}^2$

$$S_{pat} = \frac{k_1}{k_2} * S$$

Siguiendo el criterio del reglamento de la AEA, tenemos:

k_1 : 115 (*En conductores de cobre*)

k_2 : 56 (*En conductores de acero*)

Entonces tenemos:

$$S_{pat} = \frac{115}{56} * 6\text{mm}^2$$

$$S_{pat} = 12.32\text{mm}^2$$

Se selecciona el de menor diámetro disponible cumpliendo ampliamente con los requerimientos del mismo, es decir, de 16mm^2

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 121 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Este conductor será utilizado para la interconexión entre jabalinas y la conexión entre las barras equipotenciales de la planta generadora y las del aserradero.

Resistencia de propagación

Esta es la suma de las resistencias del electrodo metálico, entre el electrodo y la tierra, y la resistencia de la tierra, donde los últimos dos dependen de la forma geométrica del electrodo y la resistividad del terreno.

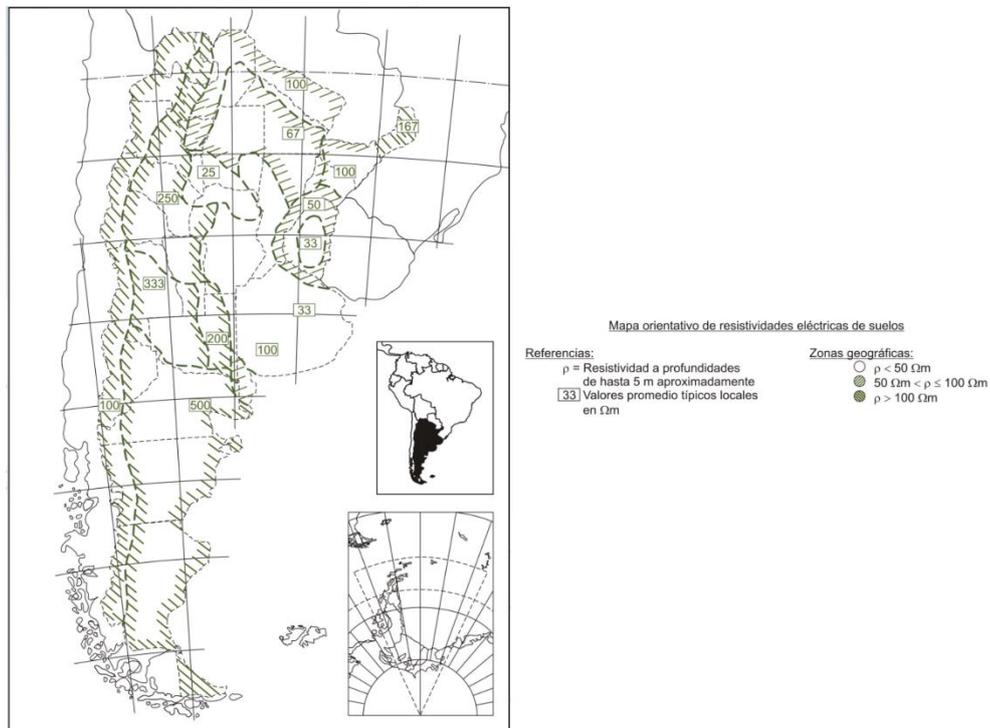


Fig. MC - 53: Resistividad del suelo en Argentina (Fuente: Ref.: Iram 2281)

Como se puede ver en la imagen, la resistividad del terreno para nuestra zona se establece en aproximadamente 33 ohm.

Cuando se utilizan jabalinas enterradas verticalmente, la resistencia de propagación se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 122 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} x \left(\ln \left(\frac{8l}{d} \right) - 1 \right)$$

Donde:

ρ : Resistividad del terreno (Ωm)

l : Longitud de la jabalina (m)

d : Diametro de la jabalina (m)

Con esto, reemplazamos:

$$R = \frac{33\Omega m}{2\pi * 2m} x \left(\ln \left(\frac{8 * 2m}{0,0127m} \right) - 1 \right)$$

$$R = 16,12 \Omega$$

Luego, se calcula la resistencia resultante de colocar 2 jabalinas en paralelo. En caso de no obtener un valor de resistencia acorde a lo requerido por la norma, se agregarán mas jabalinas en paralelo.

Colocando 2 jabalinas en paralelo se obtiene una resistencia tal que:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{16,12\Omega} + \frac{1}{16,12\Omega}}$$

$$R_{total} = 8,06\Omega$$

Como podemos ver, el valor de resistencia total, es menor a los 10 ohms establecido por la norma, por lo tanto, verifica con la colocación de 2 jabalinas en paralelo.

Cabe destacar que en el cálculo se despreció el aporte del conductor de interconexión entre las jabalinas, por lo que la resistencia real debería ser menor a la calculada anteriormente. Debido al gran número de variables involucradas en cálculo, el resultado puede diferir en la realidad, es por esto que se aconseja realizar una medición de resistencia de puesta a tierra una vez finalizada la obra.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 123 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

5.9. Protecciones

Corriente de carga máxima: Ib

Para circuitos terminales, esta corriente está dada por los kVA nominales de la carga. Para todos los circuitos aguas arriba, esta corriente está dada por los kVA que se deben suministrar teniendo en cuenta los factores de simultaneidad, carga y uso, F_s , F_c y F_u respectivamente.

Estos valores de corriente ya han sido calculados en la selección de conductores.

Corriente máxima permitida: Iz

Esta es la corriente máxima que los conductores del circuito pueden transportar indefinidamente sin reducir su vida útil. Esta corriente depende de varios parámetros para una sección concreta de conductores:

- Composición del cable y tipo de cableado (conductores de Cobre o Aluminio; tipo de aislamiento; número de conductores activos)
- Temperatura ambiente
- Método de instalación de los cables
- Influencia de otros circuitos vecinos

Intensidades máximas

Se produce una sobre intensidad cada vez que el valor de la corriente sobrepasa la corriente de carga máxima I_b para la carga en cuestión.

Para evitar daños permanentes en los conductores y en los equipos, se debe cortar este corriente tan rápido como permita la magnitud si la sobreintensidad se debe a un componente de carga defectuoso.

Las sobreintensidades con una duración relativamente corta, pueden aun así producirse durante el funcionamiento normal; se distinguen dos tipos de sobreintensidades:

- Sobrecargas: estas sobreintensidades pueden producirse debido a la conexión de cargas excesivas
- Corrientes de cortocircuito: estas corrientes derivan de defectos en el aislamiento entre los conductores en tensión o entre los conductores en tensión y la tierra

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 124 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Reglas Generales para selección

- Un elemento de protección funciona adecuadamente solo si su corriente nominal o de ajuste I_n es superior a la corriente de carga máxima I_b , pero inferior a la corriente máxima permitida I_z para el circuito. Esto se traduce en lo siguiente:

$$I_b < I_r < I_z$$

- El ajuste de la corriente de disparo I_2 “convencional” es inferior a $1,45 I_z$ que corresponde a la zona “b”.

Para un interruptor automático: $I_b < I_n < I_z$ y la corriente nominal de corte de cortocircuito $I_{ccb} > I_{cc}$, nivel de corriente de cortocircuito trifásico en el punto de instalación.

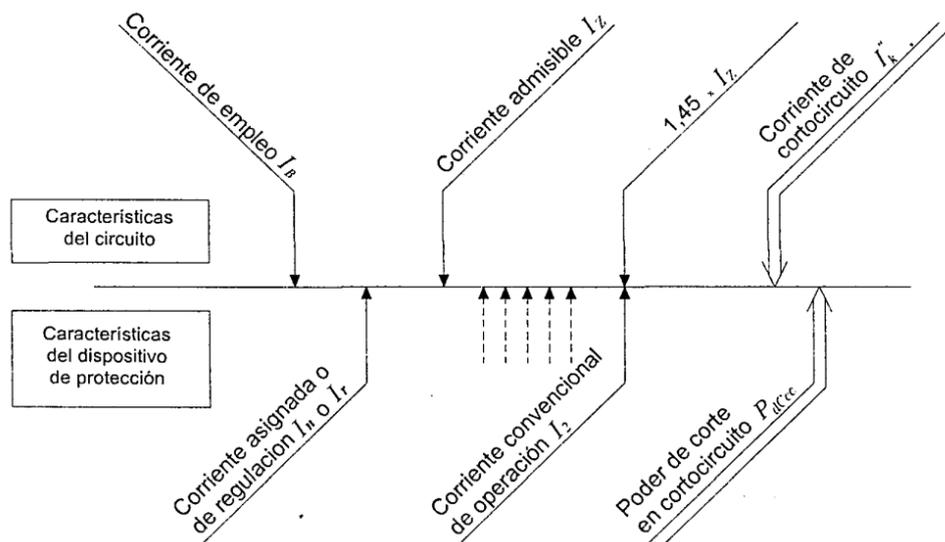


Fig. MC - 54: Reglas generales para selección de protecciones (Fuente: AEA 771.19.a)

Selección de Protecciones

Para la selección de las protecciones se deben tener en cuenta las corrientes de cortocircuito y se debe determinar el poder de cierre de los interruptores automáticos a instalar, además de definir los esfuerzos electrodinámicos que deberá soportar la instalación.

Para calcular la corriente de cortocircuito en cada punto de la instalación, se utiliza la siguiente ecuación:

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 125 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{\sum(R)^2 + \sum(X)^2}}$$

Donde R representa el total de las resistencias, aguas arriba del punto considerado, y de forma análoga, X lo hace con las reactancias.

Siguiendo las recomendaciones del catálogo *Ref. [2.10]*. Tenemos:

- **Red aguas arriba:**

La potencia de cortocircuito Pcc es un dato de la compañía prestadora de energía. Este valor se considera igual a 500MVA. Con este dato se obtiene la impedancia de la línea aguas arriba del transformador.

$$Z_1 = \frac{U^2}{P_{cc}} * \frac{(400V)^2}{500MVA}$$

$$Z_1 = 0.32m\Omega$$

Con el valor de la impedancia, determinamos la resistencia y la reactancia:

$$R_1 = Z_1 * \cos \varphi = 0,32m\Omega * 0,15 = 0,048m\Omega$$

$$X_1 = Z_1 * \sin \varphi = 0,32m\Omega * 0,98 = 0,3136m\Omega$$

- **Transformador:**

Para calcular la corriente de cortocircuito en bornes del tablero principal se debe considerar que el aserradero está alimentado directamente desde un transformador de distribución de 400 kVA 13,2/0.4 kV, con U_{cc}=4%

Entonces:

$$S_{trafo} = 400kVA$$

$$W_C : \text{Perdidas en el cobre} = 6000 W$$

$$R_2 = \frac{W_C * U^2 * 10^{-3}}{S^2} * \frac{6000 W * (400V)^2 * 10^{-3}}{(400kVA)^2} = 6m\Omega$$

$$Z_2 = \frac{U_{CC}}{100} * \frac{U^2}{S} = \frac{4}{100} * \frac{(400V)^2}{400kVA} = 16m\Omega$$

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 126 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

$$X_2 = \sqrt{(Z_2)^2 - (R_2)^2} = 14,83m\Omega$$

Con el valor de la impedancia, determinamos la resistencia y la reactancia:

$$R_2 = \frac{P_{krT}}{3 * I^2_{rT}} = \frac{P_{krT} * U^2_{rT}}{S^2_{rT}}$$
$$R_2 = \frac{6000W * (400V)^2}{(400000VA)^2}$$
$$R_2 = 6 m\Omega$$
$$X_2 = 14.83m\Omega$$

- **En conductores:**

Las resistencias y reactancias se obtienen del catálogo del fabricante, estas deben ser afectadas por la longitud de los tramos de conductores.

$$R_i = R_C \times L_S$$

$$X_i = X_C \times L_S$$

Donde:

R_i : Resistencia del tramo considerado

R_C : Resistencia propia del conductor

X_i : Reactancia del tramo considerado

X_C : Reactancia propia del conductor

L_S : Longitud del tramo considerado

Aquí se determinan las resistencias de los conductores desde la alimentación hasta el tablero TGP de la sala de tableros y desde el tablero TDS (también ubicado en la sala) hasta los tableros seccionales distribuidos en el aserradero, despreciando la resistencia de los conductores que se utilizan para hacer la interconexión entre tableros generales al tratarse de distancias muy cortas.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 127 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Resistencia de los conductores						
Circuito	Longitud[m]	S [mm ²]	Rc[Ω/km]	Xc[Ω/km]	Ri [mΩ]	Xi [mΩ]
CP1	68	3x185+95	0,126	0,0696	8,6	4,73
CP2	70	3X35+16	0,663	0,076	46,4	5,32
CS1	12	3X35+16	0,663	0,076	8,0	0,91
CS2	30	3x35+16	0,663	0,076	19,9	2,28
CS3	32	3X35+16	0,663	0,076	21,2	2,43
CS4	20	3x70+35	0,321	0,0736	6,4	1,47
CS5	25	4x4	5,92	0,0991	148,0	2,48
CS6	75	4x4	5,92	0,0991	444,0	7,43
CS7	25	3X25+16	0,933	0,078	23,3	1,95
CS8	70	4x6	3,95	0,0901	276,5	6,31

Tabla MC - 39: Calculo de resistencia de conductores (Fuente: Propia)

Entonces, aplicando la ecuación antes mencionada, la corriente de cortocircuito en cada caso será:

Corriente de cortocircuito	
Circuito	I _{cc} [kA]
CP1	9,360
CP101	14,162
CP102	14,162
CP2	4,101
CP3	14,162
CS1	10,840
CS2	7,391
CS3	7,119
CS4	18,463
CS5	1,489
CS6	0,513
CS7	6,795
CS8	0,815

Tabla MC - 40: Calculo de corrientes de cortocircuito (Fuente: Propia)

Ahora se calcula la corriente de choque, la cual representa el valor máximo de la cresta de corriente de cortocircuito, utilizando la siguiente ecuación:

$$I_s = \sqrt{2} \times \lambda \times I_{cc}$$

Cuando se produce un cortocircuito se origina una corriente inicial de cortocircuito cuya amplitud disminuye gradualmente hasta llegar al valor de corriente permanente de cortocircuito y se pueden producir dos casos:

Si el instante de producirse el corto, la f.e.m generada fuese máxima, la intensidad tiene forma **simétrica**, por otro lado, si en ese instante la f.e.m generada es distinta del valor máximo, la intensidad en los inicios tendrá forma **asimétrica** y amplitud mayor ya que la componente alterna

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 128 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

se superpone con una corriente unidireccional. La experiencia indica que la amplitud máxima de la corriente de cortocircuito asimétrica tiene un valor de 1,8 veces la amplitud de la corriente de cortocircuito simétrica.

Por lo tanto, el valor de λ lo tomaremos de 1,8.

A continuación, se muestran los valores de corriente de choque:

Corriente de choque	
Circuito	Is [kA]
CP1	23,828
CP101	36,051
CP102	36,051
CP2	10,440
CP3	36,051
CS1	27,594
CS2	18,814
CS3	18,123
CS4	47,000
CS5	3,791
CS6	1,305
CS7	17,298
CS8	2,075

Tabla MC - 41: Calculo de corrientes de choque (Fuente: Propia)

En la tabla mostrada a continuación se realiza un resumen de los datos más relevantes para la selección de las protecciones:

Resumen de Corrientes				
Circuito	Ib [A]	Iz [A]	Icc [kA]	Is [kA]
CP1	393,85	447,00	9,360	23,828
CP101	315,72	377,00	14,162	36,051
CP102	88,38	118,00	14,162	36,051
CP2	88,38	118,00	4,101	10,440
CP3	88,38	118,00	14,162	36,051
CS1	88,38	94,50	10,840	27,594
CS2	76,57	94,50	7,391	18,814
CS3	91,57	94,50	7,119	18,123
CS4	150,14	171,00	18,463	47,000
CS5	13,86	26,10	1,489	3,791
CS6	15,13	35,00	0,513	1,305
CS7	72,47	75,60	6,795	17,298
CS8	17,02	42,00	0,815	2,075

Tabla MC - 42: Resumen de corrientes calculadas (Fuente: Propia)

Se debe tener en cuenta que la corriente de ajuste (I_r) de la protección, debe ser mayor a la corriente de servicio (I_b) y menor a la corriente máxima que puede soportar la aislación de los

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 129 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

conductores (I_z). Además, se debe comprobar que el poder de corte de cada uno sea mayor a la corriente de cortocircuito (I_{cc}), y que el valor de ajuste de disparo por cortocircuito (I_{sd}) sea menor a la corriente de choque (I_s).

Como se mencionó en el apartado de Instalación de Puesta a Tierra, para garantizar la seguridad ante contactos indirectos mediante corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión máxima permitida en corriente alterna es de 24V (valor eficaz). Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidos por un dispositivo diferencial con una sensibilidad de como máximo 30mA. En nuestro caso, los tableros seccionales ya se encuentran instalados y en funcionamiento, por lo cual, cada uno cuenta con su dispositivo diferencial. Solo es necesaria la colocación de un dispositivo en el tablero seccional TS8

Las protecciones seleccionadas son las siguientes:

Interruptores Utilizados					
Circuito	Codigo Proteccion	In[A]	Poder de corte[kA]	Ir [A]	Isd[A]
CP1	Q1	400	36	400,00	3000,000
CP101	Q1.1	320	36	320,00	2850,000
CP102	Q1.2	100	36	100,00	800,000
CP2	QG	100	36	100,00	800,000
CP3	Q2	100	36	100,00	800,000
CS1	Q2.1	100	36	90,00	800,000
CS2	Q1.1-2	100	36	90,00	800,000
CS3	Q1.1-3	100	36	90,00	800,000
CS4	Q1.1-4	160	36	160,00	1250,000
CS5	Q1.1-5	25	25	25,00	-
CS6	Q1.1-6	32	25	25,00	-
CS7	Q1.1-7	80	36	75,00	640,000
CS8	Q1.1-8	40	36	40,00	500,000

Tabla MC - 43: Lista de Interruptores utilizados (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 130 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

5.10. Tablero de la Planta Generadora (TS8)

Con el propósito de brindar un desglose organizado y claro de la lógica de control de la planta de generación, se dimensiona un tablero de control de la caldera y equipos auxiliares del ciclo que cumpla con las solicitudes.

Consideraciones para Hardware y Software

Para la lógica cableada de las cargas mencionadas en Anexo F Planilla 2, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Motor de la tova (M-T-01)

- Funciona posterior a la habilitación del PLC, con un arranque directo.
- Se pondrá en marcha según el estado de un interruptor ubicado en la tolva del alimentador.
- Trabaja simultáneamente con el motor de la cinta transportadora.
- Deberá contar con una protección magneto térmica que proteja el motor.

Motor de la cinta transportadora (M-CT-01)

- Funciona posterior a la habilitación del PLC, con un arranque progresivo.
- Se pondrá en marcha según el estado de un interruptor ubicado en la tolva del alimentador.
- Inicia simultáneamente con el motor de la tolva de acopio.
- Deberá contar con protección magneto térmica.

Motor del alimentador (M-A-01)

- Tendrá una alimentación gradual mediante un variador de frecuencia.
- Se activa cuando el PLC brinde la señal, acorde a los parámetros censados en la caldera.
- Trabaja en conjunto con el motor del aire primario el cual arrastra el chip al interior.
- Deberá contar con seccionador tipo térmica para seccionar antes del variador de frecuencia.

Motor del forzador primario (M-A-02)

- Tendrá una velocidad gradual mediante un variador de frecuencia.
- Se activa cuando el PLC brinde la señal, acorde a los parámetros censados en la caldera.
- Deberá contar con seccionador tipo térmica para seccionar antes del variador de frecuencia.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 131 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Motor forzador secundario (M-B-01)

- Tendrá una velocidad gradual mediante un variador de frecuencia.
- Se activa cuando el PLC brinde la señal, acorde a los parámetros censados en la caldera.
- Deberá contar con seccionador tipo térmica para seccionar antes del variador de frecuencia.

Motores bomba de reposición (M-PR-01/02)

- Funciona posterior a la habilitación del PLC, con un arranque directo.
- Se activa mediante un sensor de nivel de la caldera.
- Trabaja una sola unidad y la otra quedará en back up.
- Deberá contar con protección magneto térmica.

Motor bomba de condensado (M-PC-01)

- Funciona posterior a la habilitación del PLC, con un arranque directo.
- Se activa mediante un sensor de nivel del condensador.
- Deberá contar con protección magneto térmica.

Motor bomba de torre de enfriamiento (M-PT-01)

- Tendrá una velocidad gradual mediante un variador de frecuencia.
- Se activa cuando el PLC brinde la señal, una vez puesta en marcha la planta y se ajustara acorde a los parámetros censados a la salida de la torre de enfriamiento.
- Deberá contar con seccionador tipo térmica para seccionar antes del variador de frecuencia.

Motor forzador torre de enfriamiento (M-TE-01)

- Funciona posterior a la habilitación del PLC, con un arranque directo.
- Se activa acorde a los parámetros censados a la salida de la turbina.
- Deberá contar con protección magneto térmica.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 132 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Esquema de potencia

La alimentación y protección de cada uno de los motores mostrados anteriormente se muestra en el siguiente esquema de potencia

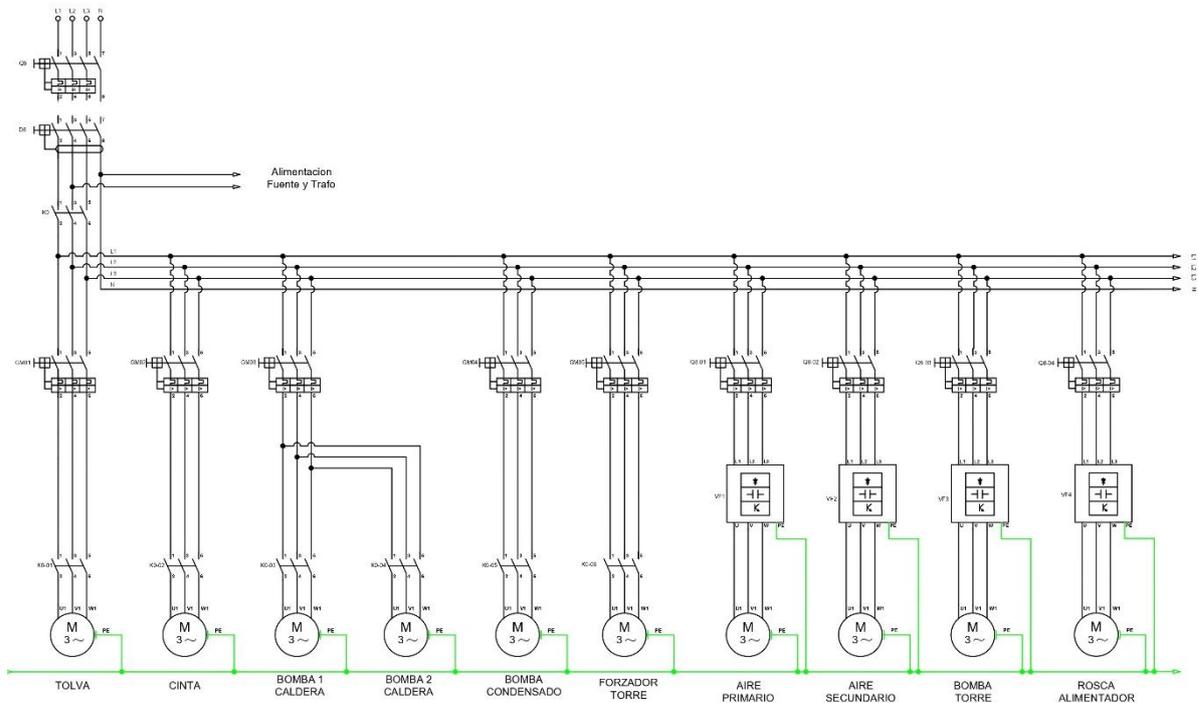


Fig. MC - 55: Diagrama de potencia Tablero TS8 (Fuente: Propia)

Se detalla a continuación, la lista de componentes correspondientes al tablero TS8, que alimenta y comanda cada carga de la planta generadora.

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 133 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

Componetes TS8	Codigo	Marca	Modelo	Funcion
Int. Termomagnetico	Q8	Schneider	A9F87432	Seccionador general tablero TS8
Int. Diferencial	D8	Schneider	A9R81440	Interrupctor diferencial general tablero TS8
Int. Termomagnetico	Q8-01	Schneider	A9F74304	Interrupctor 3P Variador de frecuencia del motor del V. aire prim.
Int. Termomagnetico	Q8-02	Schneider	A9F74310	Interrupctor 3P Variador de frecuencia del motor del V. aire sec.
Int. Termomagnetico	Q8-03	Schneider	A9F74310	Interrupctor 3P Variador de frecuencia del motor de bomba de TE
Int. Termomagnetico	Q8-04	Schneider	A9F74316	Interrupctor 3P Variador de frecuencia del motor de rosca alim.
Int. Termomagnetico	Q8-05	Schneider	A9F74210	Interrupctor 2P Trafo
Int. Termomagnetico	Q8-06	Schneider	A9F74210	Interrupctor 2P Fuente 24 V
Int. Termomagnetico	Q8-07	Schneider	A9F74210	Interrupctor 2P Termostato
Contactador general	K0	Schneider	LC1D323B7	Contactador de Habilitacion de Marcha
Contactador Tolva	K0-01	Schneider	LC1D06P7	Contactador motor de la tolva
Contactador Cinta	K0-02	Schneider	LC1D06P7	Contactador motor de la cinta
Contactador Bomba Caldera 01	K0-03	Schneider	LC1D06P7	Contactador motor de la bomba caldera 01
Contactador Bomba Caldera 02	K0-04	Schneider	LC1D06P7	Contactador motor de la bomba caldera 02
Contactador bomba Cond.	K0-05	Schneider	LC1D06P7	Contactador motor de la B de cond.
Contactador Vent. T. de Enf.	K0-06	Schneider	LC1D09B7	Contactador motor del V. de T. de Enf.
GM Tolva	GM-01	Schneider	GV2ME06	Guardamotor de la rosca transportadora de la tolva
GM Cinta	GM-02	Schneider	GV2ME06	Guardamotor de la cinta transportadora
GM Bomba Caldera	GM-03	Schneider	GV2ME06	Guardamotor de las 2 bombas de reposicion
GM bomba Condensado	GM-04	Schneider	GV2ME05	Guardamotor de la bomba de condensado
GM Vent. Torre de Enf.	GM-05	Schneider	GV2ME14	Guardamotor ventilador forzador de la torre de enf.
Variador AP	VF-01	Allen Bradley	PF525/25B-D6P0N104	Aire primario Trifasico de potencia 2,2 Kw
Variador AS	VF-02	Allen Bradley	PF525/25A-D010N114	Aire secundario Trifasico potencia 4 Kw
Variador BT	VF-03	Allen Bradley	PF525/25B-D013N104	Bomba torre Trifasico potencia 5,5 kw
Variador AL	VF-04	Allen Bradley	PF525/25B-D2P3N104	Alimentador Trifasico potencia 0,75 kw
Rele Int. Habilitacion	RI0	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501106	Contacto interfaz 6A 24V habilitacion
Rele Int. Tolva	RI-01	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501106	Contacto interfaz 6A 24V motor de la tolva
Rele Int. Cinta	RI-02	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501106	Contacto interfaz 6A 24V motor de la cinta
Rele Int. Bomba Caldera 02	RI-03	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501106	Contacto interfaz 6A 24V motor de la bomba caldera 01
Rele Int. Bomba Caldera 02	RI-04	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501106	Contacto interfaz 6A 24V motor de la bomba caldera 02
Rele Int. bomba Cond.	RI-05	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501106	Contacto interfaz 6A 24V motor de la B de cond. tolva
Rele Int. Vent. T. de Enf.	RI-06	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501106	Contacto interfaz 6A 24V motor del V. de T. de Enf.
Porta fusible	PF-06,..PF-25	Zoloda	BMFN 10X38 LBT	Proteccion de Sobrecargas
Fusible	F-06,..F-18	Zoloda	F/1038-02	Proteccion de Sobrecargas
Fusible	F-19,..F-25	Zoloda	F/1038-05	Proteccion de Sobrecargas
Termostato	MGT-02	Schneider	NSYCCOTH0	Modulo de gestion termica 0-60°C
Trafo de 24 V	TR-02	Cosmos	TR3004RD	Alimentacion Rele de salida del PLC
Fuente de Continua 24V	FT-01	Zoloda	FAIRN120-24Vcc	Alimentacion PLC y secundarios
Pulsador Marcha/Parada	PMP-01	Schneider	XB5AL73415	Pulsador doble accion, marcha parada 24V
Luz indicador de fase	LI-07,..LI-09	Schneider	XB7EV04BP	Luz indicativa de fase 24 V
Pulsador de emergencia	PE-01	Schneider	XB7NS8442	Pulsador de emergencia 24V
Ventilador Tablero	VT-03	Schneider	NSYCVF165M230PF	Ventilador de refrig. Tablero 220V
Rejilla	RJ-03	Schneider	NSYAG223LPF	Rejilla para ventilacion tablero
Gabinete	GG-03	Genrod	972425T	
Zocalo	ZC-03	Genrod	97 1945452	
Cable canal	CKN-01,..CKN-03	Zoloda	CKN 040-60/CKN 060-60/CKN 080-60	

Tabla MC - 44: Lista de equipos y accesorios para el tablero TS8 (Fuente: propia)

Diagrama de conexión de PLC

El control del proceso será realizado de manera integral mediante un Controlador Lógico Programable (PLC), que desempeñará una función central en la supervisión y gestión eficiente de la instalación. Este PLC recopilará y procesará datos críticos de los parámetros del sistema, los cuales serán obtenidos a través de una red de sensores conectados mediante la interfaz maestro IO-Link. Esta interfaz permitirá una comunicación efectiva entre el PLC y los sensores, posibilitando la adquisición precisa y en tiempo real de información, y permitiendo respuestas rápidas ante variaciones en las condiciones del proceso.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 134 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

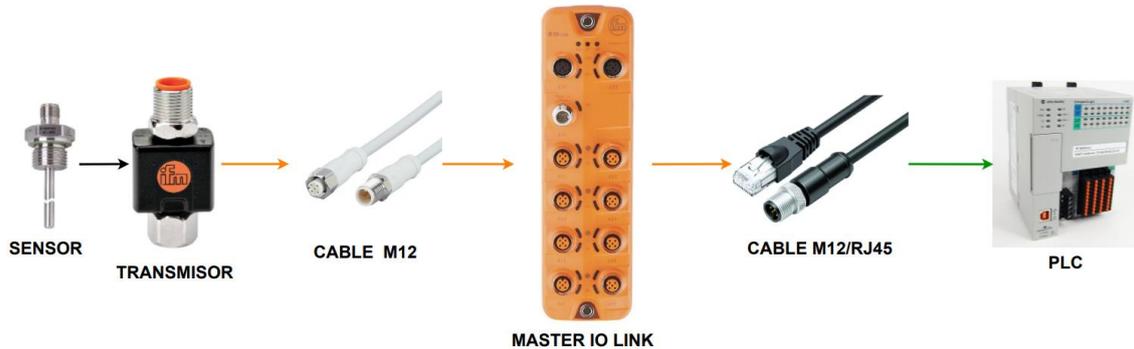


Fig. MC - 56: Diagrama de conexión desde sensores a PLC (Fuente: Propia)

Por otro lado, el PLC también asumirá el control de los variadores de frecuencia mediante una conexión Ethernet/IP. Esta conexión proporcionará una comunicación eficiente para gestionar la velocidad y potencia de los motores de manera coordinada.

Por último, se incorporará una pantalla HMI en el sistema de control, la cual deberá ofrecer al operador una visualización en tiempo real de gráficos, tablas y otros datos visuales, para así mejorar el estudio de rendimientos del sistema.

Esta tecnología también deberá permitir al operador un monitoreo detallado de los parámetros en toda la instalación y deberá brindar asistencia frente a variaciones en las propiedades del combustible, pudiendo así realizar correcciones en caso que se requieran, contribuyendo a un control de la planta más centralizado y versátil.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 135 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

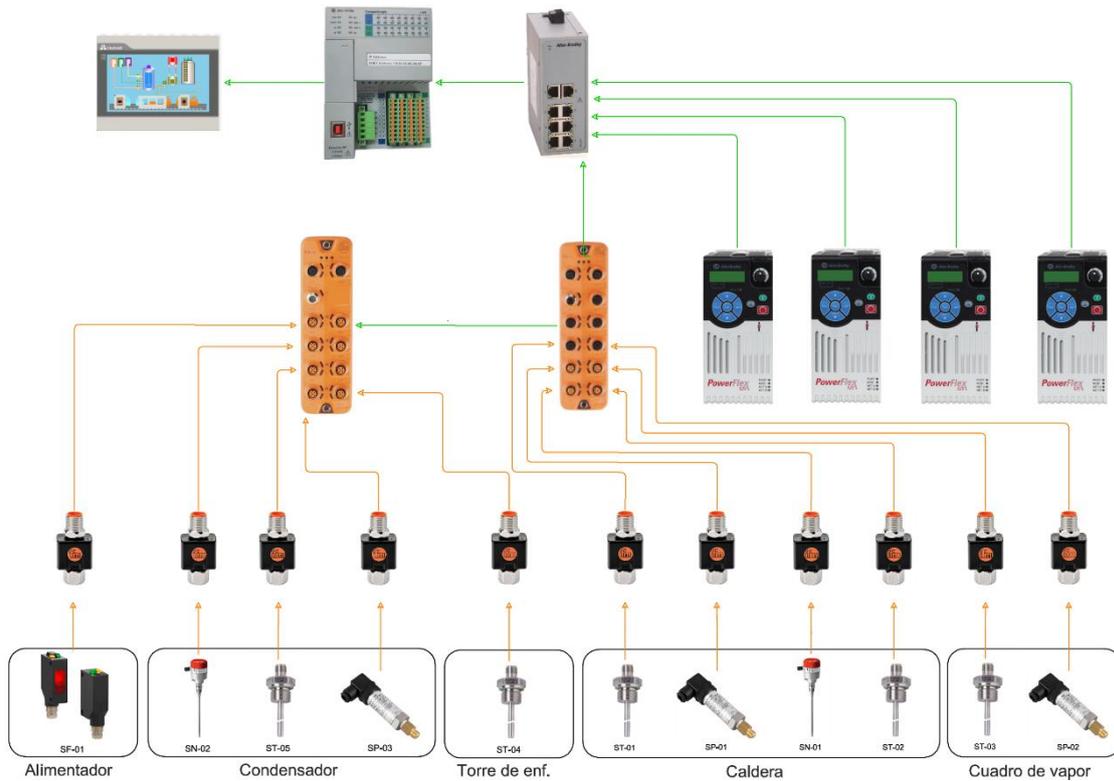


Fig. MC - 57: Esquema de control de generación de vapor (Fuente: Propia)

Todos los planos referidos a la alimentación, protección y control de los equipos correspondientes a la planta de generación, se encuentran adjuntos en el **Anexo E**, bajo la **sección de Planos**.

Selección de accesorios

Sensores

Al seleccionar un sensor, consideramos como necesario, tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 1- Tipo de medición: Temperatura/Presión/Nivel/Etc.
- 2- Entorno: Agua/Vapor/Gas.
- 3- Condición de montaje: Espacio disponible para la incorporación del mismo.
- 4- Rango de operación: Este se reduce a las exigencias a la cual estará expuesto el instrumento.

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 136 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

- 5- Exactitud y precisión: La exactitud se refiere a qué tan cercana es la medición al valor real, mientras que la precisión se refiere a la consistencia de las mediciones.
- 6- La interfaz: Se debe asegurar que el sensor sea compatible con el sistema de control o la interfaz utilizada

Los sensores utilizados son los mostrados a continuación

Equipo	Codigo	Marca	Modelo	Descripcion
Caldera	ST-01	MC	WZP-187	Sensor temperatura de agua dentro de la caldera
	ST-02	MC	WZP-187	Sensor temperatura de los gases de escape
	SN-01	IFM	LR7020	Sensor nivel de liquido de la caldera
	SP-01	IFM	PV8060	Sensor de presion de la caldera
Alimentador	SF-01	IFM	OGS381	Sensor del tipo barrera nivel de chip alimentador
Cuadro de Vapor	SP-02	IFM	PV8060	Sensor de presion tuberia posterior al cuadro
	ST-03	WIKA	PT100-RTDCAB50	Sensor de temperatura del vapor
Torre de Enf.	ST-04	WIKA	PT100-RTDCAB100	Sensor de temperatura del agua a la salida torre. de enf.
	ST-05	WIKA	PT100-RTDCAB150	Sensor temperatura de agua dentro del condensador
Condensador	SN-02	IFM	LR7020	Sensor nivel de liquido del condensador
	SP-03	IFM	PV8060	Sensor de presion dentro del condensador

Tabla MC - 45: Sensores necesarios para lectura de datos (Fuente: Propia)

Los sensores seleccionados se encuentran adjuntos en la sección “Ingeniería De Detalle”.

Accesorios para lectura de datos censados

Los componentes para el hardware se eligen conforme a las necesidades específicas de la instalación, considerando aspectos como la potencia en el caso de los variadores, así como las entradas y salidas en el PLC.

También, para la selección, se tomará en cuenta la disponibilidad de estos componentes en el país, dado que en algunos casos se dificulta la obtención de esta tecnología.

Equipo	Codigo	Marca	Modelo	Descripcion
Master IO-Link	ML-01	IFM	AL1422	Primario de 6 bocas
Master IO-Link	ML-02	IFM	AL1122	Secundario de 8 bocas
PLC	PC-01	Allen Bradley	1769-L18ER	Ethernet dual/memoria de 512KB/8nodos IP ethernet/24VCC
HMI	MC-01	Haiwell	C10S-RW	10 inch, a color, conexión ethernet ip
Bocas de Switch	BS-01	Allen Bradley	1738-UST8	Boca de swich con 8 puertos
Transmisor	TT-01	IFM	TP9237	Transmisor sensor temperatura agua caldera
Transmisor	TT-02	IFM	TP9237	Transmisor sensor temperatura gases caldera
Transmisor	TN-01	IFM	TP9237	Transmisor sensor nivel de agua caldera
Transmisor	TP-01	IFM	TP9237	Transmisor presion caldera
Transmisor	TF-01	IFM	TP9237	Transmisor sensor barrera alimentador
Transmisor	TP-02	IFM	TP9237	Transmisor sensor presion cuadro de vapor
Transmisor	TT-03	IFM	TP9237	Transmisor sensor temperatura cuadro de vapor
Transmisor	TT-04	IFM	TP9237	Transmisor sensor temperatura torre de enf.
Transmisor	TT-05	IFM	TP9237	Transmisor sensor temperatura condensador
Transmisor	TP-03	IFM	TP9237	Transmisor sensor de presion condensador

Tabla MC - 46: Accesorios necesarios para lectura de datos censados (Fuente: Propia)

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 137 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

Conductores de comunicación

En conjunto a cada tipo de sensor seleccionado, y al tipo de señal transmitida. Se selecciona un tipo de conductor. Con su correspondiente marca y dimensiones características.

Tramo	Codigo	Marca	Modelo	Descripcion
Cable ST-01/TT-01	CT-01	IFM	EVF496	Cable sensor de temperatura agua de la caldera
Cable ST-02/TT-02	CT-02	IFM	EVF496	Cable sensor de temperatura gases de la caldera
Cable SN-01/TN-01	CN-01	IFM	EVF496	Cable sensor de nivel liquido de caldera
Cable SP-01/TP-01	CP-01	IFM	EVF496	Cable sensor de presion caldera
Cable SF-01/TF-01	CF-01	IFM	EVF496	Cable sensor fotovoltaico + secundario de barrera
Cable SP-02/TP-02	CP-02	IFM	EVF496	Cable sensor de presion cuadro de vapor
Cable ST-03/TT-03	CT-03	IFM	EVF496	Cable sensor de temperatura de la cuadro de vapor
Cable ST-04/TT-04	CT-04	IFM	EVF496	Cable sensor de temperatura de la torre
Cable ST-05/TT-05	CT-05	IFM	EVF496	Cable sensor de temperatura del condensador
Cable SP-03/TP-03	CP-03	IFM	EVF496	Cable sensor de presion condensador
Cable ML-01/ML-02	CM-01	IFM	E21137	Cable de comunicación entre maestros IO Link
Cable ML-01/BS-01	CL-01	IFM	EVC929	Cable desde switch a maestro principal
Cable PC-01/MC-01	CD-01	IFM	Rj45	Cable desde el PLC a HMI
Cable BS-01/PC-01	CD-02	IFM	Rj45	Cable desde switch a PLC
Cable VF-01/BS-01	CV-01	IFM	Rj45	Cable control Variador (Forzador primario)
Cable VF-02/BS-01	CV-02	IFM	Rj45	Cable control Variador (Forzador secundario)
Cable VF-03/BS-01	CV-03	IFM	Rj45	Cable control Variador (Torre bomba de enfriamiento)
Cable VF-04/BS-01	CV-04	IFM	Rj45	Cable control Variador (Alimentador)
Alim. M. IO Link	CA-01	IFM	EVC709	Cable de alimentacion para los dos maestros io link

Tabla MC - 47: Conductores necesarios para comunicación de datos censados (Fuente: Propia)

Los elementos seleccionados en esta sección, se resumen en **Ingeniería de detalle**.

<p>Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín</p>	<p>Revisó:</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 138 de 152</p>
--	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

6. Cálculos Análisis de Retorno de Inversión

Como se vio en el desarrollo del proyecto, se plantea utilizar la planta generadora de manera privada, es decir que la energía producida se destinará a alimentar un sector del aserradero.

Con esto se busca generar un ahorro significativo en los costos asociados al consumo energético

En los siguientes apartados, se efectuará un análisis detallado de la inversión requerida para el proyecto, así como el tiempo estimado para recuperar dicha inversión

6.1. Cálculo de la inversión

Computo de materiales

En el cómputo de materiales se incluyen todos los elementos necesarios para que la planta pueda ser operativa. Además de los equipos principales, se incluyen accesorios de conexión eléctrica, como así también, de vapor y agua.

Este cómputo se encuentra en *Ingeniería de Detalle, sección “Tabla de presupuesto”*.

Montaje y puesta en marcha

Estos valores se engloban dentro de un cálculo aproximado, donde consideramos un porcentaje de lo presupuestado en el Computo de Materiales. Este porcentaje va a rondar un 5% y es el valor estimado recomendado por una empresa local.

Diseño e Ingeniería

De forma similar a como se hizo para el montaje y puesta en marcha, considerando un porcentaje de los materiales. Para este caso, consideramos un 7%.

El resumen de la inversión se muestra en la siguiente tabla:

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 139 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

TOTALES		
PRESUPUESTOS	[U\$D]	[\$]
PRESUPUESTO PARA MATERIALES	U\$D 274.561,15	\$ 240.241.009,97
PRESUPUESTO PARA MONTAJE	U\$D 13.728,06	\$ 12.012.050,50
PRESUPUESTO PARA INGENIERIA	U\$D 19.219,28	\$ 16.816.870,70
TOTAL: U\$D 307.508 + IVA \$ 269.069.931 + IVA		

6.2. Tarifa eléctrica en la actualidad

Para el cálculo de la misma se trabaja con las mediciones reales de energías y potencias correspondientes al mes de septiembre del 2021. En resumen:

Potencia registrada [HP] kW	20,5
Potencia registrada [FHP] kW	138,38
Pot. Adquirida [kW]	79,44
Consumo E. Activa punta [kwh]	491,04
Consumo E. Activa Horas resto [kwh]	15859,19
Consumo E. Activa Horas valle nocturno [kwh]	578,04

Para dicho periodo el aserradero tenía las siguientes potencias contratadas:

- HP: 8,7 kW
- FHP: 68 kW

Pero registró valores mucho mayores, y esto no solo ocurrió en septiembre, sino también a lo largo de todo el año 2021, ver Fig. MC-1

A continuación, se simula la tarifa eléctrica con los niveles de consumo y registros antes dichos, en base a los costos establecidos por el nuevo cuadro tarifario para **febrero del 2024**, Según Resolución N°45 del EPRE.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 140 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

VINCULACIÓN EN BAJA TENSIÓN: 0,4 kV				
Cargo fijo		\$/mes	30703,86	\$ 30.703,86
Por capacidad de suministro contratada en horas de punta		\$/kW-mes	2404,28	\$ 49.287,74
Por capacidad de suministro contratada en horas fuera de punta		\$/kW-mes	2404,28	\$ 332.704,27
Cargo fijo por potencia adquirida		\$/kW-mes	3401,84	\$ 270.242,17
SUB-TOTAL CARGOS POR POTENCIA				\$ 682.938,04
Por consumo de energía:	Período horas restantes	\$/kWh	60,1884	\$ 954.539,27
	Período horas de valle nocturno	\$/kWh	58,9876	\$ 34.097,19
	Período horas de punta	\$/kWh	62,2808	\$ 30.582,36
SUB-TOTAL CARGOS POR ENERGÍA				\$ 1.019.218,83
Recargo-Factor de potencia		0,00%		\$ -
SUB-TOTAL				\$ 1.702.156,86
IVA (27%)			27%	\$ 459.582,35
TOTAL				\$ 2.161.739,22

6.3. Nueva Tarifa eléctrica simulada

Considerando una potencia de generación de 42kW utilizables y tomando el máximo registro de 138,38 kW, se plantea efectuar una recontractación de potencia en horario Fuera de Punta. Siendo la nueva potencia a convenir con la distribuidora, 96,38 kW

En cuanto a la potencia en Horario Punta, se decide recontractar a un valor de 20,5 kW

Por otro lado, se estimará el nuevo consumo de energía en horario resto, siendo que el tablero TS1 representa el 29 % de equivalencia respecto a la DMPS total según relevamiento realizado, ver **Anexo F**

$$\text{Consumo E. Act. HR [kWh]} = 15859,19 * (100\% - 29\%) = 11261,88$$

En la siguiente tabla se resumen los datos para simular la nueva tarifa

Potencia registrada [HP] kW	20,5
Potencia registrada [FHP] kW	96,38
Pot. Adquirida [kW]	58,44
Consumo E. Activa punta [kwh]	491,04
Consumo E. Activa Horas resto [kwh]	11261,88
Consumo E. Activa Horas valle nocturno [kwh]	578,04

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 141 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

VINCULACIÓN EN BAJA TENSIÓN: 0,4 kV				
Cargo fijo	\$/mes	30703,86	\$	30.703,86
Por capacidad de suministro contratada HP	\$/kW-mes	2404,28	\$	49.287,74
Por capacidad de suministro contratada FHP	\$/kW-mes	2404,28	\$	231.724,51
Cargo fijo por potencia adquirida	\$/kW-mes	3401,84	\$	198.803,53
SUB-TOTAL CARGOS POR POTENCIA				\$ 510.519,64
Por consumo de energía: Período horas restantes	\$/kWh	60,1884	\$	677.834,41
Período horas de valle nocturno	\$/kWh	58,9876	\$	34.097,19
Período horas de punta	\$/kWh	62,2808	\$	30.582,36
SUB-TOTAL CARGOS POR ENERGÍA				\$ 742.513,97
Recargo-Factor de potencia	0,00%		\$	-
SUB-TOTAL				\$ 1.253.033,60
IVA (27%)			27%	\$ 338.319,07
TOTAL				\$ 1.591.352,68

6.4. Retorno de inversión

Tomando la diferencia entre ambas tarifas eléctricas simuladas anteriormente, se obtiene el ahorro mensual y anual

AHORRO MENSUAL
U\$D 651,87

AHORRO ANUAL
U\$D 7.822,44

Tiempo de amortización de la inversión

$$T_{\text{retorno}}[\text{Años}] = \left(\frac{I_{\text{total}}[\text{U\$D}]}{AH_{\text{anual}} \left[\frac{\text{U\$D}}{\text{año}} \right]} \right) = [\text{Años}]$$

Donde:

T_{retorno} : Es el tiempo de retorno de la inversión en años

I_{total} : Es la inversión en dólares

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 142 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

AH_{anual} : Es el ahorro anual en dólares por año

$$T_{retorno}[\text{Años}] = \left(\frac{\text{U\$D } 307.508}{7.822,44 \frac{\text{U\$D}}{\text{año}}} \right) = 39 [\text{años}]$$

En conclusión, el proyecto desde el punto de vista económico no es rentable, debido a que el tiempo de retorno de la inversión es muy prolongado.

Por esto se plantea una instalación de características similares pero que genere 100kW, con esta generación se alimentarían los tableros TS1, TS3 y TS7

Siguiendo con el mismo criterio, se recontractaría una potencia Fuera de Punta de 38,38 kW y se mantendría en horario punta una potencia de 20,5 kW

Para el consumo de energía en horario Resto, los tableros TS1, TS3 y TS7, representan el 82,8% de la DMPS total (ver Anexo F)

$$\text{Consumo E. Act. HR [kWh]} = 15859,19 * 82.8\% = 2728,5$$

Así se obtiene la siguiente tarifa

Potencia registrada [HP] kW	20,5
Potencia registrada [FHP] kW	38,38
Pot. Adquirida [kW]	29,44
Consumo E. Activa punta [kwh]	491,04
Consumo E. Activa Horas resto [kwh]	2728,53
Consumo E. Activa Horas valle nocturno [kwh]	578,04

VINCULACIÓN EN BAJA TENSIÓN: 0,4 kV				
Cargo fijo	\$/mes	30703,86	\$	30.703,86
Por capacidad de suministro contratada HP	\$/kW-mes	2404,28	\$	49.287,74
Por capacidad de suministro contratada FHP	\$/kW-mes	2404,28	\$	92.276,27
Cargo fijo por potencia adquirida	\$/kW-mes	3401,84	\$	100.150,17
SUB-TOTAL CARGOS POR POTENCIA				\$ 272.418,04
Por consumo de energía: Período horas restantes	\$/kWh	60,1884	\$	164.225,79
Período horas de valle nocturno	\$/kWh	58,9876	\$	34.097,19
Período horas de punta	\$/kWh	62,2808	\$	30.582,36
SUB-TOTAL CARGOS POR ENERGÍA				\$ 228.905,34
Recargo-Factor de potencia		0,00%	\$	-
SUB-TOTAL				\$ 501.323,38
IVA (27%)			27%	\$ 135.357,31
TOTAL				\$ 636.680,69

Siendo el ahorro para este nuevo caso de estudio;

AHORRO MENSUAL
U\$D 1.742,92

AHORRO ANUAL
U\$D 20.915,09

Tiempo de amortización de la inversión

En cuanto a la inversión antes calculada, como ahora se genera una potencia mayor y se alimentan más cargas, la inversión se considera a fines prácticos un 15% mayor.

$$T_{\text{retorno}}[\text{Años}] = \left(\frac{\text{U\$D } 307.508 + 15\%}{20.915,09 \frac{\text{U\$D}}{\text{año}}} \right) = 17 [\text{años}]$$

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 144 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

7. Índice de Figuras

Fig. MC - 1: Círculo CO2 neutro (Fuente: Ref 1.14)	1
Fig. MC - 2: Plantaciones de Eucaliptos y Pinos Dtos. de Entre Ríos (Fuente: Ref 1.2)	2
Fig. MC - 3: Chips de Eucaliptos (Fuente: Propia)	3
Fig. MC - 4: Símbolo Riesgo eléctrico (Fuente: AEA 90364)	10
Fig. MC - 5: Código de colores para tuberías (Fuente: Ref. 1.21)	11
Fig. MC - 6: Registro de demandas máximas del aserradero en el año 2021 (Fuente: Propia)	13
Fig. MC - 7: Esquema y características principales turbina de vapor (Fuente: Propia)	15
Fig. MC - 8: Esquema simplificado de la Instalación (Fuente: Propia)	16
Fig. MC - 9: Esquema Simplificado con Hipótesis (Fuente Propia)	18
Fig. MC - 10: Diagrama T-S (Fuente Propia)	18
Fig. MC - 11: Diagrama T-S con Hipótesis (Fuente Propia)	21
Fig. MC - 12: Valores Físico-Químicos de Combustibles Sólidos (Fuente: Ref. 1.4)	22
Fig. MC - 13: Capacidades de Caldera Fontanet E-100 (Fuente: Propia)	25
Fig. MC - 14: Alimentador Caldera Fontanet E-100 (Fuente: Propia)	28
Fig. MC - 15: Diagrama T-S Real (Fuente: Propia)	29
Fig. MC - 16: Esquema Condensador Casco-Tubo (Fuente: Ref. 1.1)	34
Fig. MC - 17: Diagrama T-T (Fuente: Propia)	34
Fig. MC - 18: Valores de Coeficientes Totales de Intercambio de Calor (Fuente: Ref. 1.13)	35
Fig. MC - 19: Arreglo de Tubos en Cuadrado (Fuente: Ref. 1.13)	37
Fig. MC - 20 : Tipos de Soldadura (Fuente: Ref. 1.6)	41
Fig. MC - 21: Cabezal Semielíptico (Fuente: Propia)	44
Fig. MC - 22: Condensador Casco-Tubo (Fuente: Propia)	45
Fig. MC - 23: Torre de Enfriamiento Sinax EWK 441 (Fuente: Propia)	47
Fig. MC - 24: Esquema condensador (Fuente: Propia)	48
Fig. MC - 25: Tanque de condensados (Fuente: Propia)	49
Fig. MC - 26: Esquema Completo Instalación (Fuente: Propia)	50
Fig. MC - 27: Tramo 1-A (Fuente: Propia)	51
Fig. MC - 28: Cuadro de Vapor (Fuente: Propia)	54
Fig. MC - 29: Tramo B-2 (Fuente: Propia)	58
Fig. MC - 30: Ramal 3-4 (Fuente: Propia)	61
Fig. MC - 31: Tramo 5-6 (Fuente: Propia)	62
Fig. MC - 32: Tramo 7-8 (Fuente: Propia)	64
Fig. MC - 33: Esquema Tramo 5-8 (Fuente: Propia)	66

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 145 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

<i>Fig. MC - 34: Tramo 9-10 (Fuente: Propia)</i>	67
<i>Fig. MC - 35: Tramo 11-12 (Fuente: Propia)</i>	68
<i>Fig. MC - 36: Esquema Tramo 9-12 (Fuente: Propia)</i>	70
<i>Fig. MC - 37: Tramo 13-14 (Fuente: Propia)</i>	71
<i>Fig. MC - 38: Tramo 15-18 (Fuente: Propia)</i>	73
<i>Fig. MC - 39: Esquema Tramo 13-18 (Fuente: Propia)</i>	75
<i>Fig. MC - 40: Diagrama de Flujo Caldera (Fuente: Propia)</i>	77
<i>Fig. MC - 41: Tolva de Acopio (Fuente: Propia)</i>	90
<i>Fig. MC - 42: Disposición cinta transportadora. (Fuente: Propia)</i>	91
<i>Fig. MC - 43: Cinta transportadora (Fuente: Propia)</i>	99
<i>Fig. MC - 44: Diagrama Unifilar Instalación eléctrica actual (Fuente: Propia)</i>	102
<i>Fig. MC - 45: Diagrama de la instalación propuesta (Fuente: Propia)</i>	103
<i>Fig. MC - 46: Diagrama Unifilar Instalación propuesta (Fuente: Propia)</i>	104
<i>Fig. MC - 47: Topográfico Tablero General Principal TGP (Fuente: Propia)</i>	105
<i>Fig. MC - 48: Topográfico Tablero General de Distribución TGD (Fuente: Propia)</i>	106
<i>Fig. MC - 49: Topográfico Tablero General de Conmutación TGC (Fuente: Propia)</i>	107
<i>Fig. MC - 50: Topográfico Tablero de Distribución a Seccionales TDS (Fuente: Propia)</i>	108
<i>Fig. MC - 51: Topográfico Tablero Seccional Planta Generadora TS8 (Fuente: Propia)</i>	109
<i>Fig. MC - 52: Esquema de Conexión a tierra TT (Fuente: AEA fig 771.3.a)</i>	118
<i>Fig. MC - 53: Resistividad del suelo en Argentina (Fuente: Ref.: Iram 2281)</i>	122
<i>Fig. MC - 54: Reglas generales para selección de protecciones (Fuente: AEA 771.19.a)</i>	125
<i>Fig. MC - 55: Diagrama de potencia Tablero TS8 (Fuente: Propia)</i>	133
<i>Fig. MC - 56: Diagrama de conexión desde sensores a PLC (Fuente: Propia)</i>	135
<i>Fig. MC - 57: Esquema de control de generación de vapor (Fuente: Propia)</i>	136

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 146 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

8. Índice de Tablas

Tabla MC - 1: Valores promedio cambios de estado cenizas. (Fuente Propia).....	5
Tabla MC - 2: Concent. limite gases de escape. (Fuente: Res. Secretaria de Energía 182/95).....	7
Tabla MC - 3: Cálculo de % p/p base húmeda, (Fuente Propia).....	23
Tabla MC - 4: Longitud equivalente de accesorios Tramo 1-A (Fuente: Propia).....	53
Tabla MC - 5: Perdidas de carga de accesorios Tramo A-B (Fuente: Propia).....	57
Tabla MC - 6: Longitud equivalente de accesorios Tramo B-2 (Fuente: Propia).....	60
Tabla MC - 7: Longitud equivalente de accesorios Ramal 3-4 (Fuente: Propia)	61
Tabla MC - 8: Condiciones del fluido para Tramo 5-6 (Fuente: Propia).....	62
Tabla MC - 9: Diámetro económico Tramo 5-6 (Fuente: Propia).....	62
Tabla MC - 10: Diámetro comercial Tramo 5-6 (Fuente: Propia).....	63
Tabla MC - 11: Longitud equivalente de accesorios Tramo 5-6 (Fuente: Propia)	63
Tabla MC - 12: Condiciones del fluido para Tramo 7-8 (Fuente: Propia).....	64
Tabla MC - 13: Diámetro económico Tramo 7-8 (Fuente: Propia)	65
Tabla MC - 14: Diámetro comercial Tramo 7-8 (Fuente: Propia).....	65
Tabla MC - 15: Longitud equivalente de accesorios Tramo 7-8 (Fuente: Propia)	65
Tabla MC - 16: Condiciones del fluido para Tramo 9-10 (Fuente: Propia).....	67
Tabla MC - 17: Diámetro económico Tramo 9-10 (Fuente: Propia).....	67
Tabla MC - 18: Diámetro comercial Tramo 9-10 (Fuente: Propia).....	67
Tabla MC - 19: Longitud equivalente de accesorios Tramo 9-10 (Fuente: Propia).....	68
Tabla MC - 20: Condiciones del fluido para Tramo 11-12 (Fuente: Propia)	69
Tabla MC - 21: Diámetro económico Tramo 11-12 (Fuente: Propia).....	69
Tabla MC - 22: Diámetro comercial Tramo 11-12 (Fuente: Propia).....	69
Tabla MC - 23: Longitud equivalente de accesorios Tramo 11-12 (Fuente: Propia)	69
Tabla MC - 24: Condiciones del fluido para Tramo 13-14 (Fuente: Propia)	71
Tabla MC - 25: Diámetro económico Tramo 13-14 (Fuente: Propia).....	71
Tabla MC - 26: Diámetro comercial Tramo 13-14 (Fuente: Propia).....	71
Tabla MC - 27: Longitud equivalente de accesorios Tramo 13-14 (Fuente: Propia)	72
Tabla MC - 28: Condiciones del fluido para Tramo 15-18 (Fuente: Propia)	73
Tabla MC - 29: Diámetro económico Tramo 15-18 (Fuente: Propia).....	74
Tabla MC - 30: Diámetro comercial Tramo 15-18 (Fuente: Propia).....	74
Tabla MC - 31: Longitud equivalente de accesorios Tramo 15-18 (Fuente: Propia)	74
Tabla MC - 32: Requerimientos tornillo transportador (Fuente: Propia).....	82
Tabla MC - 33: Requerimientos cadena de transmisión (Fuente: Propia)	89

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 147 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------

<i>Tabla MC - 34: Corrientes en régimen permanente para barras conductoras (Fuente: Ref. [1.18]).....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla MC - 35: Codificación de conductores (Fuente: Propia)</i>	<i>116</i>
<i>Tabla MC - 36 : Sección conductor principal (Fuente: Propia).....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla MC - 37: Sección de conductores de conexión entre Tableros (Fuente: Propia)</i>	<i>116</i>
<i>Tabla MC - 38: Sección de conductores de alimentación a Tableros Seccionales (Fuente: Propia).....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla MC - 39: Calculo de resistencia de conductores (Fuente: Propia).....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla MC - 40: Calculo de corrientes de cortocircuito (Fuente: Propia)</i>	<i>128</i>
<i>Tabla MC - 41: Calculo de corrientes de choque (Fuente: Propia)</i>	<i>129</i>
<i>Tabla MC - 42: Resumen de corrientes calculadas (Fuente: Propia).....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla MC - 43: Lista de Interruptores utilizados (Fuente: Propia).....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla MC - 44: Lista de equipos y accesorios para el tablero TS8 (Fuente: propia)</i>	<i>134</i>
<i>Tabla MC - 45: Sensores necesarios para lectura de datos (Fuente: Propia).....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla MC - 46: Accesorios necesarios para lectura de datos censados (Fuente: Propia)</i>	<i>137</i>
<i>Tabla MC - 47: Conductores necesarios para comunicación de datos censados (Fuente: Propia).....</i>	<i>138</i>

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 148 de 152
---	----------------	----------------	--------------------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONOMICA PARA
GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

ANEXO A: Normativas de aplicación

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2024

1. Normativas

- Leyes que promueven uso de energía a partir de biomasa
 - Ley 27.191 – Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica.
 - Ley 26.093 – Régimen de Regulación para la Producción y uso Sustentable de Biocombustibles.
 - Ley 26.334 – Biocombustibles. Régimen de Promoción.
 - Ley 10.499 – Adhesión de la Provincia de Entre Ríos a las disposiciones de la Ley Nacional 27.191
 - Ley 10.933 – Utilización de Fuentes renovables de energía para la generación de energía eléctrica destinada al mercado eléctrico.
 - Ley 26.190 – Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica
 - Decreto 4315/2016 – Establece el régimen de fomento de energía renovables y sus condiciones y alcances cubriendo el vacío legal de la ley 10933.
 - Resolución 168/2016 – Establece los requisitos técnicos para la conexión de generadores de energía renovable al sistema eléctrico interconectado provincial.

- Leyes ambientales
 - Ley 25.675 - Ley General Ambiental.
 - Resolución 91/2021 – Ley que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes para diferentes fuentes.
 - Ley 24.065 – Distribución, transporte y generación de energía eléctrica
 - Resolución 182/1995 – límites de emisión de contaminantes

- Leyes de Seguridad e higiene laborales:
 - Ley N° 19.587 - Higiene y Seguridad en el Trabajo.
 - Ley N° 24.557 - Riesgo del Trabajo.
 - Decreto 351/79 – Reglamentario de Ley 19.587

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 2 de 3
---	----------------	----------------	----------------------

- Leyes eléctricas
 - Norma AEA 90364 – Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en baja tensión
 - Norma Iram 2281 – Puesta a tierra de instalaciones eléctricas
 - Resolución N°206/08 – Resoluciones para acometidas eléctricas - EPRE

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 3 de 3
---	----------------	----------------	----------------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA
GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

ANEXO B: Estándares propios del proyecto

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2024

1 Sistemas de codificación

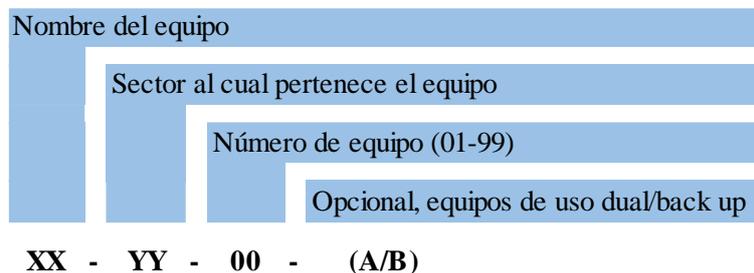
Para una ordenada y rápida comprensión del proyecto, se desarrolla a continuación, la codificación de los equipos, accesorios, líneas de flujo y planos.

La codificación utilizada en el presente proyecto se divide en dos tipos, un código de parte, y un código de ingeniería. El código de parte, es un código conciso y resumido que da a conocer características básicas y generales del equipo o proceso al cual hace referencia. Por otro lado, el código de ingeniería lo poseen los equipos y accesorios donde se requieren saber características importantes con un solo vistazo del código.

1.1 Codificación de sectores

GC	Gestión de chips
GV	Gestión de vapor
GE	Gestión de energía eléctrica

1.2 Codificación de equipos



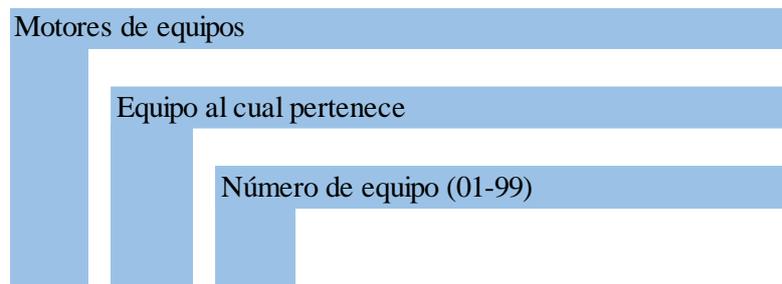
Referencias a nombres de equipos:

- B: Caldera
- TG: Set Turbina - Generador
- T: Tolva
- A: Alimentador
- CO: Condensador
- CT: Cinta Transportadora
- TK: Tanque de Agua
- TE: Torre de Enfriamiento
- CI: Ciclón

- PC: Bomba condensador
- PT: Bomba circulación torre de enfriamiento
- BR: Bomba de reposición caldera

Equipo	Código	Sector
Tolva de recepción	T-GC-01	GC
Alimentador de la caldera	A-GC-01	GC
Cinta transportadora	CT-GC-01	GC
Caldera humotubular de biomasa	B-GV-01	GV
Set turbina + generador	TG-GV-01	GV
Ciclón para humos de chimenea	CI-GV-01	GV
Condensador	CO-GV-01	GV
Torre de enfriamiento	TE-GV-01	GV
Bomba condensador	PC-GV-01	GV
Bomba circulación torre de enfriamiento	PT-GV-01	GV
Bomba reposición caldera A	PR-GV-01	GV
Bomba reposición caldera B	PR-GV-02	GV
Tanque de agua	TK-GV-01	GV

1.3 Codificación de motores de equipos



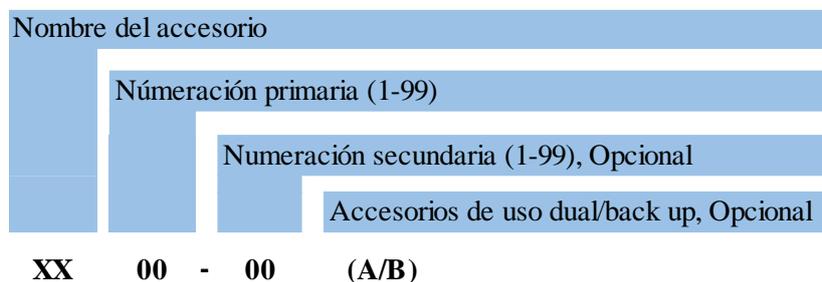
XX - YY - 00

Referencia de motores de equipo:

- M: Motor

Unidad	Código	Equipo
Motor de la tolva de recepcion	M-T-01	T-GC-01
Motor de cinta transportadora	M-CT-01	CT-GC-01
Motor de alimentador	M-A-01	A-GC-01
Motor forzador primario	M-A-02	A-GC-01
Motor forzador secundario	M-B-01	B-GV-01
Motor bomba de reposicion A	M-PR-01	PR-GV-01
Motor bomba de reposicion B	M-PR-02	PR-GV-02
Motor bomba de condensado	M-PC-01	PC-GV-01
Motor bomba de torre de enfriamiento	M-PT-01	PT-GV-01
Moto Forzador de torre de enfriamiento	M-TE-01	TE-GV-01

1.4 Codificación de accesorios



Referencia a nombre del accesorio:

- T: Testigo luminoso
- BPPL: Barra principal
- BDT: Barra de cobre de distribución
- SB: Soportes tipo peine para barras
- Q: Interruptores
- K: Contactores
- F: Fusibles
- PF: Porta fusibles
- CG: Conmutador
- D: Disyuntores
- AR: Analizador de Redes
- FT: Fuente continua
- S: Conmutador
- GM: Guardamotores
- CM: Conductor multipolar
- UN: Conductor unipolar
- ZC: Zócalos
- MGT: Termostato
- LI: Luz indicador de fase
- VT: Ventiladores tablero
- RJ: Rejilla de salida ventilación tablero
- CI: Cajas inspección PAT
- TR: Transformador
- GG: Gabinetes
- DV: Ducto vertical
- CKN: Cable canal ranurado
- CPAT: Cable cobre PAT
- JB: Jabalinas PAT
- BEP: Barras colectoras PAT
- MS: MicroSwitch
- PE: Pulsador de emergencia
- PMP: Pulsador marcha/parada
- ST: Sensor temperatura
- SP: Sensor de Presión
- SN: Sensor de Nivel
- SF: Sensor Fotoeléctrico
- CT: Cable sensor Temp/maestro
- CP: Cable sensor presion/maestro
- CN: Cable sensor nivel/maestro

- CF: Cable sensor fotoelec/maestro
- CE: Cable ethernet
- CM: Cable entre maestros
- CL: Cable maestro a swich
- CA: Cable alimentación Master IO-Link
- VF: Variador de Frecuencia
- RI: Rele interface
- PC: PLC
- ML: Mestro IO link
- MC: HMI
- BS: Bocas de swich
- TT: Transmisor en sensor de temperatura
- TP: Transmisor en sensor de presion
- TN: Transmisor en sensor de nivel
- TF: Transmisor en sensor fotov.
- B3: Brida slip on 3"
- B3.5: Brida slip on 3.1/2"
- B2: Brida slip on 2"
- B0.5: Brida slip on 1/2"
- B1: Brida slip on 1"
- B1.25: Brida slip on 1.1/4"
- B1.5: Brida slip on 1.1/2"
- B5: Brida slip on 5"
- B6: Brida slip on 6"
- B8: Brida slip on 8"
- VE6: Válvula esferica 6"
- VE2: Válvula esferica 2"
- VS: Válvula seguridad
- B12: Brida slip on 12"
- R3:2: Reduccion 3" a 2"
- R12:8: Reduccion 12" a 8"
- R6:3.5: Reduccion 6" a 3.1/2"
- R5:3: Reduccion 5" a 3"
- CO0.5: Codo 90° 1/2"
- CO1.24: Codo 90° 1.1/4"
- CO1: Codo 90° 1"
- CO2: Codo 90° 2"
- CO5: Codo 90° 5"
- CO6: Codo 90° 6"
- CO8: Codo 90° 8"
- CS2: Caño ASTM A53 2" SCH40
- CS0.5: Caño ASTM A53 1/2" SCH40
- CS1: Caño ASTM A53 1" SCH40
- CS1.25: Caño ASTM A53 1.1/4" SCH39
- CS1.5: Caño ASTM A53 1.1/2" SCH40
- CS6: Caño ASTM A53 6" SCH40
- CS8: Caño ASTM A53 8" SCH40
- CS5: Caño ASTM A53 5" SCH40
- SG: Separador de gotas
- FV: Filtro de vapor tipo Y
- VG2: Válvula globo 2"
- VE0.5: Válvula esferica 1/2"
- VE1: Válvula esferica 1"
- VE5: Válvula esferica 5"
- M: Manómetro
- TVT: Trampa de vapor termostatica

- VR: Válvula de retención
- CR1-2:1: Brida para bomba CR1-2 - 1"
- CR1-2:0.5: Brida para bomba CR1-2 - 0.5"

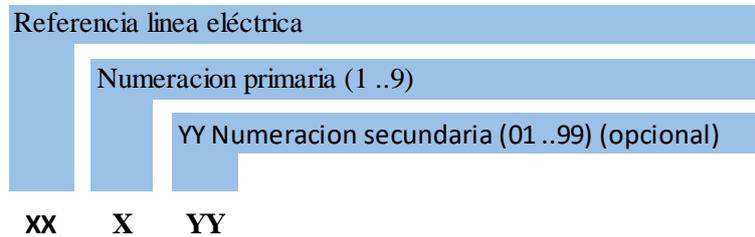
Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 6 de 12
---	----------------	----------------	-----------------------

Accesorio	Codigo	Marca	Modelo
Sensor	ST-01	MC	WZP-187
Sensor	ST-02	MC	WZP-187
Sensor	SN-01	IFM	LR7020
Sensor	SP-01	IFM	PV8060
Alimentador	SF-01	IFM	OGS381
Cuadro de Vapor	SP-02	IFM	PV8060
Cuadro de Vapor	ST-03	WIKA	PT100-RTDCAB50
Torre de Enf.	ST-04	WIKA	PT100-RTDCAB100
Condensador	ST-05	WIKA	PT100-RTDCAB150
Condensador	SN-02	IFM	LR7020
Condensador	SP-03	IFM	PV8060
Master IO-Link	ML-01	IFM	AL1422
Master IO-Link	ML-02	IFM	AL1122
PLC	PC-01	Allen Bradley	1769-L18ER
HMI	MC-01	Haiwell	C10S-RW
Bocas de Switch	BS-01	Allen Bradley	1738-UST8
Transmisor	TT-01	IFM	TP9237
Transmisor	TT-02	IFM	TP9237
Transmisor	TN-01	IFM	TP9237
Transmisor	TP-01	IFM	TP9237
Transmisor	TF-01	IFM	TP9237
Transmisor	TP-02	IFM	TP9237
Transmisor	TT-03	IFM	TP9237
Transmisor	TT-04	IFM	TP9237
Transmisor	TT-05	IFM	TP9237
Transmisor	TP-03	IFM	TP9237
Cable ST-01/TT-01	CT-01	IFM	EVF496
Cable ST-02/TT-02	CT-02	IFM	EVF496
Cable SN-01/TN-01	CN-01	IFM	EVF496
Cable SP-01/TP-01	CP-01	IFM	EVF496
Cable SF-01/TF-01	CF-01	IFM	EVF496
Cable SP-02/TP-02	CP-02	IFM	EVF496
Cable ST-03/TT-03	CT-03	IFM	EVF496
Cable ST-04/TT-04	CT-04	IFM	EVF496
Cable ST-05/TT-05	CT-05	IFM	EVF496
Cable SP-03/TP-03	CP-03	IFM	EVF496
Cable ML-01/ML-02	CM-01	IFM	E21137
Cable ML-01/BS-01	CL-01	IFM	EVC929
Cable PC-01/MC-01	CD-01	IFM	Rj45
Cable BS-01/PC-01	CD-02	IFM	Rj45
Cable VF-01/BS-01	CV-01	IFM	Rj45
Cable VF-02/BS-01	CV-02	IFM	Rj45
Cable VF-03/BS-01	CV-03	IFM	Rj45
Cable VF-04/BS-01	CV-04	IFM	Rj45
Alim. M. IO Link	CA-01	IFM	EVC709

Accesorio	Codigo	Marca	Modelo
Int. Termomagnetico	Q8	Schneider	A9F87432
Int. Diferencial	D8	Schneider	A9R81440
Int. Termomagnetico	Q8-01	Schneider	A9F74304
Int. Termomagnetico	Q8-02	Schneider	A9F74310
Int. Termomagnetico	Q8-03	Schneider	A9F74310
Int. Termomagnetico	Q8-04	Schneider	A9F74316
Int. Termomagnetico	Q8-05	Schneider	A9F74210
Int. Termomagnetico	Q8-06	Schneider	A9F74210
Int. Termomagnetico	Q8-07	Schneider	A9F74210
Contactador general	K0	Schneider	LC1D323B7
Contactador Tolva	K0-01	Schneider	LC1D06P7
Contactador Cinta	K0-02	Schneider	LC1D06P7
Contactador Bomba Caldera 01	K0-03	Schneider	LC1D06P7
Contactador Bomba Caldera 02	K0-04	Schneider	LC1D06P7
Contactador bomba Cond.	K0-05	Schneider	LC1D06P7
Contactador Vent. T. de Enf.	K0-06	Schneider	LC1D09B7
GM Tolva	GM-01	Schneider	GV2ME06
GM Cinta	GM-02	Schneider	GV2ME06
GM Bomba Caldera	GM-03	Schneider	GV2ME06
GM bomba Condensado	GM-04	Schneider	GV2ME05
GM Vent. Torre de Enf.	GM-05	Schneider	GV2ME14
Variador AP	VF-01	Allen Bradley	PF525/25B-D6P0N104
Variador AS	VF-02	Allen Bradley	PF525/25A-D010N114
Variador BT	VF-03	Allen Bradley	PF525/25B-D013N104
Variador AL	VF-04	Allen Bradley	PF525/25B-D2P3N104
Rele Int. Habilitacion	RI0	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501I06
Rele Int. Tolva	RI-01	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501I06
Rele Int. Cinta	RI-02	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501I06
Rele Int. Bomba Caldera 02	RI-03	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501I06
Rele Int. Bomba Caldera 02	RI-04	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501I06
Rele Int. bomba Cond.	RI-05	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501I06
Rele Int. Vent. T. de Enf.	RI-06	Zoloda	IZET62-024CL-024CO-2501I06
Porta fusible	PF-06, ..PF-25	Zoloda	BMFN 10X38 LBT
Fusible	F-06, ..F-18	Zoloda	F/1038-02
Fusible	F-19, ..F-25	Zoloda	F/1038-0.5
Termostato	MGT-02	Schneider	NSYCCOTH0
Trafo de 24 V	TR-02	Cosmos	TR3004RD
Fuente de Continua 24V	FT-01	Zoloda	FAIRN120-24Vcc
Pulsador Marcha/Parada	PMP-01	Schneider	XB5AL73415
Luz indicador de fase	LI-07, ..LI-09	Schneider	XB7EVO4BP
Pulsador de emergencia	PE-01	Schneider	XB7NS8442
Ventilador Tablero	VT-03	Schneider	NSYCVF165M230PF
Rejilla	RJ-03	Schneider	NSYCAG223LPF
Gabinete	GG-03	Genrod	97242ST
Zocalo	ZC-03	Genrod	97 1945452
Cable canal	CKN-01, ...CKN-03	Zoloda	CKN 040-60/CKN 060-60/CKN 080-60

Accesorio	Codigo	Marca	Modelo
Interruptor automatico	Q1	YA EXISTENTE EN EL ASERRADERO	
Interruptor automatico	Q1.1	Schneider	C40N32M320
Interruptor automatico	Q1.2	Schneider	C10F4TM100
Interruptor automatico	QG	Schneider	C10F4TM100
Interruptor automatico	Q2	Schneider	C10F4TM100
Interruptor automatico	Q2.1	YA EXISTENTE EN EL ASERRADERO	
Interruptor automatico	Q1.1-2	YA EXISTENTE EN EL ASERRADERO	
Interruptor automatico	Q1.1-3	YA EXISTENTE EN EL ASERRADERO	
Interruptor automatico	Q1.1-4	YA EXISTENTE EN EL ASERRADERO	
Interruptor Termomagnetico	Q1.1-5	YA EXISTENTE EN EL ASERRADERO	
Interruptor Termomagnetico	Q1.1-6	YA EXISTENTE EN EL ASERRADERO	
Interruptor automatico	Q1.1-7	YA EXISTENTE EN EL ASERRADERO	
Interruptor automatico	Q1.1-8	Schneider	C10F4TM040
Barras de cobre rigidas	BPPL-01	Genrod	40 0540
Barras de cobre flexibles	BPPL-02, BPPL-03	Genrod	11 9812
Soportes tipo peine para barras	SB-01	Genrod	97 40450405
Conmutador	CG-01	ABB	OT80FAC
Luz indicador fase	LI-01, ..LI-06	Schneider	XB7EV04BP
Conductor unipolar	UN-01	Prysmian	Superastic Jet / Flex
Conductor multipolar	MU-01	Prysmian	Retenax valio
Conductor multipolar	MU-02	Prysmian	Sintenax valio
Zocalos	ZC-01, ..ZC-02	Genrod	97 1945452
Interruptor Termomagnético	QTR1	Schneider	A9F74210
Termostato	MGT-01	Schneider	NSYCCOTH0
Porta fusibles	PF-01, ..PF-05	Zoloda	BMFN 10X38 LBT
Fusible	F-01, ..F-05	Zoloda	F/1038-02 380.005
Rejilla	RJ-01, RJ-02	Schneider	NSYCAG125LPF
Ventilador	VT-01, VT-02	Schneider	NSYCVF85M230PF
Ducto vertical	DV-01, DV-02	Genrod	97042ST
Barras de distribucion	BDT-01	ELENT	4 15 400A P
Transformador de 24V	TR-01	Cosmos	TR3004RD
Gabinetes	GG-01, GG-02	Genrod	97242ST
Jabalinas	JB-01, JB-02	Genrod	JLJC1220
Cajas de inspeccion	CI-01, CI-02	Genrod	CI3
Cable desnudo de cobre	CPAT	Genrod	ACC16
Barras colectoras	BEP-01, BEP-02	ELENT	112125A

1.5 Codificación de líneas eléctricas

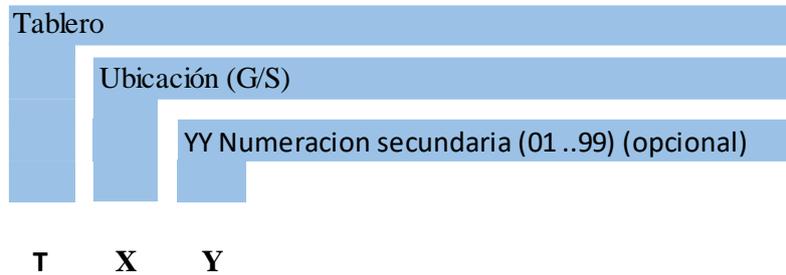


Referencia a nombre de accesorio:

- CP: Circuito principal
- CS: Circuito seccional

Codificación conductores		
Desde	Hasta	Código de Conductor
Alimentacion	TGP	CP1
TGD	TDS	CP101
TGD	TGC	CP102
TGEN	TGC	CP2
TGC	TDS	CP3
TDS	TS1	CS1
TDS	TS2	CS2
TDS	TS3	CS3
TDS	TS4	CS4
TDS	TS5	CS5
TDS	TS6	CS6
TDS	TS7	CS7
TDS	TS8	CS8

1.6 Codificación tableros eléctricos

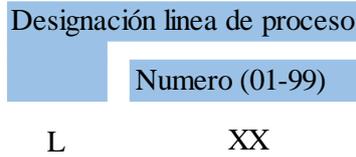


Referencia a nombre de accesorio:

- TG: Tablero general
- TS: Tablero seccional

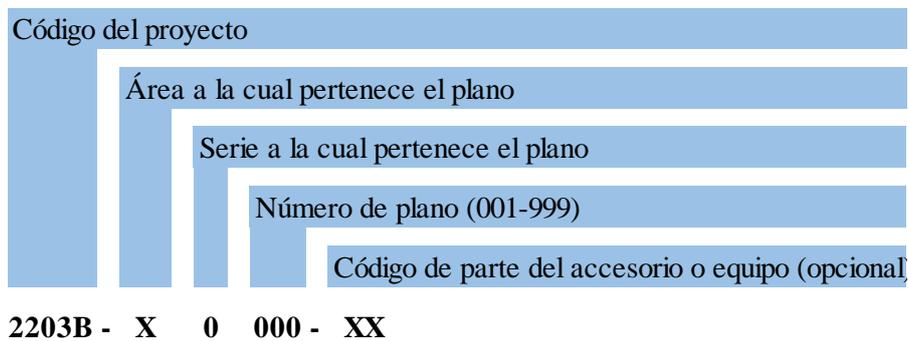
Tableros	
Tablero general principal	TGP
Tablero general de distribucion	TGD
Tablero general de conmutación	TGC
Tablero distribucion a seccionales	TDS
Tablero seccional 1	TS1
Tablero seccional 2	TS2
Tablero seccional 3	TS3
Tablero seccional 4	TS4
Tablero seccional 5	TS5
Tablero seccional 6	TS6
Tablero seccional 7	TS7
Tablero seccional 8	TS8
Tablero generación	TG

1.7 Codificación de tuberías o líneas de proceso



Código	Tramo	Descripción
L01	1 - 2	Vinculación entre caldera y turbina de vapor, incluye el cuadro de vapor
L02	3 - 4	Vinculación entre turbina y condensador
L03	5 - 8	Vinculación entre condensador y tanque de condensados
L04	9 - 10	Vinculación entre tanque de condensados y caldera
L05	C - D	Vinculación entre cuadro de vapor y tanque de condensados
L06	13 - 16	Vinculación entre torre de enfriamiento y condensador, incluye bomba de recirculado
L07	17 - 18	Vinculación entre torre de enfriamiento y condensador

1.8 Codificación de planos



Serie	Áreas
1: Armado	M: Mecanica
2: Montaje	E: Electricidad
3: Plegado	F: Fluidos
4: Información	I: Instrumentación



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA
GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

ANEXO C: Definiciones y nomenclaturas

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2024

1. Definiciones y abreviaturas

CMNUCC: Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

GEI: Gas de Efecto Invernadero

PK: Protocolo de Kyoto

COP 21: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

ONU: Organización de las Naciones Unidas

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change

IVA: Impuesto al Valor Agregado

GENREN I: Programa de Generación de Energía Eléctrica a Partir de Fuentes Renovables I

GENREN II: Programa de Generación de Energía Eléctrica a Partir de Fuentes Renovables II

CAMMESA: Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A

FODER: Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

PCS: Poder Calorífico Superior

PCI: Poder Calorífico Inferior

UGV: Unidad Generadora de Vapor

NOx: Óxidos de Nitrógeno

SOx: Dióxido de Azufre

CO₂: Dióxido de Carbono

Fu: Factor de utilización máxima

Fc: Factor de Carga

Fs: Factor de simultaneidad

DMPS: Demanda Máxima de Potencia Simultánea

AEA: Asociación Electrotécnica Argentina

EPRE: Ente Provincial Regulador de la Energía

ST: Sala de Tableros

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 1 de 5
---	----------------	----------------	----------------------

HP: Horario Punta

FHP: Horario fuera de punta

GC: Gestión de Chips

GV: Gestión de vapor

GE: Gestión eléctrica

TS: Tablero Seccional

TG: Tablero General

MP: Material Particulado

BDT: Barra de distribución

CP: Conductor Principal

CS: Conductor Seccional

TT: Tipo de esquema de conexión a tierra

PAT: Protección a Tierra

PE: Protección eléctrica

BEP: Barra de equipotencialidad

BTP: Barra de Puesta a tierra Principal

2. Nomenclaturas

2.1. Cálculo Set Turbina – Generador

X : Título de vapor

T_{bs} : Temperatura de bulbo seco del aire

H : Humedad relativa

T_{bh} : Temperatura de bulbo húmedo del aire

\dot{m}_{vap} : Flujo másico de vapor

η_i : Rendimiento interno de la turbina

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 2 de 5
---	----------------	----------------	----------------------

η_{mec} : Rendimiento mecánico de la turbina

η_b : Rendimiento de la bomba de alimentación de la caldera

CE_{vap} : consumo específico de vapor

W : Potencia

h : Entalpia

S : Entropía

2.1. Cálculo Caldera

% p/p base húmeda : contenido porcentual en base húmeda

% p/p base seca: contenido porcentual en base seca

\dot{Q}_{VAP} : Energía Calorífica del vapor

\dot{Q}_{comb} : Energía Calorífica aportada por el combustible

η_{cald} : Rendimiento de la caldera

\dot{B} : consumo masico de combustible

H_i : Poder Calorífico inferior del combustible

q_r : carga calorífica de la parrilla

F_r : Superficie total de la Parrilla

G_a : Flujo de Aire necesario

v_{aire} : Velocidad del aire

\dot{V} : Flujo volumetrico

S_{aire} : Superficie libre de la parrilla

V_{hogar} : Volumen del hogar

q_f : Carga calorífica del hogar

H_{hogar} : Altura del hogar

A : Área de la chimenea requerida

\emptyset_{Chim} : Diametro de la chimenea

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 3 de 5
---	----------------	----------------	----------------------

T_{llama} : Temperatura de llama

G_g : Caudal de gases de escape

2.1. Cálculo Condensador

Δt_{ml} : Diferencia de temperatura media logaritmica

Δt_c : Diferencia de temperatura foco caliente

Δt_f : Diferencia de temperatura foco frio

K : Coeficiente de intercambio de calor

F_t : Factor de transferencia térmica

A : Superficie de intercambio del condensador

Q_{cond} : Calor cedido en el condensador

Q_{vap} : Calor cedido por el vapor

Q_{agua} : Calor cedido al agua

\emptyset_{ext} : Diametro exterior del tubo

\emptyset_{int} : Diametro interior del tubo

e : Espesor del tubo

A_i : Area de flujo del tubo

P_{tubo} : Perimetro del tubo

L_{tt} : Longitud total del tubo

L_t : Longitud de tubos

A_f : Area de flujo requerida

N°_{tubo} : Numero de tubos

$N^{\circ}_{\frac{t}{a}}$: Numero de tubos por haz

N°_{pasos} : Numero de pasos

$v_{H_2O\ real}$: Velocidad real del agua

$A_{ingreso\ vap}$: Area de ingreso del vapor

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 4 de 5
---	----------------	----------------	----------------------

V_{vapor} : Volumen de vapor

vel_{vapor} : Velocidad del vapor

$\emptyset_{entrada\ vap.}$: Diametro de entrada de vapor

$A_{salida\ cond.}$: Area de salida del condensado

$\emptyset_{salida\ cond.}$: Diametro de salida del condensado

A_{tubos} : Area de los tubos

$A_{int\ rec}$: Area de intercambio recta

s : Tension admisible del material

t : Espesor de la chapa

Pa : Presión externa admisible

2.1. Cálculo líneas de agua y vapor

d : Diametro económico de la tubería

d_{int} : Diametro interno de la tubería

t_m : Espesor de la tubería

t : Espesor de diseño por presión

c : Tolerancias mecánicas

S : Tensión admisible del material

E : Factor de calidad de la soldadura

W : Factor de reducción

Y : Factor de calidad de material

hf : Perdidas de carga

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 5 de 5
---	----------------	----------------	----------------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MADERERA

ANEXO D: Referencias bibliográficas y catálogos

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2024

1 Referencias bibliográficas

- Ref. [1.1] Yunus A. Cengel y Michael A. Boles (2006). *Termodinámica (5ta edición)*.
- Ref. [1.2] Armando B. Brizuela, Sergio Milera, Javier Mestres (2004). *Plantaciones de Eucaliptos y Pinos en los departamentos del este de Entre Ríos*.
- Ref. [1.3] EPRE Resolución N°168 (2020). *Reglamentación para la Instalación de Microgeneración Distribuida*.
- Ref. [1.4] INTA y SAGyP (1995). *Manual para productores de eucaliptos de la Mesopotamia Argentina*.
- Ref. [1.5] Universidad Nacional de San Martín (2017). *Generación de energía eléctrica a partir de biomasa, experiencias y actualidad en Argentina*.
Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <https://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/investigacionpublicaciones/energia/generacion-de-energia-electrica-a-partir-de-biomasa-experiencias-y-actualidad-en-argentina/>
- Ref. [1.6] Norma ASME VIII-Div 1 Edición 2013. *Reglas para la Construcción de Recipientes a Presión*.
- Ref. [1.7] Norma ASME B31.3 Edición 2010. *Tuberías de Procesos*.
- Ref. [1.8] Weather Spark. *Temperaturas promedios del año 2022 Paraná Entre Ríos Argentina*.
Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <https://es.weatherspark.com/y/28777/Clima-promedio-en-Paran%C3%A1-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Ref. [1.9] FAO (2019). *Informe sobre la factibilidad del aprovechamiento de la biomasa forestal de campo*.
- Ref. [1.10] Proyecto UBA - INTI
- Ref. [1.11] Ing. Eduardo Beaumont Roveda (1994). *Autoproducción de Electricidad a partir de Residuos de Madera y Leña en la República Argentina*.
Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <http://www.fao.org/3/V6204s/v6204s00.htm#Contents>
- Ref. [1.12] Vittorio Zignoli (1970). *Trasporti meccanici, Volume II*.

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 1 de 11
---	----------------	----------------	-----------------------

Ref. [1.13] Dubbel (1977). *Manual del constructor de máquinas, Tomo II.*

Ref [1.14] Ciclo del carbono neutro con la biomasa.

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <https://vaporesdelsur.cl/page2.html>

Ref. [1.15] Moran Shapiro (2004). *Fundamentos de termodinámica técnica, 2da edición.*

Ref. [1.16] Comité Argentino del Consejo Mundial de Energía (2020). *Guía de eficiencia energética de sistemas de vapor*

Ref. [1.17] Anexo III Régimen Tarifario para la provincia de Entre Ríos.

Ref. [1.18] Norma DIN 43-671 – *Distribucion de corriente en Barras de Cobre*

Ref. [1.19] Ministerio de Hacienda (2019). *Informes de cadenas de valor – Forestal, papel y muebles.*

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_forestal_papel_muebles.pdf

Ref. [1.20] Cammesa (2021). Informe anual potencia renovable instalada.

Ref. [1.21] Norma de Seguridad Industrial - IRAM 2407

2 Catálogos de productos

Ref. [2.1] Manual CEMA 350 (2008). *Screw Conveyors.*

Ref. [2.2] Manual Renold (1997). *Cadenas Articuladas de Acero.*

Ref. [2.3] Grundfos (2020). *Catálogo de Bombas.*

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <https://product-selection.grundfos.com/ar/products/cr-cre-cri-crie-crn-crne-crt-crte?tab=documentation>

Ref. [2.4] Manual Spirax Sarco. *M10S Ball Valve DN¼" to DN2½"*

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <https://content.spiraxsarco.com/-/media/spiraxsarco/international/documents/en/ti/m10s-ti-p133-06-en.ashx?rev=47ed2acb15a34e0d91b50df832993540>

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 2 de 11
---	----------------	----------------	-----------------------

Ref. [2.5] Manual Spirax Sarco. *Pressure Gauge with Integral Restrictor*.

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de https://content.spiraxsarco.com/-/media/spiraxsarco/international/documents/en/ti/pressure_ga-ti-p027-04-en.ashx?rev=d1c768f161aa4047ae62c44435394f5f

Ref. [2.6] Manual Spirax Sarco. *Cast Iron Strainer*.

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de https://content.spiraxsarco.com/-/media/spiraxsarco/international/documents/en/ti/fig_33-ti-s60-03-en.ashx?rev=c91ecccfa6a243129a845f7f50d5efe4

Ref. [2.7] Manual Spirax Sarco. *SV74 Carbon Steel Safety Valve*.

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <https://content.spiraxsarco.com/-/media/spiraxsarco/international/documents/en/ti/sv74-ti-s13-30-en.ashx?rev=0777b0e1cc8847b2a19fda80e0cd9d91>

Ref. [2.8] Manual Spirax Sarco. *Spira-trol™ Two-port Control Valves EN Standard LE, LF and LL DN15 to DN100 and ASME Standard LEA, LFA and LLA 1/2" to 4"*

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <https://content.spiraxsarco.com/-/media/spiraxsarco/international/documents/en/ti/spira-trol-ti-s24-70-en.ashx?rev=52f4268c41c34ff4bfeb1cccd53c6207>

Ref. [2.9] Lentax (2019). *Catálogo de Motorreductores: Línea C, coaxial*

Recuperado el 26 de Junio de 2024 de <http://www.lentax.com/catalogos.html>

Ref. [2.10] Cuaderno Técnico N° 158 – Cálculo de Corrientes de Cortocircuito - Schneider

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 3 de 11
---	----------------	----------------	-----------------------

3 Tablas y Nomogramas

Ref [3.1] - *Tabla Viscosidades del Vapor de Agua*

Temp. °C	Presión absoluta bar	Entalpía específica kWh/kg	Densidad kg/m ³	Volumen específico m ³ /kg	Viscosidad dinámica cP	Viscosidad cinemática cSt	Calor específico kWh/kg·K
181	10,26	0,771690	5,272520	0,189663	0,015060	2,856310	0,0007580
182	10,50	0,771928	5,388745	0,185572	0,015094	2,801092	0,0007615
183	10,74	0,772161	5,507021	0,181586	0,015129	2,747182	0,0007650
184	10,98	0,772392	5,627378	0,177703	0,015163	2,694543	0,0007686
185	11,23	0,772618	5,749843	0,173918	0,015198	2,643140	0,0007722
186	11,49	0,772841	5,874444	0,170229	0,015232	2,592938	0,0007758
187	11,75	0,773061	6,001213	0,166633	0,015267	2,543903	0,0007794
188	12,01	0,773277	6,130176	0,163127	0,015301	2,496003	0,0007831
189	12,28	0,773489	6,261366	0,159710	0,015335	2,449207	0,0007869
190	12,55	0,773698	6,394811	0,156377	0,015370	2,403485	0,0007907
191	12,83	0,773902	6,530542	0,153127	0,015404	2,358807	0,0007945
192	13,11	0,774103	6,668591	0,149957	0,015439	2,315144	0,0007983
193	13,40	0,774301	6,808989	0,146865	0,015473	2,272470	0,0008022
194	13,69	0,774494	6,951767	0,143848	0,015508	2,230757	0,0008061
195	13,99	0,774684	7,096958	0,140905	0,015542	2,189980	0,0008101
196	14,29	0,774869	7,244594	0,138034	0,015577	2,150113	0,0008141
197	14,59	0,775051	7,394708	0,135232	0,015611	2,111133	0,0008182
198	14,91	0,775229	7,547333	0,132497	0,015646	2,073015	0,0008222
199	15,22	0,775403	7,702505	0,129828	0,015680	2,035737	0,0008264
200	15,55	0,775573	7,860256	0,127222	0,015715	1,999277	0,0008306
205	17,24	0,776360	8,688943	0,115089	0,015888	1,828515	0,0008521
210	19,07	0,777042	9,587549	0,104302	0,016061	1,675237	0,0008749
215	21,06	0,777614	10,560929	0,094689	0,016236	1,537334	0,0008990
220	23,19	0,778070	11,614305	0,086101	0,016411	1,412984	0,0009244
225	25,49	0,778405	12,753303	0,078411	0,016587	1,300609	0,0009514
230	27,97	0,778614	13,984012	0,071510	0,016765	1,198844	0,0009801
235	30,62	0,778690	15,313039	0,065304	0,016944	1,106499	0,0010105
240	33,47	0,778628	16,747579	0,059710	0,017125	1,022536	0,0010429
245	36,51	0,778420	18,295499	0,054658	0,017308	0,946050	0,0010775
250	39,76	0,778059	19,965434	0,050087	0,017495	0,876245	0,0011144
255	43,23	0,777537	21,766904	0,045941	0,017684	0,812423	0,0011540
260	46,92	0,776845	23,710455	0,042175	0,017877	0,753969	0,0011967
265	50,85	0,775975	25,807832	0,038748	0,018074	0,700341	0,0012428
270	55,03	0,774914	28,072186	0,035622	0,018277	0,651058	0,0012930
275	59,46	0,773651	30,518345	0,032767	0,018485	0,605693	0,0013479

Ref [3.2] Beerman, Meas (1982). *Viscosidad Dinámica de Fluidos*

Gas	X	Y	$\mu \times 10^7$ p	Ref.	Gas	X	Y	$\mu \times 10^7$ p	Ref.
Acético, ácido	7.0	14.6	825 (50°C)	1	Hidrógeno	11.3	12.4	880	1
Acetileno	9.3	15.5	1.017	1	Hidrógeno-dióxido de azufre				4
Acetona	8.4	13.2	735	1	10% H ₂ , 90% SO ₂	8.7	18.1	1.259 (17)	
Agua	8.0	16.0	1.250 (100)	1	20% H ₂ , 80% SO ₂	8.6	18.2	1.277 (17)	
Aire	10.4	20.4	1.812	1	50% H ₂ , 50% SO ₂	8.9	18.3	1.332 (17)	
Amileno (β)	8.6	12.2	676	1	80% H ₂ , 20% SO ₂	9.7	17.7	1.306 (17)	
Amoníaco	8.4	16.0	1.000	1	Hidrógeno-helio				1
Argón	9.7	22.6	2.215	1	10% H ₂ , 90% He	11.0	20.5	1.780 (0)	
Arsina	8.6	20.0	1.576	1	25% H ₂ , 75% He	11.0	19.4	1.603 (0)	
Azufre, dióxido	8.4	18.2	1.250	1	40% H ₂ , 60% He	10.7	18.4	1.431 (0)	
Benceno	8.7	13.2	746	1	60% H ₂ , 40% He	10.8	16.7	1.227 (0)	
Bromo	8.8	19.4	1.495	1	81% H ₂ , 19% He	10.5	15.0	1.016 (0)	
Butano (<i>n</i>)	8.6	13.2	735	1	Hidrógeno, bromuro	8.4	21.6	1.843	1
Butano (<i>iso</i>)	8.6	13.2	744	1	Hidrógeno, cianuro	7.1	14.5	737	1
Butileno (α)	8.4	13.5	761	1	Hidrógeno, cloruro	8.5	19.2	1.425	1
Butileno (β)	8.7	13.1	746	1	Hidrógeno, sulfuro	8.4	18.0	1.265	1
Butileno (<i>iso</i>)	8.3	13.9	786	1	Hidrógeno, yoduro	8.5	21.5	1.830	1
Butilo (<i>iso</i>), acetato	5.7	16.3	778	1	Mercurio	7.4	24.9	4.500 (200)	1
Butilo (<i>iso</i>), formiato	6.6	16.0	840	1	Mercurio, bromuro	8.5	19.0	2.253	1
Cadmio	7.8	22.5	5.690 (500)	1	Mercurio, cloruro	7.7	18.7	2.200 (200)	1
Carbono, dióxido	8.9	19.1	1.463	1	Mercurio, yoduro	8.4	18.0	2.045 (200)	1
Carbono, disulfuro	8.5	15.8	900	1	Metileno	9.5	10.2	660 (50)	1
Carbono, monóxido	10.5	20.0	1.749	1	Metano	9.5	15.8	1.092	1
Carbono, oxisulfuro	8.2	17.9	1.220	1	Metano (deuterado)	9.5	17.6	1.290	1
Carbono, tetracloruro	8.0	15.3	966	1	Metanol	8.3	15.6	935	1
Cianógeno	8.2	16.2	1.002	1	Metilacetileno	8.9	14.3	867	1
Ciclohexano	9.0	12.2	701	1	3-Metil-1-buteno	8.0	13.3	716	1
Ciclopropano	8.3	14.7	870	1	3-Metileno-1-buteno	8.0	13.3	716	1
Cinc	8.0	22.0	5.250 (500)	1	Metileno, cloruro	8.5	15.8	989	1
Cloro	8.8	18.3	1.335	1	Metilo, acetato	8.4	14.0	870 (50)	1
Cloroformo	8.8	15.7	1.000	1	Metilo, bromuro	8.1	18.7	1.327	1
Criptón	9.4	24.0	2.480	1	Metilo, cloruro	8.5	16.5	1.062	1
Deuterio	11.0	16.2	1.240	1	Metilo, isobutirato	6.6	15.8	824	1
Diétilico, éter	8.8	12.7	730	1	Metilo, formiato	5.1	18.0	923	6
Difenílico, éter	8.6	10.4	610 (50)	1	Neón	11.1	25.8	3.113	1
Difenilmetano	8.0	10.3	605 (50)	1	Nítrico, óxido	10.4	20.8	1.899	1
Dimetilico, éter	9.0	15.0	925	1	Nitrógeno	10.6	20.0	1.766	1
Estánnico, cloruro	9.1	16.0	1.330 (100)	1	Nitroso, óxido	9.0	19.0	1.460	1
Estánnico, bromuro	9.0	16.7	142 (100)	1	Nonano (<i>n</i>)	9.2	8.9	554 (50)	1
Etano	9.0	14.5	915	1	Octano (<i>n</i>)	8.8	9.8	586 (50)	1
Etanol	8.2	14.5	835	1	Oxígeno	10.2	21.6	2.026	1
Etileno	9.5	15.2	1.010	1	Pentano (<i>n</i>)	8.5	12.3	668	1
Etilo, acetato	8.4	13.4	743	1	Pentano (<i>iso</i>)	8.9	12.1	685	1
Etilo, cloruro	8.5	15.6	978	1	Piridina	8.6	13.3	830 (50)	1
Etilo, propionato	12.0	12.4	890	1	Propano	8.9	13.5	800	1
Flúor	7.3	23.8	2.250	2	Propanol (<i>n</i>)	8.4	13.5	770	1
Fosgeno	8.8	17.0	1.150	1	Propanol (<i>iso</i>)	8.4	13.6	774	1
Freón 11	8.6	16.2	1.298 (93)	3	Propileno	8.5	14.4	840	1
Freón 12	9.0	17.4	1.496 (93)	3	Propilo, acetato	8.0	14.5	791	1
Freón 14	9.5	20.4	1.716	5	Silano	9.0	16.8	1.148	1
Freón 21	9.0	16.7	1.389 (93)	3	Tiazol	10.0	14.4	958	1
Freón 22	9.0	17.7	1.554 (93)	3	Tiofeno	8.3	14.2	901 (50)	1
Freón 113	11.0	14.0	1.166 (93)	3	Tolueno	8.6	12.5	686	1
Freón 114	9.4	16.4	1.364 (93)	3	2,3,3-Trimetilbutano	10.0	10.4	691 (50)	1
Helio	11.3	20.8	1.946	1	Trimetiletano	8.0	13.0	686	1
Heptano (<i>n</i>)	8.6	10.6	618 (50)	1	Xenón	9.3	23.0	2.255	1
Hexano (<i>n</i>)	8.4	12.0	644	1	Yodo	8.7	18.7	1.730 (100)	1

* Si no hay indicación de lo contrario, la viscosidad es a 20 °C. A partir de los valores de Beerman, Meas. *Control* (junio 1982): 154-157.
Referencias:

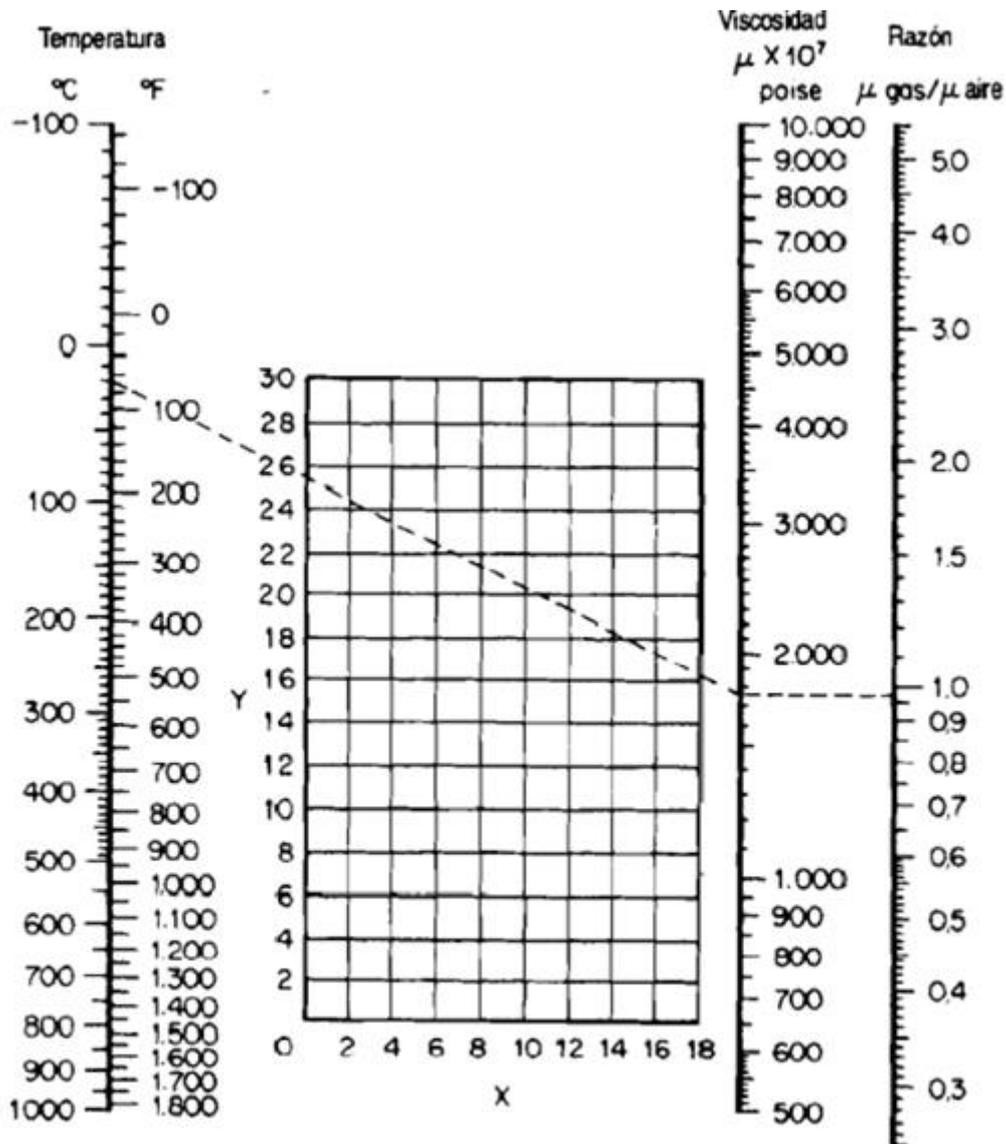
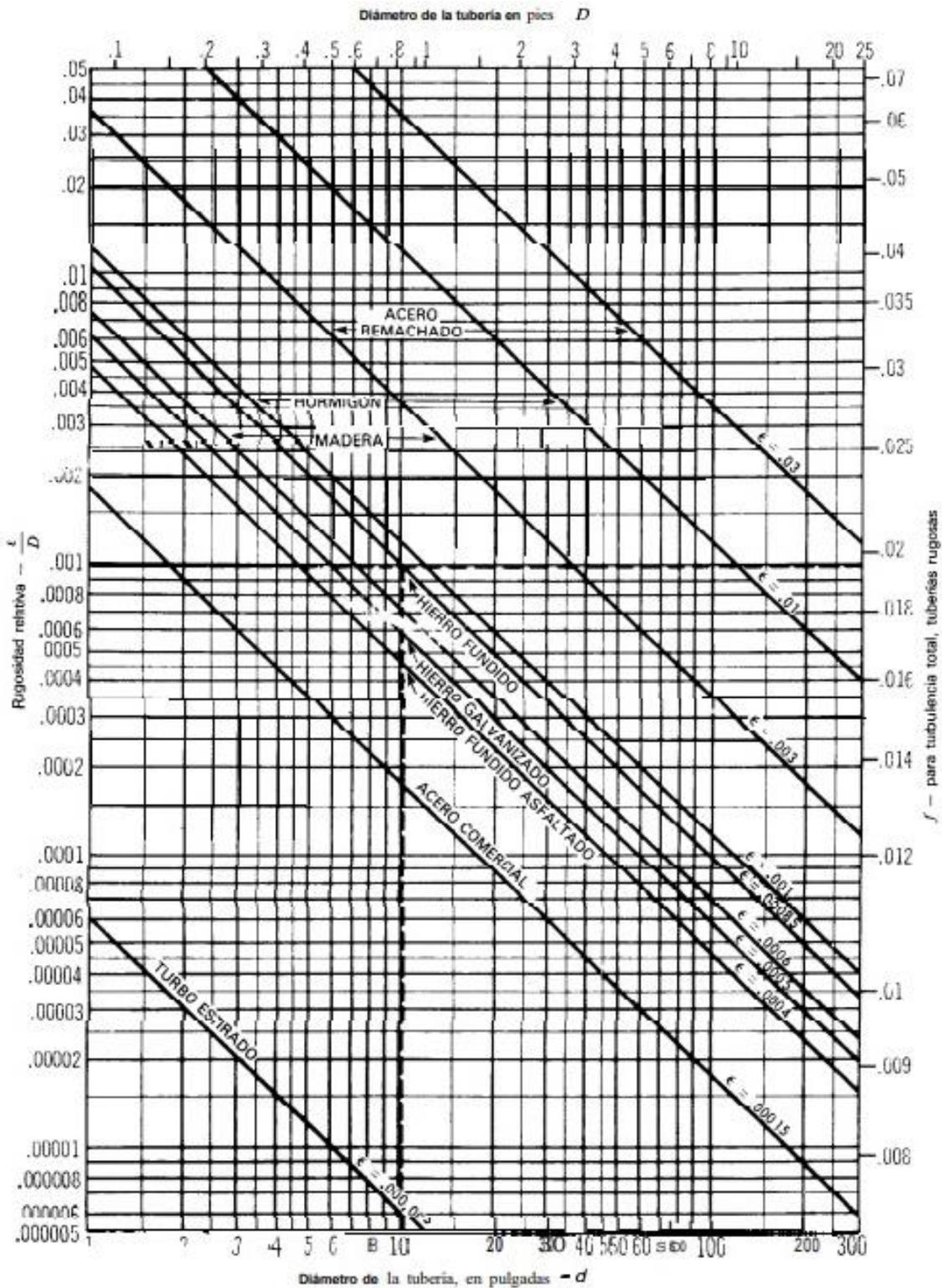


FIG. 2.32. Nomograma para determinar (a) la viscosidad absoluta de un gas en función de la temperatura y a presión próxima a la ambiente, y (b) la viscosidad relativa de un gas, comparada con la del aire. Para las coordenadas, consultar la Tabla 2.364. Para convertir poises en pascal-segundo, multiplicar por 0,1. [De Berman, *Meas. Control*, 154-157 (junio 1982)].

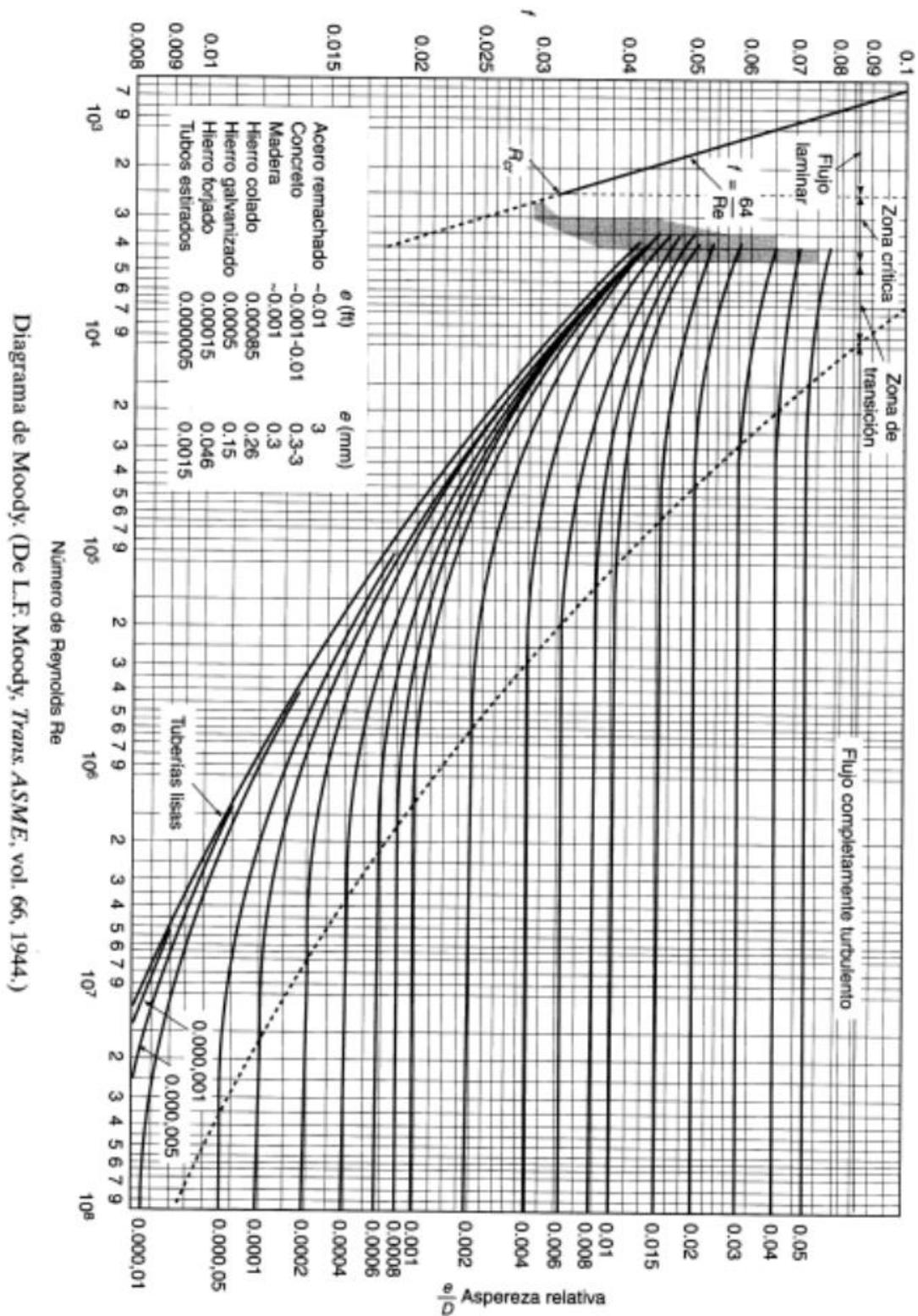
Ref [3.3] Norma ANSI. *Dimensiones de Tubos de Acero*

Tamaño Nominal del Tubo (NPS)		Diámetro Exterior (puigada)	Tubos Cédula / Pipe Schedule																
NPS	DN	OD	SCH 5s	SCH 10s	SCH 10	SCH 20	SCH 30	SCH 40s	SCH STD	SCH 40	SCH 60	SCH 80s	SCH XS	SCH 80	SCH 100	SCH 120	SCH 140	SCH 160	SCH XXS
1/8	6	0.405		1.240				0.068	0.068	0.068		0.095	0.095	0.095					
1/4	8	0.540		1.650				0.088	0.088	0.088		0.119	0.119	0.119					
3/8	10	0.675		1.650				0.091	0.091	0.091		0.126	0.126	0.126					
1/2	15	0.840	0.065	2.110				0.109	0.109	0.109		0.147	0.147	0.147				0.188	0.294
3/4	20	1.050	0.065	2.110				0.113	0.113	0.113		0.154	0.154	0.154				0.219	0.308
1	25	1.315	0.065	2.770				0.133	0.133	0.133		0.179	0.179	0.179				0.250	0.358
1 1/4	32	1.660	0.065	2.770				0.140	0.140	0.140		0.191	0.191	0.191				0.250	0.382
1 1/2	40	1.900	0.065	2.770				0.145	0.145	0.145		0.200	0.200	0.200				0.281	0.400
2	50	2.375	0.065	2.770				0.154	0.154	0.154		0.218	0.218	0.218				0.344	0.436
2 1/2	65	2.875	0.083	3.050				0.203	0.203	0.203		0.276	0.276	0.276				0.375	0.552
3	80	3.500	0.083	3.050				0.216	0.216	0.216		0.300	0.300	0.300				0.438	0.600
3 1/2	90	4.000	0.083	3.050				0.226	0.226	0.226		0.318	0.318	0.318					
4	100	4.500	0.083	3.050				0.237	0.237	0.237		0.337	0.337	0.337		0.438		0.531	0.674
5	125	5.563	0.109	3.400				0.258	0.258	0.258		0.375	0.375	0.375		0.500		0.625	0.750
6	150	6.625	0.109	3.400				0.280	0.280	0.280		0.432	0.432	0.432		0.562		0.719	0.864
8	200	8.625	0.109	3.760		0.250	0.277	0.322	0.322	0.322	0.406	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.812	0.906	0.875
10	250	10.750	0.134	4.190		0.250	0.307	0.365	0.365	0.365	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.844	1.000	1.125	1.000
12	300	12.750	0.156	4.570		0.250	0.330	0.375	0.375	0.406	0.562	0.500	0.500	0.688	0.844	1.000	1.125	1.312	1.000
14	350	14.000	0.156	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.438	0.594		0.500	0.750	0.938	1.094	1.250	1.406	
16	400	16.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.500	0.656		0.500	0.844	1.031	1.219	1.438	1.594	
18	450	18.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.438		0.375	0.562	0.750		0.500	0.938	1.156	1.375	1.562	1.781	
20	500	20.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375	0.594	0.812		0.500	1.031	1.281	1.500	1.750	1.969	
22		22.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375		0.875		0.500	1.125	1.375	1.625	1.875	2.125	
24	600	24.000	0.218	6.350	0.250	0.375	0.562		0.375	0.688	0.969		0.500	1.219	1.531	1.812	2.062	2.344	
26		26.000			0.312	0.500	0.000		0.375				0.500						
28	700	28.000			0.312	0.500	0.625		0.375				0.500						
30		30.000	0.250	7.920	0.312	0.500	0.625		0.375				0.500						
32	800	32.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500						
34		34.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500						
36	900	36.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.750			0.500						
38		38.000							0.375				0.500						
40	1000	40.000						0.375											
42		42.000				0.500			0.375	0.750			0.500						
44	1100	44.000							0.375				0.500						
46		46.000							0.375				0.500						
48	1200	48.000							0.375			0.500							

Ref [3.4] Moody, L.F. (1944). *Nomograma de Moody de Rugosidad Relativas*

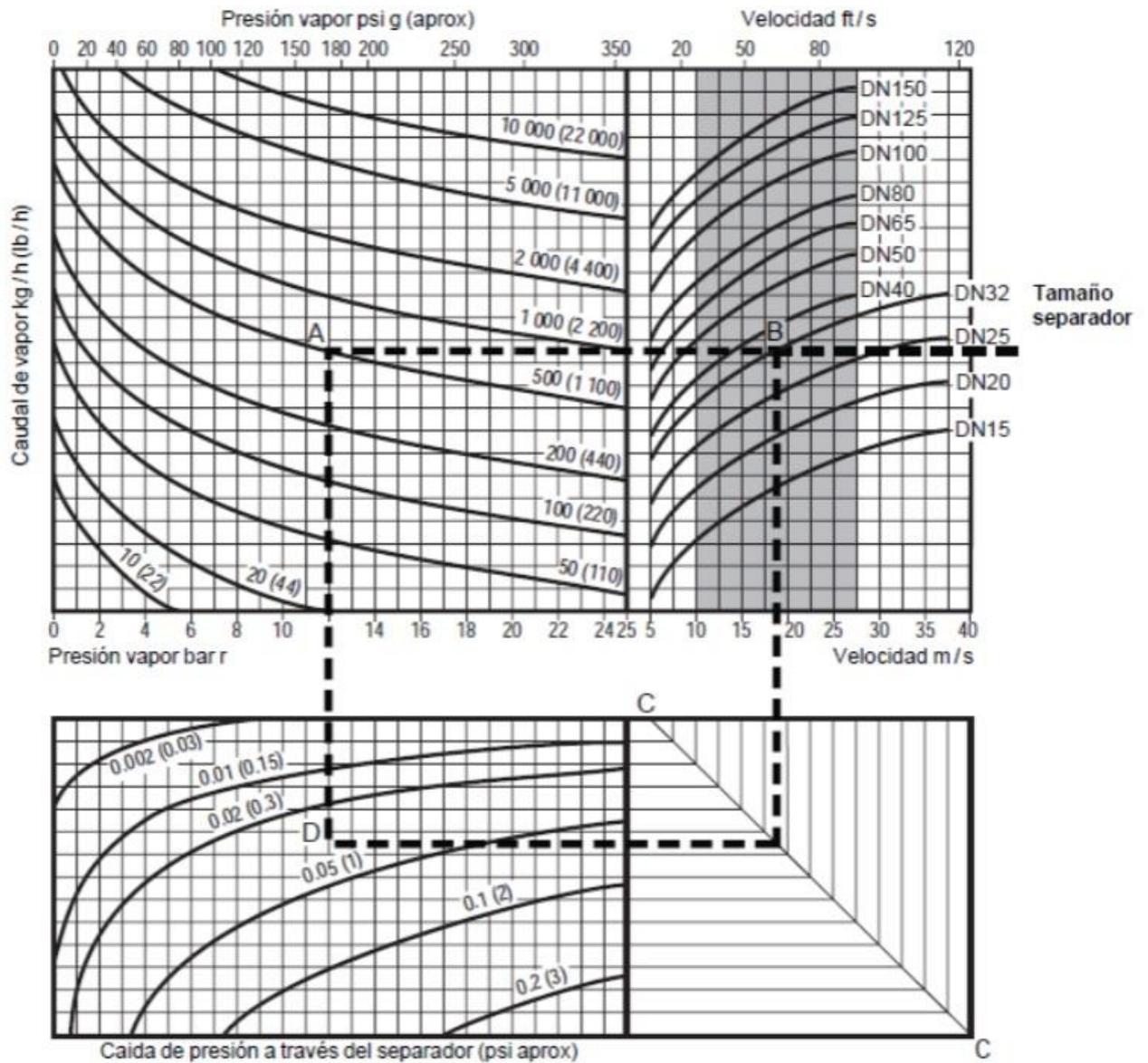


Ref [3.5] Moody, L.F. (1944). *Diagrama Moody Factor de Fricción*

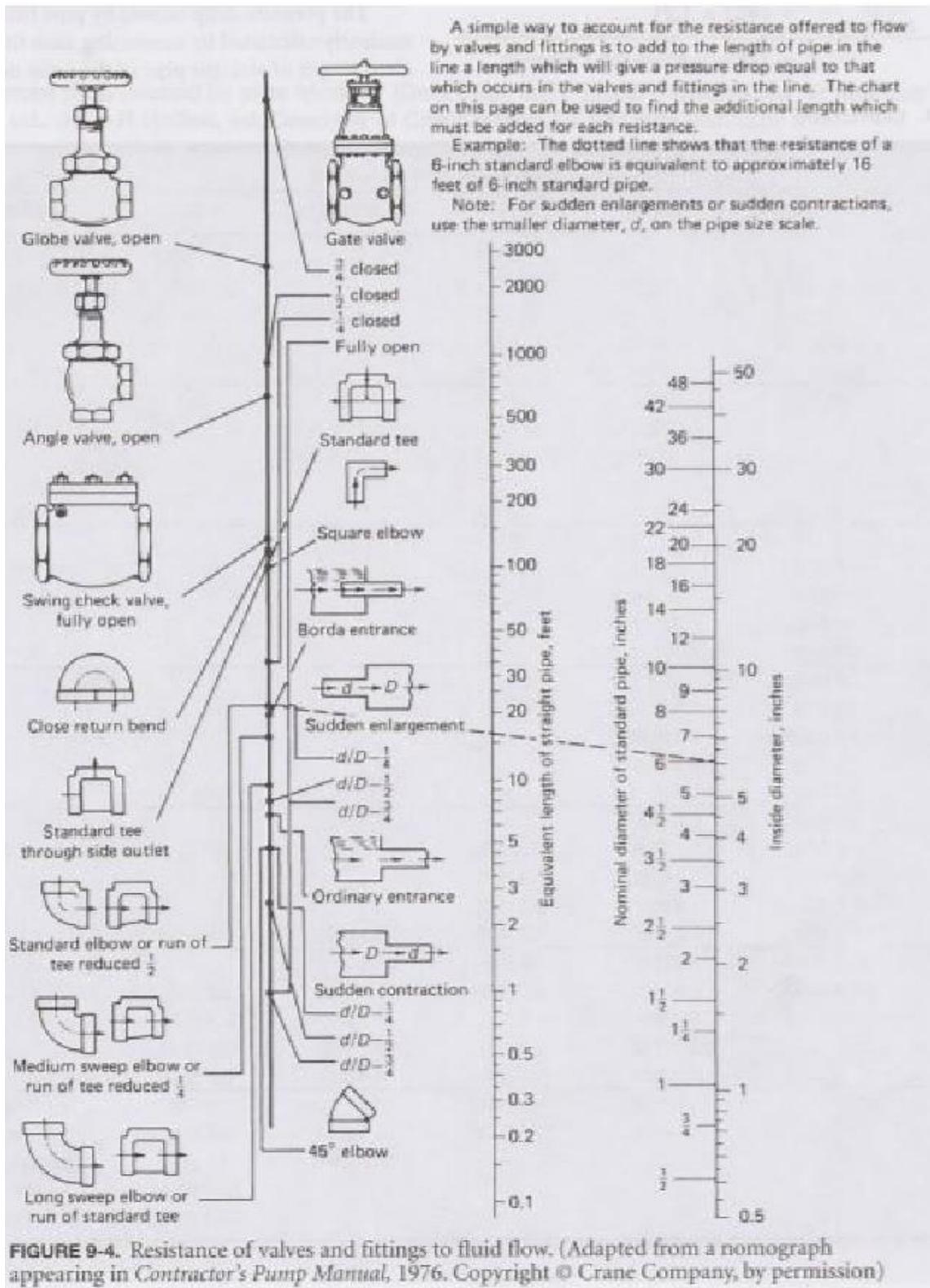


Ref [3.6] Spirax Sarco. *Diagrama Selección Separador de Gotas*

Las áreas sombreadas indican la selección recomendada para eficiencia del 100 %



Ref [3.7] - *Nomograma de Resistencia de Válvulas*





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA
GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

ANEXO E: Planos

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

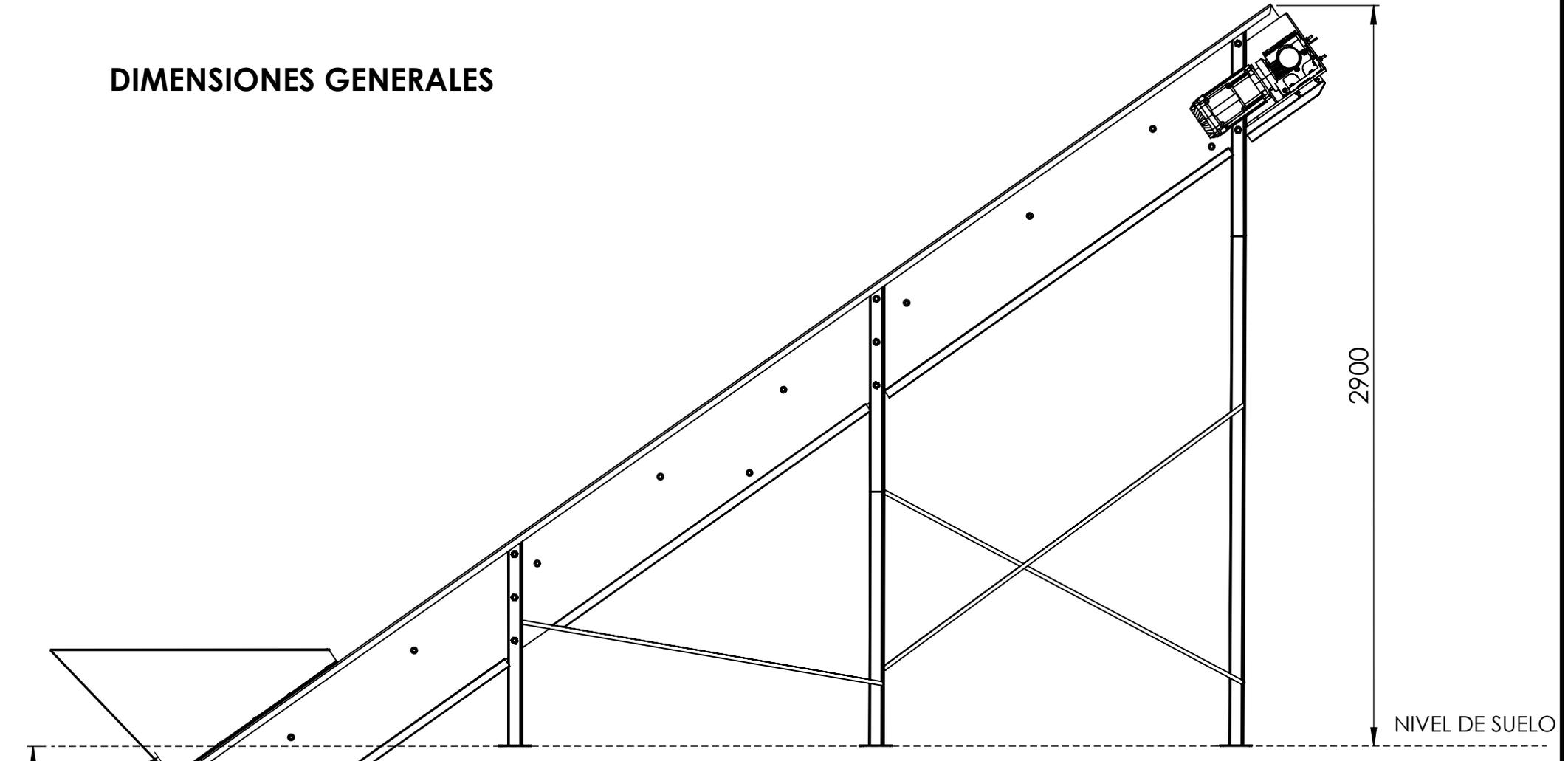
Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2024

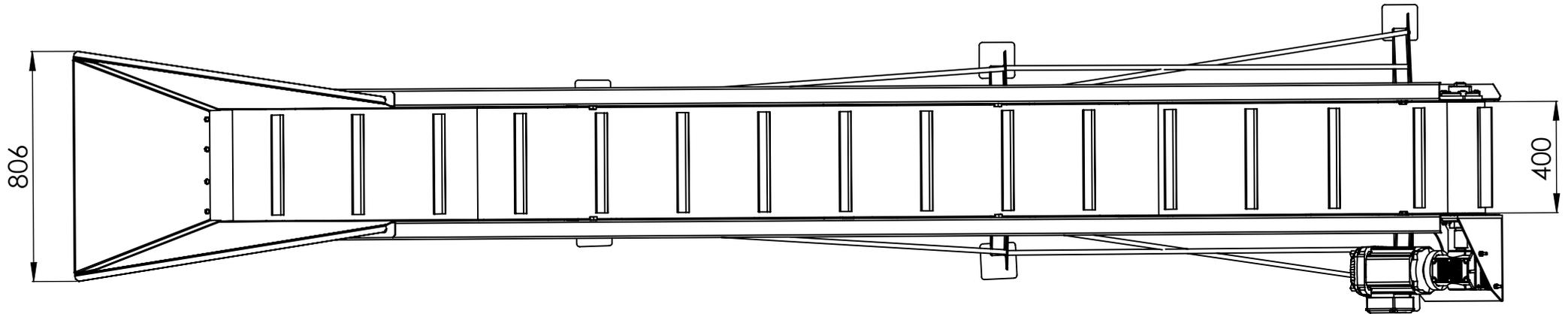
DIMENSIONES GENERALES



VISTA LATERAL

Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010		
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B			
	APROBÓ	30/09/2023	SOLDA R.				
	ESC. 1:22				<h2>CINTA TRANSPORTADORA</h2>		Código plano: 2203B-M1001-CT
	CANTIDAD			1			Código pieza: CT-GC-01
				Página: MC - 91 Hoja 1 - 6			

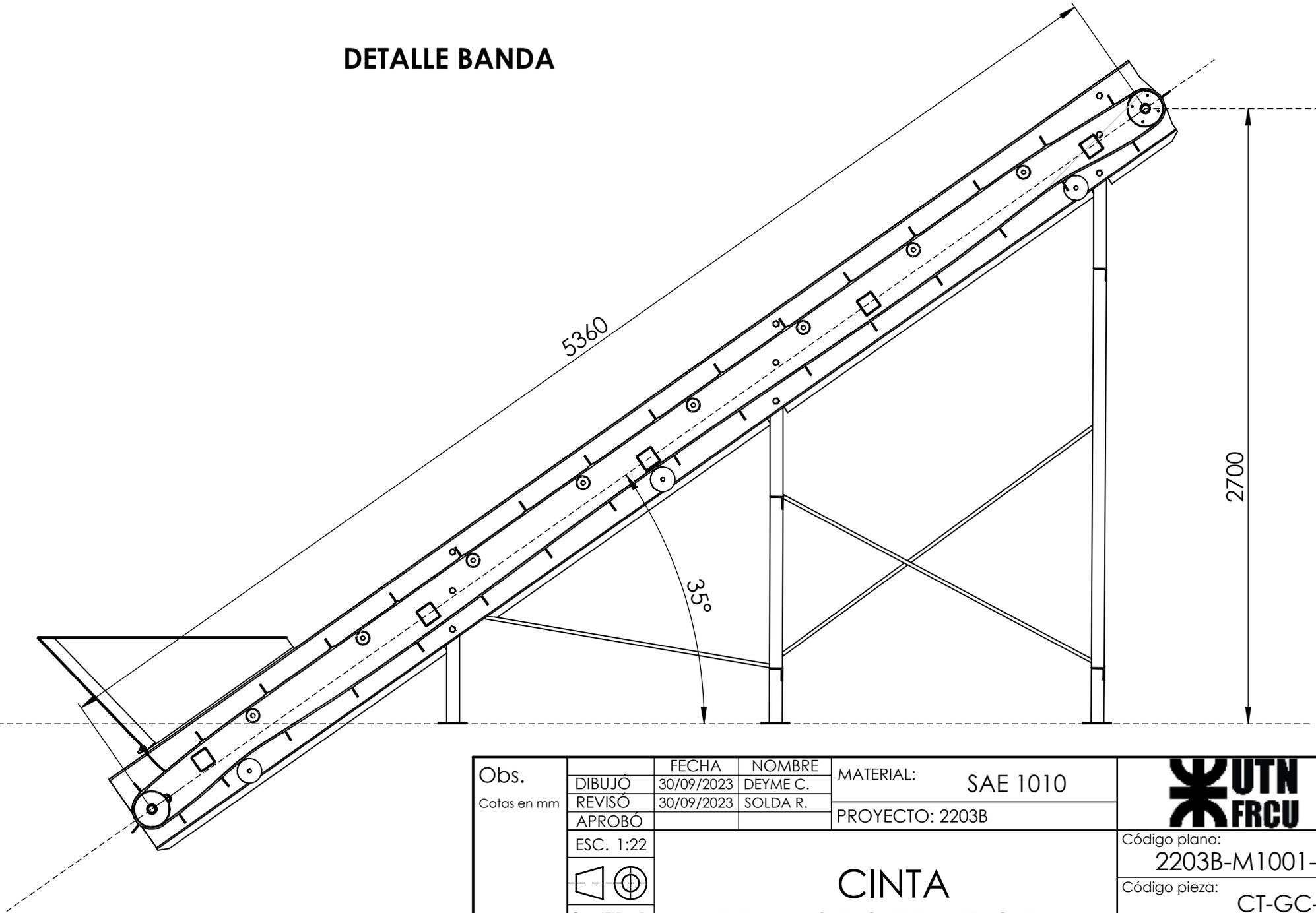
DIMENSIONES GENERALES



VISTA SUPERIOR

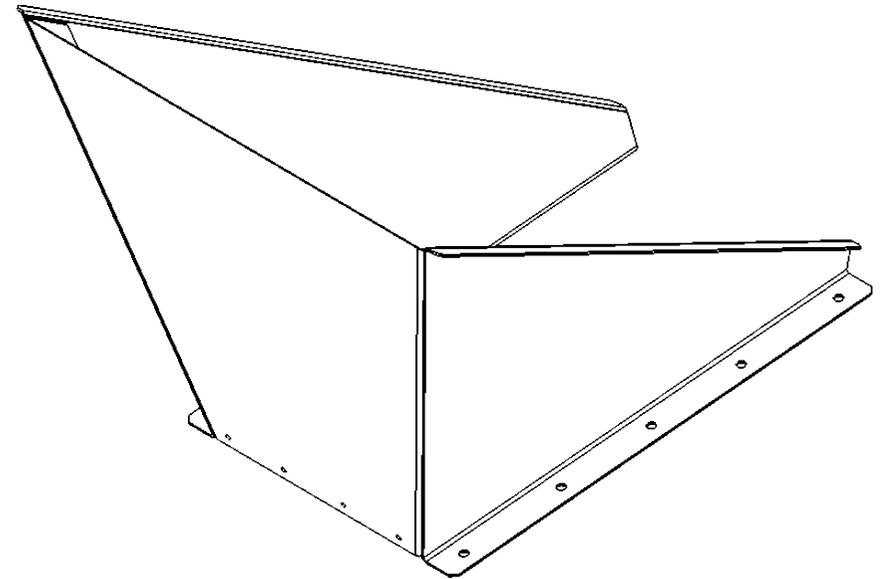
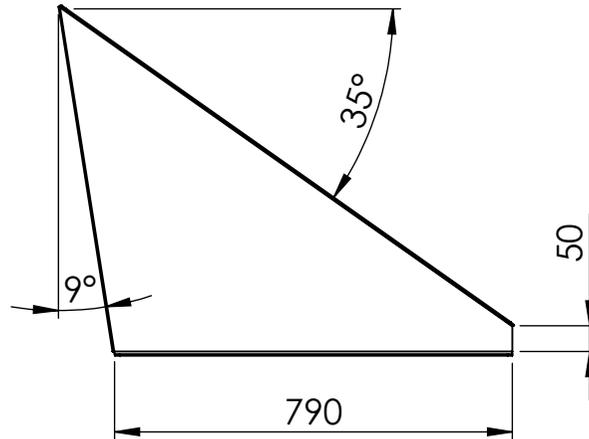
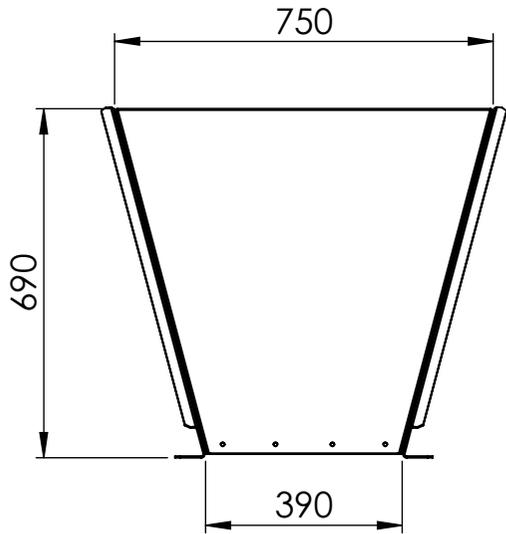
Obs. Cotas en mm	DIBUJO	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ		SOLDA R.			
	ESC. 1:19				<h2>CINTA TRANSPORTADORA</h2>	
	CANTIDAD			1		
						Página: MC - 91 Hoja 2 - 6

DETALLE BANDA

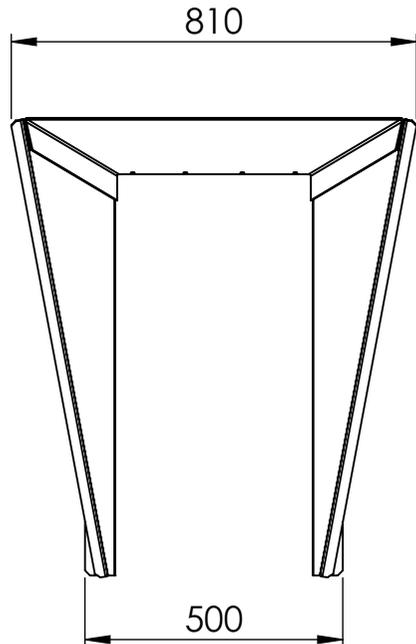


Obs. Cotas en mm	DIBUJO	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	 Código plano: 2203B-M1001-CT Código pieza: CT-GC-01 Página: MC - 91 Hoja 3 - 6
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ		SOLDA R.			
	ESC. 1:22	<h2>CINTA TRANSPORTADORA</h2>				
						
CANTIDAD	1					

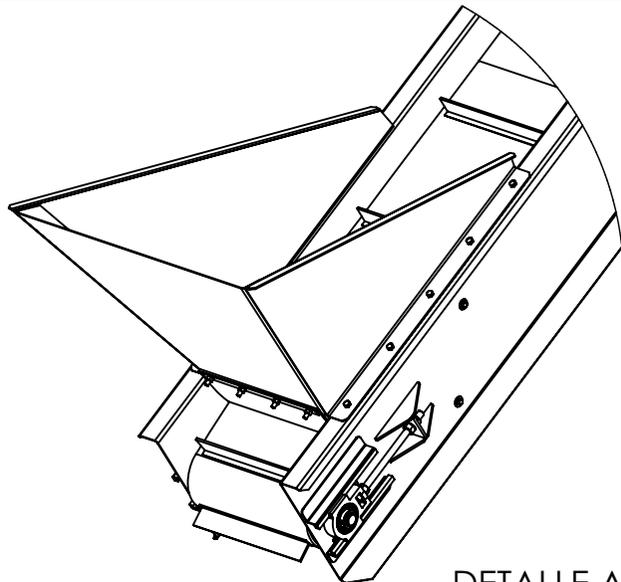
DETALLE TOLVA UNIFORMADORA DE CARGA



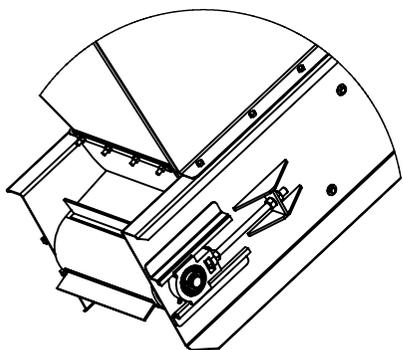
Vista isometrica, Esc. 1:10



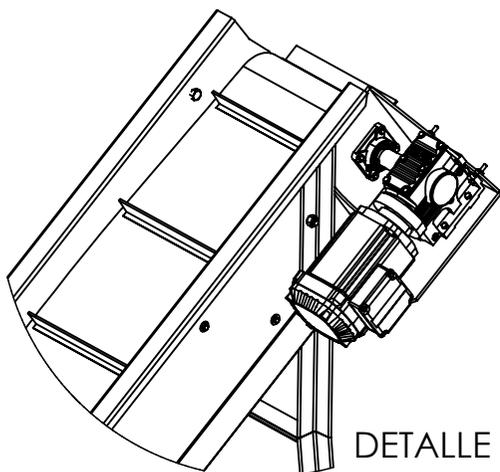
Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	 Código plano: 2203B-M1001-CT Código pieza: CT-GC-01 Página: MC - 91 Hoja 4 - 6
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ		SOLDA R.			
	ESC. 1:15					
	CANTIDAD				CINTA TRANSPORTADORA	
1						



DETALLE A



DETALLE B



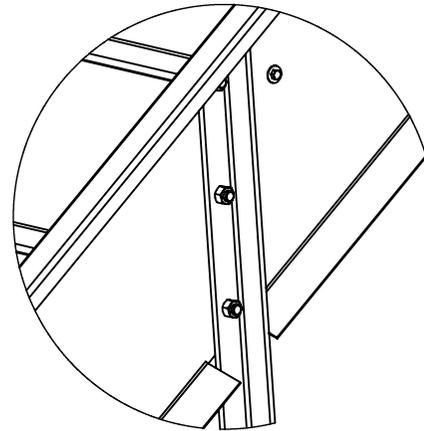
DETALLE C

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

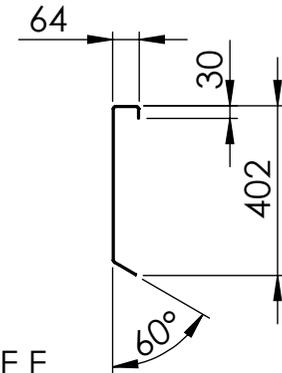
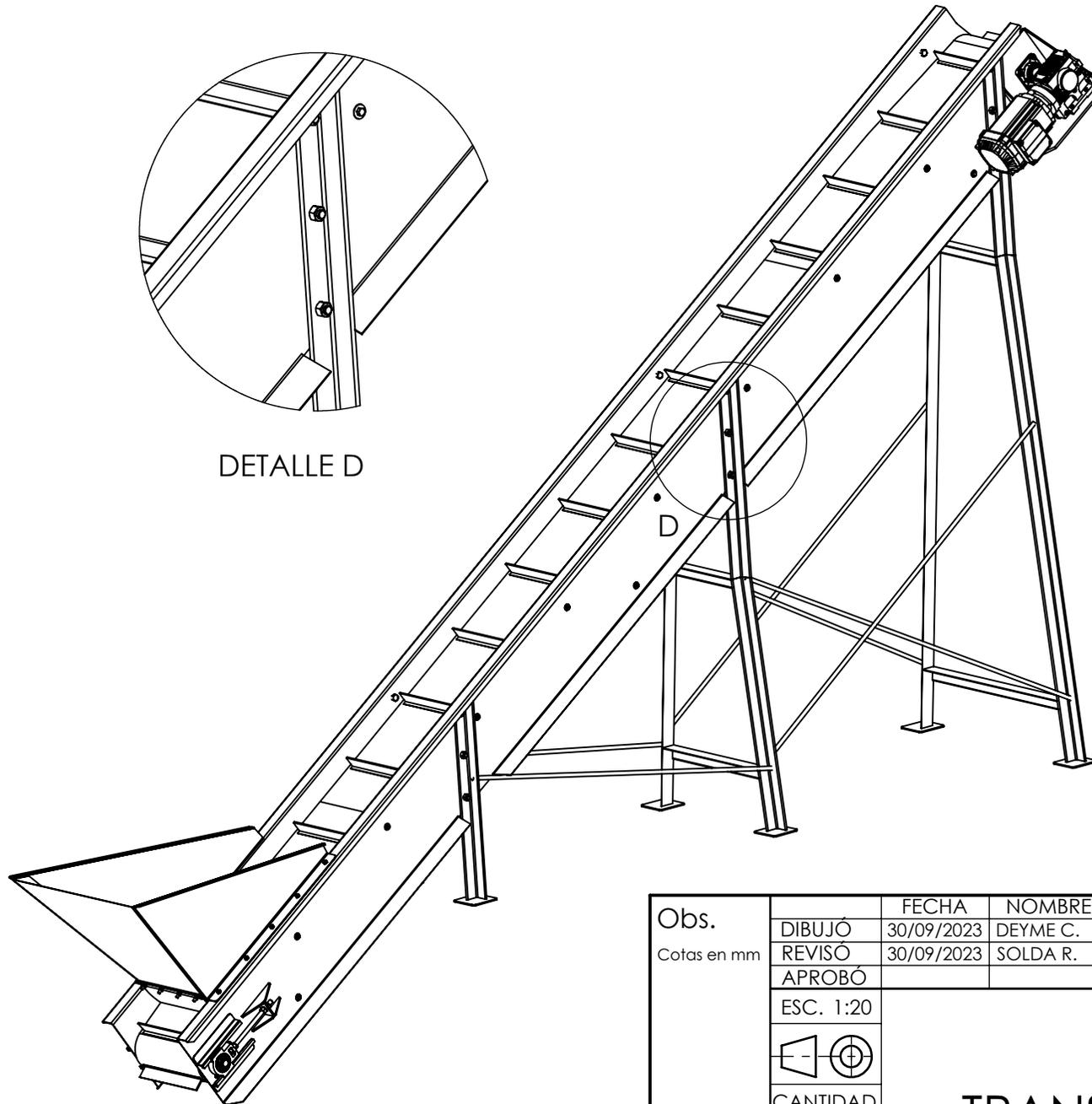
- Caudal: 900 kg/h
- Banda nervada de 400mm de ancho y paletas de 50mm de alto
- Ángulo de inclinación: 35°
- Potencia necesaria: 1 HP
- Altura de descarga de la banda respecto al suelo: 2.7 metros
- Velocidad lineal de la cinta: 0.8 m/s

- La cinta debe contar con una tolva uniformadora de carga, la misma debe ir fijada con bulones al cuerpo de la cinta (ver DETALLE A)
- Como unidad motriz se usará un motorreductor, el mismo debe ir montado sobre el tambor superior (ver DETALLE B)
- Sobre el tambor de carga prever un sistema de tensado de la banda (ver DETALLE C)

Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: SAE 1010		
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.			PROYECTO: 2203B
	APROBÓ	30/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:18					Código plano: 2203B-M1001-CT
	CANTIDAD					<h2 style="text-align: center;">CINTA TRANSPORTADORA</h2>
1				Página: MC - 91 Hoja 5 - 6		



DETALLE D



DETALLE E

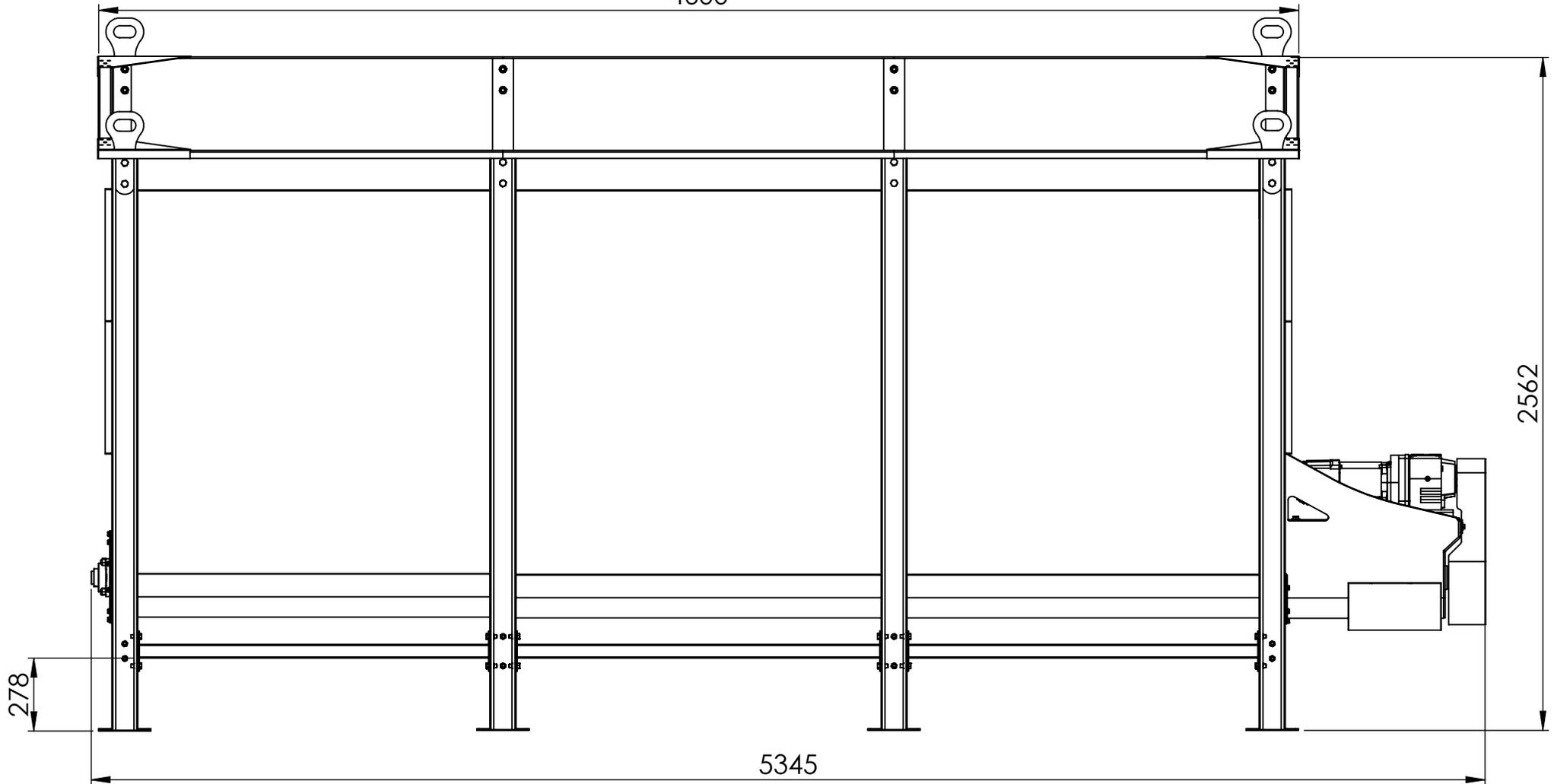
- Peso aproximado estructura de chapa: 500 kg
- Laterales de estructura metálica conformados en Chapa 1/8" (Ver DETALLE E)
- Patas de estructura conformados en ángulos L 2.1/4"x3/16", con tensores abulonados
- La estructura completa se debe poder ensamblar mediante uniones abulonadas

- Sobre el ramal superior (ramal tenso) prever 8 rodillos y sobre el ramal flojo 3 rodillos acordes al tipo de cinta, cada rodillo deberá colocarse mediante bulones y poseer rodamientos de bolas (Ver HOJA 3)

Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ	30/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:20					
						
CANTIDAD	<h1>CINTA TRANSPORTADORA</h1>					Código plano: 2203B-M1001-CT
1						Código pieza: CT-GC-01
						Página: MC - 91
						Hoja 6 - 6

MEDIDAS GENERALES

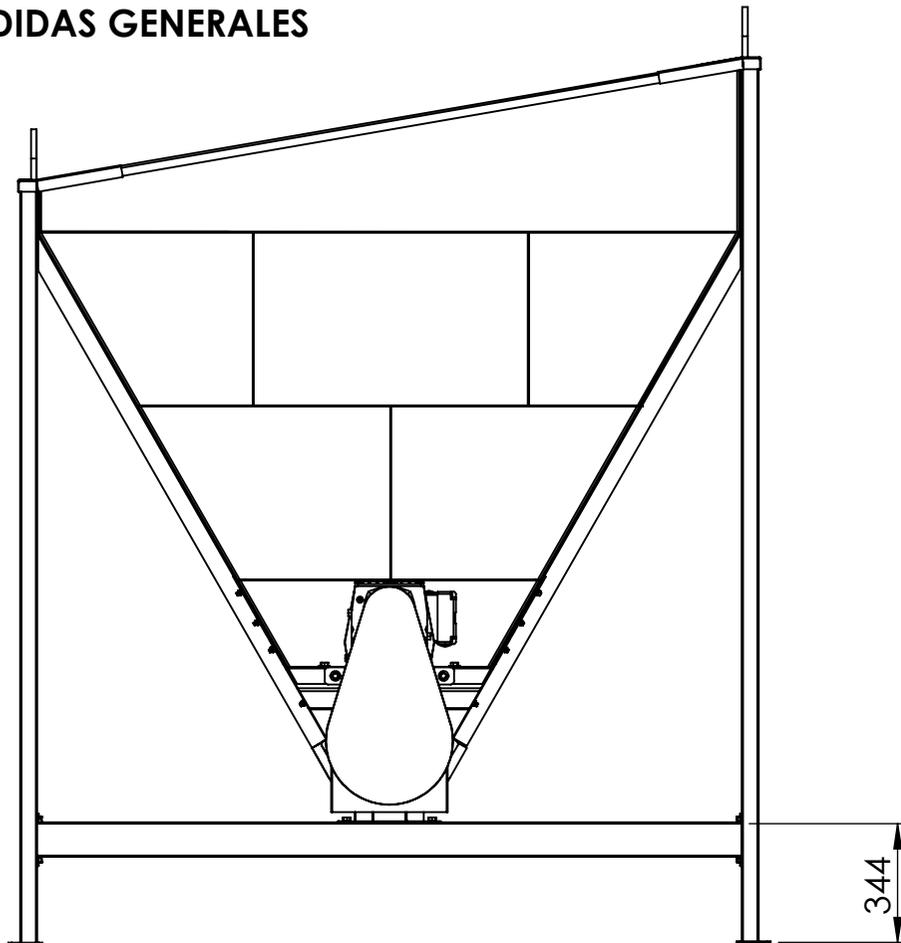
4600



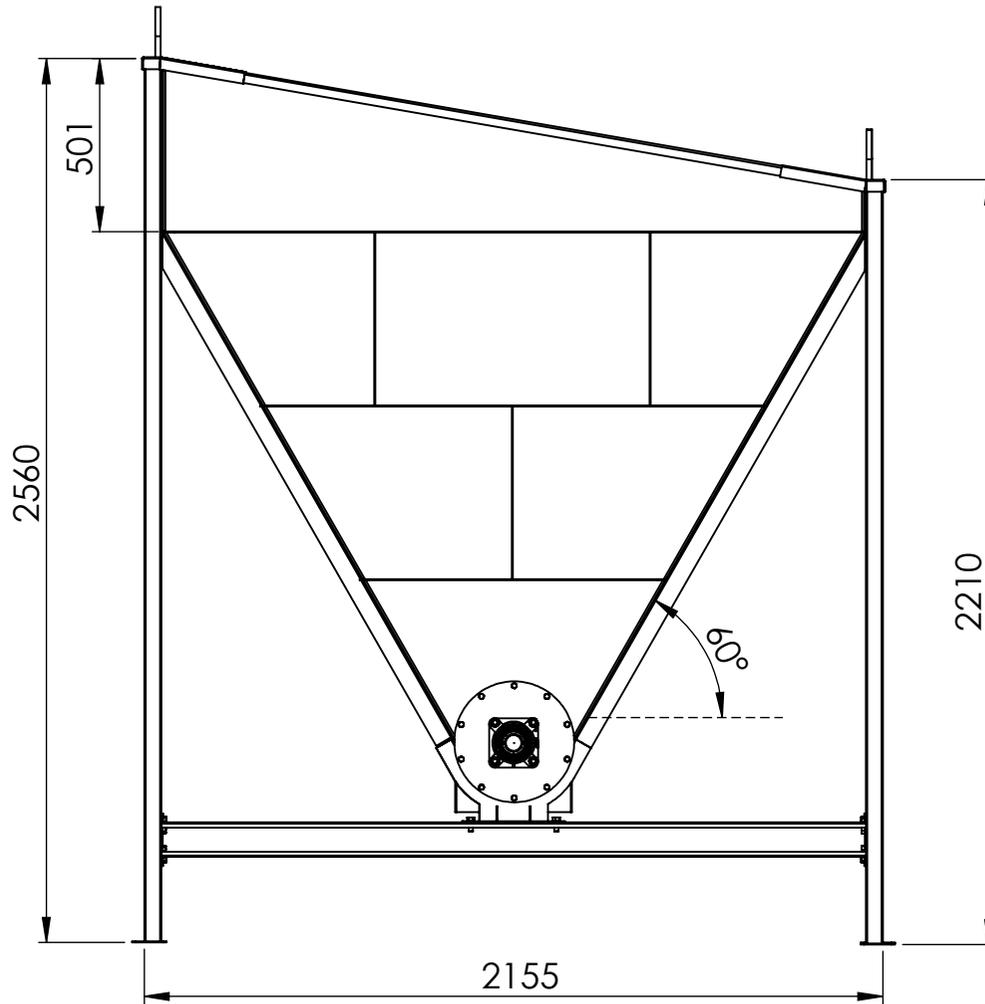
VISTA FRONTAL

Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	25/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ	25/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:22				<p style="text-align: center;">TOLVA DE RECEPCIÓN</p>	
	CANTIDAD			Código pieza: T-GC-01		
1	Página: MC - 81 Hoja 1 - 6					

MEDIDAS GENERALES

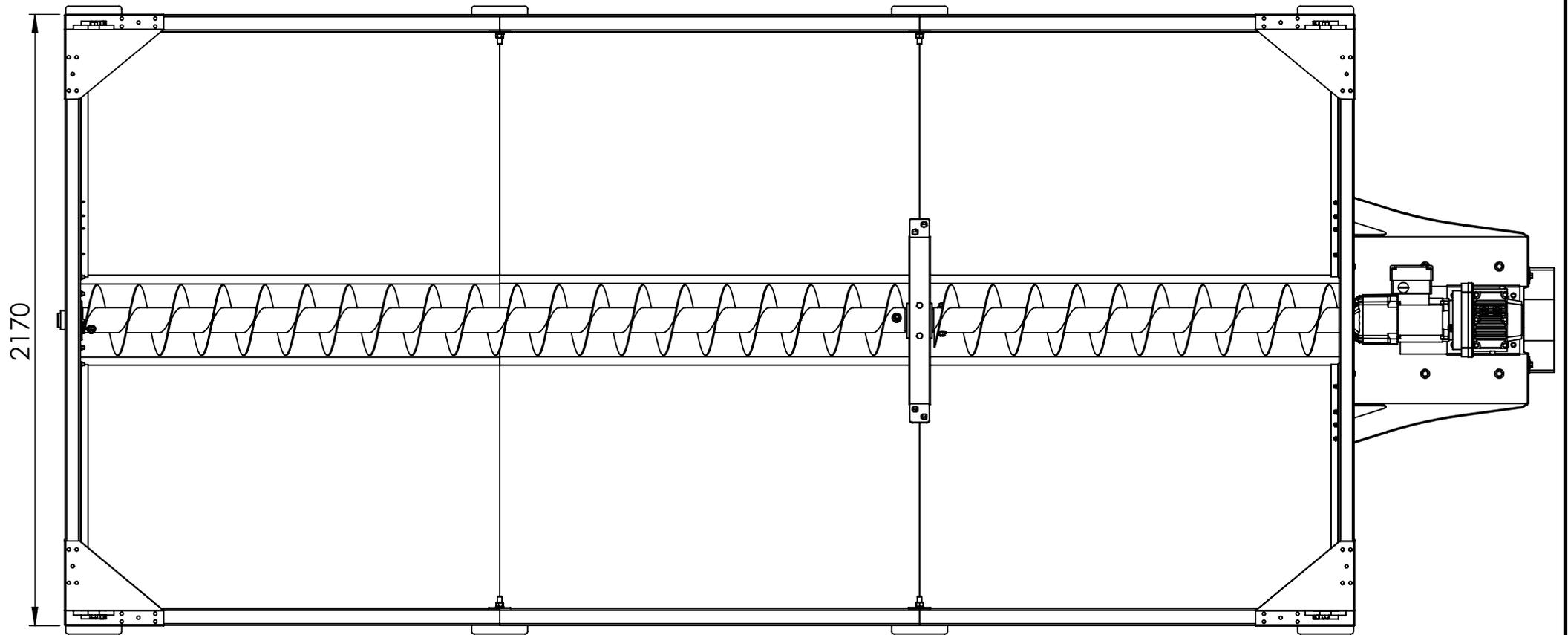


VISTA LATERAL DER.



VISTA LATERAL IZQ.

Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	25/09/2023	NOMBRE	DEYME C.	MATERIAL:	SAE 1010		
	REVISÓ	25/09/2023	SOLDA R.		PROYECTO:	2203B		
	APROBÓ							
	ESC.	1:22	<h2>TOLVA DE RECEPCIÓN</h2>				Código plano:	2203B-M1002-T
		Código pieza:					T-GC-01	
CANTIDAD	1					Página:	MC - 81	
								Hoja 2 - 6



VISTA SUPERIOR

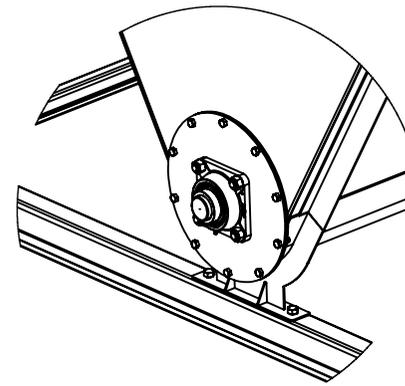
Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	25/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ	25/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:20				<p style="text-align: center;">TOLVA DE RECEPCIÓN</p>	
	CANTIDAD			Código pieza: T-GC-01		
1	Página:		MC - 81	Hoja 3 - 6		

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

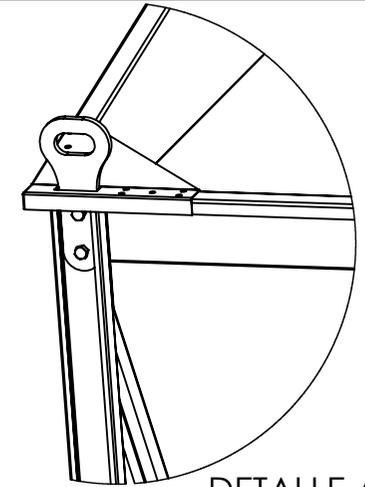
- Capacidad: 4000 kg
- Ángulo de laterales: 60° (s/ Hoja 2)
- Respetar alturas máximas acotadas en Hoja 2
- Potencia necesaria: 1 HP
- Velocidad angular de sin fin: 6 RPM

La tolva debe contar con:

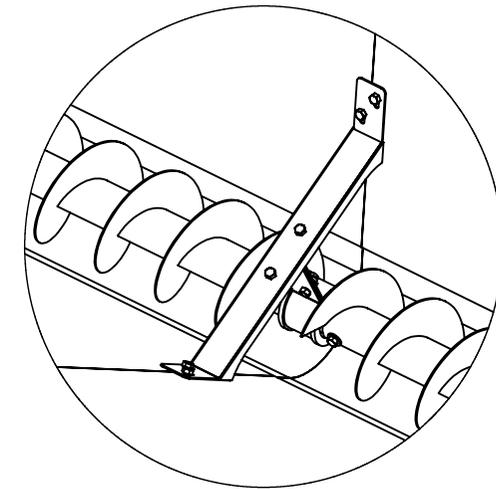
- Cuatro (4) cáncamos (ver DETALLE A)
- El descargador debe ser abulonable para su facil mantenimiento. Sobre el mismo, ira montado el motorreductor, este se vincula a la rosca transportadora mediante una cadena a rodillos, preveer un sistema de tensado (ver DETALLE B)
- Proveer 1 soporte central para la rosca transportadora (ver DETALLE C)
- Sobre ambos laterales el eje de la rosca transportadora se fija con cajas de rodamiento cuadradas (ver DETALLE D)



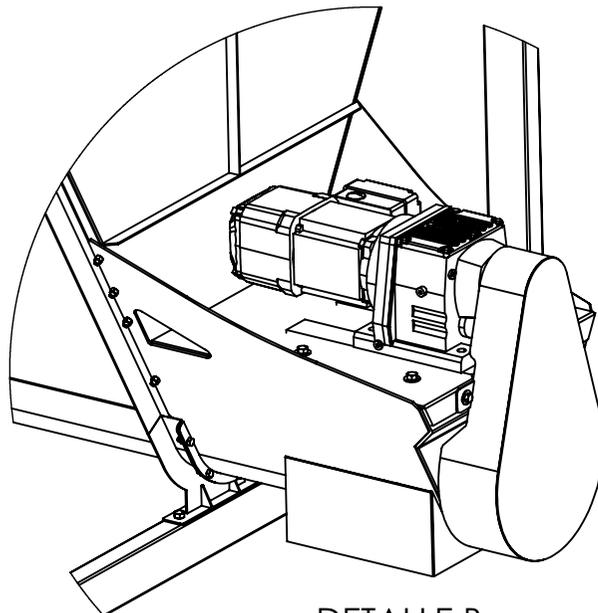
DETALLE D



DETALLE A

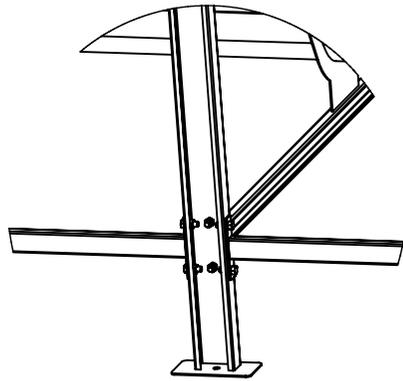


DETALLE C



DETALLE B

Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	25/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ	25/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:15	<h1>TOLVA DE RECEPCIÓN</h1>			Código plano:	
	Código pieza:				T-GC-01	
CANTIDAD	Página:				MC - 81	
1					Hoja 4 - 6	



DETALLE E

-Peso aproximado de estructura metálica: 690 kg

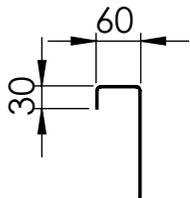
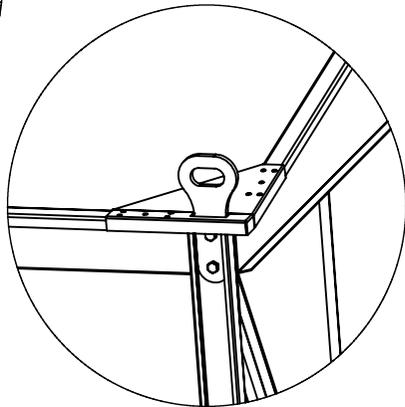
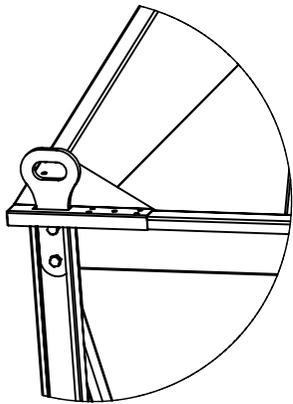
-La tolva debe fabricarse con chapa calibre 14, conformada con laterales lisos, y extremos reforzados con cortes de chapa

-El fondo de la tolva debe ser un rolado de chapa del mismo espesor antes dicho

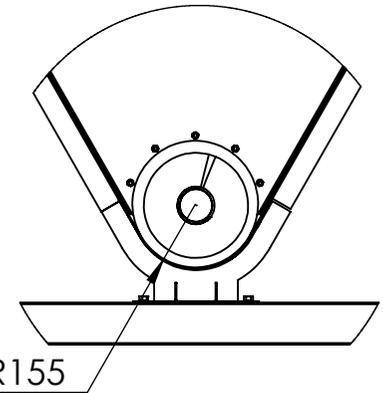
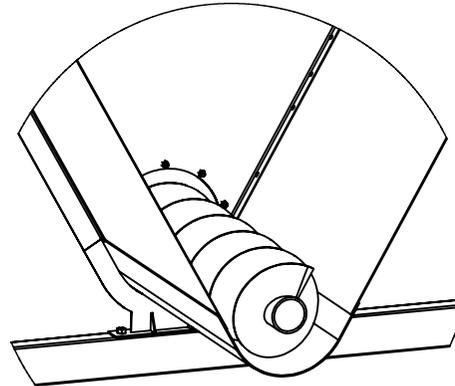
-Prever para toda la periferia de la tolva un plegado a modo de terminación y refuerzo, además de refuerzos localizados en cada esquina

-Todo el conjunto antes dicho deberá ir soldado, conformando así la estructura principal de la tolva

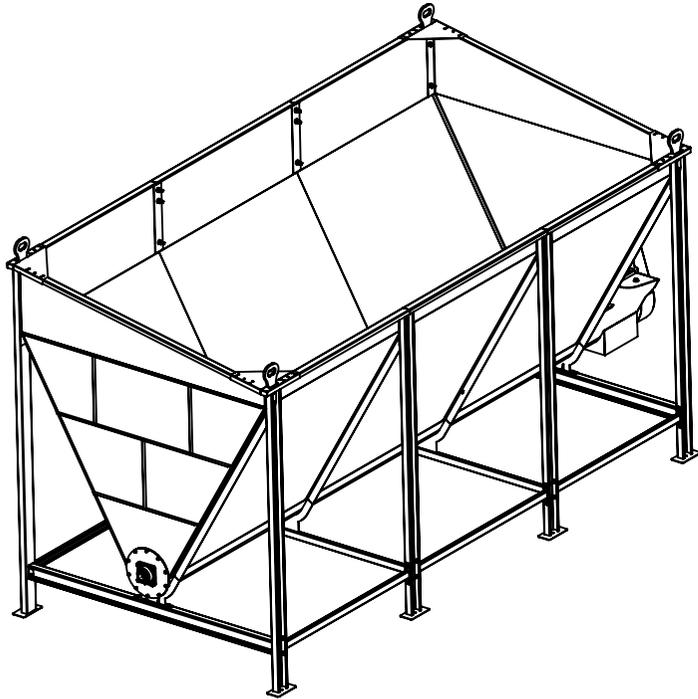
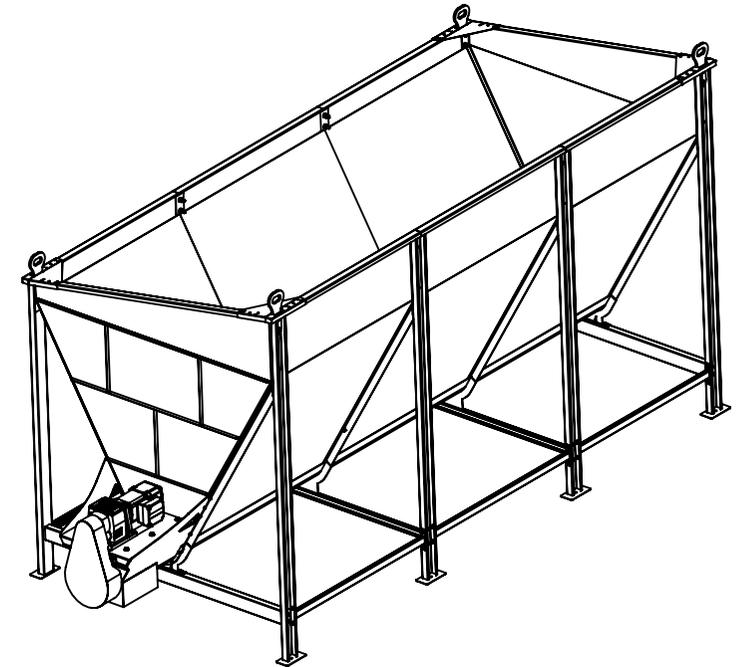
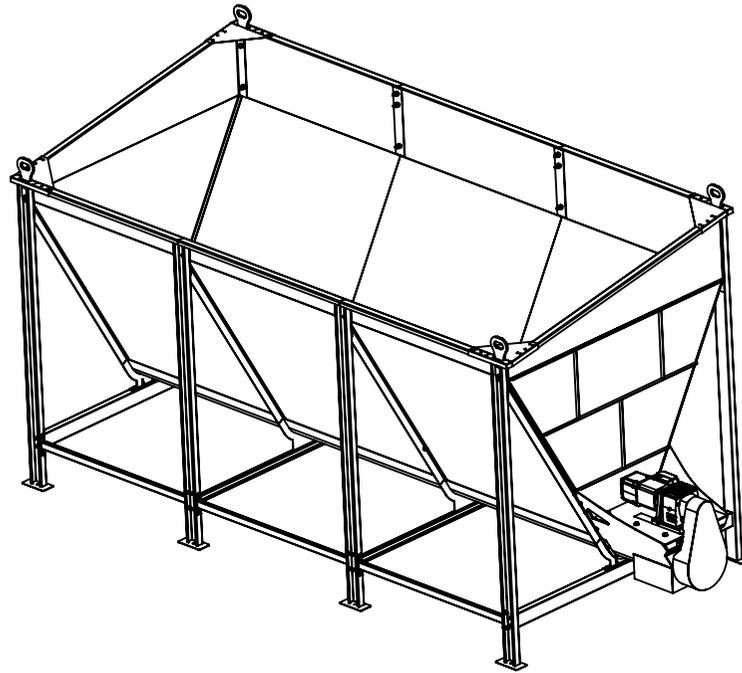
-Para las patas y largueros utilizar estructural tipo C, medida 100X50X15X2, estos se fijarán mediante bulones al conjunto soldado, al igual que los cáncamos de izaje (Ver DETALLE E)



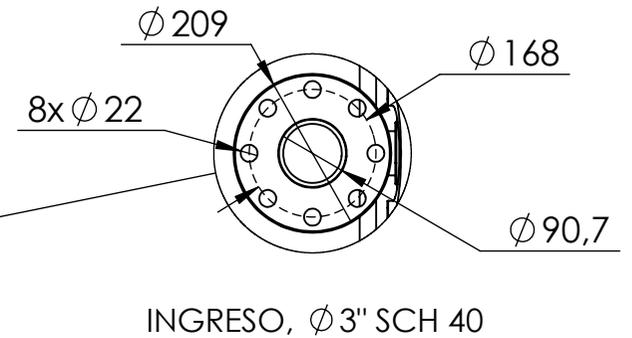
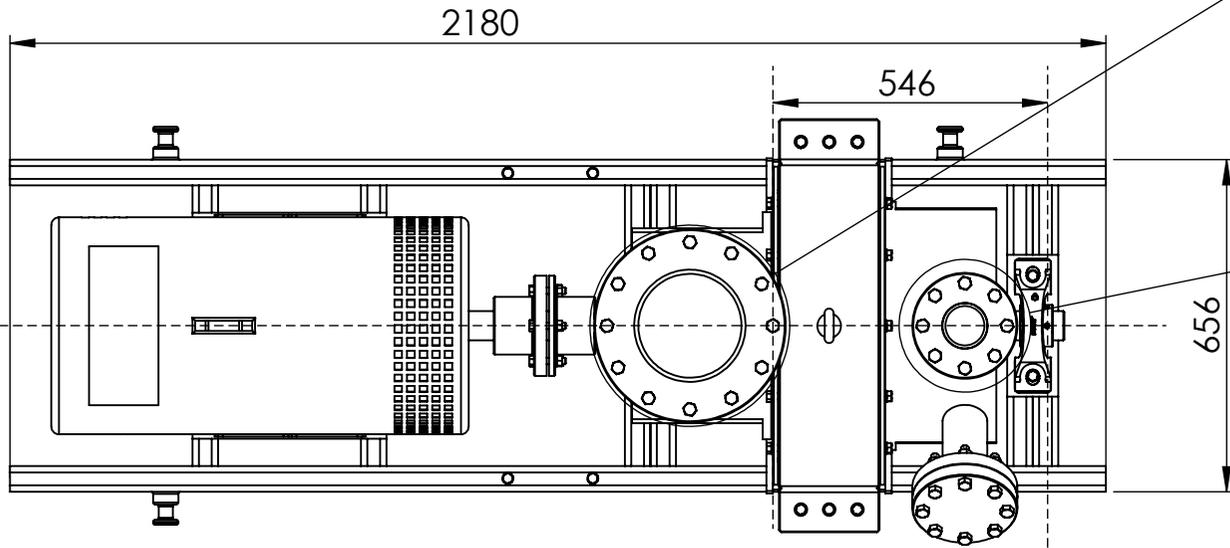
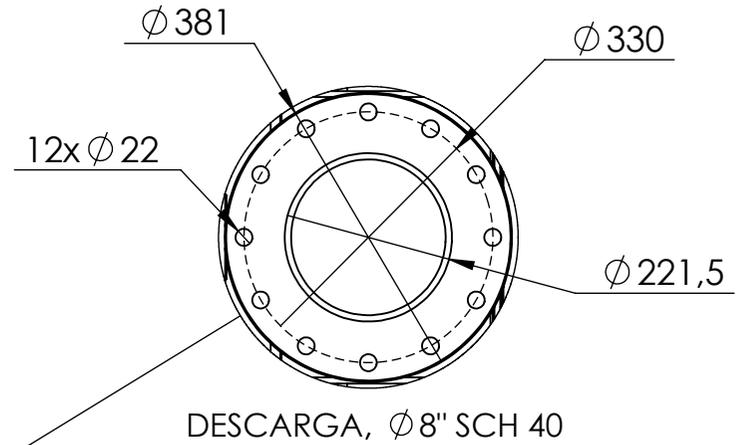
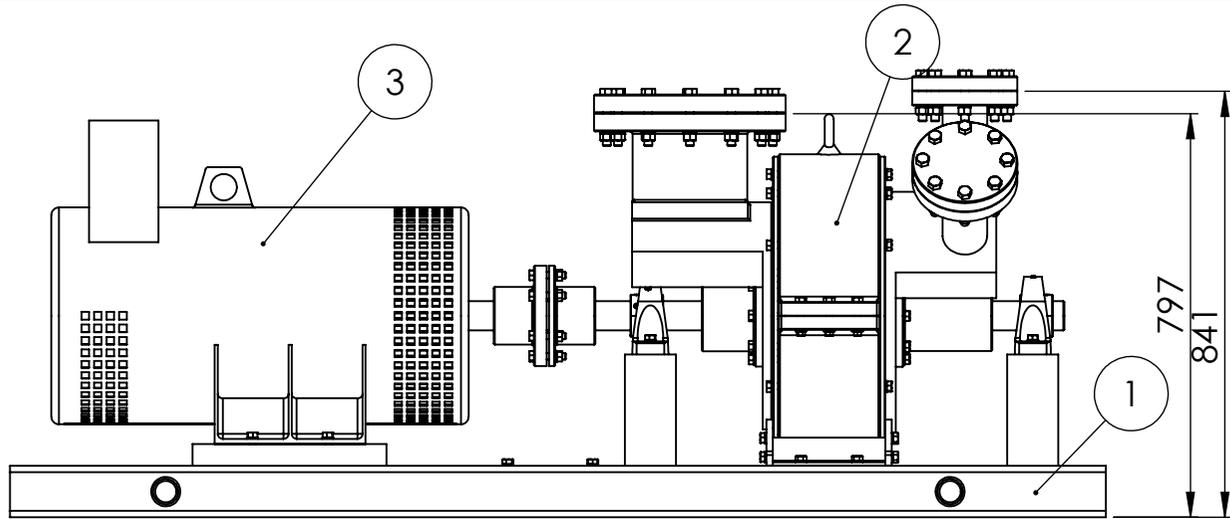
Detalle plegados laterales



Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	25/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ	25/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:22					
		<h1>TOLVA DE RECEPCIÓN</h1>			Código plano: 2203B-M1002-T	
CANTIDAD	1				Código pieza: T-GC-01	
					Página:	MC - 81 Hoja 5 - 6

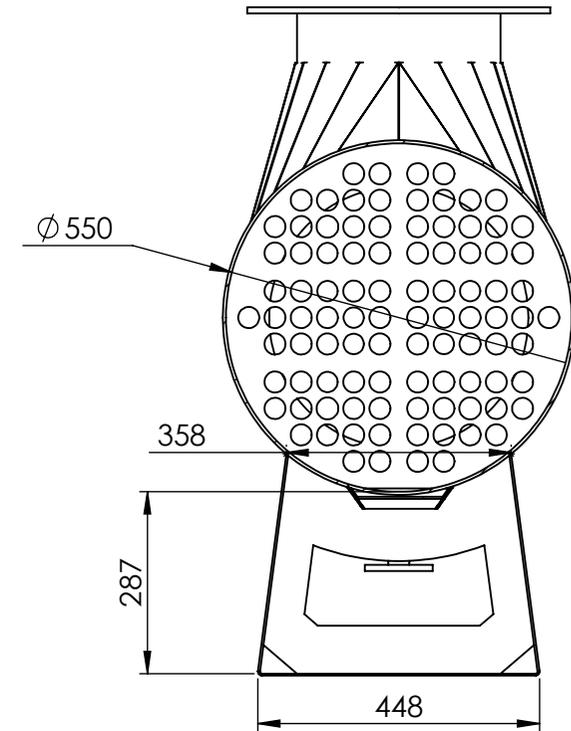
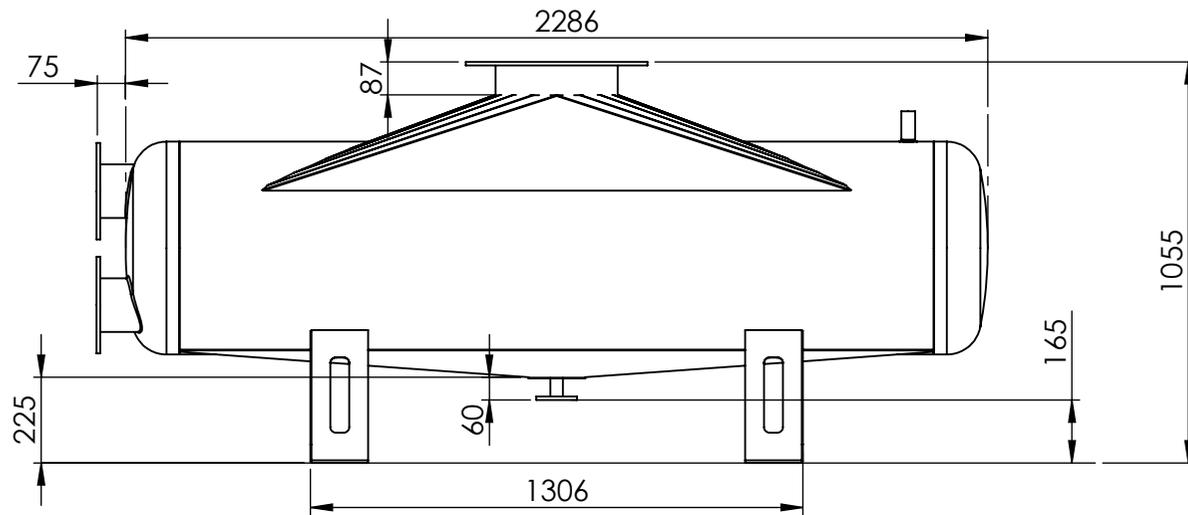


Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	25/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ	25/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:50					
						
CANTIDAD				<h1>TOLVA DE RECEPCIÓN</h1>		Código plano: 2203B-M1002-T
1						Código pieza: T-GC-01
						Página: MC - 81
						Hoja 6 - 6

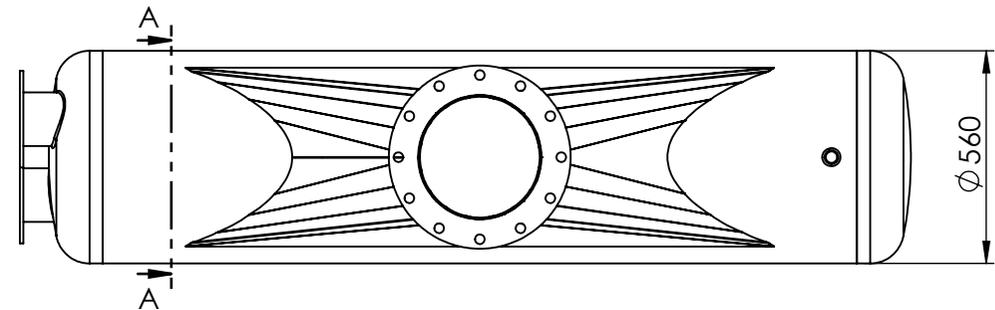


N.º	N.º DE PIEZA	CANT.
1	Base	1
2	Turbinaa	1
3	Generador	1

Obs. Cotas en mm	DIBUJO	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: SAE 1010		
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.			PROYECTO: 2203B
	APROBÓ	30/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:20					Código plano: 2203B-M2003-TG
	CANTIDAD					<h2 style="text-align: center;">SET TURBINA - GENERADOR</h2>
1				Página: MC - 14	Hoja 1 - 1	



SECCIÓN A-A

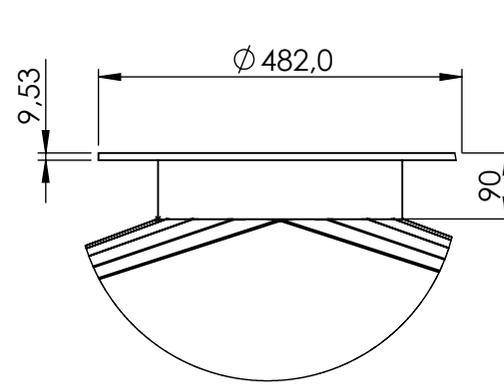
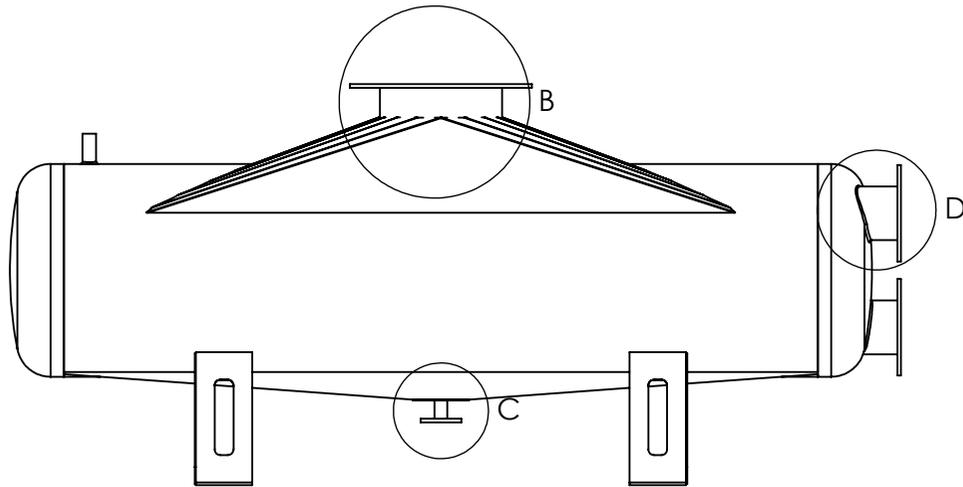


REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

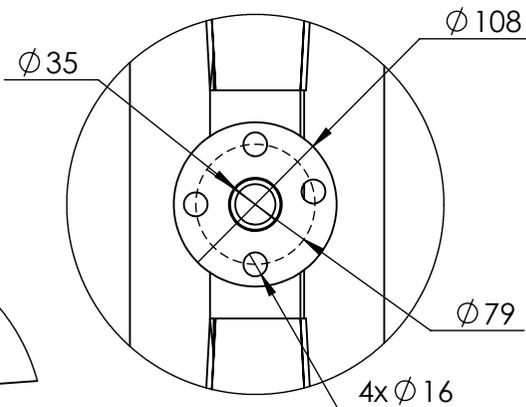
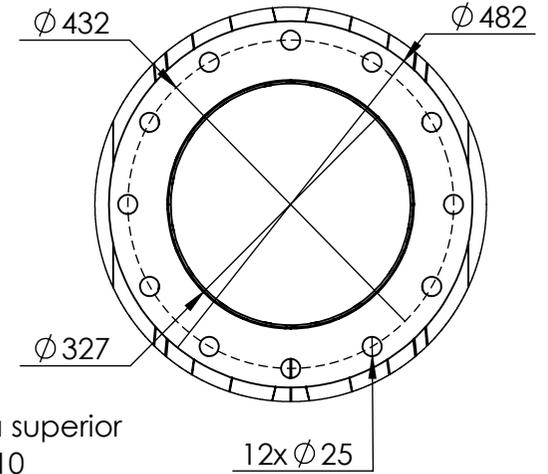
- Potencia: 709 kW
- Flujo requerido: 122.000 L/h
- Numero de pasos: 6
- Número de tubos por paso: 16
- Diámetro de tubos de intercambio: ϕ 1" SCH 5
- Cañerías de agua de enfriamiento: ϕ 5" SCH 10
- Cañería entrada: ϕ 12" SCH 10
- Cañería salida: ϕ 1" SCH 10

- Peso aproximado estructura metálica: 400 kg
- Fabricar estructura metálica en chapa calibre 1/8"
- Para las bridas utilizar chapa de 3/8" de espesor, (Ver hoja 2)

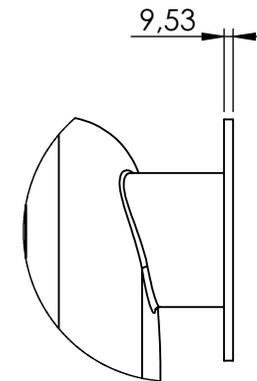
Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ	30/09/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:20					
		<h1>CONDENSADOR</h1>			Código plano: 2203B-M1004-CO	
CANTIDAD	1				Código pieza: CO-GV-01	
					Página:	MC - 34 Hoja 1 - 3



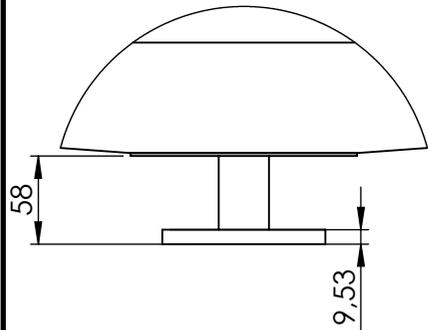
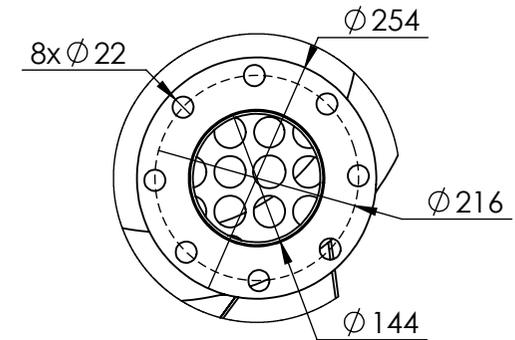
DETALLE B: Entrada superior
ESCALA 1 : 10



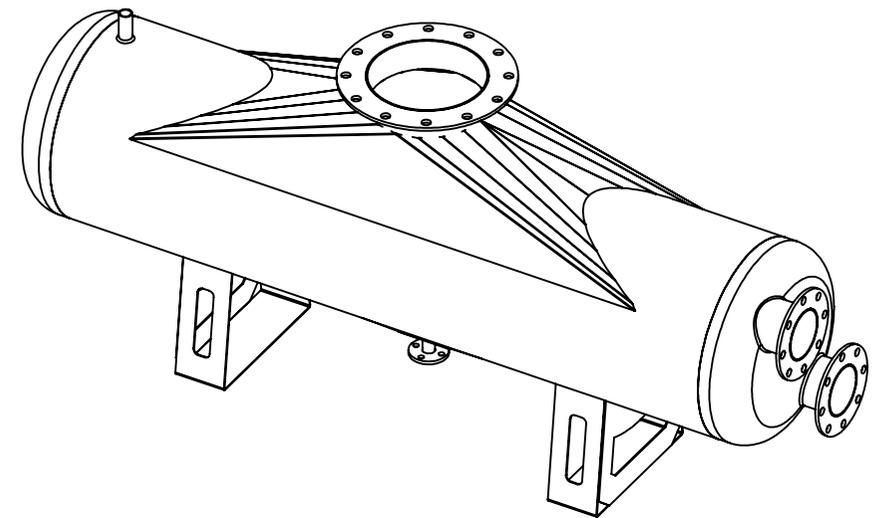
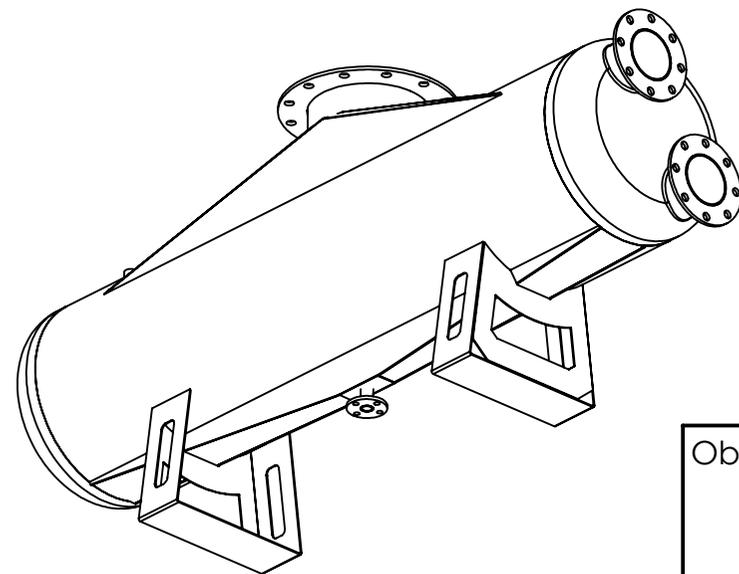
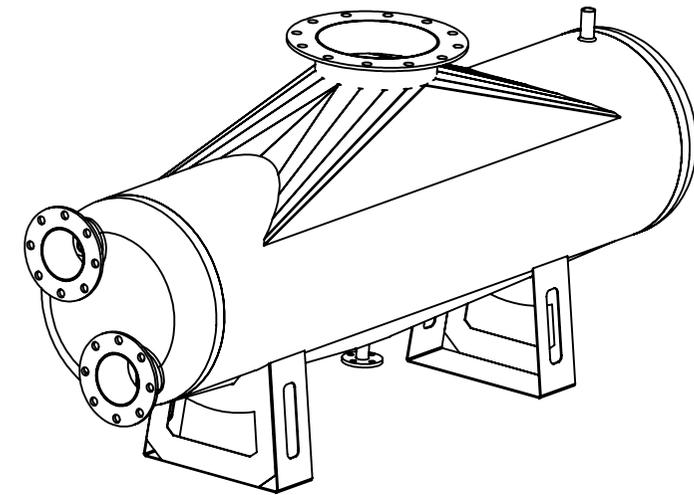
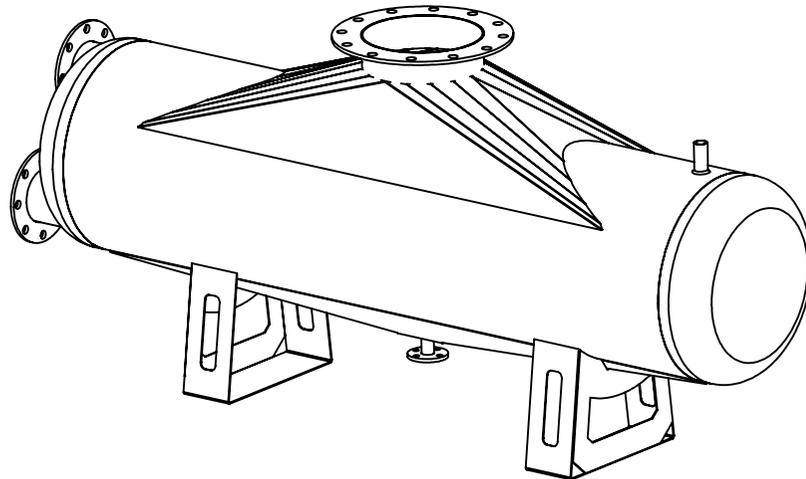
DETALLE C: Descarga inferior

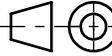


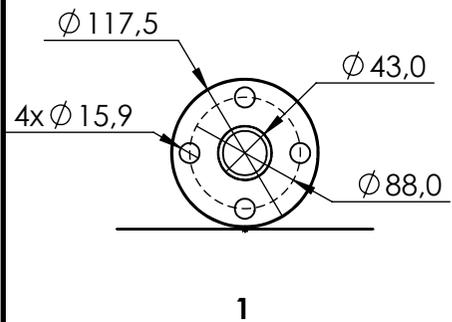
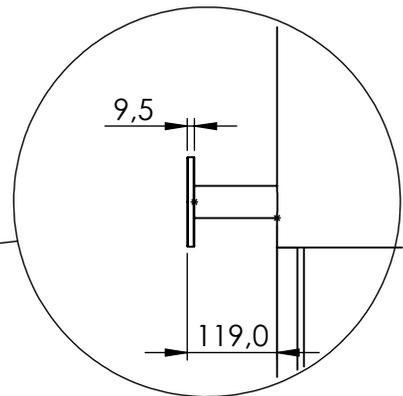
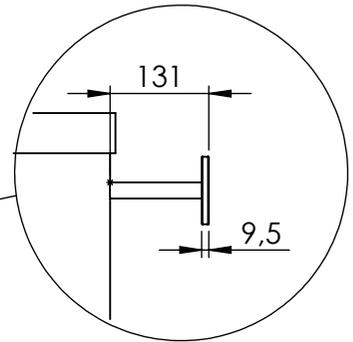
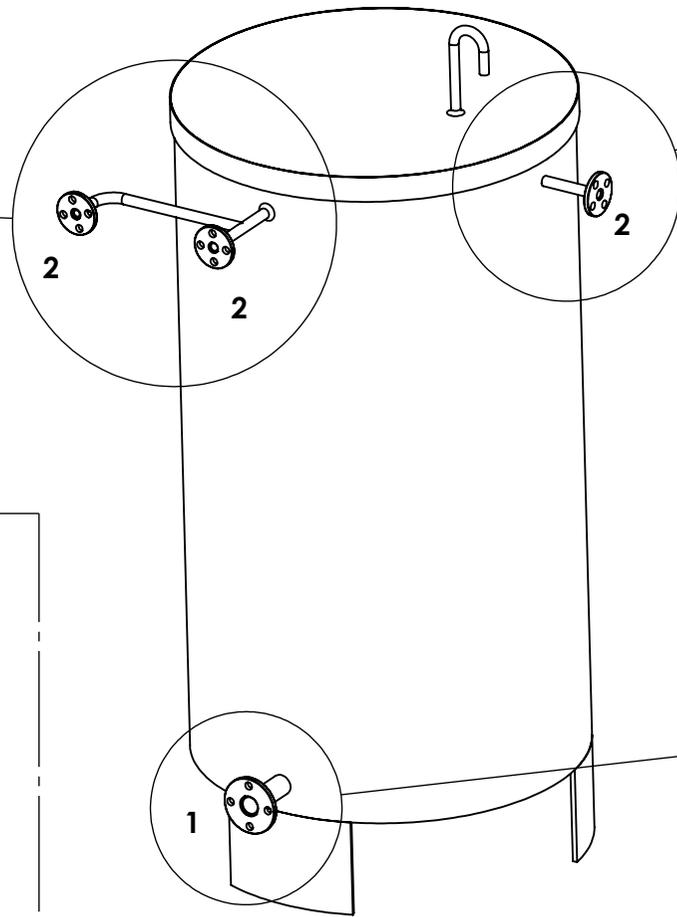
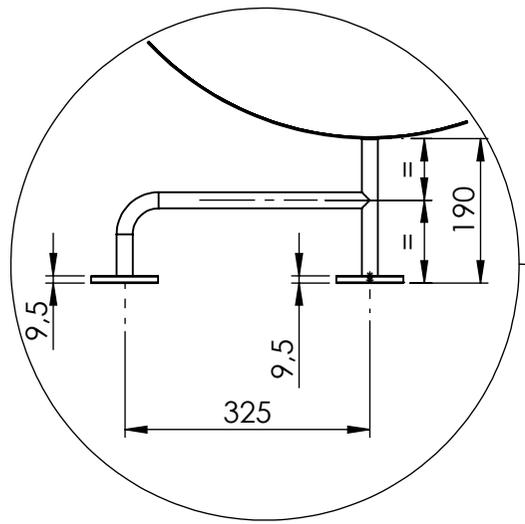
DETALLE D: Conexion agua de enfriamiento (ambas iguales)
ESCALA 1 : 8



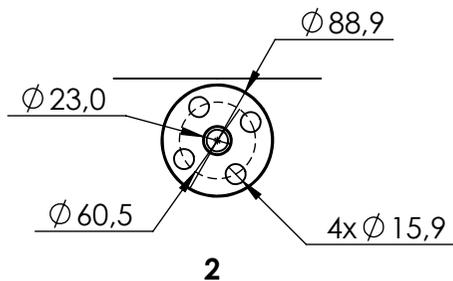
Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010		
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.				
	APROBÓ	30/09/2023	SOLDA R.	PROYECTO: 2203B			
	ESC. 1:20				Código plano:		2203B-M1004-CO
	CANTIDAD				1		Código pieza:
CONDENSADOR				Página:	MC - 34		
				Hoja 2 - 3			



Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	30/09/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ		SOLDA R.			
	ESC. 1:20	<h1>CONDENSADOR</h1>			Código plano: 2203B-M1004-CO	
					Código pieza: CO-GV-01	
CANTIDAD	1			Página: MC - 34	Hoja 3 - 3	



Detalle bridas



Puntos de conexion

- Caño de descarga (1): ϕ 1 1/4" SCH 40
- Caños de alimentación (2): ϕ 1/2" SCH 40

Fabricar bridas de conexión en Chapa Cal 3/8"

Obs.

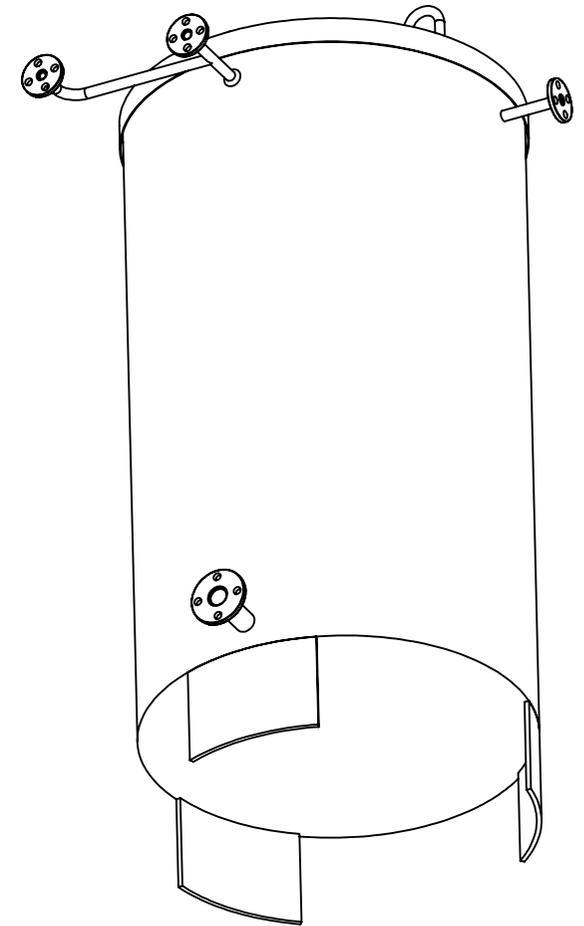
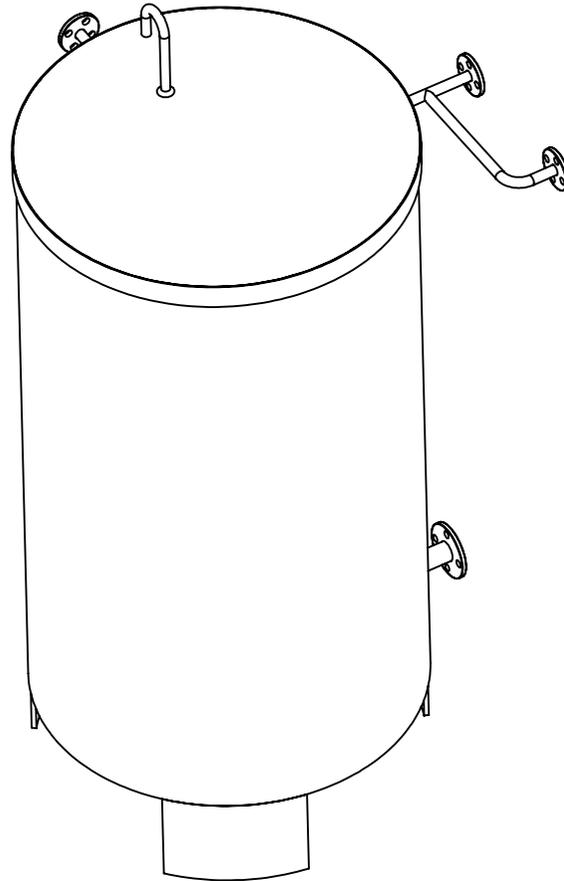
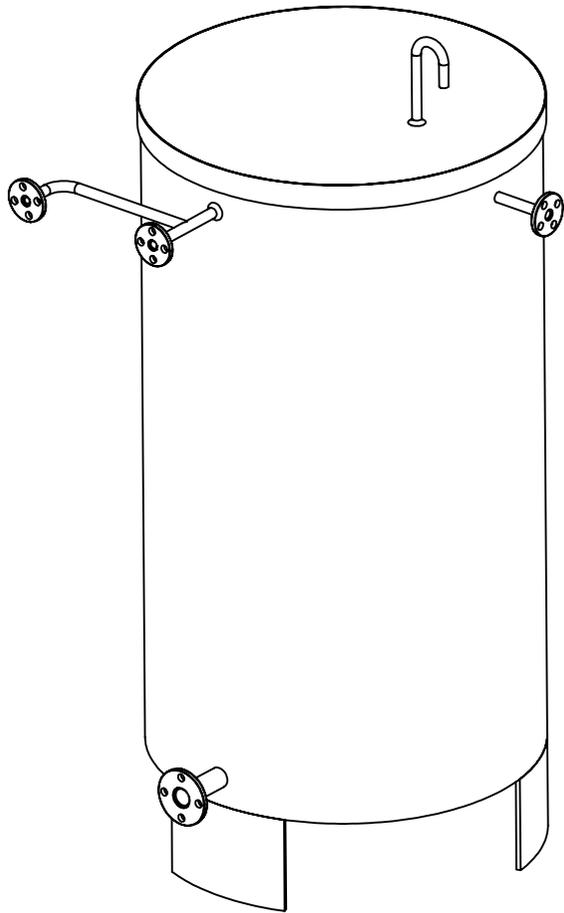
DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:
REVISÓ	30/09/2023	SOLDA R.	SAE 1010
APROBÓ	30/09/2023	VERGARA V.	PROYECTO: 2203B
ESC. 1:15	TANQUE DE CONDENSADOS		
CANTIDAD			
1			



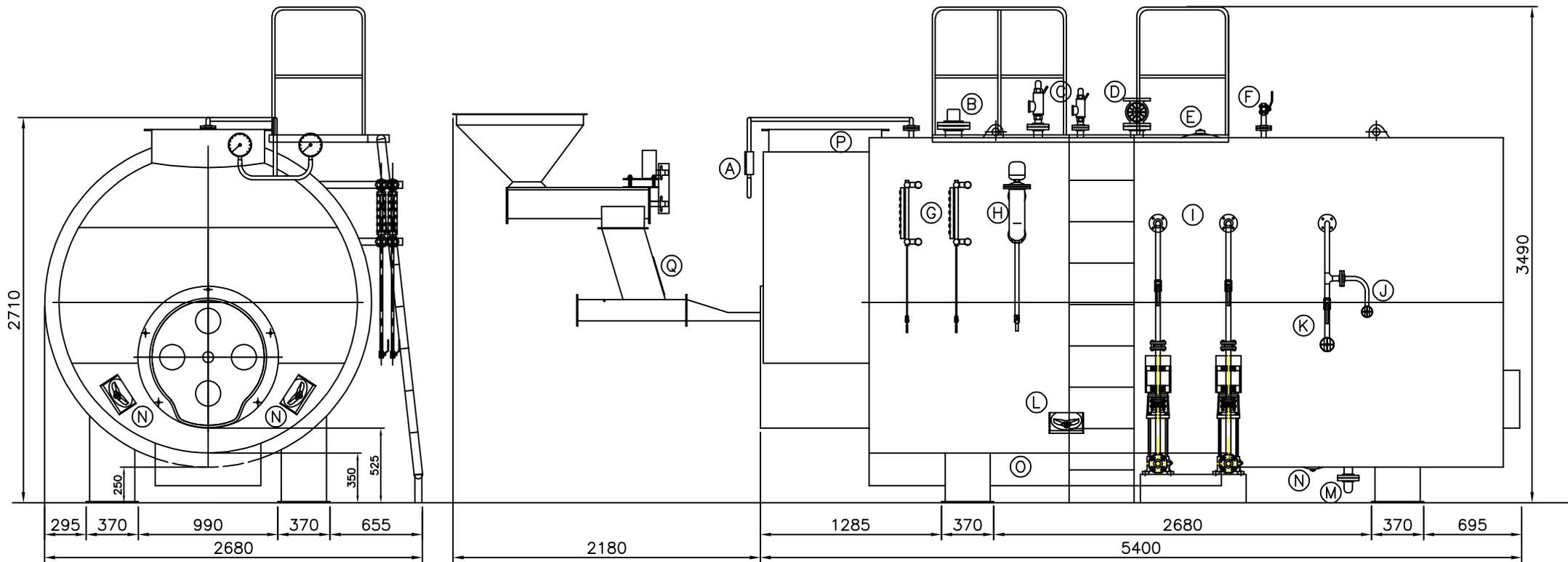
Código plano:
2203B-M1005-TK

Código pieza:
TK-GV-01

Página: MC - 48
Hoja 2 3

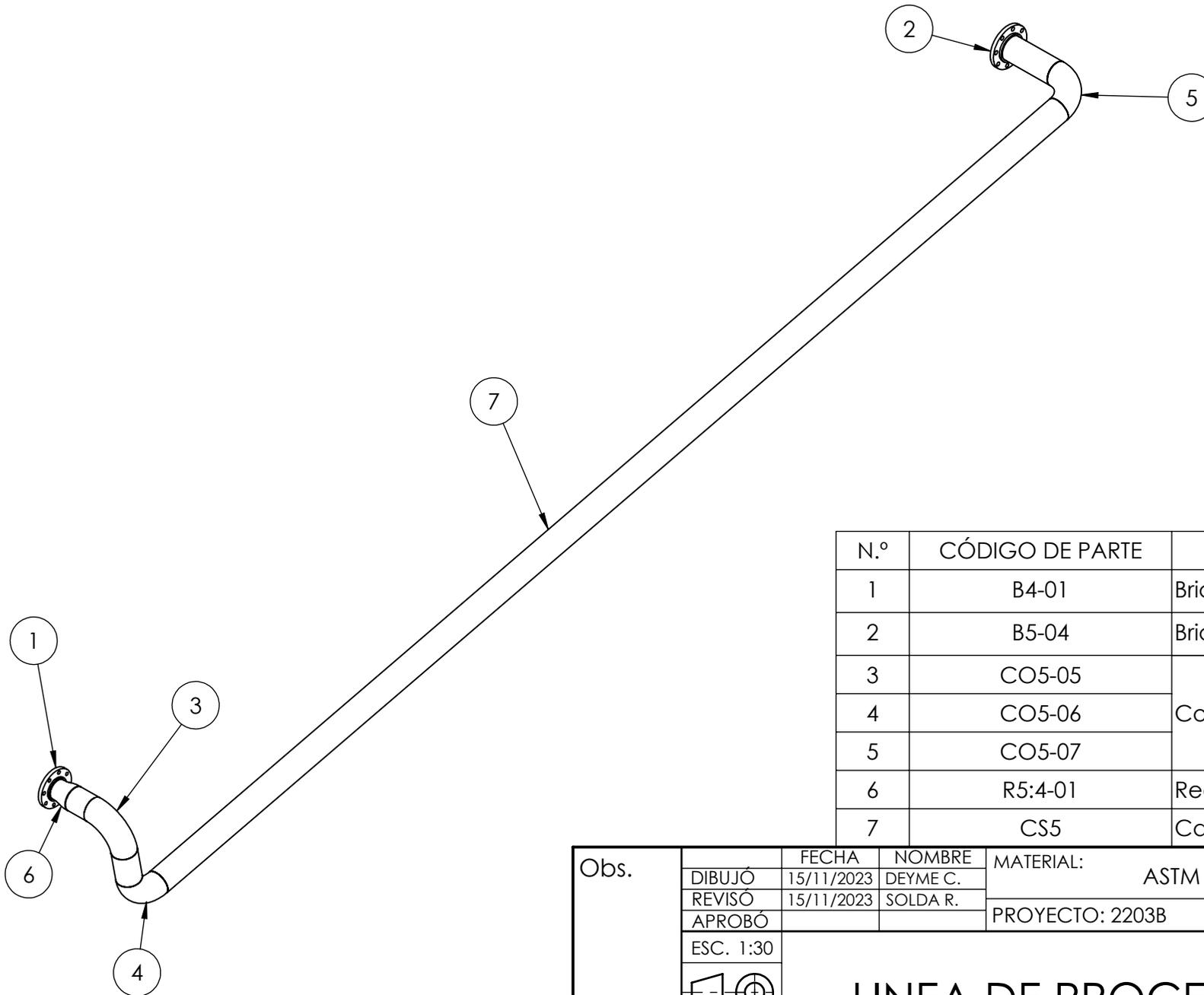


Obs.	DIBUJO	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	SAE 1010	
	REVISÓ	30/09/2023	SOLDA R.			
	APROBÓ	30/09/2023	VERGARA V.	PROYECTO: 2203B		
	ESC. 1:15	<h2>TANQUE DE CONDENSADOS</h2>			Código plano: 2203B-M1005-TK	
					Código pieza: TK-GV-01	
CANTIDAD	1				Página: MC - 48	
					Hoja 3 3	



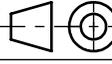
REFERENCIAS SOBRE ACCESORIOS		CANT
A	MANOMETROS	2
B	BUJÍA DE SEGURIDAD	1
C	VÁLVULAS DE SEGURIDAD	2
D	SALIDA DE VAPOR	1
E	PASO HOMBRE	1
F	VENTEO	2
G	NIVEL REFLEX 1RM7	2
H	CONTROL DE NIVEL	1
I	ENTRADAS DE AGUA	2
J	SACAMUESTRAS	1
K	PURGA DE SUPERFICIE	1
L	PORTINAS N°160	2
M	PURGA DE FONDO	2
N	PORTINAS N°90	3
O	CAJÓN CENICERO	1
P	SALIDA DE CHIMENEA	1
Q	ALIMENTADOR	1

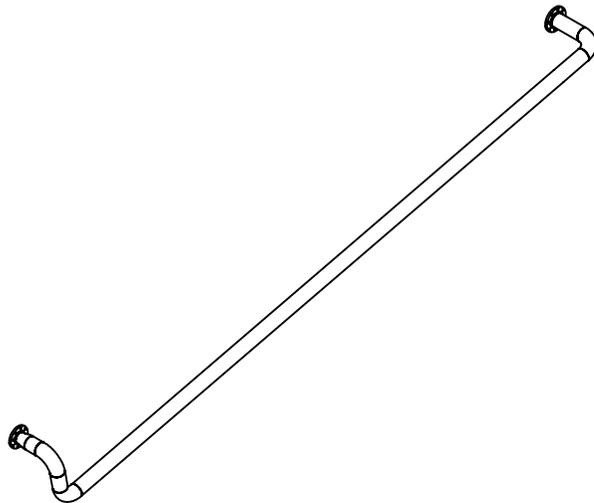
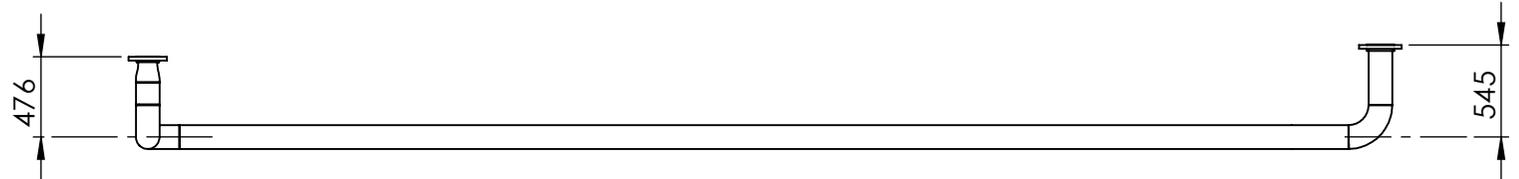
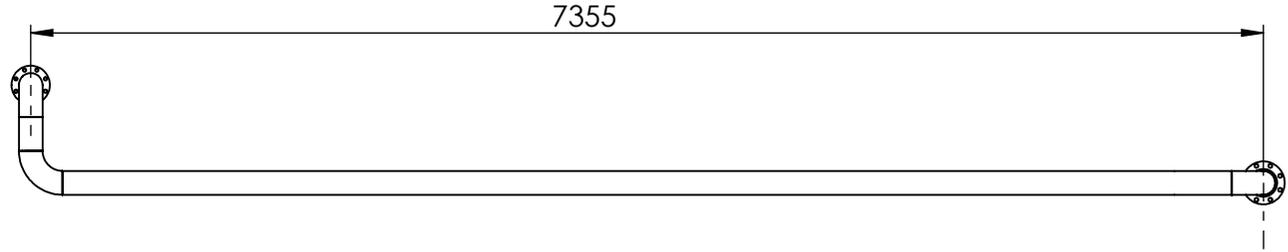
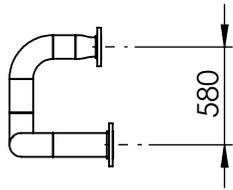
Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	25/10/2023	DEYME C.	MATERIAL: VARIOS	Código plano: 2203B-M1006-C Código pieza: C-GV-01	
	REVISÓ	25/10/2023	VERGARA V.			
	APROBÓ			PROYECTO: 2203B		
	ESC. 1:1	<h2 style="text-align: center;">Caldera FONTANET</h2>				Página: MC - 25
						1



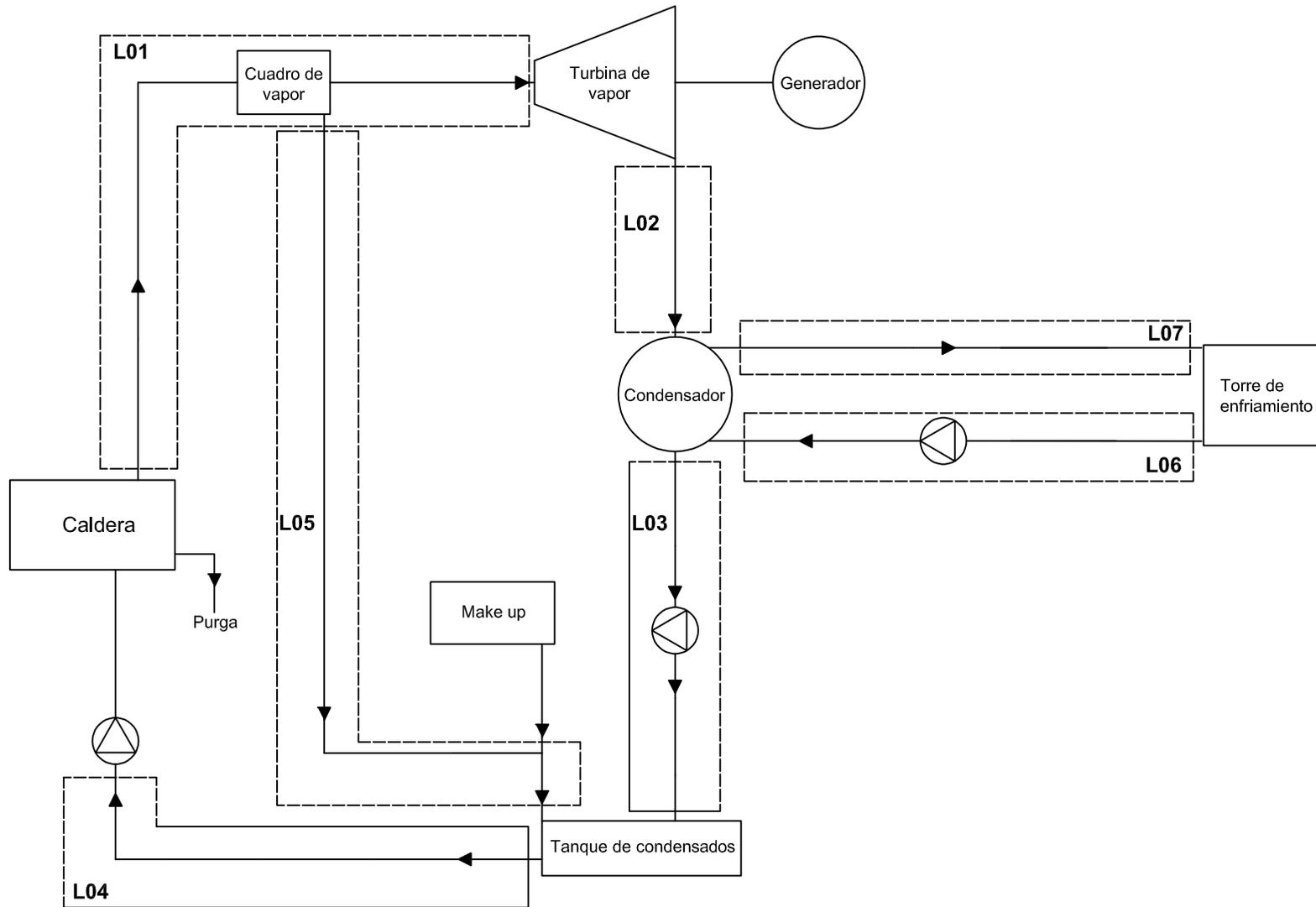
N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
1	B4-01	Brida Slip On 4" - Serie 150
2	B5-04	Brida Slip On 5" - Serie 150
3	CO5-05	Codo 90° 5" SCH 40
4	CO5-06	
5	CO5-07	
6	R5:4-01	Reducción 5" x 4" SCH 40
7	CS5	Caño 5" SCH 40 (7,8m)

Obs.	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53		
	DIBUJÓ	DEYME C.			PROYECTO: 2203B
	REVISÓ	SOLDA R.			
	APROBÓ				
	ESC. 1:30				
	LINEA DE PROCESO TRAMO 17-18			Código plano: 2203B-F2013-L07	
				Código pieza: L07	
				Página: MC - 72	
				Hoja 1 2	

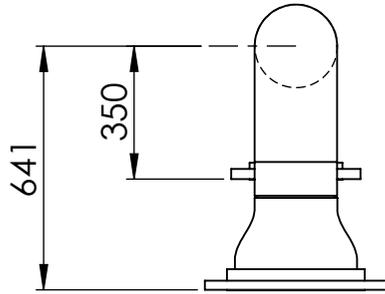

CANTIDAD
1



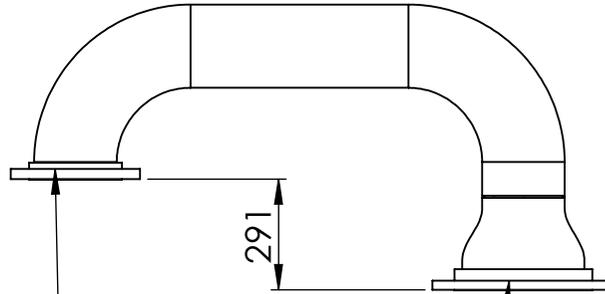
Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53		
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.			PROYECTO: 2203B
	APROBÓ		SOLDA R.			
	ESC. 1:45	<p style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO TRAMO 17-18</p>				Código plano: 2203B-F2013-L07
						Código pieza: L07
CANTIDAD				Página: MC - 72		
1				Hoja 2 2		



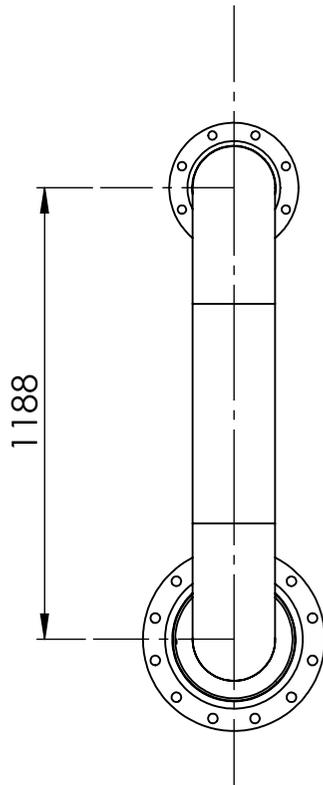
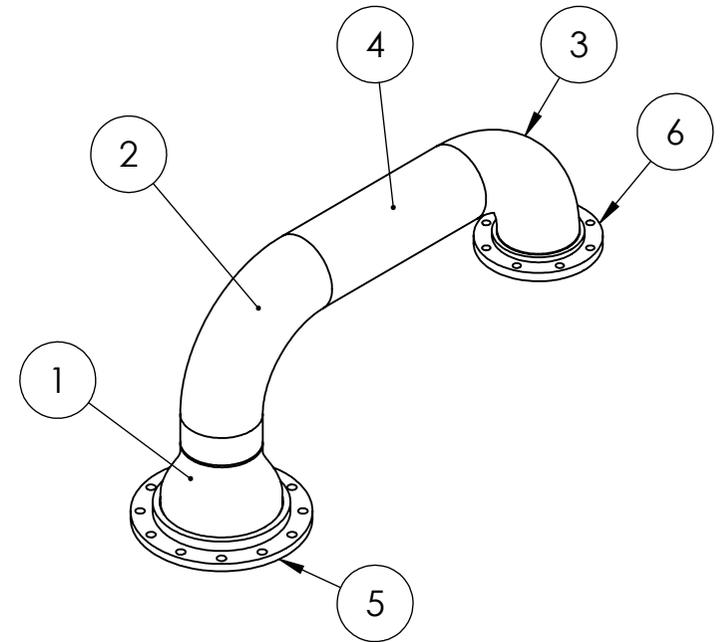
Obs. Cotas en mm	DIBUJÓ	15/11/2023	DEYME C.	MATERIAL:	
	REVISÓ	15/11/2023	VERGARA V.		
	APROBÓ			PROYECTO: 2203B	
	ESC. 1:1	<h2 style="text-align: center;">LÍNEAS DE PROCESO</h2>			Código plano: 2203B-F2000
	 				Código pieza: N/A
CANTIDAD	1	Página: MC - 50			Hoja 1 - 1



Soldar codo con brida

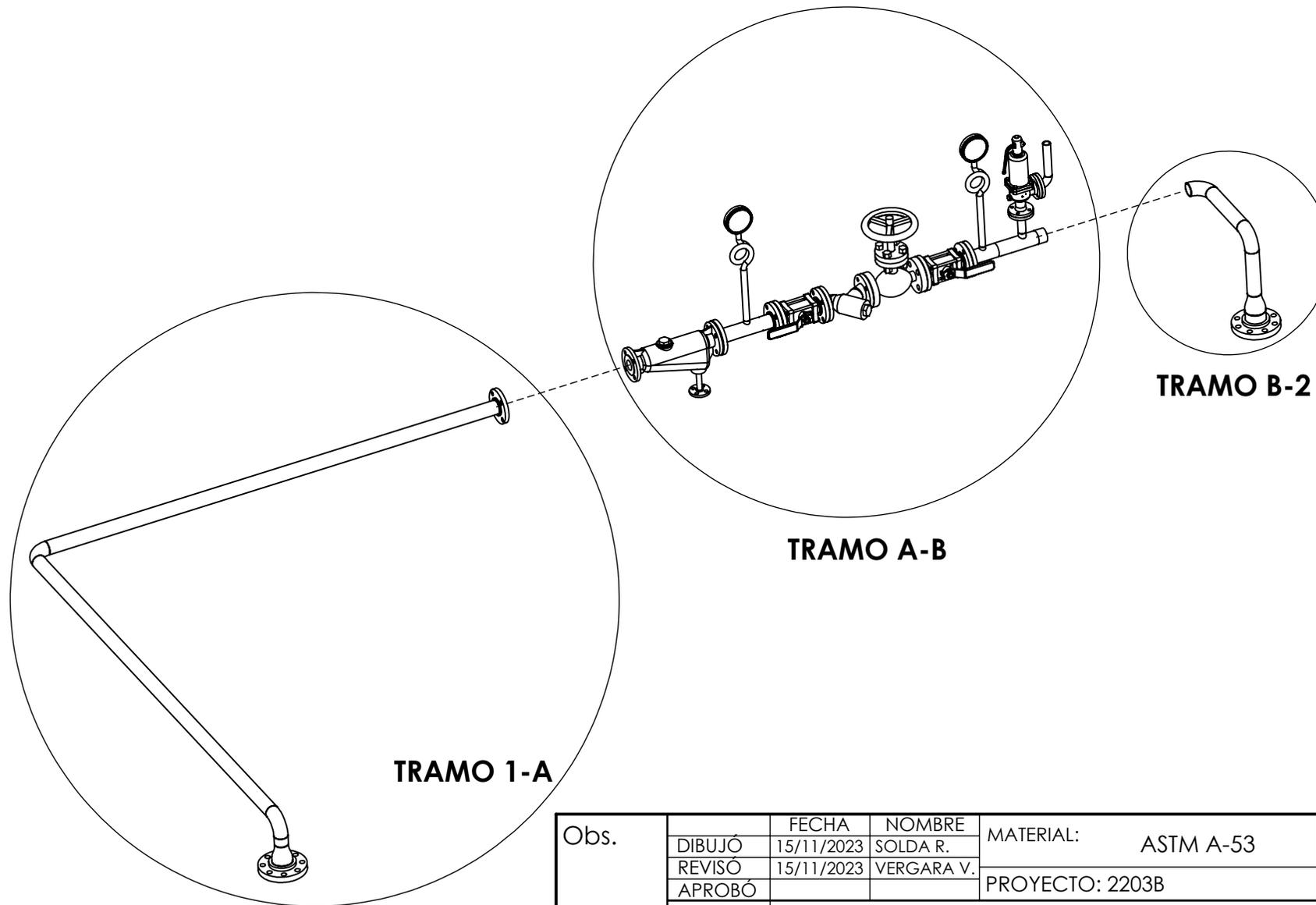


Soldar reducción con brida



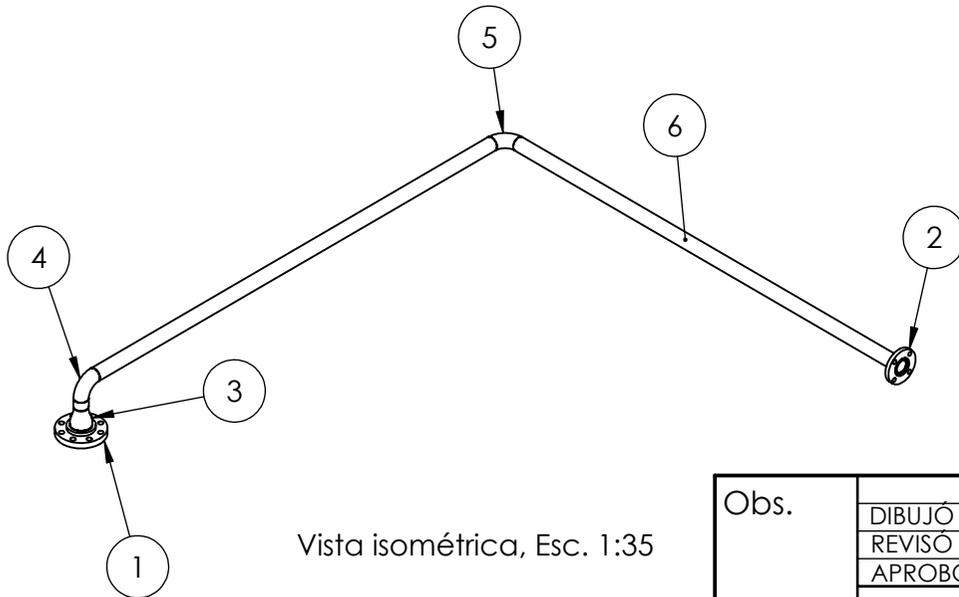
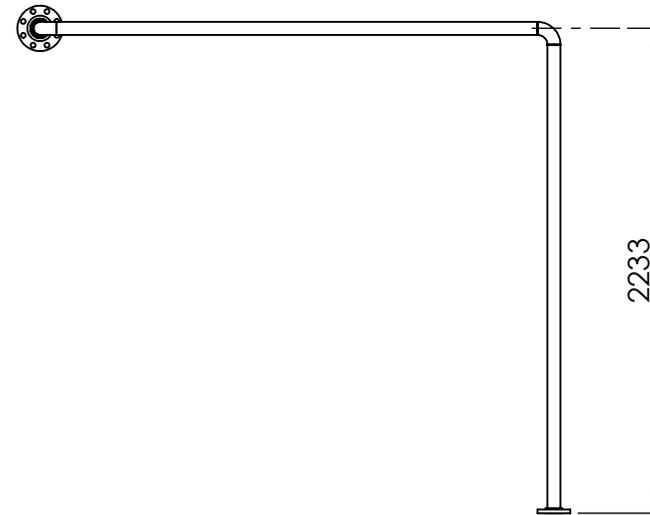
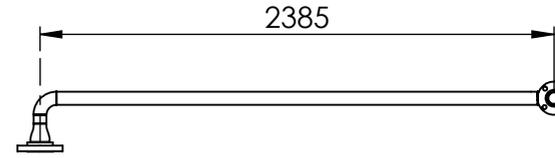
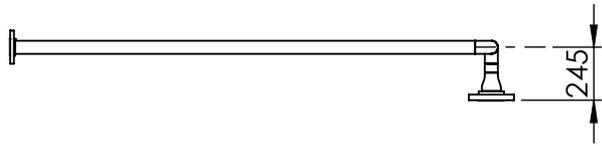
N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
1	R12:8-01	Reducción 12" x 8" SCH 40
2	CO8-01	Codo 90° 8" SCH 40
3	CO8-02	
4	CS8	Caño 8" SCH 40 (0,7m)
5	B12-01	Brida Slip On 12" - Serie 150
6	B8-01	Brida Slip On 8" - Serie 150

Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	ASTM A-53	
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.			
	APROBÓ		SOLDA R.			
	ESC. 1:20				LINEA DE PROCESO TRAMO 3-4	
CANTIDAD	1			Código plano: 2203B-F2007-L02		Código pieza: L02
				Página:		MC - 61 Hoja 1 - 1



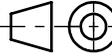
Obs.	DIBUJO	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53		
	REVISÓ	15/11/2023	SOLDA R.			
	APROBÓ	15/11/2023	VERGARA V.	PROYECTO: 2203B		
	ESC. 1:25	LINEA DE PROCESO TRAMO 1-2				Código plano: 2203B-F2008-L01
						Código pieza: L01
CANTIDAD	1			Página: MC - 51		
				Hoja 1 5		

TRAMO 1-A

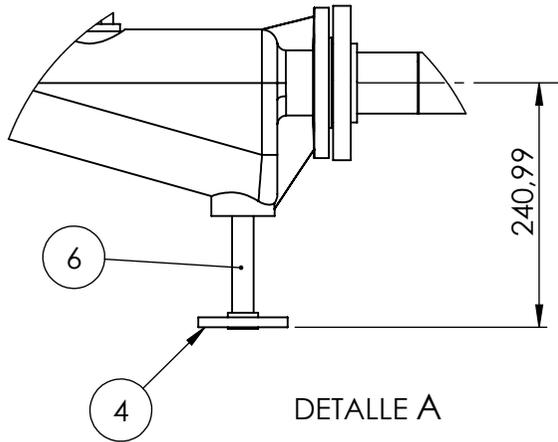


Vista isométrica, Esc. 1:35

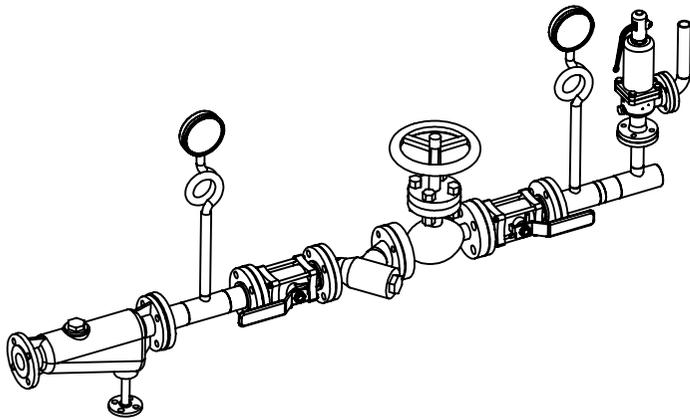
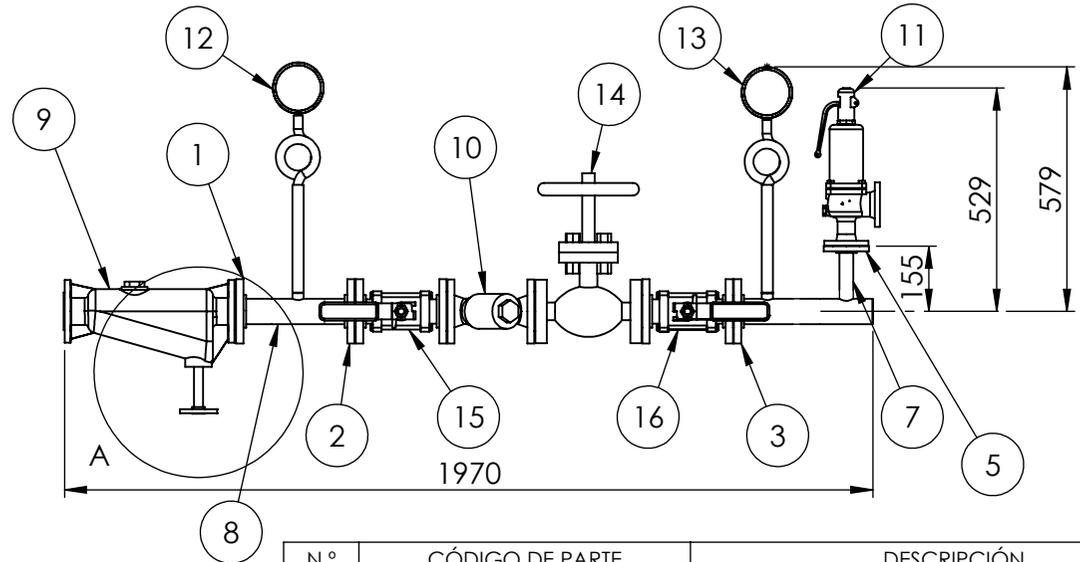
N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
1	B3-01	Brida Slip On 3" - Serie 300
2	B2-01	Brida Slip On 2" - Serie 300
3	R3:2-01	Reducción 3" x 2" SCH40
4	CO2-01	Codo 90° 2" SCH40
5	CO2-02	Codo 90° 2" SCH40
6	CS2	Caño 2" SCH40 (4,5m)

Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	ASTM A-53			
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.				PROYECTO: 2203B	
	APROBÓ		SOLDA R.					
	ESC. 1:35				Código plano:		2203B-F-2008-L01	
	CANTIDAD				1		Código pieza:	
<h2 style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO TRAMO 1-2</h2>				Página:		MC - 51		
						Hoja 2 5		

TRAMO A-B

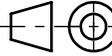


DETALLE A
ESCALA 2 : 15

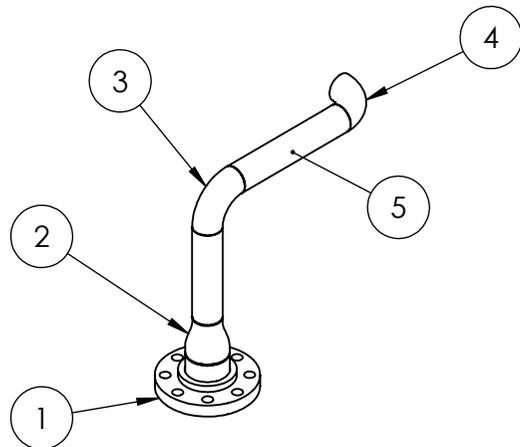
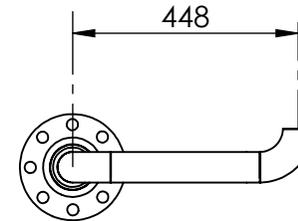
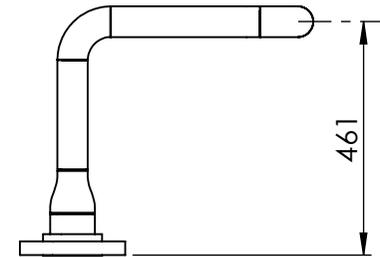
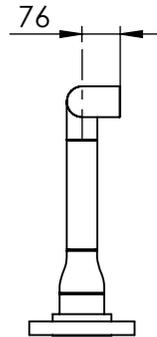


Vista isométrica, Esc. 1:20

N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
1	B2-02	Brida Slip On 2" - Serie 150
2	B2-03	
3	B2-04	
4	B0.5-01	Brida Slip On 1/2" - Serie 150
5	B1.5-01	Brida Slip On 1 1/2" - Serie 150
6	CS0.5	Caño 1/2" SCH40 (0.2m)
7	CS1.5	Caño 1 1/2" SCH40 (0.2m)
8	CS2	Caño 2" SCH40 (0.5m)
9	SG-01	Separador de gotas S13 DN50
10	FV-01	Filtro de vapor tipo Y DN50
11	VS-01	Válvula de seguridad SV74
12	M-01	Manómetro con rulo 5-16 Bar - 1/2"
13	M-02	
14	VG2-01	Válvula globo, 2"
15	VE2-01	Válvula esferica 2"
16	VE2-02	

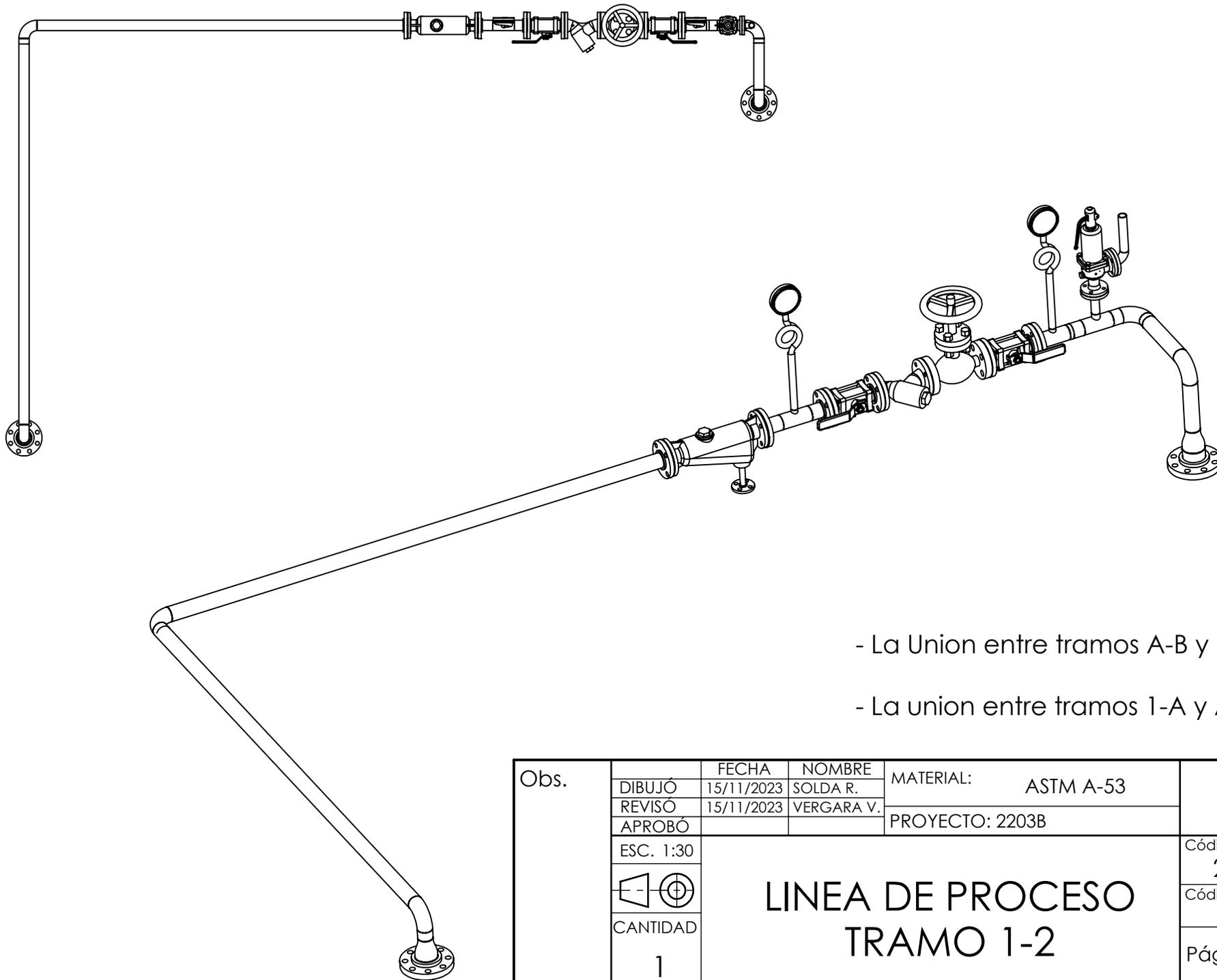
Obs.	DIBUJÓ	15/11/2023	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53		
	REVISÓ	15/11/2023	SOLDA R.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ		VERGARA V.			
	ESC. 1:18	<h2 style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO TRAMO 1-2</h2>				Código plano: 2203B-F2008-L01
						CANTIDAD
1				Página:	MC - 51	Hoja 3 5

TRAMO B-2



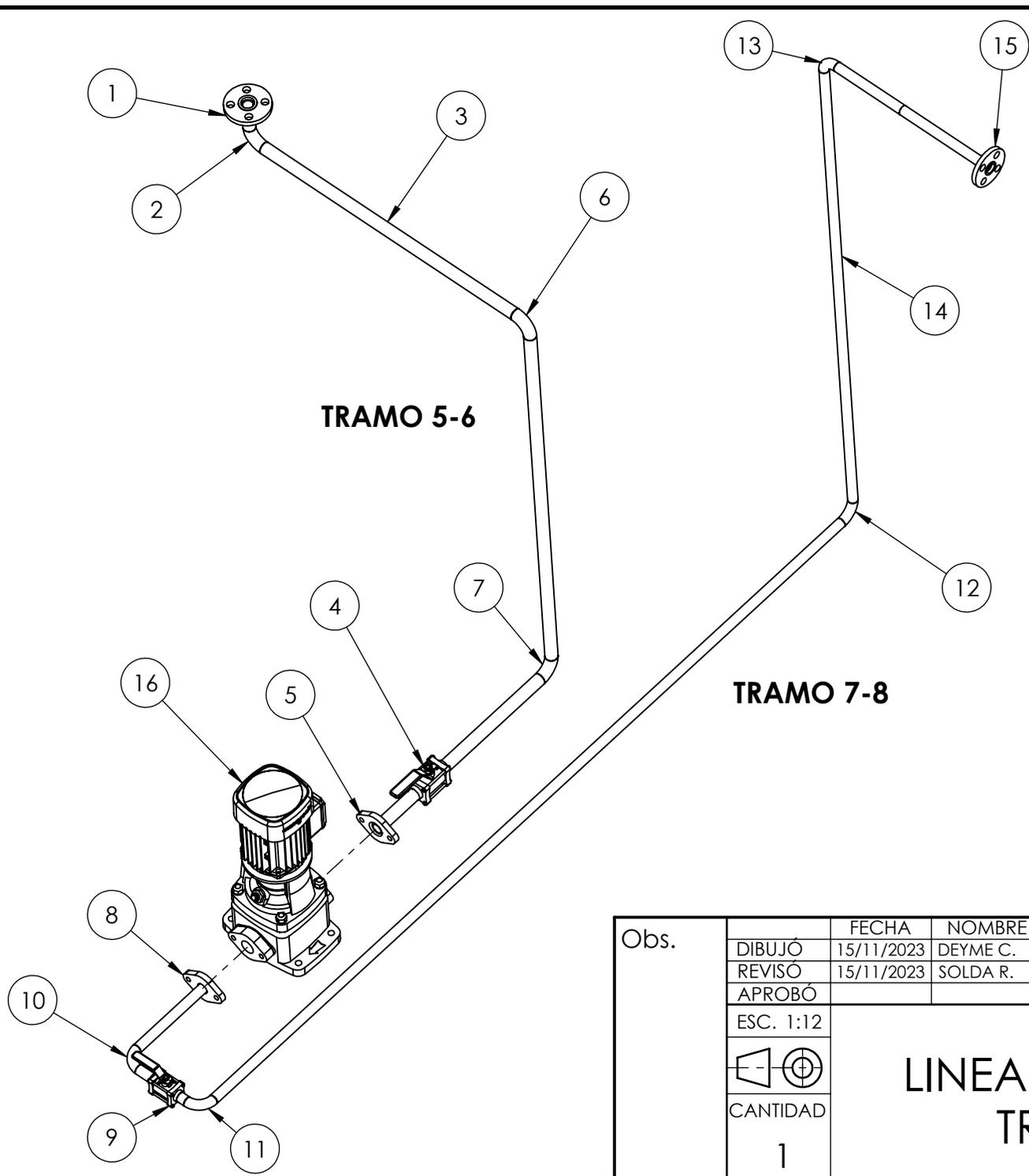
N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
1	B3-02	Brida Slip On 3" - Serie 150
2	R3:2-02	Reducción 3" x 2" SCH 40
3	CO2-03	Codo 90° 2" SCH40
4	CO2-04	Codo 90° 2" SCH40
5	CS2	Caño 2" SCH 40 (0.5m)

Obs.	DIBUJO	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	ASTM A-53	
	REVISÓ	15/11/2023	SOLDA R.			
	APROBÓ	15/11/2023	VERGARA V.	PROYECTO: 2203B		
	ESC. 1:15	<p style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO</p> <p style="text-align: center;">TRAMO 1-2</p>			Código plano: 2203B-F2008-L01	
					Código pieza: L01	
CANTIDAD	1			Página:	MC - 48	
					Hoja 4 5	

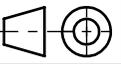


- La Union entre tramos A-B y B-2 es soldada
- La union entre tramos 1-A y A-B es bridada

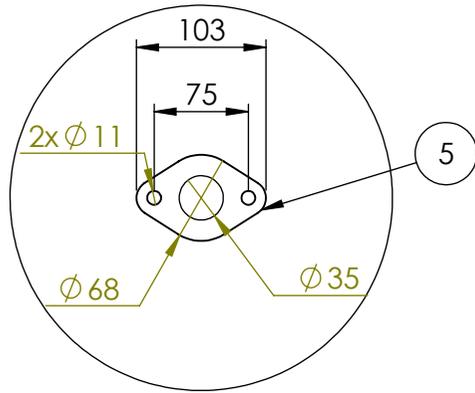
Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53		
	REVISÓ	15/11/2023	SOLDA R.			PROYECTO: 2203B
	APROBÓ	15/11/2023	VERGARA V.			
	ESC. 1:30	<p style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO TRAMO 1-2</p>				
						Código pieza: L01
CANTIDAD				Página: MC - 48		
1				Hoja 5 5		



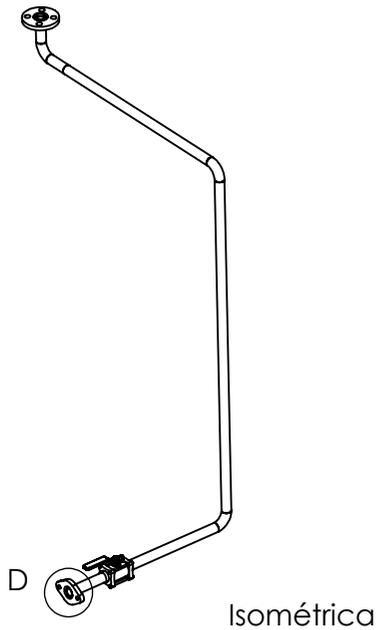
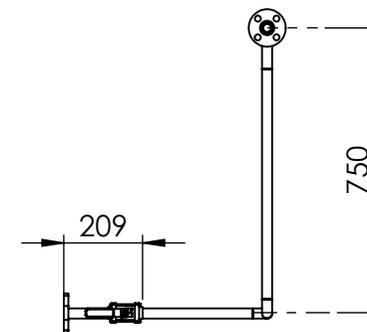
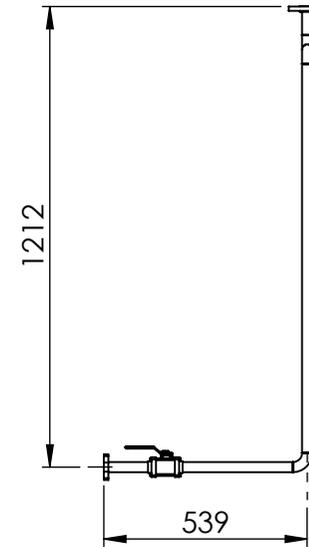
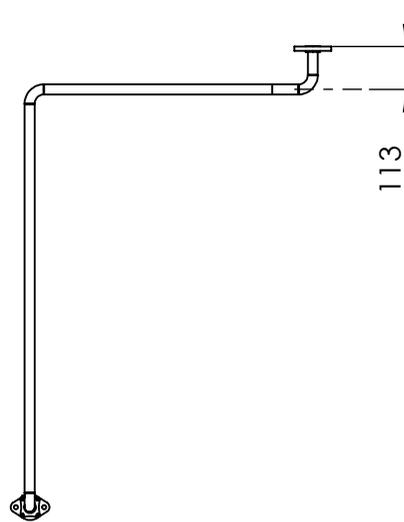
N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
TRAMO 5-6		
1	B1-01	Brida Slip on 1" - Serie 150
2	CO1-01	Codo 90 1" SCH 40
6	CO1-02	
7	CO1-03	
3	CS1	Caño 1" SCH 40 (2,6m)
4	VE1-01	Válvula esférica 1"
5	CR1-2:1-01	Brida CR1-2 - 1" - Chapa 3/8"
TRAMO 7-8		
8	CR1-2:0.5-01	Brida CR1-2 - 1/2" - Chapa 3/8"
9	VE0.5-01	Válvula esférica 1/2"
10	CO0.5-01	Codo 90° 1/2" SCH40
11	CO0.5-02	
12	CO0.5-03	
13	CO0.5-04	
14	CS0.5	Caño 1/2" SCH 40 (4,5m)
15	B0.5-02	Brida Slip on 1/2" - Serie 150
16	P-GV-02	Bomba de agua Grundfos CR 1-2

Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53		
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.			PROYECTO: 2203B
	APROBÓ	15/11/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:12					
CANTIDAD	LINEA DE PROCESO TRAMO 5-8				Código plano: 2203B-F2009-L03	
1					Código pieza: L03	
				Página: MC - 62		
				Hoja 1 3		

TRAMO 5-6

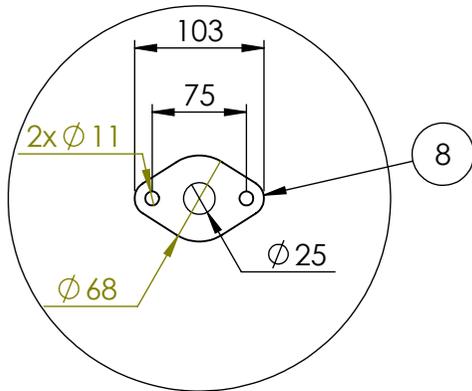
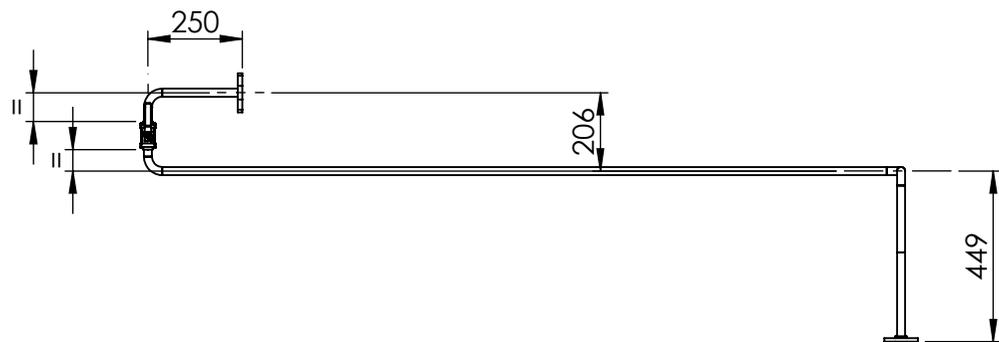
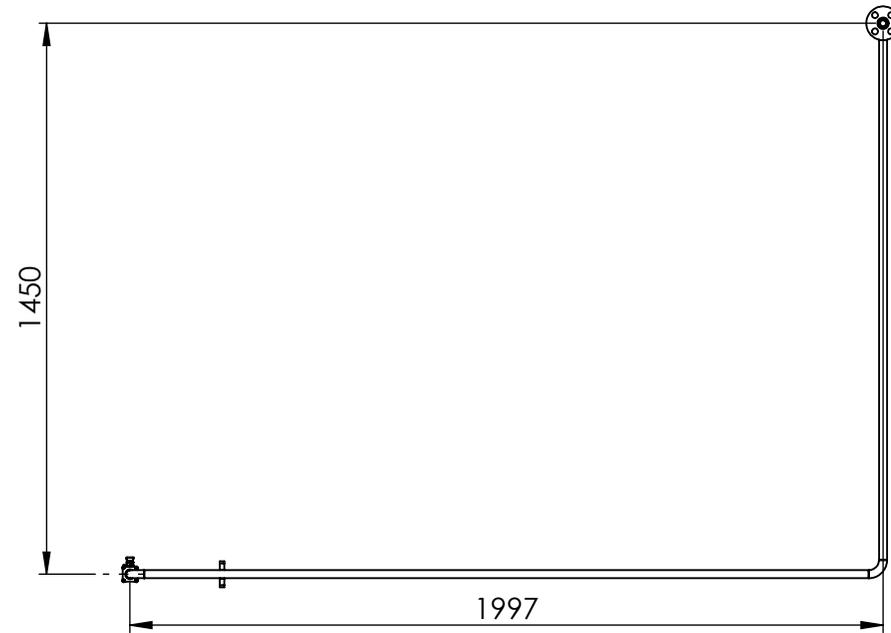
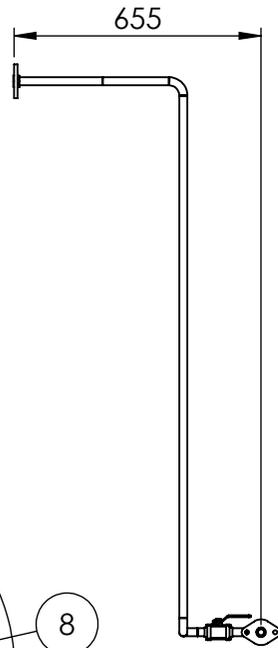


DETALLE D, Esc. 1:6

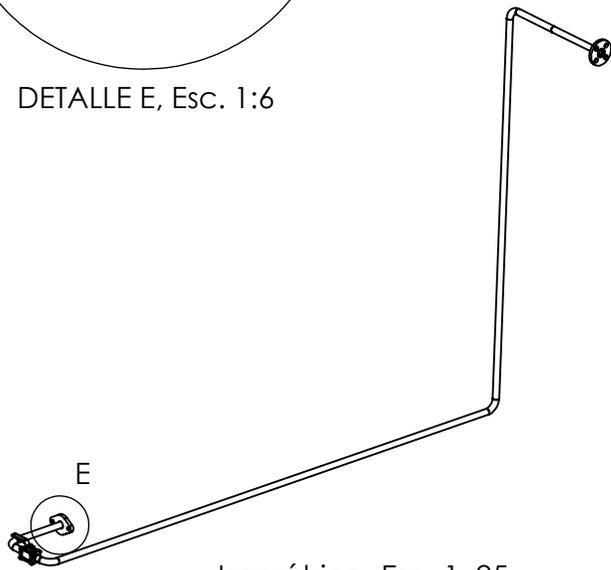


Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53	
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.		
	APROBÓ	15/11/2023	SOLDA R.		
	ESC. 1:20	<h2>LINEA DE PROCESO TRAMO 5-8</h2>			
	Código pieza: L03				
CANTIDAD	Página:				MC - 62 Hoja 2 3
	1				

TRAMO 7-8



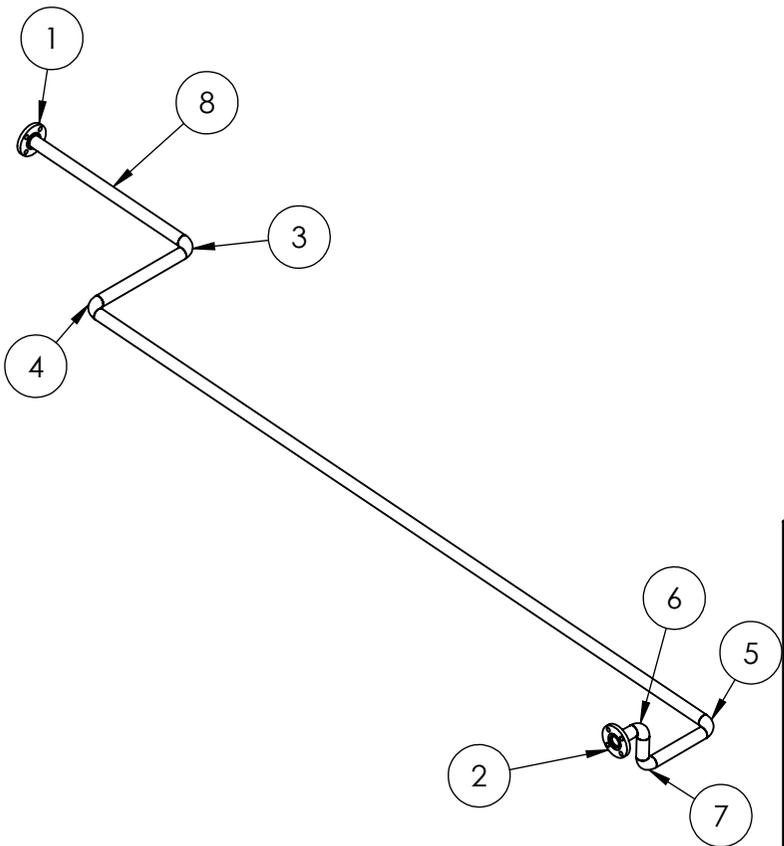
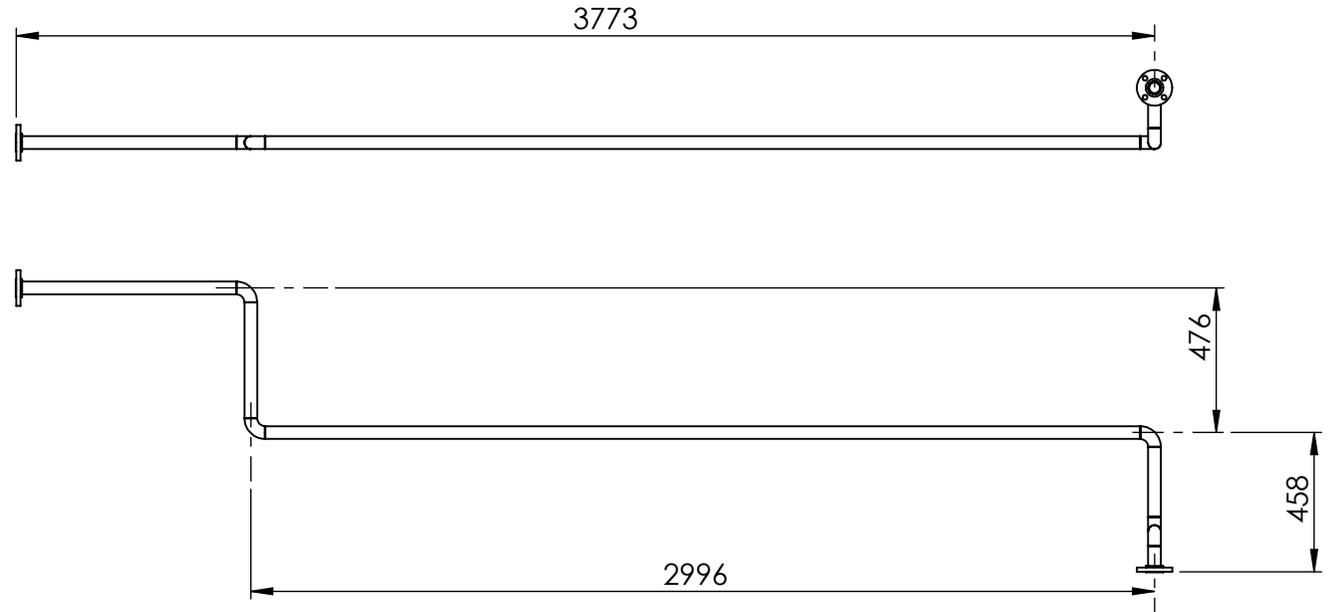
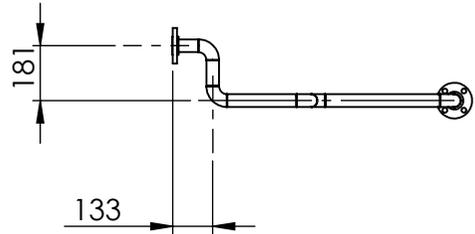
DETALLE E, Esc. 1:6



Isométrica, Esc. 1: 25

Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53		
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.			PROYECTO: 2203B
	APROBÓ	15/11/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:20	<h2 style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO TRAMO 5-8</h2>				Código plano: 2203B-F2009-L03
						Código pieza: L03
CANTIDAD	1	Página:	MC - 62	Hoja 3 3		

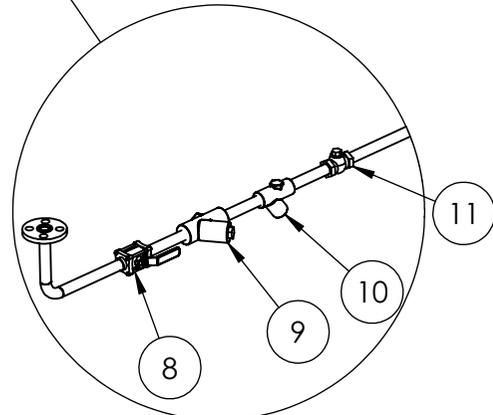
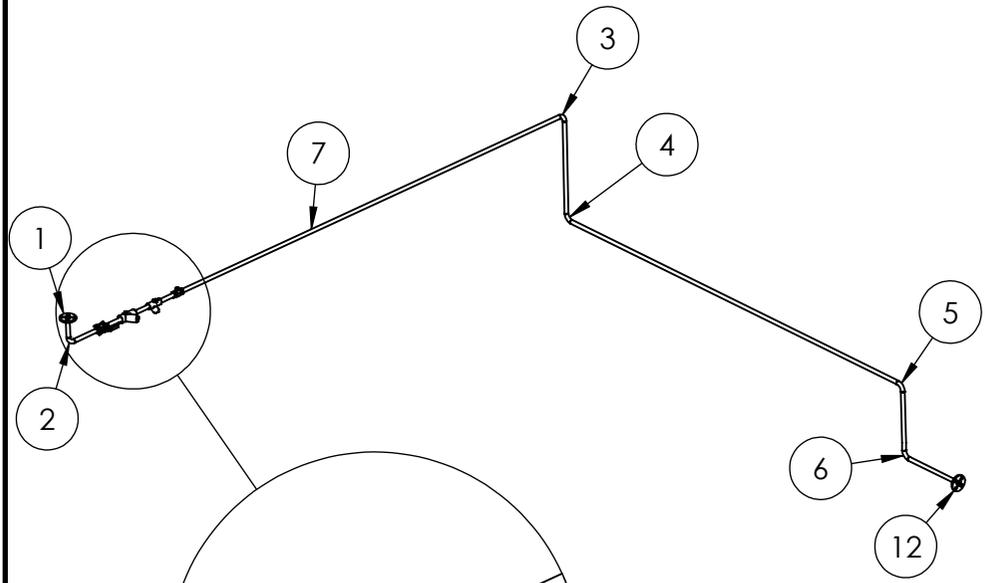
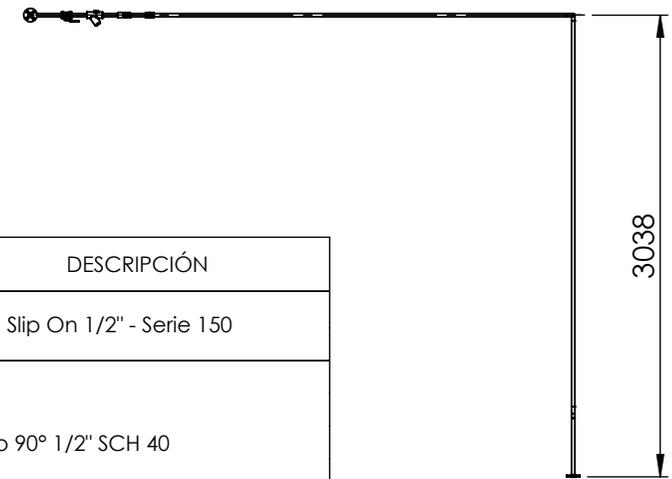
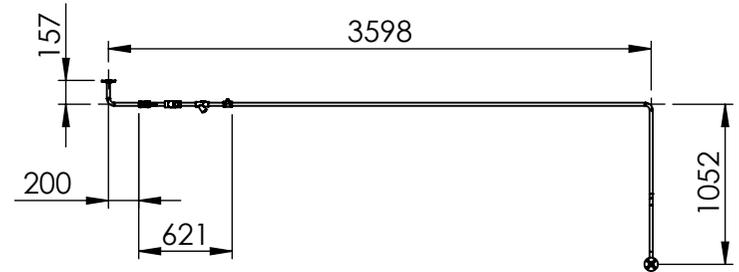
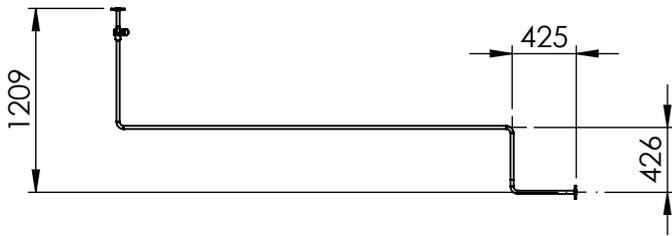
TRAMO 9-10



N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
1	B1.25-01	Brida caño 1 1/4" - Serie 150
2	B1.25-02	
3	CO1.25-01	Codo 90° 1 1/4" SCH 40
4	CO1.25-02	
5	CO1.25-03	
6	CO1.25-04	
7	CO1.25-05	
8	CS1.25	Caño 1 1/4" SCH 40 (5m)

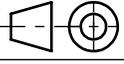
Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	ASTM A-53	
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.			
	APROBÓ	15/11/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:25					
	LINEA DE PROCESO TRAMO 9-10					Código plano: 2203B-F2010-L04
						Código pieza: L04
						Página: MC - 67 Hoja 1 1

CANTIDAD	1
----------	---



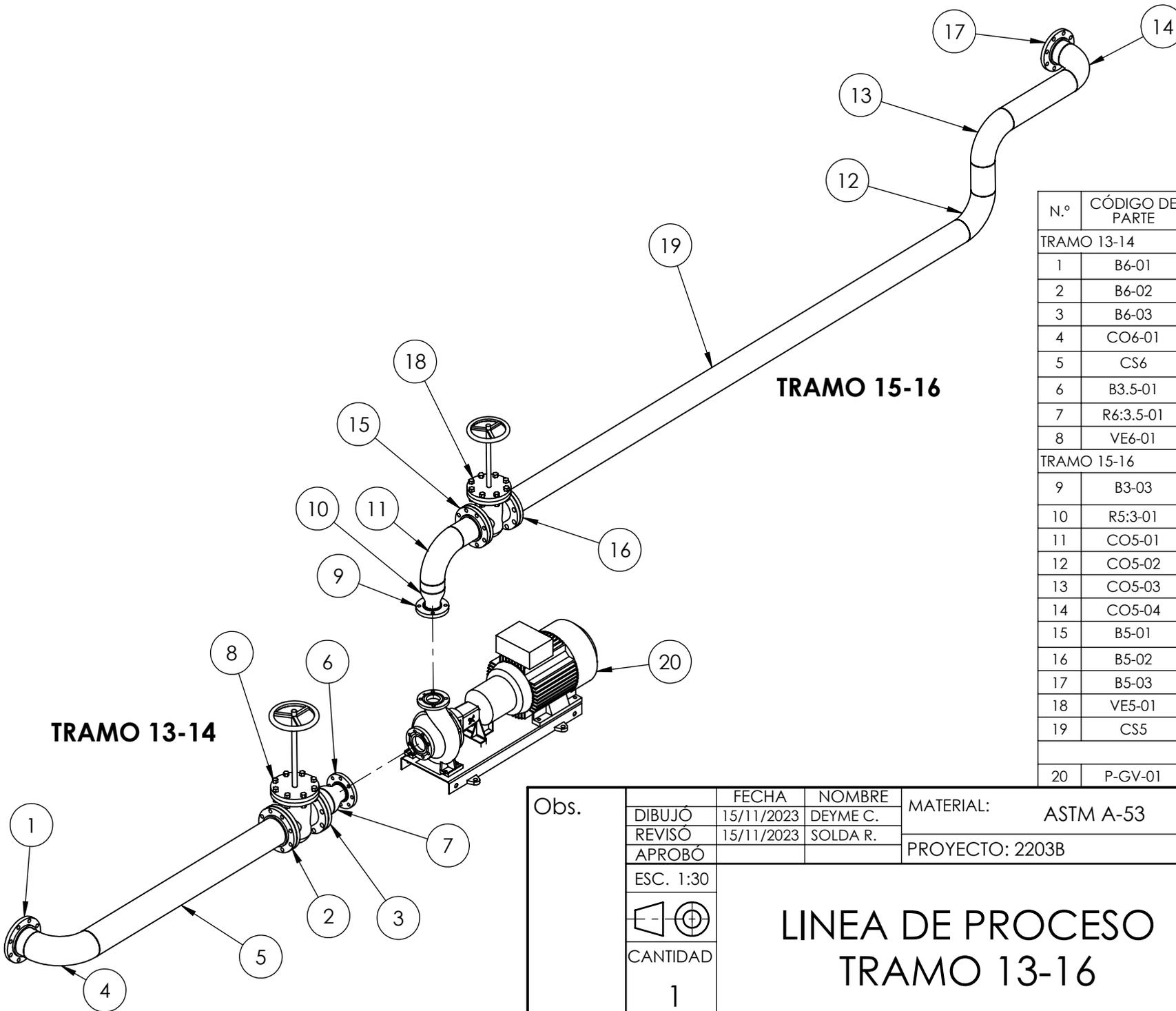
DETALLE A
ESCALA 1 : 15

N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
1	B0.5-03	Brida Slip On 1/2" - Serie 150
12	B0.5-04	
2	CO0.5-05	Codo 90° 1/2" SCH 40
3	CO0.5-06	
4	CO0.5-07	
5	CO0.5-08	
6	CO0.5-09	
7	CS0.5	
8	VE0.5-02	Valvula esferica 1/2"
9	FY-01	Filtro de agua tipo Y - 1/2"
10	TVT-01	Trampa de vapor termostatica
11	VR0.5-01	Válvula retencion - 1/2"

Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.	
	APROBÓ	15/11/2023	SOLDA R.	PROYECTO: 2203B
	ESC. 1:50	<h2 style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO TRAMO C-D</h2>		
				
CANTIDAD	1			



Código plano: 2203B-F2011-L05	
Código pieza: L05	
Página:	MC - 76
	Hoja 1 1



N.º	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
TRAMO 13-14		
1	B6-01	Brida Slip On 6" - Serie 150
2	B6-02	
3	B6-03	
4	CO6-01	Codo 90° 6" - SCH40
5	CS6	Caño 6" SCH40 (1.5m)
6	B3.5-01	Brida Slip On 3.1/2" - Serie 150
7	R6:3.5-01	Reducción 6" x 3.1/2" SCH40
8	VE6-01	Valvula esferica 6"
TRAMO 15-16		
9	B3-03	Brida Slip On 3" - Serie 150
10	R5:3-01	Reducción 5" x 3" SCH40
11	CO5-01	Codo 90° 5" SCH40
12	CO5-02	
13	CO5-03	
14	CO5-04	
15	B5-01	Brida Slip On 5" - Serie 150
16	B5-02	
17	B5-03	
18	VE5-01	Valvula esferica 5"
19	CS5	Caño 5" SCH40 (4,8m)
20	P-GV-01	Bomba NB100-200/195 Grundfos

Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL: ASTM A-53
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.	
	APROBÓ	15/11/2023	SOLDA R.	PROYECTO: 2203B
	ESC. 1:30			
	CANTIDAD			
1	LINEA DE PROCESO TRAMO 13-16			



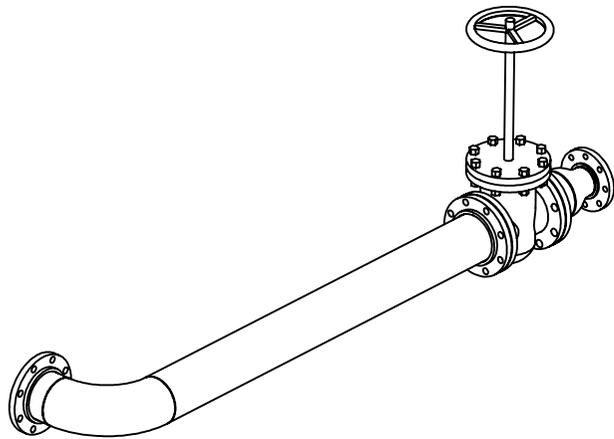
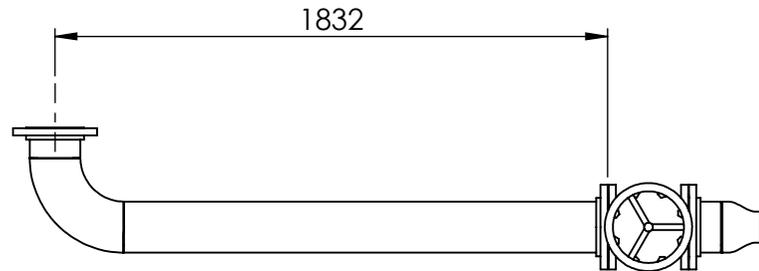
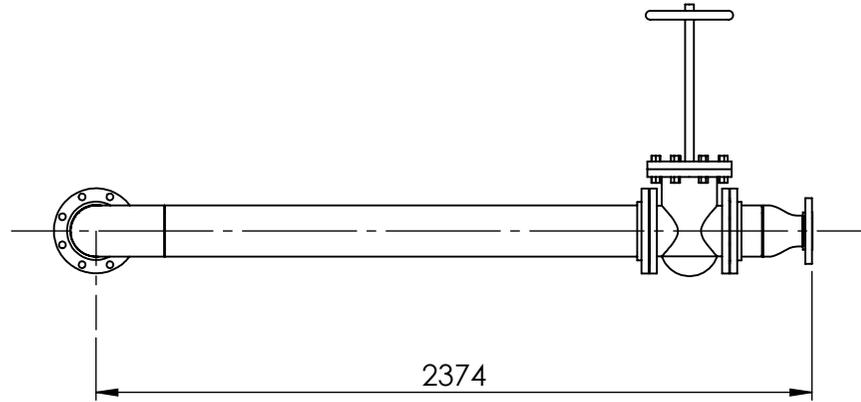
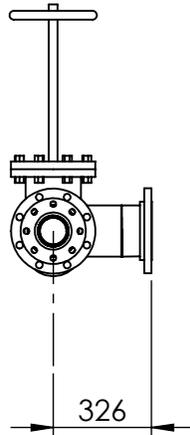
Código plano: 2203B-F2012-L06

Código pieza: L06

Página: MC - 71

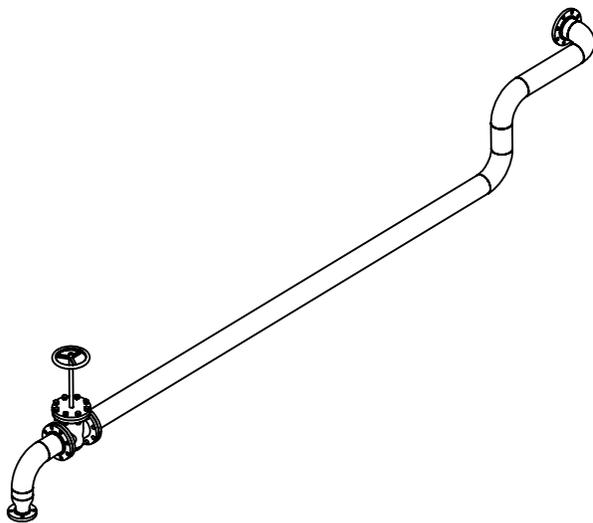
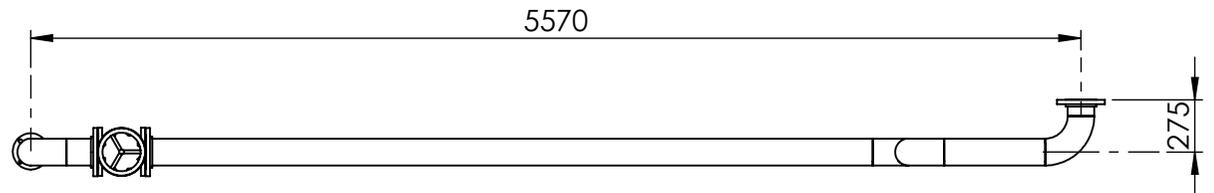
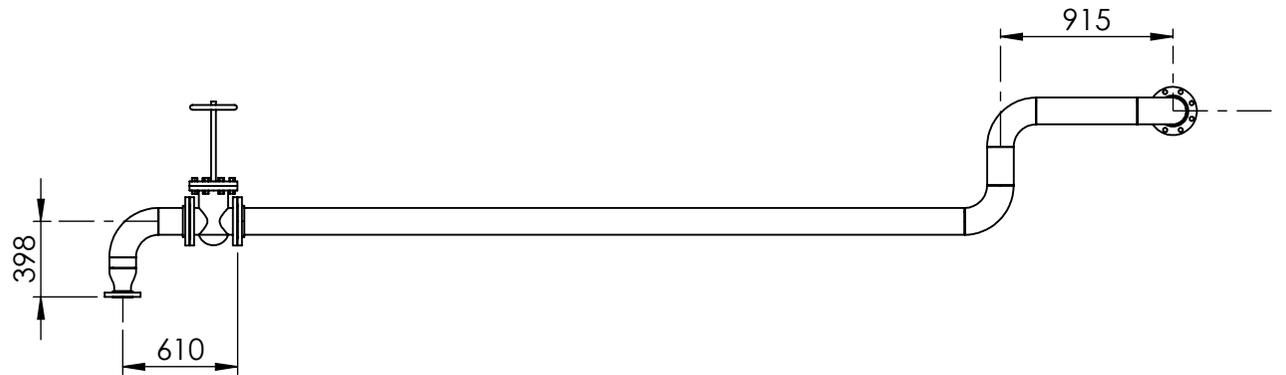
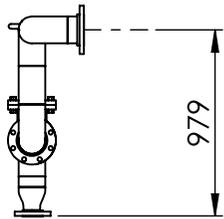
Hoja 1 3

TRAMO 13-14

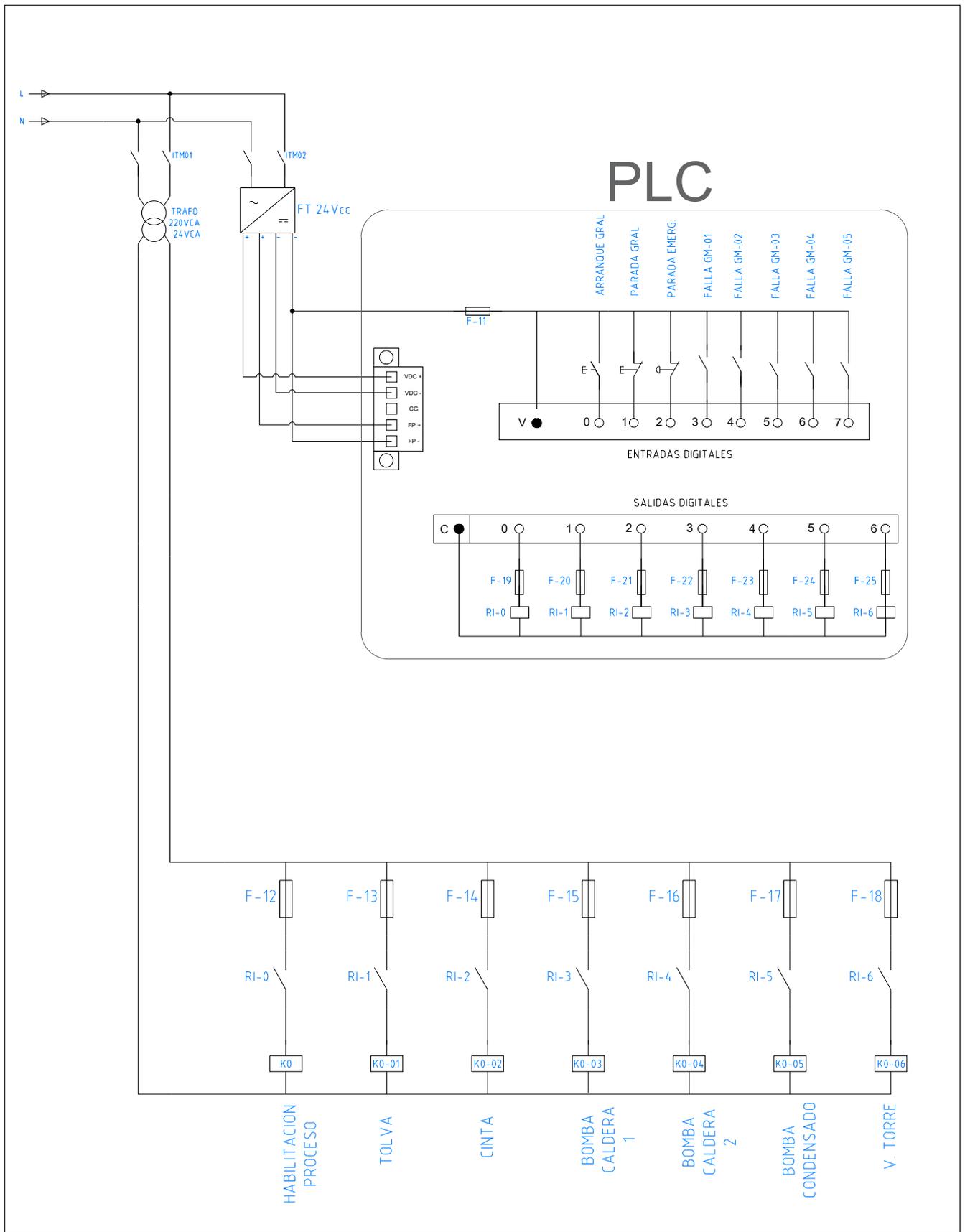


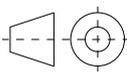
Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	ASTM A-53	
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.	PROYECTO: 2203B		
	APROBÓ	15/11/2023	SOLDA R.			
	ESC. 1:25	<p style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO TRAMO 13-16</p>			Código plano: 2203B-F2012-L06	
					Código pieza: L06	
CANTIDAD	1	Página:		MC - 71	Hoja 2 3	

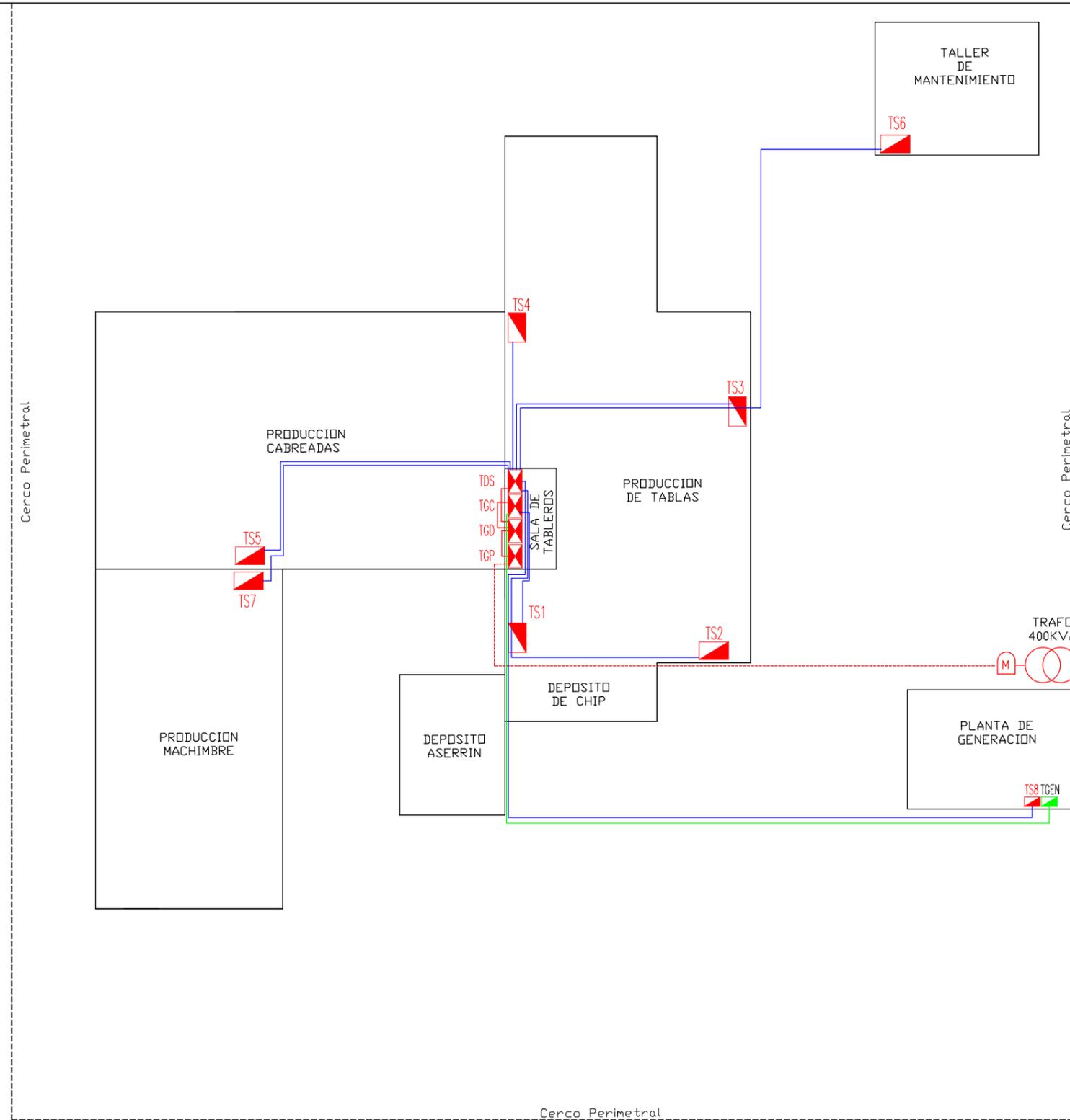
TRAMO 15-16

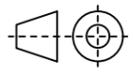


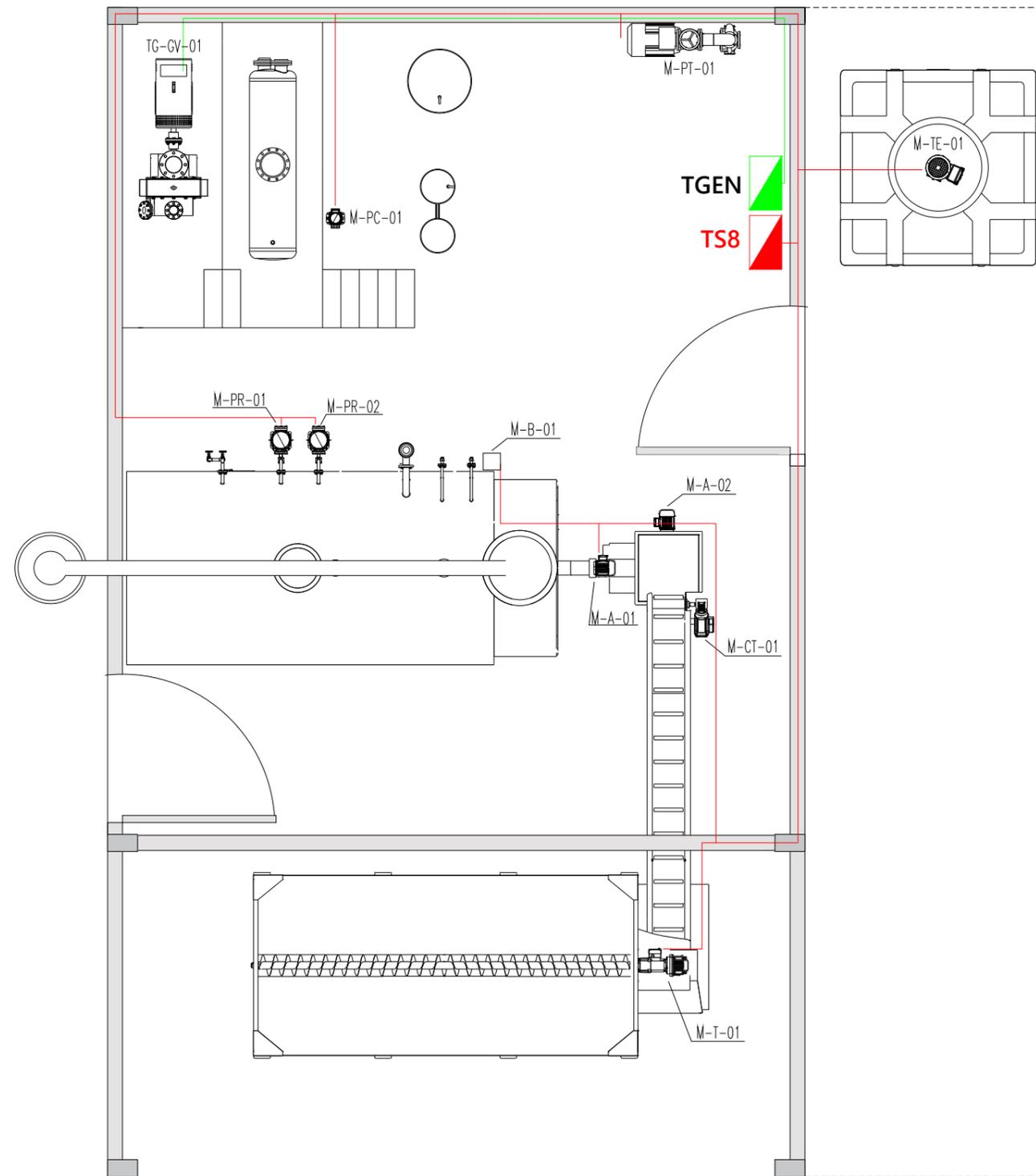
Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	MATERIAL:	
	REVISÓ	15/11/2023	DEYME C.	ASTM A-53	
	APROBÓ	15/11/2023	SOLDA R.	PROYECTO: 2203B	
	ESC. 1:25	<p style="text-align: center;">LINEA DE PROCESO TRAMO 13-16</p>			Código plano: 2203B-F2012-L06
					Código pieza: L06
CANTIDAD				Página:	MC - 71
1				Hoja	3 3

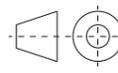


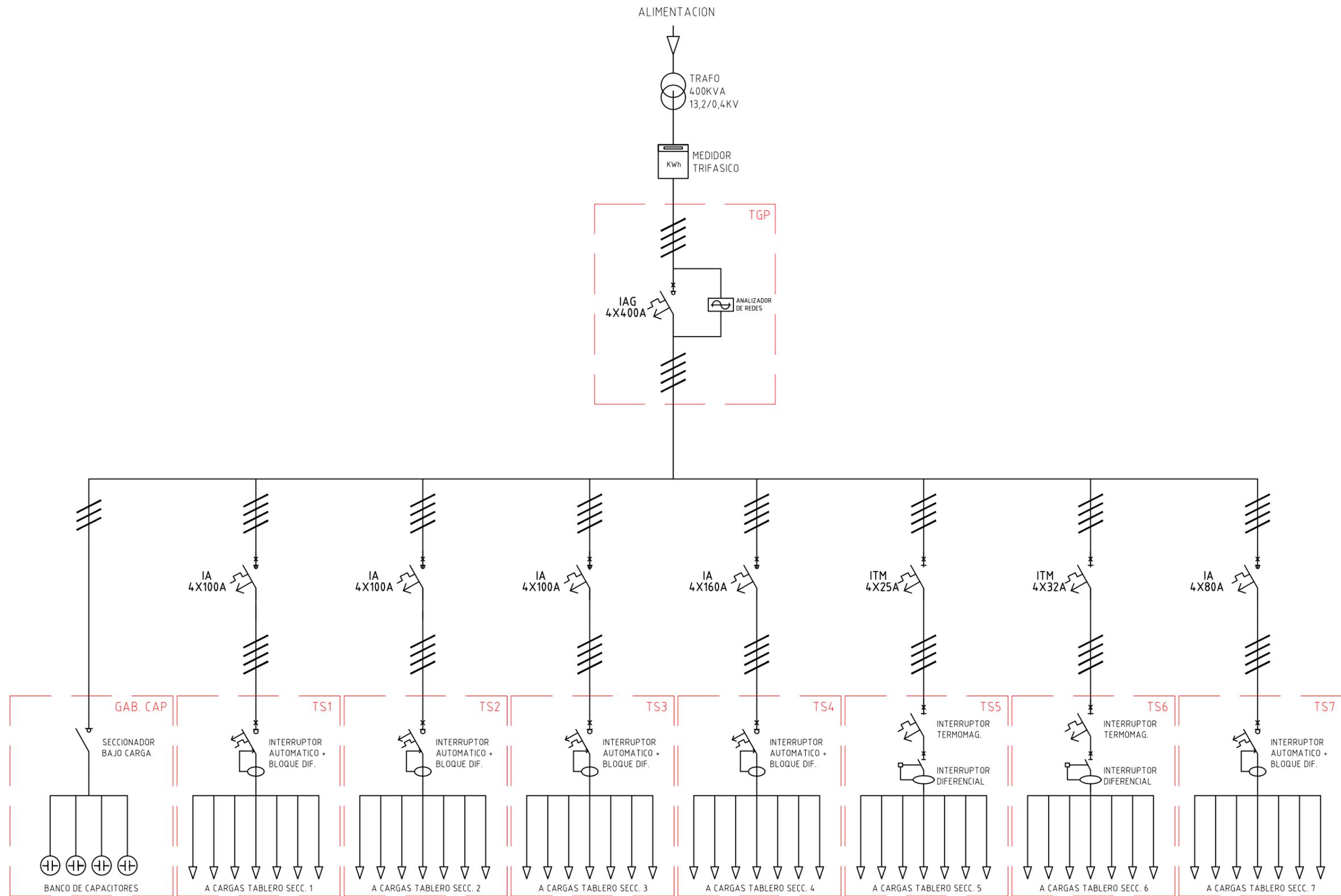
Obs.		Fecha	Nombre	PROYECTO: 2203B		
	DIBUJÓ	15/02/2024	DEYME C.			
	REVISÓ	15/02/2024	SOLDA R.			
	APROBÓ					
	ESC. 1:1	ESQUEMA PLC			Código plano: 2203B-E4023	
						
CANTIDAD	1				Página:	MC - 136
						Hoja 1 - 1

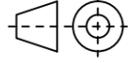


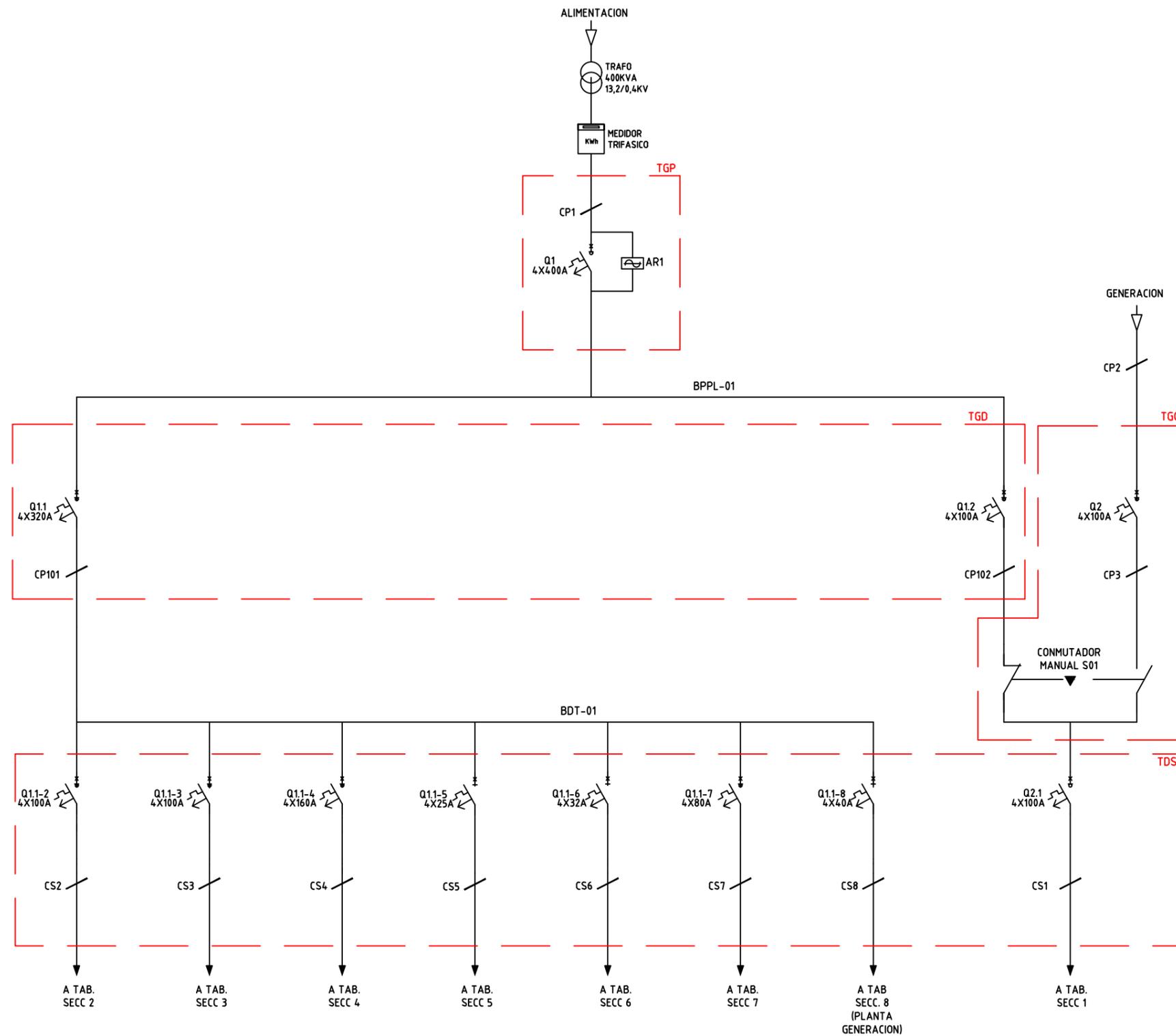
Obs.	DIBUJÓ	25/10/2023	SOLDA R.	PROYECTO: 2203B	
	REVISÓ	25/10/2023	VERGARA V.		
	APROBÓ				
	ESC. 1:350	DISPOSICIÓN DE TABLEROS			
	Página:				MC - 109
CANTIDAD 1					Hoja 1 - 1

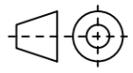


Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	PROYECTO: 2203B	
	REVISÓ	25/10/2023	SOLDA R.		
	APROBÓ	25/10/2023	VERGARA V.		
	ESC. 1:70				
		DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN PLANTA GENERADORA		Código plano: 2203B-E4015	
CANTIDAD	1			Página:	MC - 130
					Hoja 1 - 1

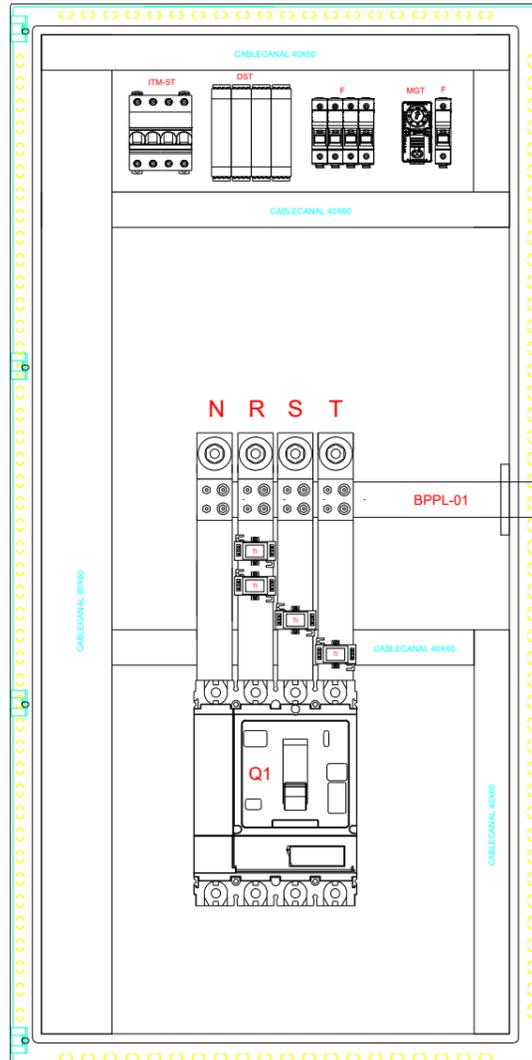


Obs.	DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	PROYECTO: 2203B	
	REVISÓ	16/02/2024	SOLDA R.		
	APROBÓ	16/02/2024	DEYME C.		
	ESC. 1:1			Código plano: 2203B-E4016	
	CANTIDAD 1			Página: MC - 102 Hoja 1 - 1	
		UNIFILAR INSTALACIÓN ELÉCTRICA ACTUAL			

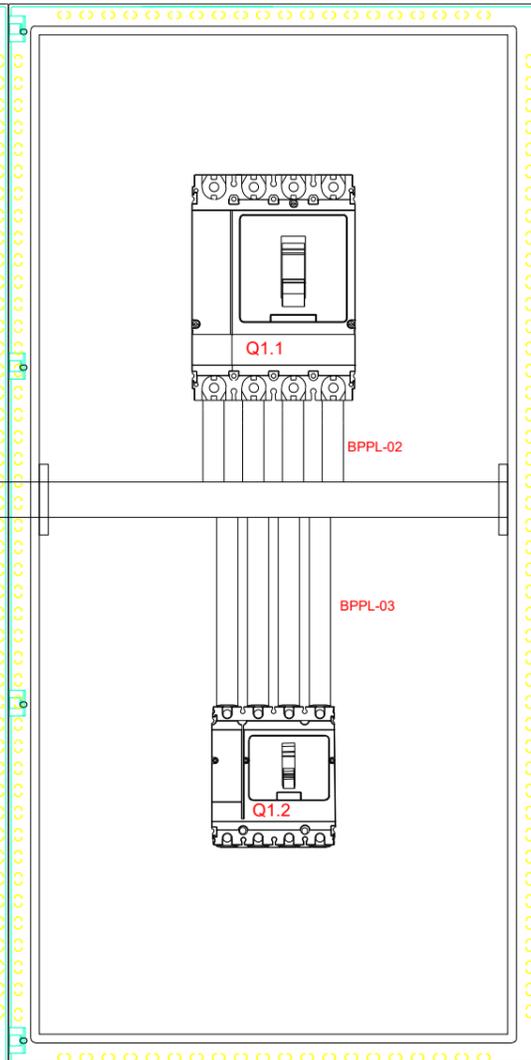


Obs.	FECHA	NOMBRE	PROYECTO: 2203B			
	DIBUJÓ	SOLDA R.				
	REVISÓ	DEYME C.				
	APROBÓ					
ESC. 1:1	UNIFILAR INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROPUESTA			Código plano: 2203B-E4017		
				CANTIDAD 1	Página:	MC - 104
						Hoja 1 - 1

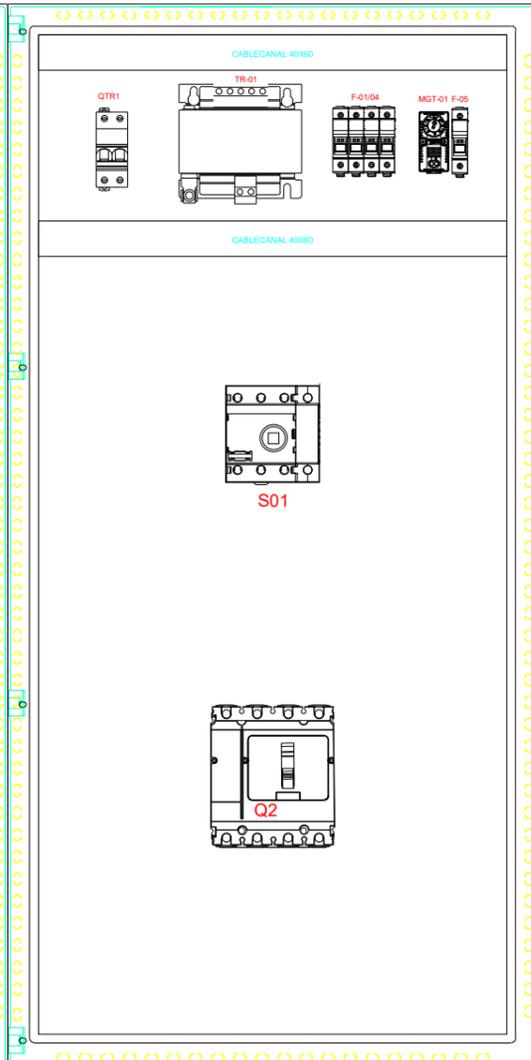
TABLERO GENERAL PRINCIPAL (TGP)



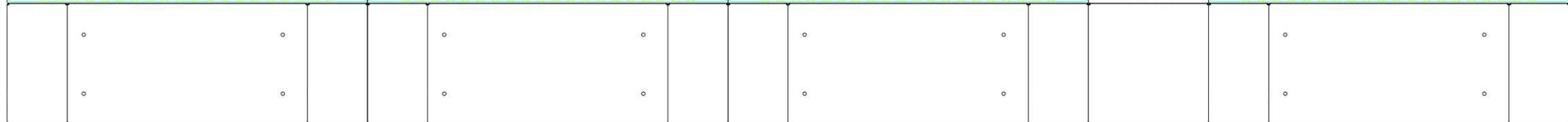
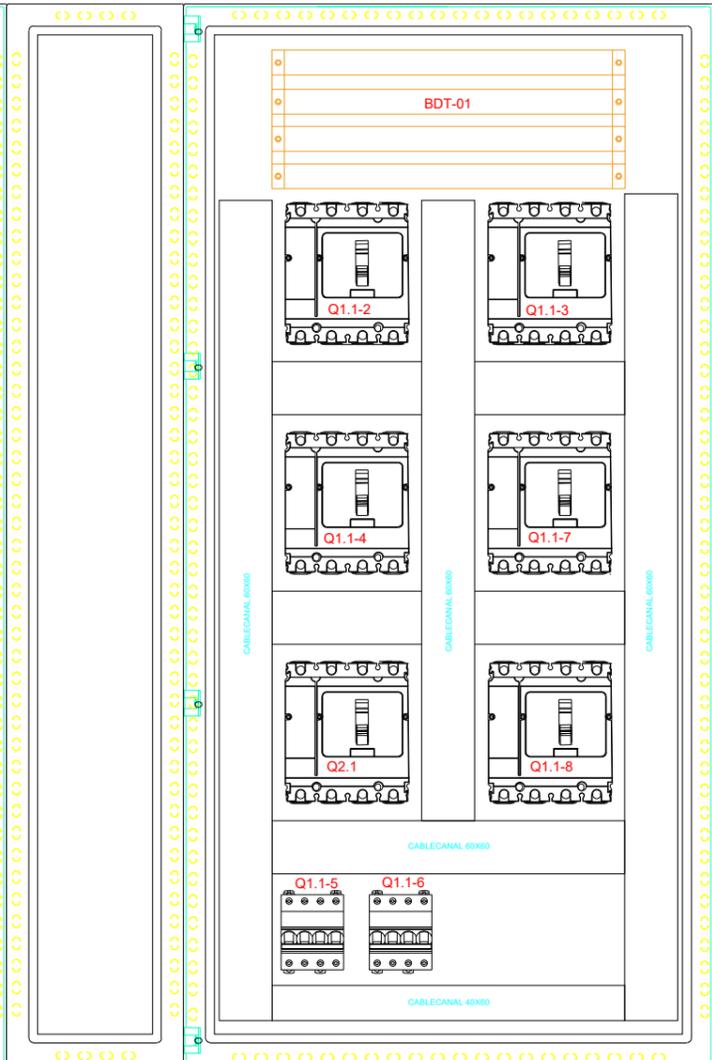
TABLERO GENERAL DISTRIBUCION (TGD)

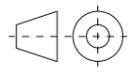


TABLERO GENERAL CONMUTACION (TGC)

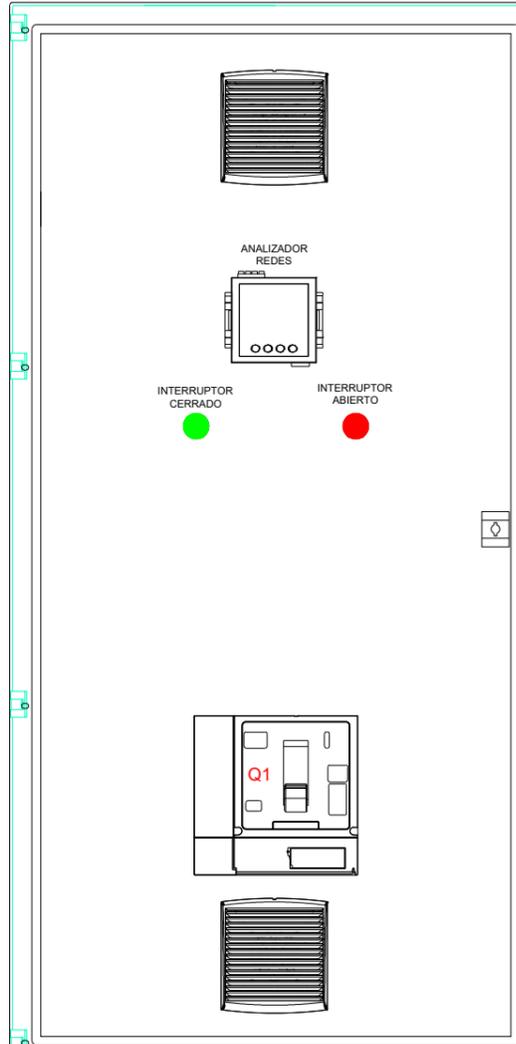


TABLERO DISTRIBUCION A SECCIONALES (TDS)

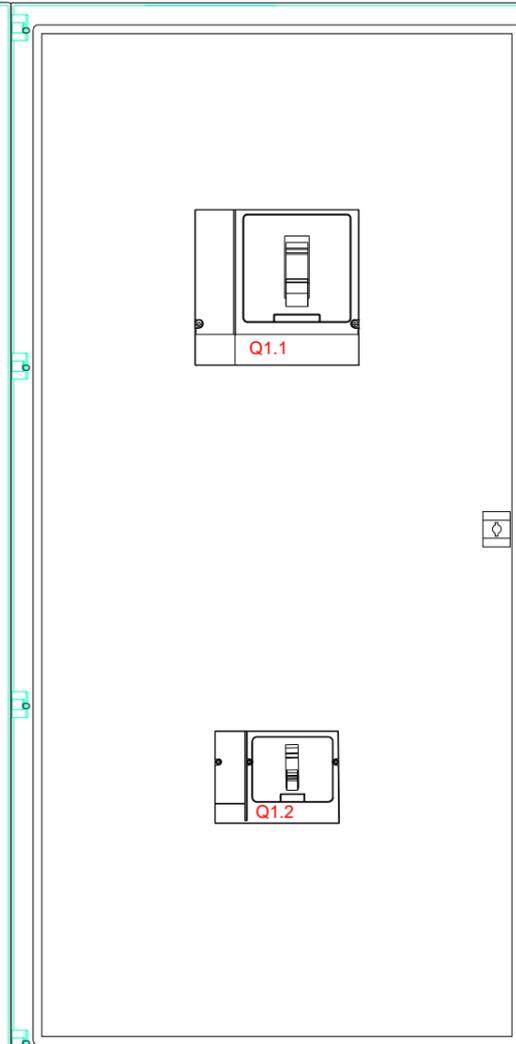


Obs.	DIBUJÓ	Fecha	Nombre	PROYECTO: 2203B	
	REVISÓ	16/02/2024	VERGARA V.		
	APROBÓ	16/02/2024	SOLDA R.		
	ESC. 1:8				
		TOPOGRÁFICO TABLEROS GRALES (INTERIOR)			Código plano: 2203B-E4018
CANTIDAD 1	Página:				MC - 105 Hoja 1 - 1

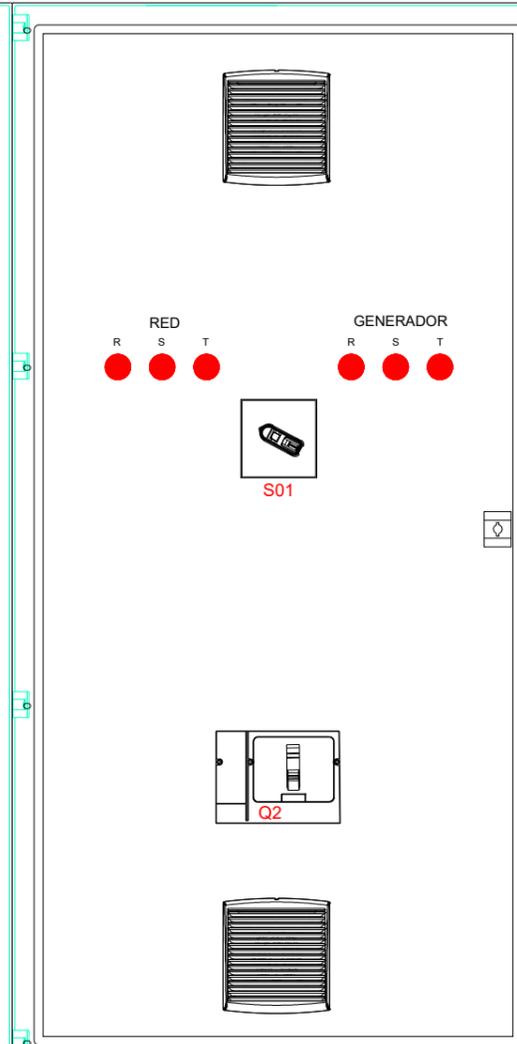
TABLERO GENERAL PRINCIPAL (TGP)



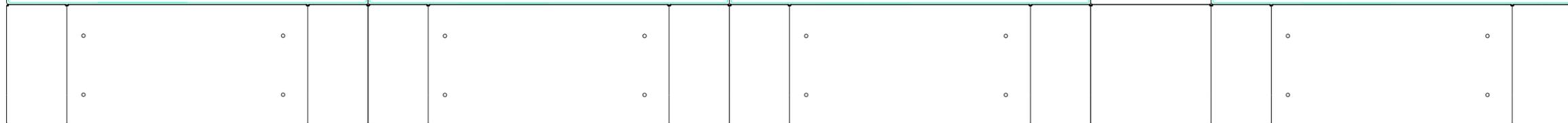
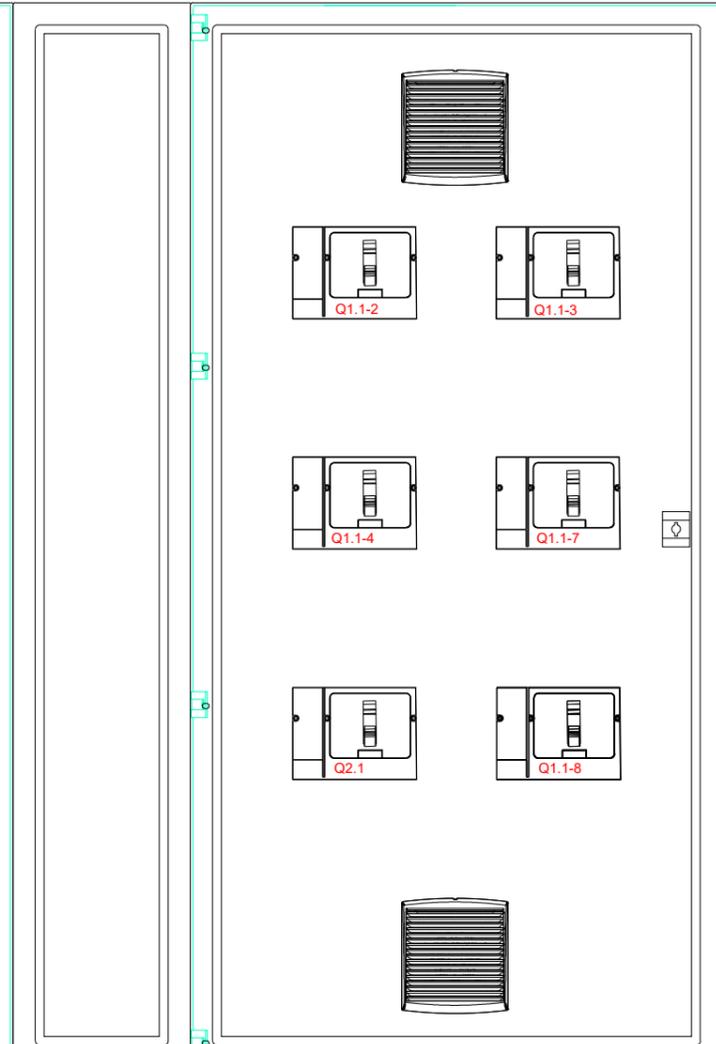
TABLERO GENERAL DISTRIBUCION (TGD)

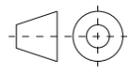


TABLERO GENERAL CONMUTACION (TGC)

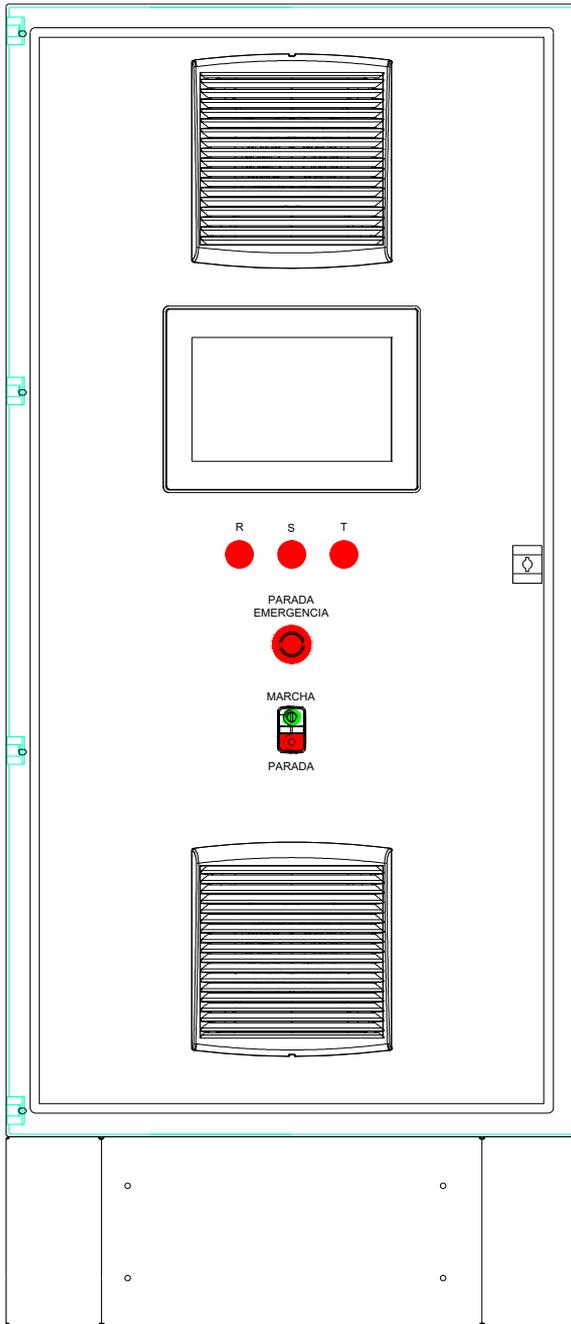


TABLERO DISTRIBUCION A SECCIONALES (TDS)

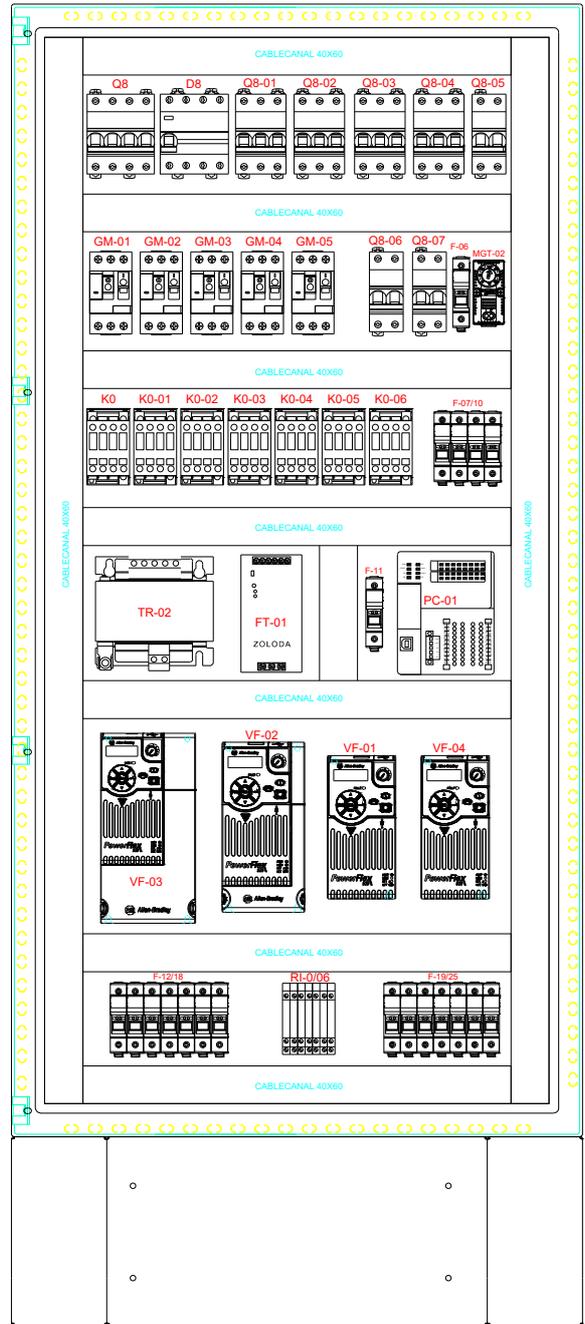


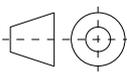
Obs.	Fecha	Nombre	PROYECTO: 2203B		
	DIBUJÓ	16/02/2024			VERGARA V.
	REVISÓ	16/02/2024			SOLDA R.
	APROBÓ				
	ESC. 1:8	<p>TOPOGRÁFICO TABLEROS GRALES (EXTERIOR)</p>		Código plano: 2203B-E4019	
				Página: MC - 105	
	CANTIDAD 1			Hoja 1 - 1	

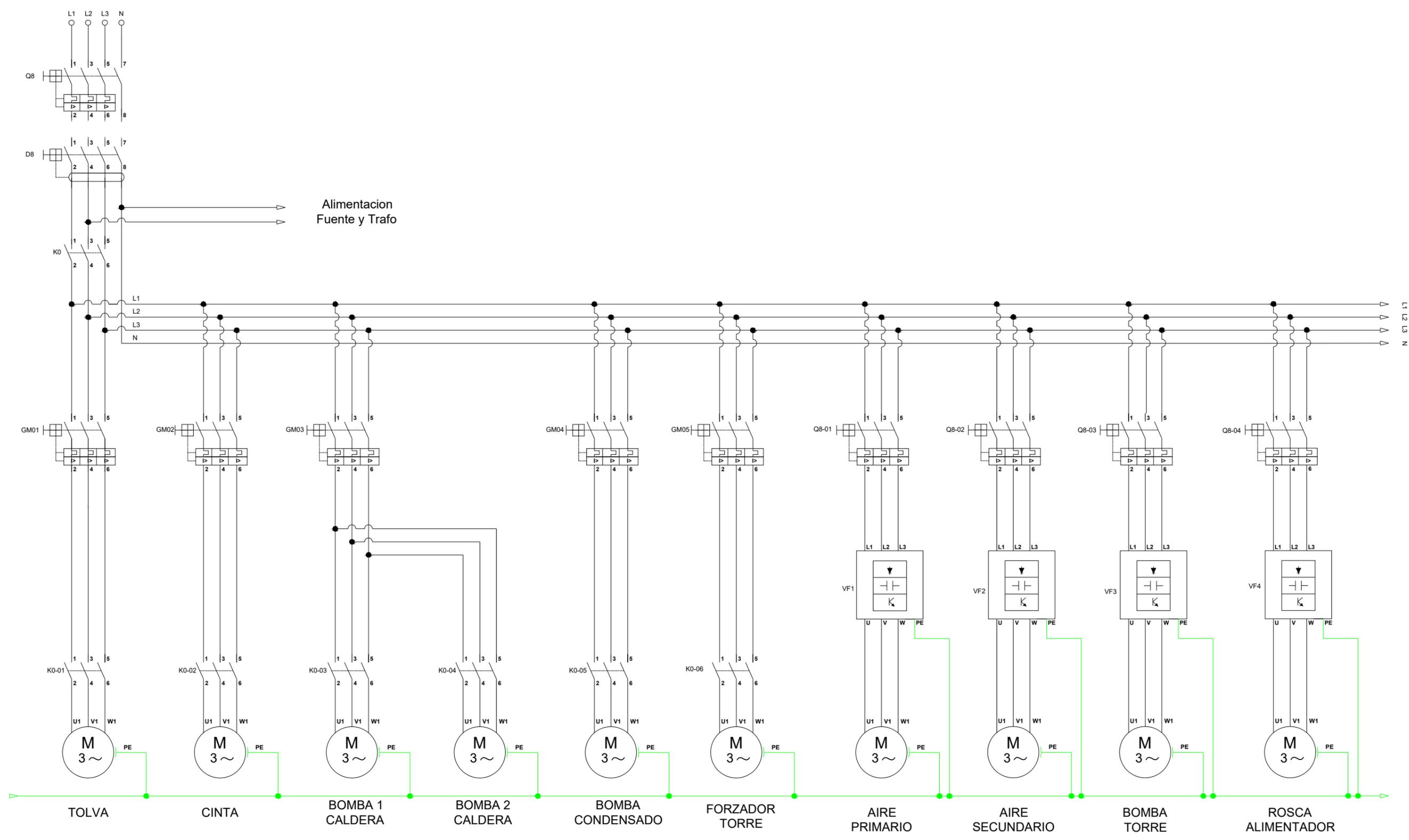
VISTA EXTERIOR

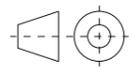


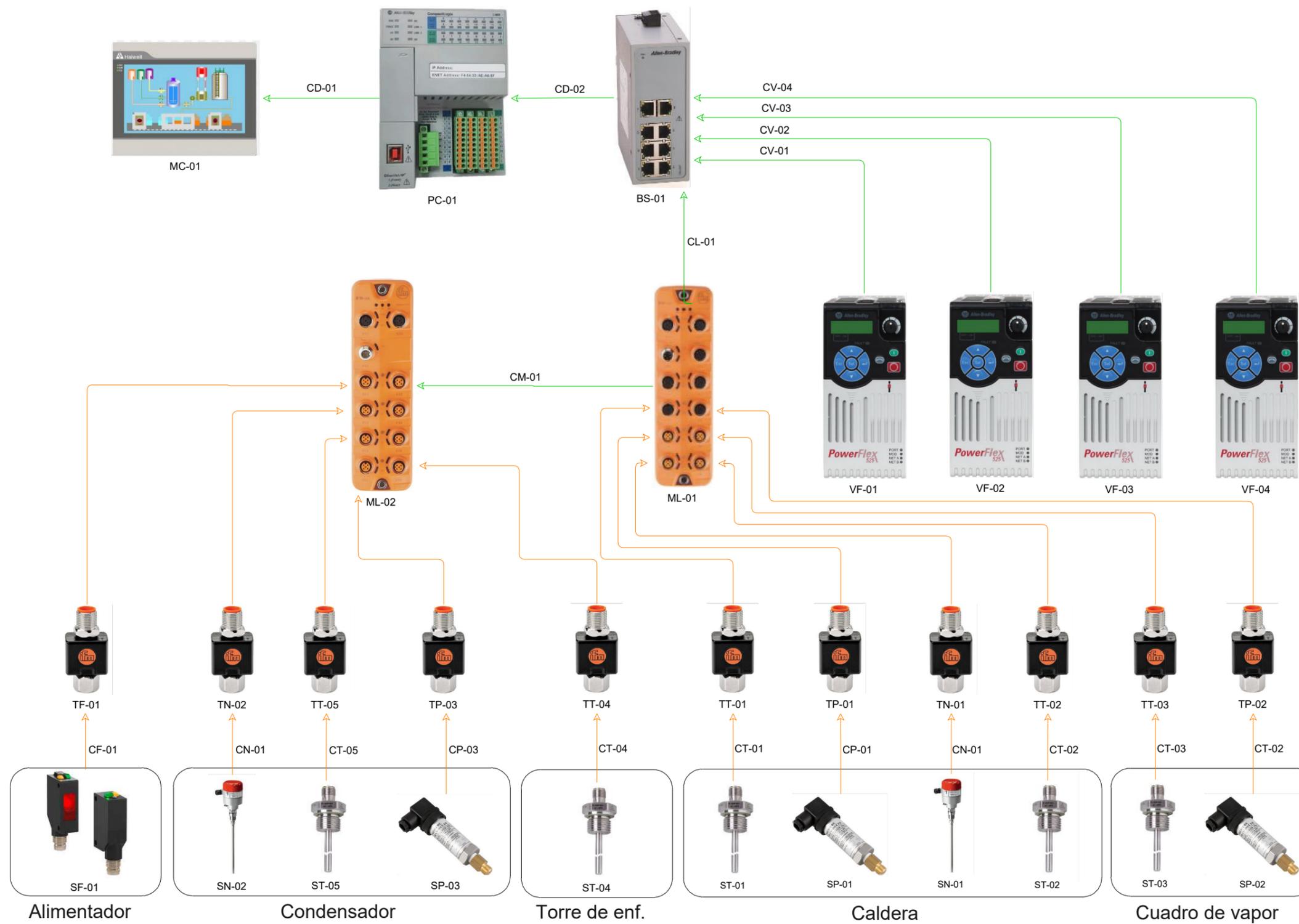
VISTA INTERIOR



Obs.		Fecha	Nombre	PROYECTO: 2203B	
	DIBUJÓ	16/02/2024	VERGARA F.		
	REVISÓ	16/02/2024	DEYME C.		
	APROBÓ				Código plano: 2203B-E4020
	ESC. 1:8	 TOPOGRÁFICO TS8			Página:
CANTIDAD	1				Hoja 1 - 1



Obs.	Fecha	Nombre	PROYECTO: 2203B		
	DIBUJÓ	15/02/2024			VERGARA F.
	REVISÓ	15/02/2024			SOLDA R.
	APROBÓ				
ESC. 1:1	<p style="text-align: center;">ESQUEMA DE POTENCIA TS8</p>		Código plano: 2203B-E4021		
			Página: MC - 133		
CANTIDAD 1			Hoja 1 - 1		



Obs.	DIBUJÓ	Fecha	Nombre	PROYECTO: 2203B
	REVISÓ	15/02/2024	DEYME C.	
	APROBÓ	15/02/2024	SOLDA R.	
	ESC. 1:1	ESQUEMA DE CONTROL GENERACION DE VAPOR		
CANTIDAD 1				



Código plano:
2203B-E4022

Página: MC - 136
Hoja 1 - 1



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA
GENERAR ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESIDUOS
DE LA INDUSTRIA MADERERA**

ANEXO F: Tablas

Proyecto N°: PFC 2203B

Autores:

Deyme, Carlos Exequiel

Solda, Renzo Alexander

Vergara, Fernando Valentín

Tutor:

Ing. Woeffray Elbio

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2024

Planilla 1 – Relevamiento de cargas existentes en el aserradero

Sector de Industria	Tablero Seccional	Código de industria	Descripción	Potencia Instalada [kW]	Velocidad [rpm]	Tipo de Arranque	Cos fi	Corriente [A]	Factor de utilización	Factor de carga	DMP1 [kVA]	Fs1	DMP2 [Kva]	Fs2	DMP3 [kva]	Fs3	DMPT [kVA]
PRODUCCION TABLAS	TS1	MPT-001	Volcador de troncos	5,5	1450	DIRECTO	0,66	12,66	0,80	0,9	6,00	1	6,00	0,8	52,35		
		MPT-002	Carro	2,2	1450	DIRECTO	0,71	4,71	0,80	0,8	1,98	1	1,98				
		MPT-003	Rolo direccionador 1	1,5	1450	DIRECTO	0,73	3,12	0,80	0,8	1,32	1	1,32				
		MPT-004	Turbina TN 1	7,5	1450	DIRECTO	0,77	14,80	0,80	1	7,79	1	7,79				
		MPT-005	Rolo direccionador 2	1,5	1450	DIRECTO	0,73	3,12	0,80	0,8	1,32	1	1,32				
		MPT-006	Elevador de troncos canteados	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	0,9	1,15	1	1,15				
		MPT-007	Cinta-Rolo direccionador 3	3	1450	DIRECTO	0,72	6,33	0,80	1	3,33	1	3,33				
		MPT-008	Transfer 1	1,5	1450	DIRECTO	0,73	3,12	0,80	1	1,64	1	1,64				
		MPT-009	Turbina TN 2	7,5	1450	DIRECTO	0,77	14,80	0,80	1	7,79	1	7,79				
		MPT-010	Rolos sujetadores de SM	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	1	1,28	1	1,28				
		MPT-011	Rolos de movimiento SM	0,75	1450	DIRECTO	0,70	1,63	0,80	1	0,86	1	0,86				
		MPT-012	Sinta transportadora aserrin SM	0,37	1450	DIRECTO	0,63	0,89	0,80	1	0,47	1	0,47				
		MPT-013	Mesa movil	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	1	1,28	1	1,28				
		MPT-014	Transfer 2	2,2	1450	DIRECTO	0,71	4,71	0,80	0,8	1,98	1	1,98				
		MPT-015	Turbina TN 3	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	1	1,28	1	1,28				
		MPT-016	Cinta transportadora multible	3	1450	DIRECTO	0,72	6,33	0,80	1	3,33	1	3,33				
		MPT-017	Rolo direccionador 4	2,2	1450	DIRECTO	0,71	4,71	0,80	0,9	2,23	1	2,23				
		MPT-018	Sierra despuntadora de tabla 1	3	1450	DIRECTO	0,72	6,33	0,80	0,9	3,00	1	3,00				
		MPT-019	Sierra despuntadora de tabla 2	3	1450	DIRECTO	0,72	6,33	0,80	0,9	3,00	1	3,00				
		MPT-020	Accionamiento despuntadora 1	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	0,9	1,15	1	1,15				
		MPT-021	Accionamiento despuntadora 2	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	0,9	1,15	1	1,15				
		MPT-022	Accionamiento tranfer 3	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	0,9	1,15	1	1,15				
		MPT-023	Rolos sujetadores de canteadora de tablas	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	1	1,28	1	1,28				
		MPT-024	Cinta aserrin canteadora de tabla	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	1	1,28	1	1,28				
		MPT-025	Cintas de tablas para chipear	4	1450	DIRECTO	0,76	8,00	0,80	1	4,21	1	4,21				
		MPT-026	Compresor	4	1450	DIRECTO	0,76	8,00	0,80	1	4,21	1	4,21				
PRODUCCION CABREADAS	TS2	MPCH-001	Chipeadora	75	1450	ET	0,85	134,06	0,80	0,9	63,53	1	63,53	0,7	45,36		
		MPCH-002	Cinta de chip	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	1	1,28	1	1,28				
		MPS-001	Sierra canteadora de tablas	22	1450	DIRECTO	0,80	41,78	0,80	0,9	19,80	1	19,80				
TS3	MPS-002	Canteadora o sierra carro	30	2895	ET	0,80	56,98	0,80	0,8	24,00	1	24,00	0,8	54,24			
	MPS-003	Sierra moldeadora	30	2895	ET	0,80	56,98	0,80	0,8	24,00	1	24,00					
	TS4	MTAB-017	Tableadora multible 1	75	1450	ET	0,85	134,06	0,80	0,9	63,53	1					63,53
MTAB-018		Tableadora multible 2	75	1450	ET	0,85	134,06	0,80	0,9	63,53	1	63,53					
PRODUCCION CABREADAS	TS5	MPCA-001	Despuntadora chica	2,2	1450	DIRECTO	0,71	4,71	0,80	0,9	2,23	1	2,23	0,7	8,21		
		MPCA-002	Arrastre despuntadora chica	0,55	1450	DIRECTO	0,70	1,19	0,80	0,8	0,50	1	0,50				
		MPCA-003	Compresor de cabriadas	5,5	1450	DIRECTO	0,66	12,66	0,80	1	6,67	1	6,67				
		MPCA-004	Circular de cabriadas	3	1450	DIRECTO	0,72	6,33	0,80	0,7	2,33	1	2,33				
TALLER DE MANTENIMIENTO	TS6	MT-001	Motor 1 afiladora	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	0,7	0,89	1	0,89	0,6	8,96		
		MT-002	Motor 2 afiladora	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	0,7	0,89	1	0,89				
		MT-003	Motor compresor	3	1450	DIRECTO	0,72	6,33	0,80	1	3,33	1	3,33				
		MT-004	Electrica mig mag 200A	4,4			0,90	7,43	1,00	1	4,89	1	4,89				
		MT-005	Taladro de banco	1,1	1450	DIRECTO	0,69	2,42	0,80	0,9	1,15	1	1,15				
		MT-006	Amoladora de banco	0,75	1450	DIRECTO	0,70	1,63	0,80	0,9	0,77	1	0,77				
		MT-007	Sierra sensitiva	3	1450	DIRECTO	0,72	6,33	0,80	0,9	3,00	1	3,00				
PRODUCCION MACHIMBRE	TS7	MPM-001	Turbina aserrin	5,5	2890	DIRECTO	0,87	9,61	0,80	1	5,06	1	5,06	0,5	42,93		
		MPM-002	Machimbradora 1	5,5	2890	DIRECTO	0,87	9,61	0,80	0,9	4,55	1	4,55				
		MPM-003	Machimbradora 2	5,5	2890	DIRECTO	0,87	9,61	0,80	0,9	4,55	1	4,55				
		MPM-004	Machimbradora 3	5,5	2890	DIRECTO	0,87	9,61	0,80	0,9	4,55	1	4,55				
		MPM-005	Machimbradora 4	5,5	2890	DIRECTO	0,87	9,61	0,80	0,9	4,55	1	4,55				
		MPM-006	Machimbradora 5	10	2890	DIRECTO	0,81	18,76	0,80	0,9	8,89	1	8,89				
		MPM-007	Machimbradora 6	4	2890	DIRECTO	0,81	7,50	0,80	0,9	3,56	1	3,56				
		MPM-008	Machimbradora 7	0,37	1450	DIRECTO	0,63	0,89	0,80	0,9	0,42	1	0,42				
		MPM-009	Machimbradora 8	4	2890	DIRECTO	0,81	7,50	0,80	0,9	3,56	1	3,56				
		MPM-010	Machimbradora 9	7,5	1450	DIRECTO	0,77	14,80	0,80	0,9	7,01	1	7,01				
		MPM-011	Sepilladora	5,5	1450	DIRECTO	0,66	12,66	0,80	0,9	6,00	1	6,00				
		MPM-012	Compresor	2,2	1450	DIRECTO	0,71	4,71	0,80	1	2,48	1	2,48				
		MPM-013	Motor 1 banco hidraulico	2,2	1450	DIRECTO	0,71	4,71	0,80	1	2,48	1	2,48				
		MPM-014	Motor 2 banco hidraulico	20	1450	DIRECTO	0,78	38,96	0,80	1	20,51	1	20,51				
		MPM-015	Motor 3 banco hidraulico	4	1450	DIRECTO	0,76	8,00	0,80	1	4,21	1	4,21				
		MPM-016	Circular 1	2,2	1450	DIRECTO	0,71	4,71	0,80	0,7	1,74	1	1,74				
		MPM-017	Circular 2	2,2	1450	DIRECTO	0,71	4,71	0,80	0,7	1,74	1	1,74				

Preparó:
Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander;
Vergara Fernando Valentín

Revisó:

Aprobó:

Planilla 2 – Cargas de planta generadora

Sector de Industria	Tablero Seccional	Codigo de mot	Descripción	Potencia Instalada [kW]	Cos fi	Corriente [A]	Factor de utilizacion	Factor de carga	DMP1 [kVA]	Fs1	DMP2 [Kva]	Fs2	DMPT [Kva]
PLANTA GENERADORA	TS8	M-T-01	Motor de la tolva de recepcion	0,75	0,85	1,34	0,80	0,3	0,21	1	0,21	0,7	10,08
		M-CT-01	Motor de cinta transportadora	0,75	0,85	1,34	0,80	0,3	0,21	1	0,21		
		M-A-01	Motor de alimentador	0,75	0,85	1,34	0,80	0,7	0,49	1	0,49		
		M-A-02	Motor forzador primario	2,24	0,85	4,00	0,80	0,9	1,90	1	1,90		
		M-B-01	Motor forzador secundario	3,67	0,85	6,56	0,80	0,9	3,11	1	3,11		
		M-PR-01/02	Motor bomba de reposicion 1 y 2	0,75	0,85	1,34	0,80	0,8	0,56	1	0,56		
		M-PC-01	Motor bomba de condensado	0,37	0,85	0,66	0,80	0,8	0,28	1	0,28		
		M-PT-01	Motor bomba de torre de enfriamiento	5,6	0,85	10,01	0,80	0,85	4,48	1	4,48		
M-TE-01	Motor Forzador Torre de enfriamiento	3,72	0,85	6,65	0,80	0,9	3,15	1	3,15				

Preparó: Deyme Carlos Exequiel; Solda Renzo Alexander; Vergara Fernando Valentín	Revisó:	Aprobó:	Página 2 de 2
---	----------------	----------------	----------------------