



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA
EL TREN DE LAMINACIÓN**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA**

PRESENTA:

YANI MARK SÁNCHEZ MENDOZA

NOMBRE DEL ASESOR:

ING. JORGE BEDOLLA HERNÁNDEZ



APIZACO, TLAX., MARZO 2025



Apizaco, Tlaxcala, 13/febrero/2024.

Oficio No. MM/094/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	YANI MARK SÁNCHEZ MENDOZA
Carrera:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
No. De Control:	C18370632
Nombre del Proyecto:	DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACIÓN.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

JORGE BEDOLLA HERNÁNDEZ
Nombre y Firma del Asesor

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.



100 años





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 12/marzo/2025

SÁNCHEZ MENDOZA YANI MARK.
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA.
CON NÚMERO DE CONTROL C18370632.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **DISEÑO DE DEDESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACIÓN** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
TECNOLÓGICA
NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/aehs -



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



Agradecimientos

A mis padres:

Mi padre, por apoyarme, aconsejarme siempre y estar junto a mí cuando lo necesito, por ser un excelente padre, a mi madre, por ser la persona que siempre me dio el consejo en el momento más oportuno y la que siempre cuidó para todo momento.

A mis hermanos:

Mis hermanos les doy gracias por apoyarme en momentos difíciles y que estuvieron junto a mí para aconsejarme.

A los profesores:

A los profesores que me impartieron clase desde que me los fundamentos teóricos y que tuvieron resultados en esta realización de esta investigación y conocimiento que adquirí de ellos.

Al instituto tecnológico de Apizaco

Le doy gracias al instituto tecnológico de Apizaco por brindarme sus puertas para lograr estudiar y en un futuro ser un ingeniero electromecánico.

A Simec International SA de CV

Esta empresa ha permitido mejorar mi desarrollo profesional, por eso agradezco la confianza de su directiva por las responsabilidades asignadas. Además de valorar el esfuerzo realizado para alcanzar con éxito los objetivos propuestos. ¡Muchas gracias!

Hoy quiero agradecer la oportunidad que me brinda esta empresa por hacerme parte de su equipo de trabajo. Este apoyo y confianza ha sido de gran valor para mí.

Índice

Contenido	
Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Índice.....	4
Capítulo 1.....	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Descripción de la empresa u organización.....	7
1.3 Planteamiento del problema.....	9
1.4 Objetivos	10
1.4.1 General.....	10
1.4.2 Específico	10
1.5 Justificación.....	10
1.6 Delimitación.....	11
Capítulo 2.....	12
2.1 Marco teórico	12
2.1.1 Proceso de desincrustación hidromecánica	12
2.1.2 Optimización en el triturador de incrustaciones de acabado	18
2.1.3 Optimización de las operaciones de descalcificación	20
2.1.4 Disposición de las boquillas en el cabezal de pulverización	23
2.1.5 Características de la boquilla de pulverización	25
2.1.6 Variables de impacto	26
2.1.7 Pérdidas por fricción en tuberías	28
2.1.8 Transportador de rodillos.....	39
2.1.9 Selección de rodamientos	46
Capítulo 3.....	52
3.1 Procedimiento y descripción de actividades.....	52
3.1.1 Introducción al proceso de laminación del acero	52
3.1.2 Recopilación datos	53
3.1.3 Monitoreo y registro de anomalías.....	60
3.2 Diseño del sistema.....	64
3.2.1 Determinación de pérdidas en la tubería	64

3.2.2	Determinación de dimensionamiento del cabezal.....	71
3.2.3	Determinación de dimensionamiento y capacidad de los rodillos.....	75
3.2.4	Determinación de selección y dimensionamiento de rodamientos	78
3.2.5	Modelado de desescamador de palanquillas.....	87
3.2.6	Ensamble del desescamador.....	92
3.2.7	Simulación	98
Capítulo 4		110
4.1	Resultados	110
4.1.1	SolidWorks Simulation	110
4.1.2	SolidWorks Flow Simulation	114
4.1.3	Desescamador de doble cabezal.....	122
Capítulo 5		126
5.1	Manufactura preliminar.....	126
Conclusiones y recomendaciones		128
Competencias desarrolladas		129
Referencias bibliográficas		130
Anexos		133

DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACIÓN

ELECTROMECAÁNICA

Nombre: YANI MARK SÁNCHEZ MENDOZA

NO. CONTROL C18370632

ASESOR INTERNO: ING. JORGE BEDOLLA HERNÁNDEZ

ASESOR EXTERNO: ING. GUADALUPE FLORES SALDAÑA

EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV

APIZACO, TLAXCALA, MÉXICO, DICIEMBRE 2023

Agradecimientos

A MIS PADRES:

Mi padre, por apoyarme, aconsejarme siempre y estar junto a mí cuando lo necesito, por ser un excelente padre, a mi madre, por ser la persona que siempre me dio el consejo en el momento más oportuno y la que siempre cuida para todo momento.

A MIS HERMANOS:

Mis hermanos les doy gracias por apoyarme en momentos difíciles y que estuvieron junto a mí para aconsejarme.

A LOS PROFESORES:

A los profesores que me impartieron clase desde que me los fundamentos teóricos y que tuvieron resultados en esta realización de esta investigación y conocimiento que adquirí de ellos.

AL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

Le doy gracias al instituto tecnológico de Apizaco por brindarme sus puertas para lograr estudiar y en un futuro ser un ingeniero electromecánico.

A SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV

Esta empresa ha permitido mejorar mi desarrollo profesional, por eso agradezco la confianza de su directiva por las responsabilidades asignadas. Además de valorar el esfuerzo realizado para alcanzar con éxito los objetivos propuestos. ¡Muchas gracias!

Hoy quiero agradecer la oportunidad que me brinda esta empresa por hacerme parte de su equipo de trabajo. Este apoyo y confianza ha sido de gran valor para mí.

Resumen

El presente proyecto se basa en el desarrollo del diseño del desescamador de palanquillas enfocado para la línea de producción del tren de laminación de la empresa Simec International SA de CV, consiste en la mejora en el proceso de descascarillado de palanquillas, uno de los inconvenientes en el proceso de descascarillado es la unidad que se encarga de este proceso es la antigüedad, ya que el equipo presenta bastante desgaste, lo que provoca numerosas interrupciones en el proceso de laminación, además con el tiempo el desescamador ha sufrido numerosas modificaciones y adaptaciones por el problema del diseño del equipo ya que algunas características de dimensionamiento no cumplen con los requerimientos necesarios que ayuden con la productividad y seguridad del tren de laminación, algunos de los inconvenientes de este desescamador es la cobertura del cabezal sobre la palanquilla a descascarillar, acumulación de cascarilla en la cubierta y áreas cercanas al desescamado, fugas en las uniones de soldadura en el cabezal, oxidación, grietas y orificios donde se puede escapar la cascarilla caliente perjudicando la seguridad del personal, problemas con las guías de alineación de las palanquillas, sujeción del cabezal, por mencionar algunos inconvenientes del actual desescamador. Las consecuencias de este desescamador son a constantes interrupciones por actividades de mantenimiento correctivo en el proceso de laminación generando pérdida de tiempo.

El objetivo de este proyecto es diseñar un nuevo desescamador con ayuda del software SolidWorks, cumpliendo con los requerimientos del tren de laminación, este diseño se basa en el diseño del desamador actual, el nuevo diseño de desescamador posera dos cabezales de descascarillado uno principal y un secundario, el secundario funcioné como sustituto cuando el cabezal principal no esté disponible por fallas imprevistas e impedir paradas no programadas en el proceso de laminación del acero. Este desescamador debe cumplir con los requisitos de presión, caudal y dimensionamiento manejados en el actual desamador, garantizando mejores resultados en el proceso de descascarillado de palanquillas para laminación y salvaguardando la seguridad del personal de planta.

Índice

Contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen	3
Índice	4
Capítulo 1.....	6
1.1 Introducción	6
1.2 Descripción de la empresa u organización	7
1.3 Planteamiento del problema	9
1.4 Objetivos	10
1.4.1 General	10
1.4.2 Específico	10
1.5 Justificación.....	10
1.6 Delimitación	11
Capítulo 2.....	12
2.1 Marco teórico	12
2.1.1 Proceso de desincrustación hidromecánica	12
2.1.2 Optimización en el triturador de incrustaciones de acabado	18
2.1.3 Optimización de las operaciones de descalcificación	20
2.1.4 Disposición de las boquillas en el cabezal de pulverización.....	23
2.1.5 Características de la boquilla de pulverización	25
2.1.6 Variables de impacto	26
2.1.7 Pérdidas por fricción en tuberías	28
2.1.8 Transportador de rodillos.....	39
2.1.9 Selección de rodamientos	46
Capítulo 3.....	52
3.1 Procedimiento y descripción de actividades	52
3.1.1 Introducción al proceso de laminación del acero	52
3.1.2 Recopilación datos.....	53

3.1.3	Monitoreo y registro de anomalías	60
3.2	Diseño del sistema	64
3.2.1	Determinación de pérdidas en la tubería.....	64
3.2.2	Determinación de dimensionamiento del cabezal.....	71
3.2.3	Determinación de dimensionamiento y capacidad de los rodillos	75
3.2.4	Determinación de selección y dimensionamiento de rodamientos	78
3.2.5	Modelado de desescamador de palanquillas.....	87
3.2.6	Ensamble del desescamador	92
3.2.7	Simulación	98
Capítulo 4.....		110
4.1	Resultados.....	110
4.1.1	SolidWorks Simulation.....	110
4.1.2	SolidWorks Flow Simulation	114
4.1.3	Desescamador de doble cabezal	122
Capítulo 5.....		126
5.1	Manufactura preliminar.....	126
	Conclusiones y recomendaciones	128
	Competencias desarrolladas	129
	Referencias bibliográficas.....	130
	Anexos	133

Capítulo 1

1.1 Introducción

En los trenes de laminación en caliente se fabrican productos largos (por ejemplo, alambrón, varilla, barras circulares o cuadradas, soleras gruesas o delgadas esto dependiendo de los requerimientos del cliente y satisfaciendo la calidad del producto) mediante la laminación. Un tren de laminación en caliente se compone de mesa de carga, un horno de recalentado de la palanquilla, unidades de descascarillado o desescamadores, transportador de rodillos, cajas o estantes de laminación en caliente (desbaste, intermedio y acabado) horizontales y/o verticales, unidades de cizallamiento en caliente, plataforma de enfriamiento, tijera de corte en frío y formadora de fajos.

El proceso de laminación en caliente comienza con el calentamiento en un horno de gruesas piezas rectangulares de acero conocidas como palanquillas, una vez alcanzada la temperatura ideal y la maleabilidad adecuadas para su transformación posterior pasado por una serie de rodillos giratorios a elevadas temperaturas para lograr sus dimensiones finales. Esto hace que al acero sea más fácil darle forma al calentarse y resulta en productos que son más fáciles de trabajar.

Durante la laminación en caliente del acero, la calidad superficial del producto laminado depende en gran medida de la remoción de la cascarilla formada al calentar el acero se genera inevitablemente cascarilla, esto se debe a la reacción del hierro con el oxígeno del aire, en la superficie se forman escamas de óxido de hierro, denominadas cascarillas. Estas afectan la apariencia y las propiedades del acero, al ser sometido la palanquilla a altas temperaturas y es importante un descascarillado efectivo.

Las descascarilladoras de chorro de agua se utilizan a menudo en las plantas siderúrgicas y garantizan una alta calidad superficial en los trenes de laminación en caliente, eliminando la cascarilla mediante el rociado de agua a presión sobre la superficie del acero. Una descascarilladora consta de uno o varios cabezales de inyección con boquillas empotradas que dirigen chorros de agua a alta presión sobre la palanquilla removiendo la capa de óxido este proceso se realiza antes de laminar la palanquilla, mejorando la calidad del superficial acero para evitar daños en la superficie o incrustaciones de cascarilla o escamas.

En el trabajo industrial en caliente de aceros y otras aleaciones, siempre es importante mejorar la productividad y la eficiencia del rendimiento de los procesos. También se exige una mejor precisión dimensional, calidad de la superficie y propiedades de los productos.

1.2 Descripción de la empresa u organización

Lugar donde se realizará el proyecto

El proyecto será realizado SIMEC INTERNATIONAL SA de CV

Área: laminación Planta 1

Dirección: Carretera Federal México - Veracruz km 123 s/n, 90460 Tlax.

Descripción de la empresa

Sector: Materiales

Subsector: Materiales

Ramo: Fabricación y comercialización de materiales

Subrama: Producción y fabricación de productos de acero

Actividad económica: Es una empresa mexicana dedicada a la producción de acero la cual cuenta con plantas en México, Eua y Canadá

Principales productos y/o servicios: Las principales líneas de productos de ich son: aceros especiales, perfiles comerciales, perfiles estructurales y varilla.

Historia de la empresa:

Las operaciones de Simec se iniciaron en 1969 cuando un grupo de familias de Guadalajara, jalisco, México; formaron la compañía siderúrgica de Guadalajara. En 1990 se constituyó Simec como la subsidiaria de sidek a cargo de las operaciones industriales. En junio de 1993 se iniciaron las operaciones de compañía siderúrgica de california en Mexicali, baja california, México.

SIMEC INTERNATIONAL SA de CV

Esta empresa está clasificada dentro del sector 331 - Industrias metálicas básicas que agrupa Unidades económicas dedicadas principalmente a la fundición primaria de hierro bruto; a la fabricación de acero y productos de hierro y acero; a la fundición, afinación, refinación y laminación.

MISIÓN

Satisfacer en forma rentable, confiable y permanente, las necesidades de productos de aceros largos, tomando ventaja de nuestra localización geográfica y aprovechando las oportunidades que presenta el sector.

VISIÓN

Ser la compañía líder en la fabricación y ventas de productos siderúrgicos en América y una referencia del mercado a nivel global.

UBICACIÓN

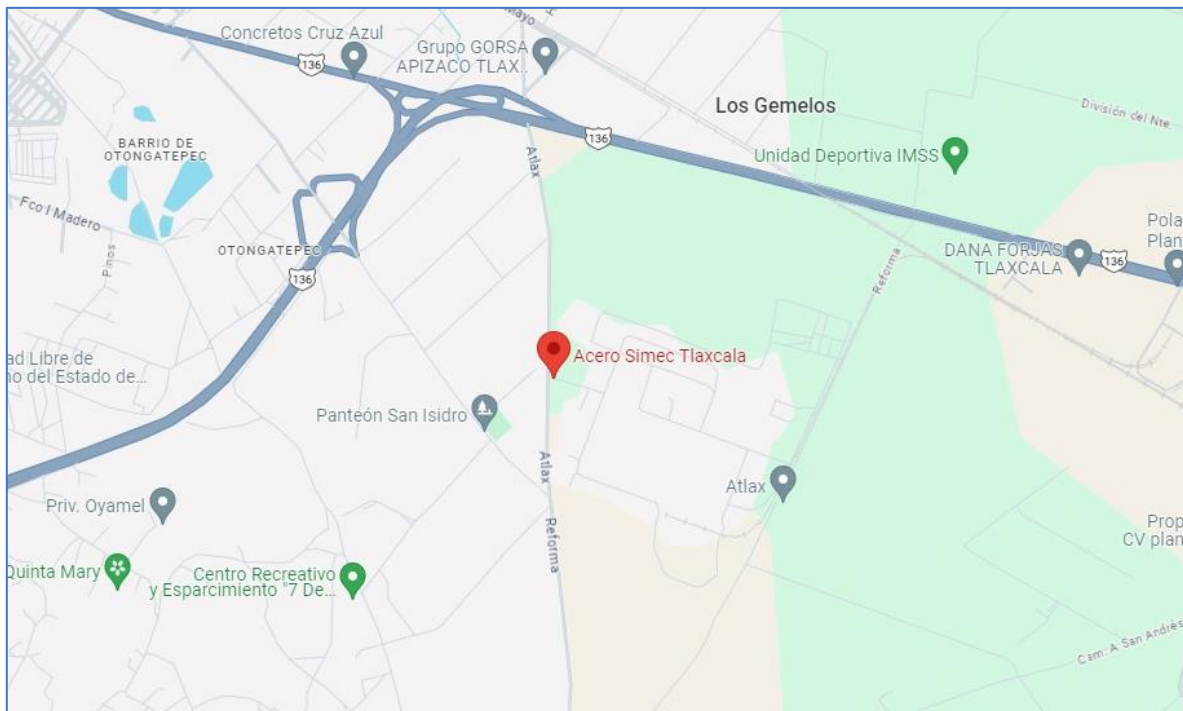


Ilustración 1.1: Ubicación geográfica, fuente: Google. (2023). Mapa de SIMEC INTERNATIONAL planta Tlaxcala. [imagen] Google Maps. <https://maps.app.goo.gl/gGQWqXPkqKwKz6q9>

1.3 Planteamiento del problema

La empresa siderúrgica SIMEC INTERNATIONAL SA de CV, es una empresa dedicada a la producción de acero contando con varios tipos de proceso que originan productos largos (barras y varilla) y planos (Soleras) que en su afán de mantener la calidad de sus productos y en concordancia con sus políticas de calidad, se estableció que los mantenimientos aplicados a los equipos de cada proceso del tren de laminación sea el mantenimiento basado por condición en la mayoría de los equipos y procesos.

Uno de esos procesos en él se monitorea con frecuencia es el proceso de descascarillado de palanquillas, ya que el equipo encargado para este proceso presenta condiciones de desgaste considerables, lo que lleva en consecuencia a fallas frecuentes o riesgos potenciales.

El tren de la laminación en el proceso de descascarillado o como lo denominan desescamado cuya función es eliminar y remover la cascarilla de óxido del material a laminar (Palanquilla), en este equipo se ve afectado por la ocurrencia de fallas imprevistas como la desalineación, defectos de acoplamiento, fugas, entre otros.

Los mantenimientos correctivos destinados para equipo de descascarillado (desescamador) son más frecuentes lo que incrementa las interrupciones en la producción de laminación de palanquillas, para disminuir los tiempos de interrupción se evalúa la falla para determinar si o no se interviene o posponerlo hasta los paros de mantenimientos programados, algunas de estas fallas si se siguen continuando con el tiempo, estas fallas empeoren con lo que provocaron el incremento de las paradas no programadas.

La producción de palanquillas laminadas por turno de 8hr es de 240-250 palanquillas laminadas, los intervalos de tiempo para laminar cada palanquilla es en promedio de 2 minutos esta capacidad es la misma que tiene que laminar el desescamador en un turno, ya que el laminado es continuo, el tiempo promedio de actividades de mantenimiento para el desescamador es de aproximadamente 4.2 horas al mes y 54 horas para un año, las pérdidas estimadas por los paros ocasionados por el desescamador dan un resultado aproximado anual de 1620 palanquillas sin contar las palanquillas rechazadas, el rechazo de palanquillas es de un promedio al día de 3 palanquillas al día ocasionados por un mal descascarillado o por irregularidades, las pérdidas anuales aumentan si se considera las palanquillas rechazadas dando un resultado en pérdidas de 2688 palanquillas anuales en promedio.

Además, la seguridad del personal durante el descascarillado de la palanquilla tiende a ser perjudicial, provocado al desprendimiento de la cascarilla o escamas calientes por las aberturas del desescamador junto con vapor generado.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

El objetivo de este proyecto es el diseño un nuevo desescamador para el tren de laminación del acero que cumpla con todas las especificaciones planteadas, eficientar y agilizar el proceso de laminado.

1.4.2 Específico

- Eficientar el proceso de laminación, garantizando la remoción de impurezas e incrustaciones en la superficie y asegurar los requerimientos del cliente.
- Realización del diseño mecánico virtual del moldeado en 3D del desescamador y generación de planos de piezas-accesorios y estructura del que estará conformado, utilizando el software SolidWorks.
- Análisis hidrodinámico de la red de tuberías que conforman el desescamador para determinar pérdidas y puntos críticos al presurizar el agua en cabezal.
- Generar una mayor seguridad y simplicidad durante el proceso de descascarillado de la palanquilla a laminar.

1.5 Justificación

Como bien se ha explicado en el planteamiento del problema, el desgaste y la antigüedad del equipo encargado del descascarillado de palanquillas del tren de laminación, lo que ocasiona un amento mantenimientos correctivos hacia este equipo aumentando las interrupciones en el proceso de laminación y en consecuencia a una cantidad considerable de palanquillas no laminadas o rechazadas anualmente y además en las condiciones en que se encuentra el equipo afectan la seguridad del personal del área.

Por ello, surge la necesidad de realizar el proyecto de diseño del desescamador de palanquillas para tren de laminación, este diseño de desescamador reducirá las interrupciones en el proceso de laminación del acero, mejorar el proceso de descascarillado de palanquillas de perfil cuadrado que actualmente se está manejando, agilizar las actividades de mantenimiento destinadas para el desescamador y disminuir la cantidad de palanquillas no laminadas o rechazadas.

Lo anterior es realizado con el fin de satisfacer las necesidades del tren de laminación evitando pérdidas hacia la empresa.

1.6 Delimitación

Es presente trabajo estará orientado en el desarrollo de diseño del desescamador de palanquillas, para el desarrollo de este proyecto se realizarán recopilación de datos e investigaciones respectivas que giren en torno al proceso de descascarillado de palanquillas para el tren de laminación para mejorar y adaptaciones técnicas que satisfagan para el proceso, realizar los cálculos pertinentes que conllevara para el diseño del nuevo desescamador, modelado computacional del desescamador de como estará conformado, realizando simulaciones en SolidWorks y además la generación de planos del nuevo desescamador y entrega de planos en gerencia de laminación de la empresa SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV planta Tlaxcala.

Capítulo 2

2.1 Marco teórico

2.1.1 Proceso de desincrustación hidromecánica

El proceso de descalcificación se realiza mediante la aplicación de agua a alta presión consta en el rociado sobre la superficie del material. En general hay algunos efectos mecánicos y algunos térmicos durante el proceso. Dado que en un proceso de descalcificación real todos estos efectos ocurren simultáneamente e interactúan entre sí.

Algunos de los efectos y mecanismos más importantes se describen a continuación y se indican

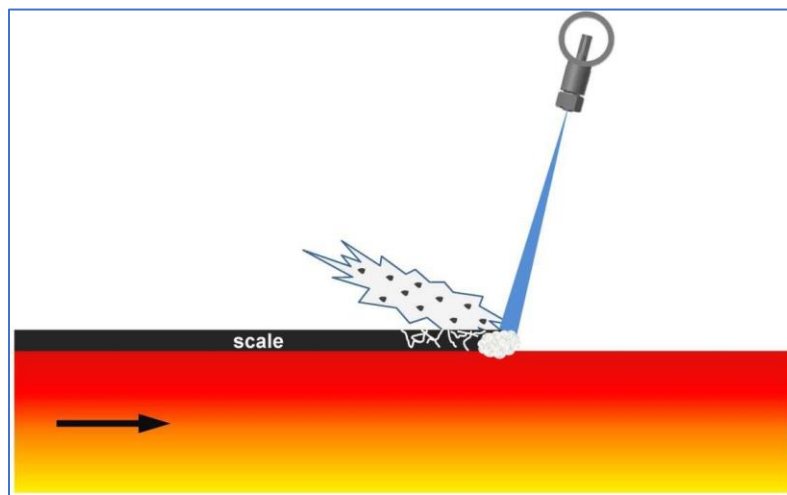


Ilustración 2.1: Desincrustación hidromecánica sobre la superficie del material a descascarillar, fuente SpadFlow. Boquillas descalcificadoras. [imagen] https://spadflow.com/boquillas_descalcificadoras

Desincrustación hidromecánica sobre la superficie del material a descascarillar.

- Las grietas se generan por causas tanto térmicas (calentamiento) como mecánicas (esfuerzos). La generación puede ser causada por un pre-enfriamiento del agua que salpica y directamente por el efecto mecánico del impacto del agua.
- La diferente contracción térmica entre la escala y el acero favorece además el desprendimiento de estas dos capas. La contracción térmica se inicia mediante el enfriamiento del flujo de agua de las boquillas pulverizadoras.
- El agua que penetra la capa de incrustaciones a través de las grietas se convierte abruptamente del estado de agregado líquido a gas (vapor) cuando golpea la superficie de acero caliente. El tremendo y explosivo aumento de volumen rompe la capa de incrustaciones y finalmente conduce a la descamación.

- d) El mecanismo más obvio es el efecto mecánico puro. La incrustación es aplastada y fragmentada por la fuerza mecánica del chorro de agua y la capa se corta. El parámetro dominante que influye en este mecanismo es la fuerza de impacto.
- e) Para la parte superior de la tira, es importante que las partículas de sarro sueltas finalmente se eliminen de la superficie del acero para evitar que el siguiente soporte de laminación las presione nuevamente. Esto conduciría inevitablemente a defectos en la superficie y/o en los rodillos.

“Los principales mecanismos para la eliminación de incrustaciones se basan en la contracción diferencial de las incrustaciones de óxido mediante el enfriamiento por los aerosoles desincrustantes junto con el efecto mecánico del impacto del agua (fuerza de impacto).

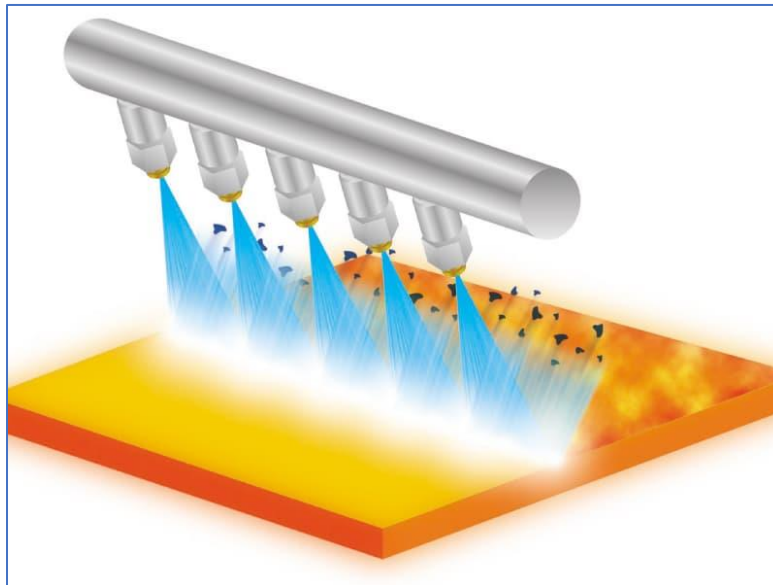


Ilustración 2.2: Boquillas descalcificadoras, fuente SpadFlow. Boquillas descalcificadoras. [imagen] <https://spadflow.com/boquillas-descalcificadoras>

El efecto depende del impacto específico del agua y de la IP [presión de impacto] y es función del caudal, la distancia de separación, el ángulo de pulverización... y la presión de alimentación”.

En realidad, es difícil y confuso lidiar con muchas consideraciones y números diferentes al mismo tiempo. Una comparación será casi imposible. Por lo tanto, se requiere un término único que incluya la mayoría de los parámetros para los efectos y mecanismos mencionados anteriormente.

Una posibilidad es utilizar la “energía de pulverización”, a veces denominada “energía de impacto”. La energía de pulverización se describe multiplicando la presión de impacto por el impacto específico del agua. En este plazo se incluyen la mayoría de los parámetros decisivos.

Las incrustaciones formadas durante el calentamiento del acero a temperaturas de laminación en el horno de recalentamiento se conocen como incrustaciones primarias.

Esta incrustación primaria se retira antes del laminado en caliente. Por lo general, se realiza para producir productos de acero con alta calidad superficial y para reducir el desgaste de los rodillos. Sin embargo, la incrustación secundaria continúa formándose en la superficie de acero descascarillado durante el tiempo de retardo entre pasadas en los trenes de laminación de desbaste e intermedios.

El color de la cascarilla de molienda primaria es generalmente negro azulado, mientras que el de la cascarilla secundaria es azul. La escala secundaria le da al acero una apariencia similar a la de un acabado de recubrimiento de laca y a menudo se confunde con una imprimación de color azul.

En los procesos de descascarillado hidromecánico los chorros están formados por boquillas especiales de descascarillado que están dispuestas en cabezales de pulverización en una caja de descascarillado (o descascarilladoras de molino) a través de la cual se desplaza el producto (losa, tira, palanquilla, bloom, manta de viga, etc.). La presión de trabajo oscila entre 200 y 350 bar.

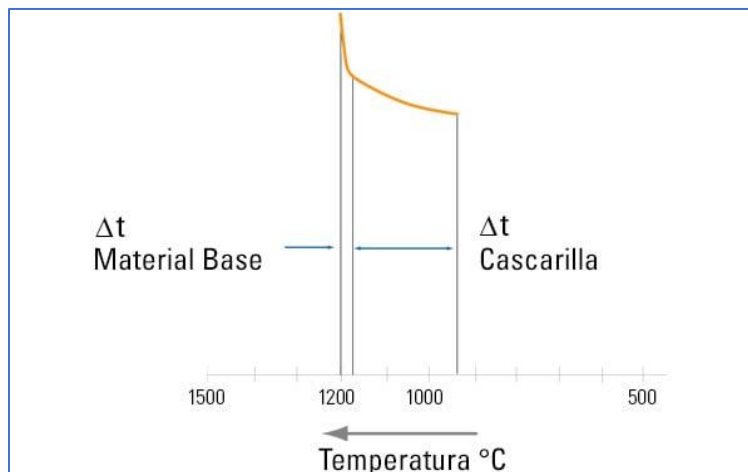


Ilustración 2.3: Grafica de temperaturas de descalcificación, fuente Spraying Systems Co. Descascarado. Descaling impact technical reference. <https://www.spray.com/es-mx/aplicaciones/impacto-en-el-descascarado>

Para que las boquillas de descascarado funcionen de una manera efectiva, es importante comprender el papel que desempeña el agua en este proceso. El agua aplicada a la superficie hace que tanto la cascarilla como el material base se encojan. Esta contracción forma grietas en la superficie y una separación entre la cascarilla y el material base. La fuerza de la pulverización producida por las boquillas de descascarado hace que el agua penetre en las grietas y llegue hasta el material base.

El calor de la superficie del acero provoca una explosión local del agua a medida que se forma el vapor. La combinación de la explosión y la fuerza de impacto separa la cascarilla de la superficie del acero y el agua remueve la cascarilla.

El grado del acero, la temperatura del horno, el tiempo de remojo y otros factores forman parte en la formación de la cascarilla y de la dificultad de su remoción. La efectividad de este proceso de eliminación depende del impacto y del patrón de pulverización del agua aplicada por las boquillas de descascarado en la placa.

2.1.1.1 Calculando el impacto para boquillas de descascarillado

El impacto total se calcula con esta ecuación especificada por Spraying systems Co. la cual lo expresan de la siguiente forma:

$$FUERZA\ TOTAL = \rho Qv \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

FT: Fuerza total

P: Densidad del fluido

V: Velocidad de salida de pulverización

Q: Volumen total de flujo

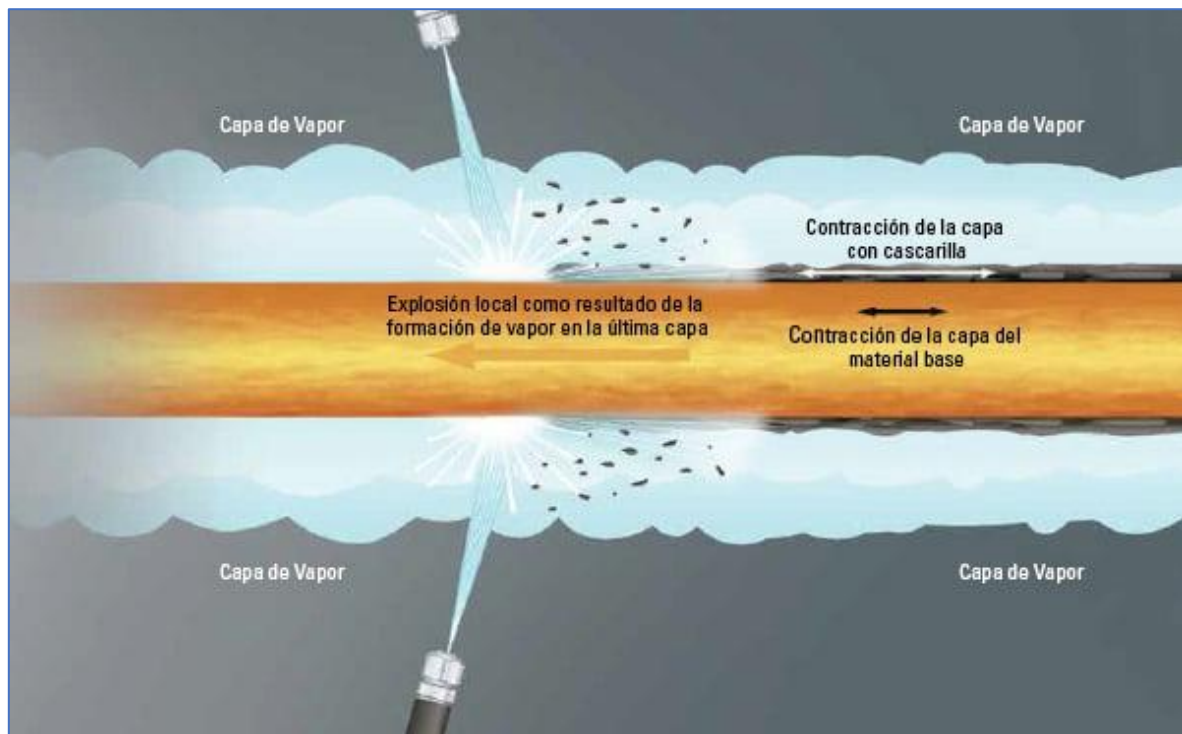


Ilustración 2.4: Factores de impacto de descalcificación, fuente Spraying Systems Co. Impact factors. [imagen] Descaling impact technical reference. <https://www.spray.com/es-mx/aplicaciones/impacto-en-el-descascarado>

$$F = .0527 \cdot \text{gpm} \cdot \text{psig}.5$$

$$F = .24 \cdot \text{lpm} \cdot \text{bar}.5$$

F (impacto total), es expresado en unidades inglesas (N).

Hay dos tipos de impacto:

- Impacto Lateral, a veces llamado impacto lineal, es la fuerza por unidad de ancho y muestra el patrón de distribución volumétrica y la igualdad del impacto en el área de pulverización. El impacto lateral generalmente se expresa en lb/in. o kg/cm. Proporciona una indicación relativa de la eficacia de la limpieza
- El impacto específico es la fuerza total de impacto dividida por una unidad de área.

$$\text{ÁREA} = \text{ESPESOR} * \text{COBERTURA}$$

Ecuación 2

El impacto específico promedio es la fuerza total de impacto / área total de impacto. El impacto específico máximo es la fuerza total de impacto / área de impacto efectiva.

2.1.1.2 El impacto específico puede reducirse por una serie de factores

Factores de reducción del impacto específico:

- Impurezas sueltas
- Agua estancada
- Desaceleración – A medida que la pulverización viaja a través del aire para llegar a la superficie objetivo, las gotas se desaceleran y el impulso de la pulverización se reduce. El tamaño de la boquilla, la presión, el patrón de la pulverización y la altura de ésta juegan un papel en la desaceleración y en cómo superarla.
- Altura de pulverización – Las distancias objetivo más cortas dan como resultado una mayor presión de impacto normalizada. También resulta en un área de cobertura más pequeña por boquilla. Reducir la altura de la pulverización no es una forma rápida y fácil de lograr un mejor descascarillado.
- Presión – El aumento de la presión también aumentará el impacto total, pero también afectará el patrón de pulverización. El aumento de la presión de impacto a menudo no es tanto como se espera.
- Turbulencia de la boquilla – La turbulencia tiene un impacto negativo en el rendimiento de la boquilla, de la vida útil de la boquilla y del cabezal y en la efectividad del descascarado. Si se aumenta la presión, aumenta la turbulencia de la boquilla

Todos estos factores afectan el impacto y la efectividad del descascarado, por lo que es importante lograr un equilibrio entre ellos para optimizar su sistema. Para lograr esto, nos dirigimos a nuestros laboratorios de pulverización para medir el impacto y los patrones de pulverización de nuestras boquillas de descascarado. Utilizamos equipos propios para recopilar y analizar datos. No nos basamos en datos calculados porque las ecuaciones teóricas no toman en cuenta los efectos de la turbulencia, el rebote de la pulverización o las salpicaduras - los cuales pueden tener un efecto significativo en el impacto.

Dentro del número único de la energía de pulverización ya se incluyen muchos factores.

Todos los parámetros de la boquilla y su disposición, como el ángulo de pulverización, el caudal, la altura de pulverización y la presión de impacto, están integrados, así como la velocidad de la tira. También el efecto térmico se considera de forma rudimentaria por el impacto específico del agua.

Por supuesto, los objetivos de optimización específicos requieren una investigación detallada adicional sobre estos puntos específicos. El análisis de cuestiones particulares debe realizarse además del examen básico.

2.1.2 Optimización en el triturador de incrustaciones de acabado

Las boquillas para la remoción de la cascarilla, se instalan dos pares de cabezales rociadores de desincrustación. Cada par consta de un encabezado superior – inferior y laterales.

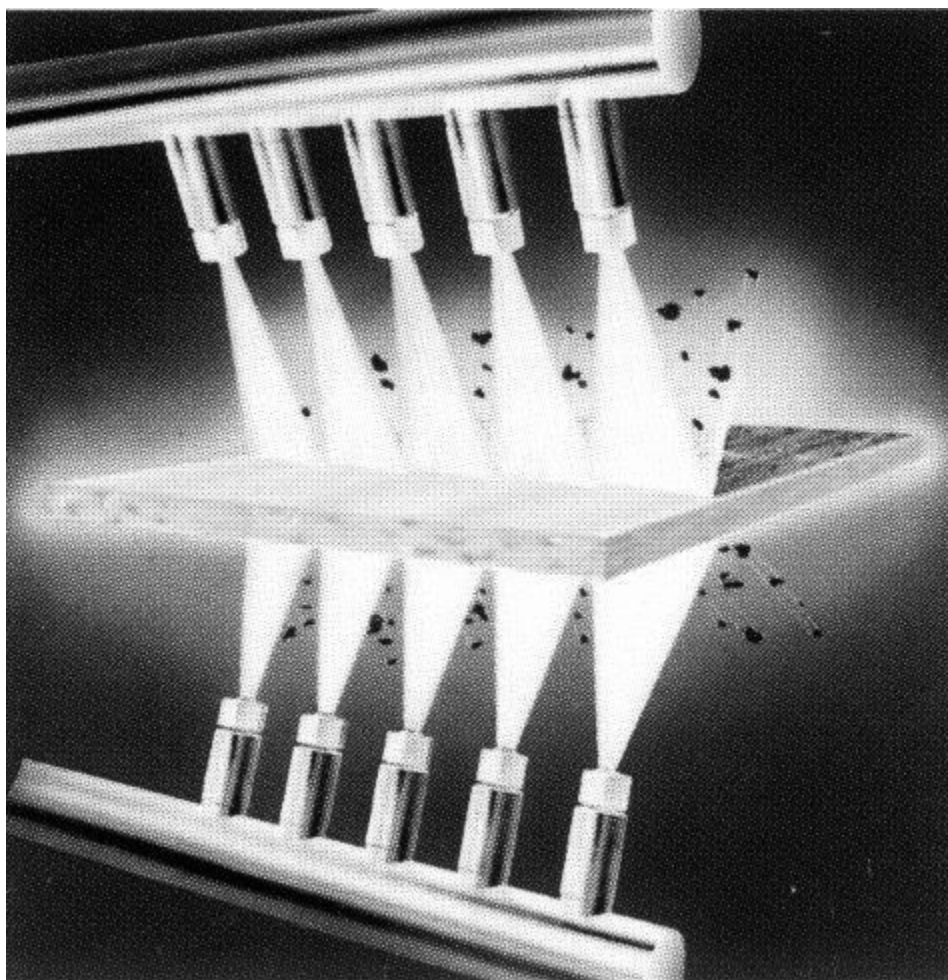


Ilustración 2.5: Cabezales rociadores de desincrustación, fuente Schurmann Stefan. Desincrustación. [imagen] Lechler. <https://www.lechler.com/fileadmin/media/fachbericht>

La instalación inicial muestra 10 boquillas en cada cabezal rociador que deben cubrir el ancho máximo de la tira. La altura de pulverización vertical de los cabezales es ajustable.

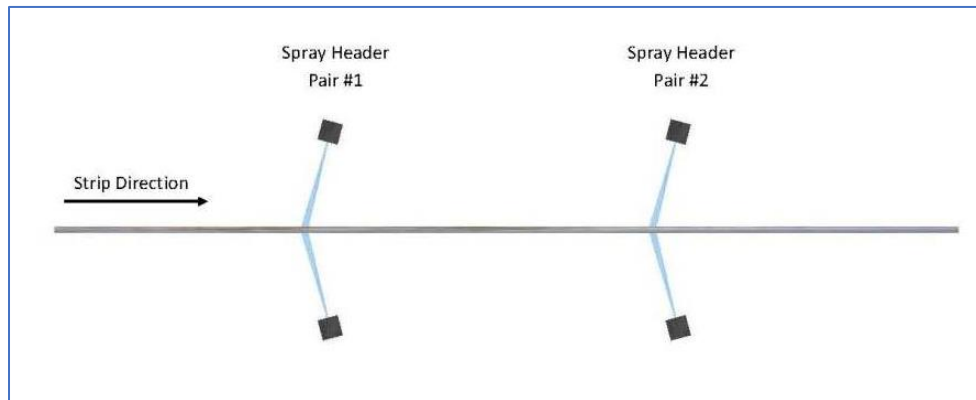


Ilustración 2.6: boquilla pulverización en serie, fuente Spraying Systems Co optimización del sistema de descascarillado. fuente Y. H. Jong, H. L. Sang, J. Young, J. Frick. Mechanisms of hidromechanical descaling. [imagen] Lechler, https://www.lechler.com/fileadmin/media/fachbericht_entzundern

Todos los valores relevantes, especialmente la energía de pulverización, deben medirse o calcularse para poder comparar la situación existente.

Debido a la conexión directa prevista de la colada continua con el laminador, se reducirá la velocidad de la banda durante el desincrustado.

La modificación de las condiciones de operación en el rodillo a veces cambia también cambia la demanda al sistema de desincrustación. Reducir al mínimo el recalentamiento necesario delante del descalcificador de acabado y la calidad de la superficie al máximo es una clara indicación de que se debe buscar una solución desincrustante con alta presión de impacto en combinación con un bajo caudal de agua.

La boquilla pulveriza durante un tiempo definido sobre una placa que está colocada estáticamente. Este podría ser un buen método para obtener una impresión visual de la huella de pulverización esperada y del componente mecánico del proceso de desincrustación (presión de impacto).

Las incrustaciones gruesas de óxido en el acero pueden provocar graves defectos superficiales en los productos trabajados en caliente.

El rendimiento, la eficiencia y la productividad de los procesos se deterioran considerablemente por la formación de defectos. Es muy demandado establecer una forma de producir aceros trabajados en caliente libres de defectos superficiales mediante el control de la incrustación de óxido.

La escala de óxido muestra varios comportamientos en el laminado en caliente;

- a) Deformación uniforme con acero,
- b) Agrietamiento,
- c) Fragmentación,
- d) Hendidura en acero de matriz, etc.

2.1.3 Optimización de las operaciones de descalcificación

Las boquillas desincrustantes o descascarilladoras están diseñadas para minimizar el uso de agua y presión sin comprometer el impacto, minimizar la turbulencia y aumentar o maximizar el área de cobertura efectiva.

Está muy claro que la mejor boquilla rociadora no puede cumplir con las expectativas cuando no se siguen ciertos principios de diseño importantes cuando se diseña un cabezal desincrustante.

2.1.3.1 Directrices de especificación y diseño del cabezal

Seleccionar la mejor boquilla para su operación es solo el primer paso para un descascarillado exitoso de la superficie del material a laminar. Todos los factores siguientes también influyen. En última instancia, se trata de lograr un equilibrio entre el impacto y la eficiencia general del sistema.

Consideraciones clave en el diseño del cabezal de descalcificación:

- Caudal: Mayores caudales proporcionan mayores fuerzas de impacto totales, mayores costos operativos, ya que se requieren bombas de mayor capacidad que usan más energía.
- Presión: Una presión operativa más alta proporciona una mayor fuerza de impacto total sin embargo el desgaste de la boquilla aumenta junto con la presión y los costos de la boquilla y el tiempo de mantenimiento serán mayores.
- Distancia de pulverización: El impacto disminuye a medida que aumenta la distancia de la superficie del material, pero a medida que aumenta la distancia, se requieren menos boquillas, lo que reduce el costo de compra y el tiempo de mantenimiento. También se reduce el riesgo de daños en la boquilla y las distancias de pulverización más cercanas dan como resultado un mayor impacto, pero también requieren tolerancias más estrictas en la cobertura de pulverización. Si la cobertura no es precisa, es posible que no se eliminen las rayas de sarro o que se produzcan rayas en áreas sobre enfriadas debido a una superposición excesiva de agua.
- Superposición: La superposición estándar se considera de $\frac{1}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " y 100 % de superposición equivale a $\frac{1}{2}$ cobertura

- **Ángulo de avance:** Las boquillas deben colocarse de modo que la fuerza tenga un componente tanto horizontal como vertical; lo típico es 15° como se muestra en la imagen.

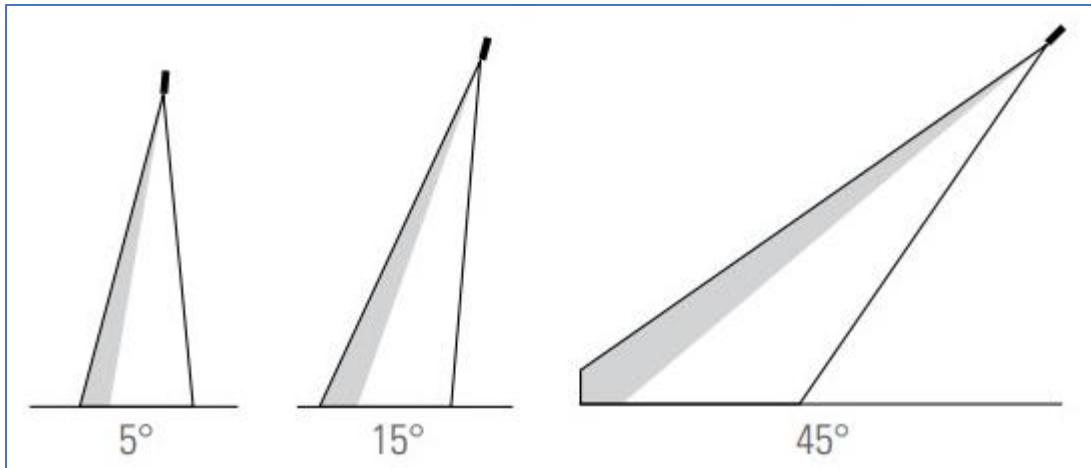


Ilustración 2.7: Ángulos de colocación de boquillas de avance, fuente Spraying Systems Co. Optimizing descaling operations spraying systems. [imagen] Guide to spray technology. https://www.spray.com/guide_to_spray_technology

- **Ángulo de desplazamiento:** Las boquillas deben ubicarse de tal forma para evitar la interferencia de pulverizaciones adyacentes y mantener la superposición; lo típico es 15° como se muestra en la imagen.

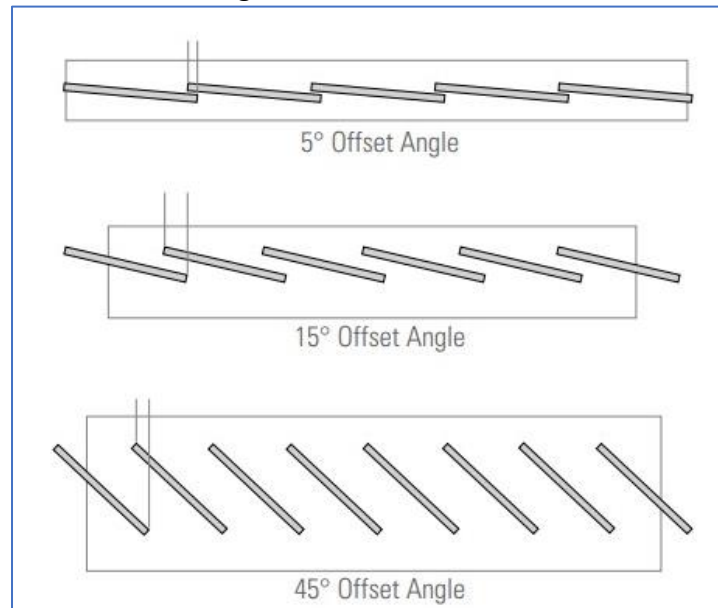


Ilustración 2.8: Distribución de boquillas, fuente Spraying Systems Co. Optimizing descaling operations spraying systems. [imagen] Guide to spray technology. https://www.spray.com/guide_to_spray_technology

- **Patrón de pulverización:** Son deseables las boquillas que producen patrones más pequeños en condiciones equivalentes a otros estilos de boquillas. Cuanto menor sea el área de pulverización, mayor será la fuerza por unidad de superficie.

- Estabilizadores de jet: Es indispensable utilizar estabilizadores de jet para reducir la turbulencia en la boquilla y mejorar el rendimiento del impacto.
- Diseño de los cabezales: Para minimizar la inestabilidad de la pulverización, los cabezales deben tener el tamaño adecuado para minimizar los cambios de velocidad del líquido. Se deben considerar múltiples puntos de alimentación y se deben evitar las alimentaciones al final. Evite diseños que puedan crear remolinos internos cerca de los puntos de alimentación de las boquillas y/o aumentar la turbulencia de alimentación. Para minimizar los cambios de velocidad y eliminar la caída de presión a través del cabezal, la velocidad debe mantenerse a menos de 12 ft/s (3,7 m/s) para obtener resultados óptimos.

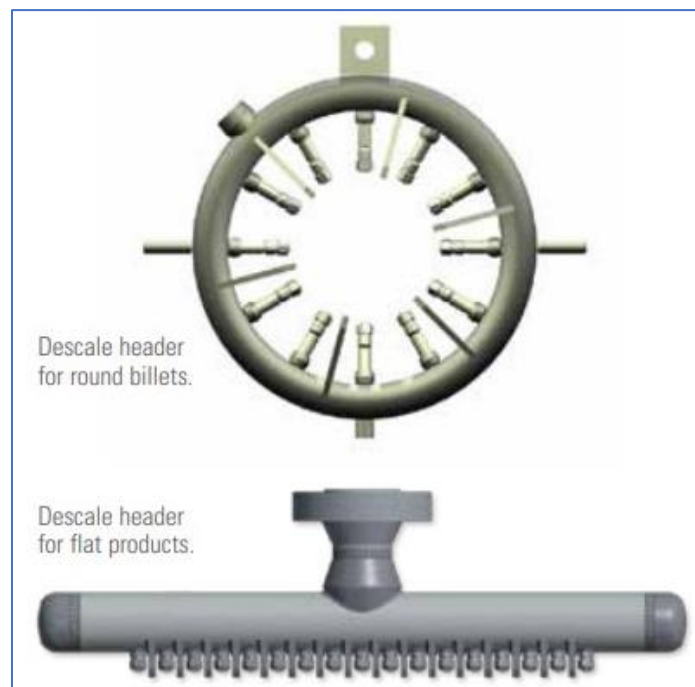


Ilustración 2.9: Cabezales de descalcificación para productos circulares y planos, fuente Spraying Systems Co. Spray technology for steel mills. [imagen] Catalog table of contents. https://www.spray.com/catalog_table_of_contents

2.1.4 Disposición de las boquillas en el cabezal de pulverización

Cuando se diseña un sistema de desincrustación, se deben conocer los siguientes parámetros de rendimiento de la boquilla: El caudal de agua a una presión determinada, el ancho de pulverización a una altura de pulverización vertical determinada (esto define el ángulo de pulverización), el impacto de la pulverización y su distribución a lo largo del ancho de la pulverización. El impacto (también llamado presión de impacto) es el impulso o la distribución de la fuerza sobre el área de huella de la pulverización. Por lo tanto, el impacto se puede definir como:

$$I = \frac{F}{A} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

I: Impacto (N/mm²)

F: Fuerza (N)

A: Área (mm²)

Se muestra una disposición típica de las boquillas y una lista de términos y símbolos que se utilizan a continuación.

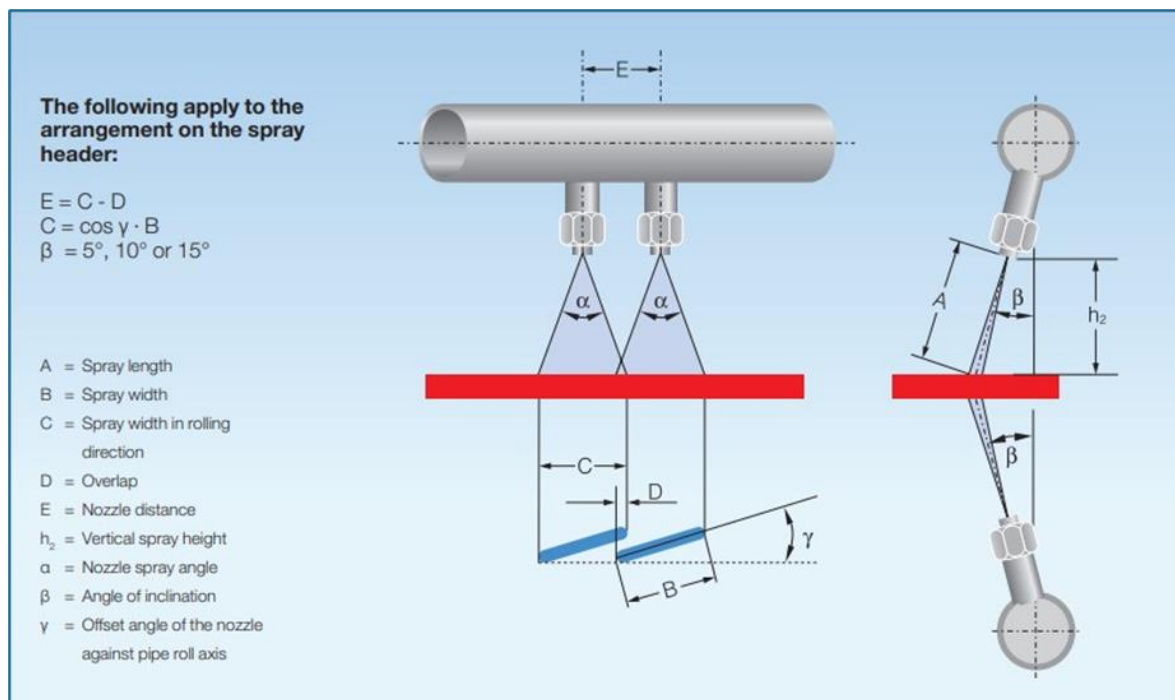


Ilustración 2.10: Disposición en el cabezal de pulverización, fuente Lechler. Nozzle arrangement on the spray header. [imagen] Scalemaster. <https://www.lechler.com/fileadmin/media/scalemaster>

Longitud de pulverización (A), ancho de pulverización (B, C), superposición (D), distancia de la boquilla (E) a la altura de pulverización vertical (h_2), ángulo de pulverización de la boquilla (α) y ángulo de inclinación (β).

El chorro de alto impacto se distribuye uniformemente eliminando rayas superficiales. Esto da como resultado una superficie absolutamente limpia y lisa en todo el ancho de la tira.



Ilustración 2.11: Boquillas de descascarilladoras, fuente Lechler. Descaling Nozzle. [imagen] Scalemaster. <https://www.lechler.com/fileadmin/media/scalemaster>

Las boquillas de descascarilladoras Lechler son normalmente boquillas de pulverización planas (de chorro). La definición exacta de las características de pulverización, como el ángulo de pulverización, el espesor de pulverización y la distribución del impacto, junto con la especificación de los parámetros de funcionamiento. La estandarización de las boquillas desincrustantes en función del ángulo de pulverización nominal se introdujo hace muchos años y ha demostrado ser ventajosa con respecto a la flexibilidad del diseño del cabezal.



Ilustración 2.12: Ángulo formado por boquilla, Spraying Systems Co. Spray technology for steel mills. [imagen] Catalog table of contents. https://www.spray.com/catalog_table_of_contents

2.1.5 Características de la boquilla de pulverización

Ángulo de spray:

Las boquillas de desincrustación hidráulicas son normalmente boquillas de rociado planas (de chorro). La definición exacta de las características de pulverización, como el ángulo de pulverización, el espesor de pulverización y la distribución del impacto, junto con la especificación de los parámetros de funcionamiento, son los dos primeros pasos cuando se diseña una boquilla pulverizadora. La estandarización de las boquillas desincrustantes en función del ángulo de pulverización nominal se introdujo hace muchos años y ha demostrado ser ventajosa con respecto a la flexibilidad del diseño del cabezal y la disponibilidad del producto.

Actualmente son muy comunes cuatro y son las usadas basadas en ángulos de pulverización que describen el ancho de la pulverización. Se trata de puntas de boquilla de 22°, 26°, 30° y 40°, cada una de las cuales está disponible en 13 tamaños de flujo estándar mostradas en la tabla. Para lograr la flexibilidad de diseño mencionada anteriormente, el ancho de pulverización es idéntico para todos los tamaños de puntas de boquilla a presiones y alturas de pulverización idénticas.

Posiciones de pulverización de las boquillas, todos los chorros de las boquillas giran paralelos en una dirección. Los Chorros de boquilla, la mitad de ellos orientados hacia afuera en direcciones opuestas. Esto dirige el agua rociada hacia ambos lados en la ilustración 2.13.

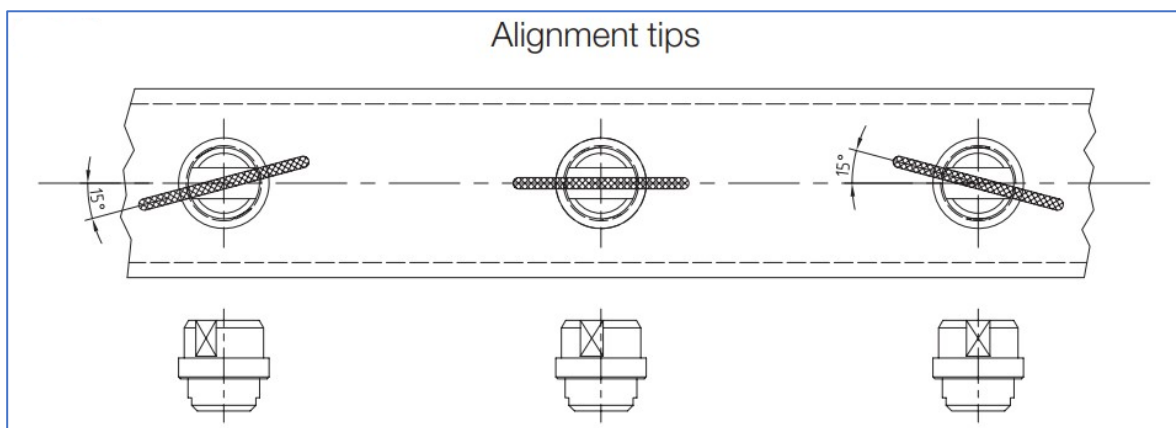


Ilustración 2.13: Posiciones de pulverización de las boquillas, fuente Lechler. Alignment tips. [imagen] Scalemaster. <https://www.lechler.com/fileadmin/media/scalemaster>

El área de impacto es el resultado del ancho y el espesor de la pulverización a una altura de pulverización determinada. El espesor de pulverización (también llamado a menudo profundidad de pulverización) describe el ancho en el eje menor de la pulverización. El espesor de la pulverización varía con la altura de la pulverización, al igual que el ancho de

la pulverización. Al seleccionar un tipo de boquilla particular, el ancho de pulverización a una altura de pulverización determinada se fija mediante el ángulo de pulverización estandarizado. Sin embargo, el espesor de la pulverización depende principalmente del diseño interno de la boquilla.

Espesor del aerosol:

El espesor del aspersor (también llamado profundidad del aspersor) describe el ancho en el eje menor del aspersor. En instalaciones modernas con alturas arriba de pulverización de alrededor de 80 mm, las profundidades de pulverización oscilan entre 3 y 4 mm únicamente.

Superposición de los chorros de pulverización:

Para una desincrustación uniforme en todo el ancho del material laminado, es esencial asegurar también un impacto uniforme de todos los chorros de pulverización en una fila. La distancia de las boquillas con los pasos entre ellas no sólo está directamente relacionada con la altura y el ángulo de pulverización, sino también con la superposición de dos chorros de pulverización adyacentes.

2.1.6 Variables de impacto

El descascarillado de acero en procesos de laminación en caliente es una aplicación de boquillas de alta presión del tipo de chorro plano. Las incrustaciones son una capa de óxido que se acumula en la superficie del acero debido a las altas temperaturas, hasta 1250 °C, y a la presencia de oxígeno y otros gases. Puede crearse como incrustación primaria en la atmósfera del horno alimentado con petróleo o gas, o como escala secundaria en condiciones ambientales durante el proceso de laminación.

Definición y cálculo del impacto de una boquilla de chorro plano para desincrustar

Fuerza de impacto:

$$F = \frac{d(m.v)}{dt} = \dot{V} \sqrt{2p\rho} \quad \text{Ecuación 4}$$

Área de impacto:

$$A = 2tH \tan \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ecuación 5}$$

Presión de impacto se determina usando la ecuación 3 y sustituyendo las ecuaciones 4 y 5 se obtiene lo siguiente ecuación:

$$I = \frac{F}{A} = (\dot{V} \sqrt{2p\rho}) / (2tH \tan \frac{\alpha}{2})$$

Ecuación 6

Donde:

F: Fuerza de impacto (N)

A: Área de impacto (m²)

I: Presión de impacto (N/mm²)

H: Distancia de pulverización (mm)

p: Presión de alimentación (Pa)

t: Espesor de pulverización (mm)

V: Volumen de fluido (m³)

α: Ángulo del chorro de pulverización (°)

ρ: Densidad del fluido (kg/m³)

Área de impacto:

Una vez seleccionado un tipo de boquilla particular (tamaño y ángulo de pulverización), la fuerza depende únicamente de la presión del agua, respectivamente, del flujo de agua. Si la presión del agua es fija y limitada, como en muchas instalaciones existentes, la única variable con la que se puede jugar es el área de impacto. Como sugiere la Ecuación 3, cuanto más pequeña sea el área, mayor será el impacto.

El ángulo de pulverización y el espesor de pulverización son los dos parámetros de diseño de la boquilla que afectan el área de impacto. El espesor del rociado depende de la calidad del diseño interno de todos los componentes de la boquilla rociadora. Los desarrollos recientes han llevado a una mayor reducción de la profundidad de pulverización mejorando y ampliando la geometría de la zona de flujo de agua interna y reduciendo el espesor del ala estabilizadora. El resultado fue un flujo de agua más laminar que proporcionaba un chorro de pulverización más nítido y con mayor impacto.

Altura de pulverización:

La altura de pulverización (distancia vertical entre el orificio de la boquilla y la superficie objetivo) como parámetro de diseño del sistema juega un papel importante, ya que tiene un efecto directo y fuerte en el ancho de pulverización y, por tanto, en el área de impacto. Debido a la convergencia típica de cada chorro de pulverización, lamentablemente no es posible aplicar una ecuación trigonométrica simple para describir el cambio del ancho de pulverización en función de la altura de pulverización para calcular el área de impacto.

Presión y flujo del agua:

Es bien sabido que la presión del agua es aproximadamente proporcional al impacto y que esto también se aplica al flujo de agua. Investigaciones más detalladas han mostrado los siguientes resultados: · Dado que el espesor del rociado tiende a estrecharse a presiones más altas, se puede decir que el impacto aumenta 2,1 veces si se duplica la presión del agua para una boquilla en particular. · Dado que el espesor del rociado tiende a ampliarse con el tamaño de las boquillas, se puede decir que si se aumenta la boquilla de modo que el flujo se duplique a una presión de agua particular, el impacto aumenta sólo en un factor de aproximadamente 1,85.

2.1.7 Pérdidas por fricción en tuberías

La pérdida de carga es la disminución de la presión en el interior de las tuberías causada por el movimiento del fluido. Para conocer su valor se necesita saber, sobre todo:

- Las dimensiones de las tuberías por las que circula el fluido
- Las características de la bomba que sirve para mantener en movimiento el fluido.

Las pérdidas de carga pueden ser continuas o localizadas:

- Las continuas se producen a lo largo de toda la línea de la conducción.
- Las localizadas se producen en puntos singulares, generalmente correspondientes a piezas especiales que hacen variar la dirección o la sección de paso del fluido (reducciones, derivaciones, codos, válvulas, filtros, etc.)

En otras palabras, se definen como pérdidas por fricción primarias y secundarias en tuberías:

- Pérdidas primarias: Se producen cuando el fluido se pone en contacto con la superficie de la tubería. Esto provoca que se rocen unas capas con otras (flujo laminado) o de partículas de fluidos entre sí (flujo turbulento). Estas pérdidas se realizan solo en tramos de tuberías horizontales y de diámetro constante.
- Pérdidas secundarias: Se producen en transiciones de la tubería (estrechamiento o expansión) y en toda clase de accesorios (válvulas, codos). En el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías son importantes dos factores:

1. Que la tubería sea lisa o rugosa.
2. Que el fluido sea laminar o turbulento.

$h_L = \text{perdidas primarias}$

$h_v = \text{perdidas secundarias}$

2.1.7.1 Ecuaciones del diagrama de Moody para la energía de un fluido en movimiento

Entre dos secciones de una tubería, denotadas como 1 y 2, es posible establecer el siguiente balance, el cual es una expansión de la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + HA - HR - HL = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

P1 y P2: Presiones en cada punto,

Z1 y Z2: Alturas respecto a punto de referencia,

V1 y V2: Velocidades del fluido,

HA: Energía añadida mediante bombas,

HR: Energía tomada por algún dispositivo,

HL: Pérdidas de energía del fluido debidas a la fricción entre este y las paredes de las tuberías, así como otras pérdidas menores.

2.1.7.2 Pérdidas por fricción primaria

Antes que nada, las pérdidas por fricción primaria se presentan porque al estar el fluido en movimiento habrá una resistencia que se opone a dicho movimiento, convirtiéndose parte de la energía del sistema en energía térmica, que se disipa a través de las paredes de la tubería por la que circula el fluido. Las válvulas y accesorios se encargan de controlar la dirección o el flujo volumétrico del fluido generando turbulencia local en el fluido, esto ocasiona una pérdida de energía que se transforma en calor. Estas últimas, las pérdidas son consideradas pérdidas menores, ya que en un sistema grande las pérdidas por fricción en las tuberías son mayores en comparación a la de las válvulas y accesorios.

Las pérdidas y ganancias de energía en un sistema, por lo que, se contabilizan en términos de energía por unidad de peso del fluido que circula por él. Esto también, se conoce como carga (h):

h_L = Pérdidas de energía del sistema por la fricción en las tuberías o pérdidas menores por válvula u otros accesorios.

Darcy-Weisbach

Sin duda, la fórmula más exacta para cálculos hidráulicos es la de Darcy-Weisbach y es la más adecuada para instalaciones de fluido térmico

La fórmula de Darcy-Weisbach, es la fórmula básica para el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías y conductos:

$$h_L = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad \text{Ecuación 8}$$

En función del caudal, la expresión queda de la siguiente forma:

$$h_L = (0.0826) f \left(\frac{Q^2}{D^5} \right) (L) \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

h = pérdida de carga o de energía (m)

f = coeficiente de fricción (adimensional)

L = longitud de la tubería (m)

D = diámetro interno de la tubería (m)

v = velocidad media (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/s²)

Q = caudal (m^3/s)

La ecuación de Darcy es válida tanto para flujo laminar como para flujo turbulento de cualquier líquido en una tubería. Siendo f el factor de fricción el cual varía dependiendo que tipo de régimen se obtenga en dicha tubería.

2.1.7.3 Flujo laminar o turbulento

Existen dos tipos de flujos permanentes en el caso de fluidos reales, que es necesario conocer y entender: flujo laminar y el flujo turbulento. Ambos flujos son gobernados por distintas leyes.

La viscosidad hace que las distintas capas de un fluido se muevan con diferente rapidez en respuesta a un esfuerzo cortante. Este movimiento relativo de capas es conocido como flujo laminar y es característico del flujo estable de líquidos viscosos a baja velocidad. A velocidades más altas, el flujo se vuelve turbulento.

La razón es que a moderados números de Reynolds se produce un cambio profundo y complicado en el comportamiento de los flujos. El movimiento deja de ser suave y ordenado (laminar) y se convierte en fluctuante y agitado (turbulento).

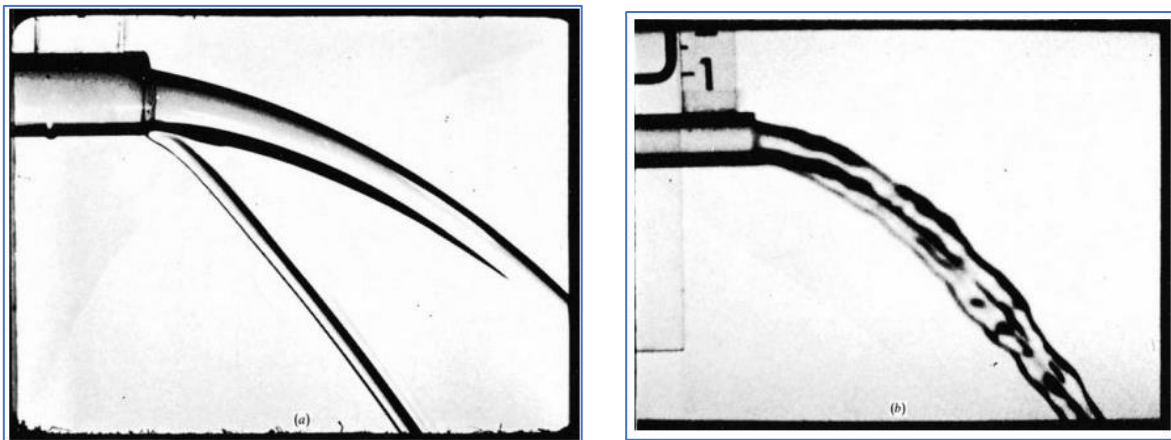


Ilustración 2.14: Ejemplo de fluido laminar y turbulento, fuente M. White Frank. (2010) *Viscous fluid in ducts*. [imagen] Chapter 6 *Mechanics Solution seventh edition* pág. 327

Ejemplo de un fluido laminar este tipo de movimiento de un fluido cuando éste es perfectamente ordenado, estratificado, suave, de manera que el fluido se mueve en láminas paralelas sin entremezclarse, sin en cambio para el flujo turbulento el fluido se comporta desordenadamente y las trayectorias de las partículas se encuentran formando pequeños remolinos

Flujo saliendo a velocidad constante de una tubería: ilustración 2.14 A) viscosidad alta, bajo número de Reynolds, flujo laminar, ilustración 2.14 B) viscosidad baja, número de Reynolds elevado, flujo turbulento.

Para estudiar el problema de la resistencia al flujo es necesario volver a la clasificación inicial de los flujos, y considerar las grandes diferencias entre los flujos laminar y turbulento.

El flujo o corriente en las tuberías se divide en dos tipos generales; laminar y turbulento. Cuando la corriente es laminar las capas adyacentes del fluido se desplazan paralelas entre sí y no hay velocidades transversales a la corriente. La corriente turbulenta se caracteriza por la presencia de velocidades transversales a la corriente que originan remolinos. El criterio para distinguir entre ambos tipos de flujo es mediante el uso del número de Reynolds, el cual permite evaluar la preponderancia de las fuerzas viscosas sobre las de inercia.

2.1.7.4 Régimen de movimiento del fluido

El régimen del movimiento del fluido puede ser:

- Laminar, cuando las partículas del fluido tienen trayectorias paralelas entre sí (el movimiento es lento y regular).
- Turbulento, cuando las partículas del fluido se mueven de forma irregular y variable en el tiempo (el movimiento es desordenado e inestable).
- Transitorio, cuando el fluido no es claramente ni laminar ni turbulento.

El régimen de movimiento de un fluido se caracteriza por su número de Reynolds:

$$R_e = \frac{VD\rho}{\mu} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$R_e = \frac{VD}{\nu} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

Re = número de Reynolds, adimensional

V = velocidad media del fluido, m/s

ρ = densidad del fluido, kg/m³

D = diámetro, m

μ = viscosidad dinámica del fluido, N · s/m²

ν : Viscosidad cinemática del fluido m²/s

El número de Reynolds permite predecir el carácter turbulento o laminar en ciertos casos.

En conductos o tuberías (en otros sistemas, varía el Reynolds límite):

Si el número de Reynolds es menor a 2300, el flujo será laminar y, si es mayor de 4000, el flujo será turbulento. El mecanismo y muchas de las razones por las cuales un flujo es laminar o turbulento es todavía hoy objeto de especulación.

En relación con el número de Reynolds el movimiento del fluido puede establecerse de la siguiente manera:

Laminar para $Re < 2300$

Transitorio para $2300 > Re < 4000$

Turbulento para $Re > 4000$

2.1.7.5 Régimen laminar

Para régimen laminar ($Re < 2300$), donde Re es el número de Reynolds, el factor de fricción se calcula como:

$$f_{laminar} = \frac{64}{Re} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde

$f_{laminar}$ = Régimen laminar

Re = Número de Reynolds, adimensional

En régimen laminar, el factor de fricción es independiente de la rugosidad relativa y depende únicamente del número de Reynolds.

El número de Reynolds (Re) es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido. Por lo que, su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

Así como, el número de Reynolds se define como la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas presentes en un fluido. Éste relaciona la densidad, viscosidad, velocidad y dimensión típica de un flujo en una expresión adimensional, que interviene en numerosos problemas de dinámica de fluidos. Dicho número o combinación adimensional aparece en muchos casos relacionados con el hecho de que el flujo pueda considerarse laminar (número de Reynolds pequeño) o turbulento (número de Reynolds grande).

Regímenes en función del número de Reynolds:

La viscosidad se refiere a la fricción interna, o resistencia al flujo, de un fluido. Todos los fluidos reales tienen una resistencia interna al flujo la cual puede verse como fricción entre las moléculas del fluido. En el caso de los líquidos, la viscosidad se debe a fuerzas de cohesión de corto alcance

2.1.7.6 Régimen turbulento

Para régimen turbulento ($Re > 4000$) el factor de fricción se calcula en función del tipo de régimen.

RÉGIMEN TURBULENTO LISO

Para régimen turbulento liso, se utiliza la 1ª ecuación de Karmann-Prandtl:

$$f_{turbulento\ liso} = -2 \log \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \quad \text{Ecuación 14}$$

En régimen turbulento liso, el factor de fricción es independiente de la rugosidad relativa y depende únicamente del número de Reynolds.

RÉGIMEN TURBULENTO INTERMEDIO

Para régimen turbulento intermedio se utiliza la ecuación de Colebrook simplificada:

$$f_{turbulento\ intermedio} = -1.8 \log \left(\frac{6.9}{Re} + \left(\frac{\varepsilon_t}{3.7} \right)^{1.11} \right) \quad \text{Ecuación 15}$$

En régimen turbulento intermedio, el factor de fricción depende de la rugosidad relativa y del número de Reynolds.

RÉGIMEN TURBULENTO RUGOSO (ecuación explícita para el factor de fricción)

En régimen turbulento rugoso, el factor de fricción depende solamente de la rugosidad relativa.

La siguiente ecuación permite el cálculo directo del valor de fricción y fue desarrollada por P. K. Swamee y A.K.Jain.

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left[\left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \right) + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right] \right]^2} \quad \text{Ecuación 16}$$

La ecuación produce valores para f que se encuentre entre $\pm 1\%$ del valor con la ecuación Colebrook en la cual es válida para los rangos del intervalo y considerando

$$\frac{(5 \times 10^3 \leq Re \leq 10^8)}{(10^{-6} \leq \varepsilon/D \leq 10^{-2})} \quad \text{Ecuación 17}$$

Alternativamente a lo anterior, el coeficiente de fricción puede determinarse de forma gráfica mediante el Diafragma de Moody. Bien entrando con el número de Reynolds (régimen laminar) o bien con el número de Reynolds y la rugosidad relativa (régimen turbulento)

El diagrama de Moody es la representación gráfica en escala doblemente logarítmica del factor de fricción en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa de una tubería, diagrama hecho por Lewis Ferry Moody.

En la ecuación de Darcy-Weisbach aparece el término λ que representa el factor de fricción de Darcy, conocido también como coeficiente de fricción. El cálculo de este coeficiente no es inmediato y no existe una única fórmula para calcularlo en todas las situaciones posibles.

Se pueden distinguir dos situaciones diferentes, el caso en que el flujo sea laminar y el caso en que el flujo sea turbulento. En el caso de flujo laminar se usa una de las expresiones de la ecuación de Poiseuille; en el caso de flujo turbulento se puede usar la ecuación de Colebrook-White además de algunas otras como ecuación de Barr, ecuación de Miller, ecuación de Haaland.

En el caso de flujo laminar el factor de fricción depende únicamente del número de Reynolds. Para flujo turbulento, el factor de fricción depende tanto del número de Reynolds como de la rugosidad relativa de la tubería, por eso en este caso se representa mediante una familia de curvas, una para cada valor del parámetro k/D , donde k es el valor de la rugosidad absoluta, es decir la longitud (habitualmente en milímetros) de la rugosidad directamente medible en la tubería.

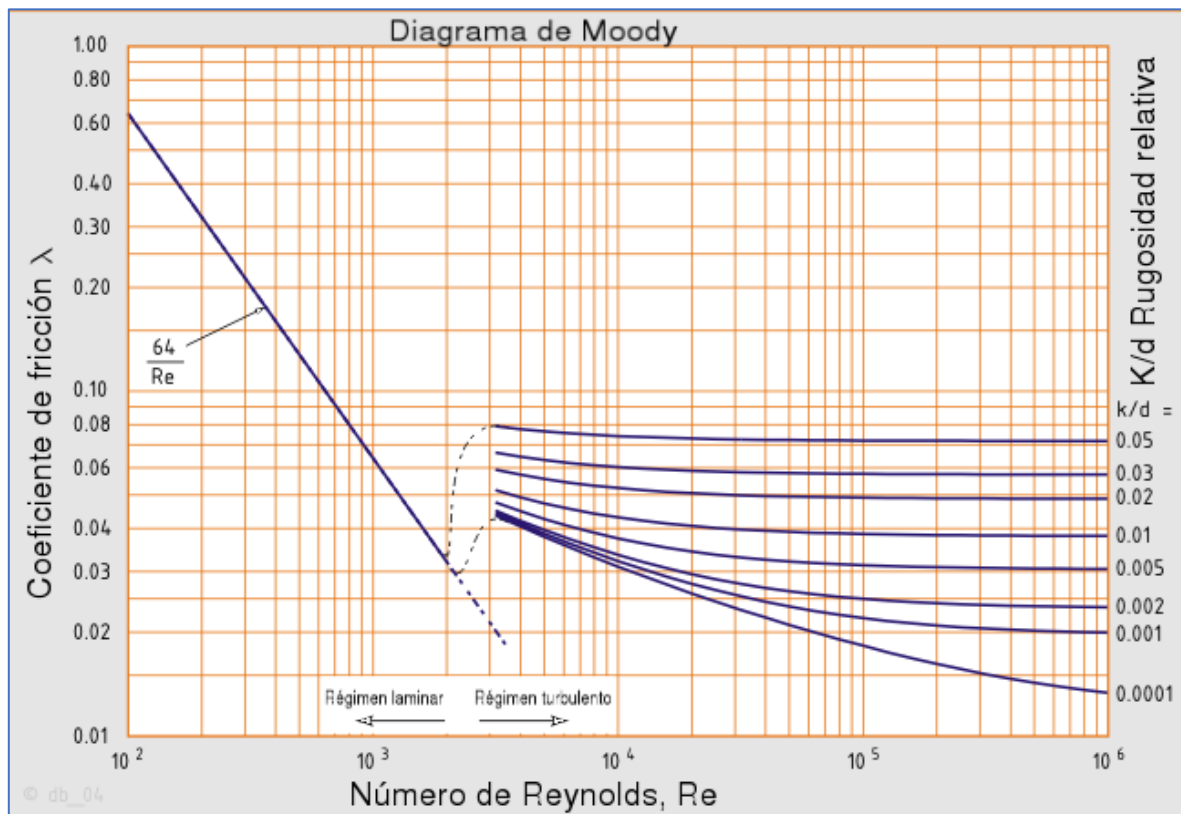


Ilustración 2.15: Diagrama de Moody, fuente F. Zapata. (2023) Diagrama de Moody. [Diagrama] Lifeder. <https://www.lifeder.com/diagrama-moody/>

En la ilustración 2.15 se puede observar el aspecto del diagrama de Moody.

El diagrama de Moody consiste en una serie de curvas dibujadas sobre papel logarítmico, que se emplean para calcular el factor de fricción presente en el flujo de un fluido turbulento a través de un conducto circular.

Aplicaciones del diagrama de Moody

El diagrama de Moody se puede aplicar para resolver tres tipos de problemas, siempre que se conozca el fluido y la rugosidad absoluta de la tubería:

Cálculo de la caída de presión o de la diferencia de presiones entre dos puntos, suministradas la longitud de la tubería, la diferencia de altura entre los dos puntos a considerar, la velocidad y el diámetro interno de la tubería.

Determinación del caudal, conocidos la longitud y el diámetro de la tubería, más la caída de presión específica.

Evaluación del diámetro de la tubería cuando se conocen la longitud, el caudal y la caída de presión entre los puntos a considerar.

Con el factor de fricción f se evalúa la pérdida de energía por fricción, un valor importante para determinar el desempeño adecuado de las bombas que distribuyen fluidos, como el agua, la gasolina, el crudo y otros.

Una vez conocido el coeficiente de fricción se puede calcular la pérdida de carga en una tubería debida a la fricción mediante la ecuación de Darcy Weisbach:

$$h_L = f \left[\left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \right] \quad \text{Ecuación 18}$$

2.1.7.7 Pérdidas por fricción secundaria

Las pérdidas de carga localizadas o pérdidas secundarias son pérdidas de carga debidas a elementos singulares de la tubería tales como codos, estrechamientos, válvulas, etc.

Las pérdidas localizadas se expresan como una fracción o un múltiplo de la llamada “altura de velocidad” de la forma:

$$h_V = K \left(\frac{c^2}{2g} \right) \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

h_v= Pérdida de carga localizada

C = Velocidad media del agua, antes o después del punto singular, conforme el caso

K = Coeficiente determinado en forma empírica para cada tipo de punto singular

En ocasiones la constante de pérdida de la singularidad, K, se determina a partir del producto del coeficiente de fricción: f_T, en flujo completamente turbulento por la relación de longitud equivalente: L/D, dos factores adimensionales. Primero, f_T, se determina por alguna de las ecuaciones del factor de fricción (Colebrook, Swamee y Jain, etc.), simplificadas para flujo muy turbulento, es decir cuando el Reynolds del flujo es muy alto. El segundo, L/D, corresponde a una relación adimensional propia del elemento o singularidad. Este valor se puede encontrar en diferentes tablas. La ecuación para la K es:

$$K = f \left(\frac{L}{D} \right) \quad \text{Ecuación 20}$$

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

Tabla A: Valores de coeficientes K en pérdidas por accesorios, fuente Fesmex. (2020) Tabla de coeficiente K. [tabla] Pérdidas por fricción. <https://www.fesmex.com.mx/article/pérdidas-por-friccion-en-tuberias/>

2.1.8 Transportador de rodillos

Los transportadores de rodillos sirven para transportar productos en piezas (lingotes, chapas, cajas de moldeo, material laminado, tubos, troncos, cajas, etc.) en horizontal y con ligeras inclinaciones. Los artículos se transportan sobre rodillos espaciados uniformemente en el bastidor del transportador. Los artículos a trasladar deben tener el fondo liso o similar.

Según el principio de funcionamiento se dividen en dos tipos y se distinguen en transportadores de rodillos motorizados y no motorizados. Los rodillos de los transportadores de rodillos motorizados (activos), para este tipo de rodillos son accionados a través de un motor, en consecuencia, transmiten movimiento a los artículos transportados por fricción. En los transportadores de rodillos sin motor (gravedad), la fuerza motriz se aplica directamente a la carga y los rodillos giran por la fricción del artículo a medida que se mueve a lo largo de la plataforma de rodillos. Para este la fuerza motriz puede transmitirse directamente a la carga mediante una cadena o cuerda sin fin provista a intervalos de abrazaderas, varillas, perros empujadores, etc. En los transportadores de rodillos sin motor suelen tener una ligera inclinación actuando la fuerza de gravedad.

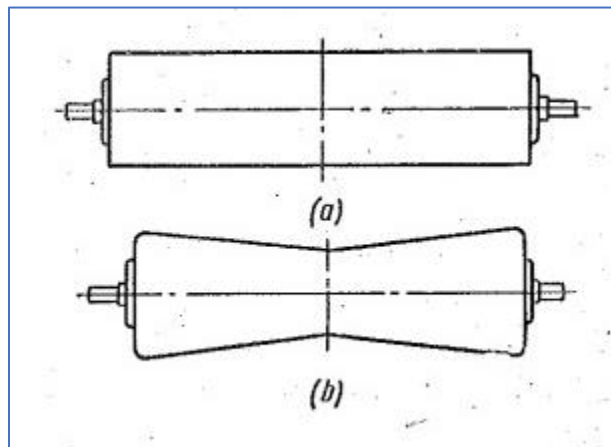


Ilustración 2.16: Tipos de rodillos más comunes, fuente A. Spivakovsky, V. Dyachkov. (1983) Types of unpowered covellor rollers. [imagen] Chapter XIII Conveyors and related equipment pág. 281

En la ilustración 2.14 se muestra los tipos de rodillos utilizados para transporte de materia, para (a) es un rodillo cilíndrico y (b) es un rodillo de doble cuña (tipo V).

2.1.8.1 Disposiciones y características

Los transportadores de rodillos son más utilizados para mover cargas en forma horizontal como para bajar o subir ligeras inclinaciones. De acuerdo con el principio de funcionamiento, éstos pueden ser de rodillos no motrices o de rodillos motrices. Los rodillos de tipo tubular pueden tener una superficie mecanizada o rugosa. Los rodillos de superficie mecanizada manejan cargas ligeras y, por lo tanto, se recomiendan para artículo sensibles a las sacudidas, por ejemplo. Los rodillos tienen diámetros de 65, 73, 105 y 155 mm. Cuanto

más pesada sea la carga para transportar, mayor debe ser el diámetro del rodillo para aumentar la fuerza y disminuir la resistencia al movimiento.

Parámetros de los rodillos	Tipos de rodillos		
	Medios	Pesados	Super pesados
Carga máxima por rodillo (Kg)	600	1200	2500
Carga máxima recomendada (Kg)	300	600	1200
Diámetro del rodillo (mm)	73	105	155
Diámetro del eje del rodillo (mm)	20	30	45
Longitud del rodillo (mm)	Peso de las partes móviles		
300	3.4	6.4	15.8
400	4.2	7.8	19.8
500	5.0	9.2	21.5
600	5.7	10.6	24.4
700	6.5	12.0	27.3
800	7.3	13.4	30.2
1000	8.8	16.3	35.9
1200	-	-	41.7

Tabla B: Características de rodillos, fuente D. M. José. Parámetros de rodillos. [tabla] Scribd transportador de rodillos <https://es.scribd.com/document/496838791/12-Transportador-de-rodillos>

Para determinar el resto de las dimensiones del rodillo, tenemos que clasificar si el mismo es del tipo medio, pesado o super pesado. Para determinar el diámetro del rodillo para cargar pesadas la siguiente tabla nos permite determinar de forma inmediata el diámetro del rodillo en función de la velocidad del artículo transportado y el número de revoluciones por minuto del rodillo y para determinarlo de formas más precisase usa la siguiente ecuación mostrada.

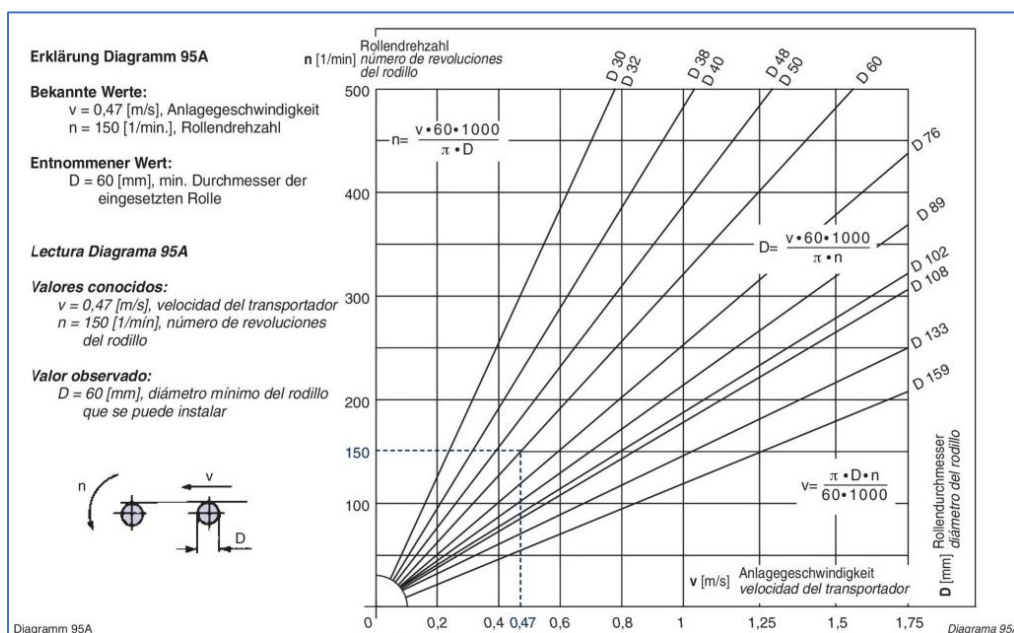


Ilustración 2.17: Gráfica N-V, fuente Tecno Rulli. Capacidad de carga de los rodillos del motor. [imagen] Rodillos motorizados de acero. <https://www.tecnorulli.com/de/productos/rodillos-de-acero-para-transportadores-internos/rodillos-motorizados-de-acero/>

$$D = \frac{v(60)(1000)}{\pi(n)} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

D: Diámetro del rodillo

v: Velocidad de traslación de la carga (m/s)

n: Revoluciones por minuto del rodillo (rpm)

La longitud de los rodillos depende del ancho de los artículos transportados y es igual a éste o de 50 a 100 mm mayor.

Se toma la longitud del rodillo como: Longitud = Ancho de la carga + (50 o 100) mm.

El bastidor del transportador de rodillos está fabricado con ángulos de acero o perfiles de canal adecuados (para tipos pesados).

El paso de los rodillos depende de la longitud y el peso de la carga manipulada. Al moverse a lo largo del transportador, la carga debe apoyarse simultáneamente en al menos dos rodillos. Prácticamente el paso de los rodillos es 1/3 de la longitud de la carga; para bienes no vulnerables a sacudidas es igual a 1/4 a 1/5 o mayor.

De acuerdo con lo anterior, cada carga estará suspendida, como mínimo, por dos rodillos y la mayoría de las veces, por más de dos. No obstante, se tomará como carga sobre cada rodillo de la siguiente manera:

$$\text{Carga por rodillo} = (0.7) (\text{Peso de la carga}) \quad \text{Ecuación 22}$$

La carga debe estar soportada por al menos 2 rodillos para determinar el número de rodillos a utilizar para la trayectoria recorrida se determinará con la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{L}{p} \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde:

Z: Cantidad total de rodillos

L: Longitud del transportador (m)

p: Paso de los rodillos (m)

Cálculo de los rodillos motrices

Generalmente los diámetros de estos rodillos son mayores que los no motrices, (Pueden llegar a diámetros de 400 a 500 mm, por ejemplo, en dependencia del peso y tamaño de la

carga), aunque para cargas ligeras o medias se puede emplear la tabla de características de rodillos para determinar sus dimensiones.

La separación se establece de manera tal que la carga esté soportada por dos rodillos al menos y que la misma no se flecte por encima de los límites lógicos.

La potencia requerida para el motor para mover estas piezas horizontalmente está dada por la siguiente ecuación:

$$N = \frac{((Z_0)G(W)+(Z)P(W_1))v}{102(\eta)} \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

N: Potencia requerida (KW)

G: Peso de la carga (Kg)

Z_0 : Cargas que están simultáneamente sobre el transportador

W: Factor de resistencia de la carga

Z: Cantidad total de rodillos

W1: Factor de resistencia de los rodillos

V: Velocidad de traslación de la carga (m/s)

η : Eficiencia de la transmisión

El factor de resistencia de la carga se calcula por:

$$W = \frac{(\mu)(d)+2k}{D} \quad \text{Ecuación 25}$$

Donde:

μ : Factor de fricción en el rodamiento

d: Diámetro del eje (cm)

k: Factor k del cojinete del rodamiento

D: Diámetro del rodillo (cm)

Los valores de k y μ se pueden tomar de la siguiente tabla:

Valores de k y μ			
Tipo	Condiciones	μ	k (cm)
Cojinete de rodamiento	Favorables	0.01	0.06
	Medias	0.025	0.08
	Adversas	0.045	0.1
Cojinete de deslizamiento (Acero - Hierro fundido)	Favorables	0.1	-
	Medias	0.15	-
	Adversas	0.20	-
Lubricación regular con aceite	Favorables	0.15	-
	Medias	0.20	-
	Adversas	0.25	-

Tabla C: Valores de k y μ , fuente D. M. José. Valores de k y μ . [tabla] Scribd transportador de rodillos
<https://es.scribd.com/document/496838791/12-Transportador-de-rodillos>

Los criterios para las condiciones de operación que aparece en la tabla anterior se asumen como:

Favorables: Operación con limpieza, en ausencia de polvo abrasivo y temperatura ambiente.

Medias: Presencia limitada de polvo abrasivo, humedad ambiental normal y temperatura moderada.

Adversas: Cualquier factor que afecte su normal operación y que no esté prevista en las anteriores.

Como los rodillos siempre están rotando, independientemente de que la carga pase o no sobre ellos, el factor de resistencia de los rodillos se determina por:

$$W_1 = \frac{(\mu)(d)}{D} \quad \text{Ecuación 26}$$

Donde:

μ : Factor de fricción en el rodamiento

d: Diámetro del eje (cm)

D: Diámetro del rodillo (cm)

En la siguiente tabla se presentan los valores aproximados del factor de resistencia.

condiciones de operación	Cojinete de deslizamiento	Cojinete de rodamiento
Favorables	0.06 - 0.08	0.02
Medias	0.08 - 0.10	0.03
Adversas	0.10 - 0.13	0.045

Tabla D: Factores de resistencia, fuente D. M. José. Condiciones de operación.
[tabla] Scribd transportador de rodillos
<https://es.scribd.com/document/496838791/12-Transportador-de-rodillos>

Número de cargas que se mueven simultáneamente sobre el transportador será:

$$Z_0 = \frac{T}{t} = \frac{z(L)}{3600(v)} \quad \text{Ecuación 27}$$

Donde:

Z_0 : Número de cargas que se mueven a través del transportador

T: Tiempo de recorrido de la carga a través del transportador (s)

L: Longitud del transportador (m)

V: Velocidad de traslación de la carga (m/s)

t: intervalo entre cargas alimentadas (s)

z: Número de piezas transportadas por hora

Puede ocurrir que el número de unidades de carga transportadas por hora sea $Z_0 < 1$. En ese caso, la potencia requerida se determina a partir de la ecuación con $Z_0 = 1$

El intervalo entre cargas alimentadas uniformemente.

$$t = \frac{3600}{z} \quad \text{Ecuación 28}$$

Donde:

t: intervalo entre cargas alimentadas (s)

z: Número de piezas transportadas por hora

Tiempo durante el cual la carga se mueve en el transportador

$$T = \frac{L}{v} \quad \text{Ecuación 29}$$

Donde:

T: Tiempo de recorrido de la carga a través del transportador (s)

L: Longitud del transportador (m)

V: Velocidad de traslación de la carga (m/s)

2.1.9 Selección de rodamientos

Los rodamientos o también denominado baleros o cojinetes son considerados como un dispositivo mecánico que tiene la función de facilitar el movimiento y reducir la fricción entre componentes en otras palabras los rodamientos soportan y guían, con mínima fricción, elementos giratorios u oscilantes de las máquinas, por ejemplo, árboles, ejes o ruedas, y transfieren las cargas entre los componentes de la máquina.

Los rodamientos ofrecen gran precisión y baja fricción y, por lo tanto, admiten velocidades de giro elevadas al tiempo que reducen el ruido, el calor, el consumo de energía y el desgaste. Son elementos rentables e intercambiables de las máquinas, que normalmente corresponden a los estándares de dimensiones nacionales o internacionales.

Rodamientos de bolas y de rodillos

Los dos tipos básicos de elementos rodantes permiten distinguir los dos tipos básicos de rodamientos:

- Rodamiento de bolas
- Rodamiento de rodillos

Los rodamientos de bolas y los rodillos difieren en la forma en que entran en contacto con los caminos de rodadura y en la carga.

Rodamientos radiales y axiales

Los rodamientos se clasifican en dos grupos según el sentido de la carga que soportan principalmente son los siguientes:

Rodamientos radiales

Los rodamientos radiales soportan cargas que se encuentran, principalmente, en dirección perpendicular al eje.

Rodamientos axiales

Los rodamientos axiales soportan cargas que actúan, principalmente, de manera axial a lo largo del eje.

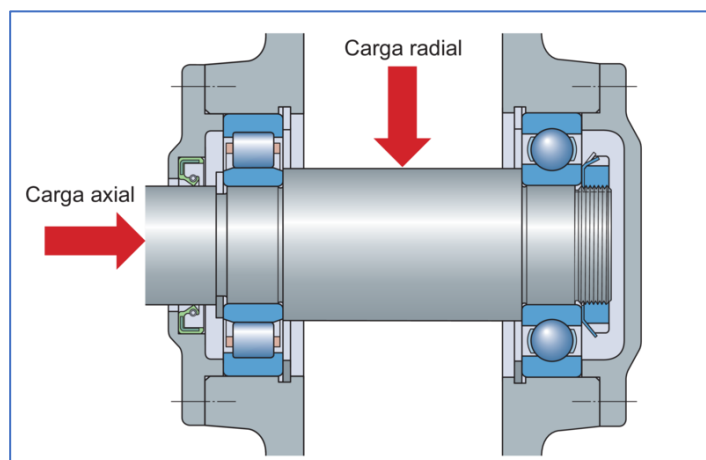


Ilustración 2.18: Cargas, fuente SKF. (2015) Cargas axiales y radiales. [imagen] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-bearings>

Ante la necesidad de trabajar con estos elementos, es recomendable que se adquiriera un catálogo de rodamientos de la marca que prefiera para conocer la numeración y dimensiones del rodamiento que desea indicar. En ese catalogo aparecen además valores de resistencia mecánica que son la base para los cálculos de vida útil. Estos valores han sido obtenidos en bancos de prueba realizando.

Selección del tipo de rodamientos:

Cada tipo de rodamiento tiene propiedades con características propias que lo hacen particularmente adecuado para ciertas aplicaciones. Los factores que influyen en la selección del tipo de rodamiento son numerosos, por lo que no es posible establecer reglas rígidas para su selección. No obstante, pueden ser de utilidad las recomendaciones que se dan:

En muchos casos, el diámetro interior del rodamiento viene determinado por las características de diseño de la máquina a la que va destinada.

Normalmente se seleccionan los rodamientos rígidos de bolas para ejes de diámetro pequeño, y para diámetros grandes, se pueden considerar, además, los rodamientos de rodillos cilíndricos y los de rodillos a rótula.

Cuando exista limitación de espacio radial, su pueden usar rodamiento de selección pequeña, tal como los de aguja.

Cuando la limitación es en el sentido axial, se requiere de rodamientos estrechos, como los de algunas series de rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos o rígidos de bolas.

La magnitud de las cargas es normalmente el factor más importante para determinar el tamaño del rodamiento. A igualdad de tamaño, los de rodillos pueden soportar mayores cargas que los de bolas.

Los rodamientos de bolas se usan principalmente para soportar cargas pequeñas o medianas.

Los rodamientos de rodillos son en muchas aplicaciones la única alternativa posible para cargas pesadas y en ejes de diámetros grandes.

Los rodamientos de rodillos cilíndricos con un aro sin pestañas y los rodamientos de agujas, solamente pueden soportar cargas radiales. Todos los demás tipos de rodamientos radiales pueden soportar cargas tanto radiales como axiales.

1. Capacidad de carga:

En las tablas de rodamientos, se indican los valores de capacidad de carga estática y dinámica. Cuando los rodamientos están sometidos a esfuerzos dinámicos se usa a

capacidad de carga dinámica, que expresa la carga bajo la cual el 90% de rodamientos idénticos alcanza 8 una duración de 10 revoluciones, antes de deteriorarse por fatiga la superficie de rodadura.

La fatiga en los rodamientos se manifiesta por la formación de picaduras o desprendimiento de material en forma de escamas.

2. Duración:

La duración de un rodamiento se define como el número de revoluciones o de horas a una determinada velocidad constante que el rodamiento puede operar antes de presentar el primer síntoma de fatiga.

La selección de un rodamiento está sujeta a diferentes factores que intervienen en este.

Uno de los más importantes es el comportamiento dinámico que se enfoca en:

- Espacio disponible
- Cargas (Radial o Axial)
- Velocidades
- Temperatura de funcionamiento
- Niveles de contaminación

Vida nominal básica

La relación existente entre la duración, la capacidad de carga dinámica y la carga aplicada al rodamiento, viene expresada por la normativa ISO 281 es la ecuación 30 mostrada en la siguiente ecuación:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^p \quad \text{Ecuación 30}$$

Donde:

L = Duración nominal en millones de revoluciones

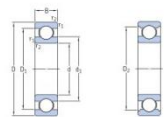
C = Capacidad de carga dinámica del rodamiento (Newton)

P = Carga dinámica equivalente (Newton)

p = Exponente de duración (Para todos los rodamientos de bolas y 10/3 para los demás tipos de rodamientos)

El valor de c se obtiene del catálogo del fabricante de rodamiento en función al tamaño del eje en el será colocado.

1.1 Rodamientos rígidos de una hilera de bolas
d 40-55 mm



Dimensiones principales		Capacidad de carga dinámica C	Carga límite de fatiga P ₀	Velocidades nominales		Masa	Designación		
d	D			B	Velocidad de referencia			Velocidad límite	
mm		N	kN	r.p.m.	m/s	kg			
40	52	7	4,49	3,75	0,14	24 000	54 000	0,022	60000
	42	12	11,8	35	0,425	24 000	34 000	0,12	12000
	48	15	15,8	33	0,44	22 000	34 000	0,13	10000
	48	25	27,8	33	0,49	22 000	34 000	0,19	7000
	60	25	22,5	38	0,51	18 000	22 000	0,17	8000
	60	35	35,9	35	0,58	18 000	22 000	0,24	5000
	60	45	45,7	34	0,62	17 000	22 000	0,34	4000
	70	27	20,7	36,5	0,53	14 000	18 000	0,25	6000
	70	37	34,9	34	0,58	12 000	16 000	0,36	4000
	70	47	44,8	32	0,62	12 000	16 000	0,47	3000
	70	57	54,9	30	0,66	10 000	13 000	0,58	2000
	80	30	23,5	38,8	0,64	10 000	13 000	0,28	5000
	80	40	36,9	36	0,74	10 000	13 000	0,38	4000
	80	50	46,2	34	0,77	9 000	12 000	0,49	3000
	90	33	27,3	40	0,69	11 000	14 000	0,32	4000
	90	43	38,9	38	0,79	10 000	13 000	0,43	3000
	90	53	49,7	36	0,83	9 000	12 000	0,53	2000
	100	36	30,2	42	0,75	12 000	15 000	0,36	4000
	100	46	42,9	40	0,85	11 000	14 000	0,46	3000
	100	56	54,8	38	0,90	10 000	13 000	0,56	2000
	110	39	33,0	44	0,78	13 000	16 000	0,39	4000
	110	49	45,9	42	0,88	12 000	15 000	0,49	3000
	110	59	58,8	40	0,93	11 000	14 000	0,59	2000
	120	42	36,5	46	0,80	14 000	17 000	0,42	4000
	120	52	49,4	44	0,90	13 000	16 000	0,52	3000
	120	62	61,9	42	0,95	12 000	15 000	0,62	2000
	130	45	40,0	48	0,82	15 000	18 000	0,45	4000
	130	55	53,9	46	0,92	14 000	17 000	0,55	3000
	130	65	66,8	44	0,97	13 000	16 000	0,65	2000
	140	48	43,0	50	0,84	16 000	19 000	0,48	4000
	140	58	56,9	48	0,94	15 000	18 000	0,58	3000
	140	68	69,8	46	0,99	14 000	17 000	0,68	2000
	150	51	46,2	52	0,86	17 000	20 000	0,51	4000
	150	61	59,9	50	0,96	16 000	19 000	0,61	3000
	150	71	72,8	48	1,01	15 000	18 000	0,71	2000

Ilustración 2.19: Tabla de selección de rodamientos, , fuente SKF. (2015) Rodamientos rígidos de bolas. [tabla] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-catalogue>

En los catálogos para selección de rodamientos de fabricantes se encuentran los valores de dimensiones de rodamiento, capacidad de carga básica, carga límite de fatiga, velocidades nominales y designación.

La duración se expresada en número de horas de servicio mediante la expresión:

$$L_h = \frac{10^6}{60(n)} (L) \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde:

L = Duración nominal en millones de revoluciones

Ln= Duración nominal en horas de servicio (Horas)

n = Velocidad de rotación (RPM)

La duración es uno de los parámetros que se debe tomar en cuenta para seleccionar el rodamiento apropiado para una determinada aplicación.

Tal duración depende del tipo de máquina, de las exigencias del servicio, de las condiciones del servicio y de la confiabilidad.

Vida nominal SKF

Para el cálculo de la vida nominal para SKF se considera lo siguiente:

Para los rodamientos de alta calidad modernos, la vida nominal básica calculada puede desviarse significativamente de la vida útil real en una aplicación determinada. La vida útil en una aplicación en particular no solo depende de la carga y del tamaño del rodamiento, sino también de distintos factores de influencia, incluidos la lubricación, el grado de contaminación, el montaje adecuado y otras condiciones del entorno.

La norma ISO 281 utiliza un factor de vida modificado para complementar la vida nominal básica. El factor de modificación de la vida útil a SKF utiliza el mismo concepto de una carga límite de fatiga P_u (Carga límite de fatiga, P_u) según se utiliza en la norma ISO 281.

Los valores de P_u se indican en las tablas de datos. Al igual que en la norma ISO 281, para reflejar tres de las condiciones de funcionamiento importantes, el factor de modificación de la vida útil a SKF tiene en cuenta las condiciones de lubricación (Condición de lubricación: la relación de viscosidad, κ), el nivel de carga en relación con la carga límite de fatiga del rodamiento, y un factor η_c para el nivel de contaminación (Factor de contaminación, η_c) mediante la siguiente expresión:

Vida nominal SKF

$$L_{nm} = a_1 a_{skf} L \quad \text{Ecuación 32}$$

Donde:

L_{nm} = Duración nominal SKF en millones de revoluciones

a_1 = Factor de ajuste de la vida útil para mayor confiabilidad

a_{SKF} = Factor de modificación de la vida útil

Para el factor de confiabilidad de ajuste de la vida útil se determina a partir de la de la siguiente tabla:

tabla 3 - Valores del factor de ajuste de la vida útil a_1			
Confiabilidad	Probabilidad de falla	Vida nominal	Factor
	n	L_n	a_1
%	%	millones de revoluciones	–
90	10	L_{10}	1
95	5	L_5	0,64
96	4	L_4	0,55
97	3	L_3	0,47
98	2	L_2	0,37
99	1	L_1	0,25

Tabla E: Valores del factor de ajuste de la vida útil, fuente SKF. (2015) Vida nominal del rodamiento. [tabla] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/mx/products/rolling-bearings/principles-of-rolling-bearing-selection/bearing-selection-process/bearing-size/size-selection-bas>

Para el factor de modificación de la vida útil se determina a partir de gráficas del catálogo de rodamientos SKF.

La duración para SKF se expresada en número de horas de servicio mediante la expresión:

$$L_{nmh} = \frac{10^6}{60(n)} (L_{nm}) \quad \text{Ecuación 33}$$

Donde:

L_{nmh} = Duración nominal en horas de servicio (Horas)

L_{nm} = Duración nominal SKF en millones de revoluciones

n = Velocidad de rotación (RPM)

Capítulo 3

3.1 Procedimiento y descripción de actividades

3.1.1 Introducción al proceso de laminación del acero

Platica informativa del proceso de laminación del acero en caliente

Platica de introducción por del personal de planta sobre el tren de laminación en caliente los productos que se fabrican (por ejemplo, perfiles circulares, perfiles cuadrados, varilla lisa, varilla corrugada, etc.) o productos planos (por ejemplo, soleras) mediante laminación en caliente.

Para el proceso del laminado acero en caliente es un producto elaborado a través de un proceso denominado termo mecánico que implica la deformación del acero de desbastes a altas temperaturas y alargamiento.

En tren de laminación en caliente está compuesto de un horno de recalentado, una unidad de descascarillado o desescamado, un transportador de rodillos, Caja de laminación en calientes verticales horizontales, cizallas colocadas entre las cajas o estantes, una plataforma de enfriamiento, tijera de corte en frío y formadora de fajos. Las demás instalaciones cuentan con grúas para la carga de los productos semi-acabados y cambio de maquinaria.

Capacitación por parte del personal de la empresa de seguridad e higiene y reconocimiento de cada una de operaciones que se llevan a cabo del tren de laminación.

Seguridad en la planta es el aspecto básico que genera un ambiente laboral de bienestar para las personas que trabajan en el tren de laminación. Quienes se encargan de esta área en la planta, permanecen verificando las condiciones de seguridad para prevenir accidentes.

Información sobre una adecuada higiene personal, aseo del uniforme y los EPP (equipos de protección personal), organización de objetos y herramientas, así como lavado de manos cuando sea necesario, son acciones que reducen riesgos para el personal.

La ubicación de herramientas, máquinas y equipos de protección debe ser accesible y conocida. Los espacios limpios generan bienestar de confort y también seguridad. Por el contrario, la acumulación de sustancias o materiales dañinos, afectan la salud.

Mantener el lugar de trabajo ordenado, no arrojar residuos o desperdicios en el suelo, limpiar los derrames si se ocasionan y mantener los pasillos y escaleras despejados ayudará a mantener un espacio de trabajo seguro y agradable para el personal que conforman el tren de laminación.

3.1.2 Recopilación datos

Para esta sección se recolectaron información del equipo como son los datos técnicos del equipo, es por tanto es indispensable realizar un monitoreo de las actividades rutinarias del equipo, con el fin de realizar un diseño adecuado que considere las necesidades y su entorno. Así como las necesidades de seguridad son tomadas en cuenta, es necesario considerarlos para la toma de medidas para el equipo. Recolección, revisión detallada de datos técnicos del desescamador actualmente montado, registro de anomalías o fallas y actividades de mantenimiento, con fin de obtener un panorama completo de los datos técnicos del comportamiento del desescamador.

Para investigar una situación real específica del proceso de descascarillado con la intención de optimizarla. Se deben recopilar todos los datos y medidas relevantes, así como las condiciones del desescamador para posibles modificaciones.

3.1.2.1 Área de laminación

En tren de laminación en caliente está conformado de un horno de recalentado de palanquilla, una unidad de descascarillado o desescamado hidromecánico, transportadores de rodillos, estantes de laminación en calientes estos estantes están divididos en tres secciones (Desbaste, Intermedio y Acabado), cizallas colocadas en los cambios de sección de los estantes, una plataforma de enfriamiento, tijera de corte en frío y formadora de fajos.

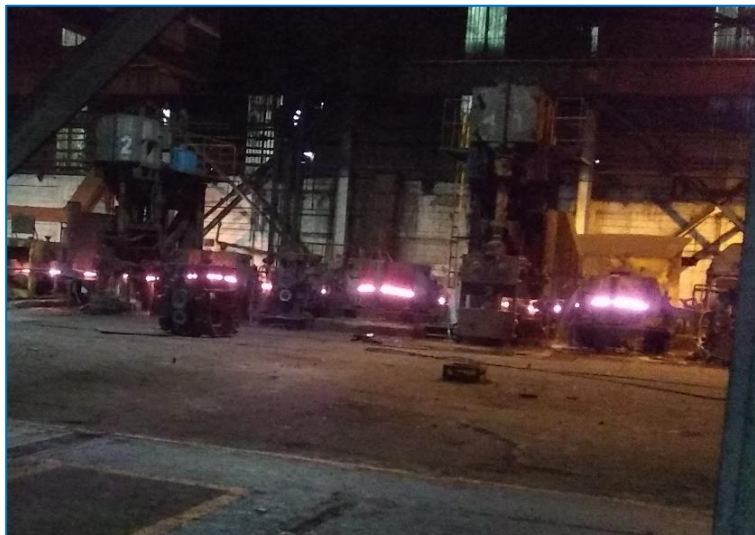


Ilustración 3.1: Tren de laminación del acero en caliente, fuente propia. [fotografía]

En este laminador se trata de un proceso en el que el acero pasa por rodillos a temperaturas considerables, aproximadamente a unos 930° grados en promedio. Se calienta y una vez obtenida la temperatura adecuada, presiona por medio de unos rodillos industriales que tiene como objetivo manipular todo el acero e irán reduciendo su sección y a la vez aumentarán su longitud. Esto hace que el acero sea más fácil para darle forma y resulta más fácil para trabajar.

El tipo de perfil de la palanquilla es de tipo cuadrado y rectangular son los que se manejan en el laminador.

Dimensiones de las palanquillas o materia prima a laminar.

Como se muestra en la imagen se observa las dimensiones manejadas de las palanquillas para el proceso de laminación, actualmente se maneja el perfil cuadrado de 170-170mm con una longitud de 5.9m hasta los 6m.

Los tipos de aceros más comunes a laminar son el Acero AISI/SAE 1045, AISI 5115, AISI 5160, AISI 1095, AISI/SAE 1020, AISI 1018, AISI / SAE 4140, ASTM A105, ASTM A36, etc.

Una vez obtenido el producto final, las barras laminadas, pasarán a ser enfriadas a temperatura ambiente.

Los tipos de productos terminados son los siguientes:

Perfiles circulares, rectangulares y cuadrados

Barras circulares y cuadradas

Soleras

Varilla lisa y corrugada



DIMENSIONES DE PALANQUILLA	PLUN DE REF.	A	B	POL. ITEM
 80-110		130	180	303 304
 100-130	8.128552.T	180	180	303 304
 120-150	8.119270.V	180	200	303 304
 130-180	8.150128.N	190	200	303 304
 140-180	8.125480.X	200	220	303 304
 180-200		220	240	303 304

Ilustración 3.2: Palanquillas y dimensiones, fuente propia. [fotografía]



Ilustración 3.3: Producto final al laminar el acero, fuente propia. [fotografía]

3.1.2.2 Desescamador de palanquillas

El descascarillador garantiza la remoción la cascarilla mediante exposición de la superficie metálica con agua a presión. Este desescamador consta de un cabezal de inyección con boquillas empotradas que dirigen chorros de agua a presión sobre la superficie de la palanquilla a laminar.

El desescamador opera entre las presiones de 200 bar a 300 bar y a un caudal de 356 L/min.



Ilustración 3.4: Desescamador de palanquillas del tren de laminación, fuente propia. [fotografía]

La temperatura de la palanquilla recalentada se encuentra en el rango 926-950°C, esta es la temperatura a la que pasa la palanquilla a la entrada del desescamador.

La velocidad a la que va la palanquilla en la sección del desescamador es de 0.70m/s y un promedio de salida de palanquilla cada 2min considerando un laminado de palanquillas continuo.

Dimensiones del desescamador:

Longitud de desescamador
2.225m

Ancho del desescamador 1.2m

Altura del desescamador 1.56m

La estructura en su mayoría está conformada de acero A-36 y acero SAE 1018



Ilustración 3.5: Proceso de descascarillado de palanquillas, fuente propia. [fotografía]

En la imagen se muestra el proceso descascarillado de la palanquilla en que se le aplica agua a presión en la superficie para remover la capa de óxido generado en el recalentamiento, este proceso se realiza antes de empezar a laminar la palanquilla.

Las dimensiones de perfil de la palanquilla son las siguientes

1. 80x110x7000 mm
2. 100x130x7000 mm
3. 120x150x7000 mm
4. 130x160x7000 mm
5. 170x170x7000 mm
6. 140x180x7000 mm
7. 180x200x7000 mm

3.1.2.2.1 Cabezal del desescamador de palanquillas

El cabezal es el encargado de rociar en cada uno de los lados de a palanquillas para remover la capa de óxido formada en el calentamiento.

Dimensiones del cabezal

Cabezal 608x657mm

Cabezal con Spray de 12 boquillas de 30° con arreglo de tres boquillas con una separación de 55mm.

Boquillas LECHLER de 26° (abanicó de rociar).

Tipo de palanquillas que está configurado el cabezal es de 130x160 mm.

Cabezal de tipo bastón y está conformado por tubería de cédula 160 sin costura de Acero INOX 304.



Ilustración 3.6: Cabezal del desescamador, fuente propia. [fotografía]



Ilustración 3.7: Boquillas del cabezal, fuente propia. [fotografía]

3.1.2.3 Operación y funcionamiento del desescamador

En la parte inferior de donde se encuentra el desescamador, están las bombas encargadas de presurizar el agua que va hacia el cabezal, este tipo de bomba son de pistones las características de las bombas son las siguientes:

Especificaciones de la bomba

Bomba de pistones (INOXI HP)

PF 150M series

Potencia: 95kw

Tensión: trifásico 440v

Fluidos: Agua

Tecnología: Pistones

Sector: Industrial

Aplicaciones: Alta presión

Caudal: Mín.: 66 l/min (17,43536 us gal/min)

Máx.: 356 l/min (94,04525 us gal/min)

Presión: Mín.: 0 bar (0 psi) Máx.: 500 bar (7.251,887 psi)

Potencia: Mín.: 0 kW (0 hp) Máx.: 95 kW (129,16 hp)

Aplicaciones:

Industria de acero (instalación de laminación en caliente) Industria metalúrgica (prensas de la forja, del moldeado y de protuberancia) Industria fabril (de goma, de madera, termo endurecible) Funcionamiento del metal e instalación de tubos de la industria (pruebas hidráulicas)".



Ilustración 3.8: Bomba de pitones de alta presión, fuente INOXIHP. PF 260. [imagen] Bombas PF 260. <https://www.inoxihp.com/en/pumps/pf-260/>

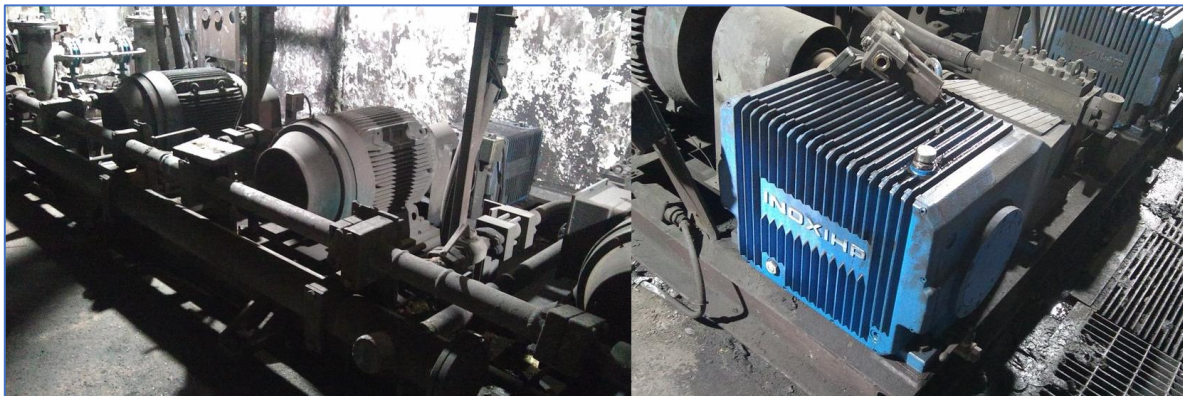


Ilustración 3.9: Bombas INOXIHP, fuente propia. [fotografía]

Para presurizar el agua hacia el cabezal en intervalos de tiempo corto es necesario una vía alterna para que la presión disminuya y no todo el tiempo este presurizando el agua que va hacia el cabezal y se muestra en los siguientes diagramas.

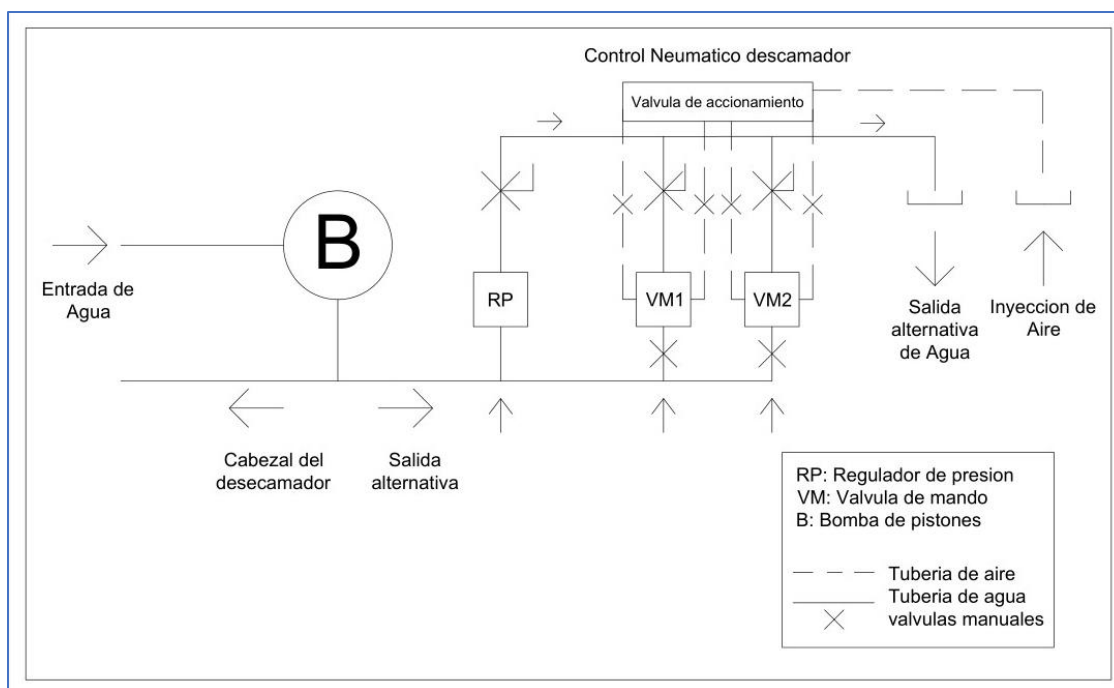


Ilustración 3.10: Diagrama de funcionamiento y accionamiento para presurizar el agua (circuito cerrado), Software DraftSight, Fuente propia.

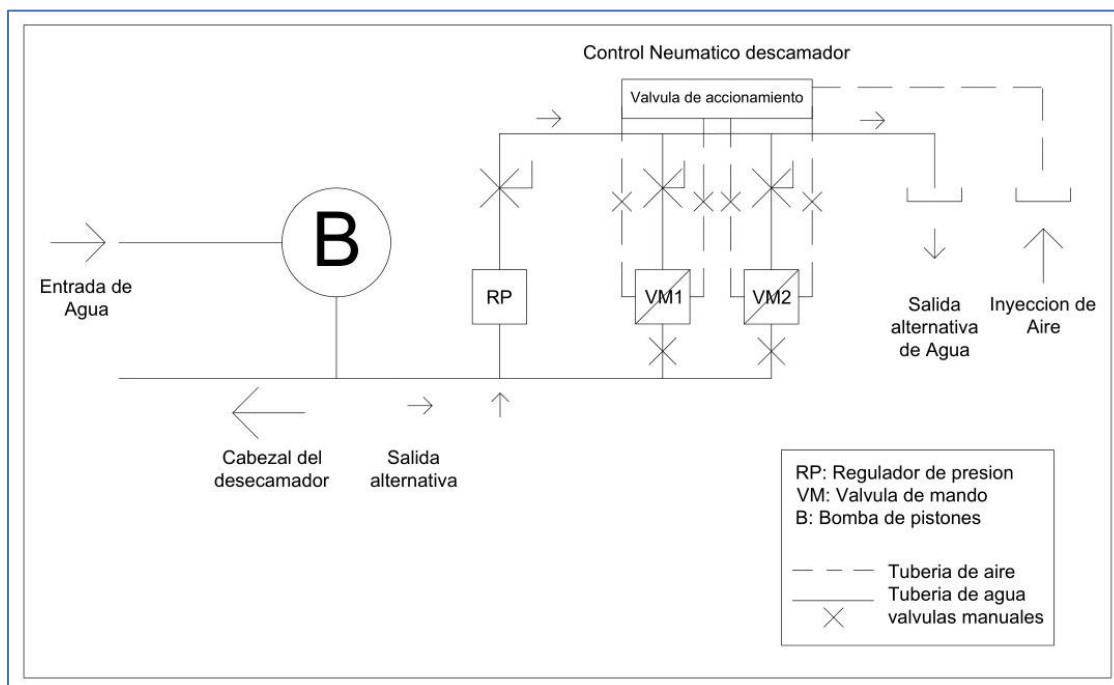


Ilustración 3.11: Diagrama de funcionamiento y accionamiento para presurizar el agua (circuito cerrado), Software DraftSight, Fuente propia.

Como se muestra en la ilustración 3.10 se muestra el diagrama de circuito abierto, en el que se puede observar que al presurizar el agua la dirección que toma el agua se divide en dos secciones de tubería, la primera tubería se dirige hacia el cabezal del desescamador y la segunda tubería alterna de desalojo esta se dirige a un arreglo de tuberías y válvulas colocadas en serie.



Ilustración 3.12: Tuberías de salida alternativa, fuente propia. [fotografía]

En la primera tubería es la encargada de regular la presión que se le inyectará al cabezal del desescamador, para la segunda y tercera tubería cambia, ya que en estas tuberías posee además de una válvula reguladora como en la primera estas tuberías llevan una válvula de mando abierta, cada una de las tres tuberías alternas se dirigen al depósito de agua del tren de laminación.

Para el accionamiento o cambio de posición de las dos válvulas de mando es necesario la inyección de aire para el cambio de posición de abierto a cerrado, la válvula encargada de inyectar aire a las válvulas de mando es una válvula electroneumática 3/2 al energizar esta válvula o accionar la manualmente esta dará paso de aire a presión y se inyectará en las dos válvulas de mando cambiando su posición de abierto a cerrado.



Ilustración 3.13: válvula electroneumática 3/2, fuente propia. [fotografía]

En la ilustración 3.11 se muestra el diagrama de circuito cerrado, cuando la válvula electroneumática está energizada dando paso de aire a presión hacia las válvulas de mando cambiándolas de posición de abierto a cerrado lo que se obtiene como consecuencia que se incremente la presión del agua y que el agua cambie la dirección de salida hacia el cabezal del desescamador al cerrar las válvulas de mando, la válvula reguladora que se encuentra en la primera tubería de salida alterna es la encargada de regular la presión del agua cuando las válvulas de mando se encuentren cerradas, la electroválvula al energizarse da inicio al proceso de descascarillado en un periodo corto de tiempo.

Para la operación del desescamador es de forma manual o automatizado mediante uso PLC y sensores de temperatura.

3.1.3 Monitoreo y registro de anomalías

Se monitoreo el comportamiento del desescamador recopilando datos de mantenimientos y de fallas que se presentaron.

Durante el monitoreo del desescamador en el periodo de estancia, se registró lo siguiente como fallas y anomalías que se presentaron durante este periodo.

En la siguiente tabla ubicada en el apartado de anexos se muestra las fallas presentadas durante el periodo, además se llevó el registro de la presión, tiempos de paro y turno en que se presentaron.

DESCAMADOR							
Mes	Día	Turno	Presion	Tipo de mantenimiento	Anomalia	Descripcion	Tiempo de paro
Agosto	2	3	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpeza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)
Agosto	7	2	277 bar	Correctivo	Incremento de la presión registrada en el manómetro	Una de la boquillas se encontraba obstruida y se procedió a realizar limpieza	30min
Agosto	20	2	210 bar	Correctivo	Pérdida de presión debido a una fuga en la brida del cabezal	Desmontaje del cabezal y cambio de oring de la brida	1hr
Agosto	21	2	250 bar	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Agosto	23	2	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpeza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min
Septiembre	5	3	100 bar	Correctivo	Daño en una biela de la bomba de pistones	Se retiro la bomba para cambio de biela y se acciona otra bomba de reserva	10min
Septiembre	13	2	250 bar	Preventivo	Ninguno	Limpeza de boquillas del cabezal	30min
Septiembre	17	2	230 bar	Correctivo	Filtros obstruidos	Limpeza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min
Septiembre	28	3	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpeza de boquillas del cabezal	30min (PG)
Septiembre	29	2	245 bar	Correctivo	Pérdida de presión debido a una fuga en la unión de soldadura en la brida del cabezal	Soldar fuga del presente en el cabezal	25min
Octubre	2	2	250 bar	Correctivo	Chumacera dañada del rodillo de entrada del desecador	Cambio de chumacera del rodillo	1hr 25min
Octubre	2	3	250 bar	Correctivo	Motor y reductor dañados a la entrada del desecador	Cambio de Motor y reductor a la entrada del desecador	45min
Octubre	3	2	250 bar	Correctivo	Boquilla dañada del cabezal	Las boquillas inferiores del cabezal presenta rozamiento por la palanquilla, se procede a cambiar y ajustar cabezal	35min
Octubre	7	3	300 bar	Correctivo	Pérdida de presión debido a la fuga en la base de una de las boquillas superiores	Soldar base del boquilla del cabezal	2hr
Octubre	20	2	250 bar	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Octubre	24	3	250 bar	Preventivo programado	Unidad de mantenimiento en pésimas condiciones	Cambio de unidad de mantenimiento	30min (PG)
Octubre	24	3	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpeza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)
Noviembre	3	2	250 bar	Correctivo	Incremento de la presión registrada en el manómetro	Una de la boquillas se encontraba obstruida y se procedió a realizar limpieza	30min
Noviembre	4	3	300 bar	Correctivo	válvula neumática de control dañada	Cambio de la válvula neumática de control de presión del desescamador	1hr 30min
Noviembre	7	2	250 bar	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Noviembre	15	3	250 bar	Correctivo	Manómetro dañado	Cambio de manómetro	10min
Noviembre	30	2	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpeza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)

Tabla F: Registro de anomalías, fuente propia.

La tabla completa se encuentra en el apartado de anexos.

3.1.3.1 Evidencias

A continuación, se muestra en la siguiente tabla se muestra algunas de las anomalías presentadas en el desescamador actualmente montado.

Anomalías	Evidencias	
Cascarilla caliente disparada por las aberturas de la estructura del desescamador		
Boquillas se encuentran obstruidas y distribución incorrecta de los rociadores		
Orificio sobre dimensionado a la tubería de alimentación de agua del cabezal del desescamador		
Acumulación de residuos de cascarilla en la estructura y alrededores del desescamador		

Oxidación en la cubierta superior, guarda inferior, guía de entrada y salida, chumaceras y entre otras partes que conforman el desescamador			
La tapa superior no sella correctamente			
Desalineamiento de las guías de entrada y salida del al desescamador			
Rupturas en la tubería del cabezal y alimentación del desescamador			
Fisuras en la cubierta superior			

Acumulación de cascarilla en los laterales del desescamador	
Rupturas en las uniones de soldadura y mala fijación del cabezal	
Acumulación de vapor generado en proceso de descascarillado	

3.2 Diseño del sistema

Antes de iniciar el modelado del desescamador se realizará los cálculos de capacidad y de dimensionamiento para el nuevo diseño del desescamador de palanquillas.

3.2.1 Determinación de pérdidas en la tubería

Se calculará las pérdidas en la tubería que alimentara al cabezal de desescamador que es el encargado de rociar a alta presión sobre la superficie de la palanquilla a laminar, estas pérdidas no deben superar el 10% de la presión suministrada por la bomba con la finalidad si la tubería es la adecuada para el proceso de descascarillado.

Cálculos para determinar las pérdidas en la tubería de la bomba al desescamador.

Tipo de tubería A53 3in Cédula 160

Tabla de dimensiones estándar de tuberías de acero comercial

Medida nominal de la tubería en (pulgadas) 3in

Diámetro exterior(mm): 88.9

Diámetro interior(mm):66.6

Espesor (mm): 11.13

Rugosidad: $4.6 \times 10^{-5} \text{m}$

Valores de Diseño de la rugosidad de tubos

Material acero comercial rugosidad o soldado 4.6×10^{-5}

Determinando las propiedades del agua a 25°C (temperatura ambiente) mediante Viscosidad y densidad del agua.

T, °C	ρ , kg/m ³	μ , N · s/m ²	ν , m ² /s
20	998	$1,003 \times 10^{-3}$	$1,005 \times 10^{-6}$
30	996	$0,799 \times 10^{-3}$	$0,802 \times 10^{-6}$

Interpolando para determinar los valores de densidad y rugosidad

$$y = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0) + y_0$$

Se sustituyen los valores para determinar densidad del agua a 25°C, obteniendo lo siguiente:

$$\rho_{25^\circ\text{C}} = \frac{996 - 998}{30 - 20} (25 - 20) + 998 = 997 \text{ kg/m}^3$$

Para el caso μ (viscosidad dinámica del fluido) se realiza el mismo procedimiento que uso para la densidad a 25° obteniendo lo siguiente:

$$\mu_{25^{\circ}C} = \frac{0,799 \times 10^{-3} - 1,003 \times 10^{-3}}{30 - 20} (25 - 20) + 1,003 \times 10^{-3} = 0.901 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$$

A continuación, se determinando la velocidad del fluido que va a circular por la tubería, primero se realizan conversiones de unidades

Caudal: 356 L/min $\rightarrow$ 0.00593333 m³/s

Diámetro interior de la tubería: 66.6mm $\rightarrow$ 0.0666m

La velocidad del fluido es igual el caudal suministrado por las bombas entre el área de la entrada de la tubería, sustituyendo datos queda de la siguiente manera:

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) d_i^2$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) 0.0666^2$$

$$Q = (V)(A)$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.00593333}{\left(\frac{\pi}{4}\right) 0.0666^2}$$

$$V = 1.703178491 \text{ m/s}$$

Esta es la velocidad que circulara el agua a lo largo de la tubería.

Para determinar el tipo de fluido que circulara a través de la tubería se determina con la ayuda del diagrama Moody con los datos la rugosidad relativa y número de Reynolds.

Rugosidad de la tubería lisa: $4.6 \times 10^{-5} \text{ m}$

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{d}$$

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{4.6 \times 10^{-5}}{0.0666^2}$$

$$\text{Rugosidad relativa} = 0.00069069$$

Una vez obtenido el valor de la rugosidad relativa se procede a obtener el valor de número de Reynolds y se obtiene de la siguiente manera.

Usando la ecuación 10 y sustituyendo los valores se obtiene lo siguiente:

Velocidad: 1.703178491m/s

Diámetro interior: 0.0666m

Densidad: 997 kg/m³

Viscosidad dinámica del fluido: 0.901x10⁻³ N · s/m²

$$Re = \frac{(1.703178491)(0.0666)(997)}{0.901 \times 10^{-3}}$$

$$Re = 125,517.63$$

En relación con el número de Reynolds el movimiento del fluido puede establecerse de la siguiente manera:

Laminar para $Re < 2300$

Transitorio para $2300 > Re < 4000$

Turbulento para $Re > 4000$

FLUJO TURBULENTO

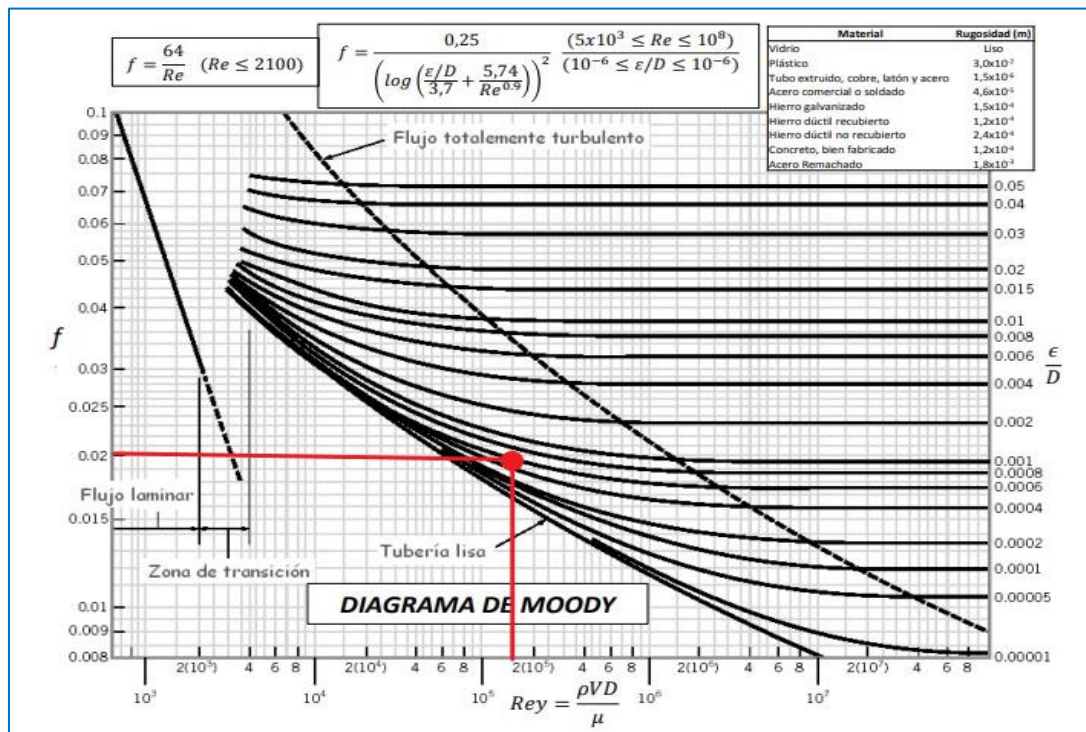


Ilustración 3.14: Diagrama de Moody. fuente Robert L. Mott. Joseph A. Untener. (2015) Rugosidad de la tubería valores de diseño. [tabla] Chapter 8 Número de Reynolds, flujo laminar, flujo turbulento y pérdidas de energía por fricción. Mecánica de fluidos séptima edición pág. 186.

El valor calculado del número de Reynolds es mayor a 4000 y se considera un fluido turbulento que circulará a través de la tubería que se dirigirá hacia el cabezal, para este tipo de fluido turbulento es debido a la velocidad del agua.

Para determinar el coeficiente de fricción se obtiene a través del diagrama de Moody o mediante fórmula.

Trazando los valores de rugosidad relativa y el número de Reynolds para encontrar el factor de fricción con la ayuda del diagrama se obtiene lo siguiente:

$$R_e = 125,517.63$$

$$\text{Rugosidad relativa} = 0.00069069$$

$$f = 0.02$$

Para calcular el valor directo del valor de fricción se determina con la ecuación 16 que se muestra a continuación se obtiene lo siguiente:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left[\left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \right) + \frac{5.74}{R_e^{0.9}} \right] \right]^2}$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left[\left(\frac{0.00069069}{3.7} \right) + \frac{5.74}{125517.63^{0.9}} \right] \right]^2}$$

$$f = 0.020697373$$

Dimensiones e la tubería del desescamador a la entrada del cabezal.

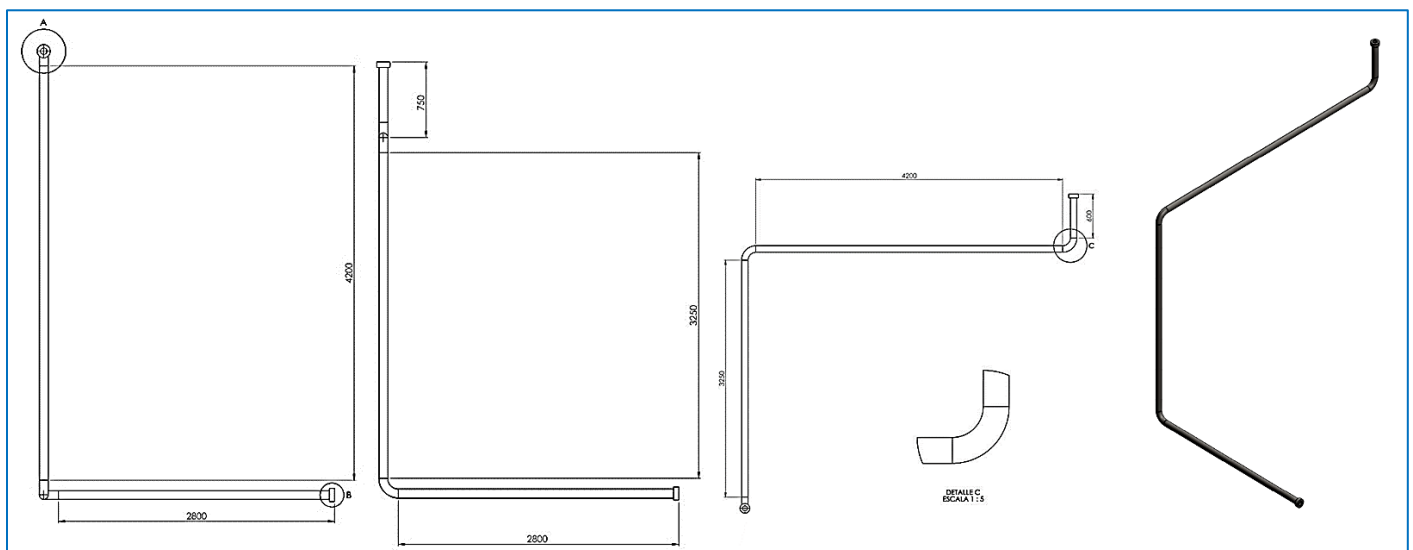


Ilustración 3.15: Dimensiones de la tubería del desescamador, fuente propia.

Determinando las pérdidas en la tubería del desescamador, una vez conocido el coeficiente de fricción se puede calcular la pérdida de carga en una tubería debida a la fricción mediante la ecuación 8, se sustituyen valores se obtiene lo siguiente:

$$h_L = f \left[\left(\frac{\sum L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \right]$$

Características de la tubería

Tipo de tubería Cédula 160

Medida nominal de la tubería en (pulgadas) 3in

Diámetro exterior(mm): 88.9 mm

Diámetro interior(mm):66.6 mm

Coeficiente de fricción $f = 0.020697373$

Velocidad del fluido $V = 1.703178491 m/s$

Caudal $Q = 0.00593333 m^3/s$

Longitudes las secciones rectas de la tubería son las siguientes

Sección 1=2.8m

Sección 2=3.25m

Sección 3=4.20m

Sección 4=0.6m

$$h_L = (0.020697373) \left[\left(\frac{2.8 + 3.25 + 4.2 + 0.6}{0.0666} \right) \left(\frac{1.703178491^2}{2(9.81)} \right) \right]$$

$$h_L = 0.4983m$$

Para determinar pérdidas de carga localizadas o pérdidas secundarias estas son debidas a elementos singulares presentes de la tubería como codos, estrechamientos, válvulas, entre otros se determina con la ecuación 9 que se muestra a continuación.

$$h_V = K \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Los accesorios presentes de la tubería son codos de 90° de radio normal de tipo embridado con las tuberías rectas.

Basándonos en la tabla 1 de valores de coeficiente, el factor k de codo radio normal embridado es de 0.75, sabiendo el factor k, la velocidad y la gravedad se sustituye en la ecuación 9 quedando de la siguiente forma:

$$h_v = 3[0.75 \left(\frac{1.703178491^2}{2(9.81)} \right)]$$

$$h_v = 0.3326624m$$

Aplicando la ecuación 7 de la energía entre el punto A y B.

$$\frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A = \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B + h_l + h_v$$

Teniendo en consideración lo siguiente

$$\Delta P = P_A - P_B$$

$$V_A = V_B = V$$

Despejando ΔP y simplificando la ecuación de energía quedando de la siguiente forma y sustituyendo datos se obtiene lo siguiente:

$$\frac{P_A}{\gamma} - \frac{P_B}{\gamma} = + \frac{V^2}{2g} + Z_B + h_l + h_v - \frac{V^2}{2g} - Z_A$$

$$\frac{P_A - P_B}{\gamma} = \frac{V^2}{2g} - \frac{V^2}{2g} + Z_B + h_l + h_v - Z_A$$

$$\frac{\Delta P}{\gamma} = 0 + Z_B + h_l + h_v - Z_A$$

$$\Delta P = (Z_B + h_l + h_v - Z_A)\gamma$$

Datos

$$Z_A = 0m$$

$$Z_B = 4.3m$$

$$h_l = 0.4983m$$

$$h_v = 0.3326624m$$

$$\gamma = \rho g$$

$$\gamma = (997)(9.81) = 9780.57 \frac{N}{m^3}$$

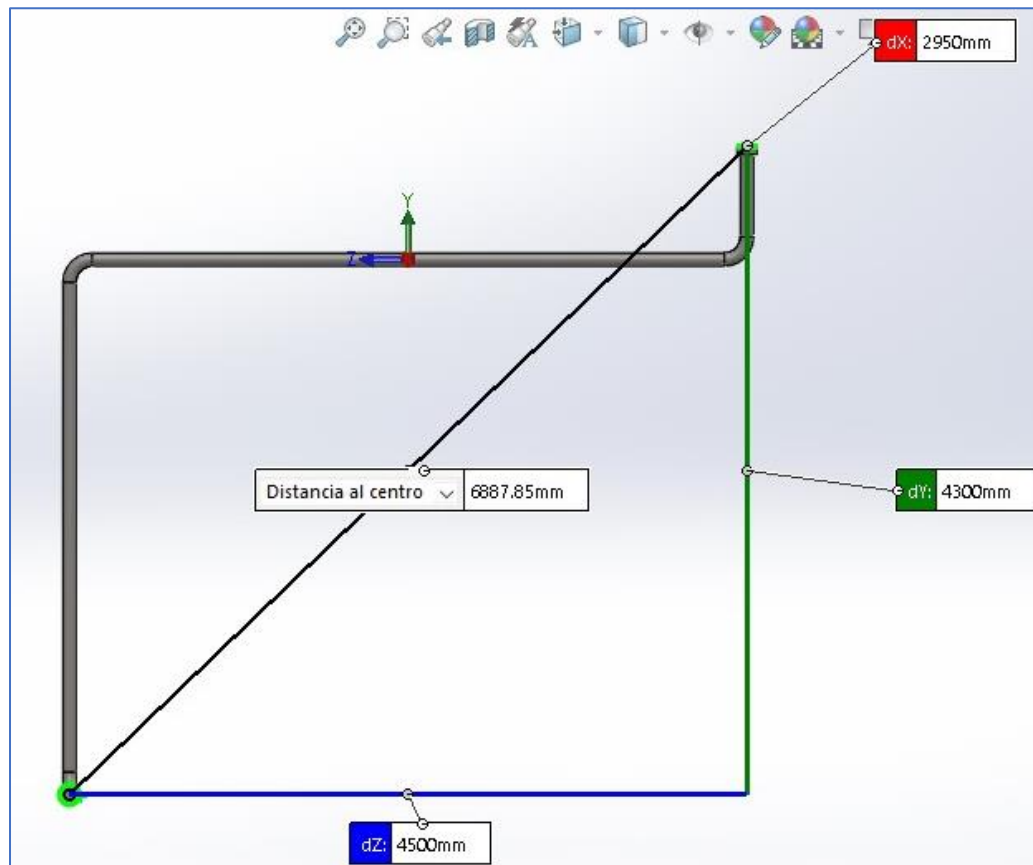


Ilustración 3.16: Distancias de la entrada y salida de la tubería, fuente propia.

$$\Delta P = (4.3 + 0.4983 + 0.3326624 - 0)(9780.57)$$

$$\Delta P = 50183.74pa$$

$$\Delta P = 0.5018374bar$$

La pérdida de presión de la tubería de donde se encuentra la bomba hasta el desescamador es de 0.5 Bar, la presión a la que va a ser sometida la tubería es de 250, la perdida en porcentaje de la tubería es de 0.2% lo que se considera que la longitud tubería es la adecuada para el proceso de descascarillado.

3.2.2 Determinación de dimensionamiento del cabezal.

Se determinará el caudal y la velocidad del fluido por boquilla del cabezal del desescamador

El caudal suministrado a la entrada del cabezal es de 356L/min, para el cabezal poseerá 12 con spray de 26° estas boquillas se distribuirán en cuatro lados que cubre el cabezal a la palanquilla a descascarillar.

$$Q_{Por\ Boquilla} = \frac{356 \frac{L}{min}}{12}$$

$$Q_{Por\ Boquilla} = 29.67 \text{ L/min}$$

Este es el caudal que se le suministrara a cada una de las boquillas, con base a este caudal y el ángulo del spray se seleccionara la boquilla adecuada mediante la siguiente tabla de boquillas LECHLER, se seleccionara la boquilla de la serie 682-606-27, esta boquilla tiene las siguientes características que son las más adecuadas para el descascarillado son las siguientes:

Order No. for nozzle tip							A $\varnothing$ [mm]	Water flow rate (V)					
Type					Material code	p = 100 bar (1450 psi)		p = 200 bar (2900 psi)		p = 400 bar (5800 psi)			
Series	Code					[l/min]		[US Gall./min]	[l/min]	[US Gall./min]	[l/min]	[US Gall./min]	
	Nominal spray angle												
	22°	26°	30°	34°	40°								
694	495	496	497	491	498	27	1.50	12.00	3.17	16.97	4.50	24.00	6.34
694	535	536	537	531	538	27	1.75	15.00	3.96	21.21	5.60	30.00	7.92
694	565	566	567	561	568	27	2.00	18.00	4.76	25.46	6.73	36.00	9.52
694	605	606	607	601	608	27	2.10	23.00	6.08	32.53	8.59	46.00	12.16
694	645	646	647	641	648	27	2.50	28.00	7.40	39.60	10.46	56.00	14.80
694	685	686	687	681	688	27	2.80	36.00	9.51	50.91	13.45	72.00	19.02
694	725	726	727	721	728	27	3.00	45.00	11.89	63.64	16.81	90.00	23.78
694	765	766	767	761	768	27	3.50	58.00	15.32	82.02	21.67	116.00	30.64
694	805	806	807	801	808	27	3.80	72.00	19.02	101.82	26.90	144.00	38.04
694	845	846	847	841	848	27	4.30	89.00	23.51	125.87	33.25	178.00	47.02
694	885	886	887	881	888	27	4.70	112.00	29.59	158.39	41.85	224.00	59.18
694	-	906	907	901	908	27	5.00	125.00	33.03	176.78	46.70	250.00	66.06
694	-	916	917	911	918	27	5.20	134.00	35.40	189.50	50.07	268.00	70.80

Ilustración 3.17: Tabla de selección de boquillas Lechler, fuente Lechler. Nozzle tip. [imagen] Scalemaster.
<https://www.lechler.com/fileadmin/media/scalemaster>

Presión mínima de trabajo: 200bar

Caudal: 32.53 L/min

Angulo de espray: 26°

Diámetro del orificio: 2.10mm

Para la disposición de las boquillas del cabezal basándonos en el fabricante de boquillas LECHLER recomienda las siguientes dimensiones para el cabezal basándonos en la tabla y la siguiente ilustración, la separación de las de la superficie a descascarillar con las boquillas es de $h_2=125\text{mm}$.

Vertical spraying height h_1 [mm]	Angle of inclination $\beta = 15^\circ$ A [mm]	Nominal nozzle spray angle α at $p = 150 \text{ bar}$																			
		$\alpha = 22^\circ$				$\alpha = 26^\circ$				$\alpha = 30^\circ$				$\alpha = 34^\circ$				$\alpha = 40^\circ$			
		B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]
50	52	26	25	-	-	30	29	-	-	35	34	-	-	39	38	-	-	47	45	5	40 ¹⁾
75	78	36	35	-	-	43	42	5	37 ¹⁾	49	47	5	42 ¹⁾	55	53	6	47 ²⁾	67	65	7	58 ²⁾
100	104	47	45	7	38 ¹⁾	56	54	5	49 ²⁾	64	62	5	57 ²⁾	71	69	7	62 ²⁾	88	85	8	77
125	129	57	55	7	48 ²⁾	68	66	7	59 ²⁾	78	75	7	68	87	84	9	75	108	104	10	94
150	155	68	66	8	58 ²⁾	81	78	7	71	93	90	8	82	103	99	9	90	128	124	10	114
200	207	89	86	9	77	106	102	10	92	122	118	10	108	134	129	13	116	168	162	15	147
250	259	111	107	11	96	132	128	10	118	151	146	15	131	166	160	15	145	209	202	15	187

¹⁾ only MiniSCALEMASTER® with hexagon socket nut ²⁾ only MiniSCALEMASTER® ³⁾ only with hexagon socket nut

The following apply to the arrangement on the spray header:

$E = C - D$
 $C = \cos \gamma \cdot B$
 $\beta = 5^\circ, 10^\circ \text{ or } 15^\circ$

A = Spray length
B = Spray width
C = Spray width in rolling direction
D = Overlap
E = Nozzle distance
 h_2 = Vertical spray height
 α = Nozzle spray angle
 β = Angle of inclination
 γ = Offset angle of the nozzle against pipe roll axis

Ilustración 3.18: Dimensiones recomendadas para la colocación de boquillas Lechler, fuente Lechler. Nozzle arrangement on the spray header. [imagen] Scalemaster. <https://www.lechler.com/fileadmin/media/scalemaster>

Con base en la tabla se obtienen los siguientes datos para las dimensiones de colocación de las boquillas de 26° en el cabezal son las siguientes medidas:

$h_2 = 125\text{mm}$

$E = 59\text{mm}$

D= 7mm

C= 66mm

B= 68mm

$\beta = 15^\circ$

Estas medidas son las que corresponderán para las boquillas para el cabezal del desescamador asegurando un óptimo descascarillado.

A continuación, se determina la velocidad a la entrada y a la salida de una de las boquillas.

Realizando la conversión a m³/s se obtiene lo siguiente:

$$Q = 356 \text{ L/min} \rightarrow 0.00593333 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{Por Boquilla}} = \frac{0.00593333 \frac{\text{L}}{\text{min}}}{12}$$

$$Q_{\text{Por Boquilla}} = 0.00049444 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro a la entrada de la boquilla es de 14.29mm.

$$d_{\text{Entrada}} = 14.29 \text{ mm} \rightarrow 0.01429 \text{ m}$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)d_E^2$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)0.01429^2$$

$$A = 0.000160381 \text{ m}^2$$

Utilizando la fórmula de caudal y despejando V queda sé la siguiente expresión y sustituyendo valores da como resultado lo siguiente:

$$Q = (V)(A)$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V_{\text{Entrada Boquilla}} = \frac{0.00049444 \text{ m}^3/\text{s}}{0.000160381 \text{ m}^2}$$

$$V_{\text{Entrada Boquilla}} = 3.0829 \text{ m/s}$$

Para minimizar los cambios de velocidad y eliminar la caída de presión a través del cabezal, la velocidad debe mantenerse a menos de 3.7 m/s, para obtener resultados óptimos en el proceso de descascarillado.

La velocidad a la salida de la boquilla será determinada a continuación mediante el uso del proceso anterior.

$$d_{salida} = 2.10 \text{ mm} \rightarrow 0.0021 \text{ m}$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)d_s^2$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)0.0021^2$$

$$A = 0.000003463 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V_{Salida \text{ Boquilla}} = \frac{0.00049444 \text{ m}^3/\text{s}}{0.000003463 \text{ m}^2}$$

$$V_{Salida \text{ Boquilla}} = 142.75 \text{ m/s}$$

Esta es la velocidad del fluido que proporcionara la boquilla 682-606-27 y es la que se colocara en el cabezal del desescamador para el proceso de descascarillado de palanquillas para el tren de laminación.

3.2.3 Determinación de dimensionamiento y capacidad de los rodillos

El tipo de transporte de las palanquillas en tren de laminación es de rodillos motorizados individuales, para la sección de proceso de descascarillado se especifica una velocidad del material de 0.7 m/s en promedio y los motores con reducción de velocidad proporcionan 38.5 rpm, el promedio de laminación de palanquillas es de 30 palanquillas por hora, la longitud de la palanquilla va desde 5.9m a 6m, con un peso de la palanquilla que va de 1200 a 1700kg y una longitud 3.5m esta distancia será destinada para el nuevo desescamador.

El tipo de rodillo es de tipo cilíndrico para el transporte de las palanquillas y el rango de carga de estos rodillos se considera la carga máxima de la palanquilla soportada, conforme la tabla 2 (características de rodillos) se obtienen los siguientes datos.

Parámetros del rodillo

Tipo de rodillo se clasificará basándonos en el peso, se consideró como super pesado.

Diámetro del rodillo 155mm

Diámetro del eje del rodillo 45mm

Longitud del rodillo 400mm

Peso de partes móviles 19.8 kg

Para el caso de los diámetros del rodillo cambia las dimensiones, debido a que estos diámetros no van en función de la velocidad de transporte del material.

Para determinar el diámetro en función de la velocidad del material, pero se tiene que considerar también al número de revoluciones por minuto de motor con reductor, se obtiene de dos formas mediante la gráfica de la ilustración 2.7 (Gráfica N-V) en esta gráfica o mediante el uso de la ecuación 21, el valor del diámetro es el siguiente:

$$D = \frac{(0.7\text{m/s})(60)(1000)}{\pi(38.5 \text{ rpm})}$$

$$D = 347.3\text{mm}$$

Para el caso para los rodillos se considerará un tamaño de 330.02mm (13") y para el diámetro del eje el tamaño se redondeará a 50mm debido al manejo de tamaños de los rodamientos.

El paso de los rodillos dependerá de la longitud de la palanquilla y la carga debe apoyarse como mínimo en dos rodillos. Para el paso de los rodillos se consideró la siguiente relación de 1/5.5 con una longitud de 5.9m y queda de la siguiente forma:

$$p = (5.9)(1/5.5)$$

$$p = 1.072 \text{ m}$$

El paso de los rodillos se modificará a una cantidad 1.075m.

De acuerdo con lo anterior, cada carga estará suspendida, como mínimo, por dos rodillos y la mayoría de las veces, por más de dos. No obstante, para determinar la carga en un rodillo usando la ecuación 22 quedando de la siguiente manera:

$$\text{Carga por rodillo} = (0.7) (1700\text{kg})$$

$$\text{Carga por rodillo} = 1190\text{kg}$$

El número de rodillos para la trayectoria recorrida se determina usando la ecuación 23 quedando de la siguiente forma:

$$Z = \frac{3.5\text{m}}{1.075\text{m}}$$

$$Z = 3.25$$

El desescamador poseerá 3 rodillos con una separación de 1.075m.

El factor de resistencia de la carga se determina con la ecuación 25 considerando los valores de μ y k de la tabla 3 y con un criterio medio para las condiciones de operación obteniendo para $\mu=0.025$ y $k=0.08\text{cm}$.

$$W = \frac{(0.025)(5\text{cm}) + 2(0.08)}{35.56\text{cm}}$$

$$W = 0.04856$$

El factor de resistencia de los rodillos se determina por la ecuación 26 descartando a k .

$$W_1 = \frac{(0.025)(5\text{cm})}{35.56\text{cm}}$$

$$W_1 = 0.003572$$

El intervalo entre cargas alimentadas uniformemente a laminar pasando por el desescamador se determina con la ecuación 28.

$$t = \frac{3600}{30}$$

$$t = 120\text{s}$$

Tiempo durante el cual la carga se mueve en el proceso de descascarillado usando la ecuación 29.

$$T = \frac{3.5\text{m}}{0.7\text{m/s}}$$

$$T = 5\text{s}$$

Número de cargar que se mueven simultáneamente a través del desescamador se determinara con la ecuación 27.

$$Z_0 = \frac{T}{t} = \frac{5s}{120s}$$

$$Z_0 = 0.04166$$

La potencia requerida para el motor para mover estas piezas horizontalmente se determinará con la ecuación 24 teniendo en consideración lo siguiente:

Puede ocurrir que el número de unidades de carga transportadas por hora sea $Z_0 < 1$. En este caso, la potencia requerida se determina a partir de la ecuación con $Z_0 = 1$

$$N = \frac{(1(1700)(0.04856) + (3)19.8(0.003572))0.7}{102(0.8)}$$

$$N = 0.709KW$$

Cada uno de los rodillos se le colocará un motor trifásico acoplado con un reductor de velocidad, para la potencia calculada se dividirá en 3 rodillos dando un resultado:

$$N_{Rodillo} = \frac{0.709KW}{3}$$

$$N_{Rodillo} = 0.236KW$$

Convirtiéndolo a HP

$$HP_{Rodillo} = \frac{236W}{746}$$

$$HP_{Rodillo} = 0.3163 \text{ hp}$$

3.2.4 Determinación de selección y dimensionamiento de rodamientos

Los rodamientos para los rodillos de transporte de la palanquilla en el desescamador será rodamientos rígidos de bolas para soportar carga radial de la palanquilla en los rodillos, la carga soportada por cada rodillo es de 1190kg con una velocidad de giro de 38.5rpm y un diámetro del eje de 50mm.

La carga en cada uno de los rodamientos será de igual magnitud, la fuerza aplicada sobre el rodillo será el resultado de la multiplicación de la masa por la gravedad quedando la siguiente expresión:

$$Fuerza\ aplicada = (1190kg)(g) = \frac{(1190kg)9.81m}{s^2} = 11674N$$

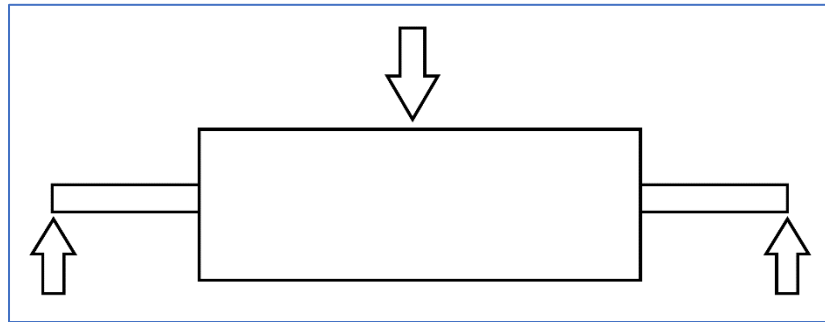


Ilustración 3.19: Fuerzas aplicadas en el rodillo, fuente propia.

Las fuerzas de las reacciones será el valor de la fuerza aplicada entre 2, el resultado obtenido será la fuerza aplicada en cada uno de los rodamientos.

$$Fuerza\ aplicada\ en\ el\ rodamiento = \frac{11674N}{2} = 5837N$$

Con base al catálogo de Rodamientos y soportes de Pie SNL de SKF se seleccionó un rodamiento rígido de una hielera de bolas con un diámetro interior de 50mm.

Del catálogo de soportes de pie SNL de SKF (pág. 87) se seleccionó el siguiente soporte para un eje de 50mm para un tipo de eje escalonado para este soporte se muestra las dimensiones, el tipo de rodamiento recomendado para su alojamiento y los accesorios para este soporte.

Soporte con rodamiento de rodillos a rótula obturado

Eje		Asiento del rodamiento		Anchura entre obturaciones		Rodamientos apropiados y componentes asociados		Anillos de fijación		
d _a	d _b	d _c ¹⁾ min.	d _c ¹⁾ máx.	C _a	D _a	A ₂	A ₃	A ₄		
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
50	60	57	58	41	90	102	165	-	1210 ETN9 - 1310 ETN9 21310 E	Rodamiento de bolas a rótula Rodamiento de rodillos a rótula Rodamiento de rodillos toroidales CARB Anillos de fijación 2 por soporte Rodamiento de bolas a rótula Rodamiento de rodillos a rótula Rodamiento de rodillos a rótula obturado Rodamiento de rodillos toroidales CARB
60	-	-	-	48	110	117	180	-	2210 ETN9 22210 E BS2-2210-2CS/VT143²⁾ C 2210 TN9	FRB 9/90 FRB 9/90 FRB 6.5/90 FRB 9/90
60	-	-	-	48	110	117	180	-	2310 22310 E - -	FRB 4/110 FRB 4/110 - -

Ilustración 3.20: Dimensiones del soporte de rodamientos con eje de 50mm SKF, fuente SKF. (2009) Soportes de pie para rodamientos. [tabla] Soportes de pie SNL. <https://www.skf.com/es/products/SNL-catalogue>

En la siguiente imagen se muestran la continuación de las dimensiones del soporte de pie y su designación.

Obturaciones de doble labio, diseño G¹⁾

Obturaciones laberínticas, diseño S

Obturaciones de taconita, diseño ND

Obturaciones de aceite, diseño TURU

Eje	Soporte Dimensiones										Masa	Designaciones Soporte	Obturaciones	Tapa lateral
d _a	A	A ₁	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G				
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	—		
50	90	60	113	60	25	170	205	20	15	12	3,00	SNL 210 SNL 210 SNL 510-608 SNL 210 SNL 210	TSN 210 G TSN 210 A 4 FS 170 TSN 210 S TSN 210 ND	ASNH 512-610 ASNH 512-610 ASNH 510-608 ASNH 512-610 ASNH 512-610
	105	70	134	70	30	210	255	24	18	16	5,10	SNL 512-610 SNL 512-610 SNL 512-610 SNL 512-610	TSN 310 G TSN 310 A TSN 310 S TSN 310 ND	ASNH 512-610 ASNH 512-610 ASNH 512-610 ASNH 512-610

Ilustración 3.21 Dimensiones de soporte de rodamientos con eje de 50mm SKF continuación, fuente SKF. (2009) Soportes de pie para rodamientos. [tabla] Soportes de pie SNL. <https://www.skf.com/es/products/SNL-catalogue>

Para este tipo de soporte de pie para rodamientos está ajustado para las dimensiones del asiento de un rodamiento con las siguientes medidas con un diámetro exterior del rodamiento de $D_a=90\text{mm}$, un ancho de rodamiento de $B=20\text{mm}$ considerando los dos anillos de fijación con espesor de 10.5mm dando un total de $C_a=41\text{mm}$.

En base en las medidas especificadas para el soporte de pida de rodamientos se selecciona un rodamiento con las siguientes características, 50mm de diámetro de eje, 90mm de diámetro exterior del rodamiento, 20mm ancho del rodamiento y una carga dinámica de superior de 5.83kN .

El diagrama ilustra las dimensiones principales de un rodamiento de bolas. Se muestran dos vistas: una en perspectiva y una en sección transversal. Las dimensiones etiquetadas son: D (diámetro exterior), D1 (distancia entre centros de bolas), D2 (distancia entre centros de bolas en la sección transversal), B (ancho), d (diámetro interior), d1 (distancia entre centros de bolas en la sección transversal), r1 (radio de curvatura de la pista exterior) y r2 (radio de curvatura de la pista interior).

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	—
50	65	7	6,76	6,8	0,285	20 000	13 000	0,052	61810
	72	12	14,6	11,8	0,5	19 000	12 000	0,14	61910
	80	10	16,8	11,4	0,56	18 000	11 000	0,18	* 16010
	80	16	22,9	16	0,71	18 000	11 000	0,26	* 6010
	90	20	37,1	23,2	0,98	15 000	10 000	0,45	* 6210
	110	27	65	38	1,6	13 000	8 500	1,1	* 6310
	130	31	87,1	52	2,2	12 000	7 500	1,95	6410

Ilustración 3.22: Dimensiones y capacidad de rodamientos con eje de 50mm SKF, fuente SKF. (2015) Rodamientos rígidos de bolas. [tabla] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-catalogue>

Del catálogo de rodamientos de SKF (pág. 328) se seleccionó el rodamiento 6210 para un eje de 50mm , en la ilustración se muestra las dimensiones, capacidad de carga básica, carga límite de fatiga, velocidades nominales y designación.

El rodamiento 6210 tiene las siguientes características:

Diámetro interior: 50mm

Diámetro exterior: 90mm

Ancho: 20mm

Cargar dinámica: 37.1KN

Carga estática: 23.2KN

Carga límite de fatiga: 0.98KN

Cálculo de Vida nominal básica

La relación existente entre la duración, la capacidad de carga dinámica y la carga aplicada al rodamiento, viene expresada por la ecuación 30 teniendo en consideración la fuerza ejercida en el rodamiento de bolas 6210 de 5.837KN y su carga dinámica de 37.1KN.

$$L = \left(\frac{37.1KN}{5.837KN} \right)^3$$

$$L = 256.775 \text{ millones de revoluciones}$$

La duración se expresa en número de horas para el rodamiento 6210 se calcula con la ecuación 31 con una velocidad de rotación de 38.5 RPM.

$$L_h = \frac{10^6}{60(38.5)} (256.775)$$

$$L_h = 111158 \text{ horas de funcionamiento}$$

Cálculo de Vida nominal SKF para una confiabilidad de 90%

Para el cálculo de la vida nominal para rodamientos SKF (pág. 65) se determina usando la ecuación 32 considerando los factores de ajuste de vida útil para mayor confiabilidad y el factor de modificación de vida útil

$$L_{nm} = a_1 a_{skf} (256.775)$$

Debido a que es necesario contar con una confiabilidad del 90%, se debe calcular la vida nominal SKF y a_1

Para determinar a_1 se en cuenta en la tabla del catálogo de SKF con respecto a una confiabilidad del 90% se obtiene un facto de $a_1=1$.

Valores del factor de ajuste de la vida útil a_1			
Confiabilidad	Probabilidad de falla	Vida nominal SKF	Factor
	n	L_{nm}	a_1
%	%	millones de revoluciones	–
90	10	L_{10m}	1
95	5	L_{5m}	0,64
96	4	L_{4m}	0,55
97	3	L_{3m}	0,47
98	2	L_{2m}	0,37
99	1	L_{1m}	0,25

Ilustración 3.23: Valores de ajuste de la vida útil de rodamientos SKF., fuente SKF. (2015) Valores del factor de ajuste de la vida útil. [tabla] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-catalogue>

Condiciones de lubricación

Utilizando los valores de dimensiones del diámetro del rodamiento 6210 para determinar a d_m .

$$d_m = 0.5(d + D) = 0.5(50\text{mm} + 90\text{mm})$$

$$d_m = 70\text{mm}$$

Utilizando la siguiente gráfica de viscosidad nominal a la temperatura de funcionamiento del catálogo de rodamientos SKF (pág. 72) considerando $d_m=70\text{mm}$ y una velocidad de rotación de 38.5RPM.

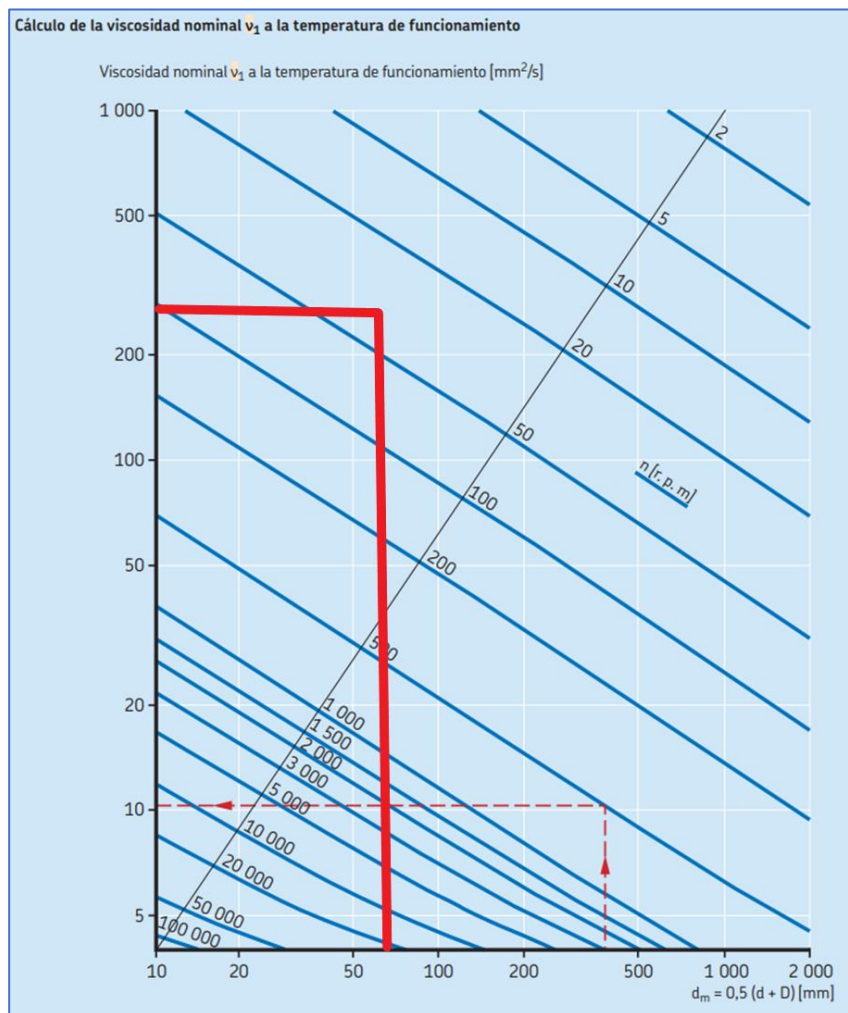


Ilustración 3.24: Viscosidad nominal a temperatura de funcionamiento para rodamientos SKF, fuente SKF. (2015) Cálculo de la viscosidad nominal. [diagrama] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-catalogue>

El valor viscosidad nominal a la temperatura de funcionamiento es de aproximadamente $v_1=300\text{mm}^2/\text{s}$.

Para determinar el grado de viscosidad de la ISO se determina a partir de la gráfica que está en función viscosidad nominal a la temperatura de funcionamiento $v_1=300\text{mm}^2/\text{s}$ y la temperatura para el rodamiento será de 40°C .

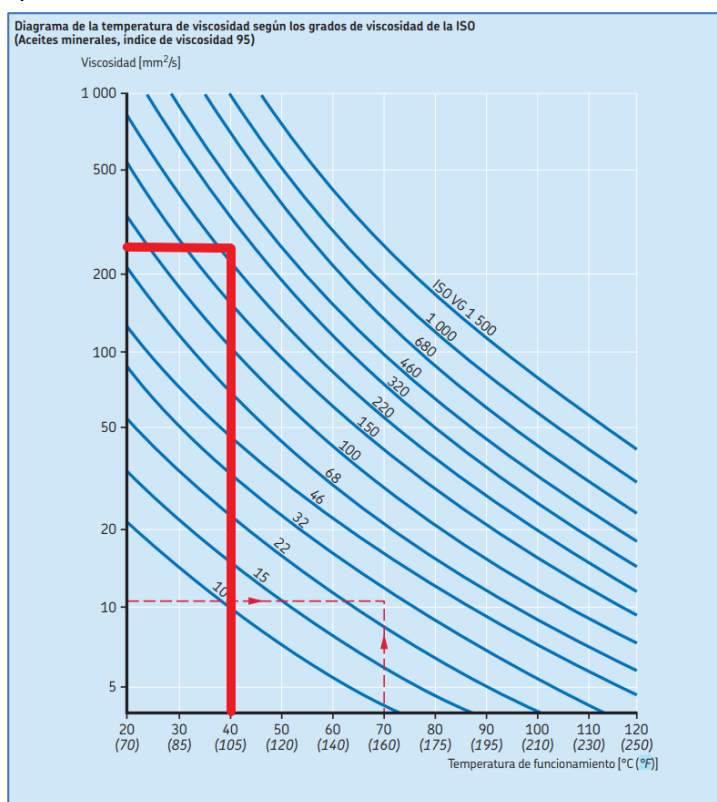


Ilustración 3.25: Diagrama de temperatura de viscosidad de la ISO, fuente SKF. (2015) Diagrama de la temperatura de viscosidad ISO. [diagrama] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-catalogue>

De la gráfica se obtiene un grado de viscosidad de ISO VG 220 con un valor de viscosidad de $v=220\text{mm}^2/\text{s}$ a una temperatura de 40°C .

Para determinar el factor k se determina de la siguiente forma:

$$K = \frac{v}{v_1} = \frac{220}{300}$$

$$K = 0.7333$$

Ilustración 3.26: Clasificación de viscosidad conforme a la norma ISO 3448 fuente SKF. (2015) clasificación de viscosidad de acuerdo con la norma ISO 3448. [tabla] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-catalogue>

Clasificación de viscosidad de acuerdo con la norma ISO 3448			
Grado de viscosidad	Viscosidad cinemática límite a 40°C		
	media	mín.	máx.
— mm²/s			
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1 000	1 000	900	1 100
ISO VG 1 500	1 500	1 350	1 650

Factor de contaminación

El factor de contaminación (η_c) se encuentra en la siguiente tabla de valores orientados para el factor de contaminación en función de d_m

Valores orientativos para el factor η_c para distintos niveles de contaminación		
Condiciones	Factor $\eta_c^{(1)}$ para rodamientos con diámetro medio	
	$d_m < 100 \text{ mm}$	$d_m \geq 100 \text{ mm}$
Limpieza extrema - tamaño de las partículas aproximadamente igual al espesor de la película de lubricante - condiciones de laboratorio	1	1
Gran limpieza - aceite lubricante con filtración muy fina - condiciones típicas: rodamientos sellados lubricados con grasa de por vida	0,8 ... 0,6	0,9 ... 0,8
Limpieza normal - aceite lubricante con filtración fina - condiciones típicas: rodamientos con placas de protección lubricados con grasa de por vida	0,6 ... 0,5	0,8 ... 0,6
Contaminación ligera condiciones típicas: rodamientos sin sello integral, filtrado grueso, partículas de desgaste y leve ingreso de contaminantes	0,5 ... 0,3	0,6 ... 0,4
Contaminación típica condiciones típicas: rodamientos sin sello integral, filtrado grueso, partículas de desgaste e ingreso de partículas desde el exterior	0,3 ... 0,1	0,4 ... 0,2
Contaminación severa - condiciones típicas: altos niveles de contaminación debido a desgaste excesivo o sellos ineficaces - disposición de los rodamientos con sellos ineficaces o dañados	0,1 ... 0	0,1 ... 0
Contaminación muy severa condiciones típicas: niveles de contaminación tan graves que los valores de η_c están fuera de escala, lo que reduce significativamente la vida útil del rodamiento	0	0

Ilustración 3.27: Factor de contaminación, fuente SKF. (2015) Valores orientativos para el factor de contaminación. [tabla] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-catalogue>

Para el factor de contaminación (η_c) considerando $d_m=70$ siendo inferior a 100, el factor de contaminación con una condición Normal, el valor del factor de contaminación= 0.5.

$$\eta_c = 0.5$$

Para determinar el Factor de modificación de la vida útil (a_{skf}) se determina con la gráfica a continuación en función de K y $\eta_c(P_u/P)$.

Para $k=0.733$

$\eta_c = 0.5$ (Factor de contaminación)

P_u : 0.98kN (Carga límite de fatiga)

P : 5.837kN (Fuerza aplicada en el rodamiento)

$$\eta_c \left(\frac{P_u}{P} \right) = 0.5 \left(\frac{0.98 \text{ kN}}{5.837 \text{ kN}} \right) = 0.084$$

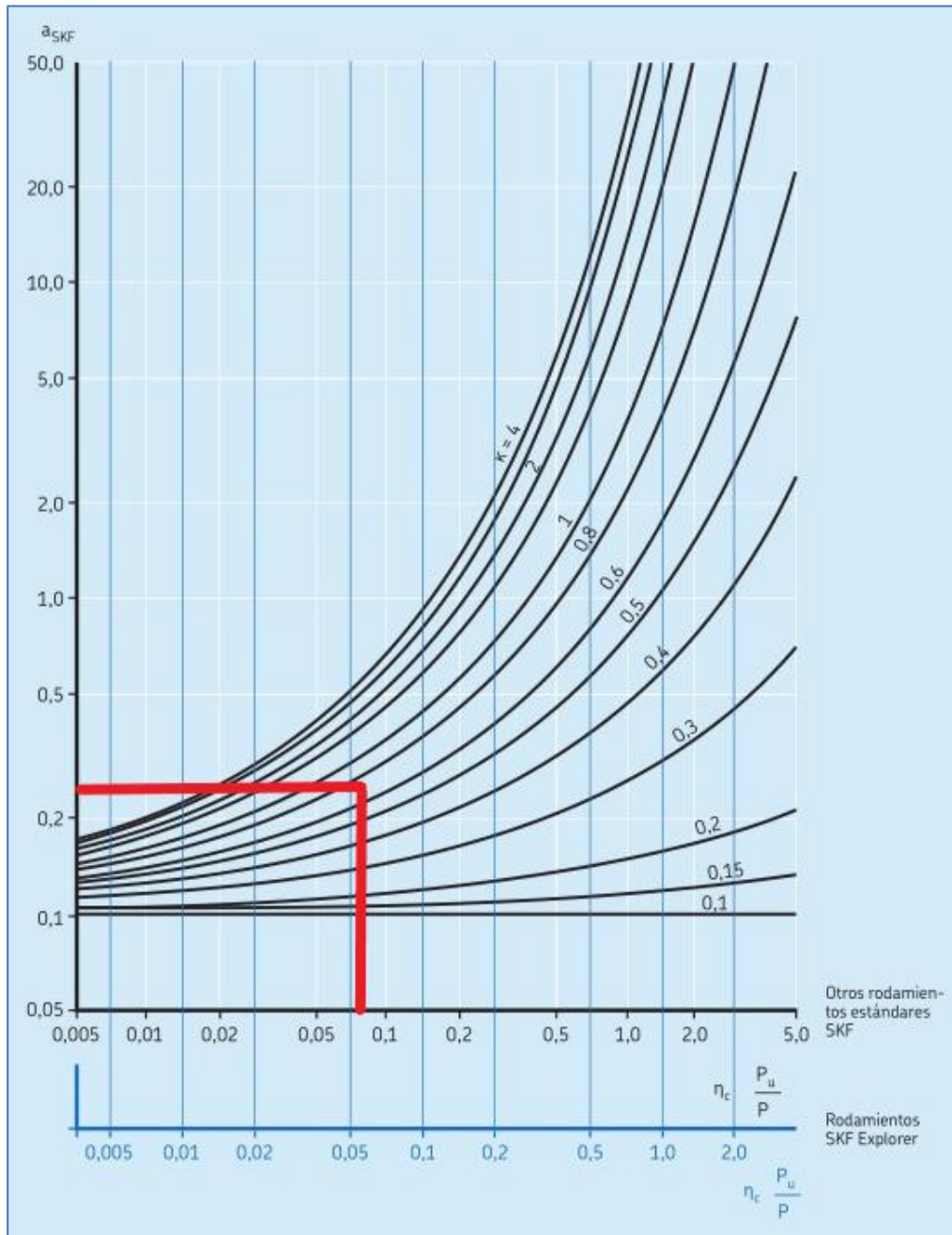


Ilustración 3.28: El factor de modificación de la vida útil, fuente SKF. (2015) Diagrama de factor de modificación de la vida útil. [diagrama] Rodamientos SKF. <https://www.skf.com/es/products/rolling-catalogue>

El factor de modificación de la vida útil será (a_{skf}) =0.3

Para el cálculo de la vida nominal para rodamientos SKF se determina usando la ecuación 32 considerando los factores de ajuste de vida útil para mayor confiabilidad $a_1 = 1$ y el factor de modificación de vida útil $a_{skf} = 0.3$

$$L_{nm} = 1(0.3)(256.775)$$

$$L_{nm} = 77.03 \text{ millones de revoluciones}$$

La duración para SKF se expresa en número de horas de servicio se determina usando la ecuación 33.

$$L_{nmh} = \frac{10^6}{60(38.5)} (77.03)$$

$$L_{nmh} = 33347.4 \text{ horas de funcionamiento}$$

3.2.5 Modelado de desescamador de palanquillas

Se realizó el modelado del desescamador actual basándose en las características y de dimensiones del desescamador ya montado, para este nuevo desescamador posera dos cabezales de descascarillado con mismas características, uno de estos cabezales será el principal para el proceso de descascarillado y el otro cabezal será el sustituto cuando el cabezal principal no esté operando ya sea por una falla imprevista o por actividades de mantenimiento, además las dimensiones para este diseño de desescamador no deben de excederse de los 3.5 metros de longitud y una altura de 1.2 metros.

Se modeló el desescamador actualmente montado mediante el uso del software de diseño en 3D SolidWorks.

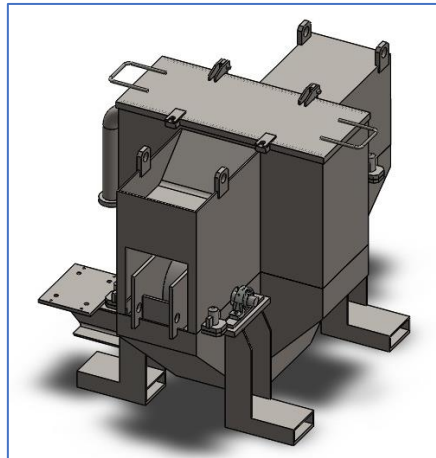


Ilustración 3.29: Modelo del desescamador actualmente montado, fuente propia.

3.2.5.1 Cubierta inferior

Con base al diseño de desescamador actualmente montado se consideró gran parte de la estructura para el nuevo diseño de desescamador, primero se modeló la guarda inferior, para la longitud de esta pieza se consideró el espaciamiento de los 3 rodillos que poseerá el nuevo diseño el espaciamiento es de 1075 mm esta medida es la separación de los rodillos que anteriormente se determinó, el modelo de la estructura de la guarda inferior es el siguiente:

La separación de 1075mm se consideró para las 2 cabinas donde se encontrarán colocados los cabezales y base de los motores que estarán acoplados a los rodillos junto con los soportes de pie de los rodamientos.

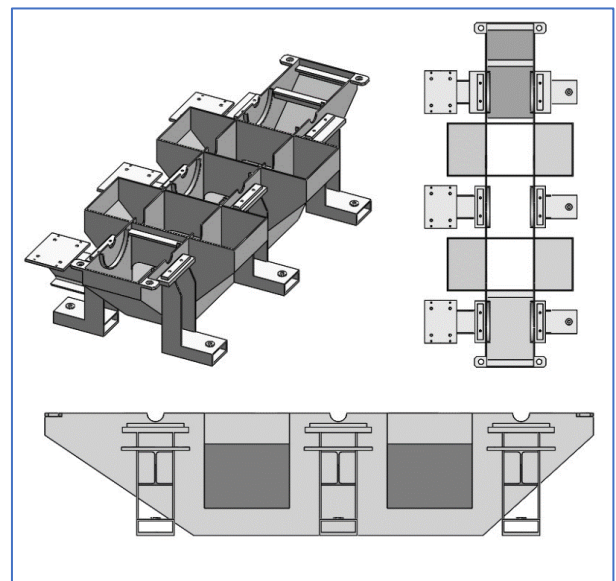


Ilustración 3.30: Guarda inferior, fuente propia.

3.2.5.2 Cubierta superior

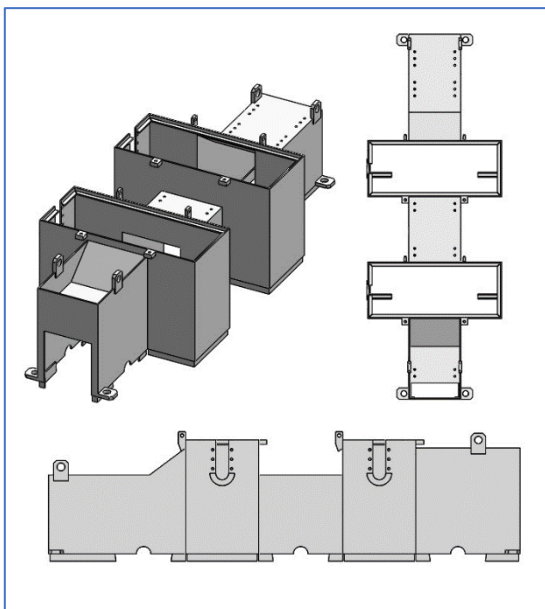


Ilustración 3.31: Cubierta superior, fuente propia.

La parte superior del desescamador basándose en dimensiones de la estructura y soluciones de los problemas del desescamador actualmente montado, para este modelo se tomó las dimensiones de separación de los rodillos de 1075mm para las cabinas donde se colocarán los 2 cabezales rociadores con las aberturas donde se colocarán y soportes para los dos cabezales rociadores. Para los cabezales se aislaron en dos cabinas para impedir que la cascarilla se acumule en el otro cabezal y dañe las boquillas, cuando se esté descascarillado la palanquilla impidiendo afectar al otro cabezal. En la estructura de la cubierta superior se le colocara arreglos de cadenas distribuidas en la lo largo de la estructura, estas se encontrarán en la entrada,

intermedio y salida del desescamador para una mejor concentración de la cascarilla depositándola en la tova para el desalojo de la cascarilla generada en el proceso de descascarillado.

3.2.5.3 Tapa

En el modelo de la tapa se usó dimensiones de la cubierta superior, el modelo se mejoró la fijación de la tapa, correcciones en las dimensiones para cerrar la tabla este problema se presentaba en el desescamador actual y se agregaron aberturas para el desalojo del vapor generado en proceso de descascarillado de la palanquilla, las aberturas para del desalojo del vapor deben de tener 1mm de espesor y una separación de 20mm para impedir el escape de la cascarilla a través de esas aberturas de la tapa.

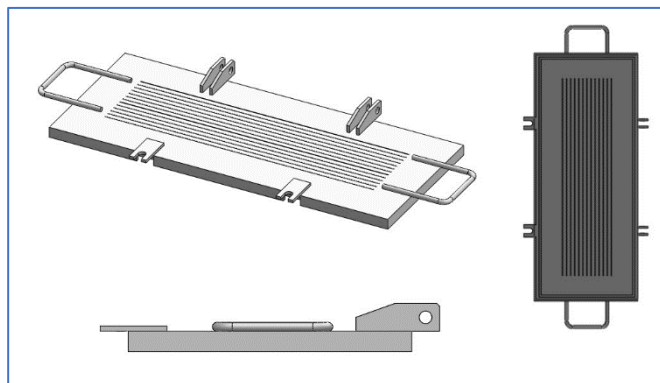


Ilustración 3.32: Tapa, fuente propia.

3.2.5.4 Rodillos

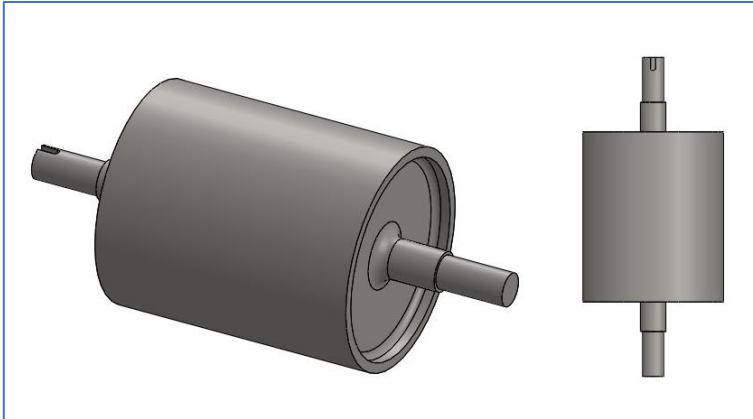


Ilustración 3.33: Rodillo, fuente propia.

Los rodillos se consideraron las dimensiones previamente determinadas en base a la capacidad de carga, velocidad de transporte de material, dimensiones de la palanquilla y del rodamiento con su soporte (chumacera). Para la colocación del rodamiento se seleccionó un eje escalonado, este eje lo que permite una instalación más rápida y la

colocación es más precisa, este rodillo es el mismo para en transporte de la palanquilla en la entrada, intermedio y salida del desecador.

3.2.5.5 Cabezal

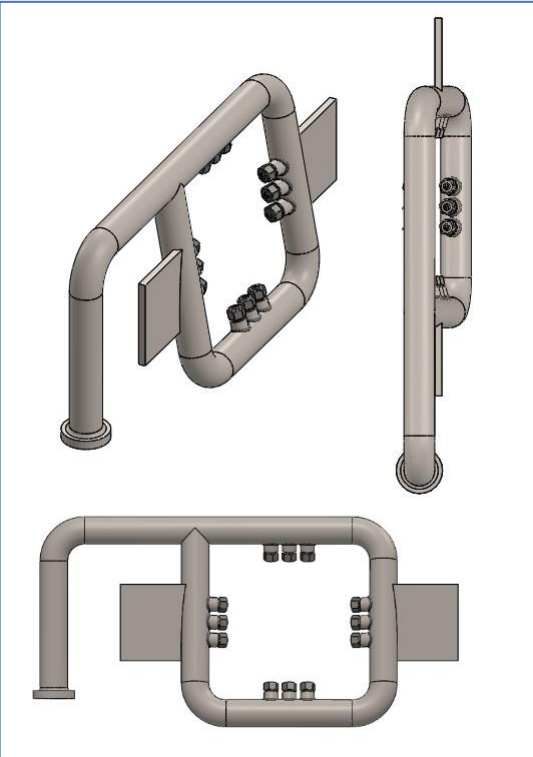


Ilustración 3.34: Cabezal, fuente propia.

El cabezal el cual está diseñado para un tamaño de palanquilla de 170x170mm con una separación de 120mm, para el diseño del cabezal se consideró basándose en el cabezal del desescamador actualmente montado, aplicando las dimensiones recomendadas para el diseño de rociadores descascarilladores en base a las necesidades que se desean y basándose a las recomendaciones del fabricante de boquillas Lechler para este cabezal, las dimensiones previamente determinadas para un óptimo proceso de descascarillado, se agregaron dos sujeciones a los lados del cabezal estos mejoraran la fijación del cabezal impidiendo desplazamiento del cabezal al momento de presurizar el agua rociando la superficie de la palanquilla removiendo la cascarilla y esta es uno de los problemas que tiene el desescamador actualmente montado es este presentaba

desplazamientos lo que ocasionaba un ligera torción en la tubería de la parte superior del cabezal lo que debilitaba al unión de soldadura y ocasionaba fugas de agua perdiendo presión, presentado una situación de riesgo manejando esas cantidades de presión elevadas para el proceso de descascarillado, además el tipo de conexión del cabezal es de

tipo es de junta mecánica (brida) lo que permite agilizar el desmontaje para actividades de mantenimiento como es de cambio o limpieza de las boquillas.

3.2.5.6 Guías de sección entrada, intermedio y salida

Las siguientes piezas son las guías están diseñadas para la configuración de palanquillas de 170x170mm con una separación de pared de la guía de 15mm basándose en las guías de entrada-salida del descamado actualmente montado y guías de transporte de material en el tren de laminación, cada una de estas guías esta dimensionado para la su colocación en la sección de entrada, sección intermedia y sección de salida del desescamador.

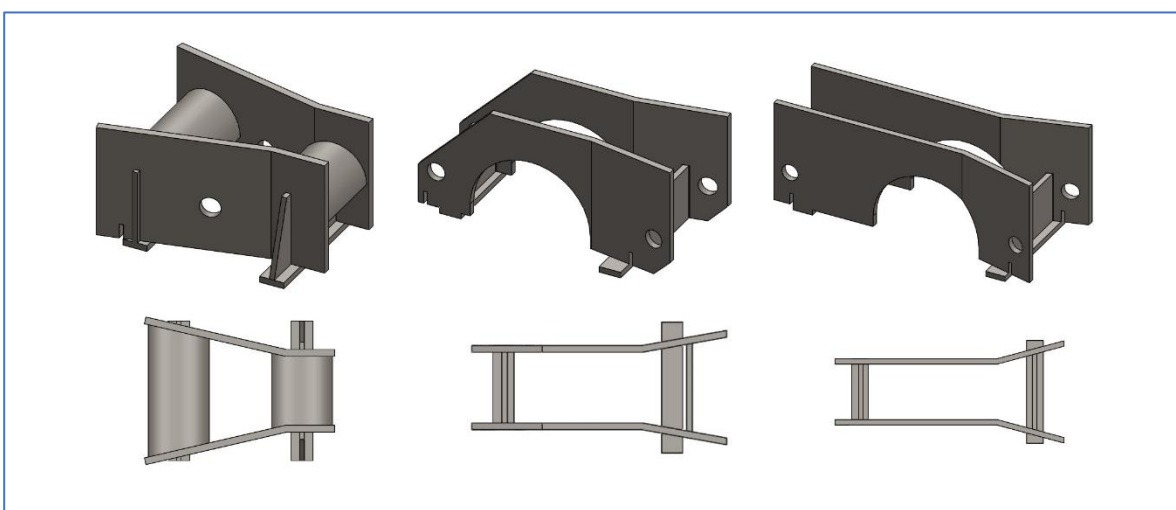


Ilustración 3.35: Guías de sección entrada, intermedio y salida, fuente propia.

3.2.5.7 boquillas

Las siguientes piezas a modelar son las que conformaran las boquillas descascarilladoras que se colocara en el cabezal, se dimensiono con base en el catálogo de boquillas Lechler, se modelaron cada una de las piezas que contiene la boquilla que es el estabilizador de flujo, boquillas de chorro, empaquetadora y tuerca de fijación.

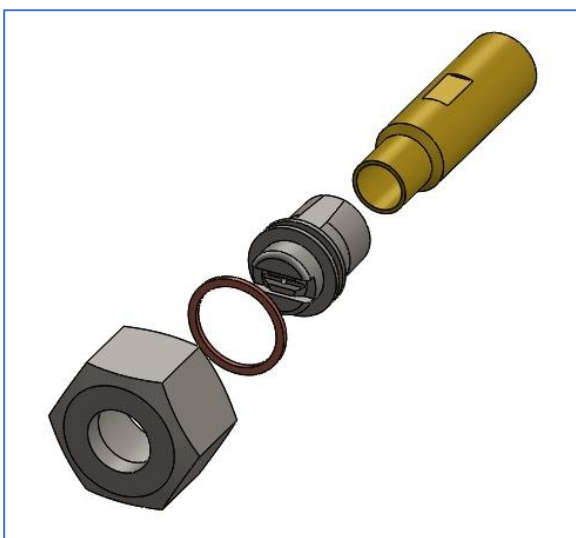
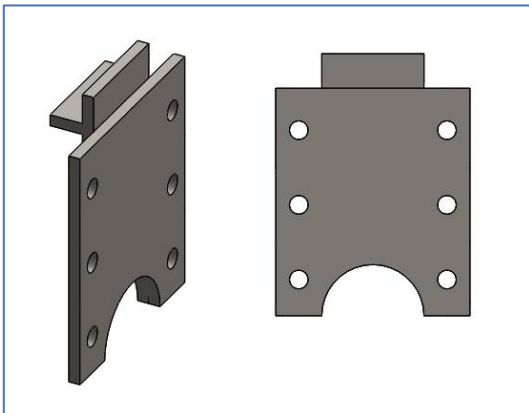


Ilustración 3.36: Boquilla, fuente propia.

3.2.5.8 Tapa lateral



La tapa se dimensionó en base a la abertura de colocación del cabezal en la parte superior lateral de la cubierta superior, esta tapa es desmontable lo que permite la facilitación de extracción del cabezal del desescamador.

Ilustración 3.37: Tapa lateral, fuente propia.

3.2.5.9 Accesorios y fijación

Las siguientes piezas modeladas son piezas de accesorios y fijación que se muestran a en la siguiente imagen, estas piezas se dimensionaron en con base a la colocación.

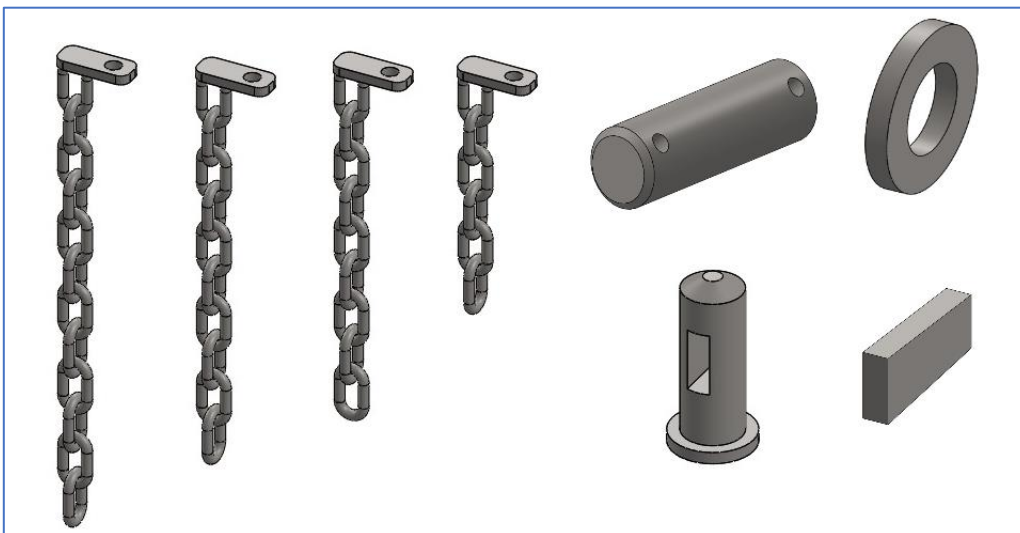


Ilustración 3.38: Accesorios, fuente propia.

Nota

Los planos completos de cada una de las piezas que conforman el desescamador se encuentran en el apartado de anexos ahí encontraras vistas, dimensiones y datos de cada.

3.2.6 Ensamble del desescamador

Una vez generadas las piezas que conformaran se procede con el ensamble del desescamador, para el ensamble se coloca la guarda inferior que estará será la base para el desescamador.

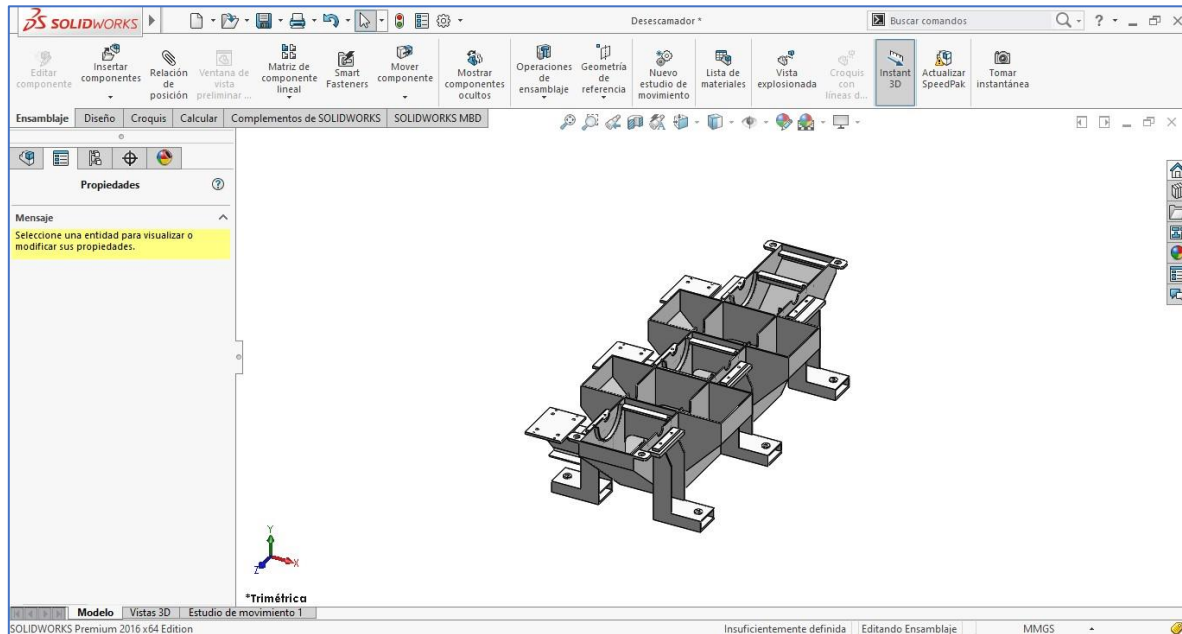


Ilustración 3.39: Ensamble del desescamador parte 1, fuente propia.

A la base se agregan los rodillos que transportaran la palanquilla a través del desescamador junto con sus rodamientos, soportes para los rodamientos y tornillería de fijación.

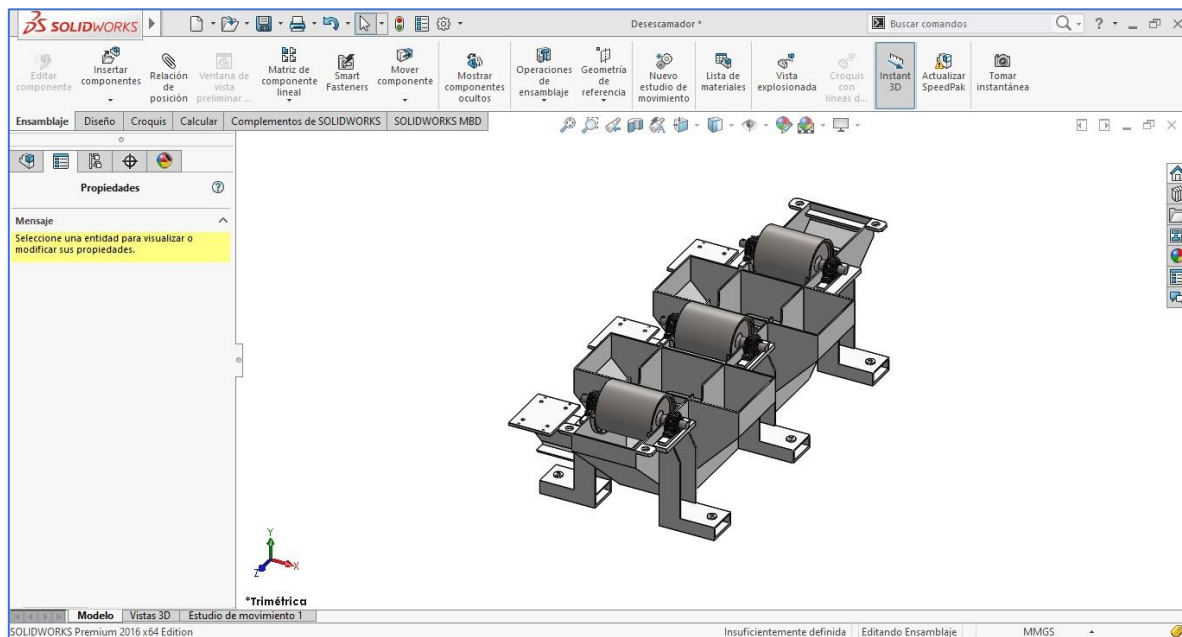


Ilustración 3.40: Ensamble del desescamador parte 2, fuente propia.

A continuación, se agregan las guías de la entrada, intermedio y salida del desescamador.

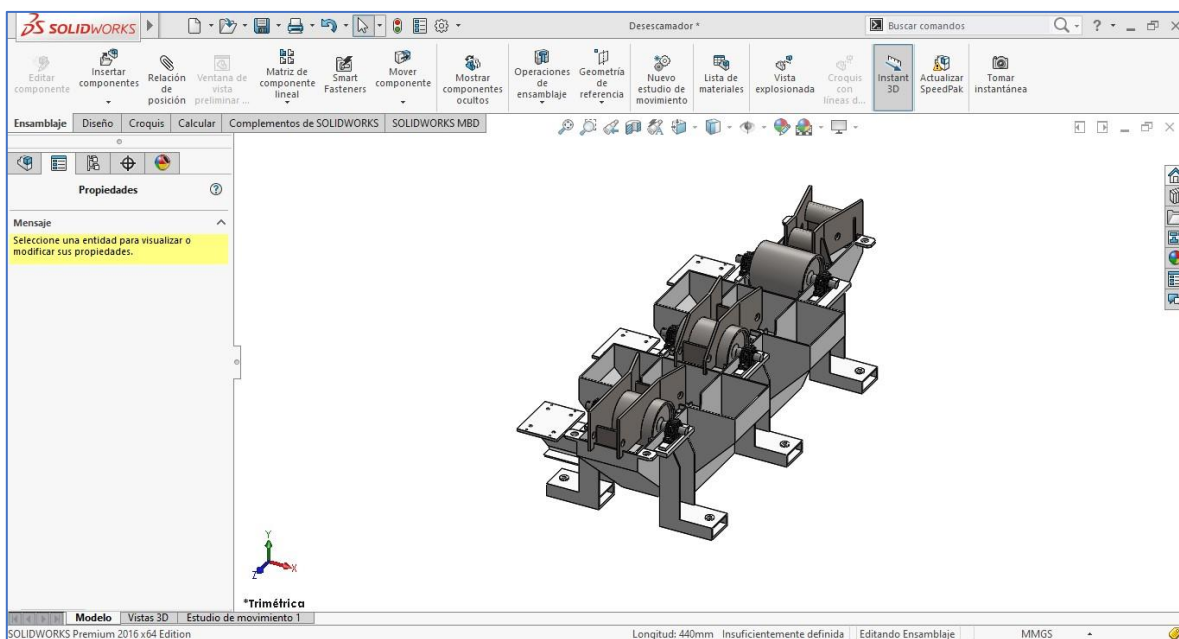


Ilustración 3.41: Ensamble del desescamador parte 3, fuente propia.

Una vez colocado las guías se procede a la colocación de la cubierta superior del desescamador junto con sus fijaciones.

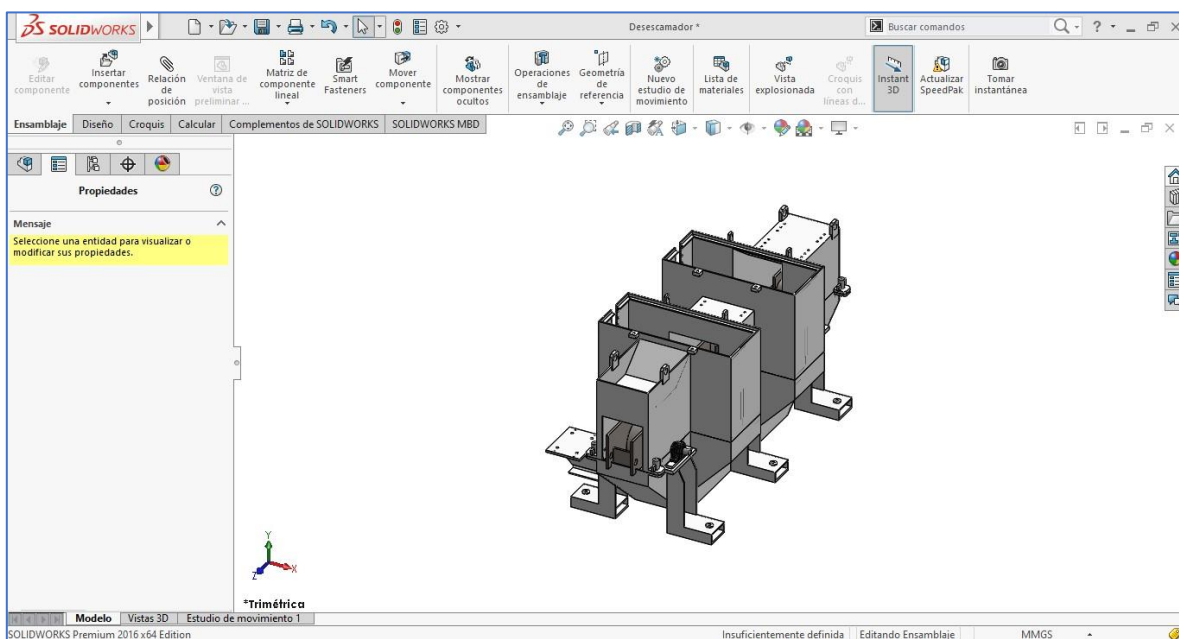


Ilustración 3.42: Ensamble del desescamador parte 4, fuente propia.

Al colocarse la cubierta superior se deben de colocar las cadenas junto con la tornillería de fijación, estas están distribuidas a lo largo de la estructura del desescamador impidiendo la salida de cascarilla por la entrada y salida del desescamador.

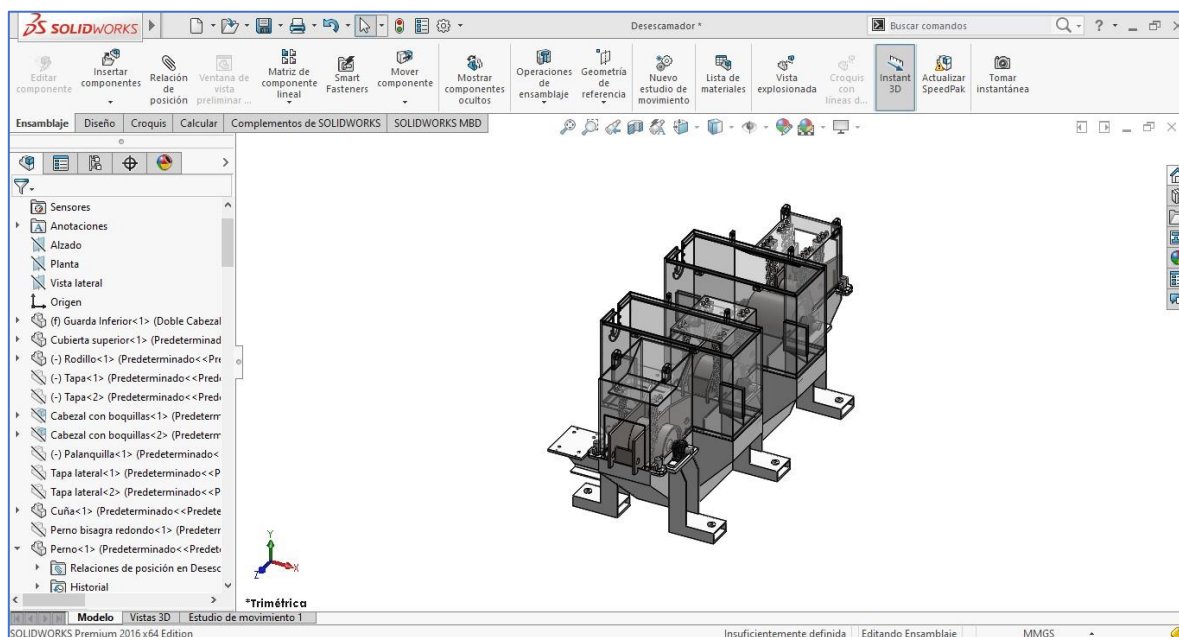


Ilustración 3.43: Ensamble del desescamador parte 5, fuente propia.

Después se coloca las tapas superiores en la cubierta superior y fijaciones.

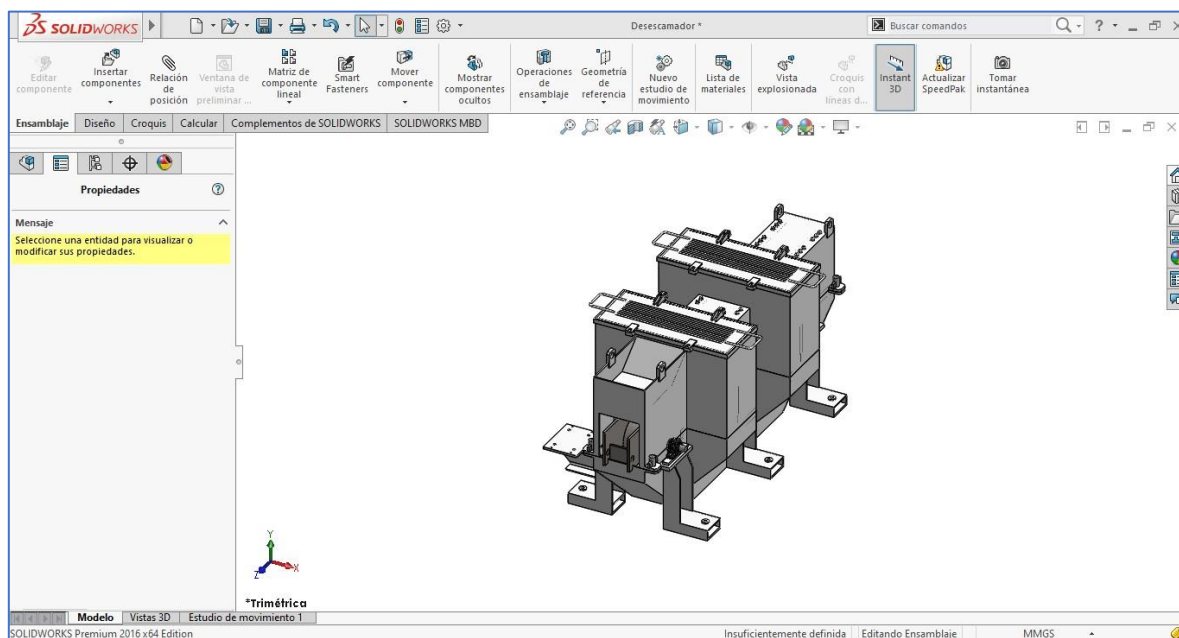


Ilustración 3.44: Ensamble del desescamador parte 6, fuente propia.

Una vez ensamblado la mayoría de la estructura se coloca el cabezal con las boquillas estas boquillas están posicionadas a 15° con respecto a su eje ya sea vertical u horizontal.

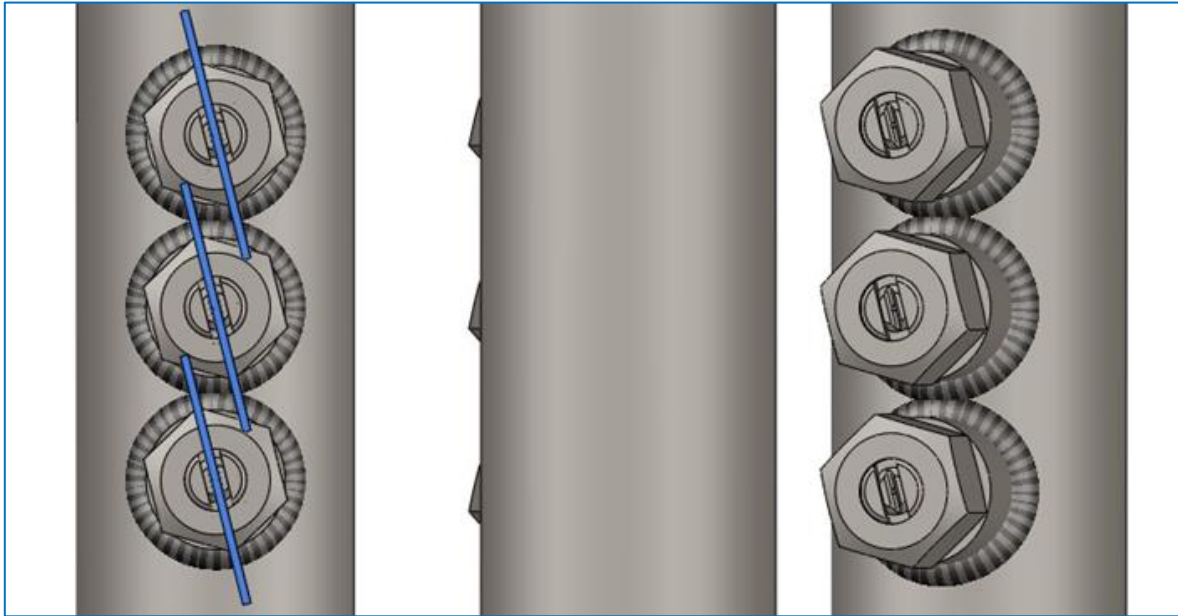


Ilustración 3.45: Ensamble del desescamador parte 7, fuente propia.

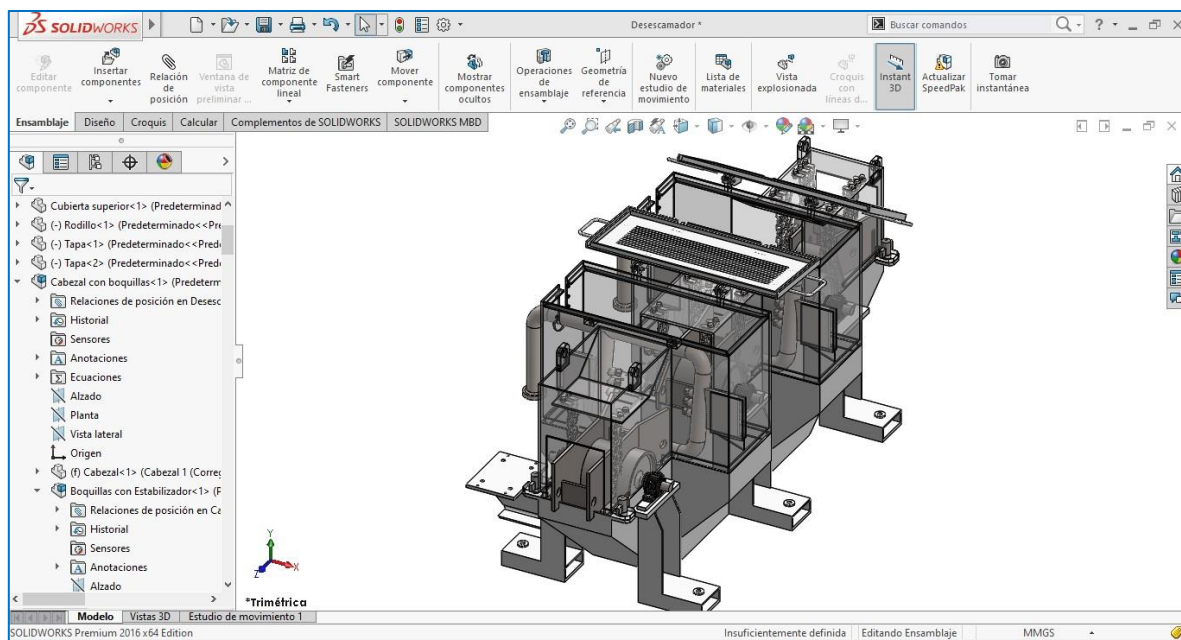


Ilustración 3.46: Ensamble del desescamador parte 8, fuente propia.

Por último, se agregan las tapas en los laterales asegurando el cabezal del desescamador y tornillería de fijación.

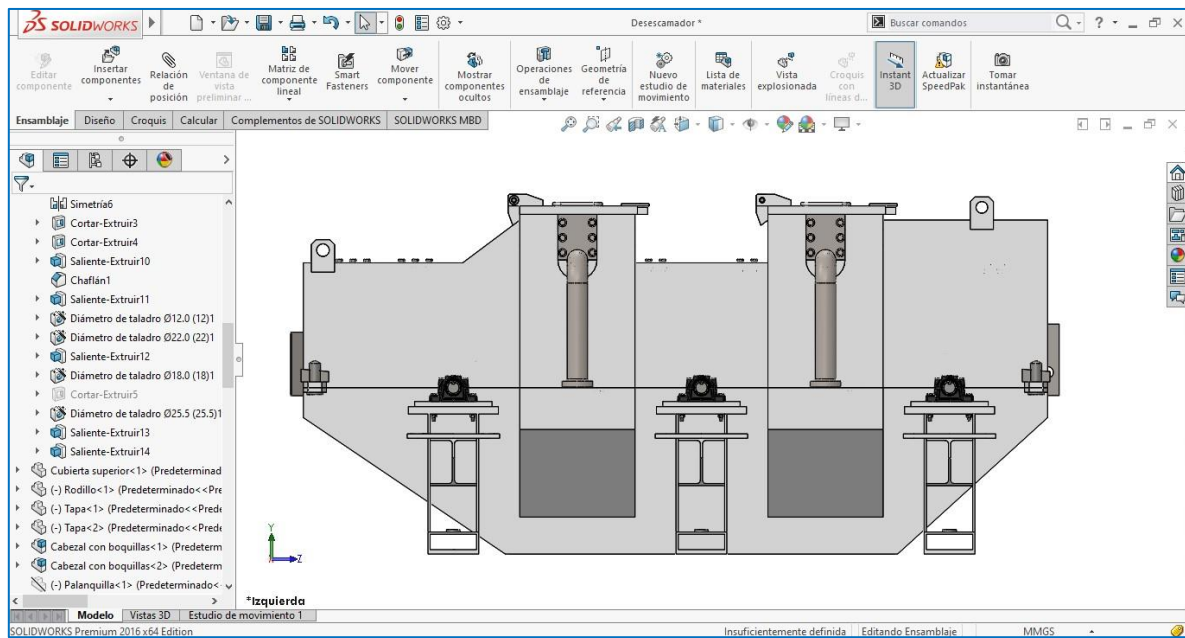


Ilustración 3.47: Ensamble del desescamador parte 9, fuente propia.

Proyección del ensamble final desescamador de doble cabezal.

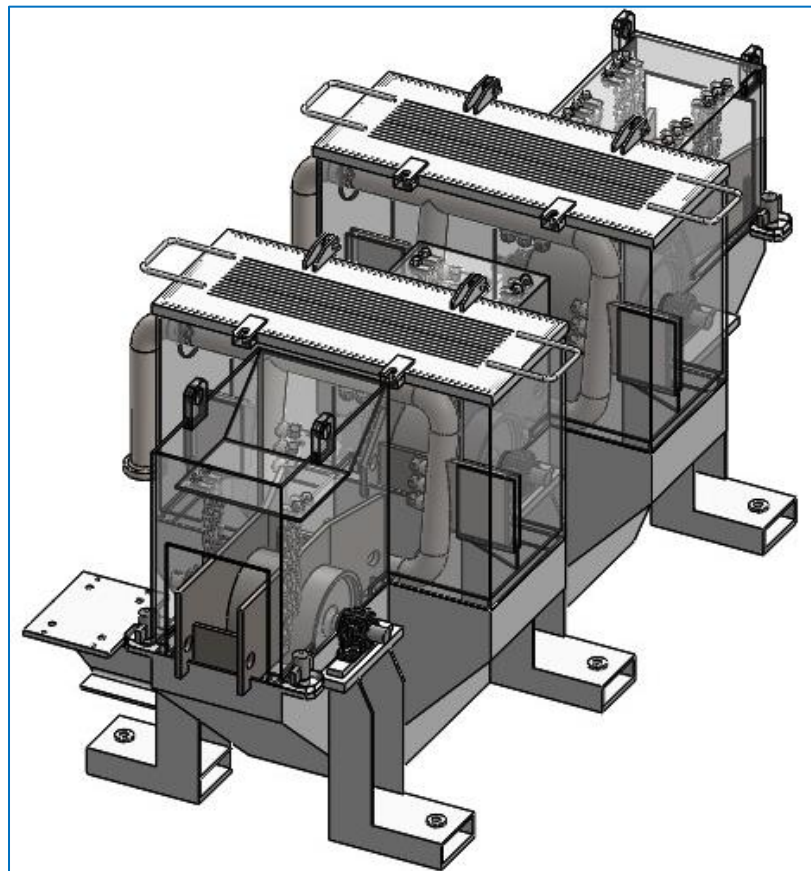


Ilustración 3.48: Desescamador de palanquillas de doble cabezal, fuente propia.

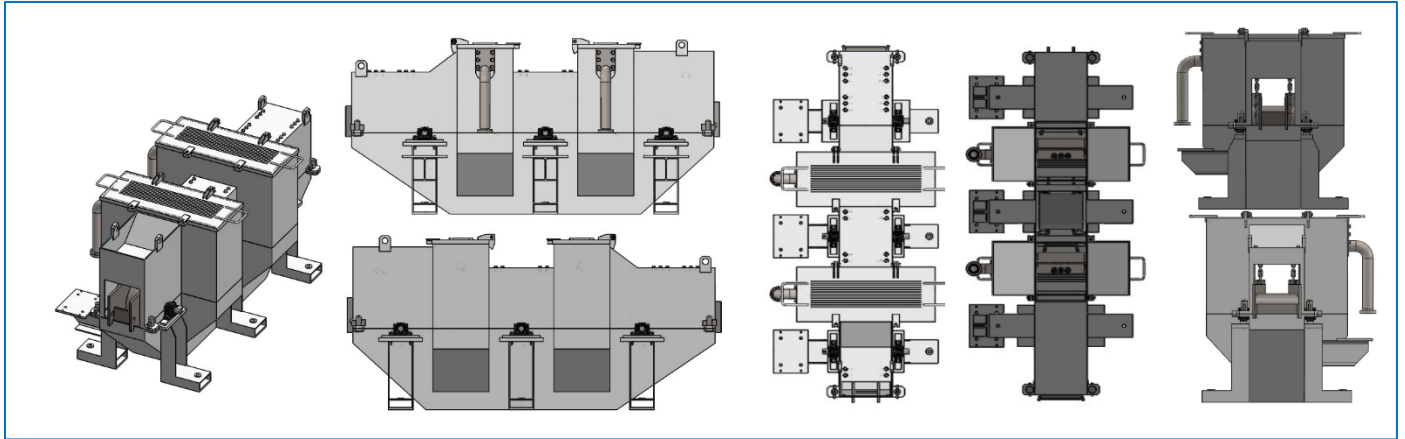


Ilustración 3.49: Vistas del desescamador de palanquillas, fuente propia.

Nota

Los planos y vistas completas de cada una de las piezas y ensambles que conforman el desescamador se encuentran en el apartado de anexos ahí encontraras vistas, dimensiones y datos.

3.2.7 Simulación

Una vez modelado y ensamblado el desescamador, se procede a realizar la simulación específicamente en uno de los cabezales del desescamador, ya que este es el encargado para descascarillar la palanquilla.

Procedimiento para realizar la simulación

Para llevar a cabo la simulación en SolidWorks Simulation y Flow Simulation es necesario realizar un proyecto y cuyo procedimiento básico es a continuación.

3.2.7.1 SolidWorks Simulation



Ilustración 3.50: Barra de menú SolidWorks, fuente propia.

En la barra de menú se busca Simulación y se selecciona nuevo estudio, a continuación, SolidWorks Simulation ofrece una serie de estudios mostrando en la siguiente imagen, el estudio a seleccionar es un análisis estático con el nombre de Proyecto Cabezal Análisis estático 1.

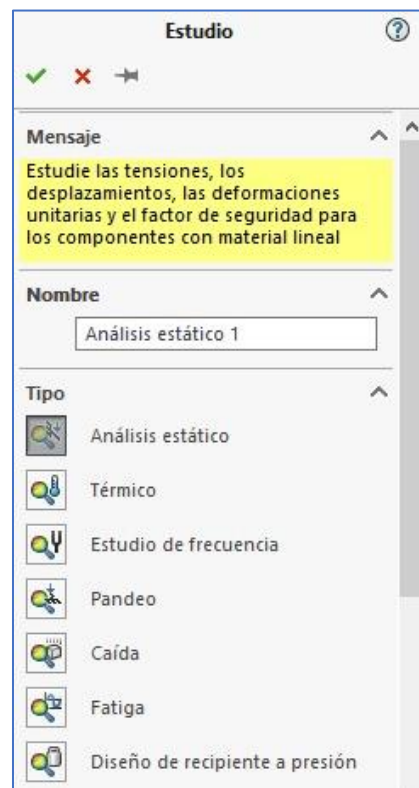


Ilustración 3.51: Estudios de SolidWorks Simulation, fuente propia.

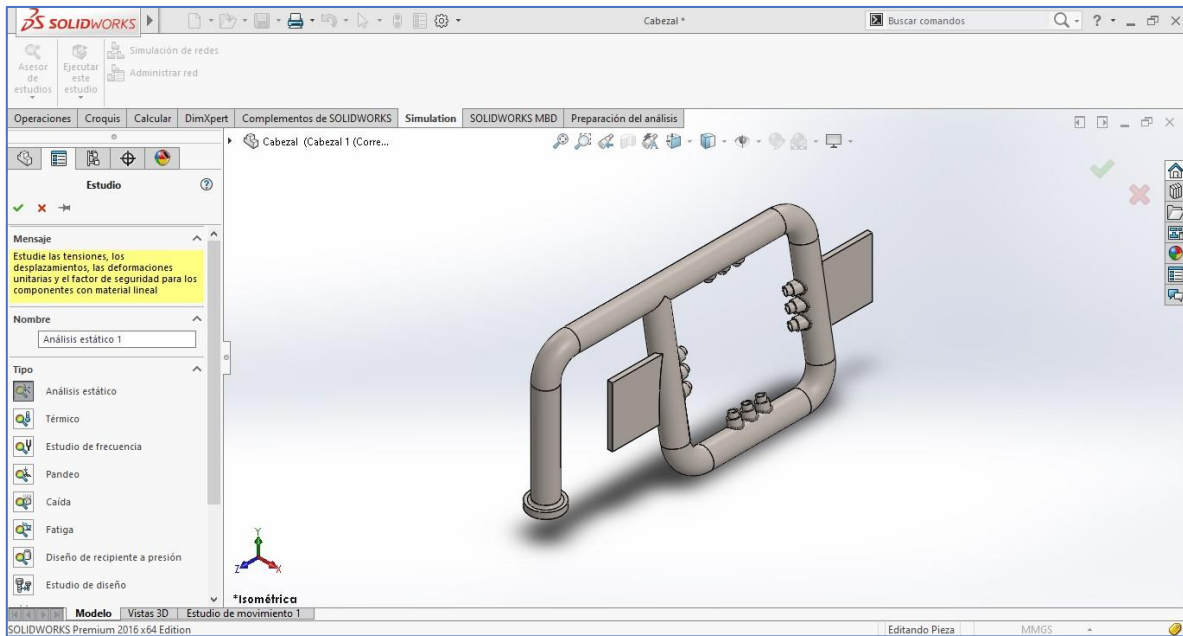


Ilustración 3.52: Interfaz de SolidWorks Simulation, fuente propia.

La interfaz para la simulación es en la ilustración siguiente, para este tipo de estudio es muy importante especificar el material que estará hecho la pieza a simular. Para este estudio se deben agregar las conexiones, sujeciones y cargas externas que se consideraran para la simulación de la pieza.

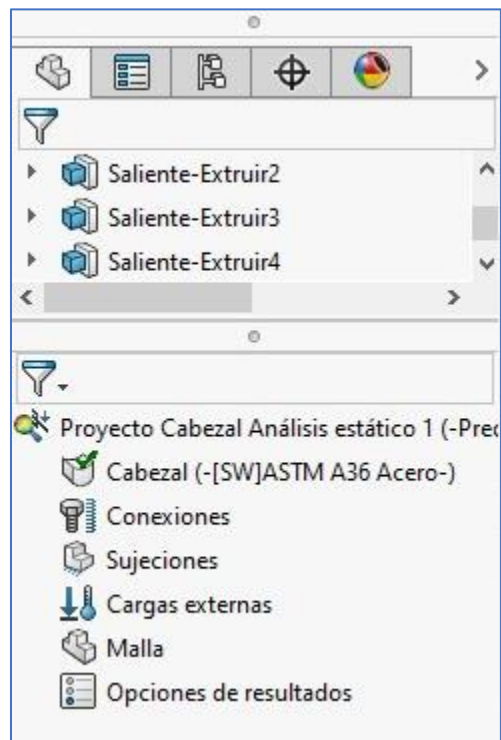


Ilustración 3.53: Elementos de conexiones, sujeciones, cargas externas y malla, fuente propia.

Para las sujeciones del cabezal será de geometría fija en las siguientes caras del cabezal que se encuentran en la entrada del cabezal y las caras laterales mostradas a continuación.

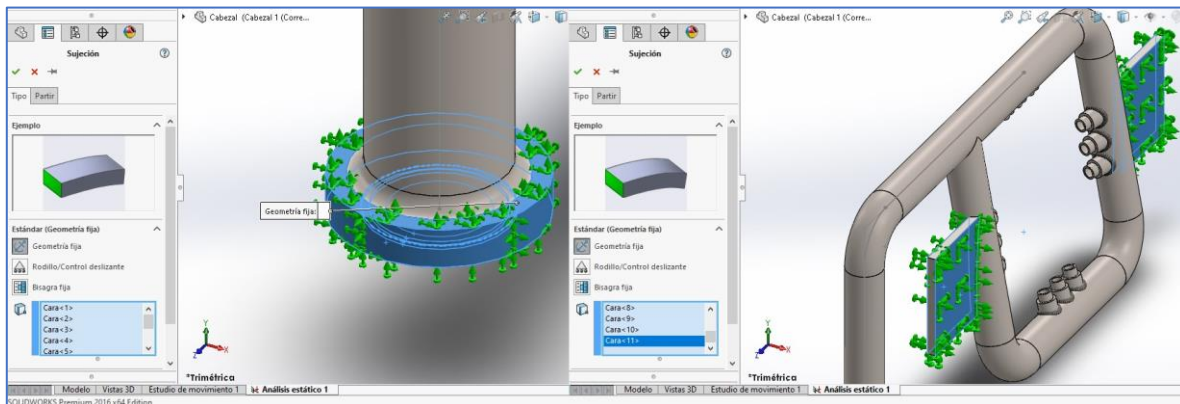


Ilustración 3.54: Fijaciones del cabezal, fuente propia.

Para las cargas del cabezal son de presión en las caras internas del cabezal del desescamador, la presión ejercida en las caras internas es de 200bar de operación seleccionada en base a las boquillas para el proceso de descascarillado de la palanquilla.

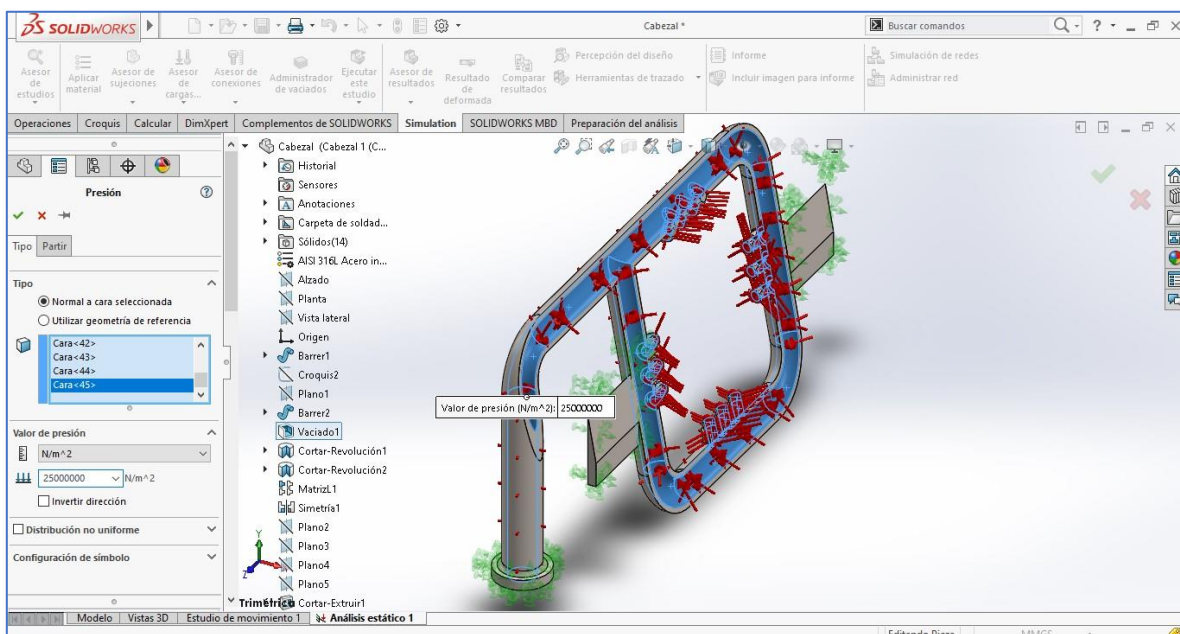


Ilustración 3.55: Carga de presión en las caras internas del cabezal, fuente propia.

Antes de ejecutar el estudio se debe mallar el elemento a analizar, para la densidad de la malla se seleccionó una malla de densidad intermedia esto debido a las limitaciones del equipo a realizar el estudio.

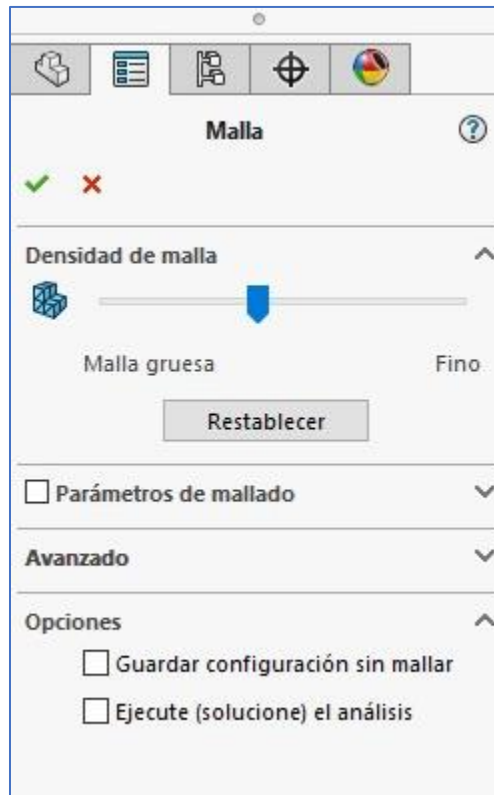


Ilustración 3.56: Densidad de la malla del estudio, fuente propia.

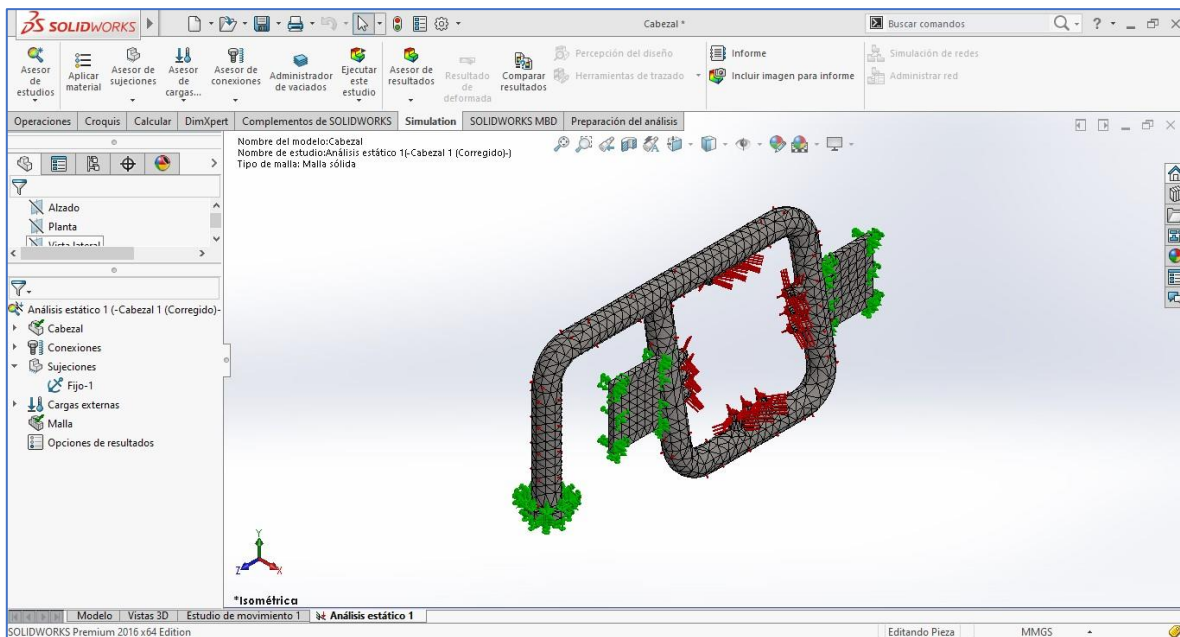


Ilustración 3.57: Mallado del cabezal con densidad Intermedia, fuente propia.

Una vez trazado la malla se procede con la ejecución del estudio para el cabezal al someterse a presión.

Se obtienen los siguientes resultados para tensiones, desplazamientos y deformaciones unitarias mostradas a continuación.

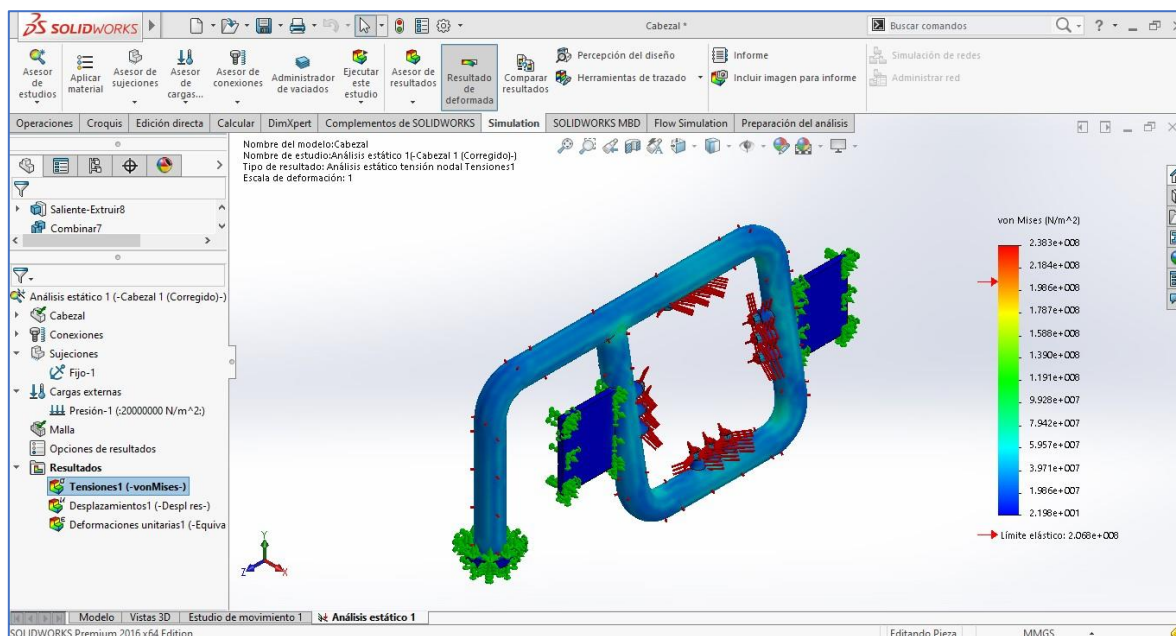


Ilustración 3.58: Resultados análisis estático (Tenciones), fuente propia.

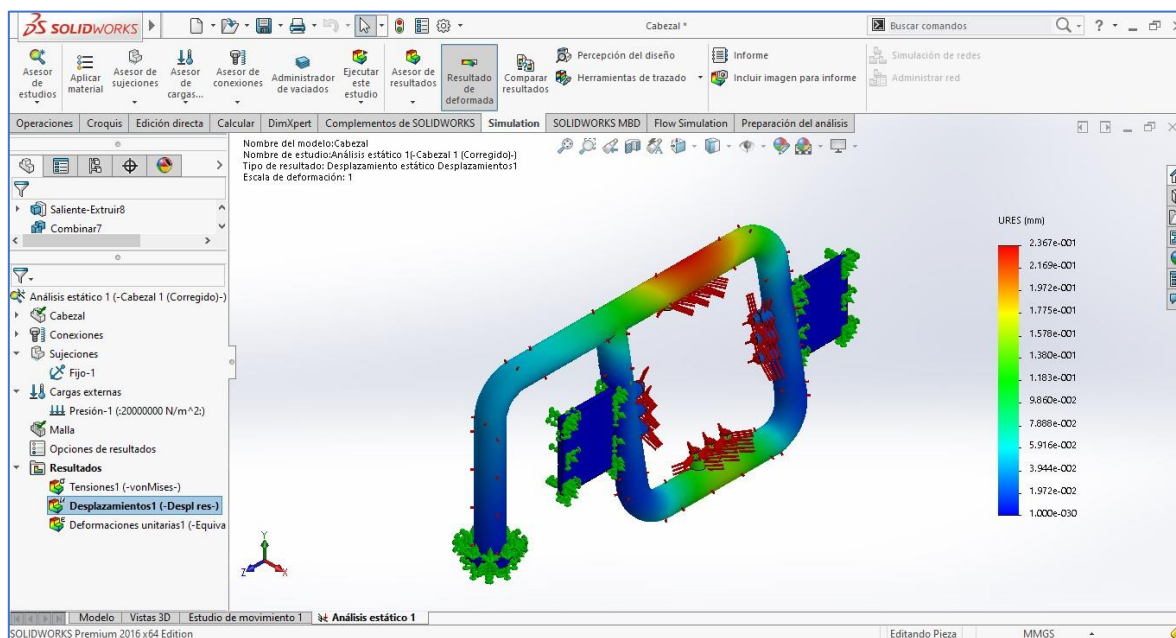


Ilustración 3.59: Resultados análisis estático (Desplazamientos), fuente propia.

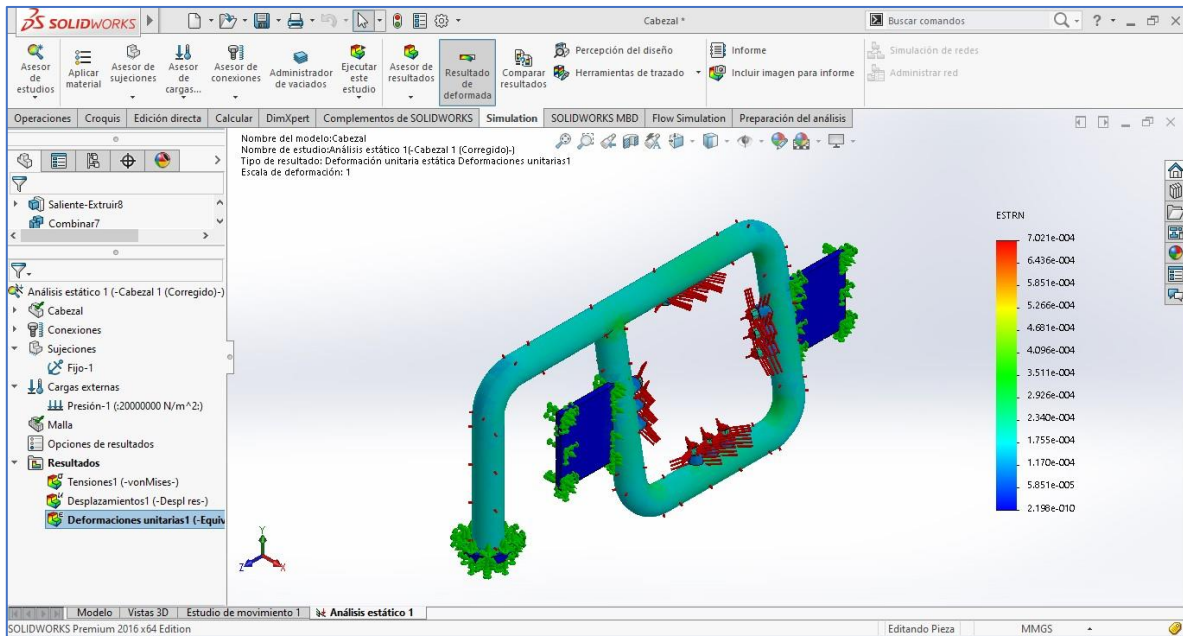


Ilustración 3.60: Resultados análisis estático (Deformaciones unitarias), fuente propia.

Nota

El reporte generado de la simulación se encuentra en el apartado de anexos con el nombre Simulación de Cabezal.

3.2.7.2 SolidWorks Flow Simulación

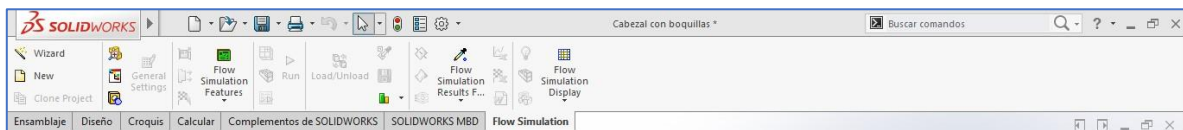


Ilustración 3.61: Barra de menú SolidWorks, fuente propia.

En la barra de menú se busca Flow Simulación y se selecciona nuevo estudio, con el nombre de Proyecto 1 Cabezal.

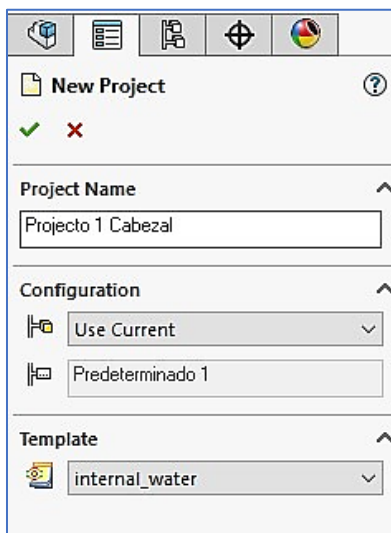


Ilustración 3.62: Estudios de SolidWorks Flow Simulation, fuente propia.

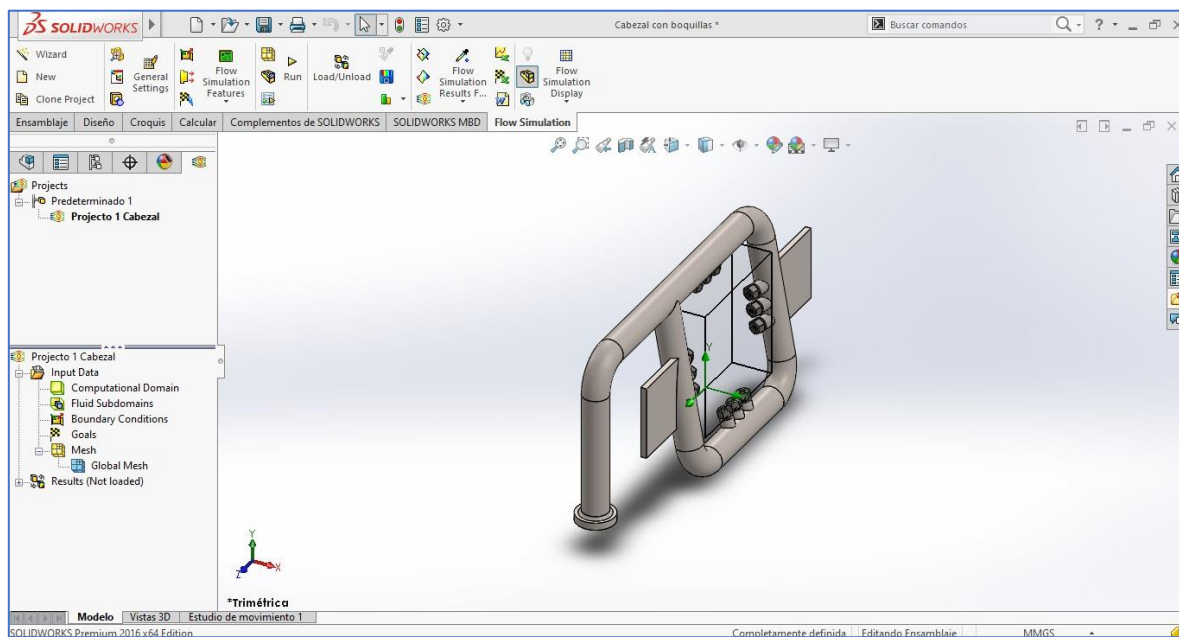


Ilustración 3.63: Interfaz de SolidWorks Simulation, fuente propia.

La interfaz para la simulación es en la ilustración siguiente, para empezar con la simulación se deben especificar los siguientes aspectos en el wizard como es el sistema de unidades, el tipo de análisis, el fluido y el tipo (laminar o turbulento), rugosidad del material, temperaturas, velocidad y presión.

Para este estudio se consideraron los siguientes parámetros iniciales en el wizard.

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Tipo de análisis:	Interno
Fluido:	Agua
Tipo de fluido:	Turbulento
Rugosidad:	0.046mm
Temperatura del fluido:	25°C

Una vez establecidos los parámetros iniciales se procede con la generación de las mallas para especificar la entrada y salida del fluido en el cabezal.

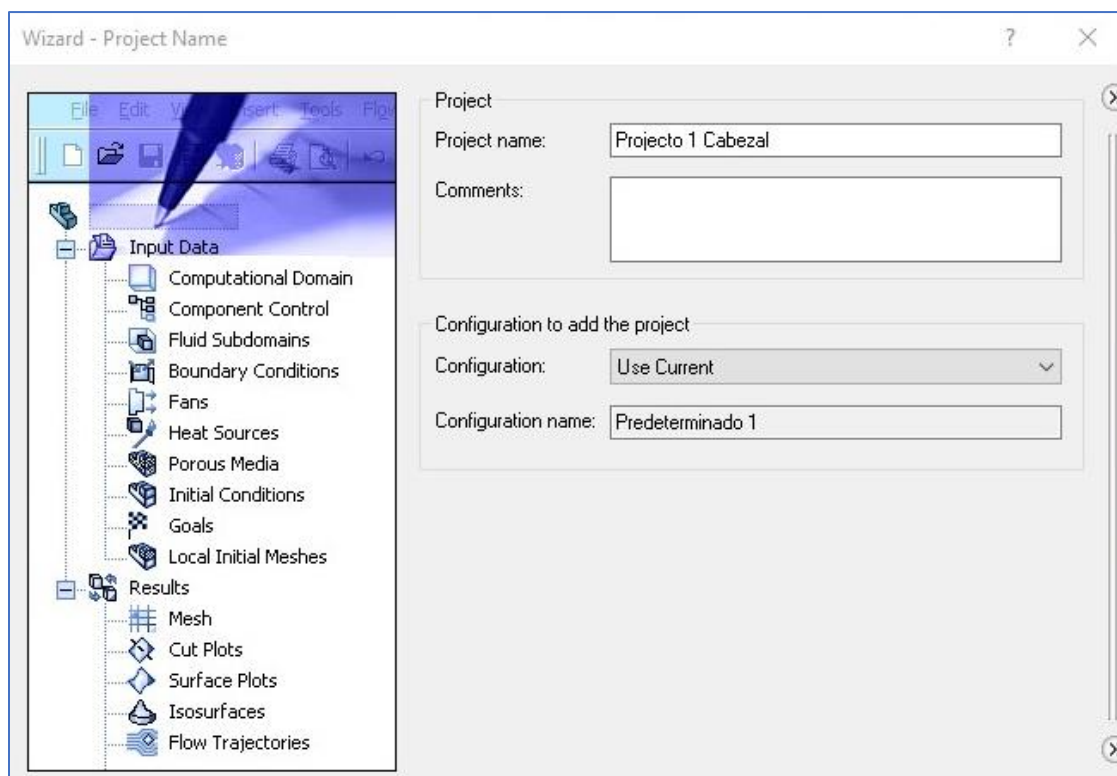


Ilustración 3.64: Wizard de Flow Simulation, fuente propia.

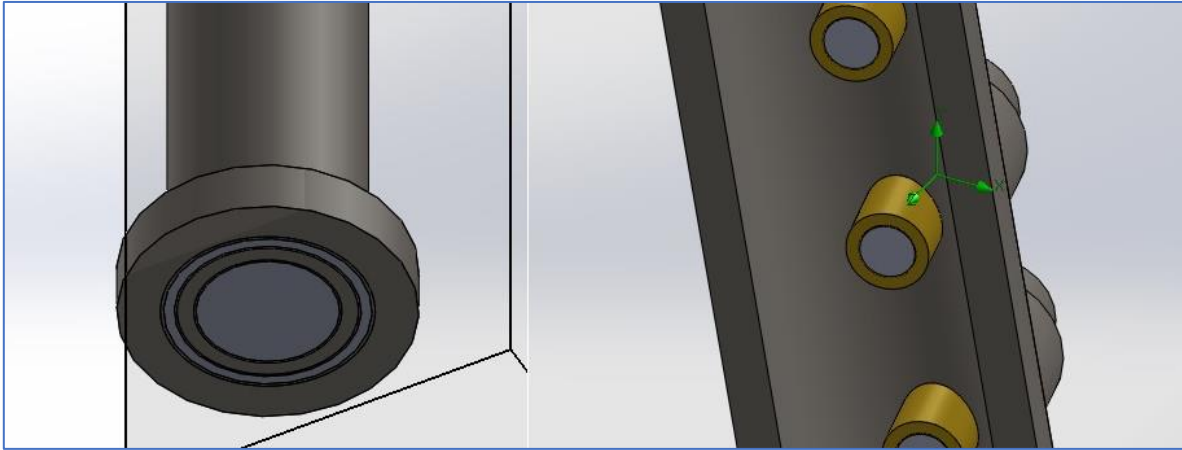


Ilustración 3.65: lids generadas en el cabezal para la simulación, fuente propia.

Al crear las lids cambia las dimensiones del dominio computacional este dominio debe cubrir por donde pasara el fluido.

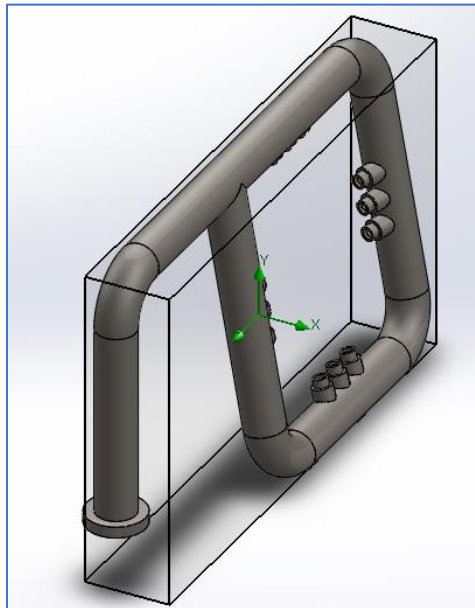


Ilustración 3.66: Dominio computacional, fuente propia.

Se agregan las condiciones de entrada y salida del fluido, a la del cabezal será con un caudal $256\text{l/min} \rightarrow 0.00593333\text{ m}^3/\text{s}$.

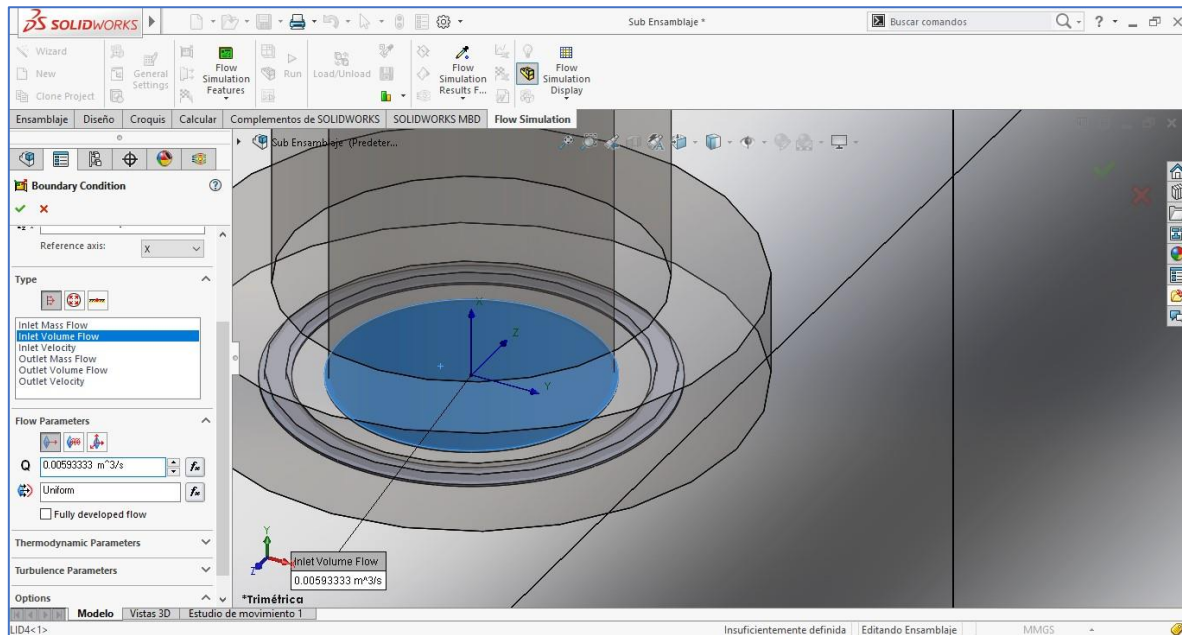


Ilustración 3.67: Condición de entrada del fluido, fuente propia.

La condición a la salida es de 200bar a 25°C para las boquillas descascarilladoras.

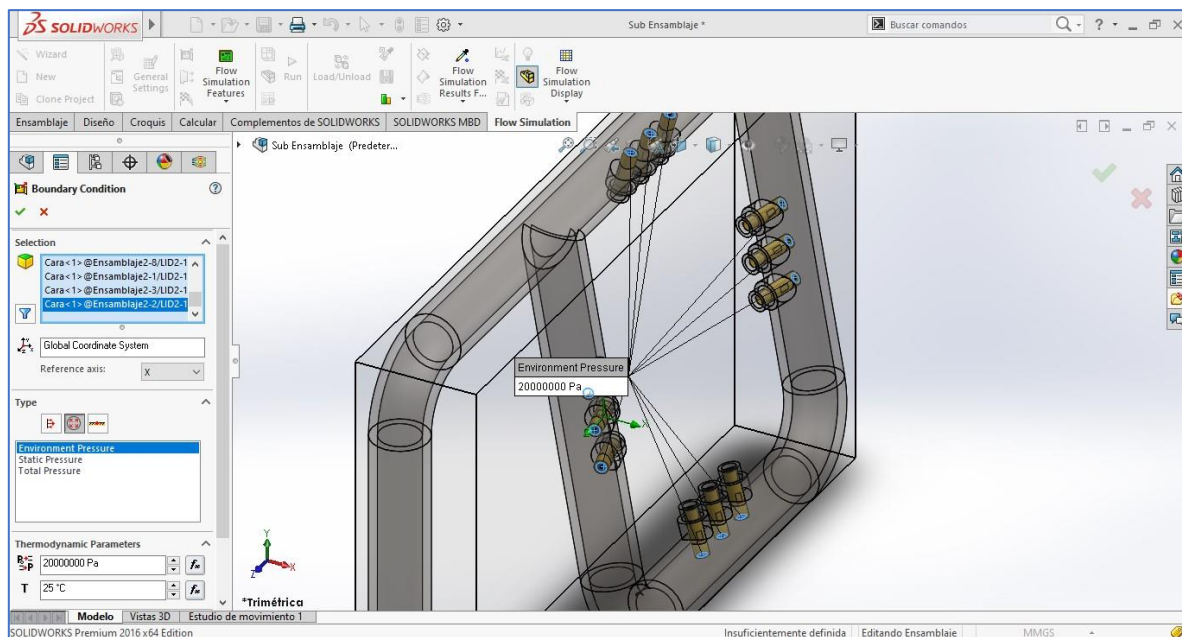


Ilustración 3.68: Condición de salida del fluido, fuente propia.

Una vez agregada las condiciones se generan las metas los puntos a medir para este caso se especificarán a la entrada del cabezal y a la salida de una de las boquillas.

Para el mallado del cabezal será de densidad intermedia para este cabezal debido a las limitaciones del equipo que realizará el análisis y por último la ejecución.

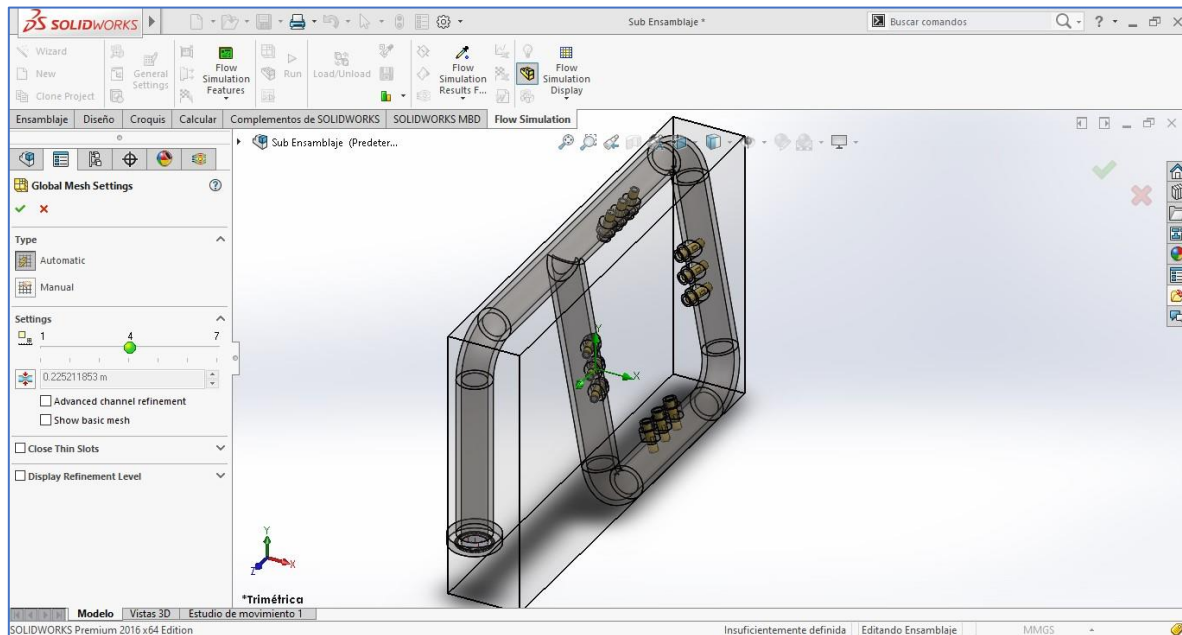


Ilustración 3.69: Densidad del mallado, fuente propia.

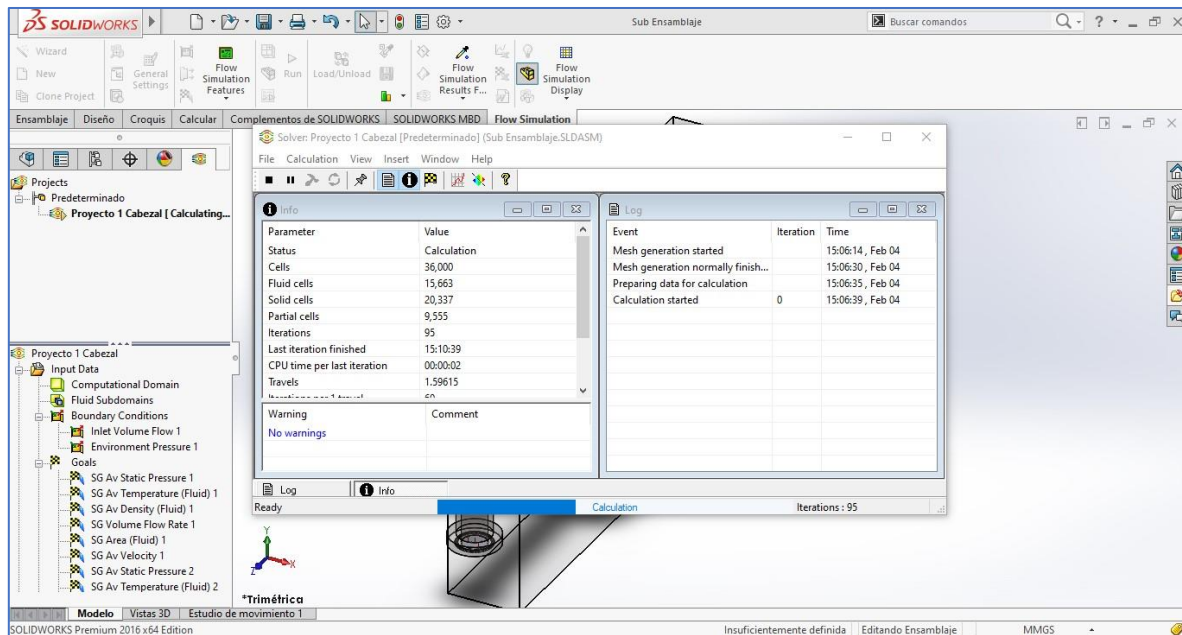


Ilustración 3.70: Ejecución del análisis, fuente propia.

Se obtienen los siguientes resultados del comportamiento del agua presurizada a través del cabezal del desescamador que a continuación se muestra.

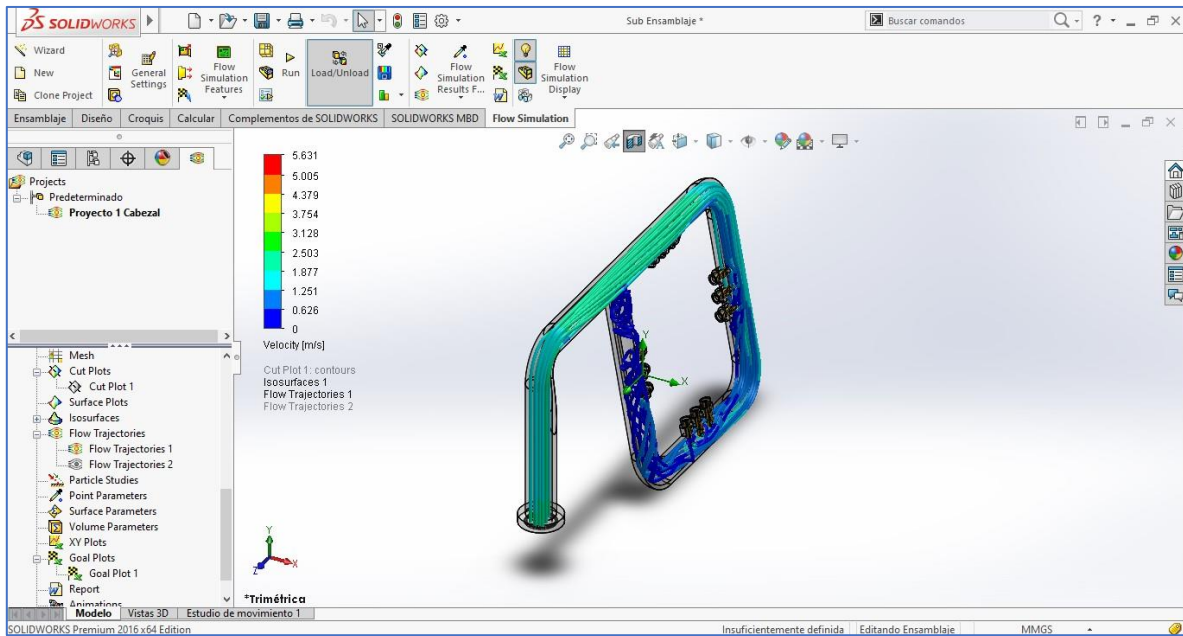


Ilustración 3.71: Resultados de la simulación, fuente propia.

Nota

El reporte generado de la simulación se encuentra en el apartado de anexos con el nombre Simulación de flujo de SolidWorks Informe del proyecto.

Capítulo 4

4.1 Resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis de los datos obtenidos en el desarrollo del diseño de desescamador que a continuación se muestran.

4.1.1 SolidWorks Simulation

Se realizó la simulación del cabezal en un estudio estático para determinar el comportamiento del material que está fabricado el cabezal al someterse a la presión de operación de las boquillas que es de 200bar, con fijaciones en la entrada del cabezal y laterales y se obtuvieron los siguientes resultados de la simulación.

Gráfico de tenciones

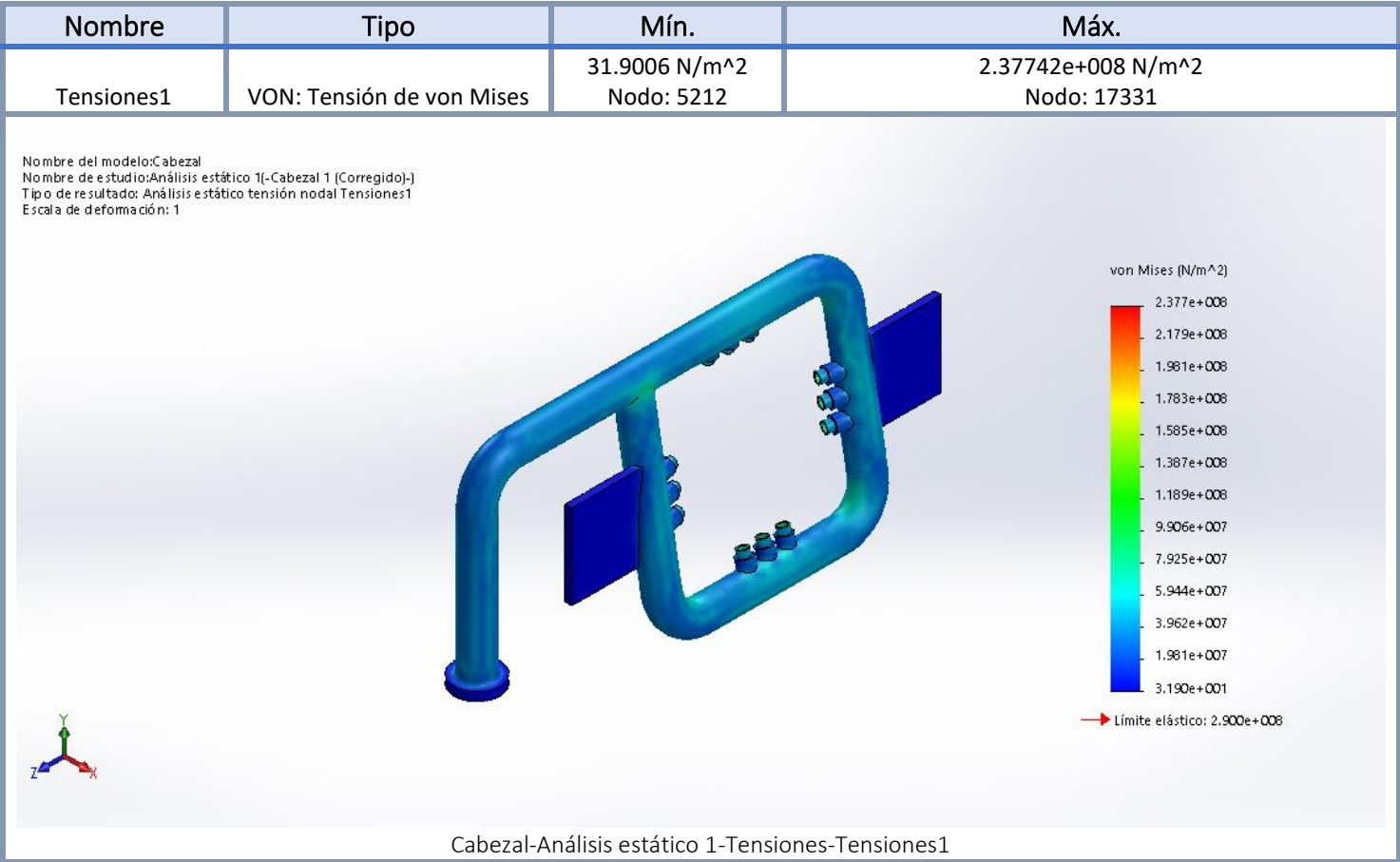


Tabla G Tabla con gráfica de tenciones cabezal, fuente propia.

La gráfica mostrada es la tensión que se produce en el cabezal al someterse a presión, la gráfica de la derecha muestra los valores máximos y mínimos de tensión que se ejercen, el valor mínimo de tensión registrado de $3.1901 \times 10^1 \text{ N/m}^2$ y un valor máximo de $2.3377 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, las tensiones oscilan en base de estos valores, usando el valor máximo de tensión registrada y comparándolo con el valor del límite elástico del material que es de $2.9 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, se observa que el valor máximo registrado de la simulación es menor a límite elástico del material del que está hecho el cabezal por lo que el modelo es válido para la operación de estas boquillas descascarilladoras sin que el cabezal presente deformaciones o rupturas.

Gráfico de desplazamientos

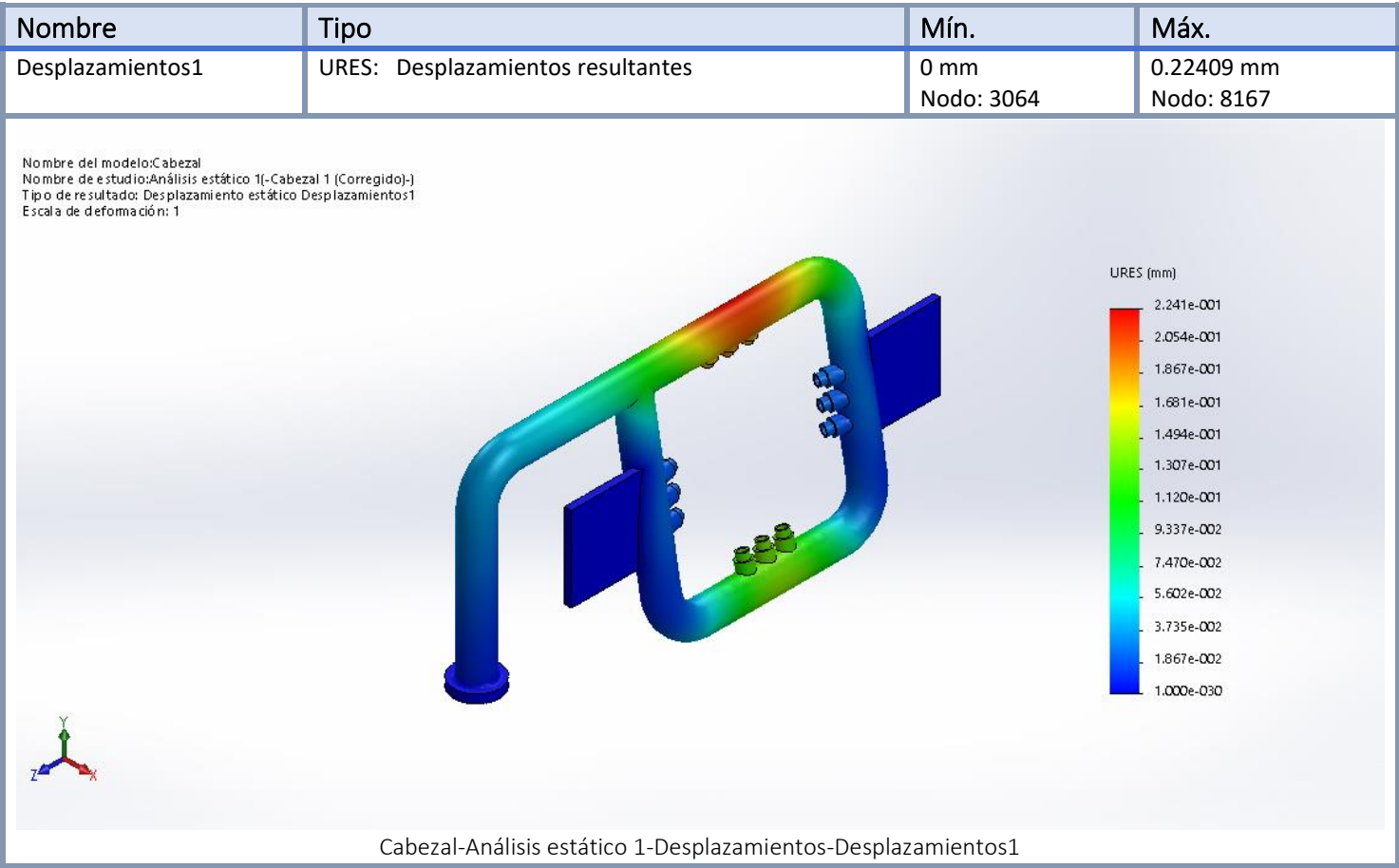


Tabla H: Tabla con gráfica de desplazamientos cabezal, fuente propia.

La gráfica mostrada es los desplazamientos resultantes que se produce en el cabezal al someterse a presión, la gráfica de la derecha muestra los valores máximos y mínimos de desplazamientos producidos al someterse a presión, el valor mínimo de desplazamiento registrado de 0 mm y un valor máximo de 0.22409mm, la oscilación del comportamiento de desplazamientos oscilan con estos valores, los valores de desplazamiento son casi nulos por lo que no afectaran o interferirán los las demás piezas del desescamador.

Gráfico de deformaciones unitarias

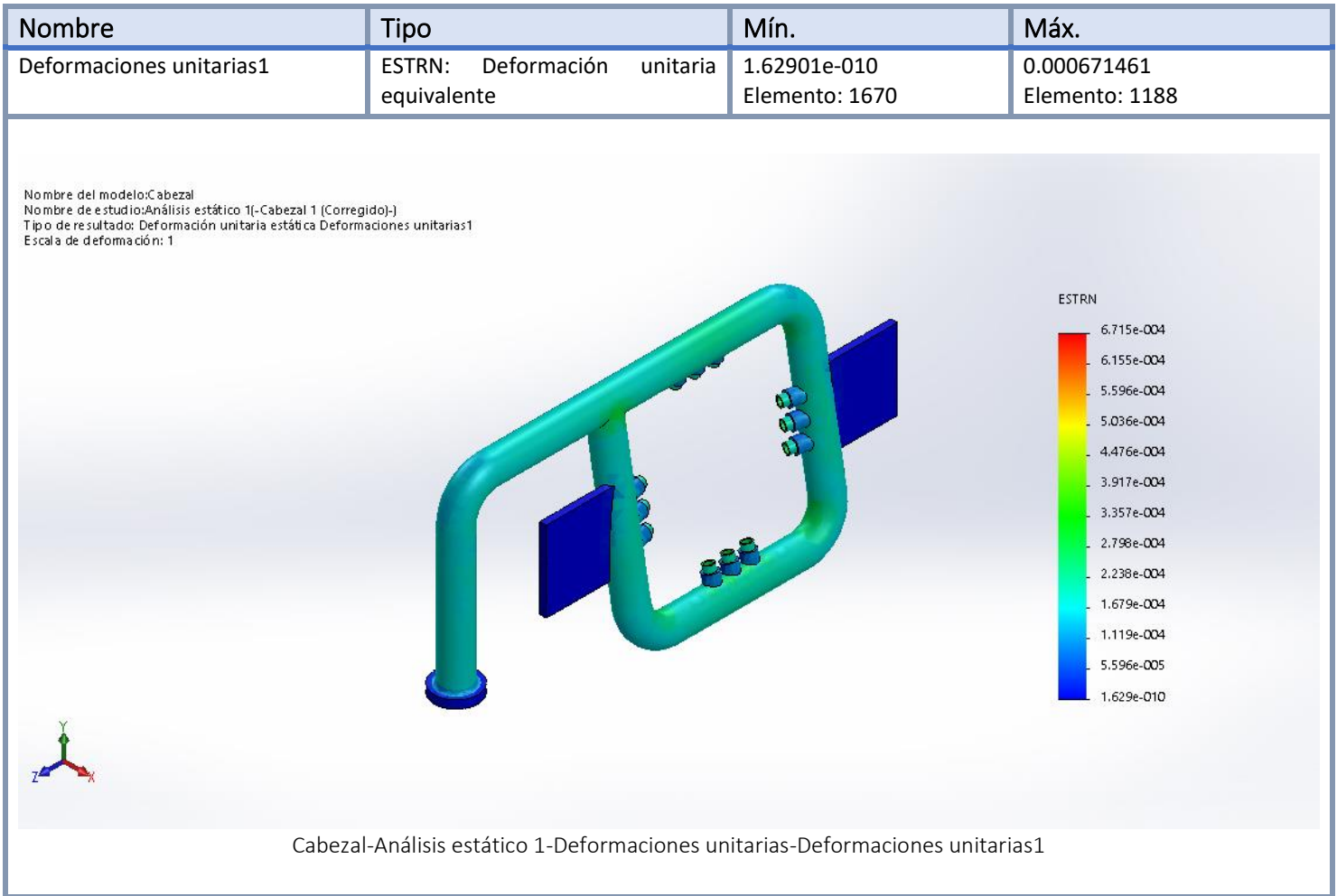


Tabla I: Tabla con gráfica de deformaciones unitarias cabeza, fuente propia.

La gráfica mostrada son deformaciones unitarias que se produce en el cabezal al someterse a presión, la gráfica de la derecha muestra los valores máximos y mínimos de desplazamientos producidos al someterse a presión, el valor mínimo de deformación registrado es de 1.629×10^{-10} y un valor máximo de 0.000671461 estos valores son adimensionales, la oscilación del comportamiento de las deformaciones unitarias oscila en base a estos valores.

Gráfica de factor de seguridad

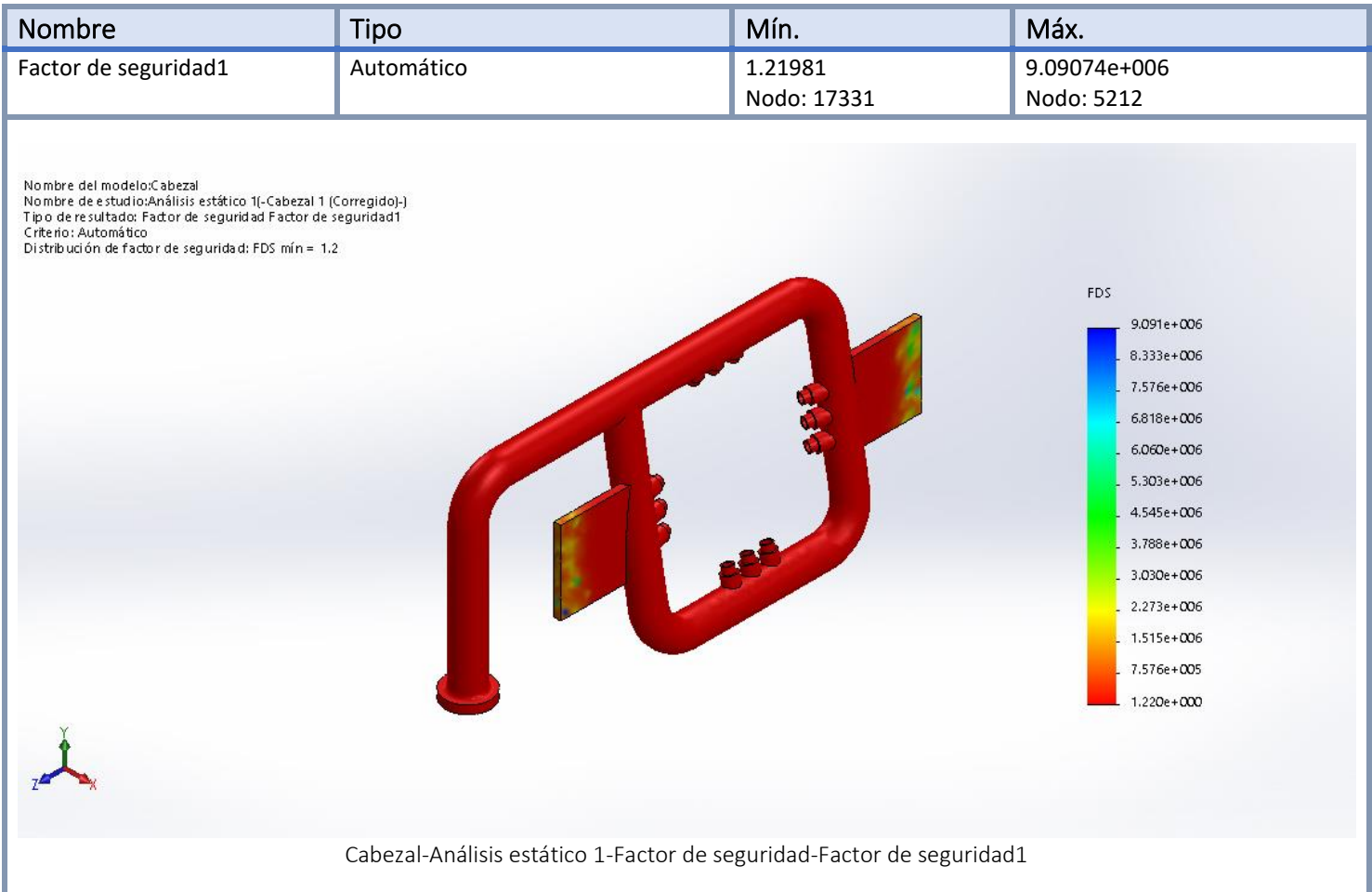


Tabla J: Tabla con gráfica de factor de seguridad cabezal, fuente propia.

Otra manera de garantizar el modelo es la generación del gráfico de factor de seguridad, donde se observa que el modelo soporta la carga de presión para las boquillas descascarilladoras, el factor de seguridad registrado es de 1.2 y un valor máximo registrado de 9.09, se observa que el valor mínimo del factor de seguridad se presenta en la mayoría del modelo, factor de seguridad siempre debe ser superior a la unidad en otras palabras que la resistencia del modelo tiene que ser superior a la fuerza o esfuerzo que soporte el material si este valor es menor el modelo pueda fallar al momento de operar en este caso el factor de seguridad del cabezal es mayor la unidad por lo que se considera apto para el proceso de descascarillado de palanquillas con boquillas de 200 bar.

4.1.2 SolidWorks Flow Simulation

Se realizó la simulación del cabezal en un estudio de fluido para visualizar el comportamiento del agua y determinar si el cabezal es el adecuado para operar con las boquillas de 200bar para el proceso de descascarillado de palanquillas.

Gráfico de presión del fluido

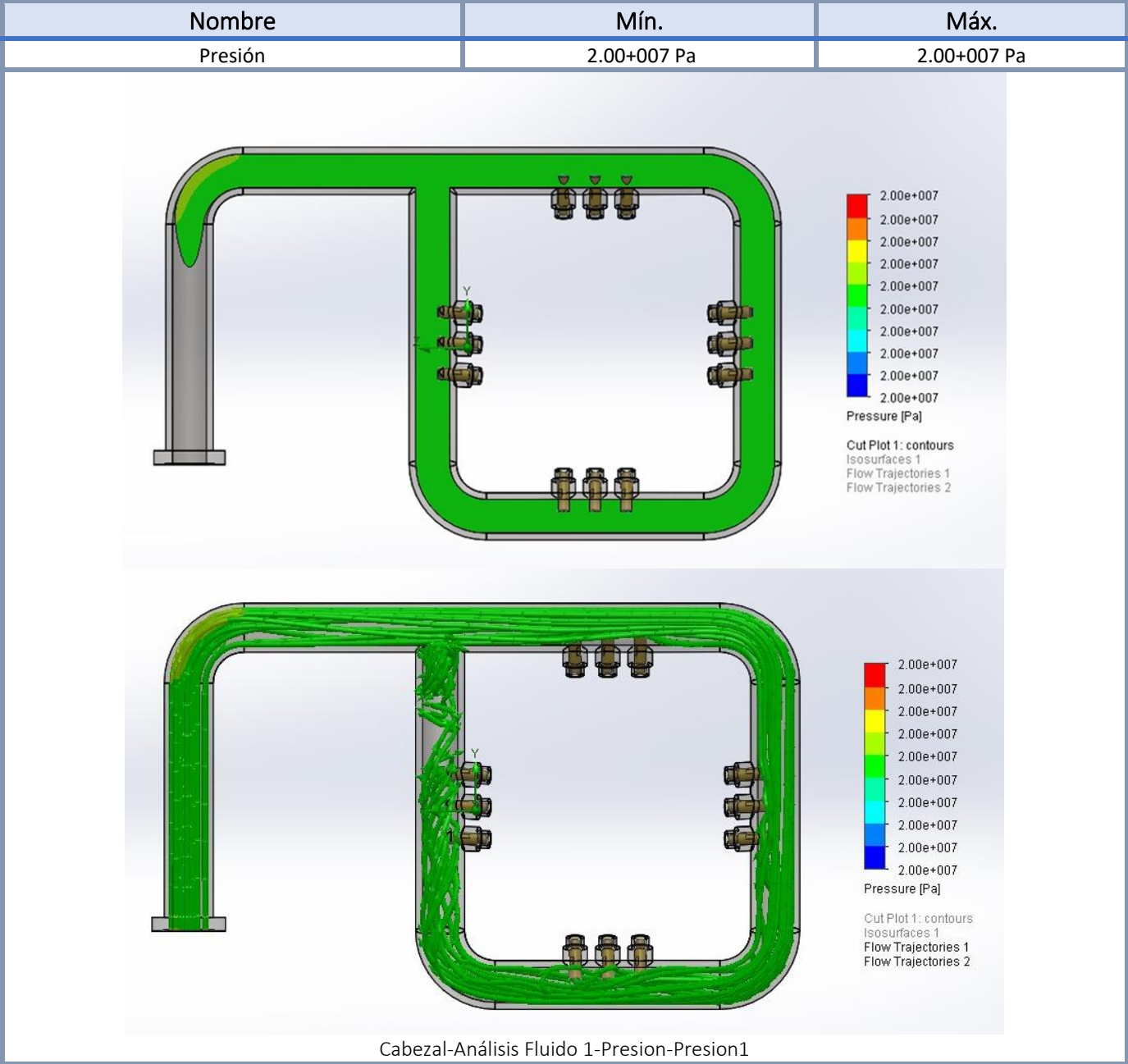


Tabla K: Tabla con grafica de presión del fluido cabezal, fuente propia.

En la gráfica se observa el comportamiento de la presión del fluido, la presión del fluido a lo largo del cabezal permanece constante la presión en las boquillas no se ve afectadas por pedidas de presión y puedan operar de manera óptima para descascarillar la palanquilla.

Gráfica de velocidad del fluido

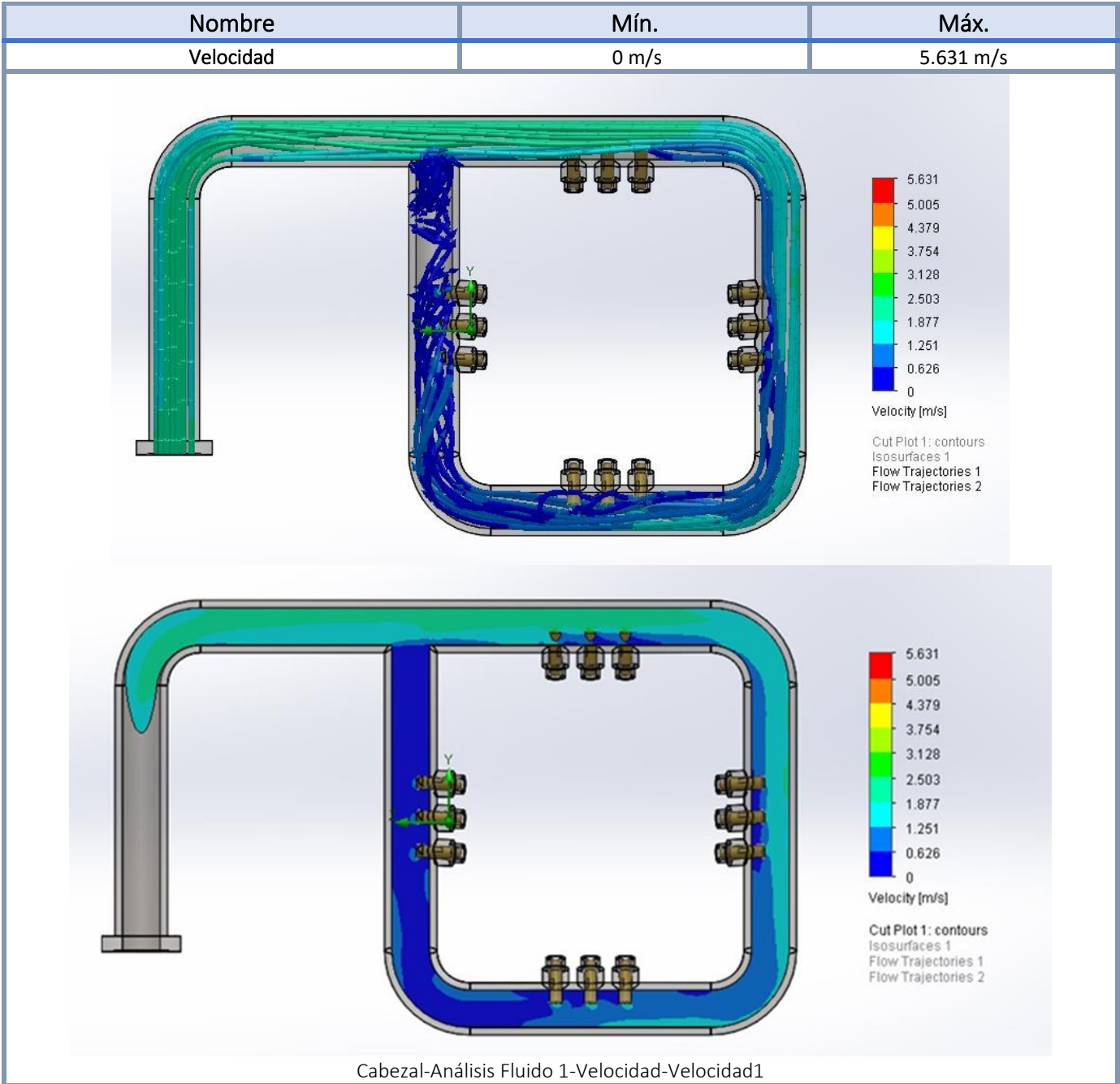


Tabla L: Tabla con gráfica de velocidad del fluido cabezal, fuente propia.

En la gráfica se observa el comportamiento de la velocidad del fluido, la velocidad de fluido la gráfica de la derecha muestra los valores máximos y mínimos de velocidad del fluido a lo largo del cabezal, el valor mínimo de velocidad registrado es de 0 m/s y un valor máximo de 5.631 m/s, la velocidad del fluido a la entrada de las boquillas están entre los valores 2.5 hasta los 3.7 m/s, para minimizar los cambios de velocidad y eliminar la caída de presión a boquillas del cabezal, la velocidad debe mantenerse a menos de 3,7 m/s para obtener resultados óptimos resultados.

Gráfica de temperatura del fluido

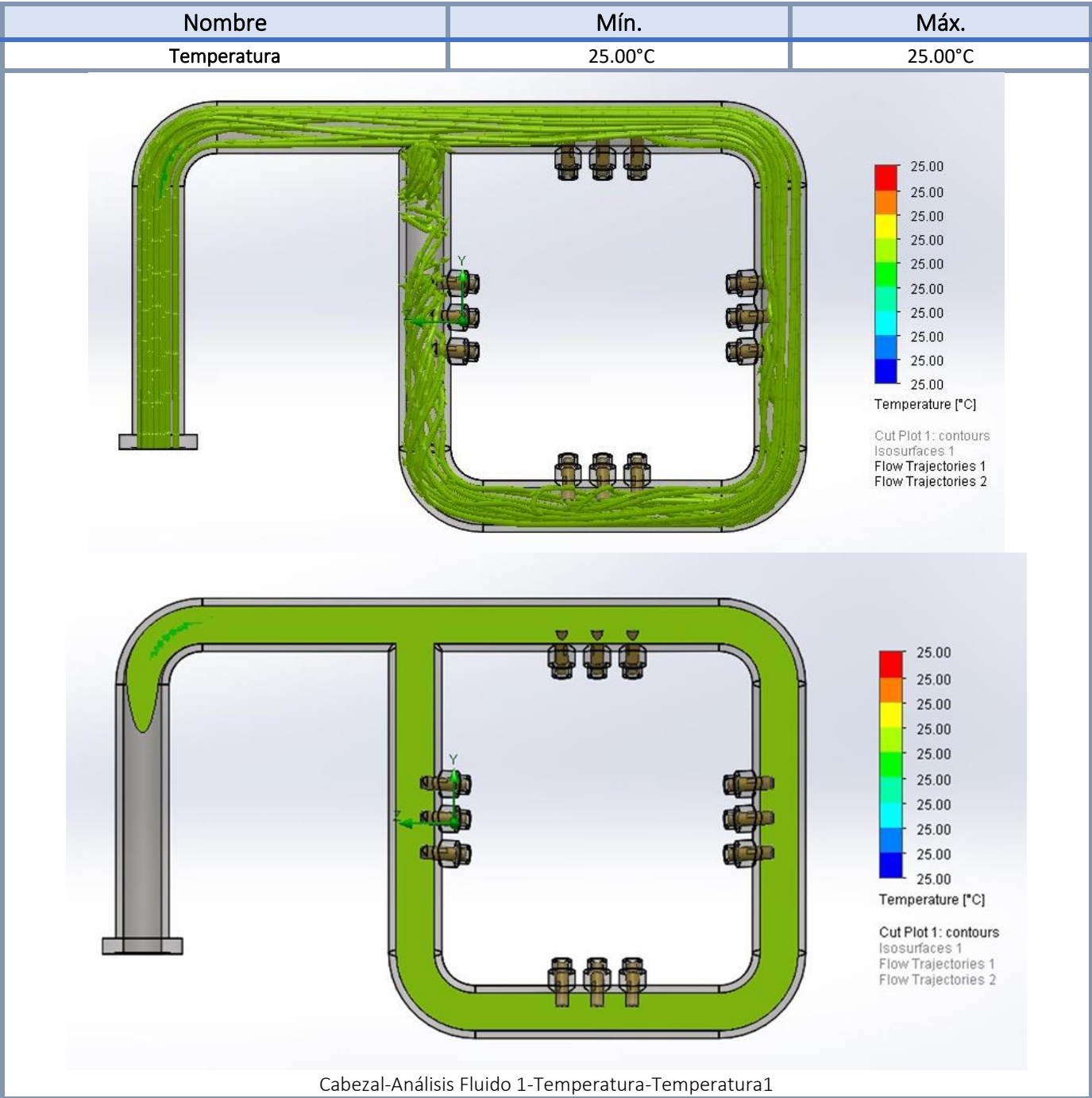


Tabla M: Tabla con gráfica de temperatura del fluido cabezal, fuente propia.

En la gráfica se observa el comportamiento de la temperatura del fluido, la temperatura del fluido a lo largo del cabezal permanece constante a un valor de 25°C lo que implica la temperatura no tendrá un gran impacto en el descascarillado de palanquillas.

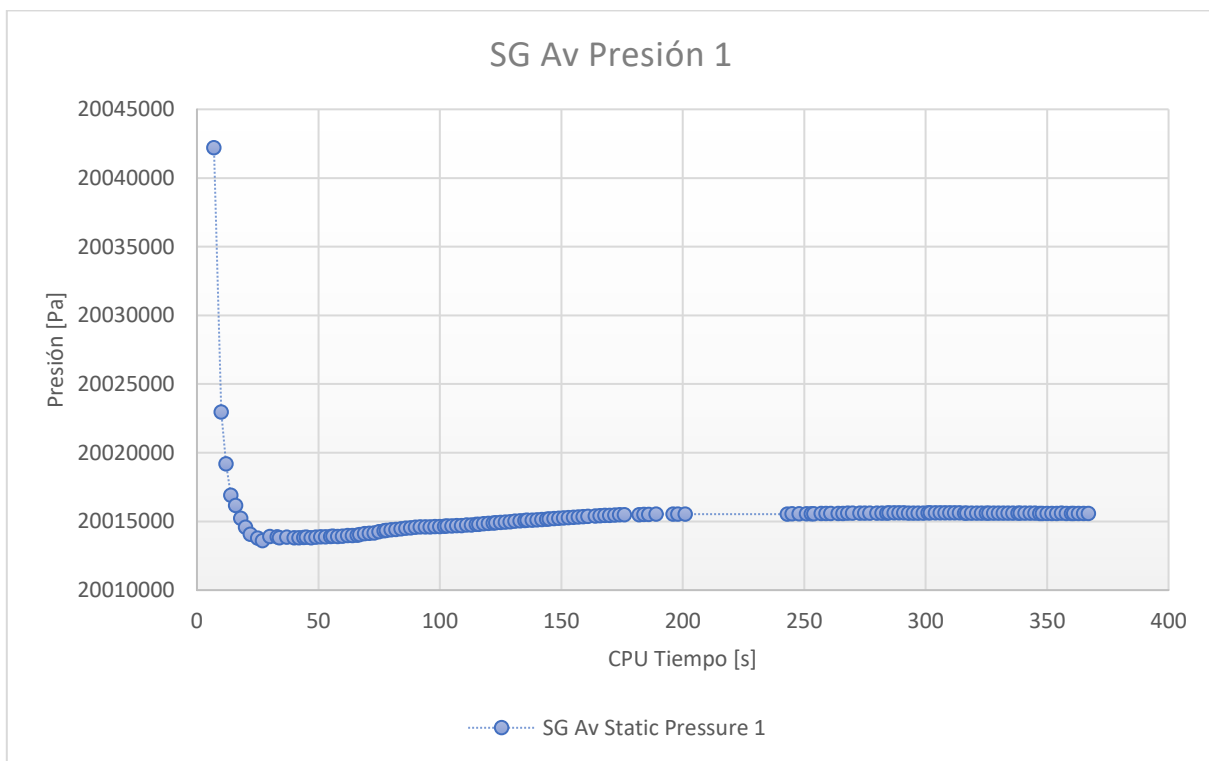
Tabla comparativa del fluido a la entrada del cabezal y salida por boquilla.

Nombre	Unidad	Valor	Progreso	Delta	Criterios
Entrada del fluido al cabezal					
SG Av Presión 1	Pa	2.00e+007	100	13.9387964	On
SG Av Temperatura (fluido) 1	°C	25.00	100	0	On
SG Av Densidad (fluido) 1	kg/m ³	996.26	100	1.13686838e-013	On
SG Caudal volumétrico 1	m ³ /s	0.0059	100	9.42475264e-014	On
SG Área (fluido) 1	m ²	0.0032	100	0	On
SG Av Velocidad 1	m/s	1.884	100	6.66133815e-016	On
Salida del fluido por boquilla					
SG Av Presión 2	Pa	2.00e+007	100	0.00995208696	On
SG Av Temperatura (fluido) 2	°C	25.00	100	4.43859527e-005	On
SG Av Densidad (fluido) 2	kg/m ³	996.26	100	1.08712676e-005	On
SG Caudal volumétrico 2	m ³ /s	-0.0005	100	9.33728592e-007	On
SG Área (fluido) 2	m ²	0.0002	100	0	On
SG Av Velocidad 2	m/s	4.004	100	0.00546870841	On

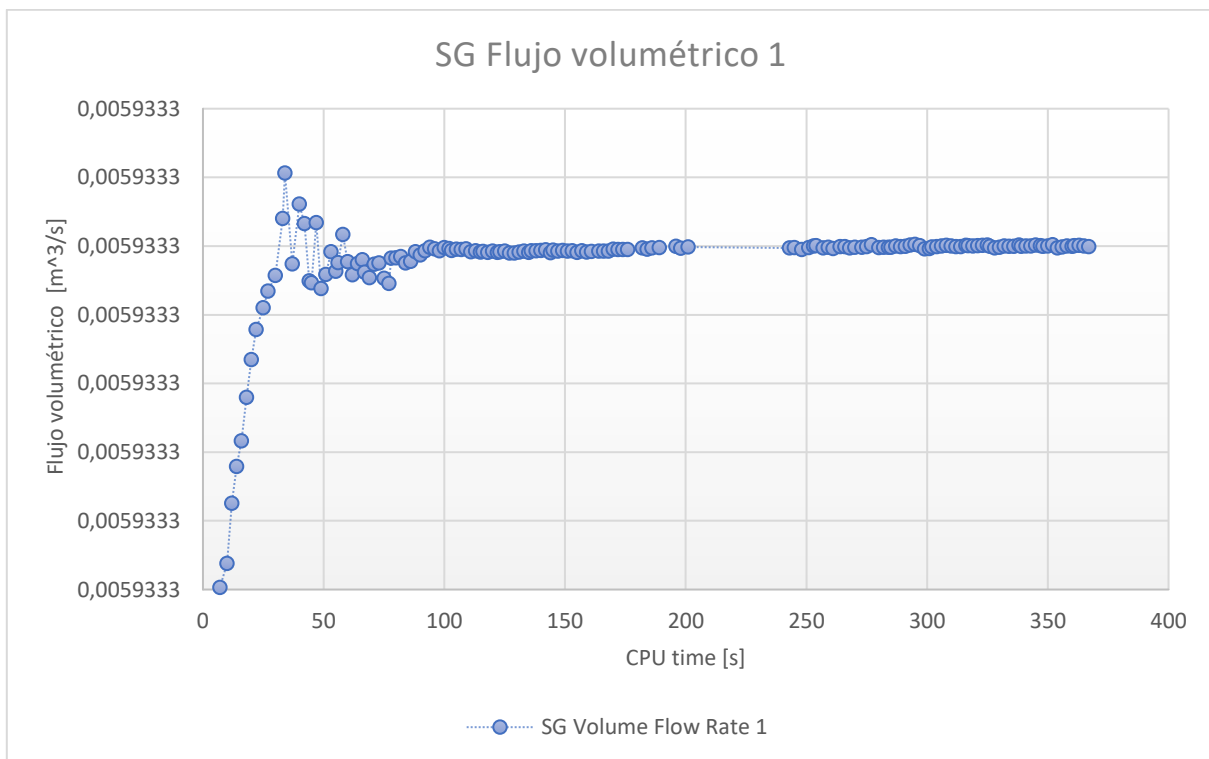
Tabla N: Tabla comparativa, fuente propia.

La tabla 4.8 muestra valores de presión, temperatura, densidad, caudal, área y velocidad del fluido a la entrada del cabezal y salida por boquilla, para la presión, temperatura y densidad permanece contante a la entrada y salida del fluido, en el caso del caudal este es diferente esto por el área de ambas partes, ya que a la salida es cálculo con base a una boquilla de las 12 que conformaran el cabezal. En caudal suministrado a una boquilla es de 0.0005 m³/s (30 L/min) y una presión de 2.00×10^7 Pa (200 bar) y la boquilla seleccionada es Lechler serie 682-606-27, esta boquilla opera con un caudal Max 0.0005421 m³/s (32.53 L/min) y una presión de 2.00×10^7 Pa (200 bar), lo que significa que las condiciones de este cabezal es el adecuado para estas boquillas para el proceso de descascarillado de palanquillas.

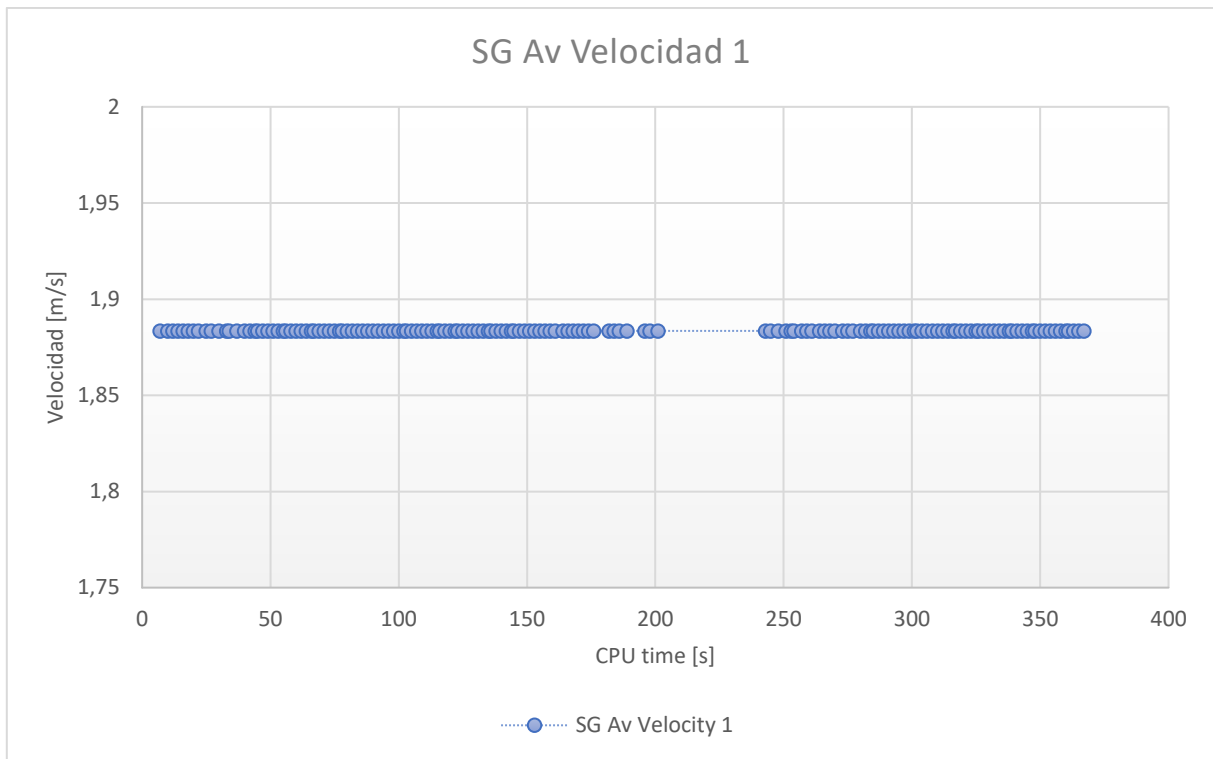
Gráficas de comportamiento del fluido a la entrada



Grafica 4.1: Gráfica de comportamiento de presión de entrada, fuente propia.



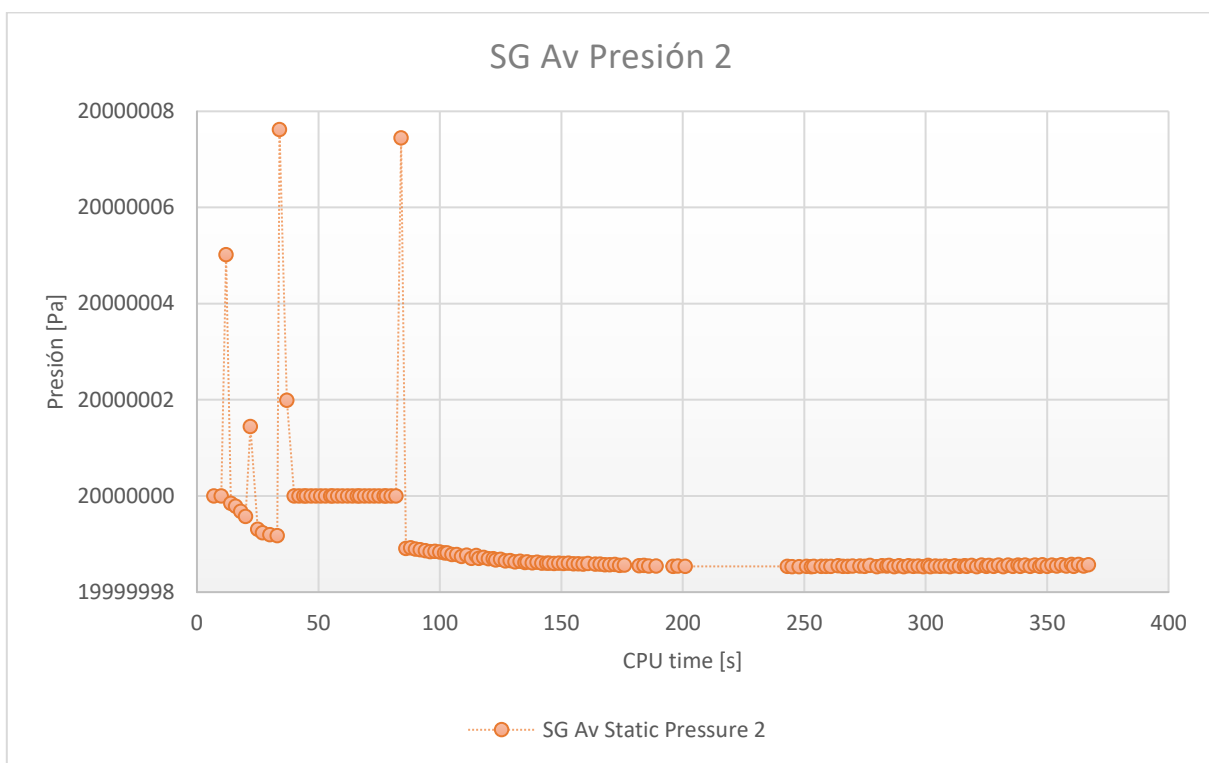
Grafica 4.2: Gráfica de comportamiento de flujo volumétrico de entrada, fuente propia.



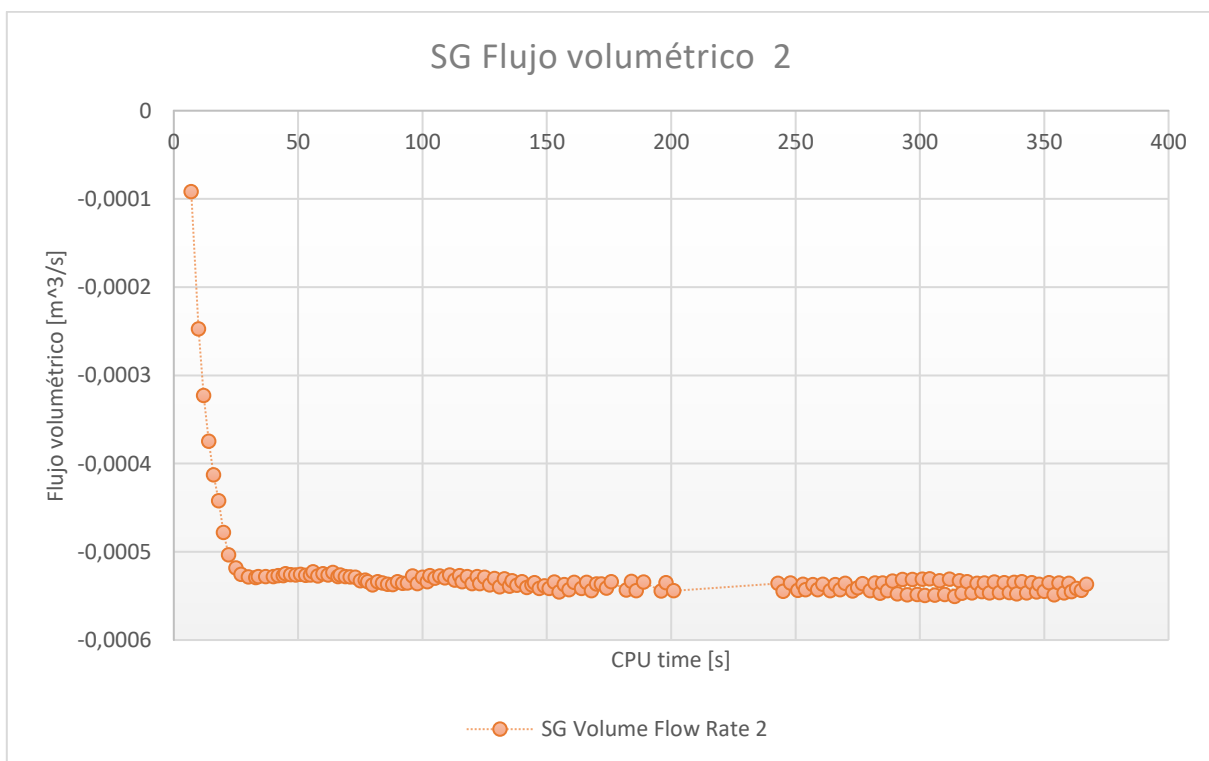
Gráfica 4.3: Gráfica de comportamiento de velocidad de entrada, fuente propia.

Las gráficas anteriormente mostradas son de comportamiento de presión, caudal y velocidad del fluido calculado a la entrada de cabezal en intervalos de captura de segundos, de estas grafica observamos el comportamiento al tiempo de captura desde que comienza a suministrar el fluido en esta sección hasta estabilizarse el cierto tiempo, esto es lo que sucede en las gráficas 4.1(presión) y 4.2(flujo volumétrico) de cómo es estabilizan los valores, para la gráfica 4.3(velocidad) se observa que a la entrada del cabezal esta permanece constante desde un inicio.

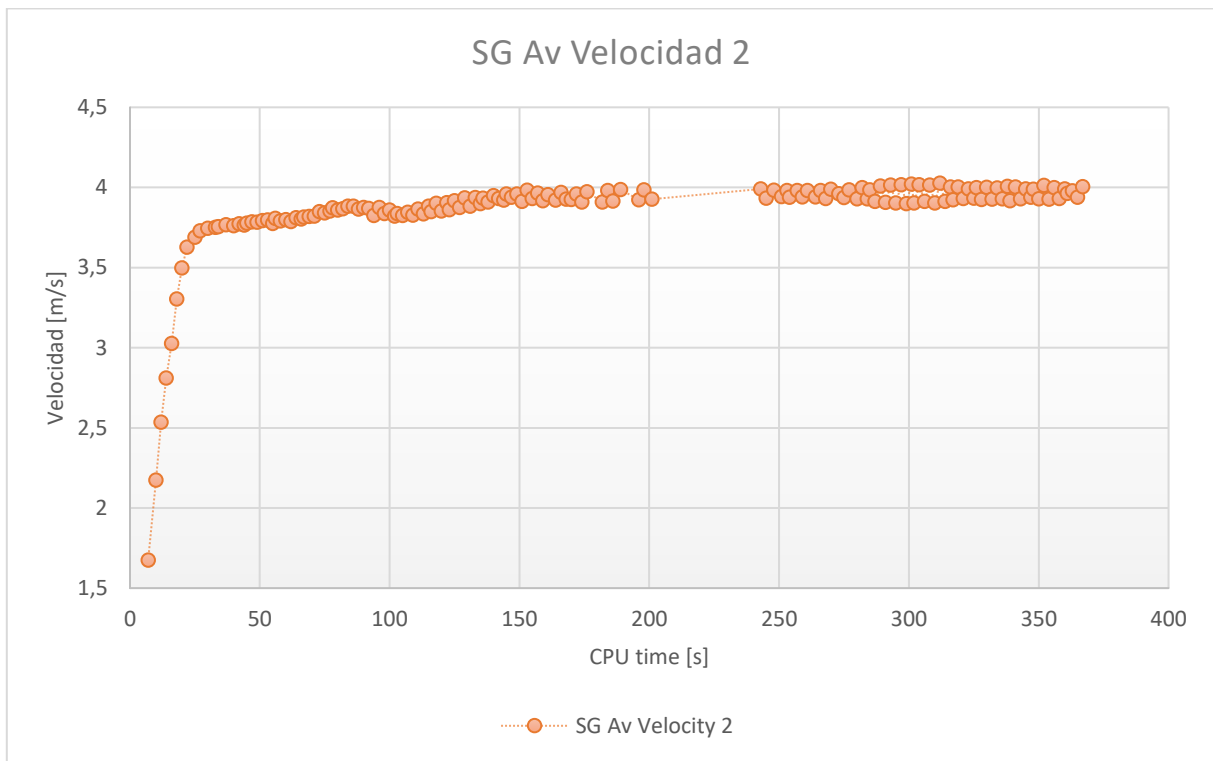
Gráficas de comportamiento del fluido en una salida



Grafica 4.4: Gráfica de comportamiento de presión de una salida, fuente propia.



Grafica 4.5: Gráfica de comportamiento de flujo volumétrico de una salida, fuente propia.



Gráfica 4.6: Gráfica de comportamiento de velocidad de una salida, fuente propia.

Las gráficas anteriormente mostradas son de comportamiento de presión, caudal y velocidad del fluido calculado a la entrada de cabezal en intervalos de captura de segundos, de estas grafica observamos el comportamiento al tiempo de captura desde que comienza a suministrar el fluido en esta sección hasta estabilizarse el cierto tiempo, esto es lo que sucede en las gráficas 4.4(presión), 4.5(caudal volumétrico) y 4.3(velocidad) de cómo es estabilizan los valores con el tiempo.

4.1.3 Desescamador de doble cabezal

Se obtuvo un nuevo diseño de desescamador de doble cabezal modelado en SolidWorks, este desescamador tiene las siguientes características:

Altura: 1.55 metros

Longitud: 3.35 metros

Ancho: 1.42 metros

Peso: 2.5 Toneladas

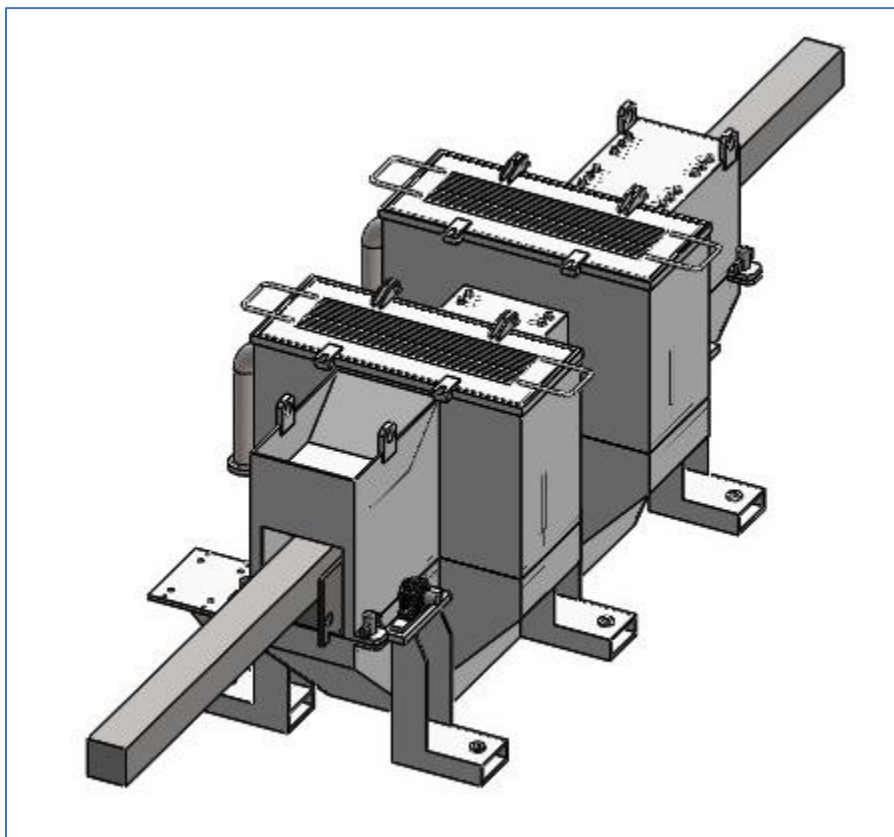


Ilustración 4.1: Desescamador de doble cabezal, fuente propia.

Este desescamador posee dos cabezales descascarilladores de palanquillas, estos cabezales están ajustados para descascarillar una palanquilla de perfil 170x 170 mm, esta palanquilla es la que actualmente se está manejando en el tren de laminación, el cabezal tiene las siguientes características:

Altura: 0.7 metros

Longitud: 1.37 metros

Ancho: 0.2 metros

Peso: 105 kg

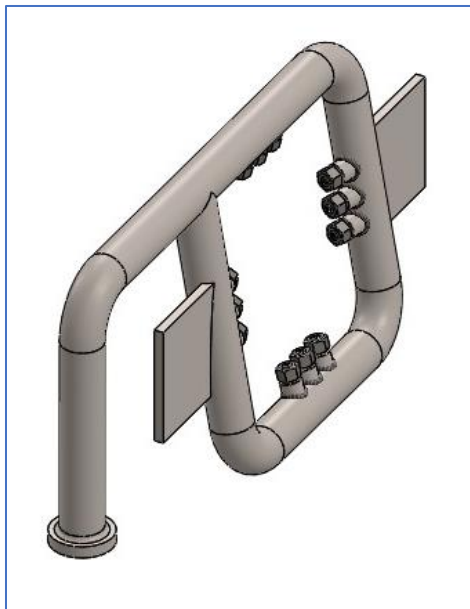


Ilustración 4.2: Cabezal de desescamador, fuente propia.

El cabezal ópera bajo a las siguientes condiciones de caudal de 356L/min a una presión de 200bar y una distribución de boquillas para descascarillar palanquillas de 170x170mm de perfil que se muestra a continuación:

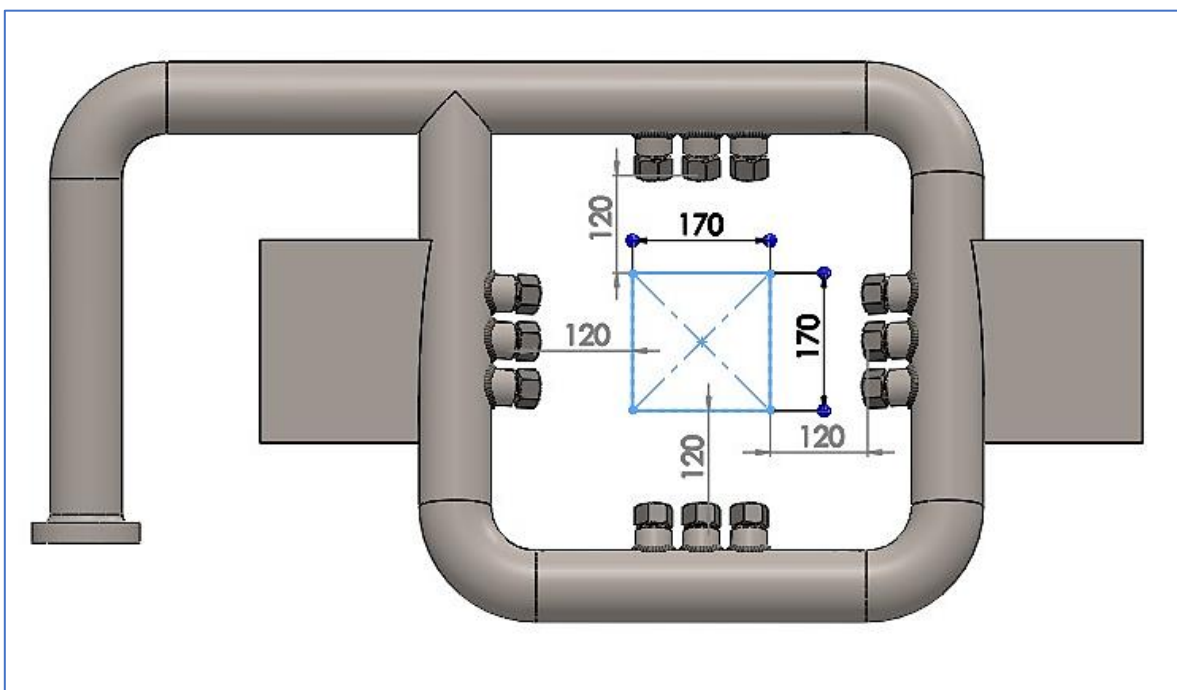


Ilustración 4.3: Cobertura del cabezal, fuente propia.

Este desescamador de doble cabezal permitirá minimizar las interrupciones generadas en el proceso de descascarillado de palanquillas, este desescamador al disponer de dos cabezales descascarilladores se podrán usar simultáneamente o solo disponer del primer cabezal como principal y el segundo cabezal como secundario, este cabezal secundario actuara como sustituto cuando el primer cabezal no esté disponible debido a actividades de mantenimiento.

Desescamador					
Mes	Día	Turno	Presión	Tipo de mantenimiento	Tiempo de paro
Agosto	2	3	Correcto	Preventivo programado	30min (PG)
Agosto	7	2	Incorrecto	Correctivo	30min
Agosto	20	2	Incorrecto	Correctivo	1hr
Agosto	21	2	Correcto	Correctivo	30min
Agosto	23	2	Correcto	Preventivo programado	30min
Septiembre	5	3	Incorrecto	Correctivo	10min
Septiembre	13	2	Correcto	Preventivo	30min
Septiembre	17	2	Incorrecto	Correctivo	30min
Septiembre	28	3	Correcto	Preventivo programado	30min (PG)
Septiembre	29	2	Incorrecto	Correctivo	25min
Octubre	2	2	Correcto	Correctivo	1hr 25min
Octubre	2	3	Correcto	Correctivo	45min
Octubre	3	2	Correcto	Correctivo	35min
Octubre	7	3	Incorrecto	Correctivo	2hr
Octubre	20	2	Correcto	Correctivo	30min
Octubre	24	3	Correcto	Preventivo programado	30min (PG)
Octubre	24	3	Correcto	Preventivo programado	30min (PG)
Noviembre	3	2	Correcto	Correctivo	30min
Noviembre	4	3	Incorrecto	Correctivo	1hr 30min
Noviembre	7		Correcto	Correctivo	30min
Noviembre	15	3	Correcto	Correctivo	10min
Noviembre	30	2	Correcto	Preventivo programado	30min (PG)

Tabla O: Tabla simplificada de mantenimientos realizados al desescamador actual, fuente propia.

La gran mayoría de las actividades de mantenimientos son de tipo correctivo y son realizadas en la estructura, componentes o en el cabezal del desescamador actualmente montado. Como se muestra en la tabla simplificada las celdas de color amarillo son las actividades de mantenimiento que se podrán posponer hasta los mantenimientos programados de fin de mes, estos mantenimientos programados para la maquinaria de laminación y también algunas de estas actividades de mantenimiento se podrá realizar sin interferir con los tiempos de proceso de laminación de palanquillas, las celdas de color gris son las actividades que se eliminaran para este desescamador, las celdas de color café están

cabe la posibilidad de que estas actividades de mantenimiento interfieran en el proceso de laminación y las celdas blancas son las actividades programadas para los mantenimientos de fin de mes para el tren de laminación.

La tabla 4.9 completa se encuentra en el apartado de anexos.

4.1.3.1 Planos

Se obtuvieron los planos de este nuevo desescamador de doble cabezal, los planos incluyen las piezas que lo conformaran y ensamble el desescamador de doble cabezal, los planos realizados en formato de hoja A4 con sistema de unidades internacional expresado en mm, estos planos se encuentran en el apartado de anexos.

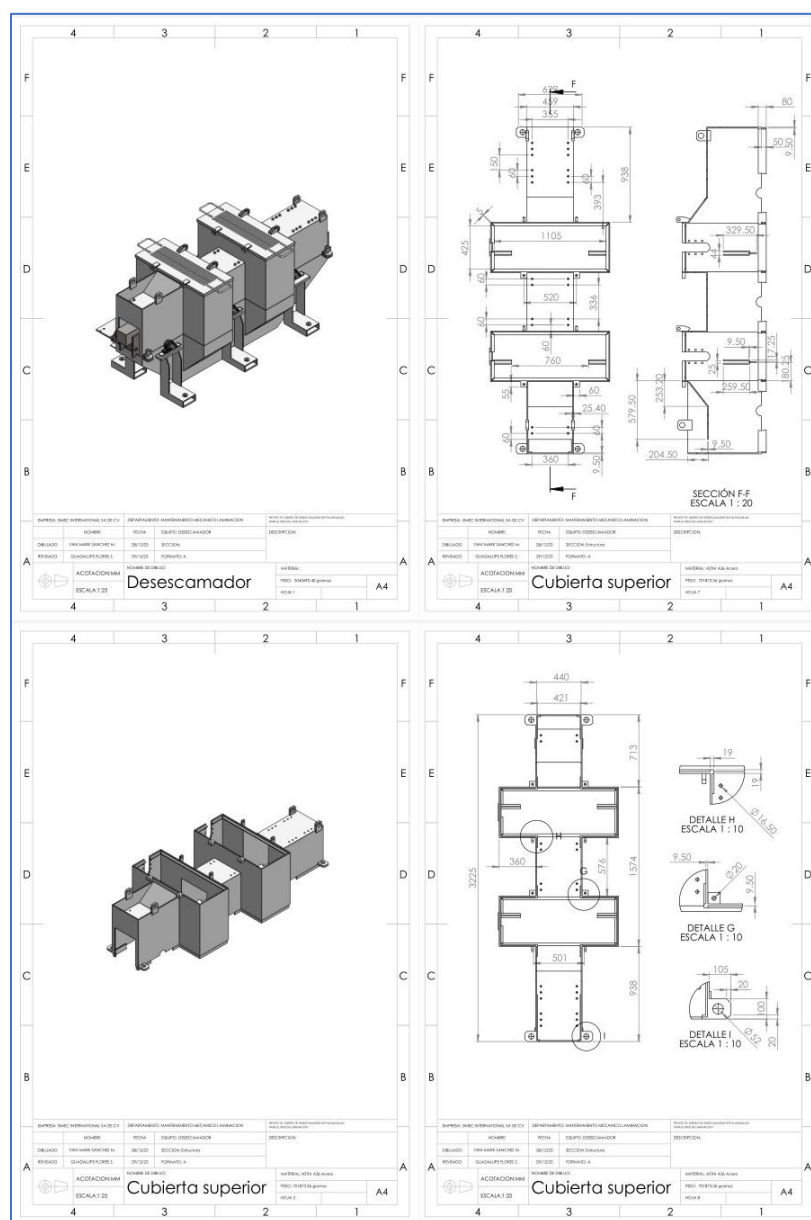


Ilustración 4.4: Muestra de planos de desescamador de doble cabezal, fuente propia.

Capítulo 5

5.1 Manufactura preliminar

El objetivo del proyecto se limita en el diseño un nuevo desescamador para el tren de laminación del acero y la viabilidad de este diseño, dentro de la estancia en la empresa se llevaron a cabo algunas piezas que conformaran el nuevo desescamador con base a este diseño. A continuación, se presenta evidencias de la manufactura de piezas del desescamador de palanquillas de doble cabezal.

Cubierta superior desescamador de doble cabezal.



Ilustración 5.1: Fotografías de la cubierta superior desescamador de doble cabezal, fuente propia. [fotografías]

Guarda inferior desescamador de doble cabezal.



Ilustración 5.2: Fotografías de la guarda inferior desescamador de doble cabezal, fuente propia. [fotografías]

Estas son algunas de las piezas del desescamador de doble cabezal para el proceso de descascarillado de palanquillas que se montara en un futuro.

Conclusiones y recomendaciones

Para el desarrollo de este proyecto fue necesario conocer y obtener la información necesaria sobre el desescamador como es operación, características técnicas y entorno.

Se logró obtener un diseño nuevo de desescamador se concluyó que se logró obtener un diseño detallado del equipo cumpliendo con las necesidades y correcciones del desescamador actualmente montado, este diseño y funcionamiento está justificado con los cálculos y consideraciones pertinentes en el cabezal y estructura.

Durante el descascarillado, el impacto de la boquilla es de particular importancia. El alto impacto de las boquillas de descascarillado se logra gracias a su diseño específico como boquillas de abanico plano con una cobertura adecuada de cada uno de los lados de la palanquilla, La selección de las mejores boquillas de descascarillado y su óptima distribución de dimensionamiento es un factor clave para un buen descascarillado.

Se concluyó que el nuevo diseño desempeñara sé mejor manera para el proceso de laminación. Analizando los problemas y deficiencias del desescamador actualmente montado en que se realizaron las modificaciones pertinentes en la estructura para la colocación de dos cabezales de descascarillado un cabezal para una operación continua y el otro como sustituto cuando el otro cabezal no esté en operación cuando se lleven actividades de mantenimiento correctivo y preventivo o programado, esta manera disminuyendo los tiempos de paro ocasionados por las actividades de mantenimiento para un desescamador de un solo cabezal.

Además, aunque hay múltiples razones por las que deben hacer el cambio o reemplazo de una máquina o equipo en este caso es el desescamador, ya que presenta mucho desgaste, esta es una de las principales causas para reemplazar una máquina industrial, el uso continuo y las condiciones sometidas de estos equipos conlleva a que sus piezas o estructura se desgasten, y aunque en ocasiones, un reemplazo de ciertas piezas puede bastar hasta cierto punto. Hay momentos en que, en pro de la productividad y la seguridad, lo mejor es hacer el reemplazo del equipo.

Competencias desarrolladas

Durante la estancia en la empresa Simec International SA de CV y la realización del proyecto se utilizaron y desarrolladas las siguientes competencias.

Competencias instrumentales

- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidades de gestión de información
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

Competencias interpersonales

- Trabajo en equipo
- Compromiso ético
- Habilidad para trabajar en un ambiente laboral.
- Compromiso ético.

Competencias sistémicas

- Habilidades de investigación
- Capacidad de generar nuevas ideas
- Búsqueda del logro.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Habilidades de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Capacidad para diseñar.

El desarrollo y mejoramiento de estas competencias fue uno de los grandes incentivos para el desarrollo de este proyecto del diseño. Específicamente en actividades como generación de alternativas de solución.

Referencias bibliográficas

- GmbH, L. (2017) *Descalcificación*, Lechler.
<https://www.lechler.com/es/aplicaciones/descascarillado>
- Enríquez Berciano, J. L. Tremps Guerra, E. Susana de Elío de Bengy & Fernández Segovia, D. (2010) *laminación, Monografías sobre Tecnología del Acero. Parte IV*.
https://oa.upm.es/2074/1/laminacion2_mono_2010
- Ifm. *Industria metalúrgica y del acero, Garantizar la calidad y la fiabilidad en la industria del acero*. <https://www.ifm.com/ar/es/shared/applications/040/garantizar-la-calidad-y-la-fiabilidad-en-la-industria-del-acero.html>
- Fesmex. (2020) *Pérdidas por fricción en tuberías*.
<https://www.fesmex.com.mx/article/pérdidas-por-friccion-en-tuberias/>
- Utsunomiya, H., Hara, K., Matsumoto, R., & Azushima, A. (2014) *Formation mechanism of surface scale defects in hot rolling process*. Sciencedirect.
<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2014.03.022>
- IspatGuru. *Mechanical processes for descaling of Steel*.
<https://www.ispatguru.com/mechanical-processes-for-descaling-of-steel/>
- Spraying systems co. (2013) *Optimizing descaling operations*.
https://www.spray.com/es-mx/-/media/dam/industrial/usa/sales-material/product-market-bulletin/b628b_optimizing_descaling.pdf
- GmbH, L. (2017) *Boquillas y sistemas personalizados*. Lechler.
<https://www.lechler.com/es/industrias/industria-quimica/boquillas-y-sistemas-personalizados-de-lechler>

- A. Cengel, Y., & M. Cimbala, J. (2006) *Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones* (1ra ed.) The McGraw-Hill.
- M. White, F. (2003) *Mecánica de fluidos* (5ta ed.) The McGraw-Hill.
- Spraying Systems México, S.A. de C.V. *Descaling Impact Technical reference*.
<https://www.spray.com/es-mx/aplicaciones/impacto-en-el-descascarado>
- Pirobloc. (2020). *Cálculo de pérdidas de carga*. Pirobloc.
<https://www.pirobloc.com/blog-es/calculo-pérdidas-carga/>
- Zapata, F. (2023) *Diagrama de Moody*. Lifeder.
<https://www.lifeder.com/diagrama-moody/>
- Grupo SKF. *Principles-of-rolling-bearing*. SKF.
<https://www.skf.com/mx/products/rolling-bearings/principles-of-rolling-bearing-selection/general-bearing-knowledge/bearing-basics>
- Grupo SKF. *Soportes de pie SNL*. SKF.
<https://www.ipitequipos.com/catalogos/SKF/SKF%20Soportes%20Bipartidos%20SNL.pdf>
- Grupo SKF. (2015). *Rodamientos*. SKF.
https://cdn.skfmediahub.skf.com/api/public/0901d19680416953/pdf_preview_medium/0901d19680416953_pdf_preview_medium.pdf
- Spivakovsky, A., & Dyachkov, V. (1983) *Conveyors and related equipment*. Peace Moscow.
- Jose, D. M. *Transportador de rodillos*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/496838791/12-Transportador-de-rodillos>
- Robert L., Mott. Joseph A., Untener. (2015) *Mecánica de fluidos*. (7ra ed.) Pearson.

- Lechler. *Scalemaster*. <https://www.lechler.com/fileadmin/media/scalemaster>
- SpadFlow. *Boquillas descalcificadoras*.
<https://spadflow.com/boquillasdescalcificadoras>
- Schurmann Stefan. *Desincrustación. Lechler*.
<https://www.lechler.com/fileadmin/media/fachbericht>

Anexos

Tabla 1. Valores de Diseño de la rugosidad de tubos

Material	Rugosidad (m)	Rugosidad (ft)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	$3,0 \times 10^{-7}$	$9,8 \times 10^{-7}$
Tubo extruido, cobre, latón y acero	$1,5 \times 10^{-6}$	$4,9 \times 10^{-6}$
Acero comercial o soldado	$4,6 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$
Hierro galvanizado	$1,5 \times 10^{-4}$	$4,9 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil recubierto	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil no recubierto	$2,4 \times 10^{-4}$	$7,9 \times 10^{-4}$
Concreto, bien fabricado	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$
Acero Remachado	$1,8 \times 10^{-4}$	$5,9 \times 10^{-4}$

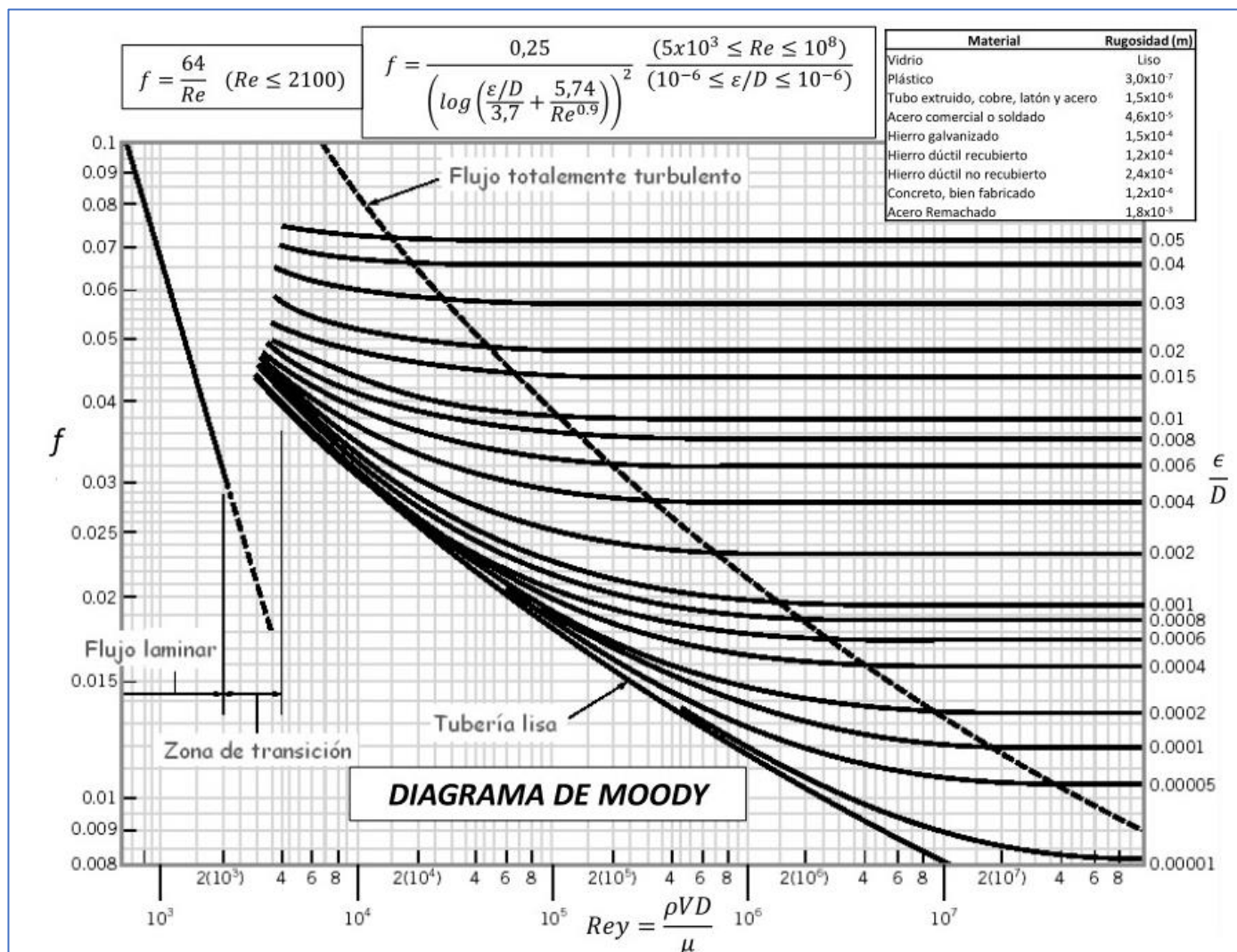
Fuente: Robert L. Mott. Joseph A. Untener. (2015) *Rugosidad de la tubería valores de diseño.* [tabla] Chapter 8 Número de Reynolds, flujo laminar, flujo turbulento y pérdidas de energía por fricción. *Mecánica de fluidos séptima edición* pág. 185.

Tabla 2. Dimensiones estándar de tuberías de Acero Comercial.

Medida Nominal de la Tubería (pulg)		Diámetro Ext (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interior (mm)	Medida Nominal de la Tubería (pulg)		Diámetro Ext (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interior (mm)
Cedula 10	14	355,6	6,35	342,9	Cedula 80	1 1/2	48,3	5,08	38,1
	16	406,4	6,35	393,7		2	60,3	5,54	49,2
	18	457,2	6,35	444,5		2 1/2	73	7,01	59,0
	20	508,0	6,35	495,3		3	88,9	7,62	73,7
	24	609,6	6,35	596,9		3 1/2	101,6	8,08	85,4
Cedula 20	30	762,0	7,92	746,2		4	114,3	8,56	97,2
	8	219,1	6,35	206,4		5	141,3	9,52	122,3
	10	273,0	6,35	260,3		6	168,3	10,97	146,4
	12	323,9	6,35	311,2		8	219,1	12,7	193,7
	14	355,6	7,92	339,8		10	273,0	15,09	242,8
	16	406,4	7,92	390,6		12	323,9	17,47	289,0
	18	457,2	7,92	441,4		14	355,6	19,05	317,5
	20	508,0	9,52	489,0	Cedula 100	16	406,4	21,44	363,5
Cedula 30	24	609,6	9,52	590,6		18	457,2	23,82	409,6
	30	762,0	12,70	736,6		20	508,0	26,19	455,6
	8	219,1	7,040	205,0		24	609,6	30,96	547,7
	10	273,0	7,800	257,4		8	219,1	15,09	188,9
	12	323,9	8,380	307,1		10	273,0	18,26	236,5
	14	355,6	9,520	336,6		12	323,9	21,44	281,0
	16	406,4	9,520	387,4		14	355,6	23,82	308,0
	18	457,2	11,130	434,9	Cedula 120	16	406,4	26,19	354,0
Cedula 40	20	508,0	12,700	482,6		18	457,2	29,36	398,5
	24	609,6	14,270	581,1		20	508,0	32,54	442,9
	30	762,0	15,880	730,2		24	609,6	38,89	531,8
	1/8	10,3	1,73	6,8	Cedula 140	4	114,3	11,13	92,0
	1/4	13,7	2,24	9,2		5	141,3	12,7	115,9
	3/8	17,1	2,31	12,5		6	168,3	14,27	139,8
	1/2	21,3	2,77	15,8		8	219,1	18,26	182,6
	3/4	26,7	2,87	21,0		10	273,0	21,44	230,1
	1	33,4	3,38	26,6		12	323,9	25,4	273,1
	1 1/4	42,2	3,56	35,1		14	355,6	27,79	300,0
	1 1/2	48,3	3,68	40,9		16	406,4	30,96	344,5
	2	60,3	3,91	52,5		18	457,2	34,92	387,4
	2 1/2	73	5,16	62,7		20	508,0	38,1	431,8
Cedula 60	3	88,9	5,49	77,9		24	609,6	46,02	517,6
	3 1/2	101,6	5,74	90,1	Cedula 160	8	219,1	20,62	177,9
	4	114,3	6,02	102,3		10	273,0	25,4	222,2
	5	141,3	6,55	128,2		12	323,9	28,58	266,7
	6	168,3	7,11	154,1		14	355,6	31,75	292,1
	8	219,1	8,18	202,7		16	406,4	36,52	333,4
	10	273,0	9,27	254,5		18	457,2	39,69	377,8
	12	323,9	10,31	303,3		20	508,0	44,45	419,1
	14	355,6	11,13	333,3		24	609,6	52,39	504,8
	16	406,4	12,7	381,0	Cedula 80	1/2	21,3	4,78	11,7
	18	457,2	14,27	428,7		3/4	26,7	5,56	15,6
	20	508,0	15,09	477,8		1	33,4	6,35	20,7
	24	609,6	17,48	574,6		1 1/4	42,2	6,35	29,5
Cedula 80	8	219,1	10,31	198,5		1 1/2	48,3	7,14	34,0
	10	273,0	12,7	247,6		2	60,3	8,74	42,8
	12	323,9	14,27	295,4		2 1/2	73	9,52	54,0
	14	355,6	15,09	325,4		3	88,9	11,13	66,6
	16	406,4	16,64	373,1		4	114,3	13,49	87,3
	18	457,2	19,05	419,1		5	141,3	15,88	109,5
	20	508,0	20,62	466,8		6	168,3	18,26	131,8
	24	609,6	24,61	560,4		8	219,1	23,01	173,1
Cedula 100	1/8	10,3	2,41	5,5		10	273,0	28,58	215,8
	1/4	13,7	3,02	7,7		12	323,9	33,34	257,2
	3/8	17,1	3,2	10,7		14	355,6	35,71	284,2
	1/2	21,3	3,73	13,8		16	406,4	40,49	325,4
	3/4	26,7	3,91	18,9		18	457,2	45,24	366,7
	1	33,4	4,55	24,3		20	508,0	50,01	408,0
	1 1/4	42,2	4,85	32,5		24	609,6	59,54	490,5

Fuente: Robert L. Mott. Joseph A. Untener. (2015) Rugosidad de la tubería valores de diseño. [tabla] Dimensiones de la tubería de acero. Mecánica de fluidos séptima edición pág. 501.

Tabla 3. Diagrama de Moody.



Fuente: Robert L. Mott. Joseph A. Untener. (2015) *Rugosidad de la tubería valores de diseño.* [tabla] Chapter 8 Número de Reynolds, flujo laminar, flujo turbulento y pérdidas de energía por fricción. *Mecánica de fluidos séptima edición* pág. 186.

Tabla 4. Tabla de medidas recomendadas para las boquillas.

Vertical spraying height h_v [mm]	Angle of inclination $\beta = 15^\circ$ A [mm]	Nominal nozzle spray angle α at $p = 150$ bar																			
		$\alpha = 22^\circ$				$\alpha = 26^\circ$				$\alpha = 30^\circ$				$\alpha = 34^\circ$				$\alpha = 40^\circ$			
		B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]
50	52	26	25	-	-	30	29	-	-	35	34	-	-	39	38	-	-	47	45	5	40 ¹⁾
75	78	36	35	-	-	43	42	5	37 ¹⁾	49	47	5	42 ¹⁾	55	53	6	47 ²⁾	67	65	7	58 ²⁾
100	104	47	45	7	38 ¹⁾	56	54	5	49 ²⁾	64	62	5	57 ³⁾	71	69	7	62 ³⁾	88	85	8	77
125	129	57	55	7	48 ²⁾	68	66	7	59 ³⁾	78	75	7	68	87	84	9	75	108	104	10	94
150	155	68	66	8	58 ³⁾	81	78	7	71	93	90	8	82	103	99	9	90	128	124	10	114
200	207	89	86	9	77	106	102	10	92	122	118	10	108	134	129	13	116	168	162	15	147
250	259	111	107	11	96	132	128	10	118	151	146	15	131	166	160	15	145	209	202	15	187

¹⁾ only **MiniSCALEMASTER®** with hexagon socket nut

²⁾ only **MiniSCALEMASTER®**

³⁾ only with hexagon socket nut

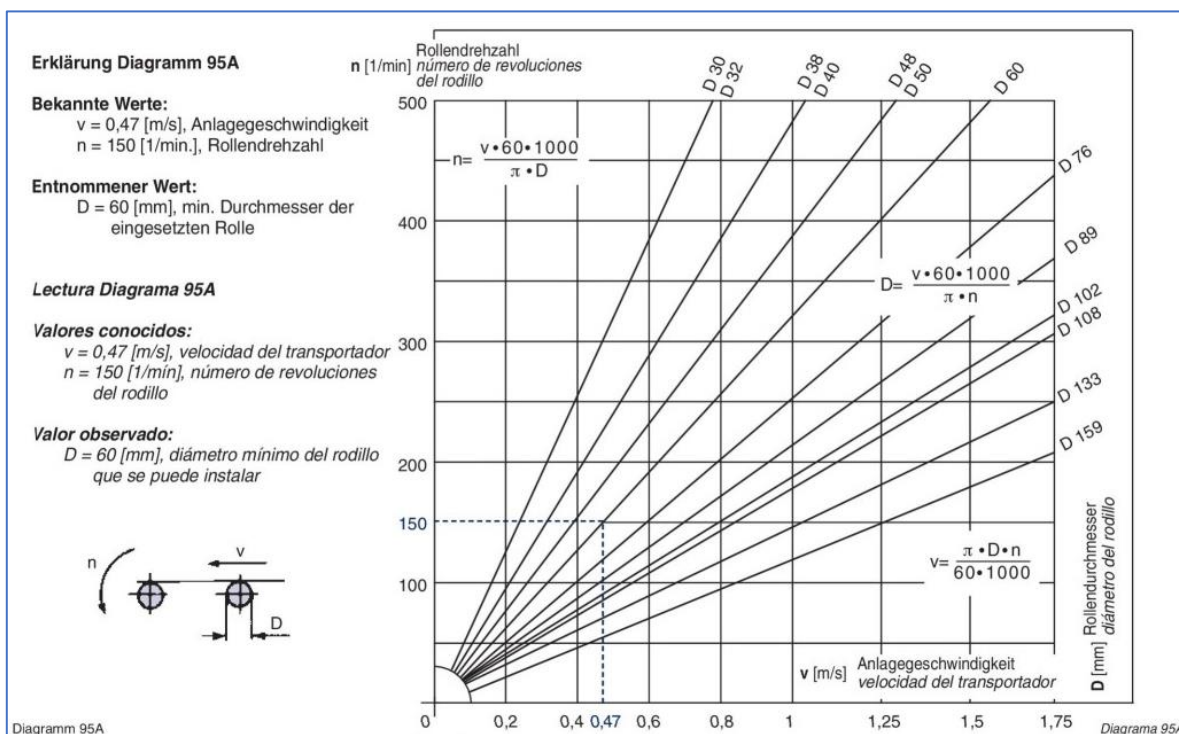
Fuente: Lechler. Nozzle tip. [tablas] Nozzle arrangement on the sprayheader. Scalemaster.
<https://www.lechler.com/fileadmin/media/scalemaster>

Tabla 5. Boquillas Scalemaster.

Order No. for nozzle tip							Material code	A ϕ [mm]	Water flow rate (V)					
Type					p = 100 bar (1450 psi)	p = 200 bar (2900 psi)			p = 400 bar (5800 psi)					
Series	Code													
	Nominal spray angle													
	22°	26°	30°	34°	40°			[l/min]	[US Gall./min]	[l/min]	[US Gall./min]	[l/min]	[US Gall./min]	
694	495	496	497	491	498	27	1.50	12.00	3.17	16.97	4.50	24.00	6.34	
694	535	536	537	531	538	27	1.75	15.00	3.96	21.21	5.60	30.00	7.92	
694	565	566	567	561	568	27	2.00	18.00	4.76	25.46	6.73	36.00	9.52	
694	605	606	607	601	608	27	2.10	23.00	6.08	32.53	8.59	46.00	12.16	
694	645	646	647	641	648	27	2.50	28.00	7.40	39.60	10.46	56.00	14.80	
694	685	686	687	681	688	27	2.80	36.00	9.51	50.91	13.45	72.00	19.02	
694	725	726	727	721	728	27	3.00	45.00	11.89	63.64	16.81	90.00	23.78	
694	765	766	767	761	768	27	3.50	58.00	15.32	82.02	21.67	116.00	30.64	
694	805	806	807	801	808	27	3.80	72.00	19.02	101.82	26.90	144.00	38.04	
694	845	846	847	841	848	27	4.30	89.00	23.51	125.87	33.25	178.00	47.02	
694	885	886	887	881	888	27	4.70	112.00	29.59	158.39	41.85	224.00	59.18	
694	-	906	907	901	908	27	5.00	125.00	33.03	176.78	46.70	250.00	66.06	
694	-	916	917	911	918	27	5.20	134.00	35.40	189.50	50.07	268.00	70.80	

Fuente: Lechler. Nozzle tip. [tablas] Nozzle data, correct nozzle arrangement. Scalemaster.
<https://www.lechler.com/fileadmin/media/scalemaster>

Tabla 6. Grafica N-V Capacidad de carga de los rodillos del motor.



Fuente: Tecno Rulli. Capacidad de carga de los rodillos del motor. [imagen] Rodillos motorizados de acero. <https://www.tecnorulli.com/de/productos/rodillos-de-acero-para-transportadores-internos/rodillos-motorizados-de-acero/>

Tabla 7. Registro de anomalías del desescamador

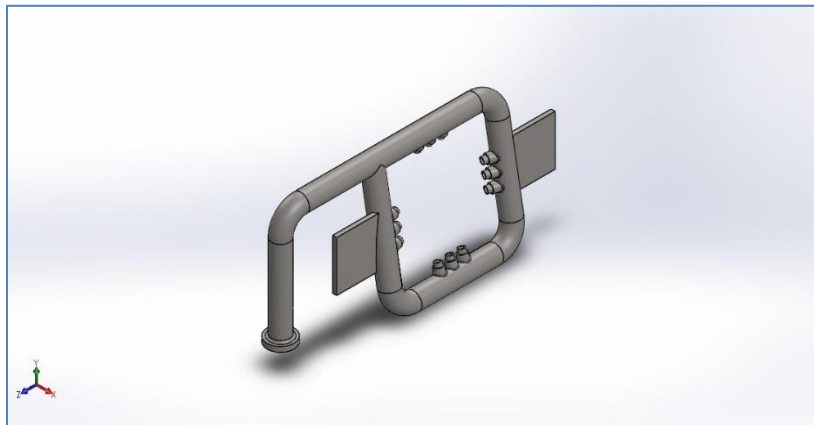
DESESCAMADOR							
Mes	Día	Tur	Presión	Tipo de mantenimiento	Anomalía	Descripción	Tiempo de paro
Agosto	2	3	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)
Agosto	7	2	277 bar	Correctivo	Incremento de la presión registrada en el manómetro	Una de las boquillas se encontraba obstruida y se procedió a realizar limpieza	30min
Agosto	20	2	210 bar	Correctivo	Perdida de presión debido a una fuga en la brida del cabezal	Desmontaje del cabezal y cambio de oring de la brida	1hr
Agosto	21	2	250 bar	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Agosto	23	2	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min
Septiembre	5	3	100 bar	Correctivo	Daño en una biela de la bomba de pistones	Se retiró la bomba para cambio de biela y se acciona otra bomba de reserva	10min
Septiembre	13	2	250 bar	Preventivo	Ninguno	Limpieza de boquillas del cabezal	30min
Septiembre	17	2	230 bar	Correctivo	Filtros obstruidos	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min
Septiembre	28	3	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de boquillas del cabezal	30min (PG)
Septiembre	29	2	245 bar	Correctivo	Perdida de presión debido a una fuga en la unión de soldadura en la brida del cabezal	Soldar fuga del presente en el cabezal	25min
Octubre	2	2	250 bar	Correctivo	Chumacera dañada del rodillo de entrada del desescamador	Cambio de chumacera del rodillo	1hr 25min
Octubre	2	3	250 bar	Correctivo	Motor y reductor dañados a la entrada del desescamador	Cambio de Motor y reductor a la entrada del desescamador	45min

Octubre	3	2	250 bar	Correctivo	Boquilla dañada del cabezal	Las boquillas inferiores del cabezal presentan rozamiento por la palanquilla, se procede a cambiar y ajustar cabezal	35min
Octubre	7	3	200 bar	Correctivo	Perdida de presión debido a la fuga en la base de una de las boquillas superiores	Soldar base de una boquilla del cabezal	2hr
Octubre	20	2	250 bar	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Octubre	24	3	250 bar	Preventivo programado	Unidad de mantenimiento en pésimas condiciones	Cambio de unidad de mantenimiento	30min (PG)
Octubre	24	3	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)
Noviembre	3	2	250 bar	Correctivo	Incremento de la presión registrada en el manómetro	Una de las boquillas se encontraba obstruida y se procedió a realizar limpieza	30min
Noviembre	4	3	300 bar	Correctivo	válvula neumática de control dañada	Cambio de la válvula neumática de control de presión del desescamador	1hr 30min
Noviembre	7		250 bar	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Noviembre	15	3	250 bar	Correctivo	Manómetro dañado	Cambio de manómetro	10min
Noviembre	30	2	250 bar	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)

Tabla 8. Tabla de corrección de anomalías del desescamador

DESESCAMADOR							
Mes	Día	Tur	Presión	Tipo de mantenimiento	Anomalía	Descripción	Tiempo de paro
Agosto	2	3	Correcto	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)
Agosto	7	2	Incorrecto	Correctivo	Incremento de la presión registrada en el manómetro	Una de las boquillas se encontraba obstruida y se procedió a realizar limpieza	30min
Agosto	20	2	Incorrecto	Correctivo	Perdida de presión debido a una fuga en la brida del cabezal	Desmontaje del cabezal y cambio de oring de la brida	1hr
Agosto	21	2	Correcto	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Agosto	23	2	Correcto	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min
Septiembre	5	3	Incorrecto	Correctivo	Daño en una biela de la bomba de pistones	Se retiró la bomba para cambio de biela y se acciona otra bomba de reserva	10min
Septiembre	13	2	Correcto	Preventivo	Ninguno	Limpieza de boquillas del cabezal	30min
Septiembre	17	2	Incorrecto	Correctivo	Filtros obstruidos	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min
Septiembre	28	3	Correcto	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de boquillas del cabezal	30min (PG)
Septiembre	29	2	Incorrecto	Correctivo	Perdida de presión debido a una fuga en la unión de soldadura en la brida del cabezal	Soldar fuga del presente en el cabezal	25min
Octubre	2	2	Correcto	Correctivo	Chumacera dañada del rodillo de entrada del desescamador	Cambio de chumacera del rodillo	1hr 25min
Octubre	2	3	Correcto	Correctivo	Motor y reductor dañados a la entrada del desescamador	Cambio de Motor y reductor a la entrada del desescamador	45min

Octubre	3	2	Correcto	Correctivo	Boquilla dañada del cabezal	Las boquillas inferiores del cabezal presentan rozamiento por la palanquilla, se procede a cambiar y ajustar cabezal	35min
Octubre	7	3	Incorrecto	Correctivo	Perdida de presión debido a la fuga en la base de una de las boquillas superiores	Soldar base de una de las boquillas del cabezal	2hr
Octubre	20	2	Correcto	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Octubre	24	3	Correcto	Preventivo programado	Unidad de mantenimiento en pésimas condiciones	Cambio de unidad de mantenimiento	30min (PG)
Octubre	24	3	Correcto	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)
Noviembre	3	2	Correcto	Correctivo	Incremento de la presión registrada en el manómetro	Una de las boquillas se encontraba obstruida y se procedió a realizar limpieza	30min
Noviembre	4	3	Incorrecto	Correctivo	válvula neumática de control dañada	Cambio de la válvula neumática de control de presión del desescamador	1hr 30min
Noviembre	7		Correcto	Correctivo	Ajuste del cabezal	Centrar cabezal	30min
Noviembre	15	3	Correcto	Correctivo	Manómetro dañado	Cambio de manómetro	10min
Noviembre	30	2	Correcto	Preventivo programado	Ninguno	Limpieza de filtros de succión de bomba del desescamador	30min (PG)



Descripción

Cabezal de desescamador de palanquillas, tren de laminación.

Simulación de Cabezal

Fecha: 20 de diciembre de 2023

Diseñador: Yani Mark Sánchez Mendoza

Nombre de estudio: Análisis estático 1

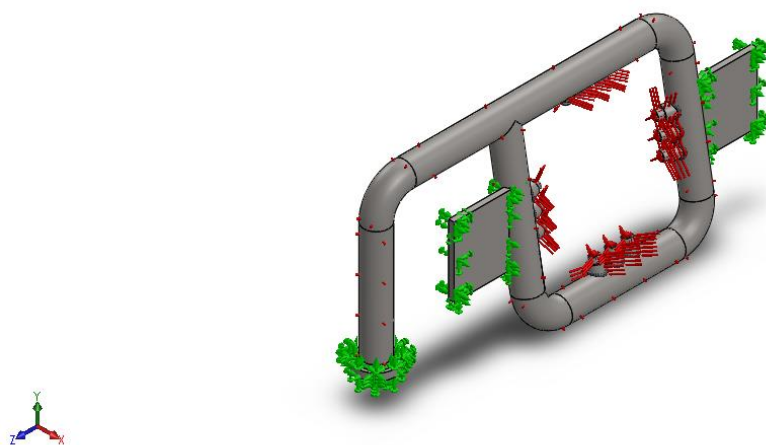
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción	1
Suposiciones	2
Información de modelo	2
Propiedades de estudio	5
Unidades	5
Propiedades de material	6
Cargas y sujeciones	7
Definiciones de conector	7
Información de contacto	8
Información de malla	9
Detalles del sensor	10
Fuerzas resultantes	10
Vigas.....	11
Resultados del estudio	12
Renderizado	16

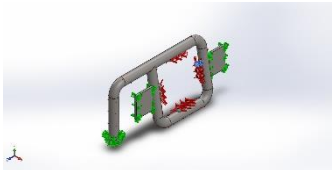
Suposiciones

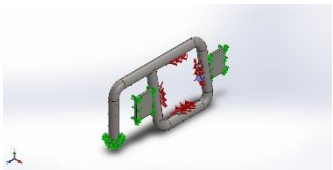
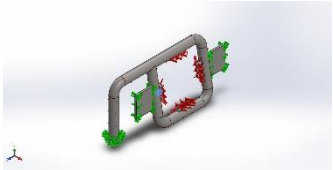
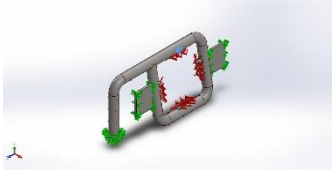
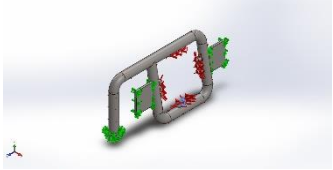
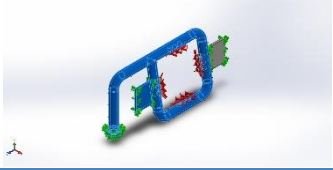
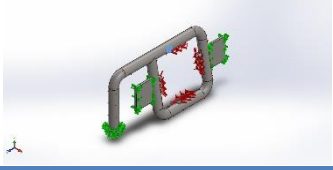
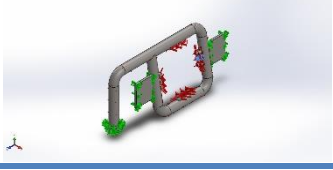
Información de modelo

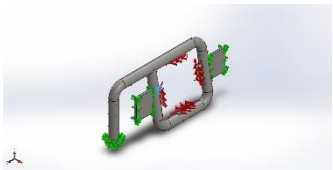
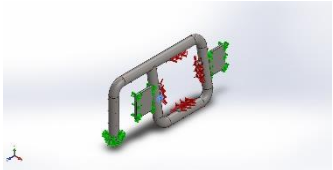
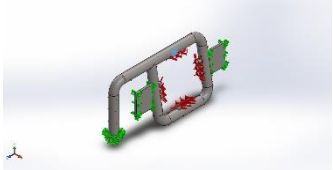
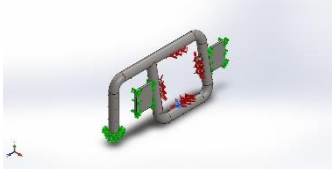
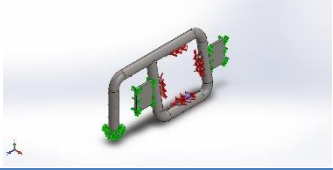
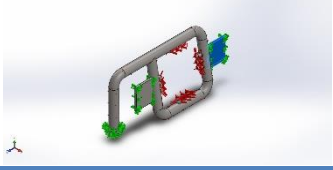


Nombre del modelo: Cabezal
Configuración actual: Cabezal 1 (Corregido)

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar7 	Sólido	Masa:0.436489 kg Volumen:5.43764e-005 m ³ Densidad:8027.17 kg/m ³ Peso:4.27759 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.SLDPRT Feb 04 13:16:12 2024

Combinar9 	Sólido	Masa:0.436489 kg Volumen:5.43764e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.27759 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar11 	Sólido	Masa:0.436478 kg Volumen:5.43751e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.27749 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar4 	Sólido	Masa:0.419354 kg Volumen:5.22418e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.10967 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar2 	Sólido	Masa:0.419353 kg Volumen:5.22417e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.10966 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Redondeo1 	Sólido	Masa:86.0532 kg Volumen:0.0107202 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:843.322 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar6 	Sólido	Masa:0.419354 kg Volumen:5.22418e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.10967 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar8 	Sólido	Masa:0.436489 kg Volumen:5.43764e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.27759 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024

Combinar10 	Sólido	Masa:0.436478 kg Volumen:5.43751e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.27749 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar12 	Sólido	Masa:0.436478 kg Volumen:5.43751e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.27749 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar5 	Sólido	Masa:0.419354 kg Volumen:5.22418e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.10967 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar3 	Sólido	Masa:0.419353 kg Volumen:5.22417e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.10966 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Combinar1 	Sólido	Masa:0.419353 kg Volumen:5.22417e-005 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:4.10966 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024
Saliente-Extruir12 	Sólido	Masa:7.98096 kg Volumen:0.000994242 m³ Densidad:8027.17 kg/m³ Peso:78.2134 N	C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico\Cabezal.S LDPRT Feb 04 13:16:12 2024

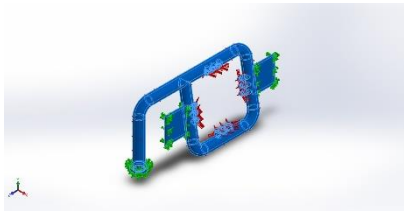
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Markk\Desktop\Cabezal\Estatico)

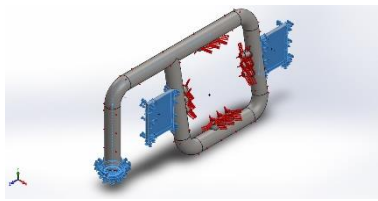
Unidades

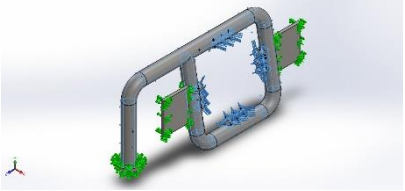
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: AISI 309 INOX	Sólido
	Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal	1(Combinar7)(Cabezal), Sólido
	Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.	2(Combinar9)(Cabezal), Sólido
	Límite elástico: 2.9e+008 N/m ²	3(Combinar11)(Cabezal), Sólido
	Límite de tracción: 6.21e+008 N/m ²	Sólido
	Módulo elástico: 2e+011 N/m ²	4(Combinar4)(Cabezal), Sólido
	Coefficiente de Poisson: 0.3	5(Combinar2)(Cabezal), Sólido
	Densidad: 8027.17 kg/m ³	Sólido
	Módulo cortante: 7.7e+010 N/m ²	6(Redondeo1)(Cabezal), Sólido
	Coefficiente de dilatación térmica: 1.8e-005 /Kelvin	7(Combinar6)(Cabezal), Sólido
		8(Combinar8)(Cabezal), Sólido
		9(Combinar10)(Cabezal), Sólido
		10(Combinar12)(Cabezal), Sólido
		11(Combinar5)(Cabezal), Sólido
		12(Combinar3)(Cabezal), Sólido
Datos de curva:N/A		13(Combinar1)(Cabezal), Sólido 14(Saliente-Extruir12)(Cabezal)

Cargas y sujeciones

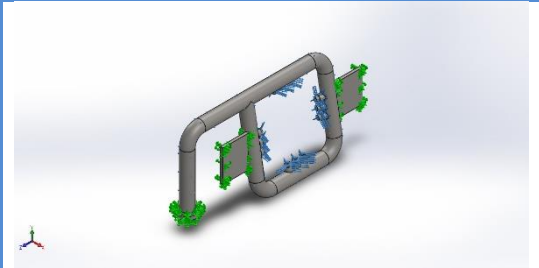
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 arista(s), 11 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-15568.8	-64081.5	116.158	65945.8	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Presión-1		Entidades: 45 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 2e+007 Unidades: N/m^2 Ángulo de fase: 0 Unidades: deg

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

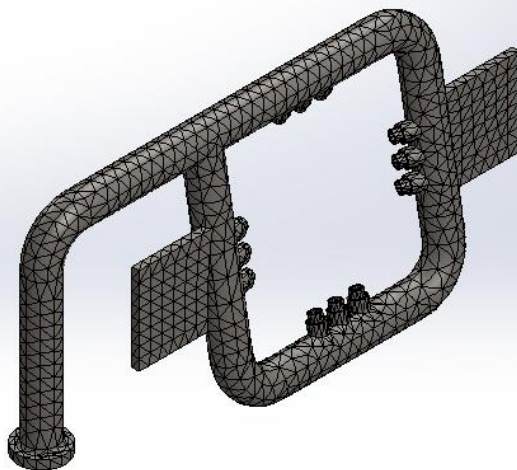
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	32.1154 mm
Tolerancia	1.60577 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	19382
Número total de elementos	9834
Cociente máximo de aspecto	16.326
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	63.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.58
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:19
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: Cabezal
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Cabezal 1 (Corregido)-)
Tipo de malla: Malla sólida



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-15568.8	-64081.5	116.158	65945.8

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

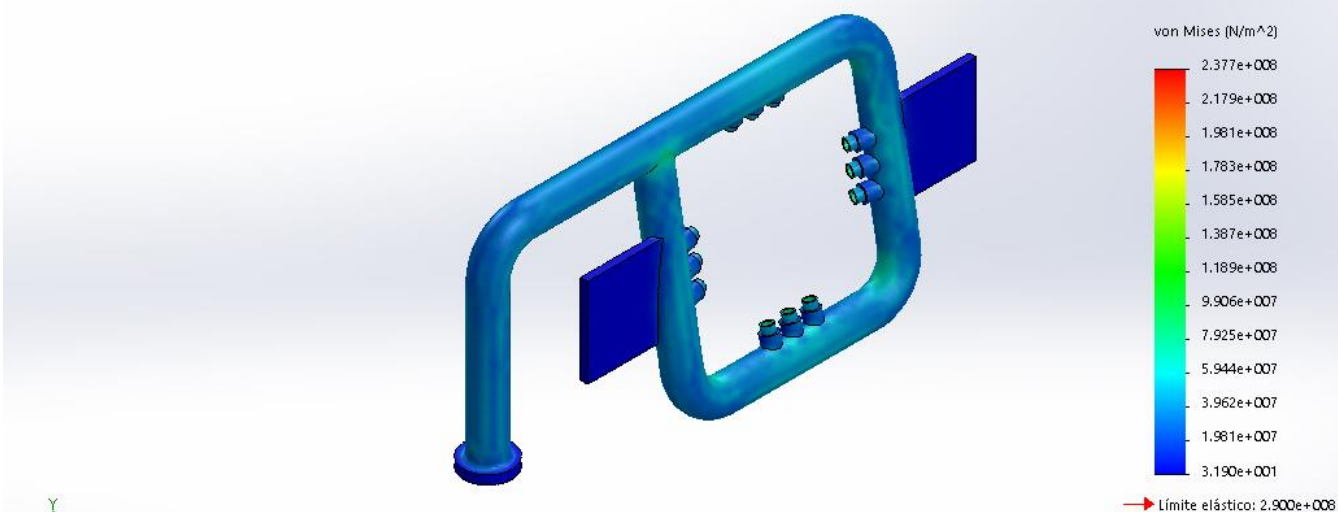
Vigas

No hay datos

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	31.9006 N/m ² Nodo: 5212	2.37742e+008 N/m ² Nodo: 17331

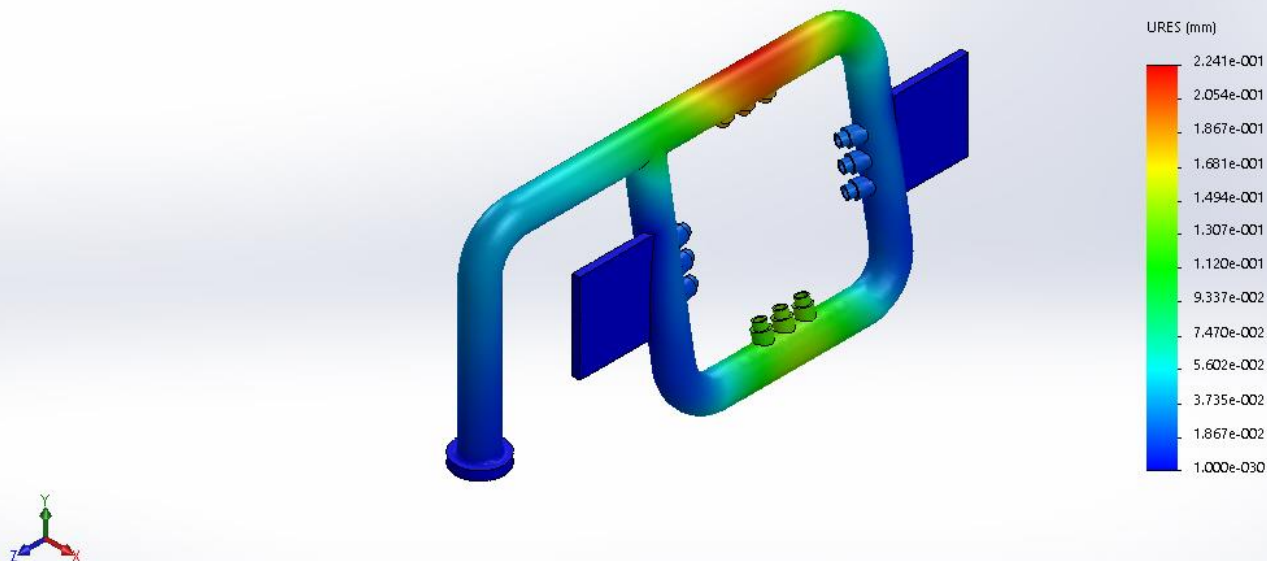
Nombre del modelo: Cabezal
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Cabezal 1 (Corregido)-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1



Cabezal-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm Nodo: 3064	0.22409 mm Nodo: 8167

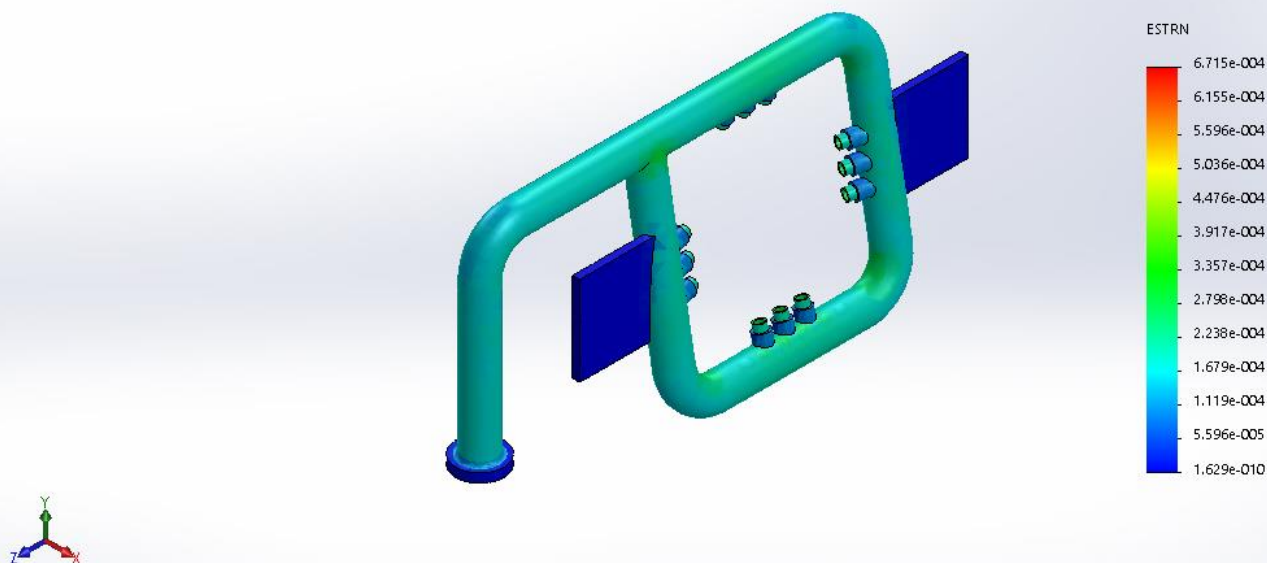
Nombre del modelo: Cabezal
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Cabezal 1 (Corregido)-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1



Cabezal-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.62901e-010 Elemento: 1670	0.000671461 Elemento: 1188

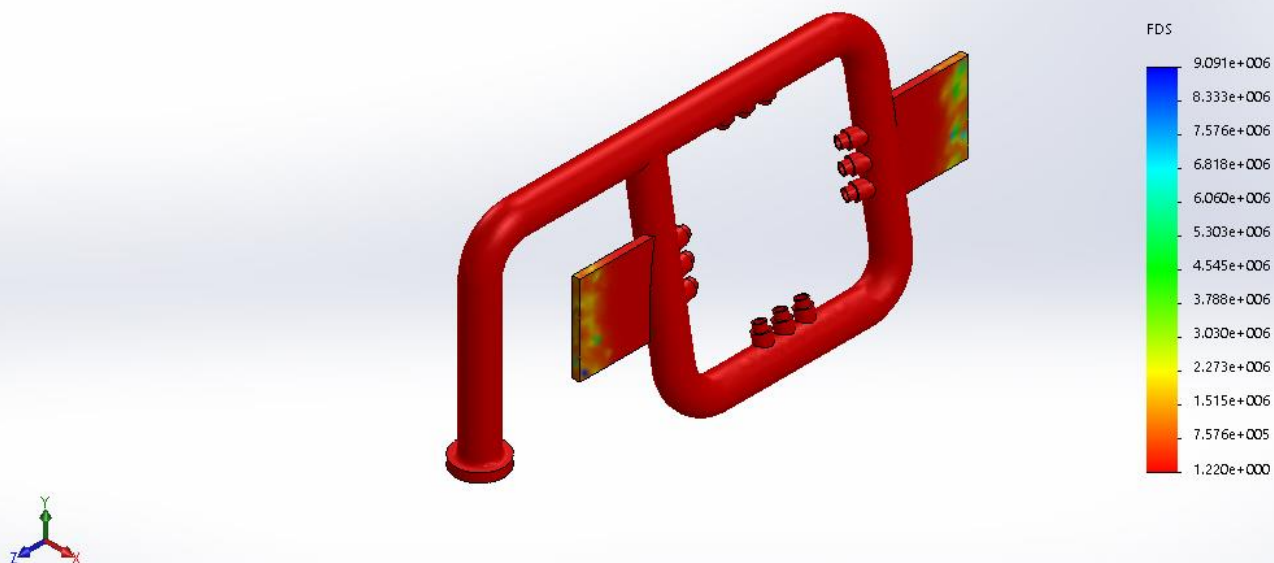
Nombre del modelo: Cabezal
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Cabezal 1 (Corregido)-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 1



Cabezal-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.21981 Nodo: 17331	9.09074e+006 Nodo: 5212

Nombre del modelo: Cabezal
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Cabezal 1 (Corregido)-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.2



Cabezal-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Renderizado



Imagen-1

Simulación de flujo de SolidWorks Informe del proyecto

Diciembre 2023



Tabla de contenidos

1	Información general	1
1.1	Entorno de análisis	1
1.2	Información del modelo	1
1.3	Comentarios del proyecto:	1
1.4	Tamaño del dominio computacional	1
1.5	Parámetros de simulación	2
1.5.1	Configuración de malla	2
1.5.2	Ajustes de materiales	2
1.5.3	Condiciones iniciales	2
1.5.4	Condiciones de contorno	3
1.5.5	Objetivos de ingeniería	4
1.6	Analysis Time	6
2	Resultados	7
2.1	Objetivos del análisis	7
2.2	Tabla global Min-Max	7
2.3	Resultados	8
3	Apéndice	11
3.1	Graficas.....	11

1 Información general

1.1 Entorno de análisis

Producto de software:	Flow Simulation 2016 SP0.0. Build: 3259
Tipo de CPU:	Intel(R) Pentium(R) CPU N3520 @ 2.16GHz
Velocidad de la CPU:	2159 MHz
RAM:	3983 MB / 134217727 MB
Sistema operativo:	(Build 19045)

1.2 Información del modelo

Nombre del modelo:	Cabezal.SLDASM
Project Name:	Proyecto 1 Cabezal

1.3 Comentarios del proyecto:

Sistema de unidades:	SI (m-kg-s)
Tipo de análisis:	Interno

1.4 Tamaño del dominio computacional

Tamaño	-0.095 m
X min	
X max	0.097 m
Y min	-0.347 m
Y max	0.365 m
Z min	-0.576 m
Z max	0.568 m

1.5 Parámetros de simulación

1.5.1 Configuración de malla

1.5.1.1 Malla básica

Dimensiones básicas de la malla

Número de celdas en X	4
Número de celdas en Y	18
Número de celdas en Z	28

1.5.1.2 Malla de análisis

Número total de células:	36000
Celdas fluidas:	15663
Celdas sólidas:	20337
Celdas parciales:	9555
Celdas recortadas:	0

1.5.1.3 Opciones adicionales de cálculo físico

Tipo de flujo:	Solo turbulento
Análisis dependiente del tiempo:	Desactivado
Gravedad:	Desactivado
Radiación:	
Humedad:	
Rugosidad de pared predeterminada:	46.0 micrómetro

1.5.2 Ajustes de materiales

Ajustes de materiales

Fluidos

[Agua](#)

1.5.3 Condiciones iniciales

Condiciones iniciales

Parámetros termodinámicos	Presión estática: 101325.00 Pa
---------------------------	--------------------------------

	Temperatura: 25.00 °C
Parámetros de velocidad	Velocity vector Velocity in X direction: 0 m/s Velocity in Y direction: 0 m/s Velocity in Z direction: 0 m/s

1.5.4 Condiciones de contorno

Condiciones de contorno

Inlet Volume Flow 1

Tipo	Caudal volumétrico de entrada
Caras	Face<1>@LID4-1
Sistema de coordenadas	Face Coordinate System
Eje de referencia	Y
Parámetros de flujo	Dirección de los vectores de flujo: Normal a la cara Caudal volumétrico: 0,0059 m ³ /s Flujo completamente desarrollado: No Perfil de entrada: 0
Parámetros termodinámicos	Temperatura: 25.00 °C

Environment Pressure 1

Tipo	Environment Pressure
Caras	Face<2>@Ensamblaje2-6/LID2-1 Face<3>@Ensamblaje2-9/LID2-1 Face<4>@Ensamblaje2-10/LID2-1 Face<5>@Ensamblaje2-2/LID2-1 Face<6>@Ensamblaje2-3/LID2-1 Face<7>@Ensamblaje2-7/LID2-1 Face<8>@Ensamblaje2-1/LID2-1 Face<9>@Ensamblaje2-11/LID2-1 Face<10>@Ensamblaje2-4/LID2-1 Face<11>@Ensamblaje2-12/LID2-1 Face<12>@Ensamblaje2-8/LID2-1 Face<13>@Ensamblaje2-5/LID2-1
Sistema de coordenadas	Sistema de coordenadas global
Eje de referencia	Y
Parámetros termodinámicos	Environment pressure: 2.00e+007 Pa

	Temperatura: 25.00 °C
--	-----------------------

1.5.5 Objetivos de ingeniería

Metas

Objetivos superficiales

SG Av Presión 1

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Presión
Calcular	Average value
Caras	Cara<1>@LID4-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Av Temperatura (fluido) 1

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Temperatura (Fluid)
Calcular	Average value
Caras	Cara<1>@LID4-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Av Densidad (fluido) 1

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Densidad (Fluid)
Calcular	Average value
Caras	Cara<1>@LID4-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Caudal volumétrico 1

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Caudal volumétrico
Caras	Cara<1>@LID4-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Area (Fluid) 1

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Área (Fluido)
Caras	Cara<1>@LID4-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Av Velocidad 1

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Velocidad
Calcular	Average value
Caras	Cara<1>@LID4-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Av Presión 2

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Presión
Calcular	Average value
Caras	Cara<2>@Ensamblaje2-4/LID2-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Av Temperatura (fluido) 2

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Temperatura (fluido)
Calcular	Average value
Caras	Cara<2>@Ensamblaje2-4/LID2-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Av Densidad (fluido) 2

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Densidad (fluido)
Calcular	Average value
Caras	Cara<2>@Ensamblaje2-4/LID2-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Caudal volumétrico 2

Tipo	Objetivo de superficie
------	------------------------

Fluid Flow Simulation Report

Tipo de objetivo	Caudal volumétrico
Caras	Cara<2>@Ensamblaje2-4/LID2-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Área (fluido) 2

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Área (Fluido)
Caras	Cara<2>@Ensamblaje2-4/LID2-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

SG Av Velocidad 2

Tipo	Objetivo de superficie
Tipo de objetivo	Velocidad
Calcular	Average value
Caras	Cara<2>@Ensamblaje2-4/LID2-1
Sistema de coordenadas	Global coordinate system
Uso en convergencia	On

1.6 Analysis Time

Tiempo de cálculo: 367 s

Número de iteraciones: 158

Advertencias:

2 Resultados

2.1 Objetivos del análisis

Metas

Nombre	Unidad	Valor	Progreso	Uso en convergencia	Delta	Criterios
SG Av Presión 1	Pa	2.00e+007	100	167.824421	13.9387964	On
SG Av Temperatura (fluido) 1	°C	25.00	100	0.132610658	0	On
SG Av Densidad (fluido) 1	kg/m ³	996.26	100	9.96262235e-006	1.13686838e-013	On
SG Caudal volumétrico 1	m ³ /s	0.0059	100	1e-008	9.42475264e-014	On
SG Área (fluido) 1	m ²	0.0032	100	3.16692174e-011	0	On
SG Av Velocidad 1	m/s	1.884	100	1.88350259e-008	6.66133815e-016	On
SG Av Presión 2	Pa	2.00e+007	100	0.268457708	0.00995208696	On
SG Av Temperatura (fluido) 2	°C	25.00	100	0.000131469866	4.43859527e-005	On
SG Av Densidad (fluido) 2	kg/m ³	996.26	100	1.14041747e-005	1.08712676e-005	On
SG Caudal volumétrico 2	m ³ /s	-0.0005	100	6.43524872e-006	9.33728592e-007	On
SG Área (fluido) 2	m ²	0.0002	100	1.60325413e-012	0	On
SG Av Velocidad 2	m/s	4.004	100	0.0411119982	0.00546870841	On

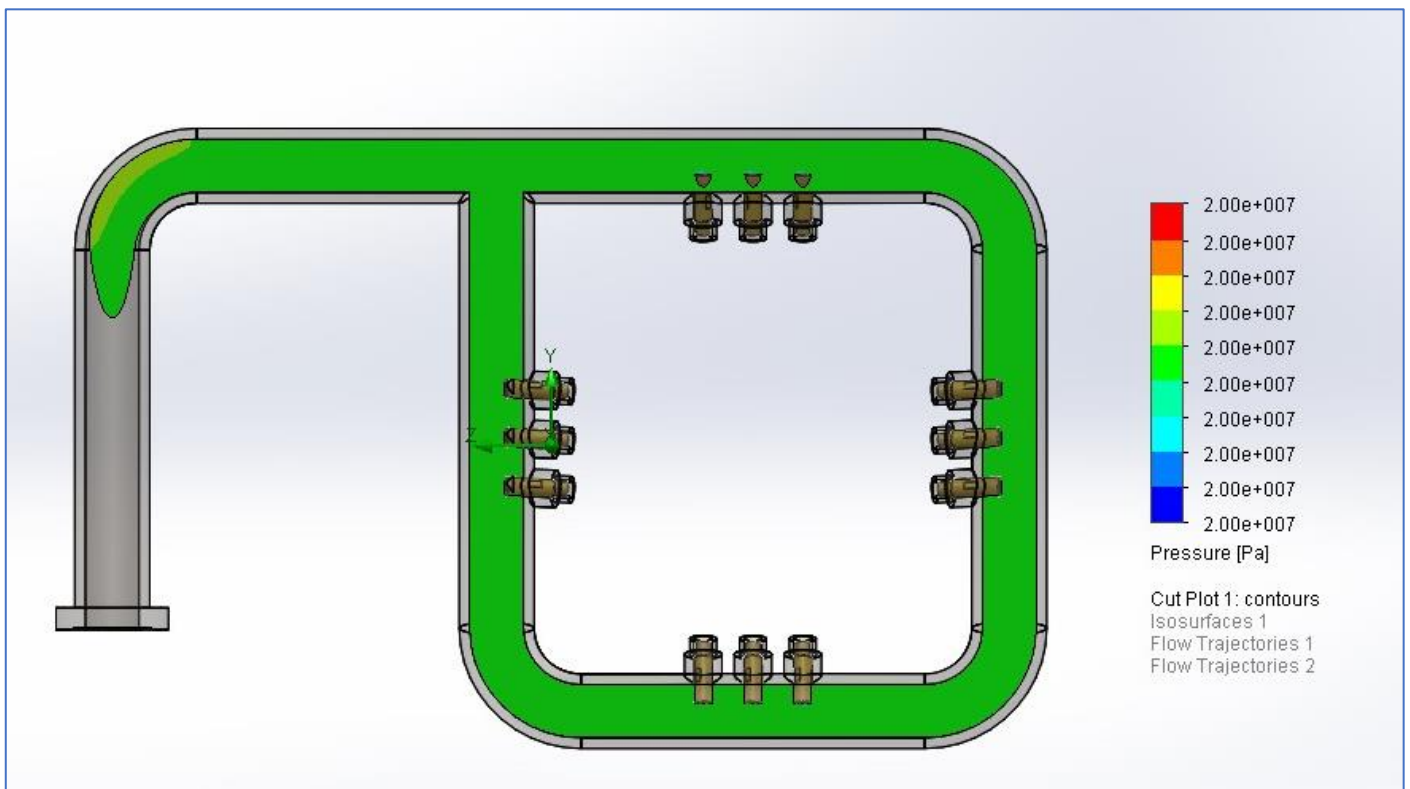
2.2 Tabla global Min-Max

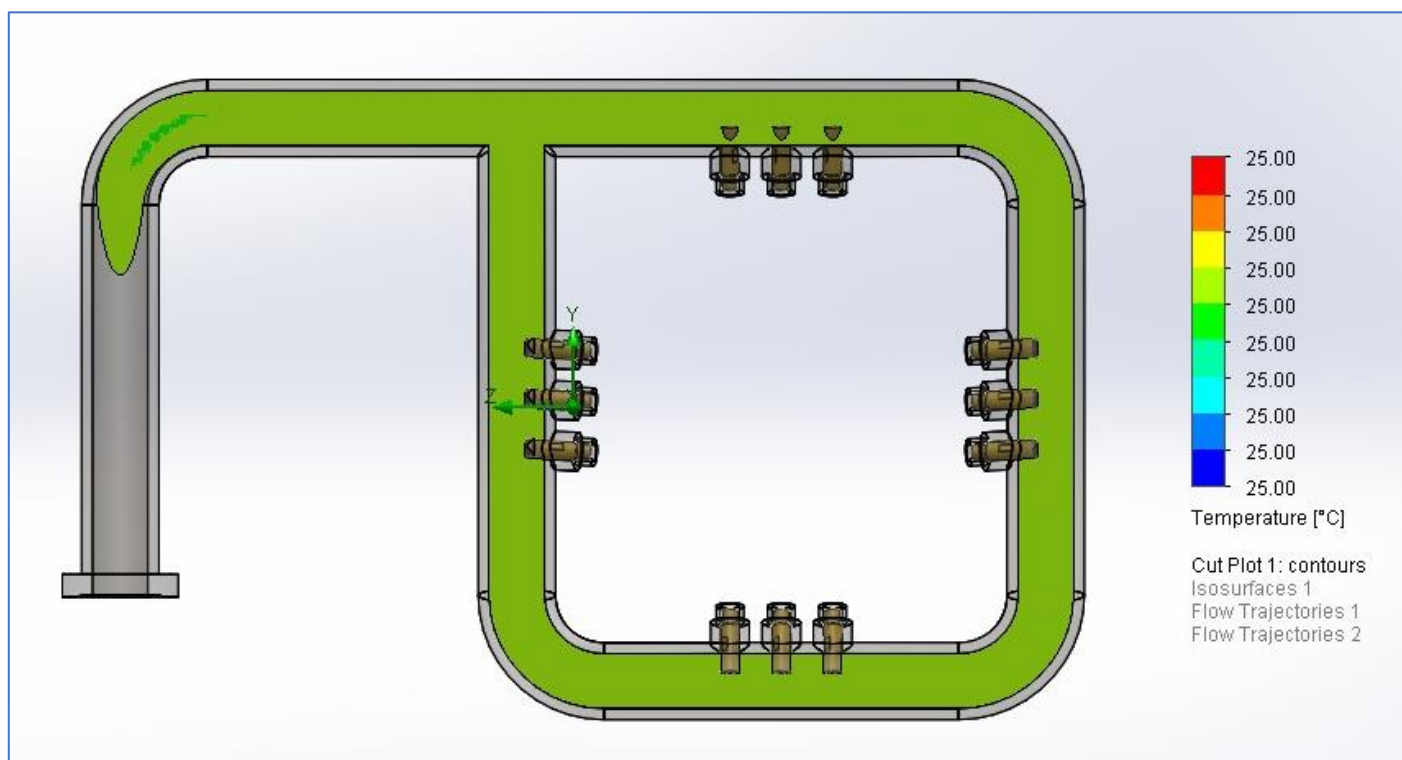
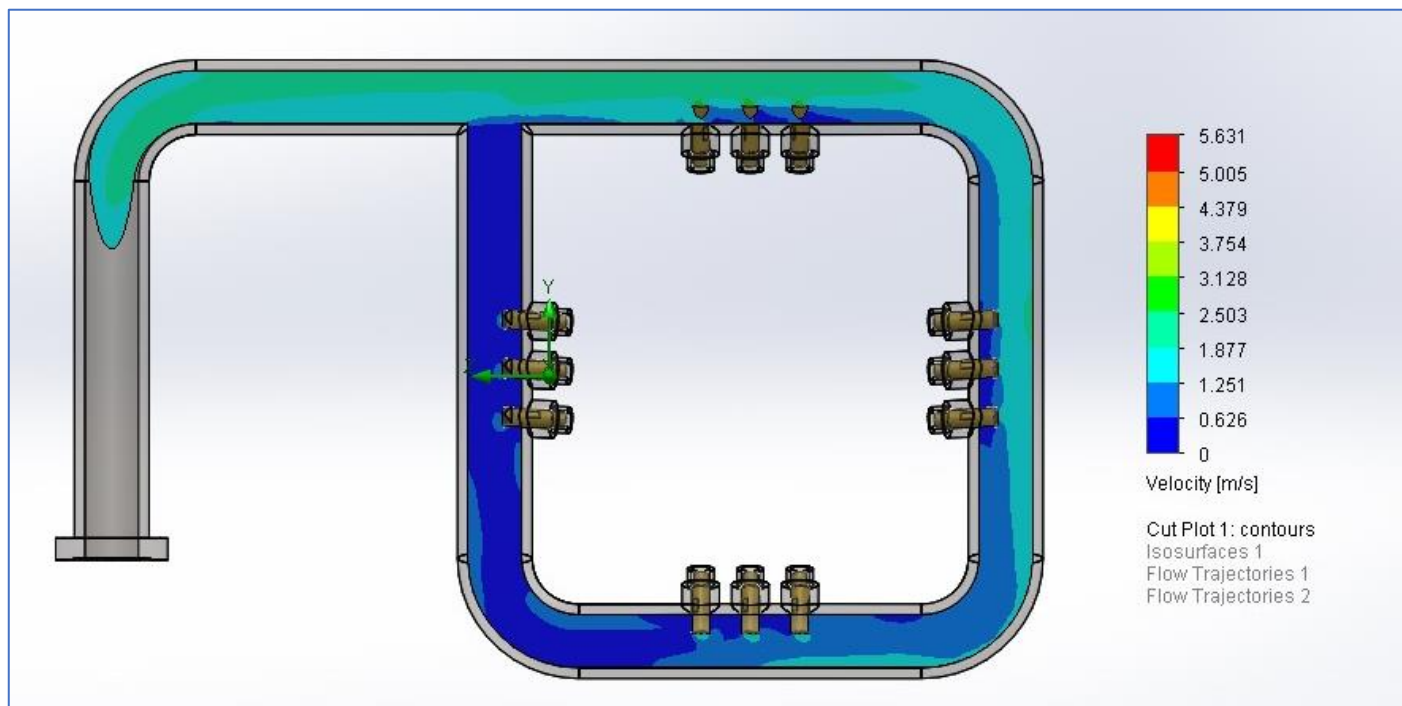
Min/Max Table

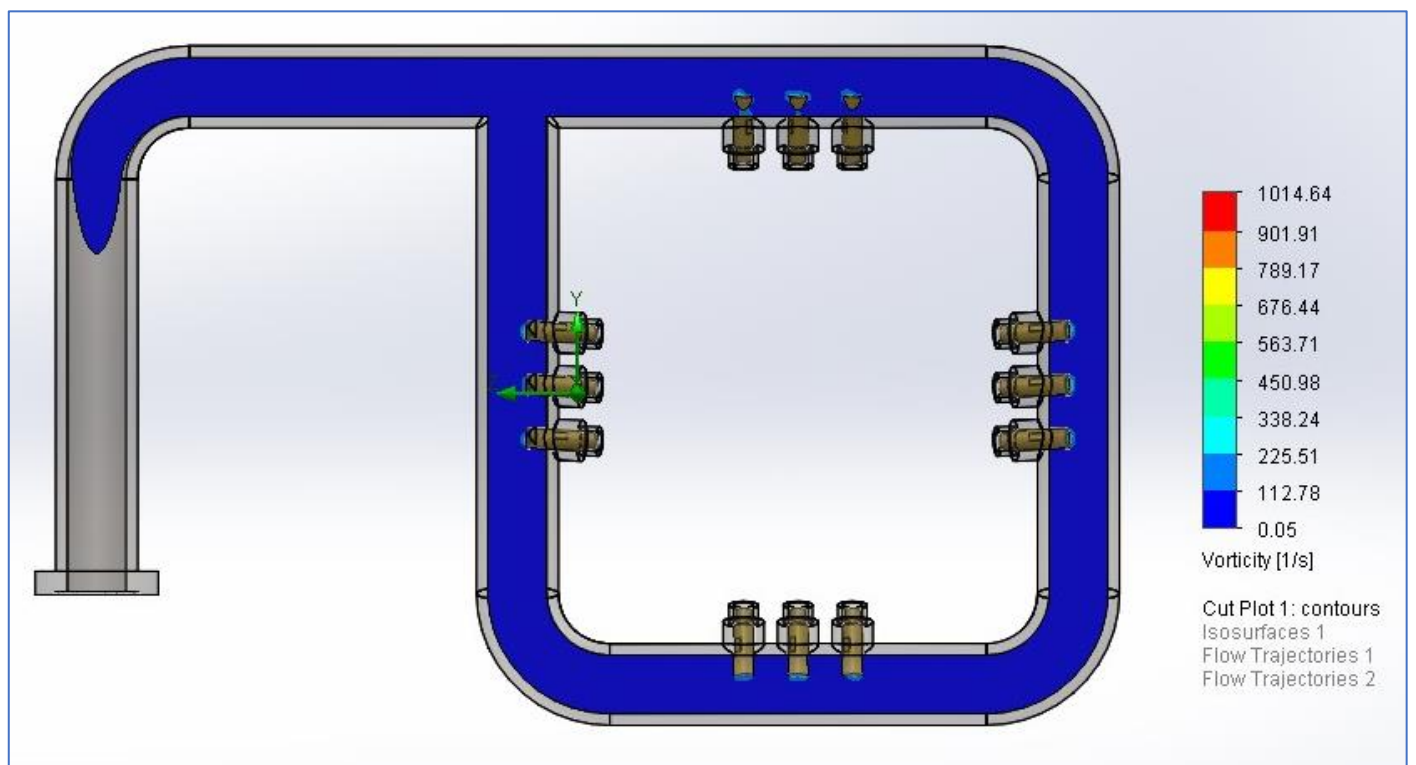
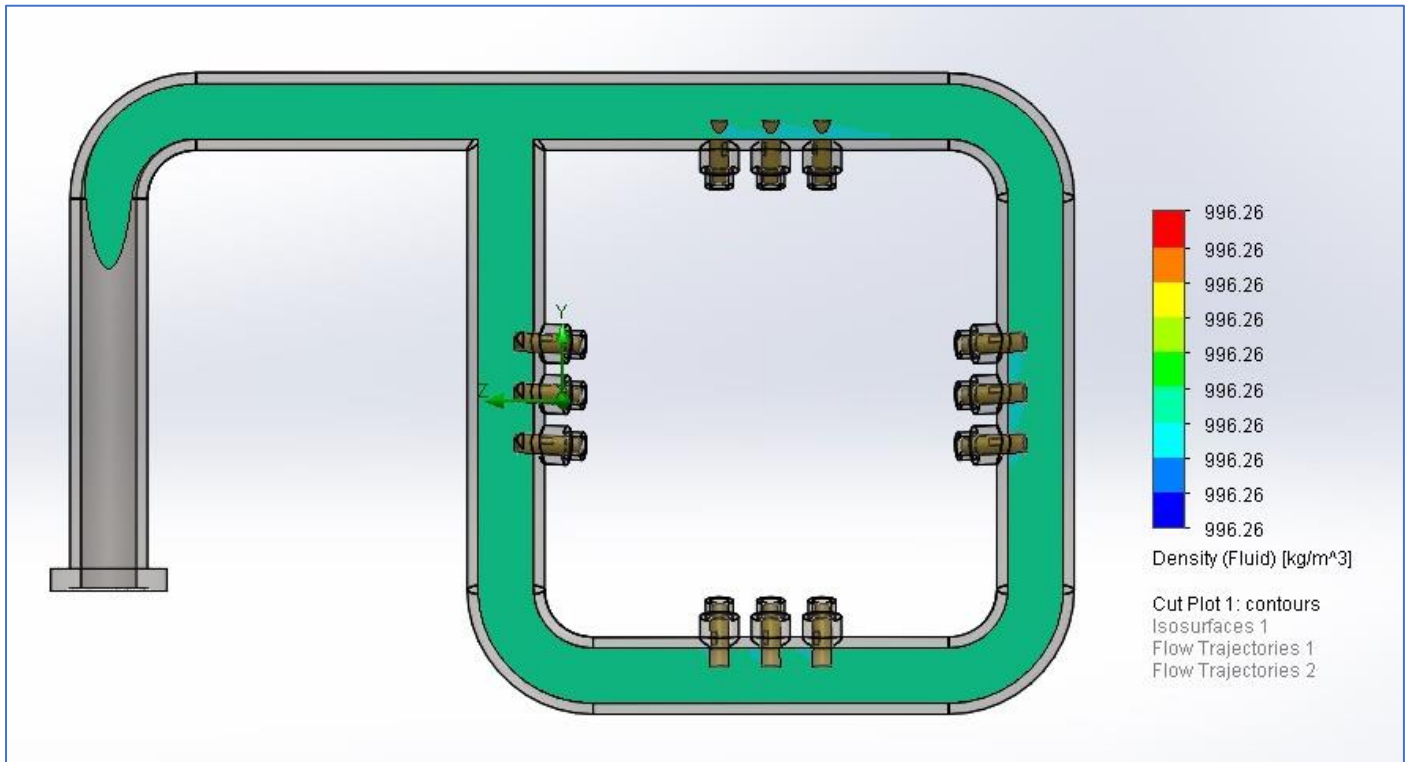
Nombre	Mínimo	Máximo
Densidad (fluido) [kg/m ³]	996.26	996.26

Presión [Pa]	2.00e+007	2.00e+007
Temperatura [°C]	25.00	25.00
Temperatura (fluido) [°C]	25.00	25.00
Velocidad [m/s]	0	5.631
Velocidad (X) [m/s]	-2.926	2.526
Velocidad (Y) [m/s]	-4.389	4.498
Velocidad (Z) [m/s]	-5.570	5.587
Velocidad RRF [m/s]	0	5.631
Velocidad RRF (X) [m/s]	-2.926	2.526
Velocidad RRF (Y) [m/s]	-4.389	4.498
Velocidad RRF (Z) [m/s]	-5.570	5.587
Vorticidad [1/s]	0.05	1014.64
Presión relativa [Pa]	1.99e+007	1.99e+007
Esfuerzo cortante [Pa]	0	88.99
Coeficiente de transferencia de calor [W/m^2/K]	0	0
Flujo de calor superficial [W/m^2]	0	0

2.3 Resultados

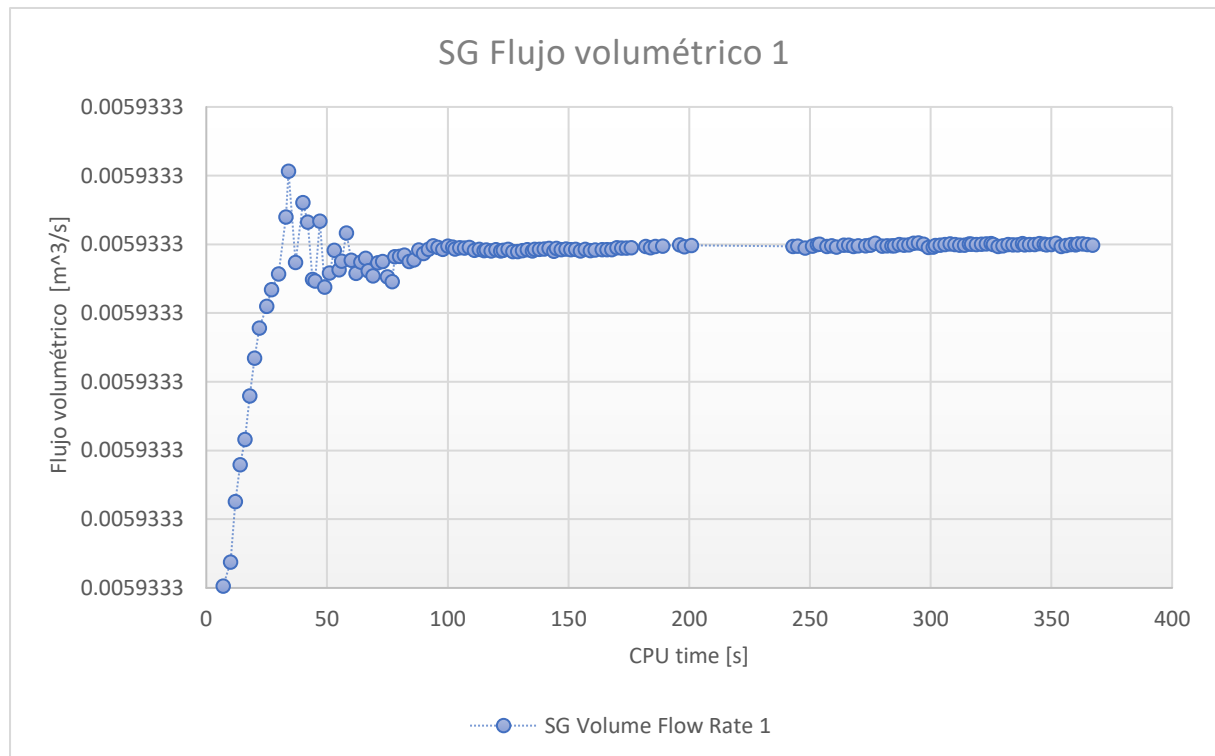
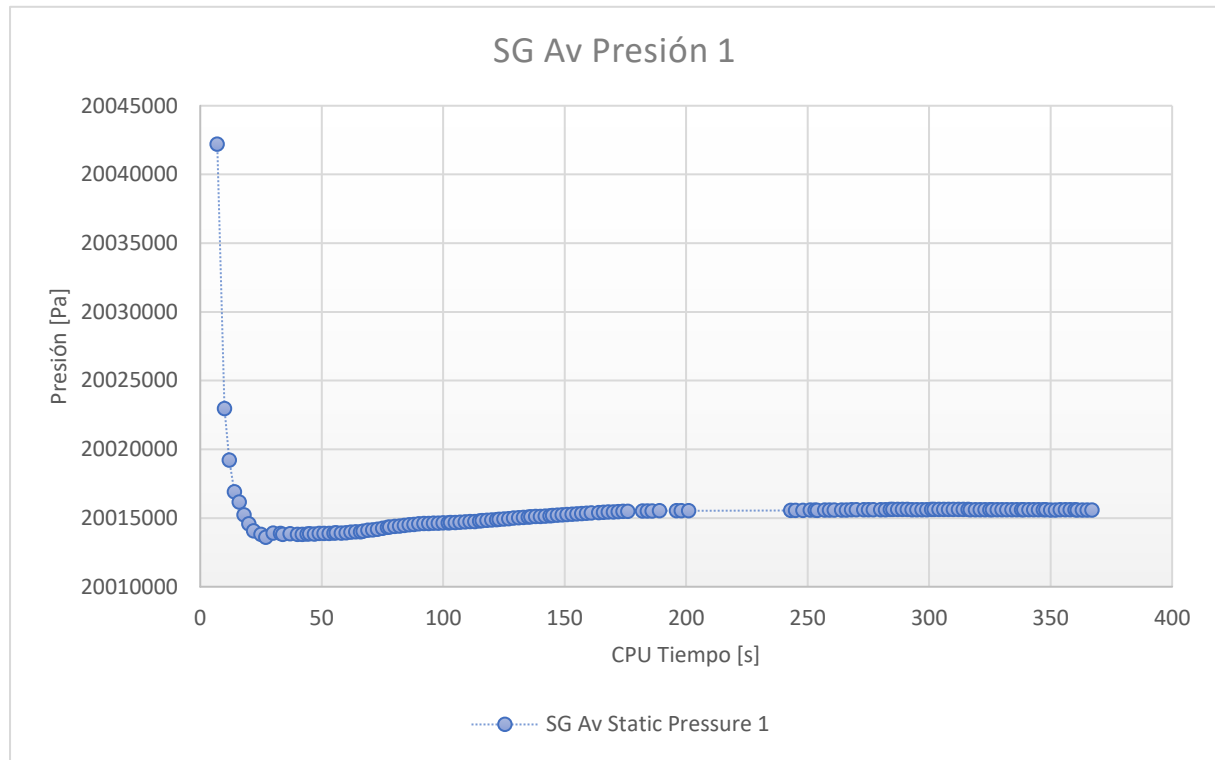


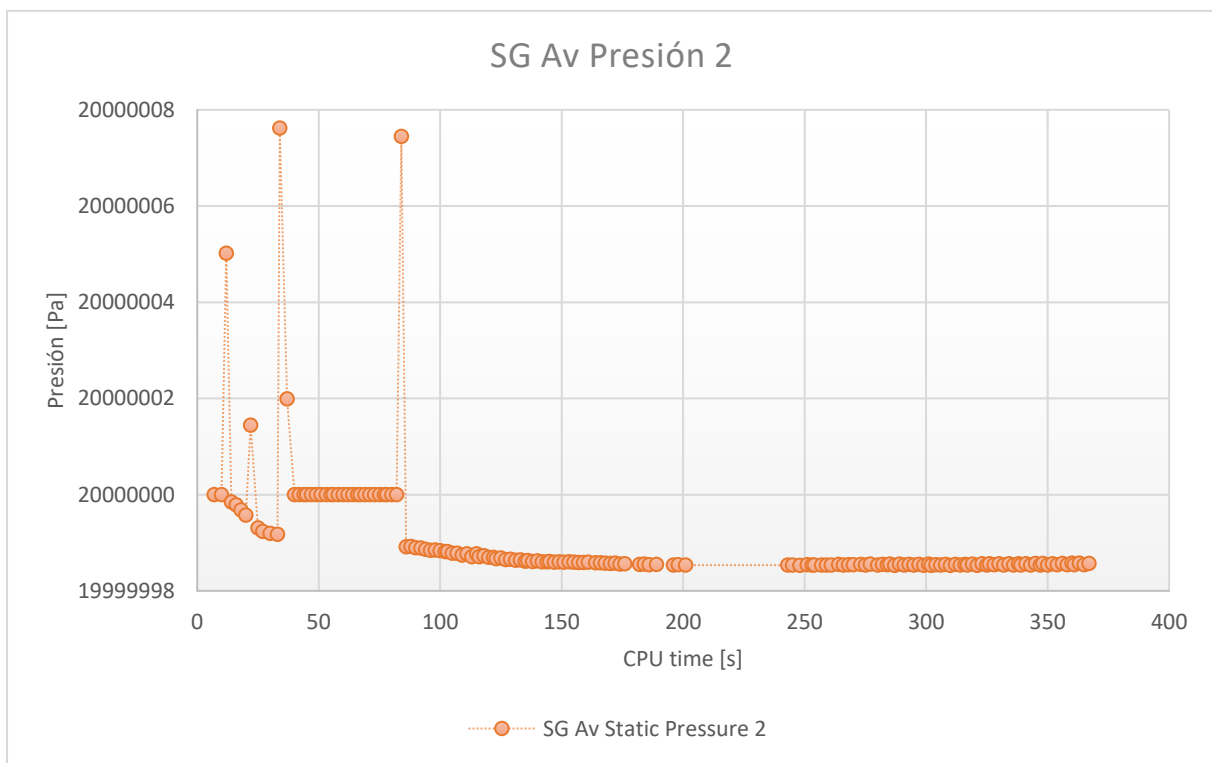
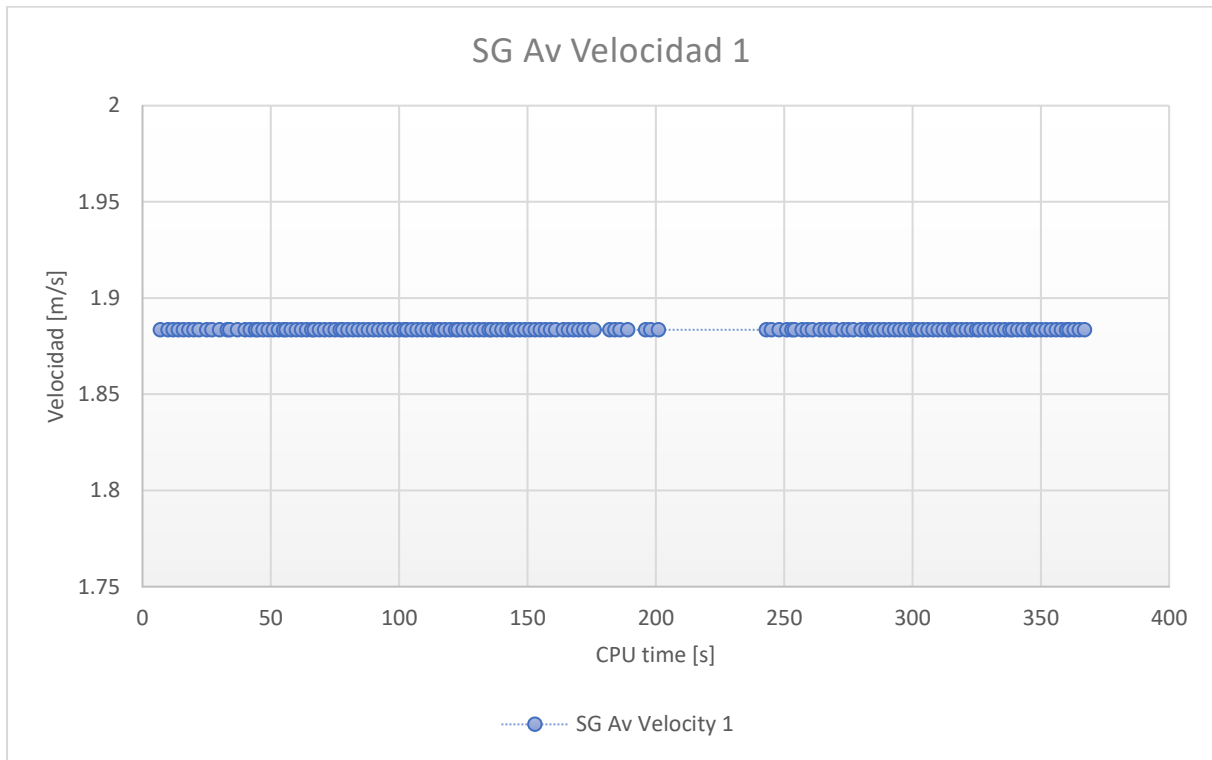


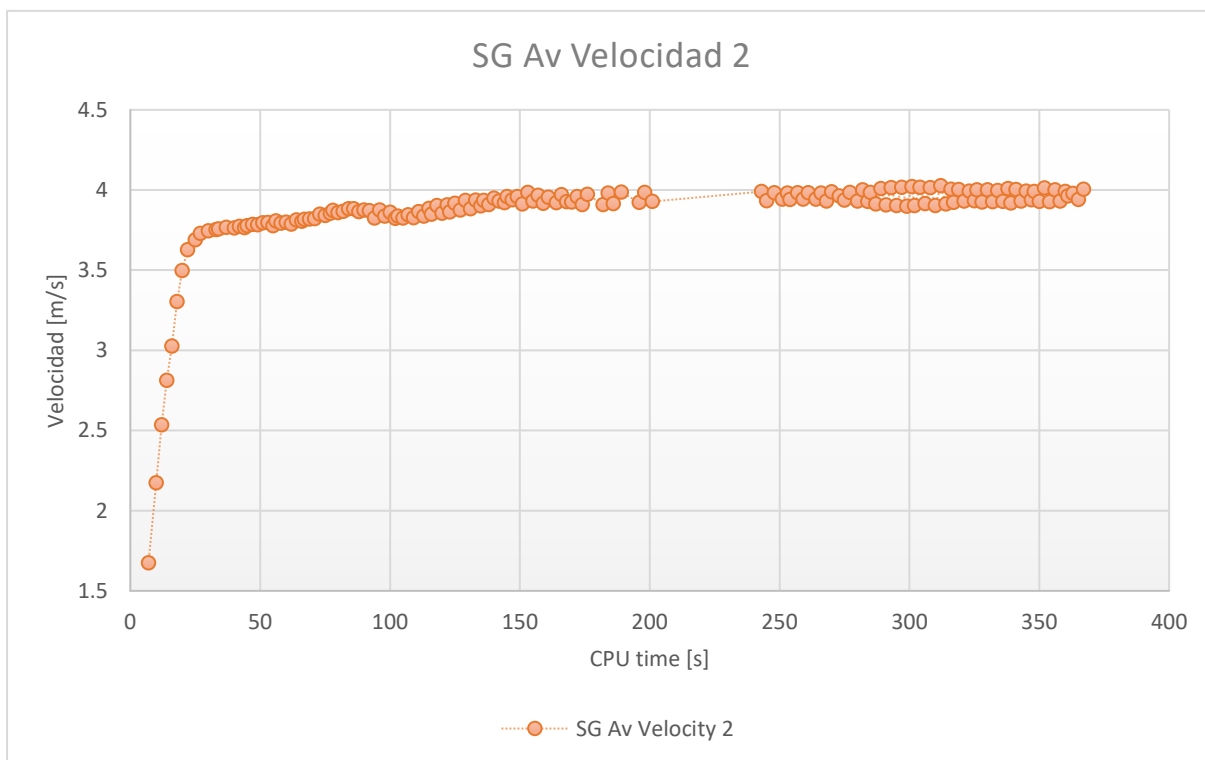
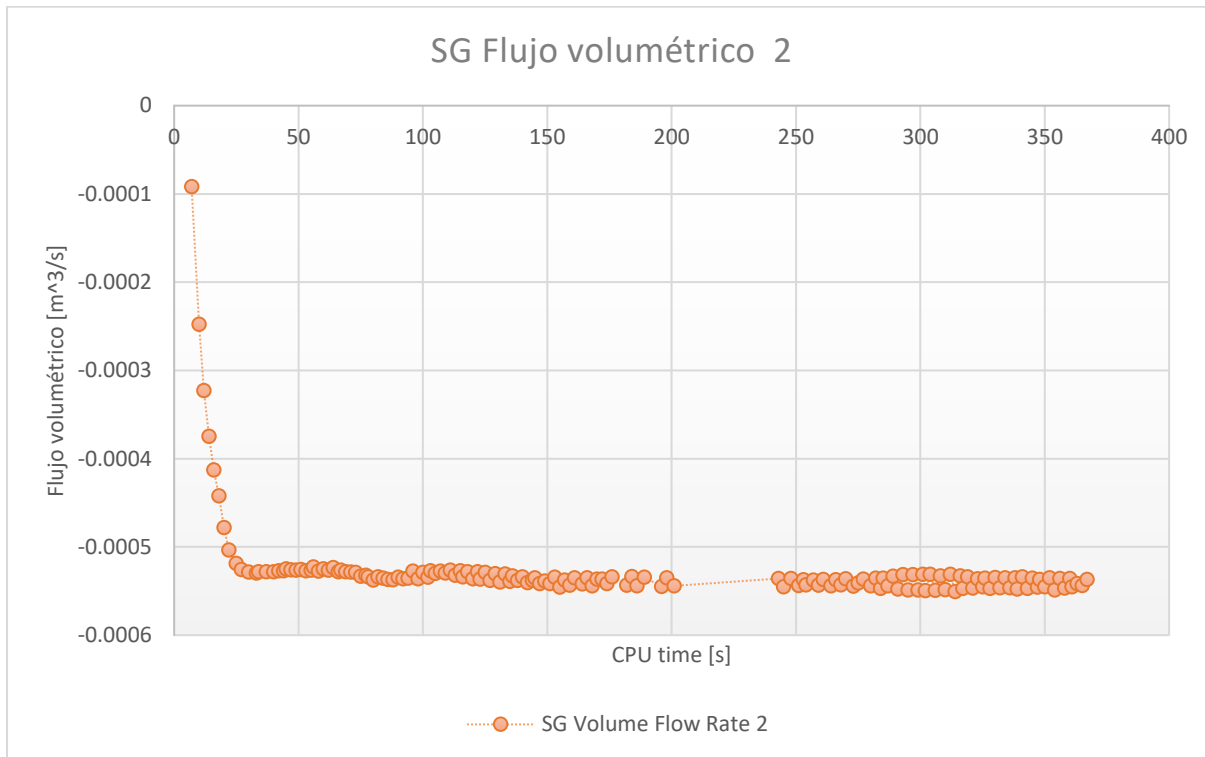


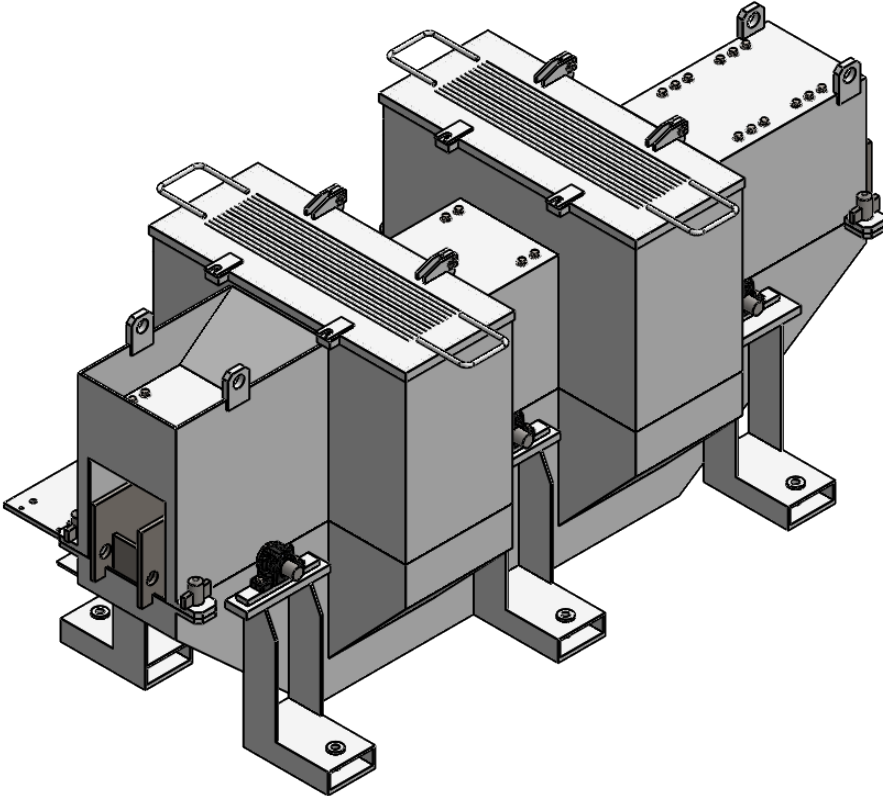
3 Apéndice

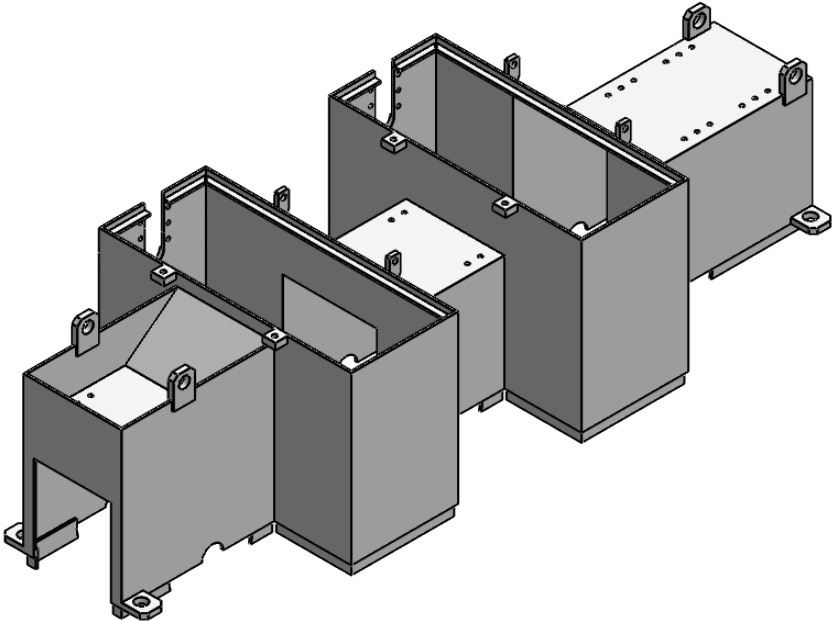
3.1 Graficas

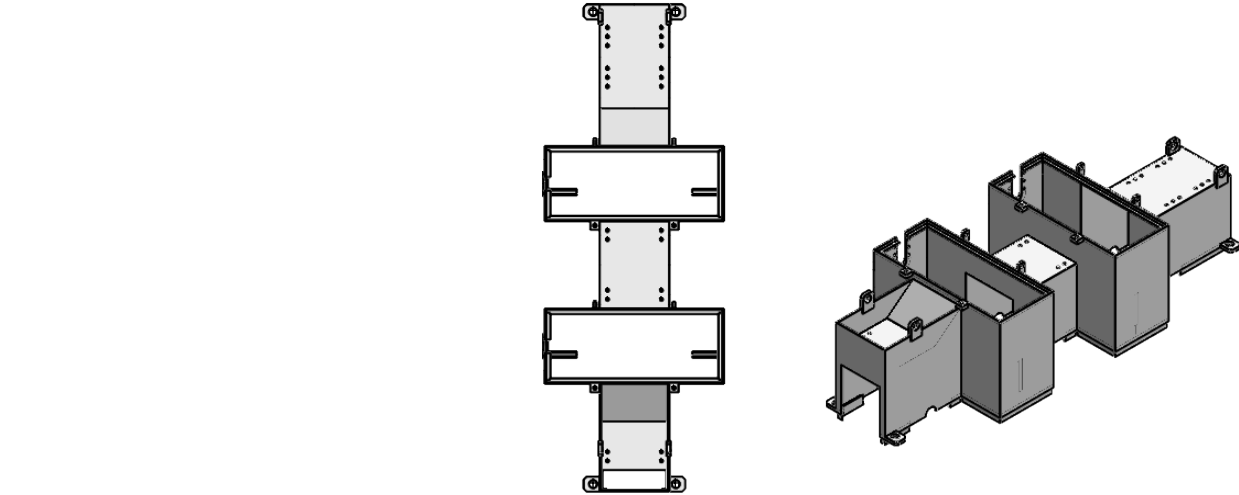
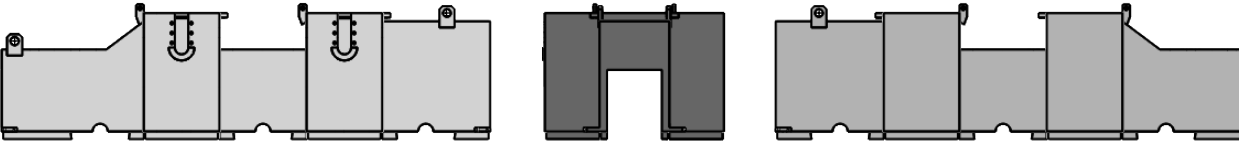
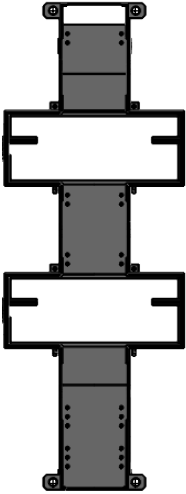


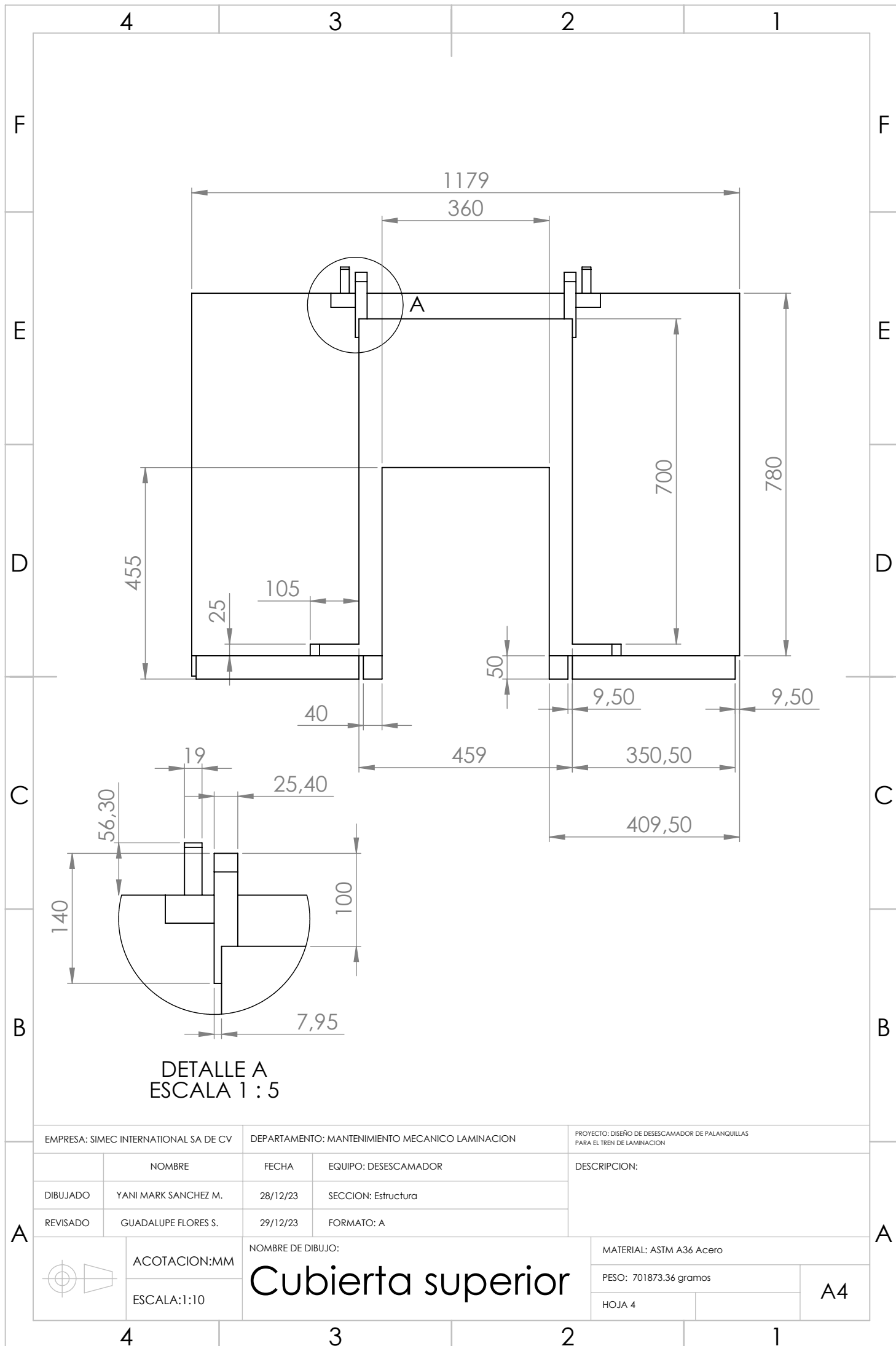




	4	3	2	1																																					
F					F																																				
E					E																																				
D					D																																				
C					C																																				
B					B																																				
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION:</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td>ACOTACION:MM</td><td colspan="3">NOMBRE DE DIBUJO:</td><td>MATERIAL:</td></tr><tr><td>ESCALA:1:25</td><td colspan="3" rowspan="2">Desescamador</td><td>PESO: 3040692.40 gramos</td><td rowspan="2">A4</td></tr><tr><td></td><td>HOJA 1</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION:		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL:	ESCALA:1:25	Desescamador			PESO: 3040692.40 gramos	A4		HOJA 1	A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																					
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																				
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION:																																						
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																						
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL:																																				
	ESCALA:1:25	Desescamador			PESO: 3040692.40 gramos	A4																																			
					HOJA 1																																				
	4	3	2	1																																					

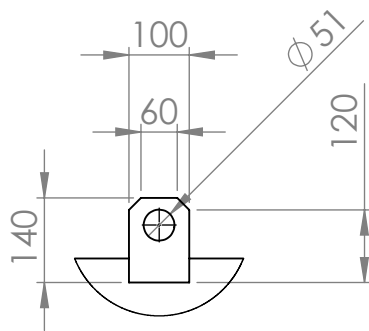
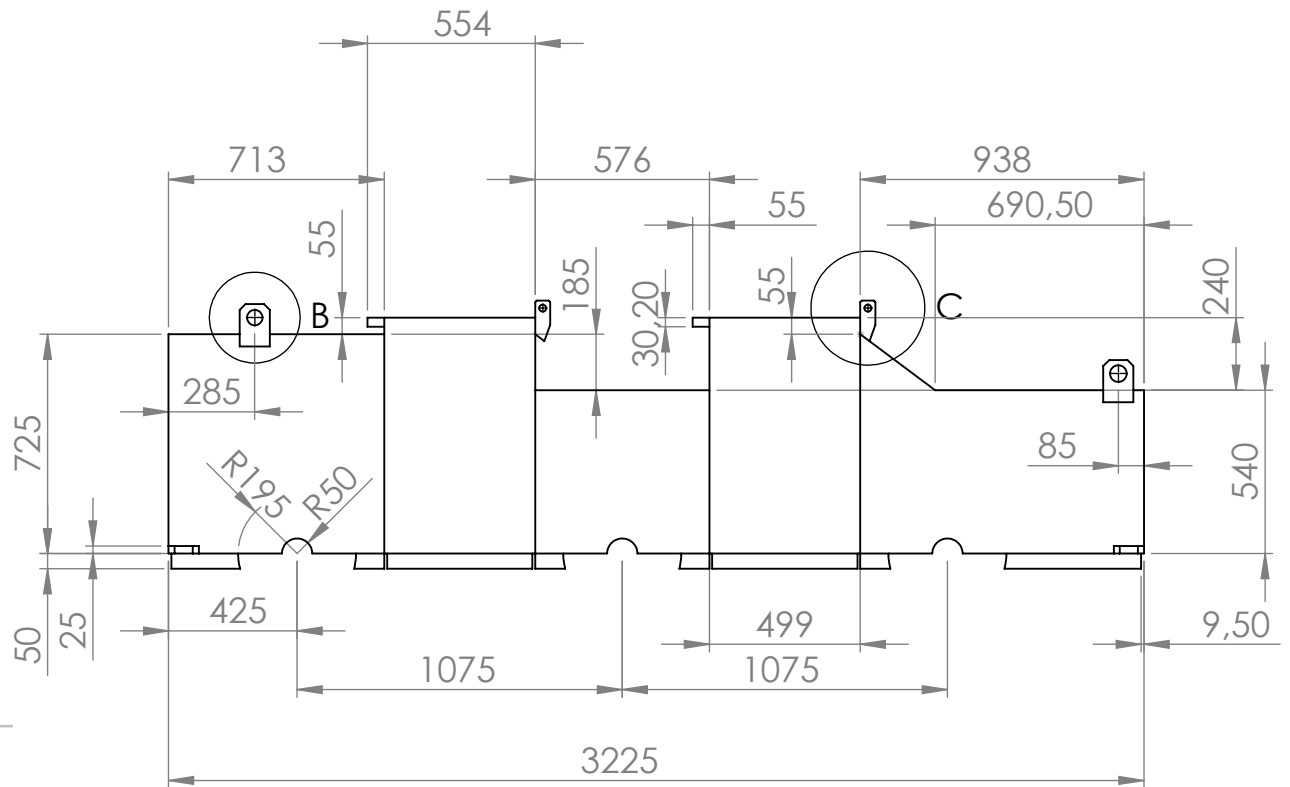
	4	3	2	1																																					
F					F																																				
E					E																																				
D					D																																				
C					C																																				
B					B																																				
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Estructura</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td>ACOTACION:MM</td><td colspan="3">NOMBRE DE DIBUJO:</td><td>MATERIAL: ASTM A36 Acero</td></tr><tr><td>ESCALA:1:25</td><td colspan="3" rowspan="2">Cubierta superior</td><td>PESO: 701873.36 gramos</td></tr><tr><td></td><td>HOJA 2</td><td>A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: ASTM A36 Acero	ESCALA:1:25	Cubierta superior			PESO: 701873.36 gramos		HOJA 2	A4	
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																					
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																				
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura																																						
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																						
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: ASTM A36 Acero																																				
	ESCALA:1:25	Cubierta superior			PESO: 701873.36 gramos																																				
					HOJA 2	A4																																			
	4	3	2	1																																					

	4	3	2	1																																																											
F					F																																																										
E					E																																																										
D					D																																																										
C					C																																																										
B					B																																																										
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Estructura</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ESCALA:1:50</td><td colspan="2">Cubierta superior</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">MATERIAL: ASTM A36 Acero</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">PESO: 701873.36 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">HOJA 3</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A				ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:				ESCALA:1:50		Cubierta superior						MATERIAL: ASTM A36 Acero						PESO: 701873.36 gramos						HOJA 3						A4		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																																											
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																																										
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura																																																												
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																																												
		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:																																																											
		ESCALA:1:50		Cubierta superior																																																											
				MATERIAL: ASTM A36 Acero																																																											
				PESO: 701873.36 gramos																																																											
				HOJA 3																																																											
				A4																																																											
	4	3	2	1																																																											

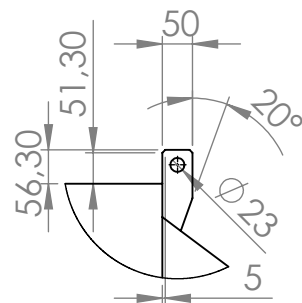


DETALLE A
ESCALA 1 : 5

EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION		
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:		
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura			
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO: Cubierta superior		MATERIAL: ASTM A36 Acero		
	ESCALA:1:10			PESO: 701873.36 gramos		A4
				HOJA 4		



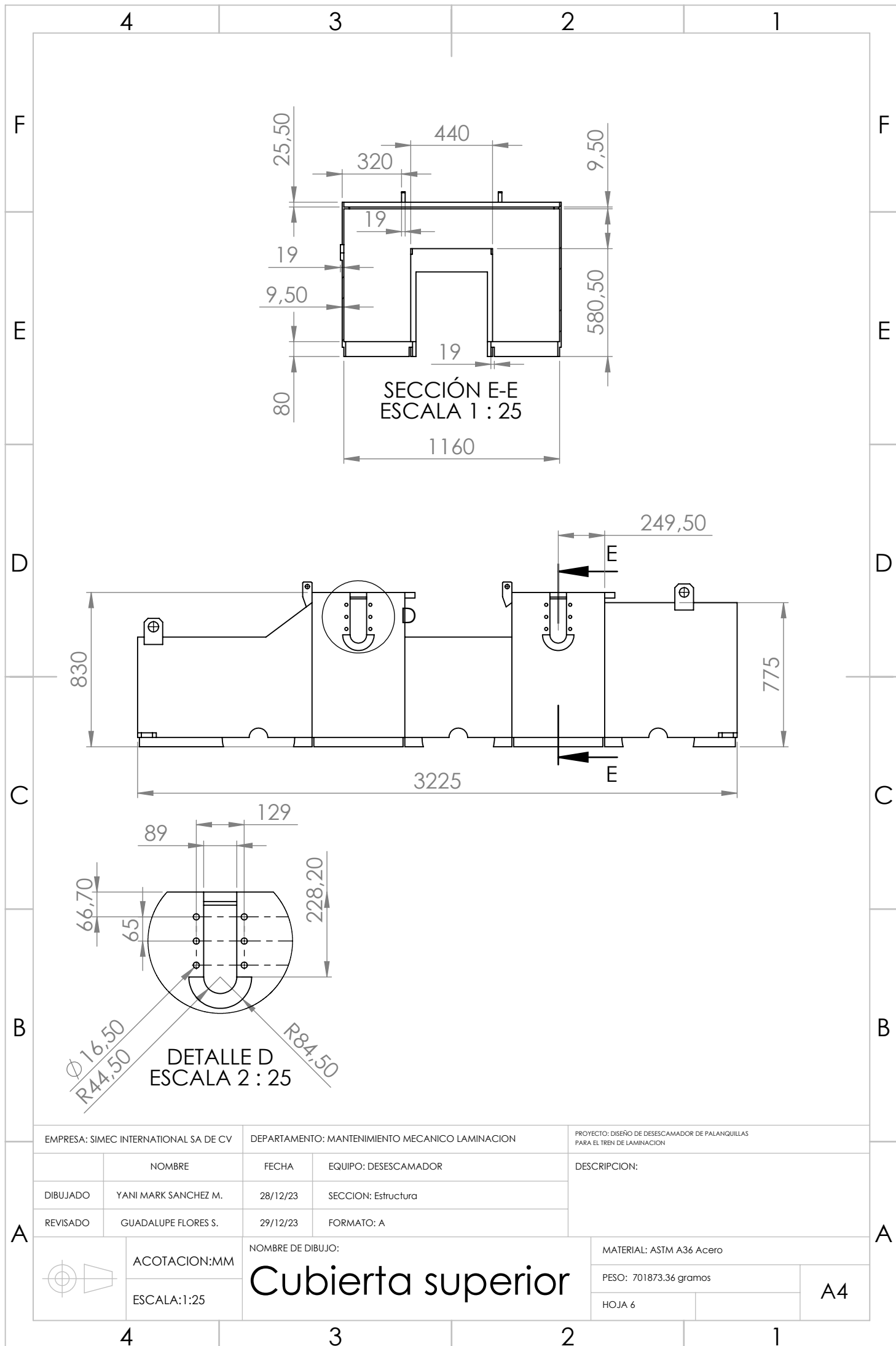
DETALLE B
ESCALA 2 : 25

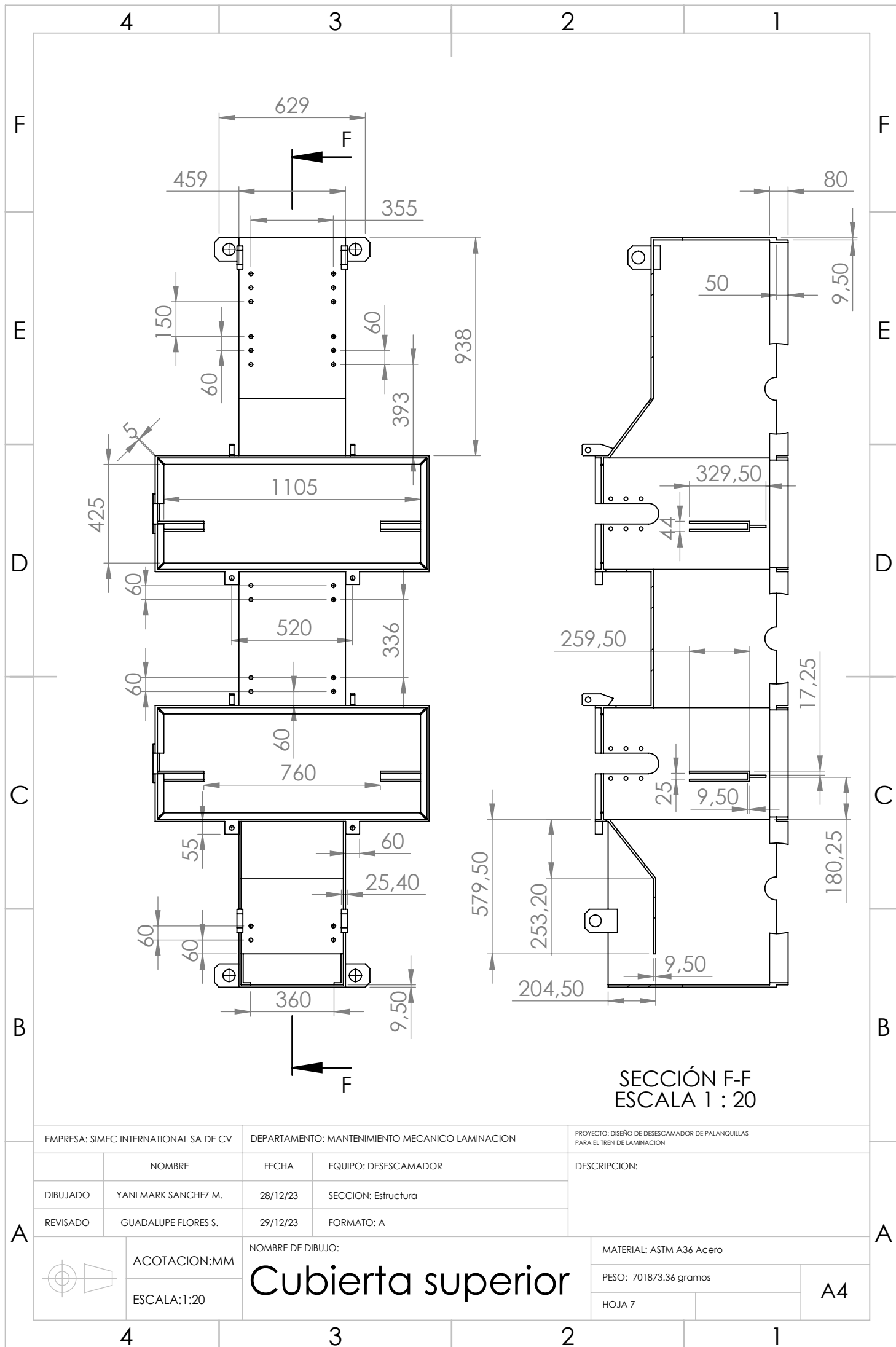


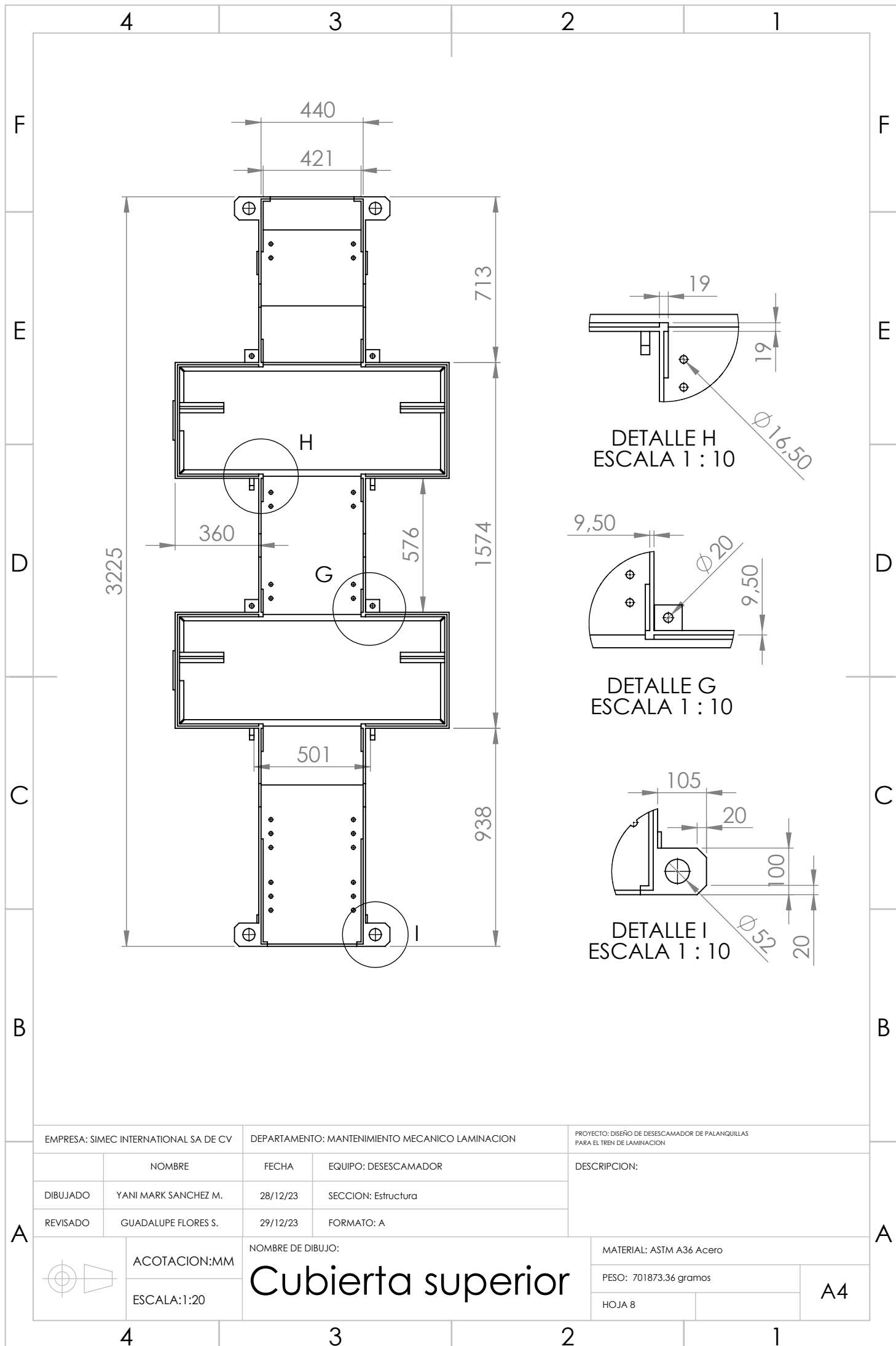
DETALLE C
ESCALA 2 : 25

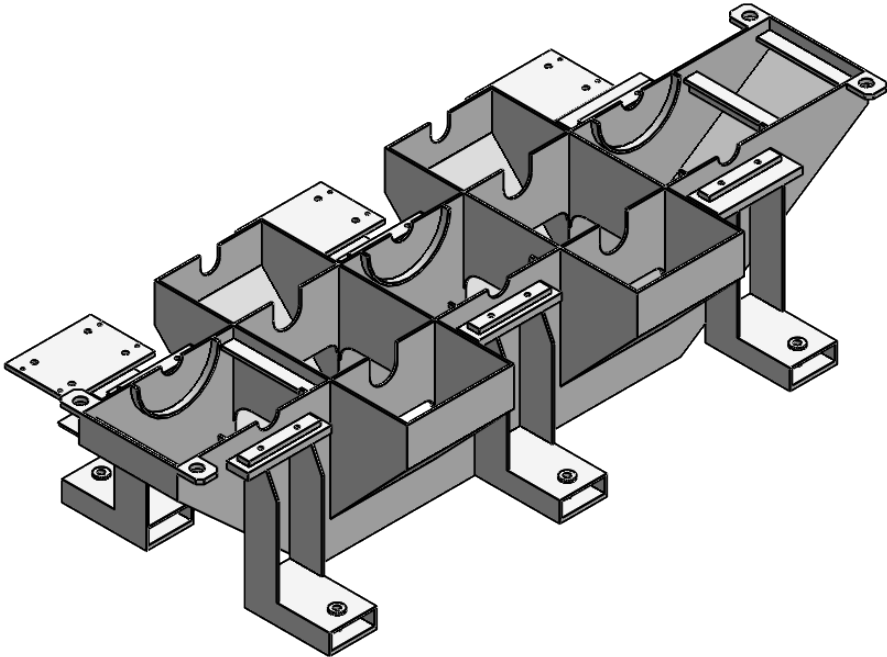
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION		
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:		
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura			
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO: Cubierta superior		MATERIAL: ASTM A36 Acero		
	ESCALA:1:25			PESO: 701873.36 gramos		A4
				HOJA 5		

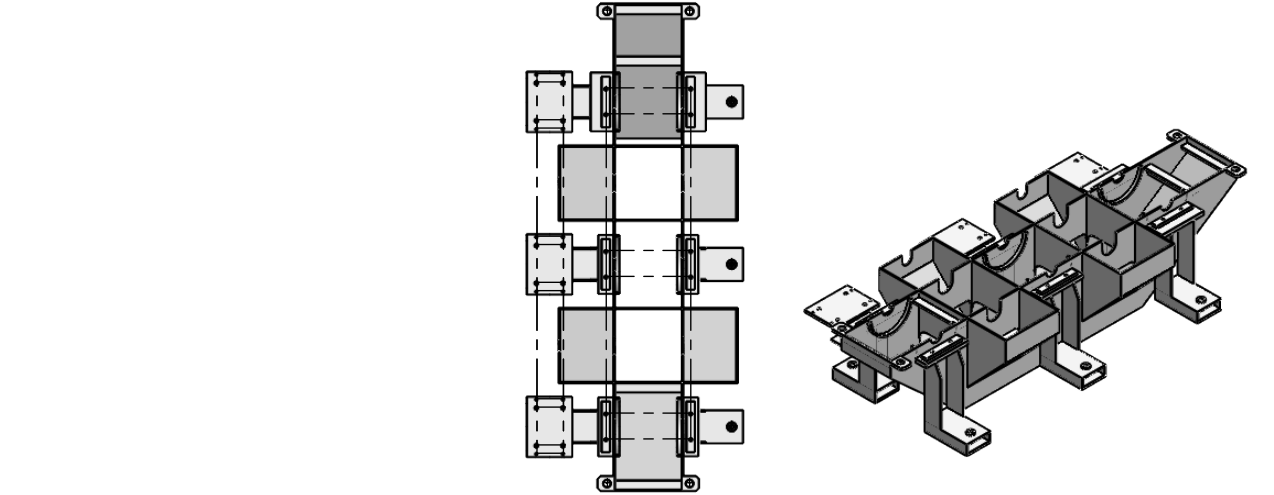
Cubierta superior

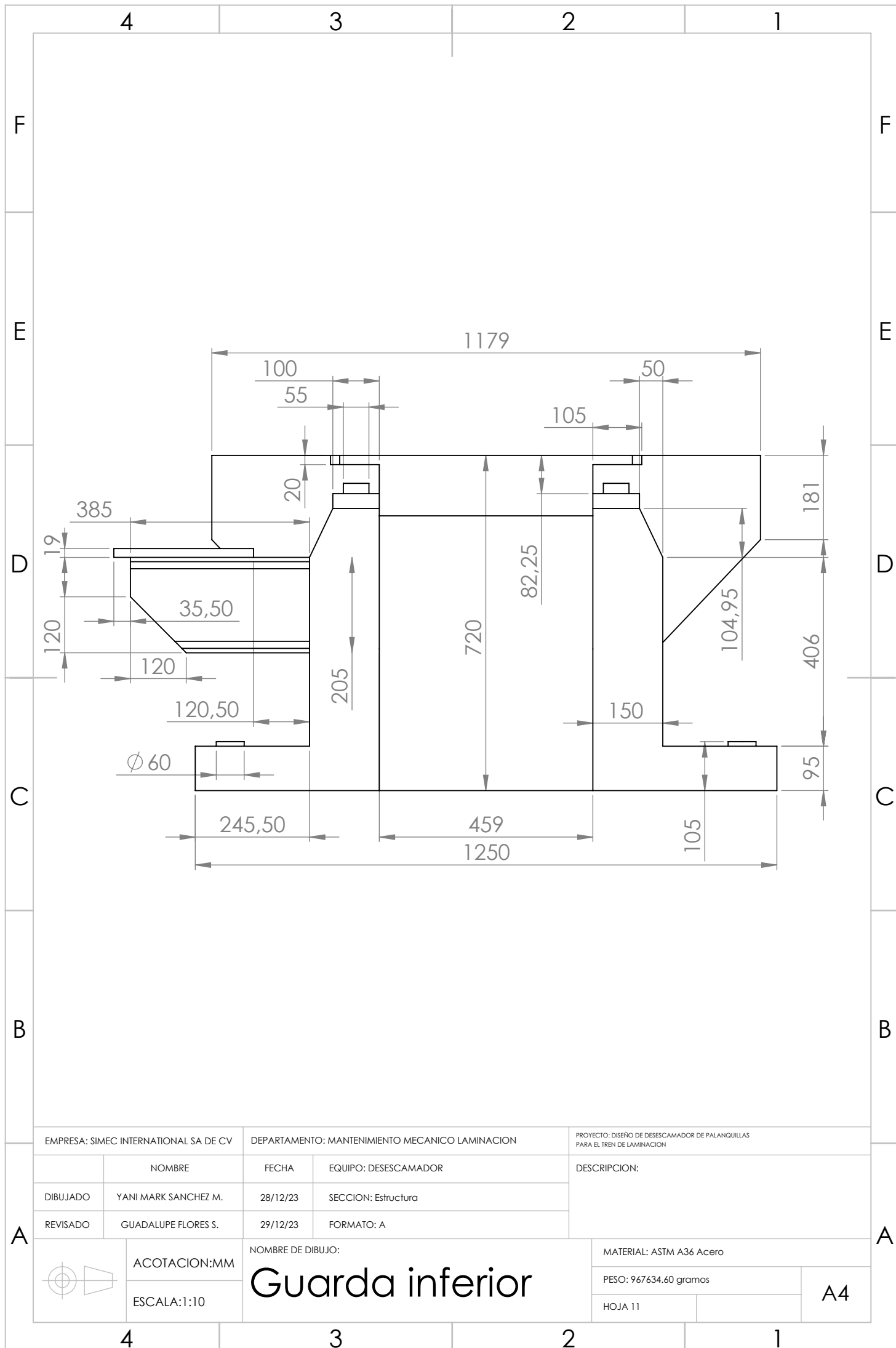


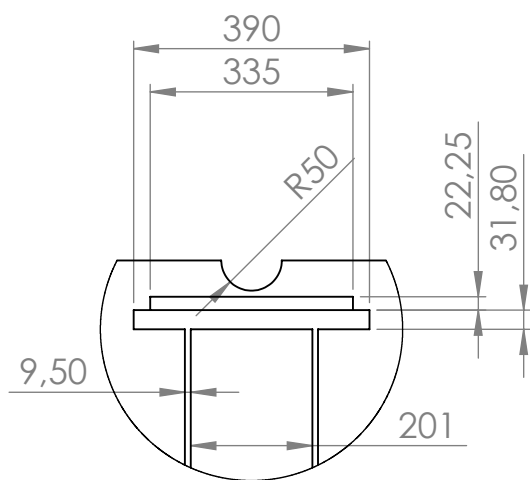
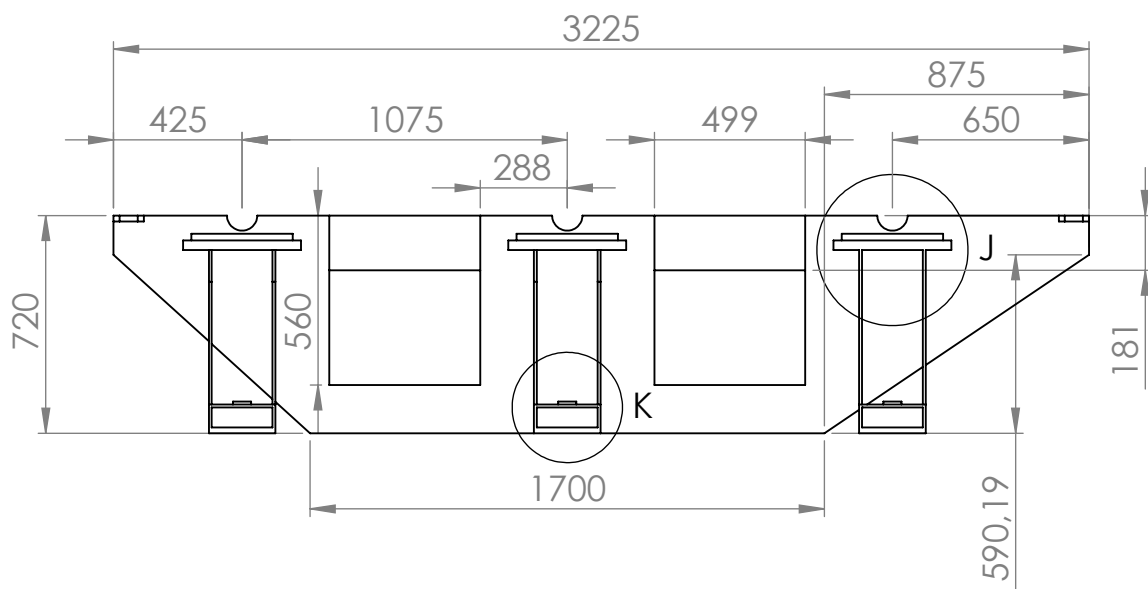




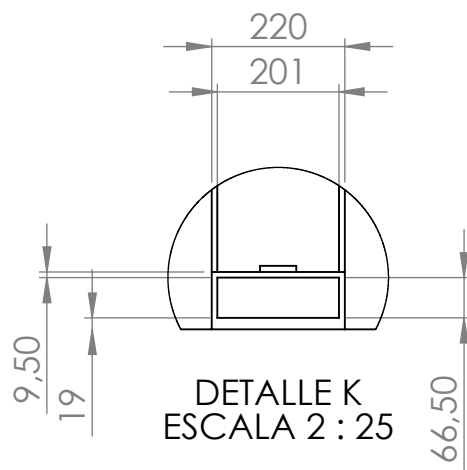
	4	3	2	1																																											
F					F																																										
E					E																																										
D					D																																										
C					C																																										
B					B																																										
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION:Estructura</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="3">NOMBRE DE DIBUJO:</td><td colspan="2">MATERIAL: ASTM A36 Acero</td></tr><tr><td colspan="2">ESCALA:1:25</td><td colspan="3" rowspan="2">Guarda inferior</td><td colspan="2">PESO: 967634.60 gramos</td><td rowspan="2">A4</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">HOJA 9</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION:Estructura		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: ASTM A36 Acero		ESCALA:1:25		Guarda inferior			PESO: 967634.60 gramos		A4			HOJA 9		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																											
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																										
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION:Estructura																																												
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																												
	ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: ASTM A36 Acero																																									
	ESCALA:1:25		Guarda inferior			PESO: 967634.60 gramos		A4																																							
						HOJA 9																																									
	4	3	2	1																																											

	4	3	2	1																																		
F						F																																
E						E																																
D						D																																
C						C																																
B						B																																
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td>PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td>EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td>SECCION: Estructura</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td>FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td>ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td><td>MATERIAL: ASTM A36 Acero</td><td rowspan="3">A4</td></tr><tr><td>ESCALA:1:50</td><td colspan="2">Guarda inferior</td><td>PESO: 967634.60 gramos</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>HOJA 10</td></tr></table>					EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION		NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura	REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A		ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: ASTM A36 Acero	A4	ESCALA:1:50	Guarda inferior		PESO: 967634.60 gramos				HOJA 10	A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																		
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:																																		
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura																																			
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																			
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: ASTM A36 Acero	A4																																	
	ESCALA:1:50	Guarda inferior		PESO: 967634.60 gramos																																		
				HOJA 10																																		
	4	3	2	1																																		





DETALLE J
ESCALA 2 : 25



DETALLE K
ESCALA 2 : 25

EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV

DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION

PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS
PARA EL TREN DE LAMINACION

NOMBRE

FECHA

EQUIPO: DESESCAMADOR

DESCRIPCION:

DIBUJADO

YANI MARK SANCHEZ M.

28/12/23

SECCION: Estructura

REVISADO

GUADALUPE FLORES S.

29/12/23

FORMATO: A



ACOTACION:MM

ESCALA:1:25

NOMBRE DE DIBUJO:

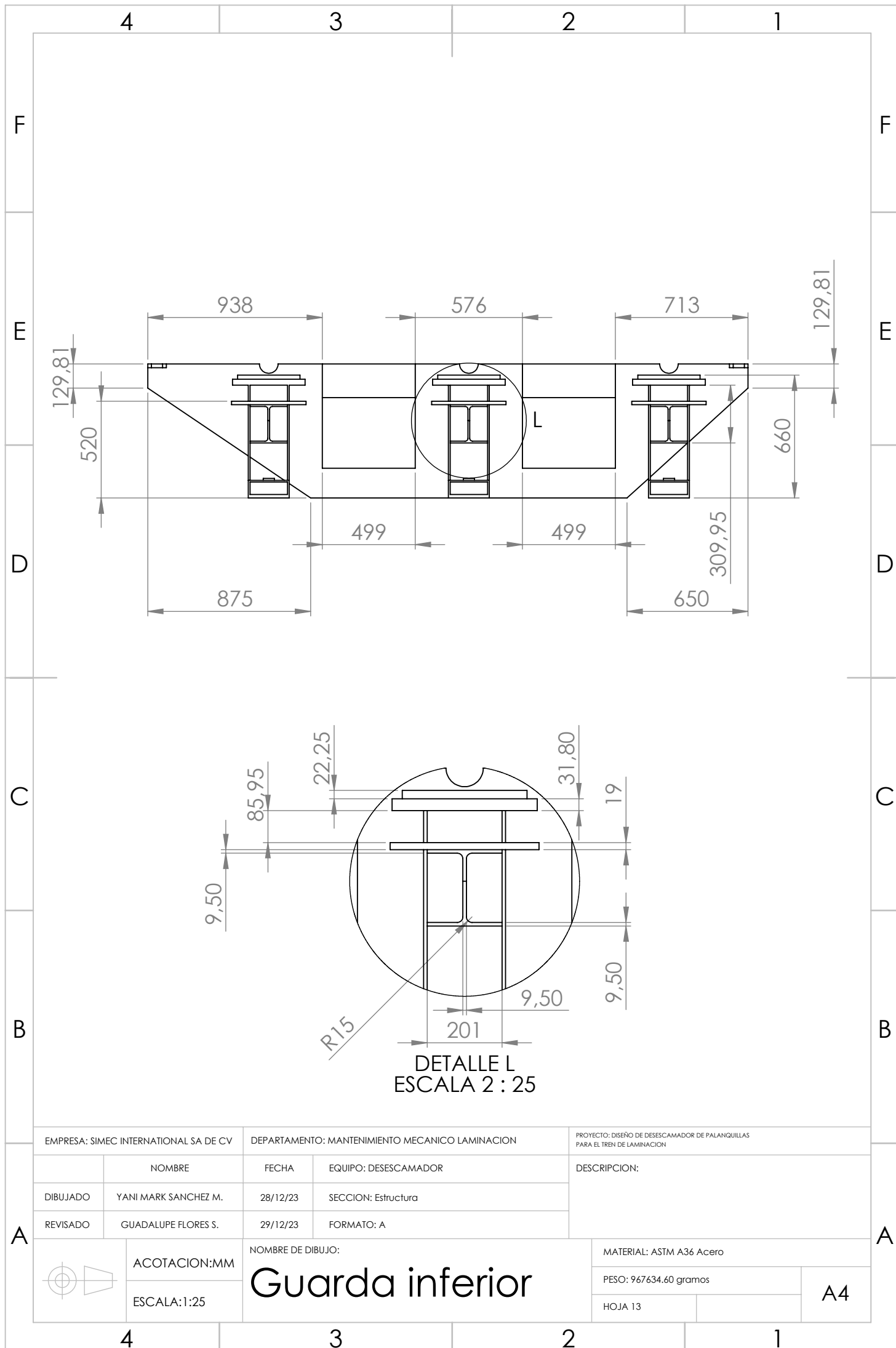
Guarda inferior

MATERIAL: ASTM A36 Acero

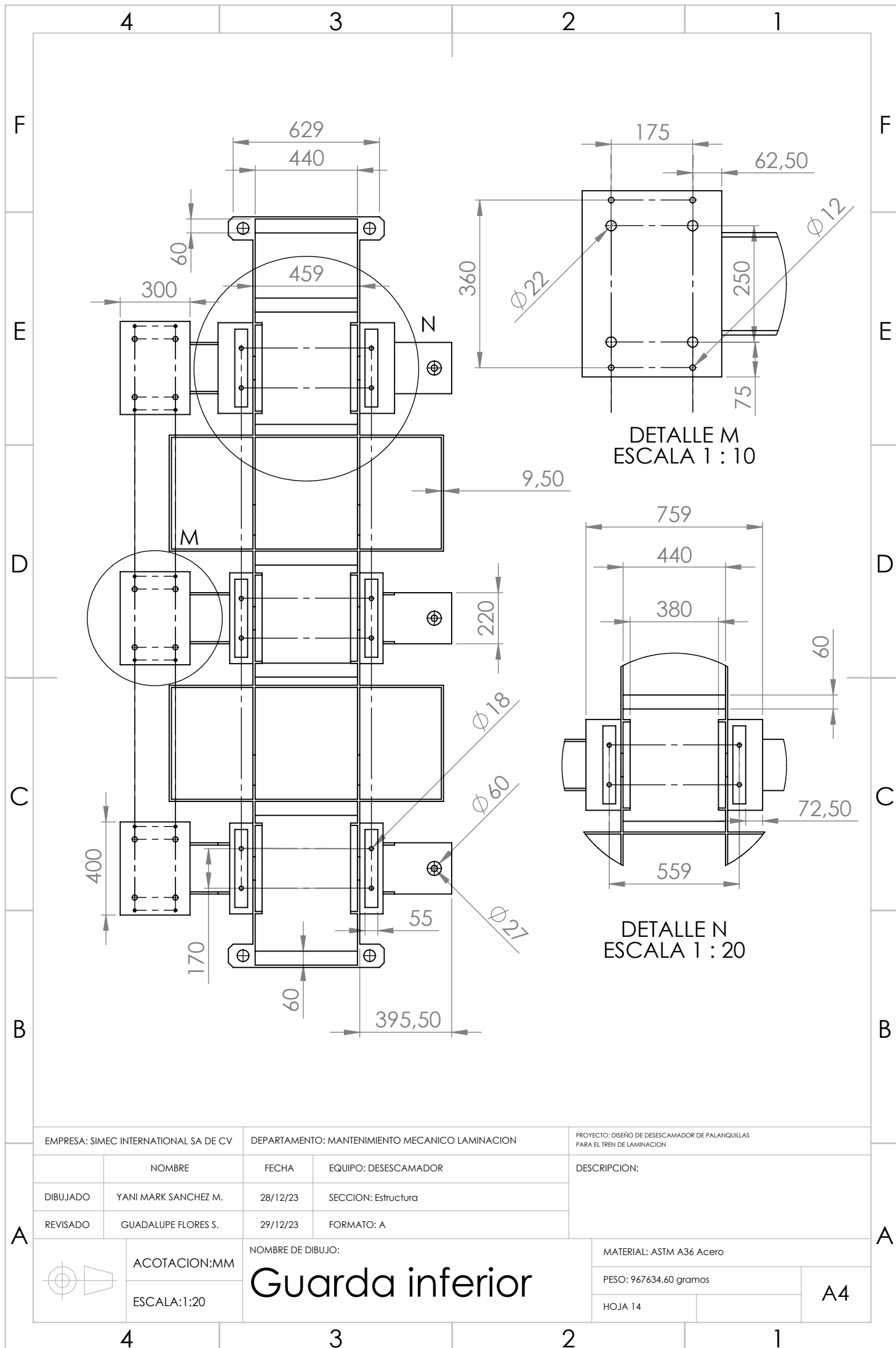
PESO: 967634.60 gramos

HOJA 12

A4



EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION	
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:	
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura		
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A		
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: ASTM A36 Acero	
	ESCALA:1:25	Guarda inferior		PESO: 967634.60 gramos	A4
				HOJA 13	



EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV

DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION

PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS
PARA EL TREN DE LAMINACION

NOMBRE

FECHA

EQUIPO: DESESCAMADOR

DESCRIPCION:

DIBUJADO

YANI MARK SANCHEZ M.

28/12/23

SECCION: Estructura

REVISADO

GUADALUPE FLORES S.

29/12/23

FORMATO: A



ACOTACION:MM

ESCALA:1:20

NOMBRE DE DIBUJO:

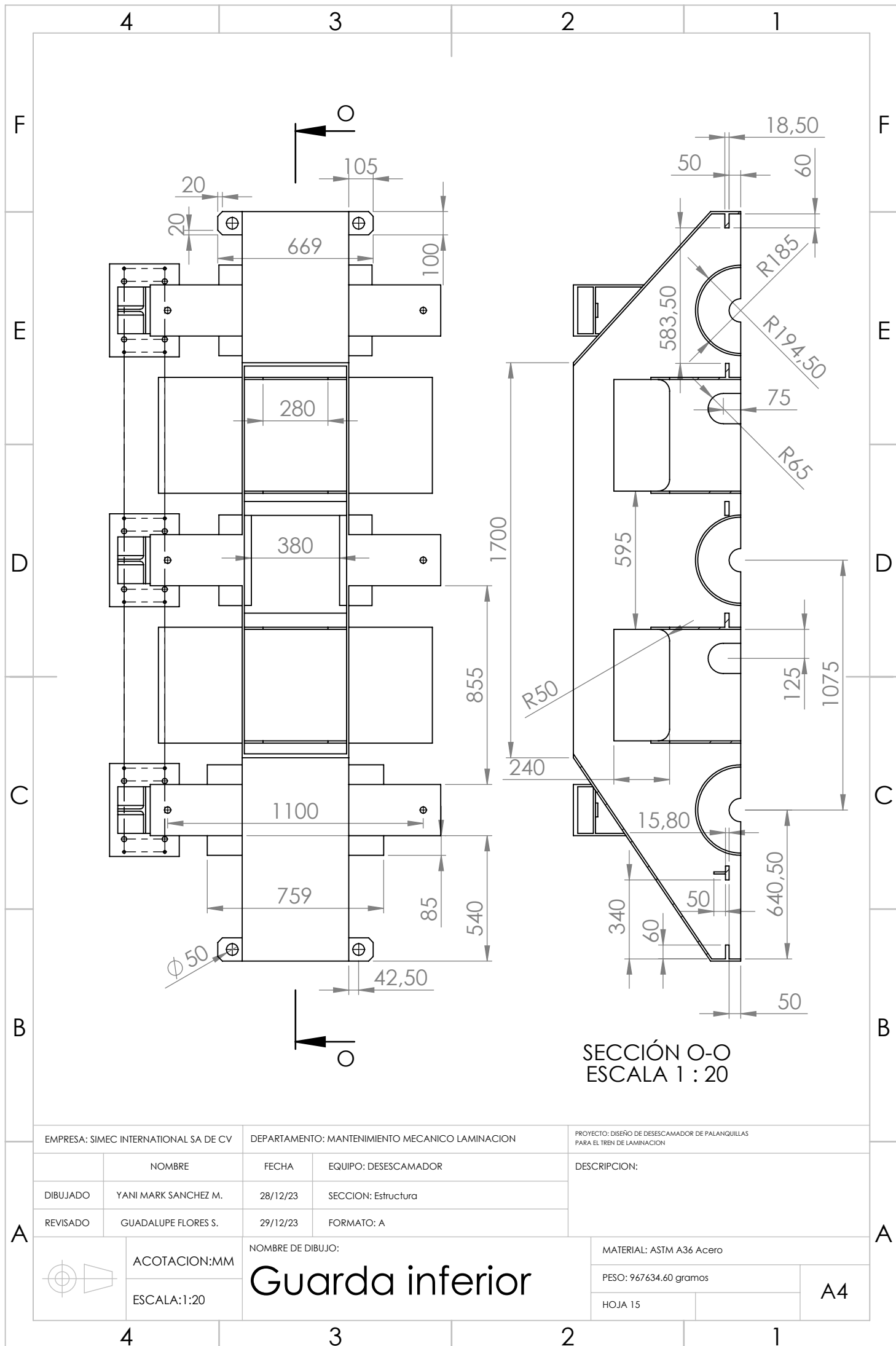
Guarda inferior

MATERIAL: ASTM A36 Acero

PESO: 967634.60 gramos

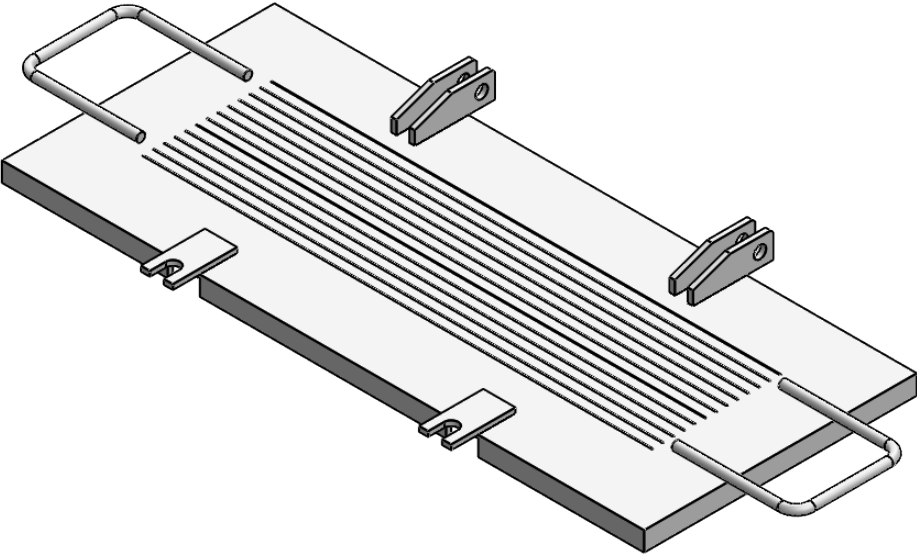
HOJA 14

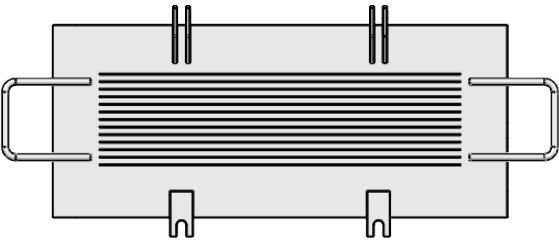
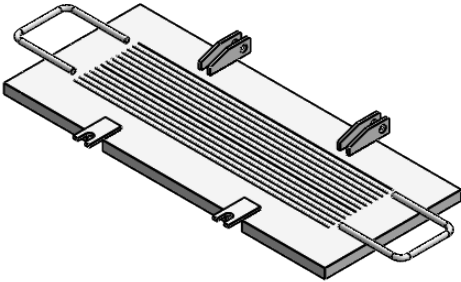
A4

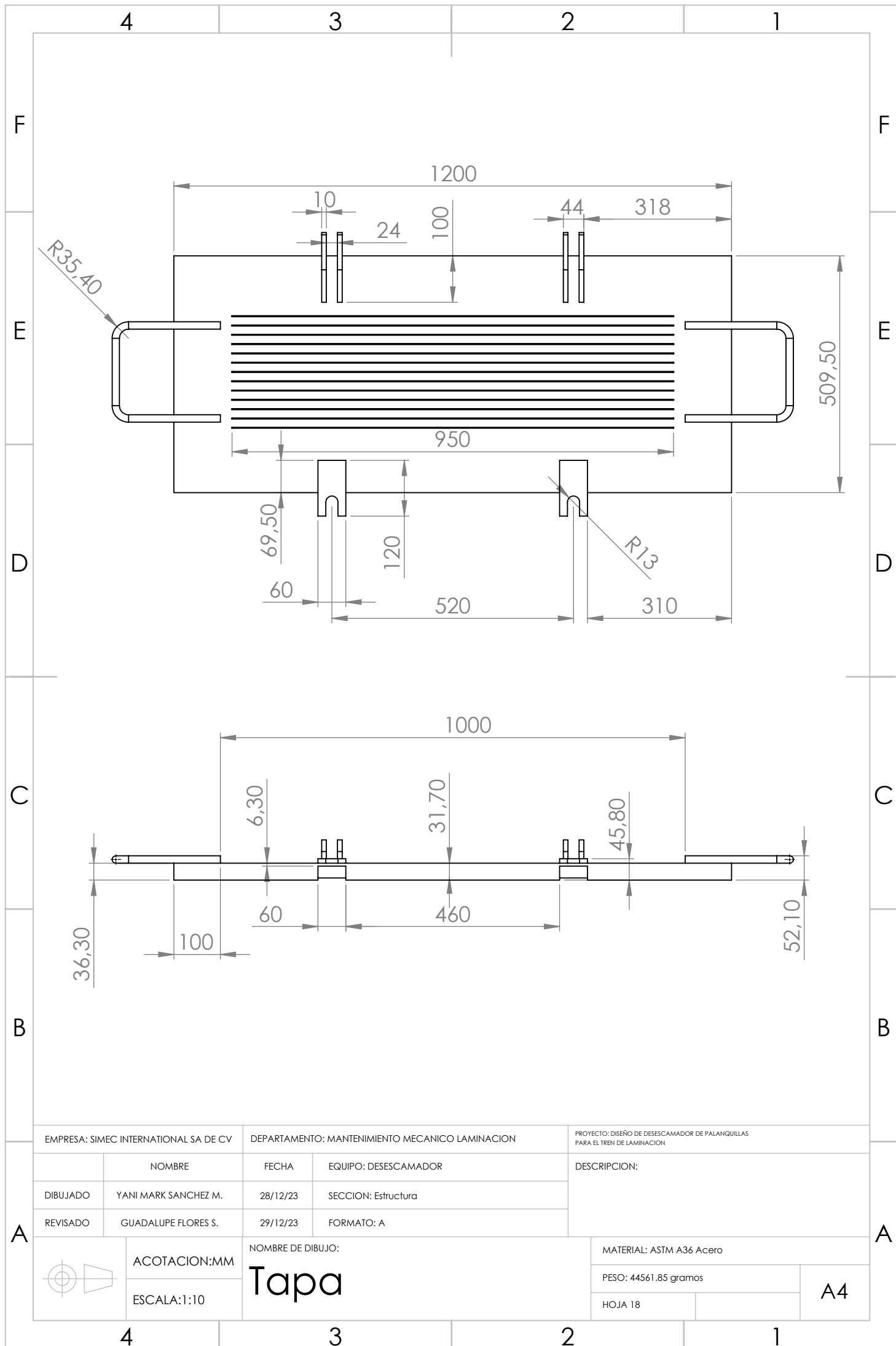


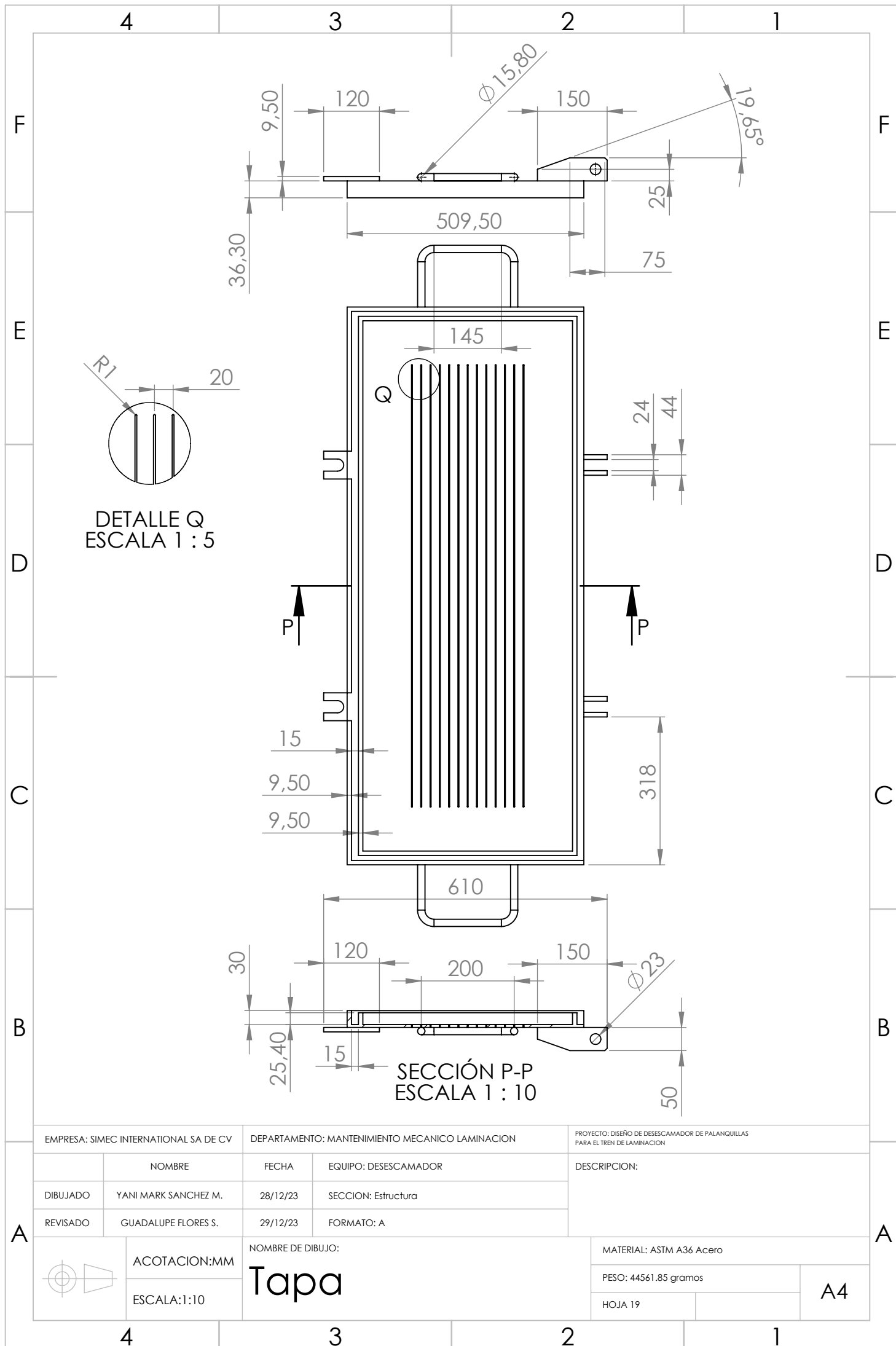
SECCIÓN O-O
ESCALA 1 : 20

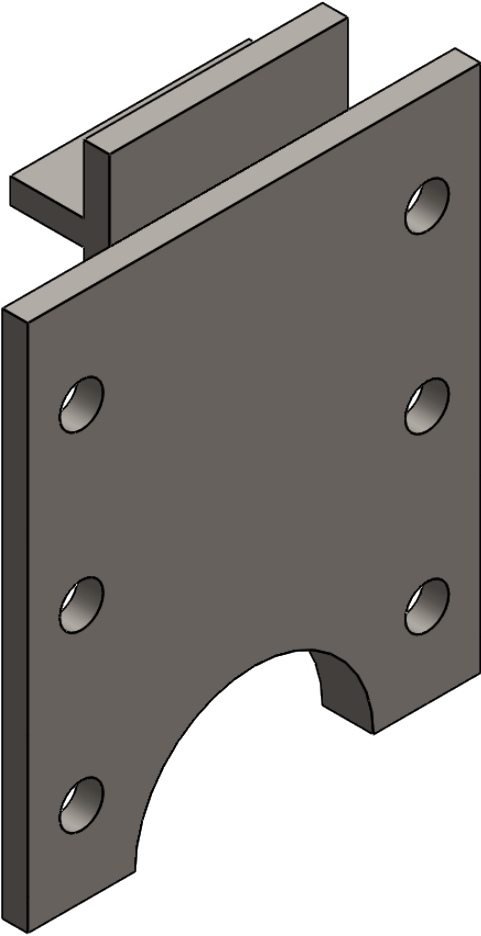
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION	
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:	
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura		
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A		
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: ASTM A36 Acero	
	ESCALA:1:20	Guarda inferior		PESO: 967634.60 gramos	A4
				HOJA 15	

	4	3	2	1																																					
F					F																																				
E					E																																				
D					D																																				
C					C																																				
B					B																																				
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Estructura</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td>ACOTACION:MM</td><td colspan="3" rowspan="3">NOMBRE DE DIBUJO: Tapa</td><td colspan="2">MATERIAL: ASTM A36 Acero</td></tr><tr><td>ESCALA:1:100</td><td colspan="2">PESO: 44561.85 gramos</td><td rowspan="2">A4</td></tr><tr><td></td><td colspan="2">HOJA 16</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO: Tapa			MATERIAL: ASTM A36 Acero		ESCALA:1:100	PESO: 44561.85 gramos		A4		HOJA 16		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																					
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																				
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura																																						
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																						
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO: Tapa			MATERIAL: ASTM A36 Acero																																				
	ESCALA:1:100				PESO: 44561.85 gramos		A4																																		
					HOJA 16																																				
	4	3	2	1																																					

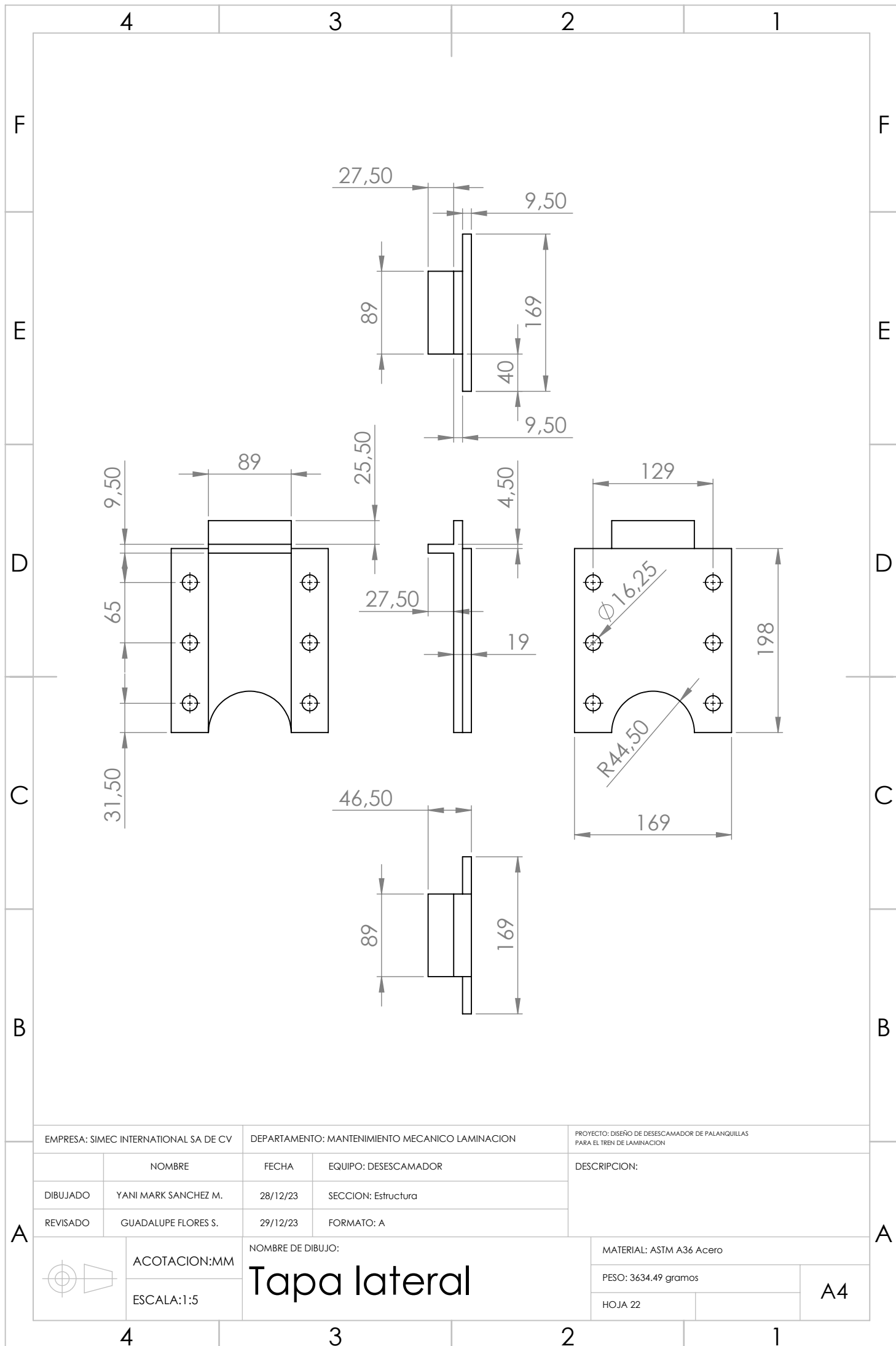
	4	3	2	1																																					
F					F																																				
E					E																																				
D					D																																				
C					C																																				
B					B																																				
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Estructura</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td>ACOTACION:MM</td><td colspan="3" rowspan="3">NOMBRE DE DIBUJO: Tapa</td><td colspan="2">MATERIAL: ASTM A36 Acero</td></tr><tr><td>ESCALA:1:20</td><td colspan="2">PESO: 44561.85 gramos</td><td rowspan="2">A4</td></tr><tr><td></td><td colspan="2">HOJA 17</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO: Tapa			MATERIAL: ASTM A36 Acero		ESCALA:1:20	PESO: 44561.85 gramos		A4		HOJA 17		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																					
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																				
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura																																						
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																						
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO: Tapa			MATERIAL: ASTM A36 Acero																																				
	ESCALA:1:20				PESO: 44561.85 gramos		A4																																		
					HOJA 17																																				
	4	3	2	1																																					

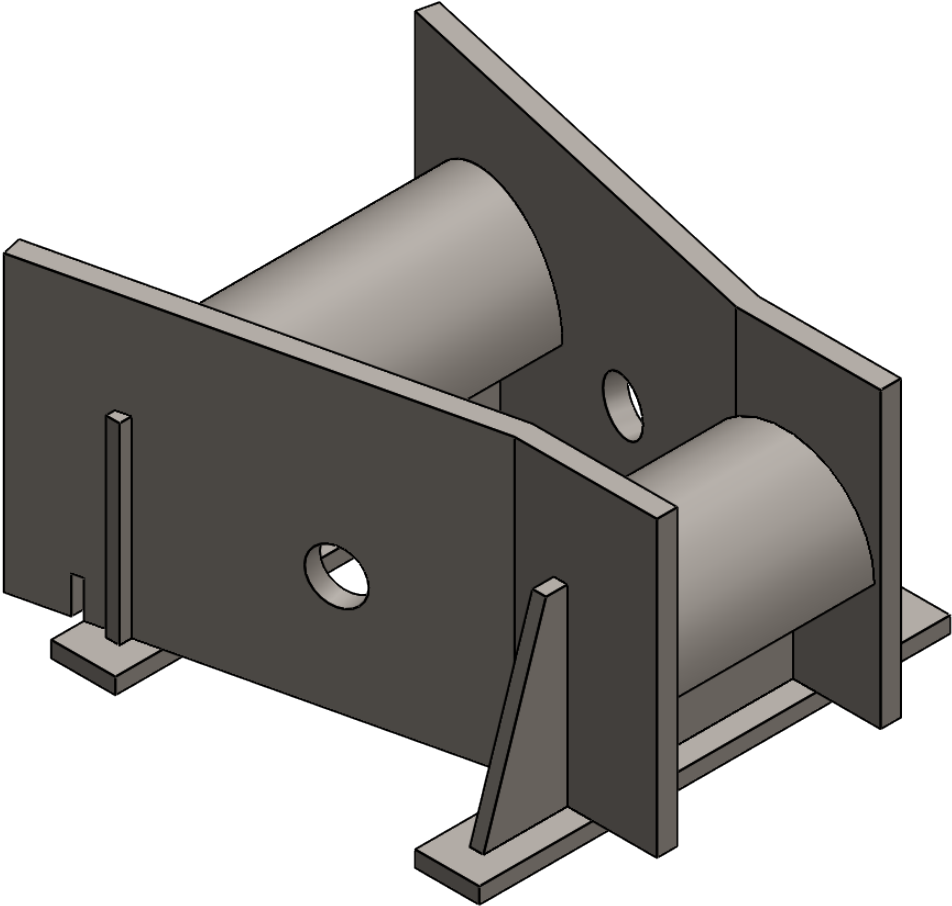




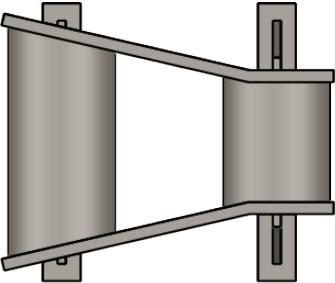
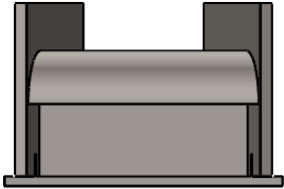
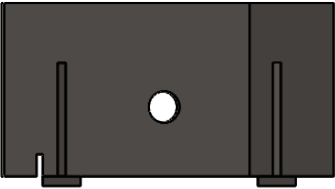
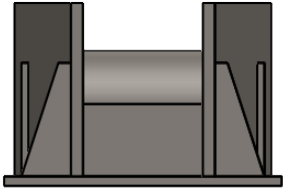
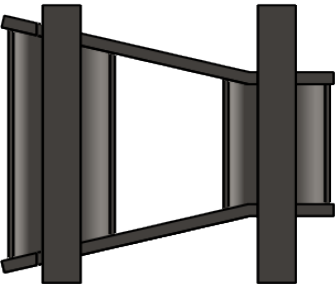
4		3		2		1	
F							F
E							E
D							D
C							C
B							B
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:		
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura				
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A				
A			ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: ASTM A36 Acero
		ESCALA:1:2		Tapa lateral		PESO: 3634.49 gramos	A4
						HOJA 20	
4		3		2		1	

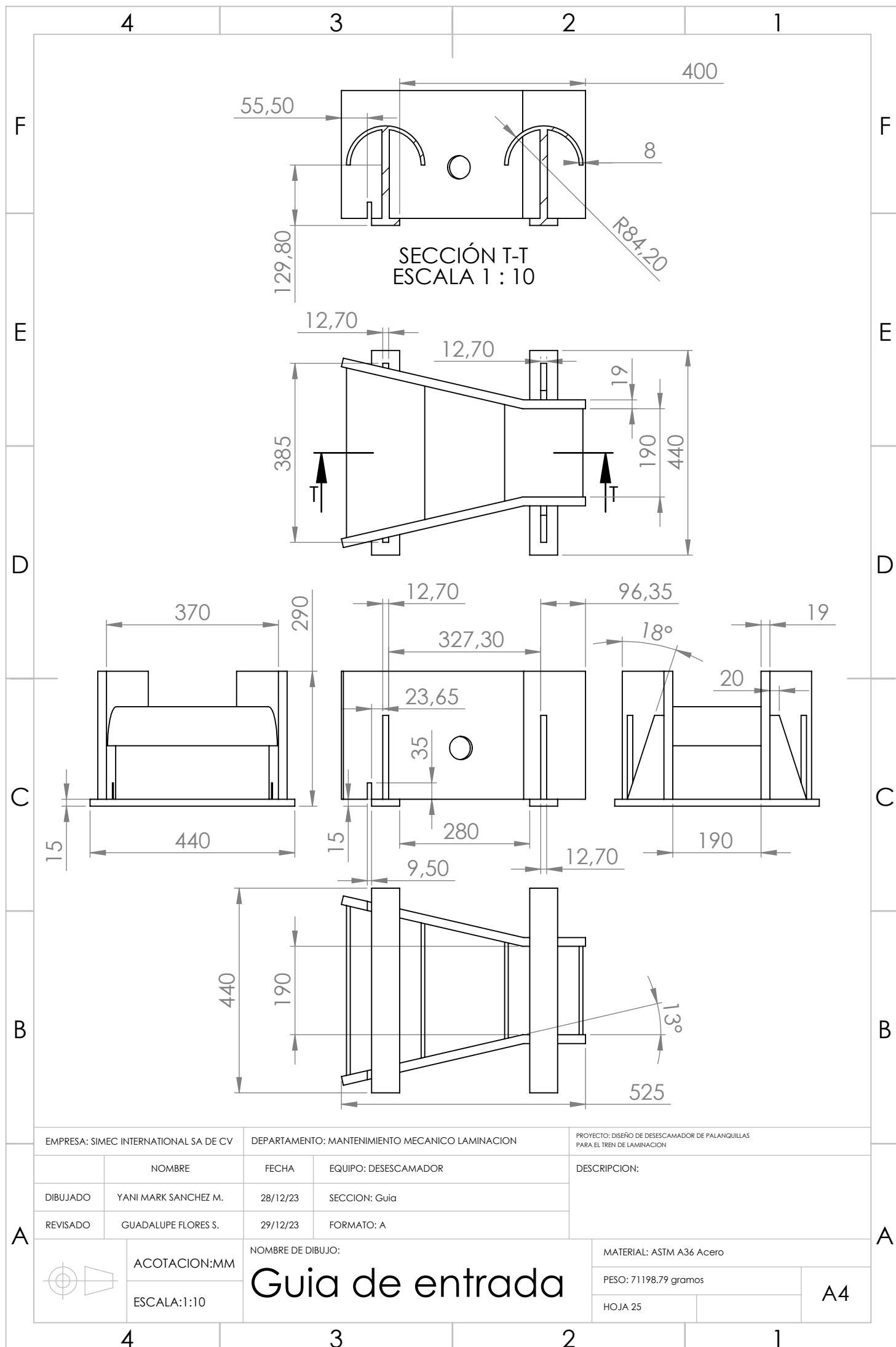
	4	3	2	1	
F					F
E					E
D					D
C					C
B					B
A					A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION	
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:	
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Estructura		
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A		
A		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:	
		ESCALA:1:5		MATERIAL: ASTM A36 Acero	
		Tapa lateral		PESO: 3634.49 gramos	
				HOJA 21	A4
	4	3	2	1	

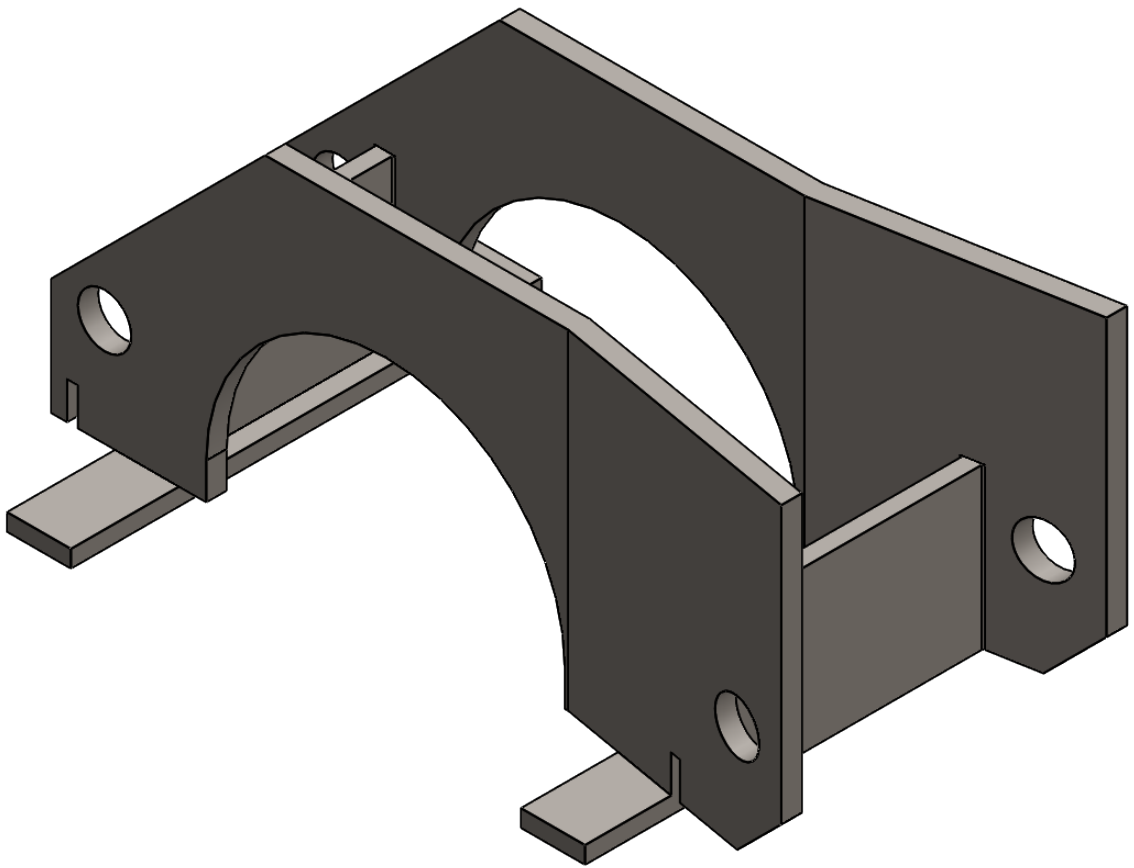


	4	3	2	1	
F					F
E					E
D					D
C					C
B					B
A					A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION	
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:	
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Guías		
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A		
A		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:	
		ESCALA:1:5		MATERIAL: ASTM A36 Acero	
				PESO: 71198.79 gramos	
			HOJA 23		A4
	4	3	2	1	

Guia de entrada

	4	3	2	1																																																											
F					F																																																										
E					E																																																										
D					D																																																										
C					C																																																										
B					B																																																										
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Guia</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ESCALA:1:12</td><td colspan="2">Guia de entrada</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">MATERIAL: ASTM A36 Acero</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">PESO: 71198.79 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">HOJA 24</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Guia		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A				ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:				ESCALA:1:12		Guia de entrada						MATERIAL: ASTM A36 Acero						PESO: 71198.79 gramos						HOJA 24						A4		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																																											
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																																										
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Guia																																																												
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																																												
		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:																																																											
		ESCALA:1:12		Guia de entrada																																																											
				MATERIAL: ASTM A36 Acero																																																											
				PESO: 71198.79 gramos																																																											
				HOJA 24																																																											
				A4																																																											
	4	3	2	1																																																											





EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV

DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION

PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS
PARA EL TREN DE LAMINACION

NOMBRE

FECHA

EQUIPO: DESESCAMADOR

DESCRIPCION:

DIBUJADO

YANI MARK SANCHEZ M.

28/12/23

SECCION: Guia

REVISADO

GUADALUPE FLORES S.

29/12/23

FORMATO: A



ACOTACION:MM

ESCALA:1:5

NOMBRE DE DIBUJO:

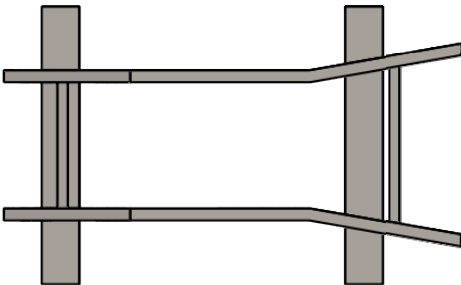
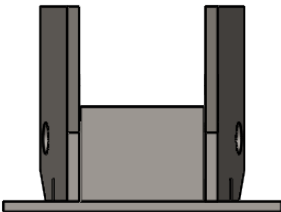
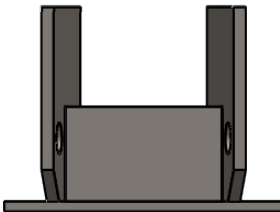
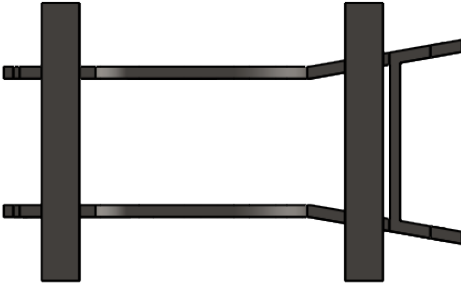
Guia intermedia

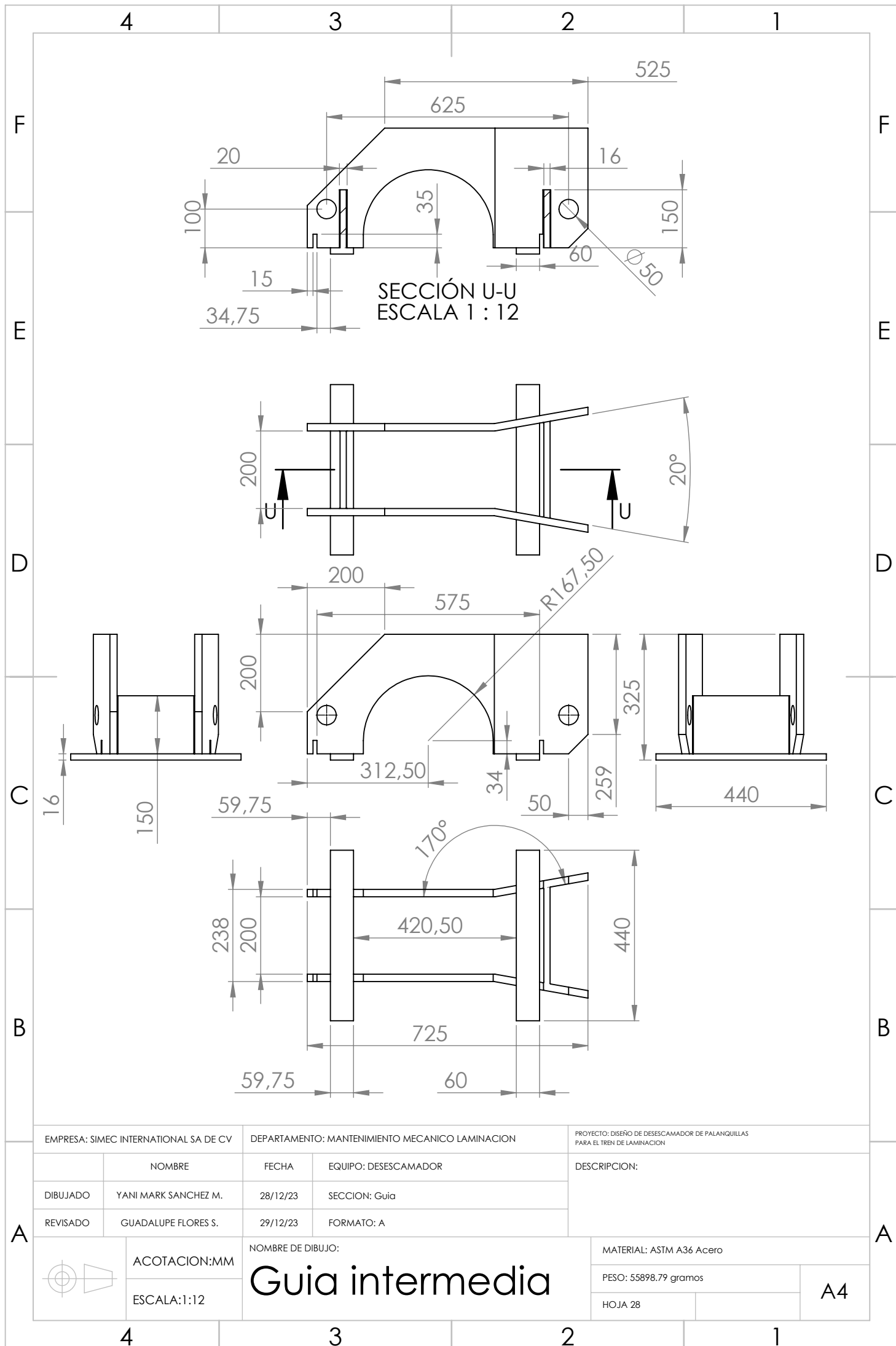
MATERIAL: ASTM A36 Acero

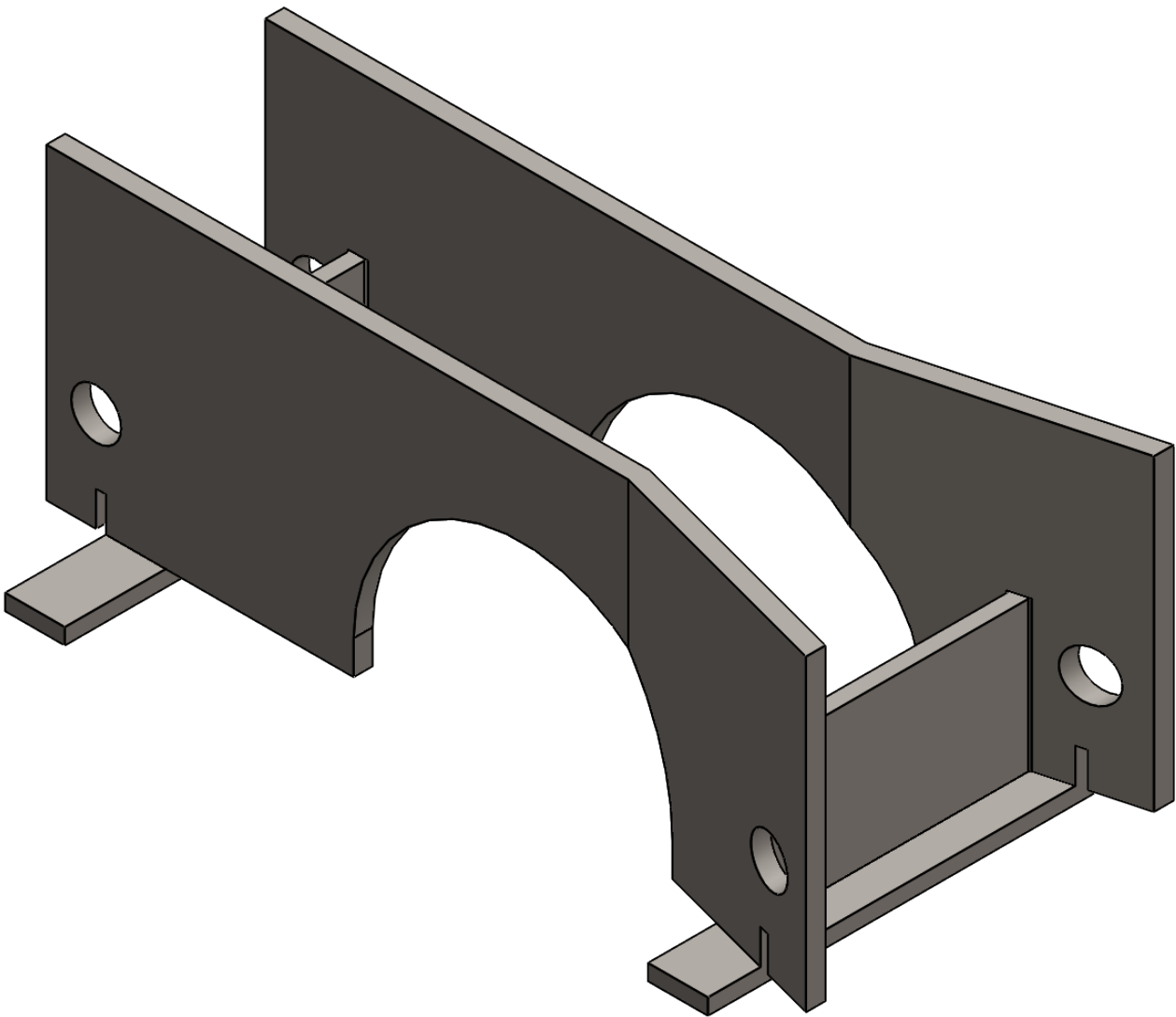
PESO: 55898.79 gramos

HOJA 26

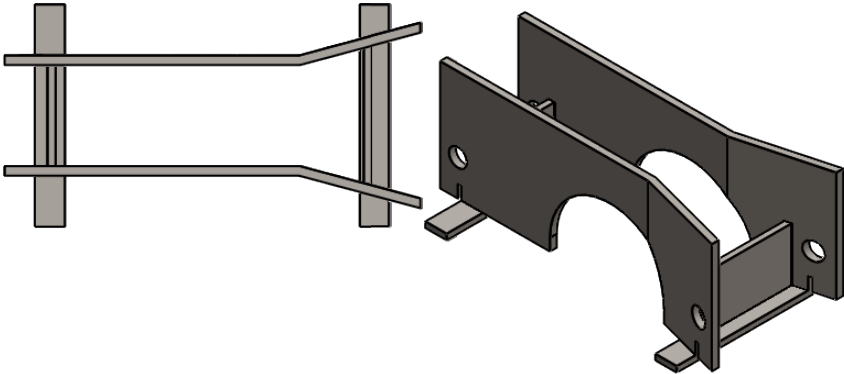
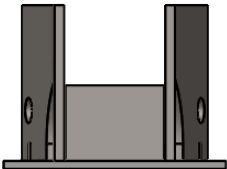
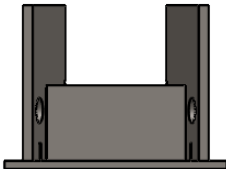
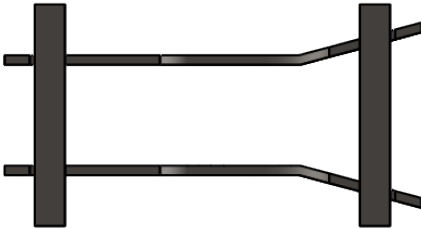
A4

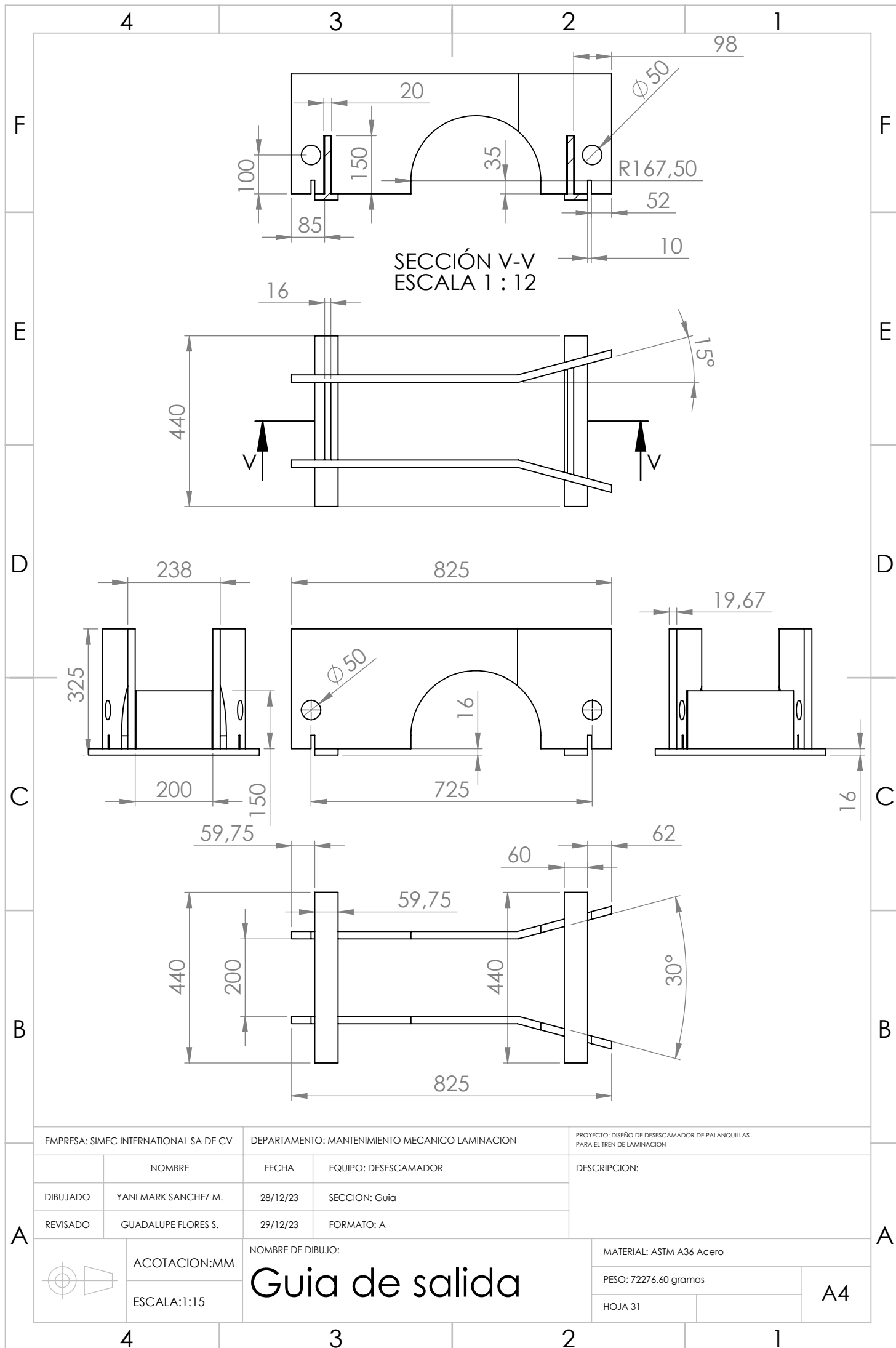
	4	3	2	1	
F					F
E					E
D					D
C					C
B					B
A					A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION	
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:	
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Guia		
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A		
A		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:	
		ESCALA:1:12		MATERIAL: ASTM A36 Acero	
				PESO: 55898.79 gramos	
				HOJA 27	A4
	4	3	2	1	

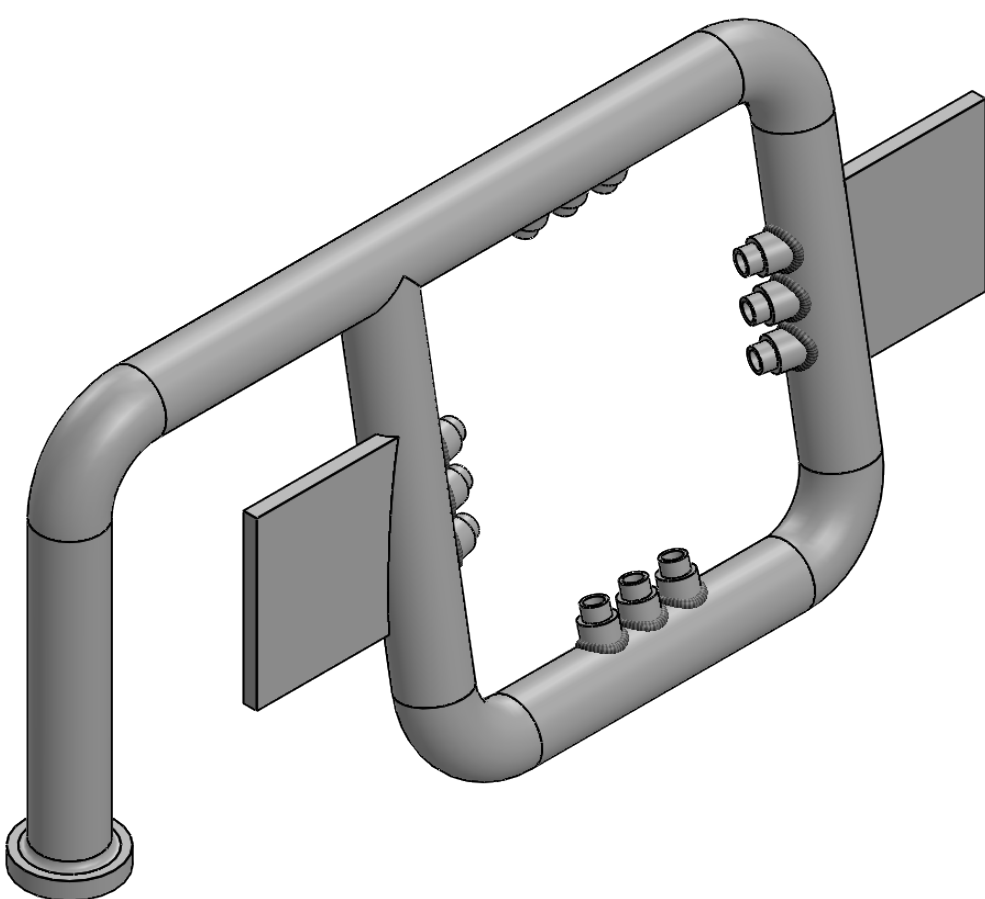


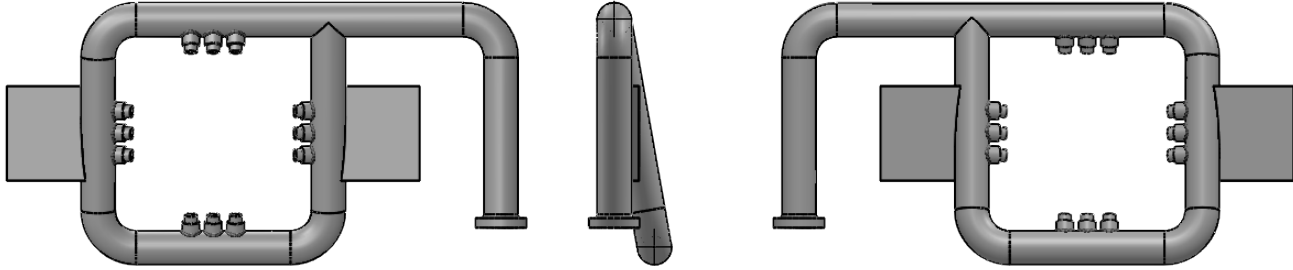
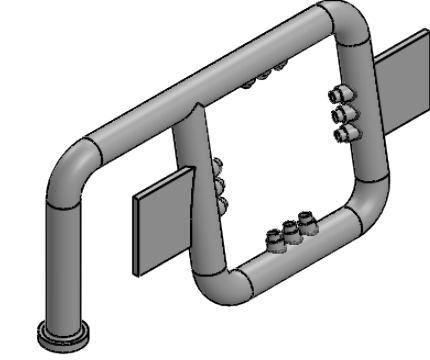


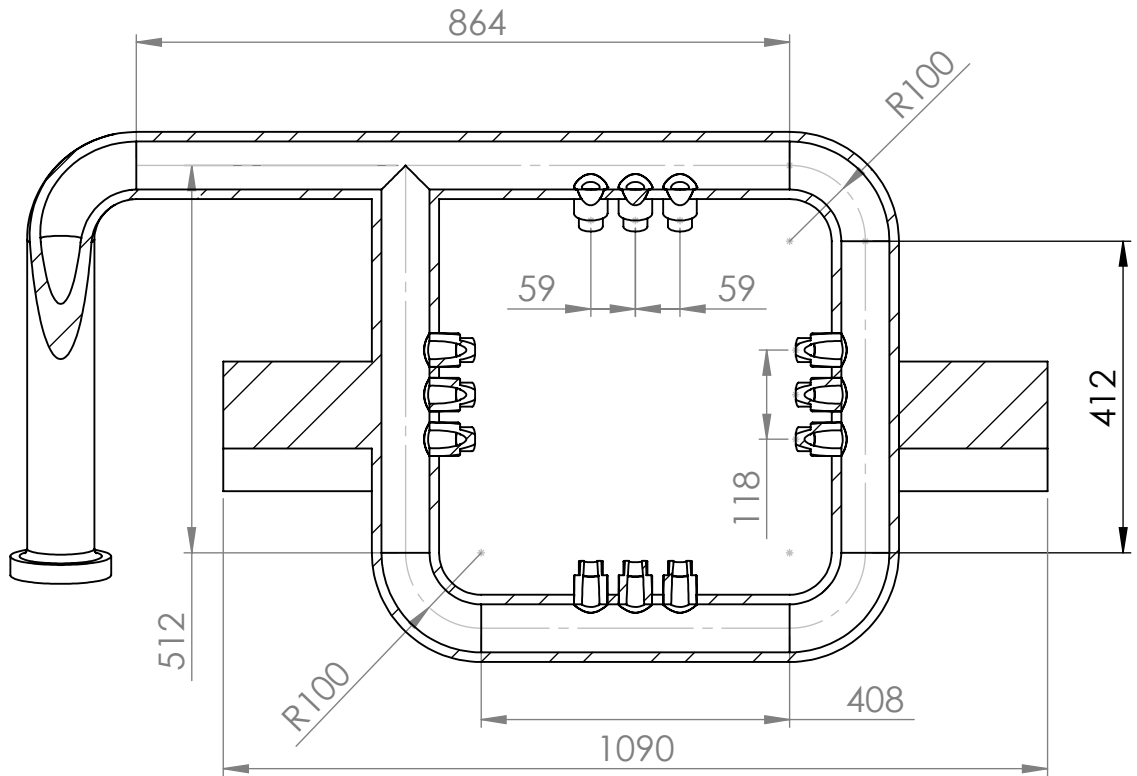
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION		
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Guia			
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			
	ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: ASTM A36 Acero	
	ESCALA:1:5		Guia de salida		PESO: 72276.60 gramos	A4
					HOJA 29	

	4	3	2	1																																											
F					F																																										
E					E																																										
D				D																																											
C					C																																										
B					B																																										
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Guia</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td><td>MATERIAL: ASTM A36 Acero</td></tr><tr><td colspan="2">ESCALA:1:15</td><td colspan="2" rowspan="2">Guia de salida</td><td>PESO: 72276.60 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>HOJA 30</td></tr><tr><td></td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Guia		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: ASTM A36 Acero	ESCALA:1:15		Guia de salida		PESO: 72276.60 gramos			HOJA 30		4	3	2	1	A4	A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																											
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																										
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Guia																																												
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																												
	ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: ASTM A36 Acero																																										
	ESCALA:1:15		Guia de salida		PESO: 72276.60 gramos																																										
					HOJA 30																																										
	4	3	2	1	A4																																										

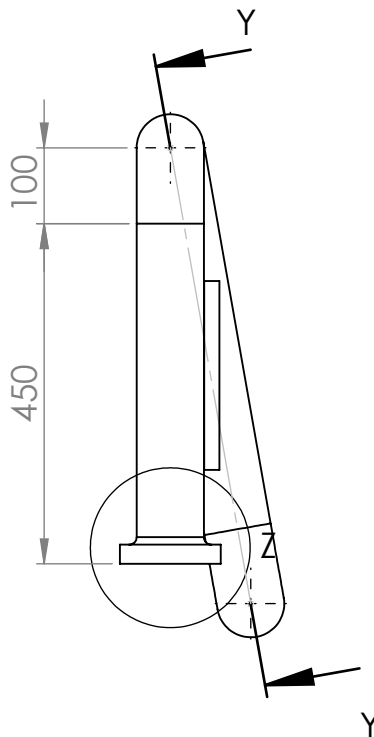


	4	3	2	1																																							
F					F																																						
E					E																																						
D					D																																						
C					C																																						
B					B																																						
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Cabezal</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td>ACOTACION:MM</td><td colspan="3" rowspan="2">NOMBRE DE DIBUJO: Cabezal</td><td colspan="2">MATERIAL: AISI 309 Acero Inoxidable</td></tr><tr><td>ESCALA:1:8</td><td colspan="2">PESO: 99365.09 gramos</td></tr><tr><td></td><td></td><td colspan="2">HOJA 32</td><td colspan="2">A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO: Cabezal			MATERIAL: AISI 309 Acero Inoxidable		ESCALA:1:8	PESO: 99365.09 gramos				HOJA 32		A4		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																							
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																						
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal																																								
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																								
	ACOTACION:MM	NOMBRE DE DIBUJO: Cabezal			MATERIAL: AISI 309 Acero Inoxidable																																						
	ESCALA:1:8				PESO: 99365.09 gramos																																						
			HOJA 32		A4																																						
	4	3	2	1																																							

	4	3	2	1																																																											
F					F																																																										
E					E																																																										
D					D																																																										
C					C																																																										
B					B																																																										
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Cabezal</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ESCALA:1:20</td><td colspan="2">Cabezal</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">MATERIAL: AISI 309 Acero Inoxidable</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">PESO: 99365.09 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">HOJA 33</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A				ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:				ESCALA:1:20		Cabezal						MATERIAL: AISI 309 Acero Inoxidable						PESO: 99365.09 gramos						HOJA 33						A4		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																																											
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																																										
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal																																																												
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																																												
		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:																																																											
		ESCALA:1:20		Cabezal																																																											
				MATERIAL: AISI 309 Acero Inoxidable																																																											
				PESO: 99365.09 gramos																																																											
				HOJA 33																																																											
				A4																																																											
	4	3	2	1																																																											



SECCIÓN Y-Y
ESCALA 1 : 10



DETALLE Z
ESCALA 1 : 5

EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV

DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION

PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS
PARA EL TREN DE LAMINACION

NOMBRE

FECHA

EQUIPO: DESESCAMADOR

DESCRIPCION:

DIBUJADO YANI MARK SANCHEZ M.

28/12/23

SECCION: Cabezal

REVISADO GUADALUPE FLORES S.

29/12/23

FORMATO: A



ACOTACION:MM

ESCALA:1:10

NOMBRE DE DIBUJO:

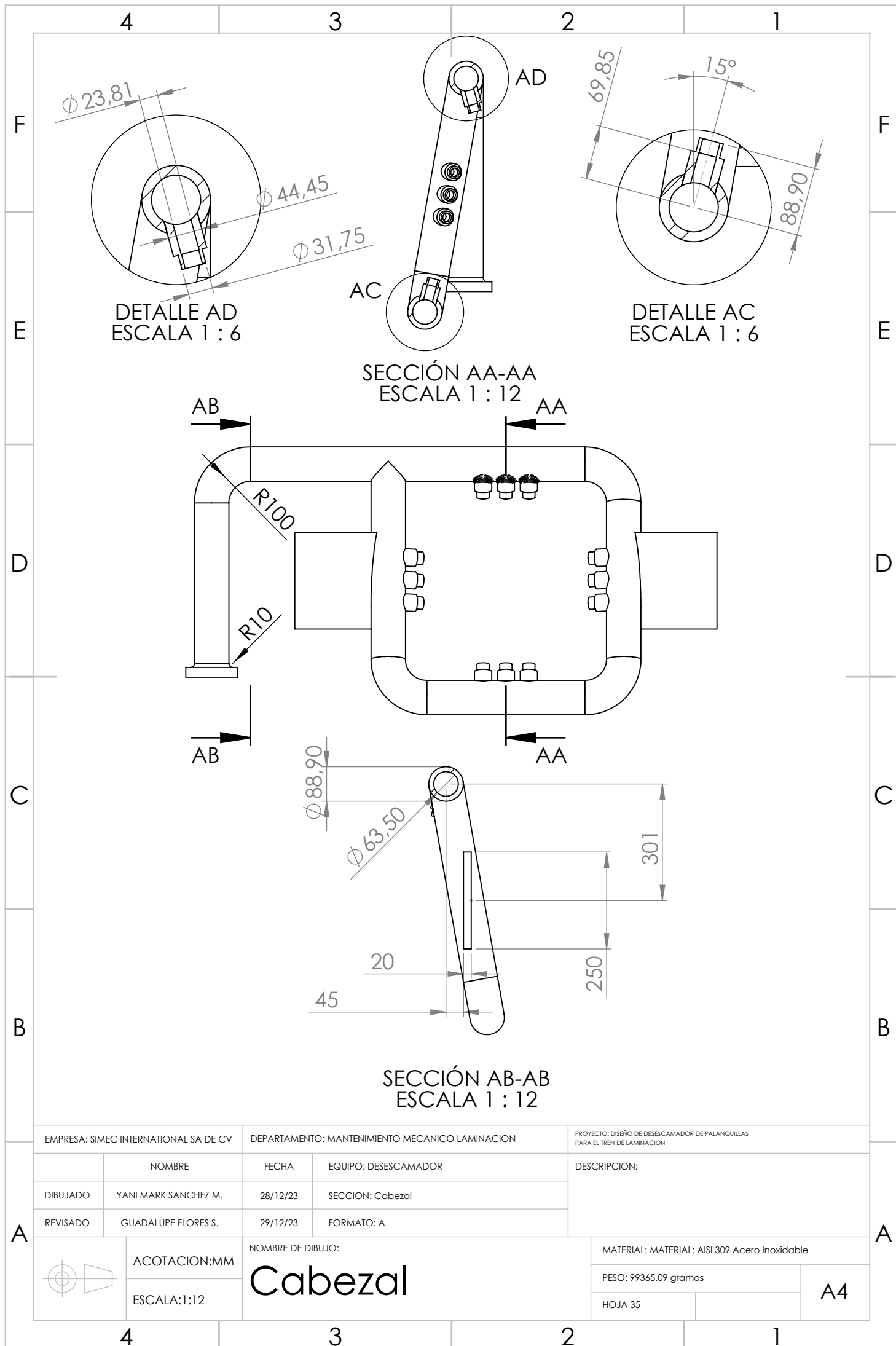
Cabezal

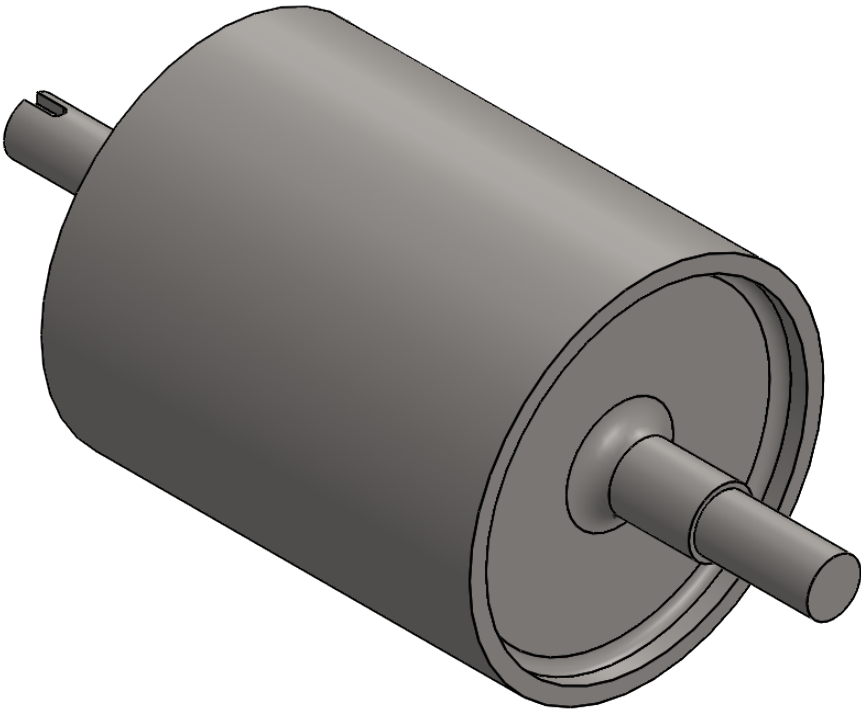
MATERIAL: AISI 309 Acero Inoxidable

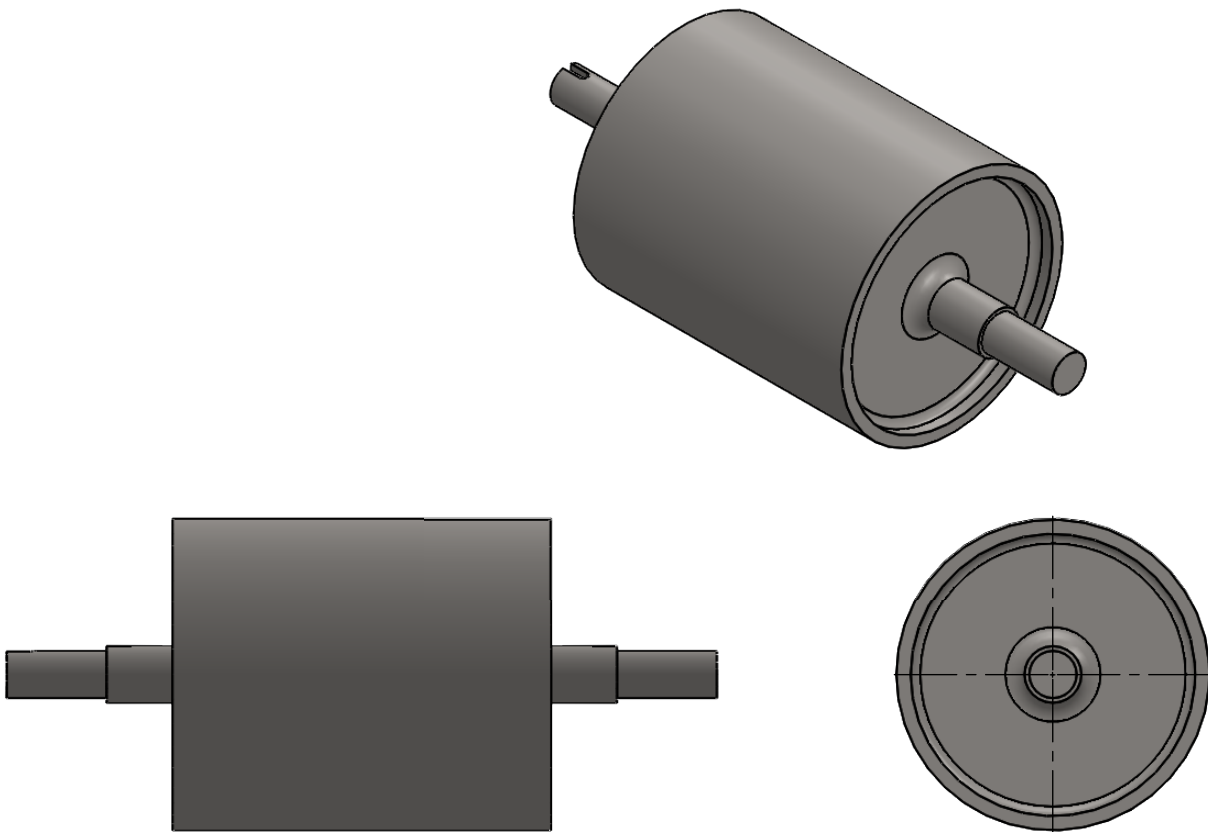
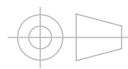
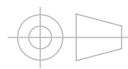
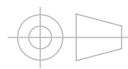
PESO: 99365.09 gramos

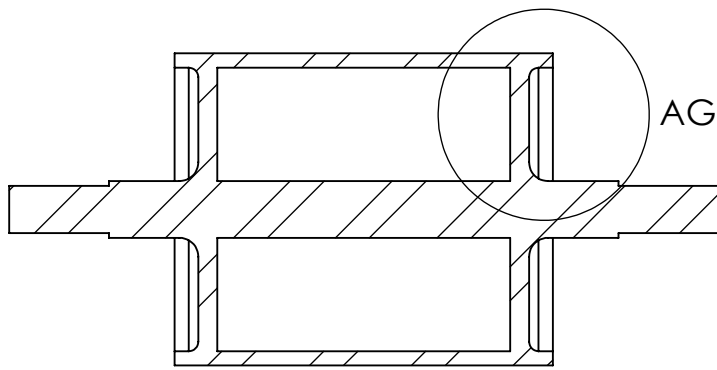
HOJA 34

A4

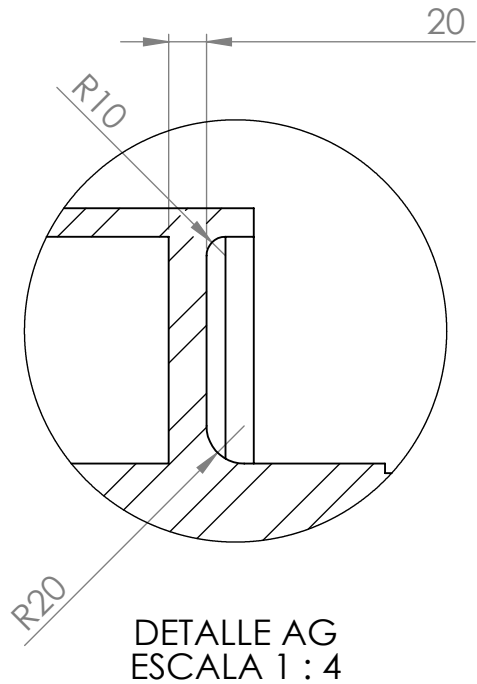


	4	3	2	1																																							
F					F																																						
E					E																																						
D					D																																						
C					C																																						
B					B																																						
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Rodillo</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td><td>MATERIAL: AISI 1020</td></tr><tr><td colspan="2">ESCALA:1:5</td><td colspan="2">Rodillo</td><td>PESO: 84571.53 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td>HOJA 1</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Rodillo		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: AISI 1020	ESCALA:1:5		Rodillo		PESO: 84571.53 gramos					HOJA 1	A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																							
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																						
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Rodillo																																								
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																								
	ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: AISI 1020																																						
	ESCALA:1:5		Rodillo		PESO: 84571.53 gramos																																						
					HOJA 1																																						
	4	3	2	1																																							

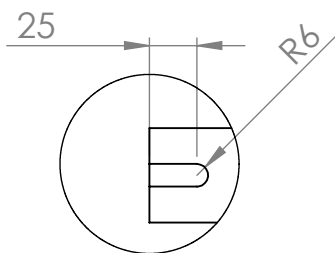
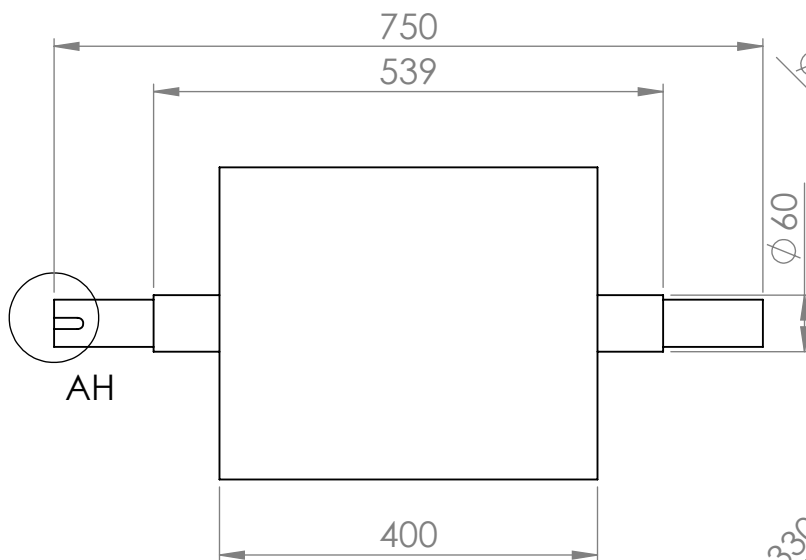
	4	3	2	1																																																											
F					F																																																										
E					E																																																										
D					D																																																										
C					C																																																										
B					B																																																										
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Rodillo</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ESCALA:1:8</td><td colspan="2">Rodillo</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">MATERIAL: AISI 1020</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">PESO: 84571.53 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">HOJA 37</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Rodillo		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A				ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:				ESCALA:1:8		Rodillo						MATERIAL: AISI 1020						PESO: 84571.53 gramos						HOJA 37						A4		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																																											
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																																										
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Rodillo																																																												
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																																												
		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:																																																											
		ESCALA:1:8		Rodillo																																																											
				MATERIAL: AISI 1020																																																											
				PESO: 84571.53 gramos																																																											
				HOJA 37																																																											
				A4																																																											
	4	3	2	1																																																											



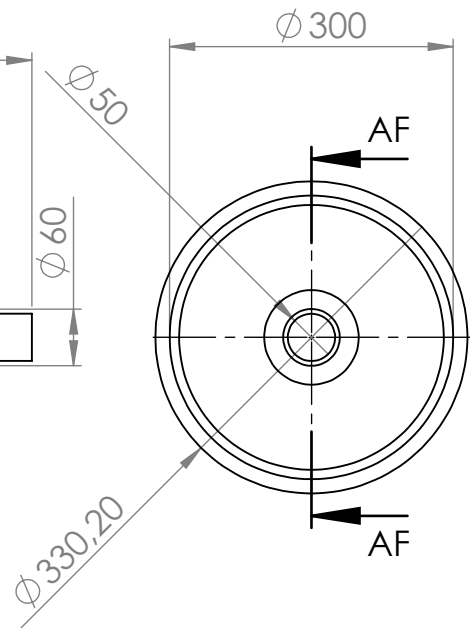
SECCIÓN AF-AF
ESCALA 1 : 8



DETALLE AG
ESCALA 1 : 4



DETALLE AH
ESCALA 1 : 4



EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV

DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION

PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS
PARA EL TREN DE LAMINACION

NOMBRE

FECHA

EQUIPO: DESESCAMADOR

DESCRIPCION:

DIBUJADO YANI MARK SANCHEZ M.

28/12/23

SECCION: Rodillo

REVISADO GUADALUPE FLORES S.

29/12/23

FORMATO: A



ACOTACION:MM

ESCALA:1:8

NOMBRE DE DIBUJO:

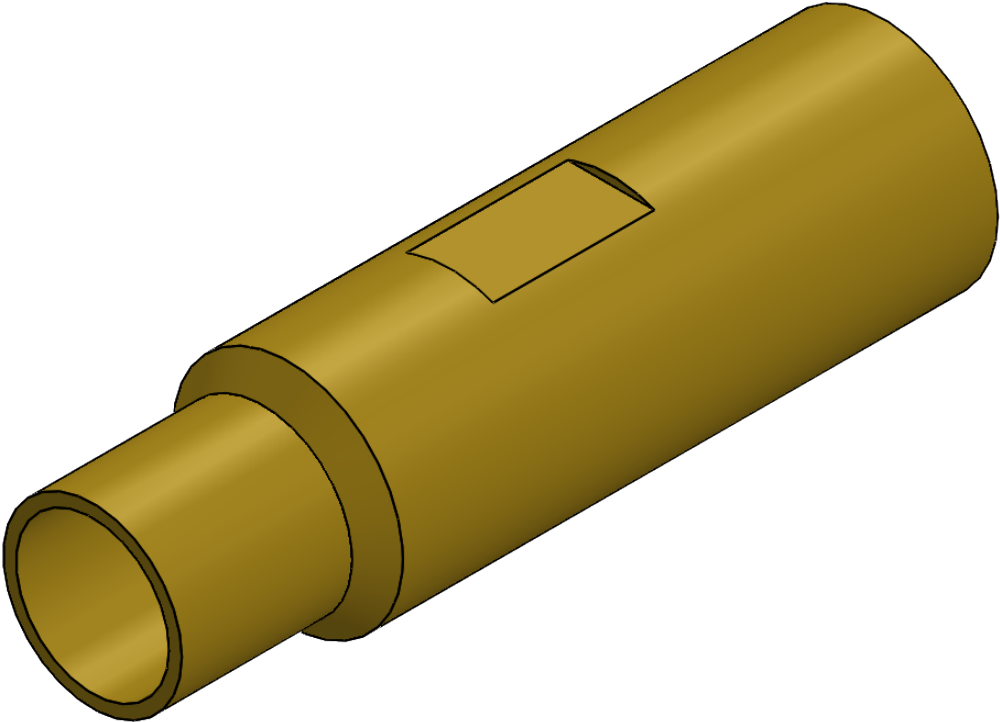
Rodillo

MATERIAL: AISI 1020

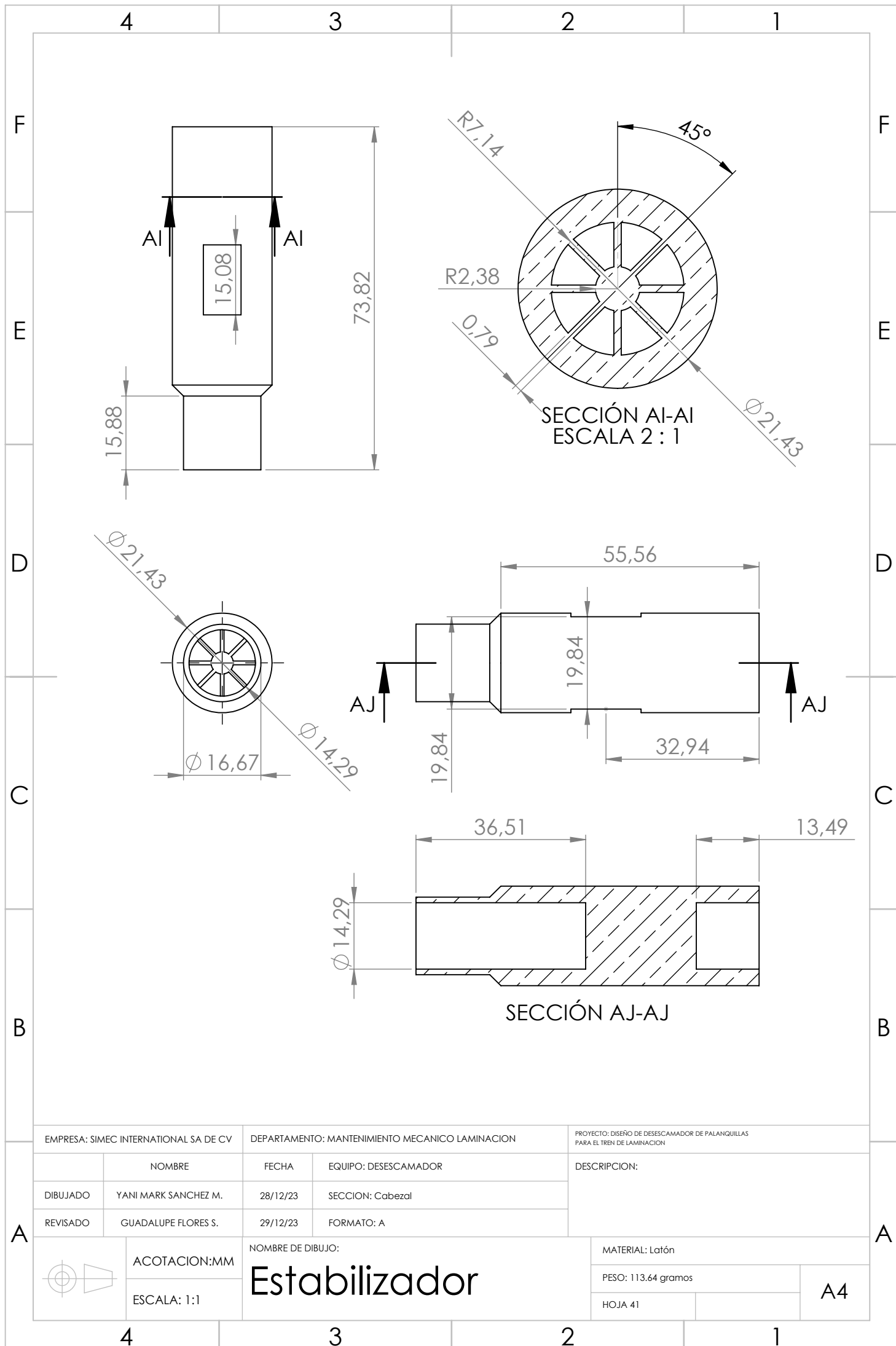
PESO: 84571.53 gramos

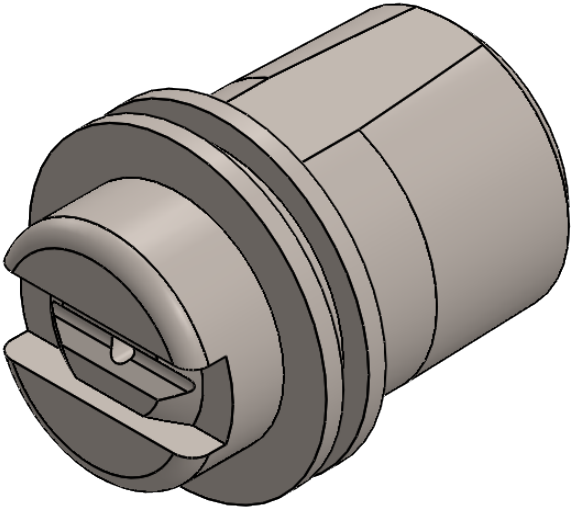
HOJA 38

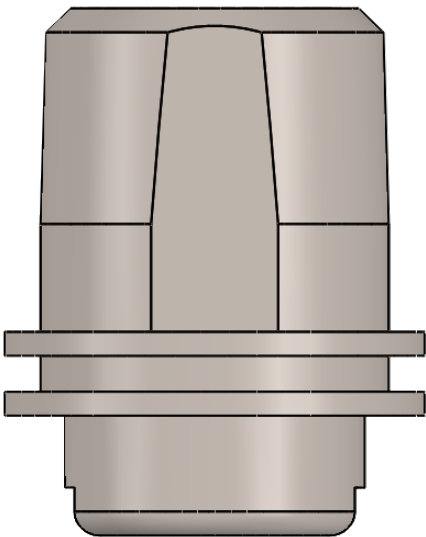
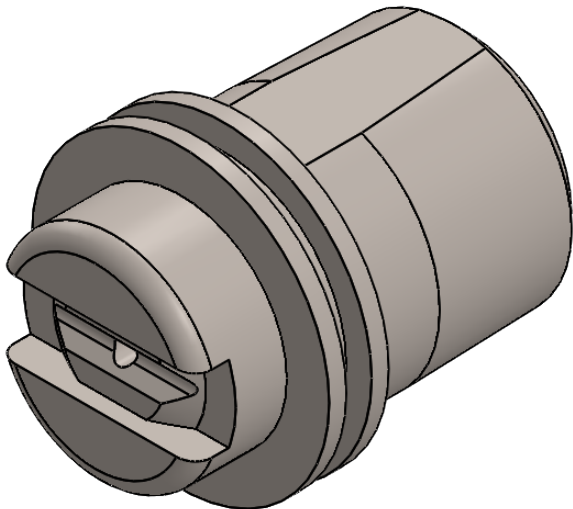
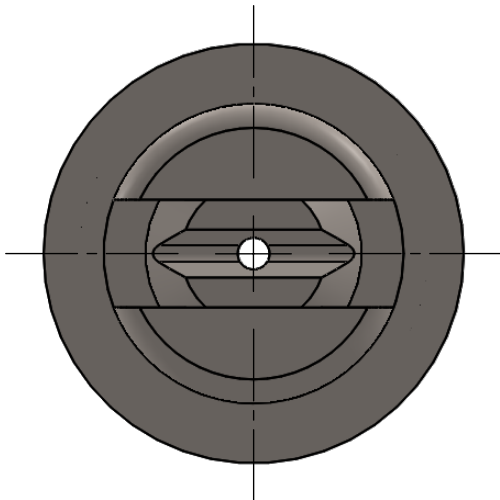
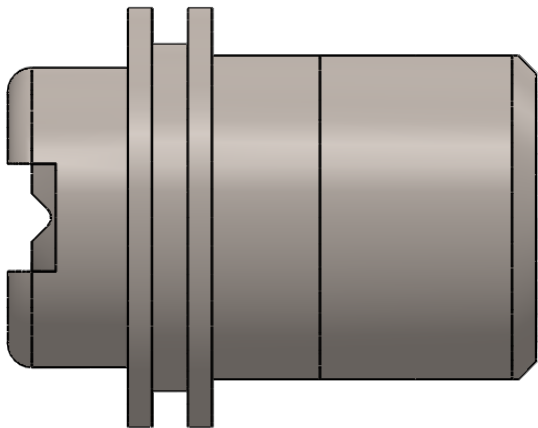
A4

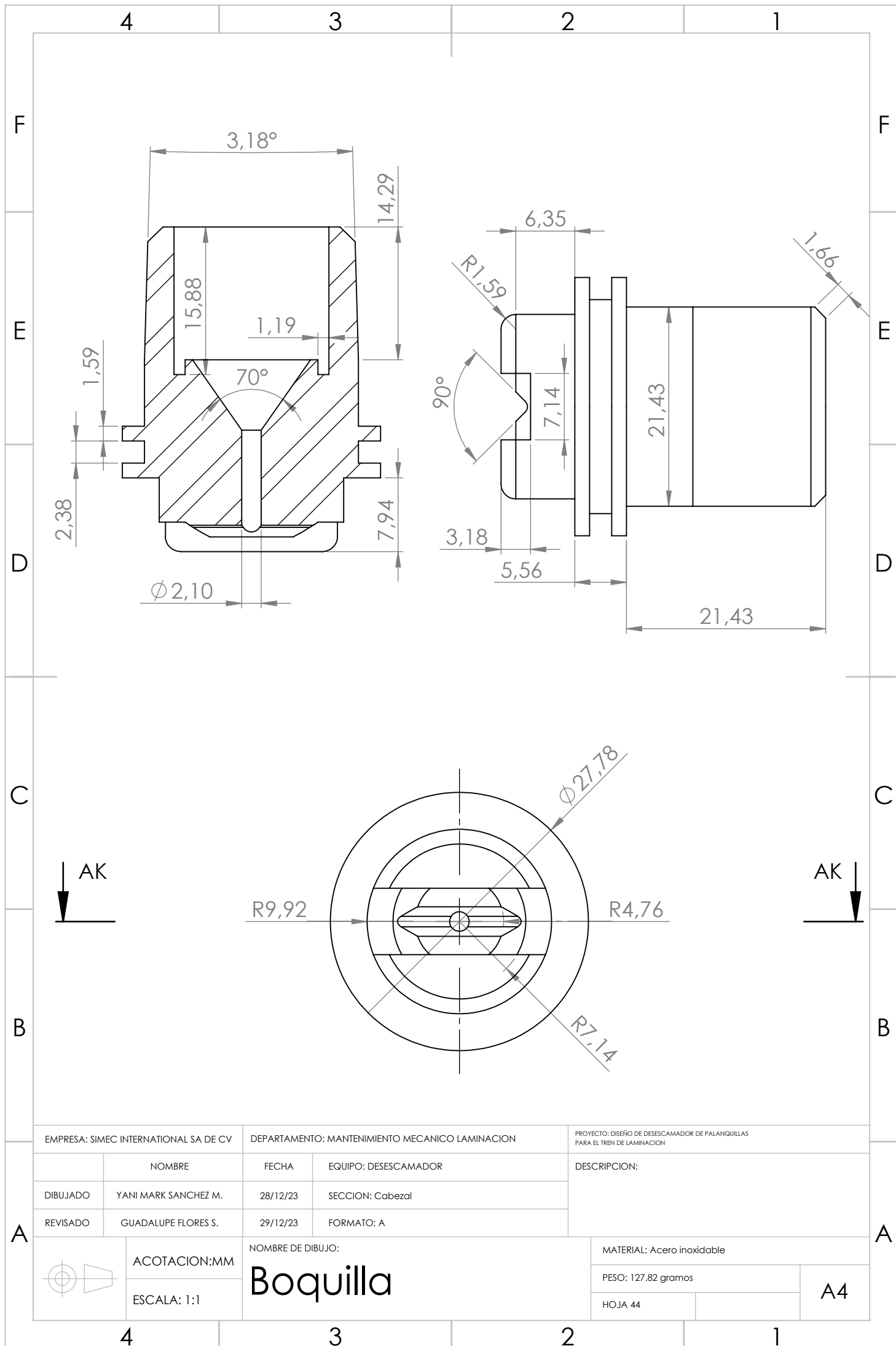
4		3		2		1			
F							F		
E							E		
D							D		
C							C		
B							B		
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION			PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION				
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:				
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal						
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A						
A			ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: Latón	A4
		ESCALA: 2:1		Estabilizador			PESO: 113.64 gramos		
							HOJA 39		
4		3		2		1			

	4	3	2	1	
F					F
E					E
D					D
C					C
B					B
A					A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION	
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:	
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal		
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A		
A		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:	
		ESCALA: 1:1		Estabilizador	
				MATERIAL: Latón	
				PESO: 113.64 gramos	
				HOJA 40	
				A4	
	4	3	2	1	

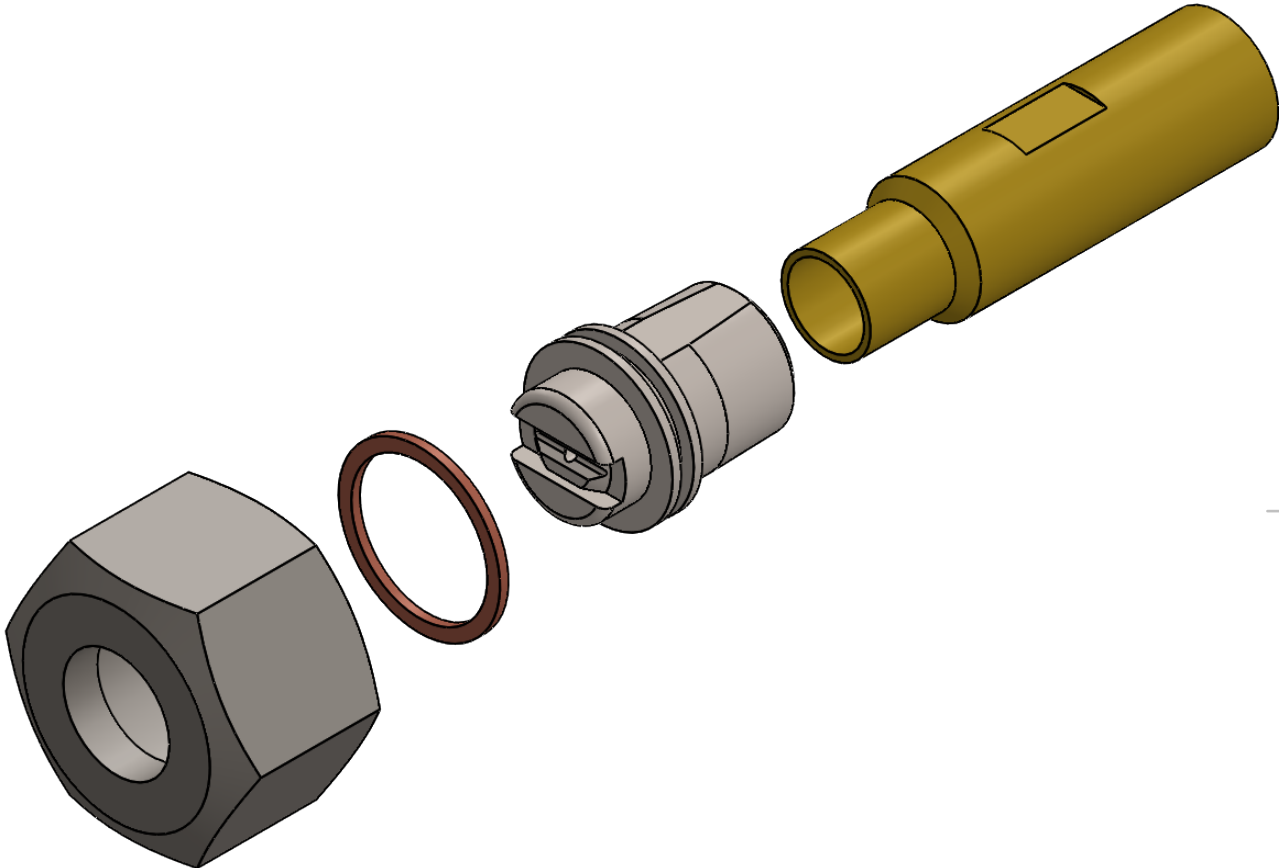


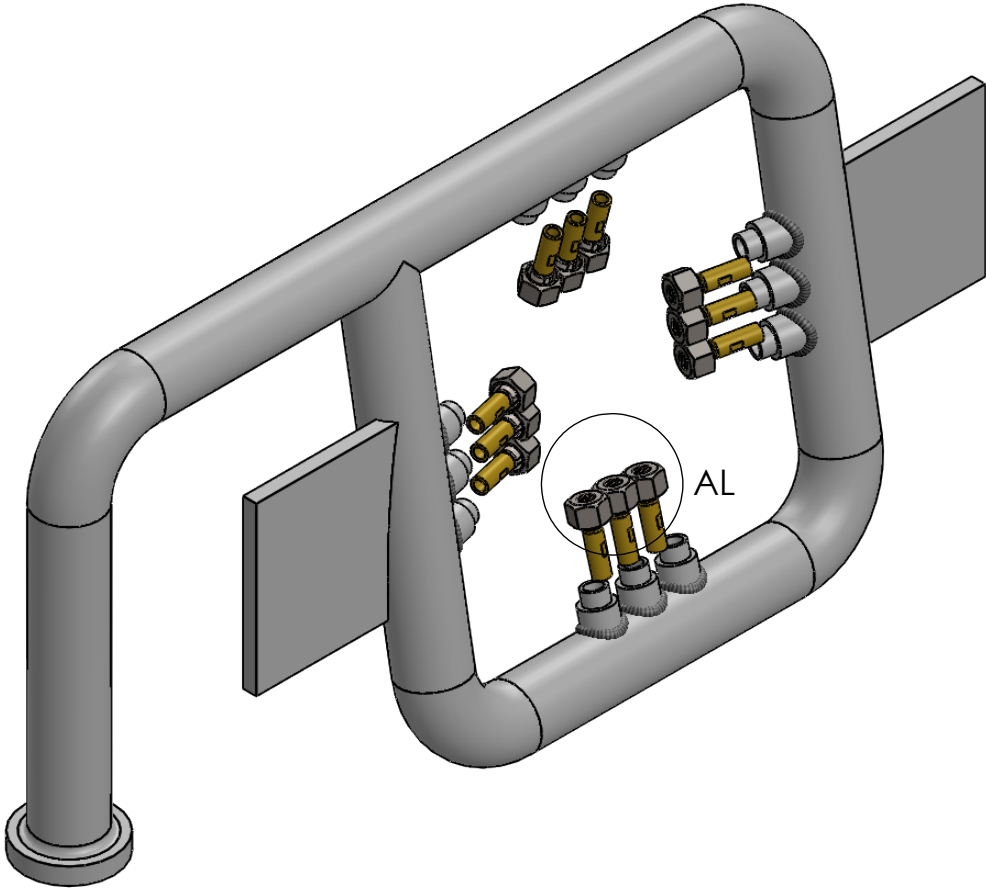
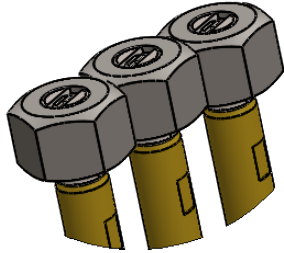
4		3		2		1	
F							F
E							E
D							D
C							C
B							B
A	EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION		
		NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	
	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal			
	REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			
			ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: Acero inoxidable
ESCALA: 2:1		Boquilla		PESO: 127.82 gramos		A4	
HOJA 42							
4		3		2		1	

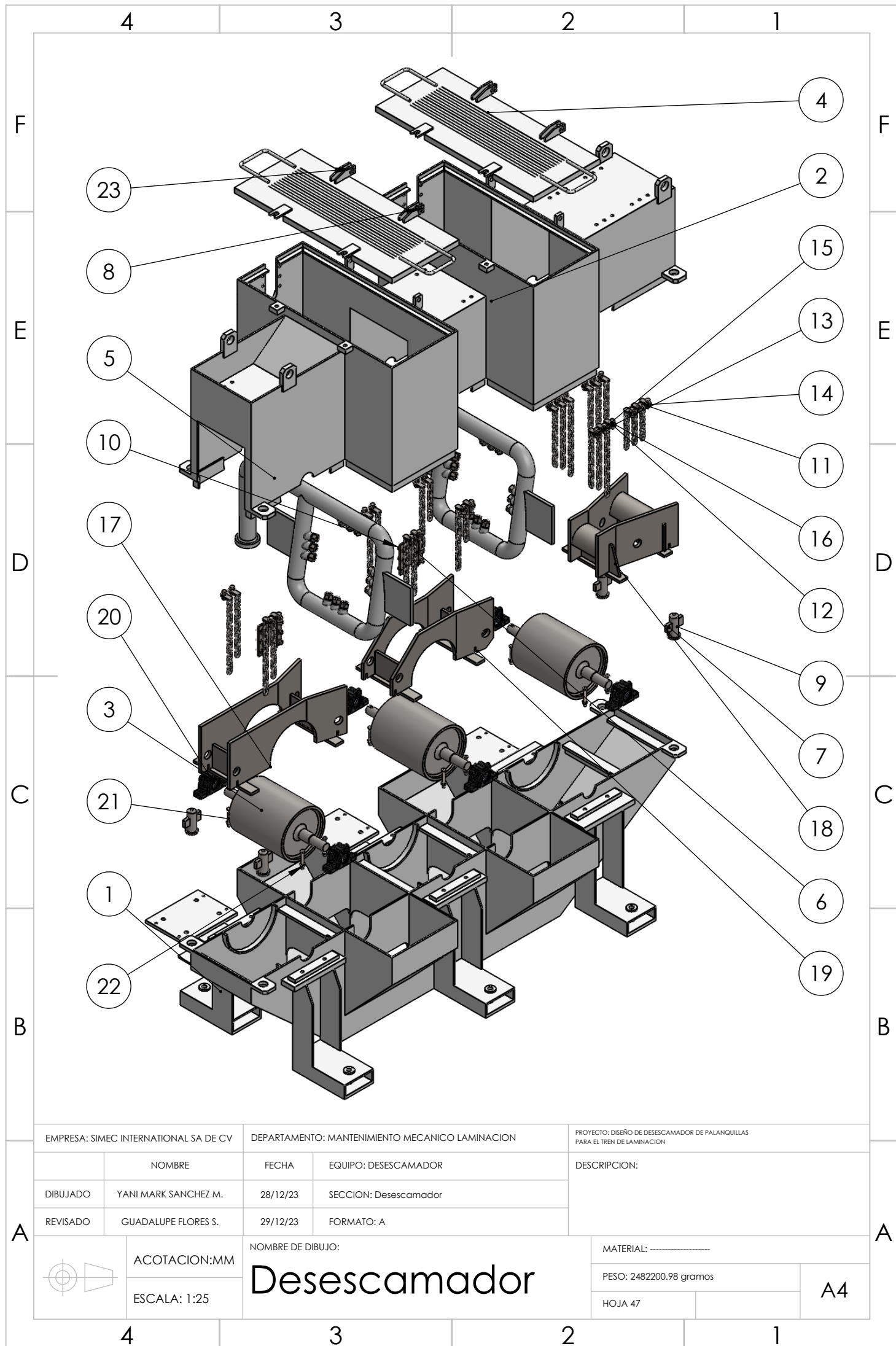
	4	3	2	1																																																											
F					F																																																										
E					E																																																										
D					D																																																										
C					C																																																										
B					B																																																										
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Cabezal</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ESCALA: 2:1</td><td colspan="2">Boquilla</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">MATERIAL: Acero inoxidable</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">PESO: 127.82 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">HOJA 43</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A				ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:				ESCALA: 2:1		Boquilla						MATERIAL: Acero inoxidable						PESO: 127.82 gramos						HOJA 43						A4		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																																											
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																																										
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal																																																												
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																																												
		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:																																																											
		ESCALA: 2:1		Boquilla																																																											
				MATERIAL: Acero inoxidable																																																											
				PESO: 127.82 gramos																																																											
				HOJA 43																																																											
				A4																																																											
	4	3	2	1																																																											



EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION	
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR	DESCRIPCION:	
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal		
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A		
		NOMBRE DE DIBUJO:		MATERIAL: Acero inoxidable	
		Boquilla		PESO: 127.82 gramos	
				HOJA 44	A4

	4	3	2	1																																																				
F					F																																																			
E					E																																																			
D					D																																																			
C					C																																																			
B					B																																																			
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Cabezal</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="3">NOMBRE DE DIBUJO:</td><td colspan="2">MATERIAL: -----</td></tr><tr><td colspan="2">ESCALA: 1:1</td><td colspan="3">Boquillas con Estabilizador</td><td colspan="2">PESO: 403.45 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td><td colspan="2">HOJA 45</td></tr><tr><td></td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td colspan="2">A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: -----		ESCALA: 1:1		Boquillas con Estabilizador			PESO: 403.45 gramos							HOJA 45			4	3	2	1	A4		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																																				
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																																			
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal																																																					
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																																					
	ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: -----																																																		
	ESCALA: 1:1		Boquillas con Estabilizador			PESO: 403.45 gramos																																																		
						HOJA 45																																																		
	4	3	2	1	A4																																																			

	4	3	2	1																																											
F					F																																										
E					E																																										
D					D																																										
C					C																																										
B	 DETALLE AL ESCALA 1 : 3				B																																										
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Cabezal</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="3">NOMBRE DE DIBUJO:</td><td colspan="2">MATERIAL: -----</td></tr><tr><td colspan="2">ESCALA: 1:8</td><td colspan="3" rowspan="2"> Cabezal </td><td colspan="2">PESO: 104206.45 gramos</td><td rowspan="2">A4</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">HOJA 46</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A			ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: -----		ESCALA: 1:8		Cabezal			PESO: 104206.45 gramos		A4			HOJA 46		A
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																											
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																										
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Cabezal																																												
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																												
	ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:			MATERIAL: -----																																									
	ESCALA: 1:8		Cabezal			PESO: 104206.45 gramos		A4																																							
						HOJA 46																																									
	4	3	2	1																																											



	4	3	2	1																																																																																																	
F	<table><thead><tr><th>N.º DE ELEMENTO</th><th>N.º DE PIEZA</th><th>DESCRIPCIÓN</th><th>CANTIDAD</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Guarda inferior</td><td>Estructura inferior</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>Cubierta superior</td><td>Estructura superior</td><td>1</td></tr><tr><td>3</td><td>Rodillo</td><td>Rodillos de transferencia</td><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>Tapa</td><td>Tapa superior</td><td>2</td></tr><tr><td>5</td><td>Cabezal con boquillas</td><td>Cabezal rociador</td><td>2</td></tr><tr><td>6</td><td>Tapa lateral</td><td>Tapa de sujecion lateral</td><td>2</td></tr><tr><td>7</td><td>Cuña</td><td>Cuña de fijacion</td><td>4</td></tr><tr><td>8</td><td>Perno bisagra redondo</td><td>Perno tipo bisagra</td><td>4</td></tr><tr><td>9</td><td>Perno</td><td>Perno de extraccion rapida</td><td>4</td></tr><tr><td>10</td><td>Tornillo hexagonal</td><td>Tornillo hexagonal con brida dentada M16X35</td><td>12</td></tr><tr><td>11</td><td>Tuerca hexagonal</td><td>Tuerca hexagonal con brida M16</td><td>36</td></tr><tr><td>12</td><td>Cadena 1</td><td>Cadena galvanizada 1/2, 0.6m</td><td>5</td></tr><tr><td>13</td><td>Cadena 2</td><td>Cadena galvanizada 1/2, 0.5m</td><td>8</td></tr><tr><td>14</td><td>Cadena 3</td><td>Cadena galvanizada 1/2, 0.3m</td><td>8</td></tr><tr><td>15</td><td>Cadena 4</td><td>Cadena galvanizada 1/2, 0.45m</td><td>3</td></tr><tr><td>16</td><td>Tornillo hexagonal</td><td>Tornillo hexagonal con brida dentada M16X30</td><td>24</td></tr><tr><td>17</td><td>Guia de salida</td><td>Guia de transferencia</td><td>1</td></tr><tr><td>18</td><td>Guia de entrada</td><td>Guia de transferencia</td><td>1</td></tr><tr><td>19</td><td>Guia intermedia</td><td>Guia de transferencia</td><td>1</td></tr><tr><td>20</td><td>Chumacera SKF</td><td></td><td>6</td></tr><tr><td>21</td><td>Tornillo hexagonal con bastago</td><td>Tornillo hexagonal con vastago M14X110</td><td>12</td></tr><tr><td>22</td><td>Tuerca hexagonal</td><td>Tuerca hexagonal con brida M14</td><td>12</td></tr><tr><td>23</td><td>Arandela</td><td>Arandela plana 7/8</td><td>8</td></tr></tbody></table>				N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	1	Guarda inferior	Estructura inferior	1	2	Cubierta superior	Estructura superior	1	3	Rodillo	Rodillos de transferencia	3	4	Tapa	Tapa superior	2	5	Cabezal con boquillas	Cabezal rociador	2	6	Tapa lateral	Tapa de sujecion lateral	2	7	Cuña	Cuña de fijacion	4	8	Perno bisagra redondo	Perno tipo bisagra	4	9	Perno	Perno de extraccion rapida	4	10	Tornillo hexagonal	Tornillo hexagonal con brida dentada M16X35	12	11	Tuerca hexagonal	Tuerca hexagonal con brida M16	36	12	Cadena 1	Cadena galvanizada 1/2, 0.6m	5	13	Cadena 2	Cadena galvanizada 1/2, 0.5m	8	14	Cadena 3	Cadena galvanizada 1/2, 0.3m	8	15	Cadena 4	Cadena galvanizada 1/2, 0.45m	3	16	Tornillo hexagonal	Tornillo hexagonal con brida dentada M16X30	24	17	Guia de salida	Guia de transferencia	1	18	Guia de entrada	Guia de transferencia	1	19	Guia intermedia	Guia de transferencia	1	20	Chumacera SKF		6	21	Tornillo hexagonal con bastago	Tornillo hexagonal con vastago M14X110	12	22	Tuerca hexagonal	Tuerca hexagonal con brida M14	12	23	Arandela	Arandela plana 7/8	8	F
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD																																																																																																		
1	Guarda inferior	Estructura inferior	1																																																																																																		
2	Cubierta superior	Estructura superior	1																																																																																																		
3	Rodillo	Rodillos de transferencia	3																																																																																																		
4	Tapa	Tapa superior	2																																																																																																		
5	Cabezal con boquillas	Cabezal rociador	2																																																																																																		
6	Tapa lateral	Tapa de sujecion lateral	2																																																																																																		
7	Cuña	Cuña de fijacion	4																																																																																																		
8	Perno bisagra redondo	Perno tipo bisagra	4																																																																																																		
9	Perno	Perno de extraccion rapida	4																																																																																																		
10	Tornillo hexagonal	Tornillo hexagonal con brida dentada M16X35	12																																																																																																		
11	Tuerca hexagonal	Tuerca hexagonal con brida M16	36																																																																																																		
12	Cadena 1	Cadena galvanizada 1/2, 0.6m	5																																																																																																		
13	Cadena 2	Cadena galvanizada 1/2, 0.5m	8																																																																																																		
14	Cadena 3	Cadena galvanizada 1/2, 0.3m	8																																																																																																		
15	Cadena 4	Cadena galvanizada 1/2, 0.45m	3																																																																																																		
16	Tornillo hexagonal	Tornillo hexagonal con brida dentada M16X30	24																																																																																																		
17	Guia de salida	Guia de transferencia	1																																																																																																		
18	Guia de entrada	Guia de transferencia	1																																																																																																		
19	Guia intermedia	Guia de transferencia	1																																																																																																		
20	Chumacera SKF		6																																																																																																		
21	Tornillo hexagonal con bastago	Tornillo hexagonal con vastago M14X110	12																																																																																																		
22	Tuerca hexagonal	Tuerca hexagonal con brida M14	12																																																																																																		
23	Arandela	Arandela plana 7/8	8																																																																																																		
E					E																																																																																																
D					D																																																																																																
C					C																																																																																																
B					B																																																																																																
A	<table><tr><td colspan="2">EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV</td><td colspan="2">DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION</td><td colspan="2">PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION</td></tr><tr><td></td><td>NOMBRE</td><td>FECHA</td><td colspan="2">EQUIPO: DESESCAMADOR</td><td rowspan="3">DESCRIPCION:</td></tr><tr><td>DIBUJADO</td><td>YANI MARK SANCHEZ M.</td><td>28/12/23</td><td colspan="2">SECCION: Desescamador</td></tr><tr><td>REVISADO</td><td>GUADALUPE FLORES S.</td><td>29/12/23</td><td colspan="2">FORMATO: A</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ACOTACION:MM</td><td colspan="2">NOMBRE DE DIBUJO:</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">ESCALA: ----</td><td colspan="2">Desescamador</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">MATERIAL: -----</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">PESO: 2482200.98 gramos</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">HOJA 48</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">A4</td></tr></table>				EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION			NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:	DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Desescamador		REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A				ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:				ESCALA: ----		Desescamador						MATERIAL: -----						PESO: 2482200.98 gramos						HOJA 48						A4		A																																						
EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV		DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO MECANICO LAMINACION		PROYECTO: DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION																																																																																																	
	NOMBRE	FECHA	EQUIPO: DESESCAMADOR		DESCRIPCION:																																																																																																
DIBUJADO	YANI MARK SANCHEZ M.	28/12/23	SECCION: Desescamador																																																																																																		
REVISADO	GUADALUPE FLORES S.	29/12/23	FORMATO: A																																																																																																		
		ACOTACION:MM		NOMBRE DE DIBUJO:																																																																																																	
		ESCALA: ----		Desescamador																																																																																																	
				MATERIAL: -----																																																																																																	
				PESO: 2482200.98 gramos																																																																																																	
				HOJA 48																																																																																																	
				A4																																																																																																	
	4	3	2	1																																																																																																	

CARTA DE NO INCONVENIENCIA

XALOZTOC, TLAXCALA; A 29 DE DICIEMBRE DE 2023.
DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENITEZ
DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE APIZACO

Por medio de la presente me dirijo a usted para manifestar el **NO TENER INCONVENIENTE** para que la información generada durante el desarrollo de actividades de investigación en **SIMEC INTERNATIONAL, SA DE CV**, por el (la) estudiante **YANI MARK SANCHEZ MENDOZA**, con No. de control **C18370632**, de la carrera **INGENIERIA ELECTROMECHANICA**, ha realizado satisfactoriamente su **PROYECTO DE RESIDENCIA** para obtener su título profesional en el **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO** con el proyecto denominado **“DISEÑO DE DESESCAMADOR DE PALANQUILLAS PARA EL TREN DE LAMINACION”**, durante el periodo **01 DE AGOSTO AL 29 DICIEMBRE DE 2023**.

Así mismo **SIMEC INTERNATIONAL, SA DE CV**, no tiene ningún inconveniente en extender la presente constancia para que dicho proyecto se utilice únicamente para los fines antes mencionados y concede las facilidades para el uso de este ante el **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**, con el fin de que el interesado alcance su objetivo.

Atentamente

GRUPO
SIMEC
PLANTAS TLAXCALA - PUEBLA



LIC. BLANCA ESTELA PEREZ AGUILAR
Gerente de Recursos Humanos
Tel. Directo 012414131690