



Clasificadora de áridos móvil

**Biolatto Pedro
Vieites Olivia**

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
2026

Clasificadora de áridos móvil

**Biolatto Pedro
Vieites Olivia**

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al
título de:

Ingeniero/a Mecánico/a

Director/a:

Ing. Pedro Sismondi – Ing. Guillermo Rodríguez – Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Ingeniería Mecánica

Rosario, Argentina

Año 2026

Agradecimientos

Hoy cerramos una etapa muy importante en nuestras vidas: la finalización de nuestro proyecto final de Ingeniería Mecánica. Este logro no es solo el resultado de horas de estudio, esfuerzo y dedicación, sino también del acompañamiento y apoyo incondicional de muchas personas que estuvieron a nuestro lado durante todo este camino.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestros profesores, quienes no solo nos brindaron sus conocimientos y experiencia, sino que también nos guiaron, exigieron y motivaron a dar siempre lo mejor de nosotros. Su compromiso con nuestra formación ha sido fundamental para llegar hasta aquí.

A nuestras familias, gracias por el apoyo constante, la paciencia y la confianza. Por acompañarnos en los momentos difíciles y celebrar cada pequeño logro, siendo siempre nuestro sostén.

A nuestros amigos, que estuvieron presentes en este proceso, aportando ánimo, comprensión y, muchas veces, ese impulso necesario para seguir adelante.

Este proyecto no es solo nuestro, sino de todos aquellos que, de una u otra forma, fueron parte de este recorrido. A todos ustedes, gracias.

Resumen

El presente Proyecto Final aborda el diseño de una clasificadora móvil de áridos para plantas asfálticas, con el objetivo de mejorar la homogeneidad granulométrica del material. El diagnóstico evidenció que los áridos provenientes de cantera presentan variaciones de tamaño que generan desvíos en la dosificación, mayor intervención de laboratorio y pérdida de calidad en las mezclas.

Se propone el desarrollo de un equipo autónomo y móvil, capaz de procesar un caudal de 100 t/h, acompañando el ritmo de carga de las excavadoras. El sistema incorpora una zaranda vibratoria que permite realizar separaciones en múltiples granulometrías, optimizando el proceso de clasificación.

El diseño contempla condiciones reales de operación, como abrasión, vibraciones y presencia de polvo, incorporando materiales resistentes al desgaste.

Palabras clave: áridos, clasificación granulométrica, planta asfáltica, zaranda vibratoria, diseño mecánico, móvil.

Abstract

This Final Engineering Project addresses the design of a mobile aggregate classifier for asphalt plants, with the aim of improving the granulometric homogeneity of the material. The diagnosis revealed that aggregates from quarries present size variations that lead to dosing deviations, increased laboratory intervention, and reduced quality in asphalt mixtures.

The project proposes the development of an autonomous and mobile equipment capable of processing a flow rate of 100 t/h, matching the loading rate of excavators. The system incorporates a vibrating screen that enables separation into multiple particle sizes, optimizing the classification process.

The design considers real operating conditions such as abrasion, vibrations, and dust presence, incorporating wear-resistant materials.

Keywords: aggregates, particle size classification, asphalt plant, vibrating screen, mechanical design, mobile.

Contenido

Agradecimientos	3
Resumen.....	5
Abstract	6
Contenido	7
Introducción	9
Problemática y necesidad detectada	11
Objetivos y alcance del proyecto.....	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
Alcance del proyecto	14
Resultado esperado.....	14
Capítulo 1: Análisis del proceso de clasificación de áridos	15
1.1 Requerimientos operativos	15
1.2 Material a procesar	17
1.3 Capacidad necesaria	18
1.4 Condiciones de trabajo	19
Capítulo 2: Desarrollo conceptual del equipo.....	22
2.1 Alternativas evaluadas	23
2.2 Selección de solución adoptada	25
2.3 Descripción general del equipo.....	26
2.4 Principio de funcionamiento.....	28
2.5 Configuración de mallas y regulación granulométrica	29
Capítulo 3: Diseño mecánico del sistema	31
3.1 Sistema de zaranda vibratoria	32
3.2 Chasis estructural	34
3.3 Sistema de accionamiento hidráulico	36
3.5 Tolvas y descarga de materiales	38
3.6 Movilidad y traslado	39
Capítulo 4: Dimensionamiento y cálculos.....	41
4.1 Cálculo productivo	42
4.2 Cálculo estructural	42
4.3 Eje y contrapeso excéntrico.....	44
4.4 Resortes	46
4.5 Potencia requerida.....	47
Capítulo 5: Simulaciones y verificaciones	49
5.1 Frecuencias naturales.....	50
5.2 Frecuencias naturales.....	56

5.3 Resultados obtenidos	57
Conclusiones y recomendaciones.....	60
Bibliografía	62
Anexo A: Fichas técnicas	63
Anexo B: Links a memoria de cálculo	64
Anexo C: Planimetría	65

Introducción

El desarrollo de infraestructura vial moderna exige procesos productivos confiables, repetitivos y técnicamente controlados. Dentro de este marco, la calidad de los materiales utilizados en la elaboración de mezclas asfálticas, hormigones y bases estabilizadas constituye un factor determinante para garantizar el desempeño estructural de caminos, calles, autopistas, pistas aeroportuarias y demás obras de ingeniería civil.

Entre los insumos principales empleados en estas aplicaciones, los áridos representan el mayor porcentaje en masa de la mezcla final. Por tal motivo, sus características físicas, resistencia al desgaste, forma y especialmente su distribución granulométrica influyen de manera directa sobre la calidad del producto elaborado y sobre la eficiencia del proceso industrial.

En el caso de las mezclas asfálticas, el material final se compone principalmente de agregados pétreos de distintas granulometrías, ligante asfáltico y, según el tipo de formulación, filler mineral y aditivos específicos. Los agregados conforman el esqueleto resistente de la mezcla, mientras que el ligante actúa como agente cohesivo entre partículas. Entre los principales tipos de mezclas utilizadas en obra pueden mencionarse las mezclas asfálticas en caliente, empleadas en pavimentación tradicional; las mezclas tibias, desarrolladas para reducir temperaturas de fabricación y emisiones; las mezclas drenantes, diseñadas para favorecer la evacuación de agua superficial; y mezclas de alta performance utilizadas en condiciones severas de tránsito o exigencia estructural.

En todas estas variantes, la proporción entre material grueso, medio y fino resulta crítica para obtener estabilidad mecánica, textura superficial adecuada, vacíos controlados y correcta durabilidad. Una alteración en la granulometría prevista puede generar variaciones en el consumo de ligante, dificultades de compactación, segregación del material o disminución de la vida útil del pavimento.

En condiciones reales de operación, los materiales provenientes de cantera suelen presentar dispersiones respecto de la fracción nominal solicitada. Durante los procesos de extracción, trituración, transporte y acopio, es habitual la incorporación de finos o partículas de tamaño no deseado. Como consecuencia, el árido recibido en planta no

siempre responde con precisión a la especificación requerida para cada proceso productivo.

Esta situación genera desvíos en las fórmulas de trabajo, incrementa la necesidad de ajustes por parte del laboratorio de control de calidad y reduce la previsibilidad operativa de la planta. La problemática se vuelve especialmente relevante en obras de elevada exigencia técnica, tales como pavimentaciones aeroportuarias, rutas de alto tránsito o mezclas especiales, donde los márgenes admisibles de variación resultan reducidos.

En este contexto, el presente Proyecto Final de Ingeniería Mecánica surge a partir de la necesidad de mejorar la homogeneidad del material recibido en planta y de reducir las dificultades productivas asociadas a dicha condición. Como respuesta a esta problemática, se propone el diseño de un equipo móvil de clasificación de áridos, capaz de operar dentro del predio industrial, recibir material directamente desde los acopios existentes y separar distintas fracciones granulométricas mediante un sistema vibratorio tipo zaranda.

La propuesta contempla un equipo con capacidad de desplazamiento interno, autonomía energética, robustez estructural y aptitud para operar en ambientes con polvo, abrasión y cargas variables.

El alcance del trabajo comprende el análisis del proceso de clasificación, la generación y selección de alternativas conceptuales, el diseño mecánico del sistema, el dimensionamiento preliminar de sus principales componentes y la validación técnica mediante cálculos y simulaciones asistidas por computadora.

Como limitación propia del presente proyecto académico, no se contempla la fabricación física del prototipo ni ensayos experimentales en campo, concentrándose el desarrollo en la factibilidad técnica y en la elaboración de documentación de ingeniería apta para una futura materialización industrial.

En los capítulos siguientes se desarrollan los criterios adoptados, la solución seleccionada y las verificaciones correspondientes a los distintos subsistemas que integran el equipo propuesto.

Problemática y necesidad detectada

Las plantas dedicadas a la producción de mezclas asfálticas, hormigones y materiales estabilizados dependen del suministro continuo de áridos con características granulométricas adecuadas y consistentes en el tiempo. La homogeneidad del material de alimentación constituye una condición fundamental para mantener dosificaciones precisas, estabilidad del proceso productivo y cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas en obra.

En condiciones reales de abastecimiento, los áridos provenientes de cantera no siempre llegan a planta con la distribución granulométrica nominal solicitada. Es habitual que una fracción comercial determinada contenga partículas de menor tamaño, material fino o piedras sobredimensionadas producto de las etapas de extracción, trituración, transporte, manipulación y acopio. Esta situación genera una mezcla heterogénea desde el ingreso del material al proceso.

La diferencia entre tamaños presentes dentro de una misma partida puede observarse en el material recibido, donde se evidencian variaciones dimensionales entre partículas que deberían corresponder a una misma clasificación comercial.

Estas desviaciones impactan directamente en la calidad del producto final. En mezclas asfálticas, la presencia de finos altera la relación entre agregados y ligante, afectando la estructura interna y el comportamiento mecánico. En hormigones, la falta de uniformidad influye sobre la trabajabilidad, compactación y resistencia. De manera similar, en materiales granulares o estabilizados, la variación granulométrica compromete el desempeño estructural.

Como consecuencia, el área técnica y de laboratorio debe intervenir de manera frecuente realizando correcciones en las fórmulas de trabajo, ajustes de proporciones o modificaciones operativas para compensar la calidad variable del árido recibido. Esto incrementa tiempos improductivos, complejiza la operación diaria y reduce la previsibilidad del proceso industrial.

La problemática adquiere mayor relevancia en obras de alta exigencia técnica, tales como pavimentaciones aeroportuarias o rutas de elevado tránsito, donde los márgenes admisibles de variación son reducidos y la repetitividad del proceso resulta crítica.

Adicionalmente, los áridos suelen almacenarse en acopios de gran volumen dentro del predio industrial, los cuales son reorganizados de manera continua mediante maquinaria vial. Esta modalidad operativa dificulta la incorporación de soluciones fijas de clasificación y vuelve necesaria una alternativa que pueda desplazarse hacia distintos sectores de trabajo según la demanda productiva.

A su vez, el entorno de operación presenta exigencias adicionales tales como presencia de polvo en suspensión, abrasión continua por contacto con piedra, vibraciones, cargas variables y necesidad de mantenimiento ágil para minimizar detenciones de planta.

Frente a este escenario, se detecta la necesidad de incorporar un sistema de clasificación previo que permita procesar el material tal como llega desde cantera, separar fracciones no deseadas y entregar áridos de mayor uniformidad granulométrica hacia las líneas de producción.

Dicho sistema debe adaptarse a las condiciones reales de planta, ofreciendo movilidad interna, robustez estructural, operación simple, mantenimiento razonable y capacidad de procesamiento acorde al ritmo de trabajo requerido.

La implementación de esta solución no solo permitirá mejorar la calidad del material procesado, sino también optimizar la eficiencia operativa, reducir intervenciones correctivas y aumentar la estabilidad del proceso productivo.

Objetivos y alcance del proyecto

El presente Proyecto Final tiene como finalidad desarrollar el diseño preliminar de un equipo destinado a la clasificación granulométrica de áridos, orientado a su utilización en plantas productoras de mezclas asfálticas y otros procesos que requieran materiales pétreos de tamaño controlado.

La propuesta surge a partir de la necesidad de mejorar la uniformidad del material recibido desde cantera, incorporando una etapa previa de separación que permita obtener fracciones más consistentes y adecuadas para su posterior utilización en producción.

Objetivo general

Diseñar un sistema mecánico de clasificación de áridos mediante zaranda vibratoria, apto para operar en entorno industrial y capaz de mejorar la calidad granulométrica del material alimentado a planta.

Objetivos específicos

- Analizar las condiciones reales de operación y los requerimientos funcionales del proceso de clasificación.
- Evaluar alternativas conceptuales de diseño y seleccionar la solución más conveniente desde el punto de vista técnico.
- Desarrollar el diseño mecánico general del equipo, incluyendo estructura portante, sistema vibratorio y subsistemas principales.
- Dimensionar preliminarmente los componentes críticos sometidos a cargas.
- Verificar el comportamiento estructural del conjunto mediante herramientas de simulación asistida por computadora.
- Analizar frecuencias naturales del sistema para evitar condiciones cercanas a resonancia durante la operación.
- Estimar la capacidad operativa del equipo en función de los parámetros adoptados de diseño.

Alcance del proyecto

El alcance del presente trabajo comprende el desarrollo de ingeniería conceptual y de diseño preliminar del equipo clasificadora, incluyendo modelado general del sistema, selección de criterios constructivos, dimensionamiento inicial de componentes principales, análisis mecánico básico y validaciones mediante simulación.

Asimismo, se incluyen estudios vinculados al funcionamiento dinámico del sistema vibratorio, comportamiento estructural del chasis y respuesta general del conjunto frente a condiciones normales de trabajo.

No se contempla dentro del alcance la fabricación del equipo ni la realización de ensayos experimentales en condiciones reales de operación, concentrándose el desarrollo en la factibilidad técnica y en la generación de documentación de ingeniería.

Resultado esperado

Se espera obtener una propuesta técnicamente viable de equipo clasificadora móvil de áridos, sustentada mediante criterios de ingeniería y apta como base para una futura etapa de desarrollo constructivo o industrialización.

Capítulo 1: Análisis del proceso de clasificación de áridos

En el presente capítulo se desarrolla el análisis técnico del proceso de clasificación de áridos aplicado al abastecimiento de plantas asfálticas, etapa fundamental para garantizar la correcta granulometría del material utilizado en la elaboración de mezclas. Dado que estas plantas operan con elevados ritmos de producción y requieren continuidad operativa, cualquier desviación en la calidad del árido o interrupción en su suministro impacta directamente sobre la eficiencia global del proceso.

La clasificación previa del material adquiere entonces una importancia estratégica, ya que permite separar fracciones fuera de especificación, homogeneizar tamaños de partícula y asegurar una dosificación más precisa en las etapas posteriores de mezclado. En este contexto, el análisis del proceso no se limita únicamente al equipo de cribado, sino que incluye también el entorno operativo, la forma de alimentación, los volúmenes de material requeridos y las condiciones reales de trabajo en planta.

En función de lo expuesto, en este capítulo se analizan los requerimientos operativos del sistema, las características del material a procesar, la capacidad necesaria de producción y las condiciones de trabajo que condicionan el diseño de la máquina. Este diagnóstico constituye la base técnica sobre la cual se sustenta el desarrollo conceptual, el diseño mecánico y el dimensionamiento de la clasificadora propuesta.

1.1 Requerimientos operativos

El diseño de una clasificadora móvil de áridos destinada al abastecimiento de plantas asfálticas exige contemplar una serie de requerimientos operativos surgidos de las condiciones reales de trabajo observadas en campo. Estos requerimientos no sólo condicionan la configuración general del equipo, sino también el dimensionamiento de sus subsistemas mecánicos, estructurales y de accionamiento.

En primer término, se establece como necesidad principal la capacidad de procesar un caudal suficiente para acompañar el ritmo de alimentación de las maquinarias de carga disponibles en planta. Considerando excavadoras hidráulicas de uso habitual, como la que se ve en la figura 1.1, se adopta como valor objetivo una capacidad mínima de 100

toneladas por hora, permitiendo sostener la continuidad del proceso sin generar demoras operativas. Este parámetro constituye una condición base para el posterior dimensionamiento de la superficie de cribado, potencia instalada y sistema de descarga.



Figura 1-1:Excavadora hidráulica utilizada en operaciones de carga de áridos.

Otro requerimiento fundamental corresponde a la movilidad interna del equipo. Los acopios de áridos modifican frecuentemente su ubicación dentro del predio industrial debido a las operaciones de carga y reorganización realizadas con maquinaria pesada. En consecuencia, la clasificadora debe poseer capacidad de traslado, con aptitud para desplazarse sobre terrenos compactados, ripio o superficies irregulares, manteniendo estabilidad estructural y facilidad de maniobra.

Desde el punto de vista funcional, el equipo debe permitir la separación simultánea de múltiples fracciones granulométricas, en función de las necesidades de producción. Esto implica la utilización de sistemas de cribado de múltiples etapas o con descargas independientes, evitando reprocesos y reduciendo manipulaciones adicionales del material clasificado.

En conjunto, estos requerimientos definen las condiciones operativas básicas que deberá cumplir el equipo, estableciendo el marco de referencia para su posterior desarrollo conceptual y dimensionamiento.

1.2 Material a procesar

El material considerado para el presente proyecto corresponde a áridos pétreos utilizados como materia prima en plantas productoras de mezclas asfálticas, hormigones y otros procesos vinculados a la construcción vial. Estos materiales provienen habitualmente de canteras, donde atraviesan etapas de extracción, trituración y clasificación primaria antes de ser comercializados y transportados hacia planta.

Los áridos empleados en este tipo de aplicaciones se componen principalmente de piedra partida de distintas granulometrías, arenas de trituración y fracciones intermedias seleccionadas según la necesidad productiva. En mezclas asfálticas, dichos agregados conforman la mayor proporción en masa del producto final, por lo que sus características físicas y dimensionales tienen influencia directa sobre la calidad del pavimento obtenido.

Desde el punto de vista mecánico, se trata de materiales de elevada dureza, comportamiento abrasivo y densidad relativamente alta en comparación con otros sólidos granulares. Estas características condicionan fuertemente el diseño del equipo clasificador, ya que las superficies de contacto, mallas, tolvas y conductos de descarga estarán sometidos a desgaste continuo por impacto, rozamiento y circulación permanente de partículas.

Desde el punto de vista granulométrico, la máquina debe operar con diferentes tamaños nominales de piedra, ya que cada formulación asfáltica requiere proporciones específicas de material grueso, medio y fino. En consecuencia, el sistema fue concebido con criterio flexible, permitiendo adaptar las mallas de cribado según la fracción a clasificar en cada situación productiva.

Durante el relevamiento inicial se detectó que el material recibido en planta no siempre coincide estrictamente con la granulometría solicitada, observándose presencia de partículas menores, finos y ocasionalmente tamaños superiores al rango esperado. Esta condición real de abastecimiento constituye el principal motivo técnico que justifica la incorporación del proceso de clasificación previo.

En versiones preliminares del trabajo se tomó como ejemplo una fracción comercial tipo 10–30 mm, en la cual se observaron partículas de tamaño significativamente inferior,

similares a arena gruesa, junto con piedras superiores al rango esperado. Esta dispersión dificulta la dosificación posterior y afecta la homogeneidad del proceso productivo.



Figura 1-2: Ejemplo de material con variabilidad granulométrica dentro de una misma fracción comercial.

En consecuencia, el material a procesar no debe considerarse como un árido idealmente uniforme, sino como una mezcla real de partículas de distintos tamaños, formas irregulares, aristas vivas y contenido variable de finos. El equipo diseñado debe ser capaz de operar eficientemente frente a esa condición real de suministro.

Desde el punto de vista operativo, el material se almacena en acopios a cielo abierto y es manipulado mediante excavadoras o palas cargadoras hasta su alimentación al sistema de clasificación. Esto implica que pueden presentarse contaminaciones accidentales con tierra superficial, polvo acumulado o segregación natural por tamaño durante el acopio.

En función de lo expuesto, el diseño de la clasificadora debe contemplar las siguientes condiciones generales de trabajo:

- material pétreo abrasivo y de elevada masa específica,
- granulometría variable respecto del rango nominal,
- partículas angulosas e irregulares,
- alimentación discontinua mediante balde de maquinaria vial.

1.3 Capacidad necesaria

La determinación de la capacidad necesaria del equipo constituye uno de los parámetros principales de diseño, debido a que condiciona directamente las dimensiones de la

superficie de cribado, la potencia requerida, la resistencia estructural del conjunto y la viabilidad operativa dentro de la planta.

Para establecer dicho valor se tomó como referencia el ritmo de alimentación habitual generado por la maquinaria vial encargada de manipular los acopios de áridos, principalmente excavadoras hidráulicas y palas cargadoras utilizadas para abastecer el sistema. En este tipo de operaciones, la productividad real depende de factores tales como capacidad del balde, distancia de maniobra, habilidad del operador, tipo de material y condiciones del terreno.

A partir del relevamiento preliminar efectuado durante el desarrollo conceptual del proyecto, se adoptó como objetivo una capacidad mínima del orden de 100 toneladas por hora (t/h). Este valor fue considerado adecuado para acompañar el ritmo normal de trabajo de la maquinaria auxiliar, evitando que la clasificadora limite el flujo de material dentro del proceso productivo.

Debe tenerse en cuenta que la capacidad nominal de procesamiento no implica necesariamente funcionamiento continuo al máximo caudal durante toda la jornada. En condiciones reales, la alimentación se produce de manera discontinua, alternando ciclos de carga, pausas operativas, reposicionamiento de maquinaria y variaciones propias del material procesado.

Asimismo, el equipo debe conservar eficiencia de separación aun trabajando cerca del caudal previsto. Un incremento excesivo de alimentación sobre la zaranda puede reducir el tiempo de residencia del material sobre las mallas, disminuir la calidad del cribado y provocar arrastre de partículas fuera de su rango granulométrico. En consecuencia, la capacidad de diseño no debe evaluarse únicamente en términos de caudal, sino también en función de la eficiencia de clasificación alcanzada bajo condiciones reales de operación.

1.4 Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo previstas para la clasificadora constituyen un aspecto determinante en el diseño general del equipo, ya que definen el entorno real en el cual deberá operar de manera continua, segura y confiable. A diferencia de una instalación fija en ambiente controlado, el sistema propuesto se destina a tareas a cielo abierto, sometido

a variaciones climáticas, suciedad ambiental, cargas dinámicas y exigencias operativas propias de la actividad industrial.

El emplazamiento habitual de trabajo corresponde a predios destinados al acopio y manipulación de áridos dentro de plantas productivas. En dichos sectores es frecuente la presencia de superficies de ripio, suelo compactado o terrenos con irregularidades locales generadas por el tránsito permanente de maquinaria pesada. En consecuencia, el equipo debe poseer una configuración estructural apta para mantenerse estable durante la operación y tolerar desplazamientos internos en este tipo de superficies.

Los materiales a procesar se almacenan en montículos o acopios de gran volumen, reorganizados periódicamente mediante excavadoras hidráulicas o palas cargadoras. Esto implica que la ubicación del punto de alimentación puede variar con el tiempo, obligando a reposicionar la clasificadora según las necesidades operativas de cada jornada.

Otro factor relevante corresponde al desgaste por abrasión e impacto. Durante el funcionamiento normal, las partículas pétreas chocan y rozan continuamente contra mallas, tolvas, canaletas, bastidores y superficies de guiado. Por tal motivo, en las zonas más exigidas del equipo se prevé la utilización de materiales de elevada resistencia al desgaste, como aceros antiabrasivos tipo Hardox, con el objetivo de prolongar la vida útil de los componentes sometidos a contacto permanente con el material procesado.

Asimismo, el proceso de cribado vibratorio introduce solicitaciones dinámicas repetitivas sobre la estructura. Las cargas variables generadas por el sistema vibrante, sumadas al peso del material procesado, exigen especial atención en la rigidez del conjunto, en la correcta vinculación entre componentes y en la prevención de fenómenos asociados a la resonancia.

En cuanto al régimen operativo, se prevé utilización durante jornadas prolongadas de trabajo, con ciclos repetitivos de alimentación, clasificación y descarga. Esto requiere priorizar la confiabilidad mecánica, reduciendo la probabilidad de fallas y garantizando un funcionamiento estable durante la operación continua.

En síntesis, las condiciones de trabajo del presente proyecto responden a un servicio industrial severo, caracterizado por polvo, abrasión, cargas dinámicas y uso intensivo. En

función de ello, el diseño adoptado debe priorizar robustez estructural y continuidad operativa.

Capítulo 2: Desarrollo conceptual del equipo

En el presente capítulo se expone el proceso de definición conceptual seguido para arribar a la solución final adoptada. A partir de la problemática detectada y de los requerimientos funcionales establecidos en el capítulo anterior, se analizaron distintas alternativas orientadas a lograr una clasificación eficiente de áridos dentro de un entorno industrial exigente, con necesidad de movilidad interna y capacidad de procesamiento acorde a la demanda de planta.

El desarrollo conceptual de una máquina de estas características no sólo requiere definir el sistema principal de trabajo, sino también contemplar aspectos vinculados a la alimentación mediante maquinaria vial, la descarga ordenada del material procesado, la estabilidad estructural durante el funcionamiento vibratorio y la simplicidad operativa en condiciones reales de servicio.

En consecuencia, la selección de la solución definitiva surgió del equilibrio entre desempeño técnico, robustez constructiva, facilidad de fabricación y adaptación al proceso productivo existente. Bajo estos criterios, se evaluaron diferentes configuraciones posibles de clasificación, sistemas de accionamiento y alternativas de movilidad, priorizando aquellas opciones compatibles con los recursos disponibles y con la escala operativa requerida.

Como resultado de dicho análisis, se adoptó el diseño de una clasificadora móvil de áridos basada en un sistema de zaranda vibratoria de múltiples etapas, montada sobre chasis remolcado y equipada con descargas independientes para las distintas fracciones separadas, configuración que permite cumplir simultáneamente con los requerimientos de capacidad, movilidad y versatilidad operativa establecidos previamente.

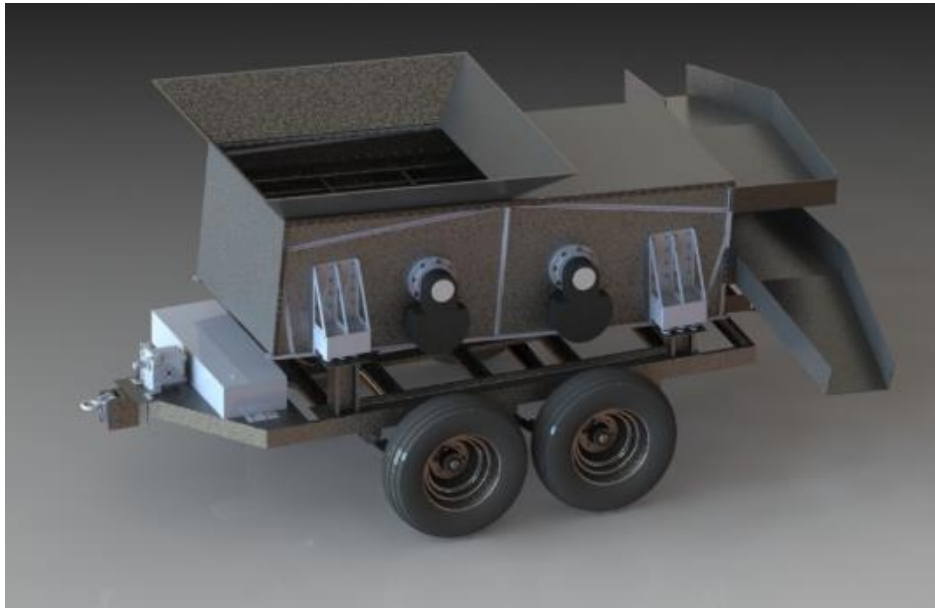


Figura 2-1: Esquema general de la solución adoptada (clasificadora móvil de áridos).

En las secciones siguientes se desarrollan las alternativas consideradas, los criterios de selección aplicados y la descripción general del equipo finalmente definido.

2.1 Alternativas evaluadas

Durante la etapa de desarrollo conceptual se analizaron distintas configuraciones de equipo con el objetivo de definir una solución técnicamente viable, compatible con las necesidades operativas relevadas y con posibilidades reales de construcción. Para ello se consideraron alternativas que permitieran procesar áridos a cielo abierto, recibir alimentación mediante maquinaria vial y disponer el material resultante de forma ordenada dentro del predio de trabajo.

La primera alternativa estudiada consistió en una criba tubular de movimiento giratorio, conformada por un tambor cilíndrico con superficies perforadas o malladas, donde el material avanza por rotación mientras se produce la separación por tamaño. Esta opción presentaba como ventajas una concepción mecánica simple y funcionamiento continuo. Sin embargo, presentaba limitaciones en la flexibilidad operativa, mayores dimensiones generales para una misma capacidad de trabajo y una clasificación más limitada al disponer de una sola etapa principal de separación.

La segunda alternativa considerada fue una criba rectangular vibratoria de un solo paso, compuesta por una superficie plana inclinada sometida a excitación dinámica. Esta solución resultaba más compacta, de construcción relativamente sencilla y con buena capacidad de procesamiento. No obstante, al contar con una única etapa de cribado, limitaba la obtención simultánea de múltiples fracciones granulométricas, requiriendo etapas adicionales o reprocesos posteriores.

La tercera alternativa correspondió a una criba rectangular vibratoria de múltiples etapas con descargas independientes. En esta configuración, el material atraviesa sucesivas superficies de cribado con distintas aberturas, permitiendo separar simultáneamente diferentes fracciones granulométricas y conducir cada una hacia su respectiva zona de descarga. Esta opción presenta una mayor versatilidad operativa y mejor adaptación a los requerimientos del proceso, permitiendo obtener múltiples productos en una sola operación.

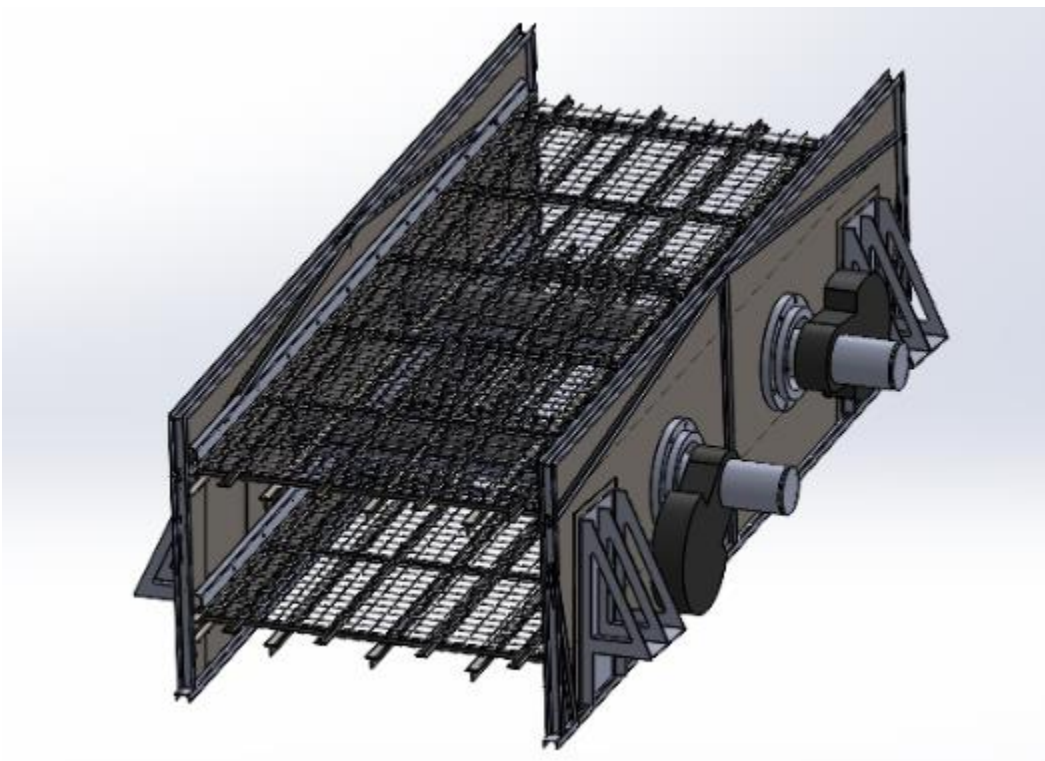


Figura 2-2: Criba vibratoria de múltiples etapas con descargas independientes.

Además del sistema principal de clasificación, en todas las alternativas se evaluaron criterios comunes vinculados a robustez estructural, movilidad dentro del predio,

compatibilidad con alimentación mediante excavadora, facilidad constructiva y comportamiento general frente a cargas dinámicas.

2.2 Selección de solución adoptada

Luego del análisis de alternativas realizado, se procedió a seleccionar la configuración más conveniente para el desarrollo del proyecto, considerando tanto los requerimientos funcionales definidos previamente como la factibilidad técnica de construcción y operación del equipo.

Entre los principales criterios de evaluación se contemplaron la capacidad de procesamiento requerida, la posibilidad de obtener distintas fracciones en una sola operación, la compatibilidad con alimentación mediante maquinaria vial, la movilidad dentro del predio industrial, la robustez estructural frente a sollicitaciones dinámicas y la simplicidad general del conjunto.

La alternativa de criba tubular presentaba ventajas asociadas a simplicidad conceptual y funcionamiento continuo, pero implicaba mayores dimensiones para una capacidad equivalente y menor flexibilidad ante cambios de configuración. Por su parte, la criba vibratoria de una sola etapa ofrecía una solución compacta y de buena productividad, aunque limitada en cuanto a la obtención simultánea de múltiples productos.

En cambio, la configuración de zaranda vibratoria rectangular de múltiples etapas permitió integrar en un mismo equipo capacidad de procesamiento adecuada, separación escalonada del material y descargas independientes para cada fracción obtenida. Esto reducía manipulaciones posteriores, simplificaba la operatoria general y mejoraba el aprovechamiento del equipo dentro de planta.

Asimismo, esta alternativa resultó favorable desde el punto de vista constructivo, al permitir una estructura modular compuesta por chasis portante, cuerpo vibrante suspendido sobre resortes y sistema de accionamiento externo. Dicha disposición facilita el diseño de subconjuntos, el montaje general y la incorporación de componentes comerciales normalizados.

Otro aspecto relevante fue la posibilidad de adaptar el equipo a diferentes necesidades productivas mediante el recambio de mallas, manteniendo inalterada la arquitectura

principal de la máquina, lo que aporta flexibilidad sin necesidad de modificaciones estructurales significativas.

En función de lo expuesto, se adoptó como solución definitiva una clasificadora móvil de áridos basada en zaranda vibratoria de dos niveles de cribado, tres vías de descarga y montaje sobre chasis remolcado, configuración que permite satisfacer los requerimientos de capacidad, movilidad y versatilidad operativa establecidos para el proyecto.

Esta configuración constituye la base sobre la cual se desarrollan los capítulos siguientes de diseño mecánico, cálculos y verificaciones.

2.3 Descripción general del equipo

La solución adoptada consiste en una clasificadora móvil de áridos concebida para operar dentro de predios industriales dedicados al acopio y procesamiento de materiales pétreos. El equipo fue diseñado para ser remolcado mediante tractor u otro vehículo apto, permitiendo su traslado hacia distintos sectores de trabajo según la ubicación de los acopios y las necesidades operativas de la planta.



Figura 2-3: Vista general de la clasificadora móvil de áridos propuesta.

Desde el punto de vista constructivo, la máquina se compone de un chasis estructural portante sobre tren rodante, sobre el cual se dispone el conjunto principal de clasificación.

Dicho conjunto está conformado por una zaranda vibratoria suspendida mediante resortes, encargada de transmitir el movimiento necesario para el avance del material y su separación progresiva a través de las distintas etapas de cribado. Se adoptó una inclinación de trabajo del orden de 5° , valor que permite favorecer el avance del material sin comprometer la eficiencia de clasificación.

La alimentación se realiza por la zona superior del equipo, donde el material es descargado directamente por excavadora o pala cargadora sobre la boca de carga prevista a tal fin. A partir de allí, los áridos ingresan al sistema vibratorio y avanzan sobre las superficies de cribado impulsados por la combinación entre vibración e inclinación de trabajo.

El diseño contempla dos niveles de mallas dispuestos en serie, lo que permite obtener tres corrientes principales de material. La fracción de mayor tamaño continúa por la parte superior hasta su descarga lateral derecha. El material intermedio atraviesa la primera superficie y es conducido hacia una descarga lateral izquierda. Finalmente, la fracción fina atraviesa ambas etapas y se evacúa por la descarga inferior posterior.

La disposición adoptada para las descargas laterales permite generar acopios separados a ambos lados del equipo, mientras que la descarga inferior concentra el material fino en una zona independiente. Esta configuración favorece la organización del área de trabajo y reduce interferencias durante las maniobras de traslado o carga.

El movimiento vibratorio del conjunto es generado mediante un sistema de accionamiento hidráulico compuesto por una bomba, dos motores hidráulicos y elementos de control, transmitiendo energía a ejes excéntricos provistos de contrapesos. Este sistema permite generar la excitación dinámica necesaria para el funcionamiento de la zaranda bajo condiciones controladas de operación.

En términos generales, el equipo combina movilidad, capacidad operativa y robustez estructural, constituyendo una solución apta para el procesamiento de áridos en condiciones reales de servicio.

2.4 Principio de funcionamiento

El funcionamiento general del equipo se basa en la combinación de alimentación gravitatoria, movimiento vibratorio controlado y separación progresiva del material sobre superficies cribantes dispuestas en distintos niveles. Este principio permite procesar áridos de granulometría variable y obtener fracciones diferenciadas en una sola operación continua.

El ciclo operativo comienza con la carga del material mediante excavadora o pala cargadora sobre la boca de alimentación superior. Una vez depositado sobre la zaranda, el árido entra en contacto con la primera superficie de cribado, la cual recibe el movimiento oscilatorio transmitido por el sistema vibratorio.

La vibración inducida genera dos efectos principales sobre el material. Por un lado, favorece el desplazamiento progresivo de las partículas en sentido longitudinal hacia las zonas de descarga. Por otro lado, produce la estratificación del lecho granular, haciendo que las partículas de menor tamaño tiendan a ubicarse en contacto con la malla, aumentando la probabilidad de atravesar las aberturas correspondientes.

Las partículas de mayor tamaño, incapaces de atravesar la primera malla, continúan avanzando hasta la descarga superior lateral. El material que sí logra pasar atraviesa hacia el segundo nivel de clasificación, donde se repite el proceso sobre una nueva superficie de menor abertura.

En la segunda etapa, las partículas retenidas constituyen la fracción intermedia y son conducidas hacia la descarga lateral opuesta. Finalmente, el material que atraviesa también la segunda malla corresponde a la fracción fina, siendo evacuado por la descarga inferior posterior del equipo.

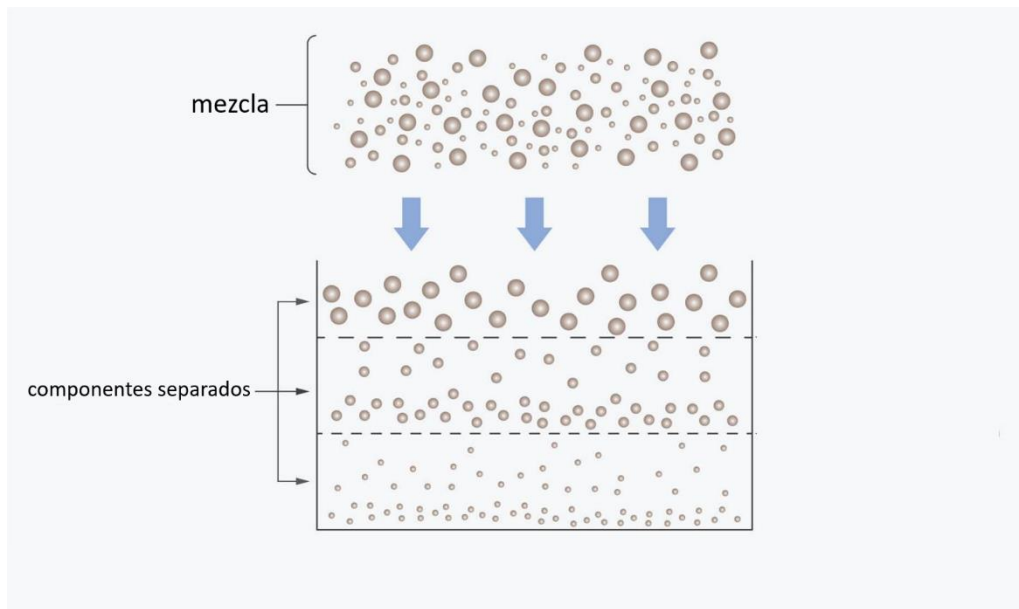


Figura 2-4: Esquema representativo del proceso de clasificación en dos etapas, mostrando la separación de partículas en fracciones gruesa, intermedia y fina.

El movimiento requerido para este proceso es generado por ejes excéntricos accionados hidráulicamente, cuya rotación produce fuerzas dinámicas periódicas transmitidas al cuerpo vibrante. Dicho conjunto se encuentra montado sobre resortes respecto del chasis principal, permitiendo el movimiento oscilatorio controlado y reduciendo la transmisión directa de vibraciones hacia la estructura portante.

De esta manera, el equipo desarrolla una operación continua, simple y eficiente, donde el material ingresa por un único punto, atraviesa sucesivas etapas de clasificación y se distribuye automáticamente en tres corrientes diferenciadas según tamaño de partícula.

2.5 Configuración de mallas y regulación granulométrica

Uno de los aspectos más relevantes del equipo desarrollado es la posibilidad de adaptar la clasificación obtenida según los requerimientos productivos de cada situación. Dado que las distintas mezclas utilizadas en obra demandan proporciones variables de árido grueso, material intermedio y finos, se consideró conveniente incorporar un sistema flexible basado en el recambio de mallas.

La zaranda fue concebida con dos niveles de cribado dispuestos en serie, donde cada superficie puede equiparse con mallas de diferente abertura nominal. La combinación entre ambas etapas permite modificar los límites granulométricos de cada corriente descargada sin alterar la arquitectura general de la máquina.

En términos operativos, la primera malla actúa como separación primaria, reteniendo el material de mayor tamaño y permitiendo el pasaje de partículas menores hacia la segunda etapa. Posteriormente, la segunda malla divide dicho pasante en una fracción intermedia retenida y una fracción fina final.

De esta manera, el equipo puede configurarse para distintas necesidades de trabajo. A modo orientativo. Algunas combinaciones representativas son las siguientes:

Malla superior de 30 mm y malla inferior de 10 mm: permite obtener material mayor a 30 mm, fracción entre 30 y 10 mm, y pasante menor a 10 mm.

Malla superior de 20 mm y malla inferior de 8 mm: permite obtener material mayor a 20 mm, fracción entre 20 y 8 mm, y pasante menor a 8 mm.

Malla superior de descarte general y malla inferior de terminación: orientada a retirar sobretamaños y separar finos no deseados

La selección de cada configuración dependerá del tipo de material ingresante, de la calidad inicial del acopio y del producto buscado para alimentación a planta. En consecuencia, la regulación granulométrica no se realiza mediante mecanismos complejos, sino a través de una solución simple y robusta basada en elementos intercambiables.

Este criterio permite mantener bajos niveles de complejidad constructiva, reducir costos de mantenimiento y conservar versatilidad operativa frente a diferentes escenarios de trabajo.

Capítulo 3: Diseño mecánico del sistema

En el presente capítulo se desarrolla el diseño mecánico general de la clasificadora móvil de áridos, abordando los principales subconjuntos que conforman la máquina y las decisiones constructivas adoptadas para su materialización. A partir de la solución conceptual seleccionada, se definió una estructura capaz de soportar las solicitaciones propias del servicio, transmitir adecuadamente las cargas dinámicas del sistema vibratorio y garantizar un funcionamiento estable en condiciones reales de operación.

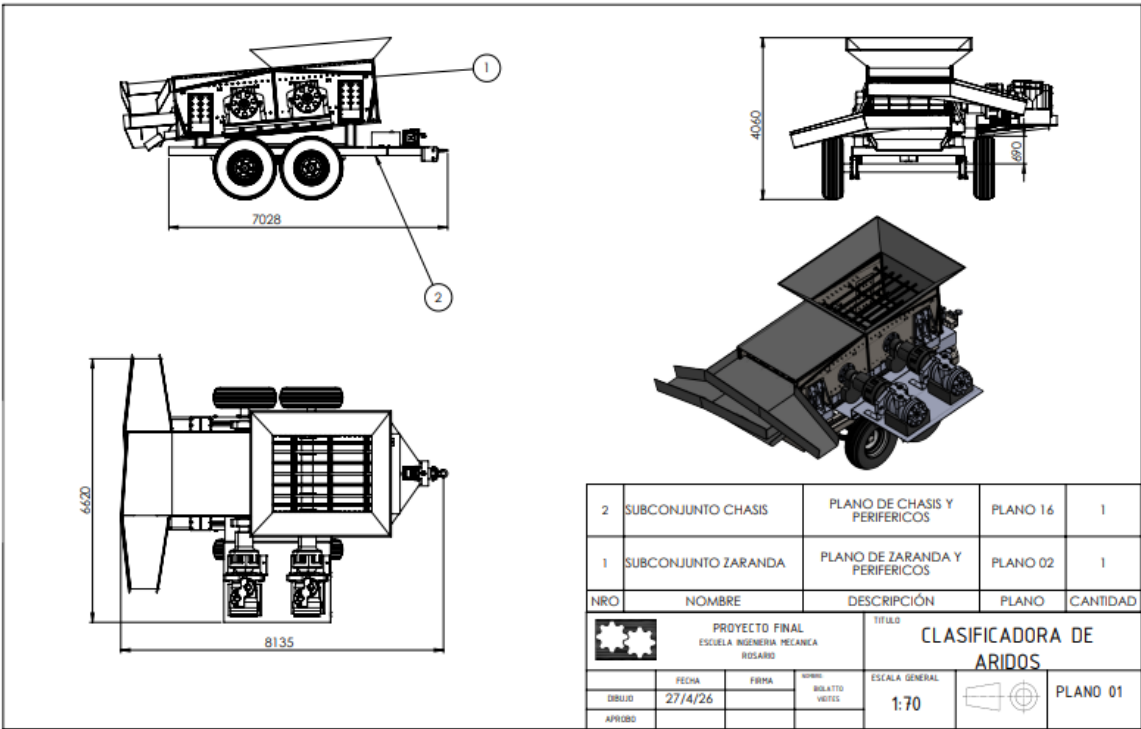


Figura 3.1: Plano de conjunto de la clasificadora móvil de áridos, con identificación de los principales subconjuntos.

El diseño mecánico de un equipo de estas características exige integrar componentes sometidos a funciones diferentes dentro de un mismo conjunto. Por un lado, se dispone el sistema vibrante encargado del procesamiento del material, el cual trabaja bajo excitaciones periódicas y cargas variables. Por otro, se encuentra la estructura portante y el tren rodante, responsables de brindar rigidez global, estabilidad y capacidad de traslado. A ello se suman los sistemas de suspensión, accionamiento y descarga, cuya correcta interacción resulta indispensable para el funcionamiento integral del equipo.

Durante el desarrollo se priorizaron criterios de robustez estructural, simplicidad constructiva, utilización de perfiles y chapas de disponibilidad comercial, y compatibilidad con procesos habituales de fabricación tales como corte, plegado, soldadura y mecanizado. Asimismo, en zonas sometidas a desgaste continuo por contacto con áridos se contempló el empleo de materiales de mayor resistencia abrasiva.

Otro aspecto relevante consistió en la disposición modular de subconjuntos, permitiendo resolver el equipo mediante partes diferenciadas tales como cuerpo zaranda, chasis principal, sistema excéntrico, soportes de motores, conductos de descarga y elementos auxiliares. Esta organización facilita el diseño, la fabricación y el montaje del conjunto, permitiendo además una mejor identificación de cada sistema dentro del equipo.

En las secciones siguientes se describen los principales sistemas mecánicos desarrollados, incluyendo el conjunto vibratorio, la estructura portante, la suspensión elástica, el accionamiento hidráulico, las tolvas de descarga y el sistema de movilidad adoptado.

3.1 Sistema de zaranda vibratoria

El sistema de zaranda vibratoria constituye el núcleo funcional de la máquina, siendo el encargado de recibir el material alimentado, inducir su desplazamiento controlado y efectuar la separación progresiva en las distintas fracciones requeridas. Su diseño fue desarrollado considerando capacidad operativa, comportamiento dinámico, resistencia estructural y compatibilidad con el tipo de árido procesado.

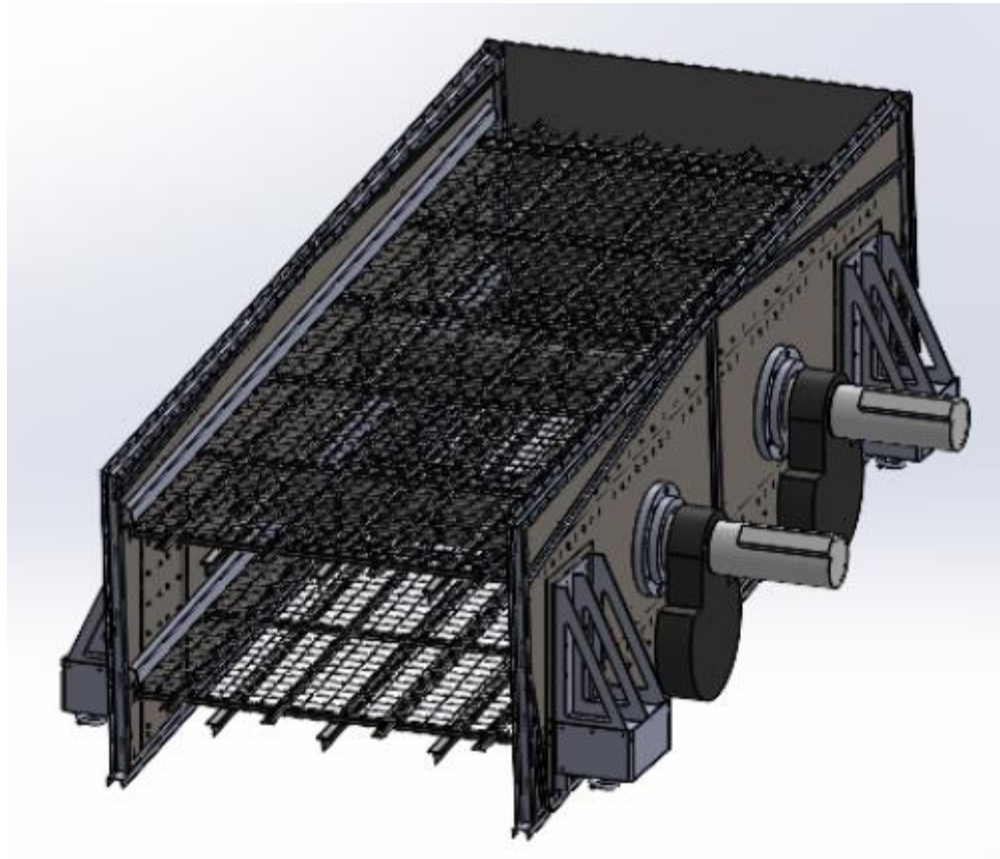


Figura 3-2: Vista general del cuerpo vibrante.

El conjunto se compone esencialmente de un cuerpo vibrante soportado elásticamente respecto del chasis principal, integrado por paredes laterales estructurales, bastidores portamallas, superficies de cribado, ejes excéntricos y elementos auxiliares de vinculación. Sobre esta estructura se transmite el movimiento oscilatorio generado por el sistema de accionamiento, produciendo la vibración necesaria para el proceso de clasificación.

Geométricamente, la zaranda presenta una configuración rectangular alargada, adecuada para favorecer el avance longitudinal del material y aprovechar el recorrido disponible para el cribado.

El sistema dispone de dos niveles sucesivos de cribado. En la primera etapa se retienen las partículas de mayor tamaño, mientras que el material pasante continúa hacia una segunda superficie donde se separa la fracción intermedia del material fino final. Esta

disposición permite obtener tres corrientes diferenciadas mediante una sola operación continua.

Las mallas fueron concebidas como elementos intercambiables, permitiendo adaptar la clasificación obtenida mediante el reemplazo de superficies cribantes según la granulometría buscada. Los bastidores portamallas fueron diseñados para brindar apoyo estructural adecuado y asegurar fijación durante el régimen vibratorio.

Desde el punto de vista resistente, el cuerpo vibrante debe soportar simultáneamente el peso propio, la carga variable del material procesado y las solicitaciones cíclicas originadas por el sistema excéntrico. Por tal motivo, se adoptó una estructura compuesta por chapas conformadas y perfiles rigidizadores, buscando adecuada rigidez global sin incrementar innecesariamente la masa del conjunto móvil.

En aquellos sectores sometidos a impacto directo del material y desgaste superficial continuo se previó la utilización de acero antiabrasivo Hardox 450. Entre los componentes fabricados con este material se incluyen la zona de carga, conductos de descarga, tapa trasera y protección superior del conjunto de ejes, con el objetivo de aumentar la resistencia al desgaste y prolongar la vida útil del equipo en servicio.

El correcto comportamiento del sistema de zaranda resulta determinante para el rendimiento general del equipo, motivo por el cual su dimensionamiento estructural y dinámico se complementa posteriormente con los cálculos específicos y simulaciones desarrolladas en capítulos posteriores.

3.2 Chasis estructural

El chasis estructural constituye el elemento portante principal del equipo, siendo el encargado de vincular el conjunto de clasificación con el sistema de traslado y soportar las cargas globales generadas durante operación, transporte y maniobras dentro del predio. Su diseño fue desarrollado priorizando rigidez, estabilidad general y compatibilidad con los distintos subconjuntos montados sobre la máquina.

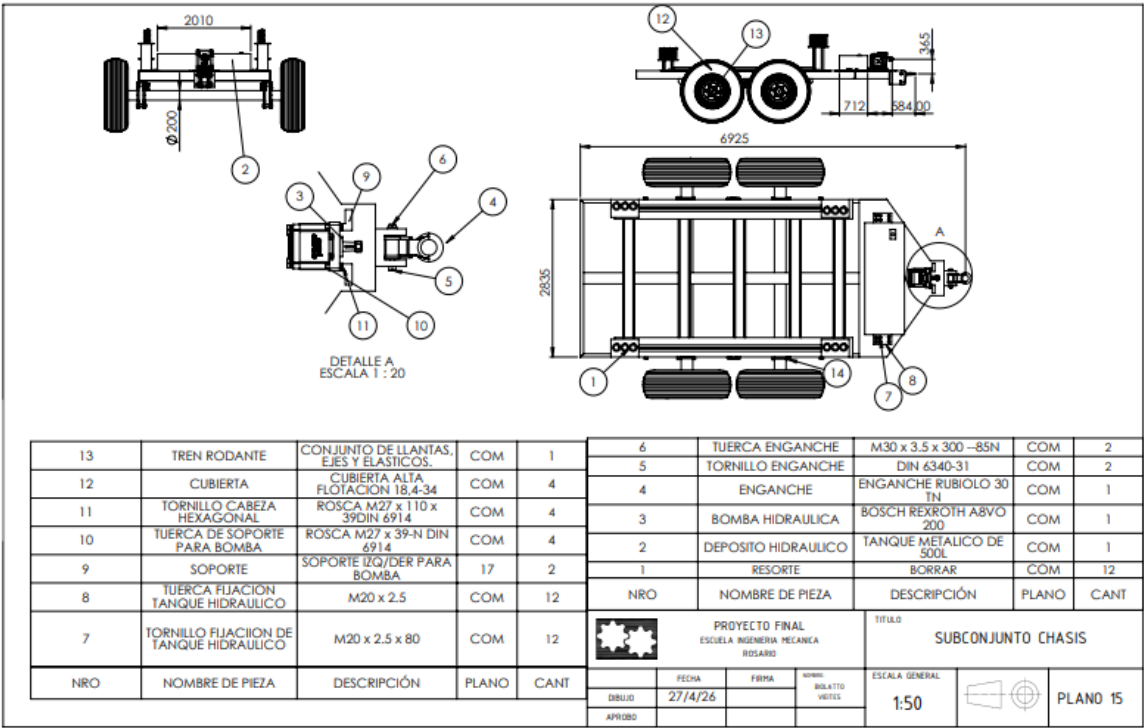


Figura 3-3: Subconjunto chasis estructural (vista general con integración de componentes).

Desde el punto de vista constructivo, el chasis está conformado por perfiles estructurales soldados y elementos rigidizadores dispuestos de manera de conformar una base resistente capaz de distribuir adecuadamente esfuerzos concentrados provenientes de la zaranda, sistema hidráulico, tren rodante, enganche de remolque y accesorios auxiliares.

Sobre esta estructura se disponen los apoyos del cuerpo vibrante mediante el sistema elástico correspondiente, permitiendo alojar el conjunto zaranda en una posición elevada respecto del bastidor principal. Asimismo, el chasis incorpora los soportes necesarios para la instalación del depósito hidráulico, bomba, elementos de mando y demás componentes periféricos.

La geometría adoptada contempla una distribución equilibrada de masas a lo largo del equipo, favoreciendo tanto la estabilidad en régimen de trabajo como el comportamiento durante el traslado. En la zona frontal se ubica el sistema de enganche, diseñado para vinculación con tractor u otro medio de arrastre compatible, mientras que en la zona inferior se integra el tren rodante compuesto por ejes, llantas, cubiertas y elementos elásticos comerciales.

En términos de fabricación, se priorizó el empleo de perfiles comerciales y uniones soldadas de ejecución convencional, permitiendo simplificar tareas constructivas y reducir complejidad de montaje.

En síntesis, el chasis estructural cumple una función esencial dentro del proyecto, al constituir la plataforma resistente sobre la cual se integran todos los sistemas mecánicos, hidráulicos y de movilidad de la clasificadora.

3.3 Sistema de accionamiento hidráulico

El movimiento vibratorio requerido para el funcionamiento de la zaranda es generado mediante un sistema de accionamiento hidráulico, seleccionado por su capacidad para transmitir elevadas potencias, regular la velocidad de trabajo y operar de manera robusta en aplicaciones de servicio pesado.

La instalación hidráulica se compone, en términos generales, de depósito de aceite, sistema de aspiración y filtrado, bomba de caudal variable, válvula limitadora de presión, elementos de conducción y dos motores hidráulicos encargados de accionar el conjunto excéntrico. Asimismo, se dispone instrumentación básica de control para supervisar condiciones de funcionamiento del circuito.

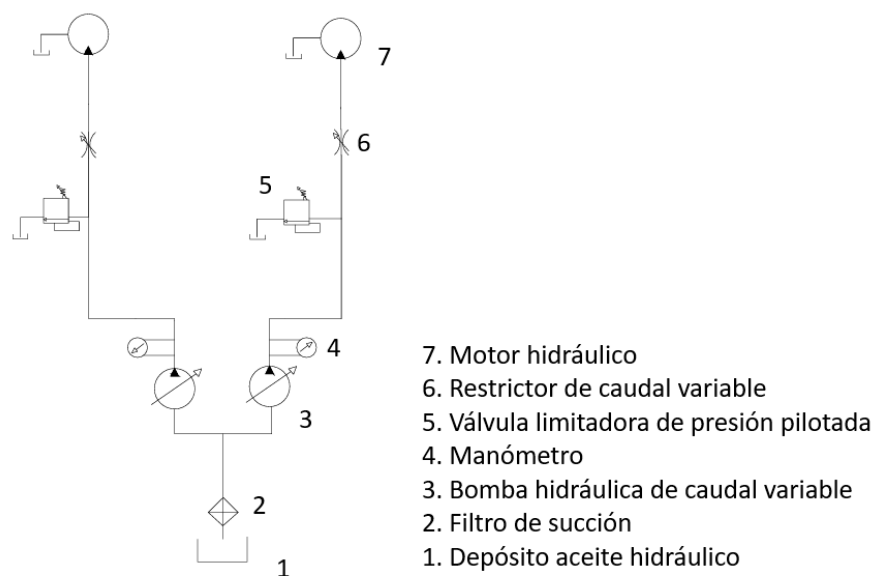


Figura 3-4: Esquema general del circuito hidráulico del sistema.

La energía hidráulica es suministrada por una bomba de desplazamiento variable, la cual permite adaptar el caudal entregado según las necesidades operativas del sistema. Esta característica resulta especialmente conveniente para regular la velocidad de giro de los motores y, en consecuencia, la frecuencia de vibración de la zaranda.

El accionamiento principal se realiza mediante dos motores hidráulicos montados sobre un soporte estructural independiente. La transmisión del movimiento hacia los ejes se resuelve mediante acoples tipo manchón, los cuales permiten transmitir el torque requerido y, al mismo tiempo, absorber pequeñas desalineaciones y reducir la transmisión directa de vibraciones entre componentes.

La rotación de los motores se transmite a los ejes excéntricos provistos de contrapesos, cuya masa descentrada genera fuerzas periódicas responsables del movimiento oscilatorio del cuerpo vibrante. De esta forma, la energía hidráulica se transforma finalmente en excitación mecánica útil para el proceso de clasificación.

El dimensionamiento de las mangueras hidráulicas se realizó en función del caudal requerido por el sistema, la velocidad de circulación del fluido y las condiciones de presión de trabajo. A partir del caudal total necesario y adoptando una velocidad de flujo compatible con aplicaciones hidráulicas, se determinó el área de paso y el diámetro interno correspondiente mediante las relaciones:

En base a estos criterios, y mediante la consulta de catálogos comerciales, se seleccionó una manguera de diámetro nominal 1", adecuada para el rango de caudal y presión del sistema.

Entre las ventajas de la solución adoptada se destacan la regulación sencilla del régimen de trabajo, elevada densidad de potencia, simplicidad de mando y buena adaptación a condiciones severas de operación. Asimismo, el montaje externo de los componentes hidráulicos facilita su integración con la estructura general del equipo.

El dimensionamiento de caudales requeridos, potencia demandada y parámetros principales de funcionamiento se desarrolla posteriormente en el capítulo de cálculos correspondiente.

3.5 Tolvas y descarga de materiales

El sistema de carga y descarga de materiales fue diseñado con el objetivo de asegurar una alimentación práctica del equipo y una evacuación ordenada de las distintas fracciones obtenidas durante el proceso de clasificación. La geometría adoptada busca acompañar el flujo del árido por gravedad, minimizando acumulaciones y favoreciendo la continuidad operativa.

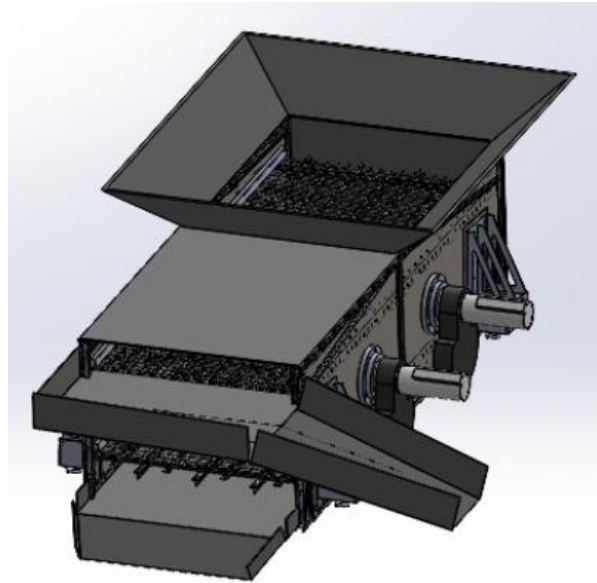


Figura 3-8: Sistema de tolva de alimentación y descargas del equipo.

La alimentación se realiza mediante una tolva superior dimensionada para recibir el material descargado por excavadora o pala cargadora, distribuyéndolo sobre el ancho útil de la zaranda y favoreciendo una alimentación uniforme.

El equipo dispone de tres vías independientes de descarga correspondientes a las fracciones obtenidas: una descarga superior para el material retenido en la primera malla, una descarga intermedia para la fracción del segundo nivel y una descarga inferior posterior para el material fino.

Las descargas laterales fueron orientadas hacia lados opuestos del equipo, permitiendo la formación de acopios separados sin interferencias y facilitando su manipulación posterior. La descarga inferior se dispuso hacia la parte posterior, concentrando el material fino en una zona independiente.

Debido al carácter abrasivo del material procesado, las tolvas y conductos de descarga fueron fabricados en acero antiabrasivo Hardox 450, con el objetivo de mejorar la resistencia al desgaste y prolongar la vida útil de los componentes.

3.6 Movilidad y traslado

Con el propósito de dotar al equipo de versatilidad operativa dentro del predio industrial, la clasificadora fue concebida como una unidad móvil remolcada. Esta característica permite reubicar la máquina según la posición de los acopios de árido, necesidades de producción o reorganización del área de trabajo, evitando instalaciones fijas y reduciendo tiempos asociados al movimiento de material.

El traslado se realiza mediante vinculación a tractor con toma de fuerza a través de un sistema frontal de enganche dimensionado para servicio pesado. Esta configuración brinda simplicidad mecánica, robustez y compatibilidad con medios de arrastre habitualmente disponibles en entornos industriales y rurales.

El apoyo sobre el terreno se resuelve mediante un tren rodante compuesto por ejes, llantas, cubiertas de alta flotación y elementos elásticos comerciales. La utilización de neumáticos de gran porte favorece el desplazamiento sobre superficies no preparadas, sectores de tierra compactada o zonas con presencia de material suelto, condiciones habituales en playas de acopio.

La distribución general de masas fue considerada de manera de mantener un comportamiento estable tanto durante maniobras de traslado como en posición de trabajo. El chasis estructural actúa como base rígida integradora entre sistema rodante, enganche y conjunto vibrante suspendido.

Durante la operación normal de clasificación, el equipo trabaja estacionado sobre su estructura portante, quedando el sistema vibratorio montado sobre resortes respecto del bastidor principal. De este modo se separan las funciones de movilidad y procesamiento dentro de una misma máquina.

La adopción de una solución remolcada representa una alternativa conveniente desde el punto de vista constructivo y operativo, al combinar simplicidad, bajo nivel de complejidad mecánica y adecuada capacidad de relocalización dentro del ámbito de trabajo.

Capítulo 4: Dimensionamiento y cálculos

En el presente capítulo se desarrollan los principales cálculos de ingeniería realizados para verificar la factibilidad técnica del equipo diseñado y establecer los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento. El dimensionamiento efectuado abarca tanto aspectos productivos como mecánicos y dinámicos, considerando las condiciones reales de servicio previstas para la clasificadora móvil de áridos.

Asimismo, se verificó el comportamiento del sistema de suspensión mediante resortes, considerando rigidez, capacidad de carga, deformaciones admisibles y compatibilidad entre frecuencia natural y frecuencia de excitación, con el objetivo de asegurar un funcionamiento estable y evitar condiciones desfavorables de resonancia.

En primer lugar, se estudió la capacidad requerida de trabajo a fin de compatibilizar la producción deseada con las dimensiones adoptadas para la zaranda y el tiempo efectivo de permanencia del material sobre las superficies cribantes. Posteriormente, se abordaron las solicitaciones mecánicas principales sobre los componentes críticos, especialmente aquellos sometidos a esfuerzos alternantes o concentraciones de carga.

Un punto central del análisis correspondió al sistema de excitación dinámica, integrado por ejes excéntricos, contrapesos y accionamiento hidráulico. Para este conjunto se evaluaron velocidad de giro, frecuencia de trabajo, torque requerido y potencia demandada por el sistema.

Asimismo, se verificó el comportamiento del sistema de suspensión mediante resortes, considerando rigidez equivalente, deformaciones admisibles y compatibilidad entre frecuencia natural y frecuencia de excitación, con el objetivo de asegurar un funcionamiento estable y evitar condiciones desfavorables de resonancia.

Los resultados obtenidos en esta etapa constituyen la base técnica que respalda las decisiones adoptadas en el diseño mecánico presentado en el capítulo anterior y se complementan posteriormente con las simulaciones numéricas desarrolladas en el capítulo siguiente.

4.1 Cálculo productivo

El cálculo productivo del equipo tuvo como objetivo establecer una capacidad de procesamiento compatible con las necesidades operativas previstas y utilizar dicho valor como base para el dimensionamiento general de la clasificadora.

La capacidad másica de procesamiento puede expresarse de manera general mediante la relación entre masa procesada y tiempo de trabajo:

$$Q = m/t$$

donde:

- Q representa la capacidad productiva, expresada en toneladas por hora;
- m corresponde a la masa total procesada;
- t es el tiempo considerado.

Como criterio de diseño se adoptó una capacidad nominal de:

$$Q = 100 \text{ t/h}$$

En consecuencia, el valor de 100 t/h debe interpretarse como capacidad nominal de referencia para el diseño del sistema, pudiendo variar en servicio según las condiciones reales de operación y el tipo de material procesado.

4.2 Cálculo estructural

El cálculo estructural tuvo como finalidad verificar que los principales elementos resistentes del equipo presenten rigidez y capacidad suficientes para soportar las solicitaciones derivadas del peso propio, la presencia de material procesado y las acciones dinámicas generadas durante el funcionamiento.

El análisis se centró especialmente en el bastidor portante de la zaranda, ya que sobre dicho subconjunto actúan tanto las cargas estáticas asociadas al material como las solicitaciones transmitidas por el sistema vibratorio. En consecuencia, resulta fundamental limitar deformaciones excesivas y asegurar una adecuada distribución de esfuerzos sobre las vigas principales.

Para evaluar el comportamiento estructural del bastidor, fue necesario transformar el caudal en una carga equivalente, correspondiente al peso del material que se encuentra simultáneamente sobre la superficie de la zaranda.

Se adoptó como longitud efectiva de transporte del material el largo del bastidor en la dirección de avance:

$$L = 5m$$

y una velocidad media de desplazamiento del material sobre la zaranda de:

$$v = 0.25 \text{ m/s}$$

El tiempo medio de permanencia del material sobre la zaranda resulta de:

$$t = \frac{L}{v} = \frac{5}{0.25} = 20s$$

La masa de material presente simultáneamente sobre la zaranda es entonces:

$$m = Q * t = 27.75 \frac{kg}{s} * 20s = 556 \text{ kg}$$

Concluyendo, se utilizó el valor de $m = 556 \text{ kg}$ para representar el material aplicado sobre los bastidores con la zaranda en funcionamiento.

Además de esta carga de servicio, se consideró la incidencia del peso propio de la estructura, bastidores, mallas y componentes montados, así como los efectos transmitidos por el régimen vibratorio del conjunto.

La selección de perfiles estructurales y espesores de chapa se realizó procurando compatibilizar resistencia mecánica, rigidez global y factibilidad constructiva, utilizando secciones comerciales reforzadas en las zonas de mayor sollicitación.

Las verificaciones detalladas del comportamiento estructural se complementan posteriormente mediante simulaciones numéricas, donde se analizan tensiones y desplazamientos obtenidos bajo las hipótesis de carga adoptadas.

4.3 Eje y contrapeso excéntrico

El sistema vibratorio del equipo se basa en la rotación de ejes excéntricos provistos de contrapesos, cuya función es generar fuerzas periódicas capaces de inducir el movimiento oscilatorio necesario para el proceso de clasificación. El dimensionamiento de este conjunto resulta crítico, ya que de él dependen la frecuencia de trabajo, la magnitud de excitación dinámica y la confiabilidad mecánica del sistema.

Como condición de diseño se adoptó una velocidad de giro nominal de:

$$n = 1000rpm$$

La frecuencia de excitación asociada se obtiene mediante:

$$f = \frac{n}{60} = \frac{1000}{60} = 16.67 \text{ Hz} = 17 \text{ Hz}$$

Este valor fue adoptado como régimen normal de funcionamiento del sistema vibratorio.

La velocidad angular correspondiente resulta:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi * 16.67 \text{ Hz} = 104.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Durante la rotación, los contrapesos montados sobre los ejes generan una fuerza centrífuga periódica cuya magnitud depende de la masa excéntrica adoptada, el radio de excentricidad y la velocidad angular de trabajo. En forma general:

$$F = m_e r \omega^2$$

Donde m_e representa la masa excéntrica equivalente y r el radio de excentricidad. Los valores específicos utilizados fueron definidos en la planilla de cálculo desarrollada para el proyecto.

El dimensionamiento del eje se realizó a partir de una planilla de cálculo específica [II] en la cual se consideraron parámetros tales como momento de inercia del sistema rotante, aceleración angular durante el arranque, torque requerido y potencia asociada. Este análisis permitió verificar la compatibilidad del eje con las sollicitaciones dinámicas impuestas por el sistema vibratorio. Los resultados completos del cálculo se encuentran desarrollados en el archivo de Excel adjunto al proyecto.

El eje principal fue materializado en acero SAE 4140 templado y revenido, seleccionado por su adecuada resistencia mecánica y buen comportamiento frente a esfuerzos alternantes y sollicitaciones torsionales.

La transmisión entre el eje principal y los elementos montados se resolvió mediante una chaveta paralela rectangular, destinada a asegurar la transmisión de torque y evitar deslizamientos relativos durante el funcionamiento.

TABLA 11-1 Tamaño de la cuña en función del diámetro del eje

Tamaño nominal del eje		Tamaño nominal de la cuña		
Más de	Hasta (incl.)	Ancho, W	Altura, H	
			Cuadrada	Rectangular
5/16	7/16	3/32	3/32	
7/16	9/16	1/8	1/8	3/32
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8
7/8	1 1/8	1/4	1/4	3/16
1 1/8	1 1/4	5/16	5/16	1/4
1 1/4	1 1/2	3/8	3/8	1/4
1 1/2	2 1/4	1/2	1/2	3/8
2 1/4	2 1/2	5/8	5/8	7/16
2 1/2	3 1/4	3/4	3/4	1/2
3 1/4	3 1/2	7/8	7/8	5/8
3 1/2	4 1/4	1	1	3/4
4 1/4	5 1/4	1 1/4	1 1/4	7/8
5 1/4	6 1/4	1 1/2	1 1/2	1
6 1/4	7 1/4	1 3/4	1 3/4	1 1/4
7 1/4	9	2	2	1 1/2
9	11	2 1/2	2 1/2	1 3/4
11	13	3	3	2
13	15	3 1/2	3 1/2	2 1/4
15	18	4		3
18	22	5		3 1/2
22	26	6		4
26	30	7		5

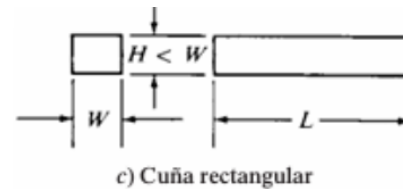


Figura 4-1: Chaveta en función del diámetro del eje, obtenida del Mott [1].

Para definir sus dimensiones se utilizaron las tablas recomendadas por Mott, que relacionan el tamaño de chaveta con el diámetro del eje. Tomando como referencia la fila correspondiente a 11 pulgadas, se obtuvo una chaveta de: ancho $w = 3 \text{ inch} = 76 \text{ mm}$ y altura $h = 2 \text{ inch} = 50 \text{ mm}$

Asimismo, el sistema incorpora rodamientos de gran porte adecuados para soportar cargas radiales dinámicas y asegurar guiado confiable del conjunto durante servicio continuo.

El correcto dimensionamiento del sistema eje–contrapesos–apoyos permite alcanzar la frecuencia requerida con funcionamiento estable y adecuada vida útil de los componentes involucrados.

4.4 Resortes

El sistema masa-resorte fue dimensionado con el objetivo de soportar la masa vibrante del conjunto, permitir el movimiento oscilatorio requerido para el proceso de clasificación y reducir la transmisión de vibraciones hacia el chasis principal.

Para el proyecto se seleccionaron resortes helicoidales de compresión comerciales, fabricados en acero aleado 60Si2Mn, material ampliamente utilizado en aplicaciones sometidas a cargas cíclicas por su buena resistencia a fatiga y comportamiento elástico.

Cada resorte presenta una capacidad de carga nominal de:

$$P = 800kg$$

Y una rigidez equivalente de:

$$k = 46 \frac{kg}{mm} = 457 \frac{N}{mm}$$

La relación entre carga aplicada y deformación elástica responde a la Ley de Hooke:

$$F = kx$$

Donde F representa la fuerza aplicada, k la constante elástica y x la deformación correspondiente.

Los resortes seleccionados poseen una altura libre de 280 mm y un rango de trabajo previsto hasta aproximadamente 260 mm, admitiendo una deformación útil cercana a:

$$x_{max} = 0mm$$

La cantidad y distribución de los resortes dentro del equipo fue definida buscando repartir adecuadamente las cargas del cuerpo vibrante y mantener estabilidad durante el funcionamiento.

La selección final resultó compatible con las solicitaciones previstas y con el régimen vibratorio adoptado, contribuyendo al correcto desempeño dinámico del sistema.

4.5 Potencia requerida

El dimensionamiento de la potencia requerida tuvo como finalidad verificar que el sistema hidráulico seleccionado sea capaz de suministrar la energía necesaria para mantener el régimen vibratorio de trabajo bajo condiciones normales de servicio.

La potencia demandada por el conjunto depende principalmente del torque resistente del sistema excéntrico, de la velocidad angular de operación y de las pérdidas mecánicas e hidráulicas asociadas al accionamiento. En términos generales, la potencia mecánica transmitida puede expresarse como:

$$P = T\omega$$

donde P representa la potencia requerida, T el torque transmitido y ω la velocidad angular de trabajo.

Considerando la velocidad angular correspondiente al régimen adoptado de 1000 rpm:

$$\omega = 104.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

y los valores obtenidos en la planilla general de cálculo, se determinó una potencia total requerida del orden de:

$$P = 150 \text{ HP} = 112 \text{ kW}$$

Para materializar dicho requerimiento energético se adoptó un sistema compuesto por dos motores hidráulicos, distribuyendo la potencia total entre ambas unidades motrices. En términos teóricos, esto representa una potencia equivalente de:

$$P_{\text{motor}} = \frac{150}{2} = 75 \text{ HP}$$

por cada motor.

Debe aclararse que, en sistemas hidráulicos, los motores no se seleccionan habitualmente por potencia nominal directa, sino principalmente por su cilindrada volumétrica, expresada como caudal por revolución ($\frac{\text{cm}^3}{\text{rev}}$), junto con la presión máxima admisible y el régimen de giro de trabajo. Por lo tanto, el valor de 75 HP por unidad debe

interpretarse como una equivalencia teórica de potencia requerida y no como el parámetro comercial principal de selección.

Desde el punto de vista hidráulico, la potencia suministrada también puede expresarse mediante la relación entre presión de trabajo y caudal entregado por la bomba:

$$P_h = pQ$$

Donde p representa la presión del circuito y Q el caudal suministrado.

La selección de una bomba de caudal variable permite adecuar el suministro energético a las necesidades operativas del equipo, regulando la velocidad de los motores hidráulicos y, en consecuencia, la frecuencia de trabajo de la zaranda.

En consecuencia, el conjunto hidráulico adoptado, compuesto por bomba principal y dos motores correctamente dimensionados por caudal, presión y régimen de giro, resulta apto para satisfacer los requerimientos energéticos estimados para la clasificadora móvil de áridos.

Capítulo 5: Simulaciones y verificaciones

En el presente capítulo se exponen las simulaciones numéricas realizadas con el objetivo de complementar los cálculos analíticos desarrollados previamente y verificar el comportamiento estructural y dinámico de los principales subconjuntos de la clasificadora móvil de áridos.

Debido a la naturaleza vibratoria del equipo, resulta especialmente importante analizar no sólo la resistencia mecánica frente a cargas estáticas equivalentes, sino también la respuesta dinámica de aquellos componentes sometidos a excitaciones periódicas durante el funcionamiento normal.

Las verificaciones efectuadas se orientaron principalmente a determinar niveles de tensión equivalente de von Mises, desplazamientos máximos, factores de seguridad y frecuencias naturales de vibración. Estos parámetros permiten evaluar la aptitud estructural de cada conjunto y detectar posibles zonas críticas de diseño.

Los resultados obtenidos permitieron comprobar que las tensiones máximas desarrolladas permanecen por debajo de los límites admisibles de los materiales seleccionados, manteniendo márgenes de seguridad adecuados para las condiciones de trabajo consideradas.

En particular, para componentes fabricados en acero estructural convencional, las tensiones obtenidas resultaron inferiores a valores típicos de fluencia utilizados en diseño. Del mismo modo, en piezas ejecutadas con materiales de mayor resistencia mecánica, como el eje principal en acero SAE 4140, los niveles de sollicitación registrados se mantuvieron ampliamente dentro de rangos seguros.

Respecto del comportamiento dinámico, las frecuencias naturales calculadas se compararon con la frecuencia de operación del sistema vibratorio, establecida en aproximadamente 17 Hz, verificando una adecuada separación respecto de los primeros modos propios relevantes.

En las secciones siguientes se presentan los resultados particulares de cada simulación realizada y su correspondiente análisis técnico.

5.1 Frecuencias naturales

Con el objetivo de complementar los cálculos analíticos desarrollados en capítulos anteriores y validar el comportamiento resistente de los principales subconjuntos del equipo, se realizaron simulaciones estáticas mediante software de elementos finitos. Esta herramienta permitió representar de manera aproximada las condiciones de carga previstas en servicio y evaluar la respuesta estructural de componentes sometidos a solicitudes significativas.

El análisis estático resulta especialmente útil en equipos de este tipo, ya que permite identificar zonas de concentración de tensiones, estimar desplazamientos máximos y verificar factores de seguridad antes de una eventual etapa de fabricación. De esta manera, las simulaciones constituyen una instancia de verificación técnica orientada a reducir incertidumbres de diseño y respaldar las decisiones constructivas adoptadas.

Para cada modelo analizado se definieron materiales, condiciones de apoyo, vínculos entre piezas y cargas equivalentes compatibles con la función real del subconjunto estudiado. Los resultados obtenidos se expresaron principalmente mediante tensión equivalente de von Mises, desplazamientos resultantes y factor de seguridad mínimo.

Los subconjuntos evaluados fueron los siguientes:

- cuerpo principal de la zaranda;
- eje principal con contrapesos;
- soporte de motores hidráulicos;
- chasis estructural portante.

En el caso del cuerpo vibrante de la zaranda, se consideraron como acciones principales el peso del conjunto de áridos a clasificar y la carga correspondiente al sistema de ejes con contrapesos. Los resultados mostraron una tensión máxima de von Mises de 55 MPa, desplazamiento máximo de 1,879 mm y factor de seguridad mínimo de 4,299, valores compatibles con un funcionamiento estructural seguro.

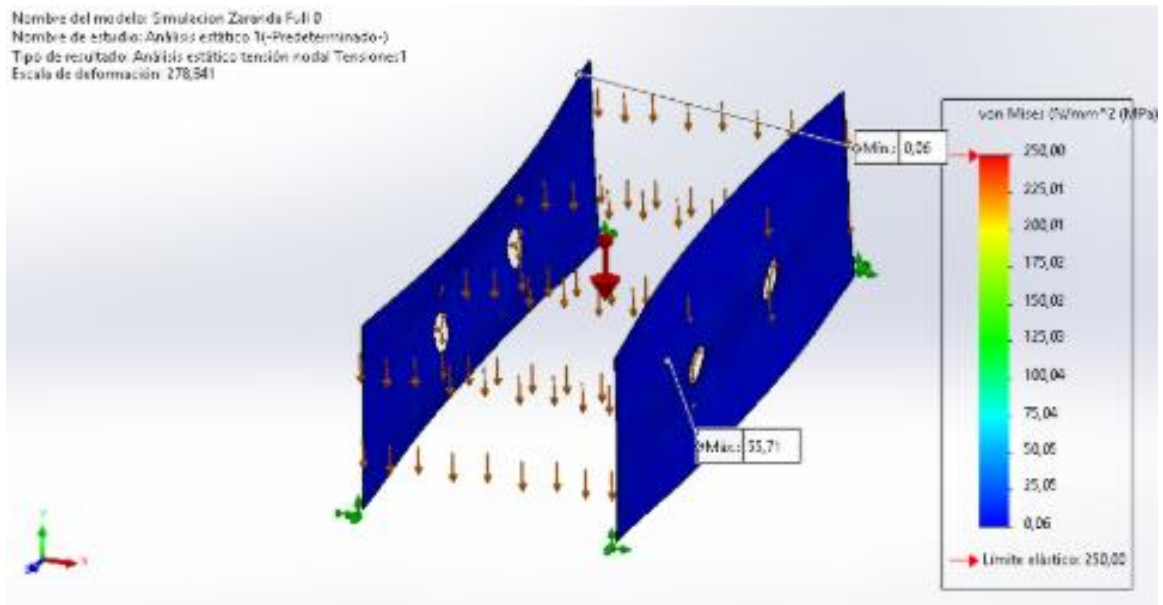


Figura 5-2: Simulación estática, distribución de tensiones de von Mises en cuerpo de zaranda.

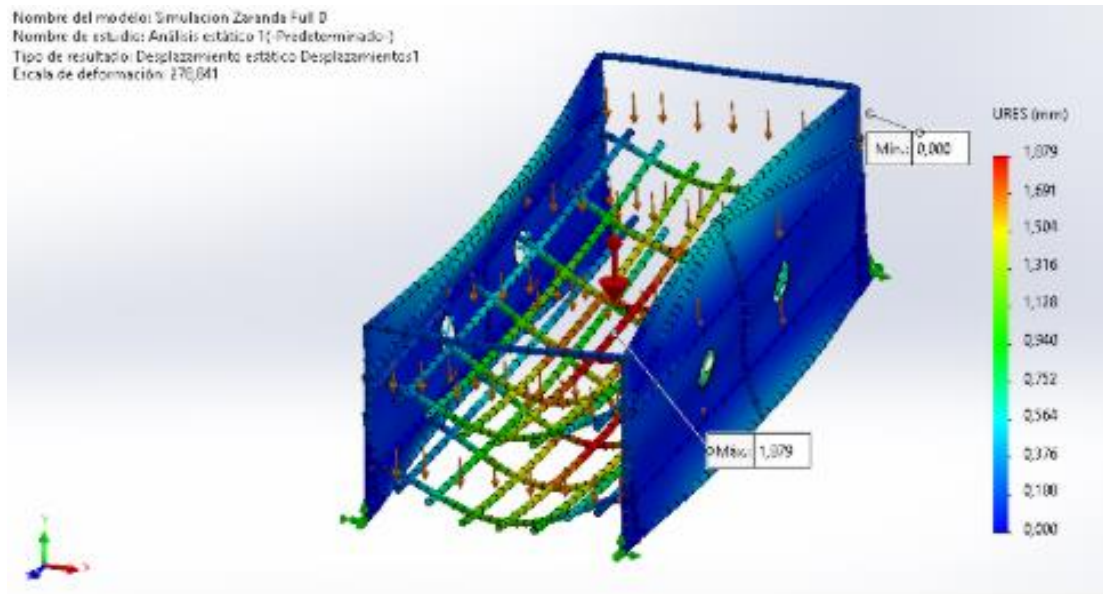


Figura 5-3: Simulación estática, desplazamientos resultantes en cuerpo de zaranda.

Para el eje principal se aplicó la acción equivalente de los contrapesos, considerando una masa de 350 kg por lado. La simulación arrojó una tensión máxima de von Mises de 2,12 MPa, desplazamiento máximo de 0,006 mm y factor de seguridad superior a 10, evidenciando una condición ampliamente favorable.

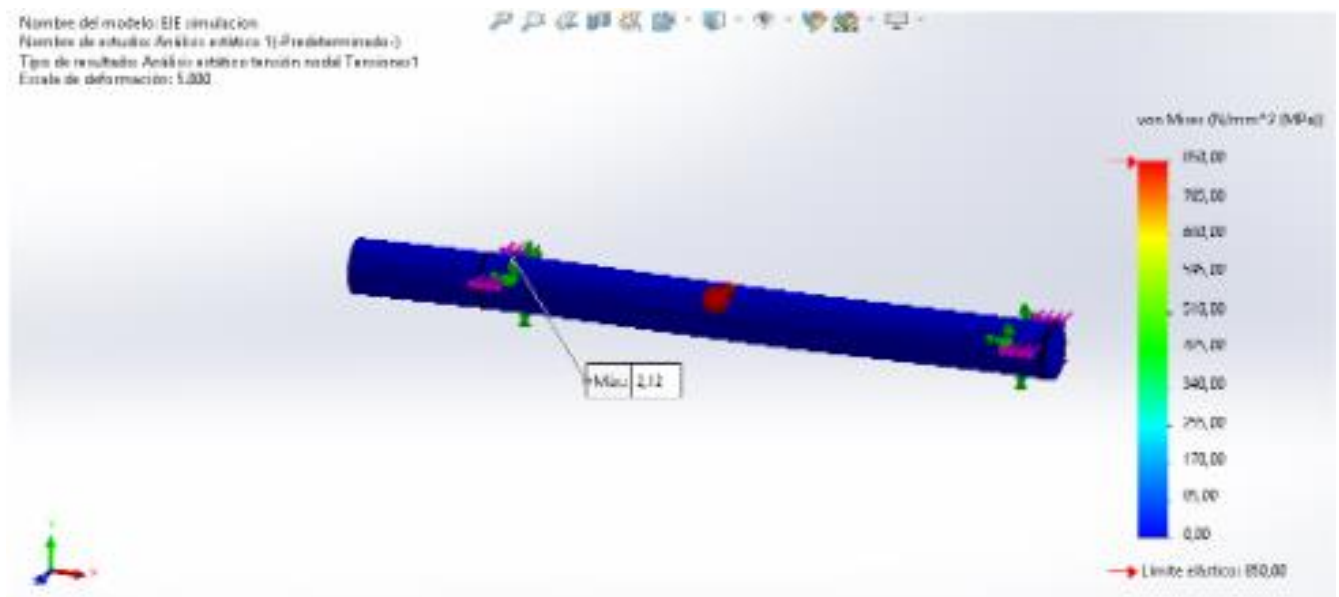


Figura 5-4: Simulación estática, tensiones de von Mises en eje principal.

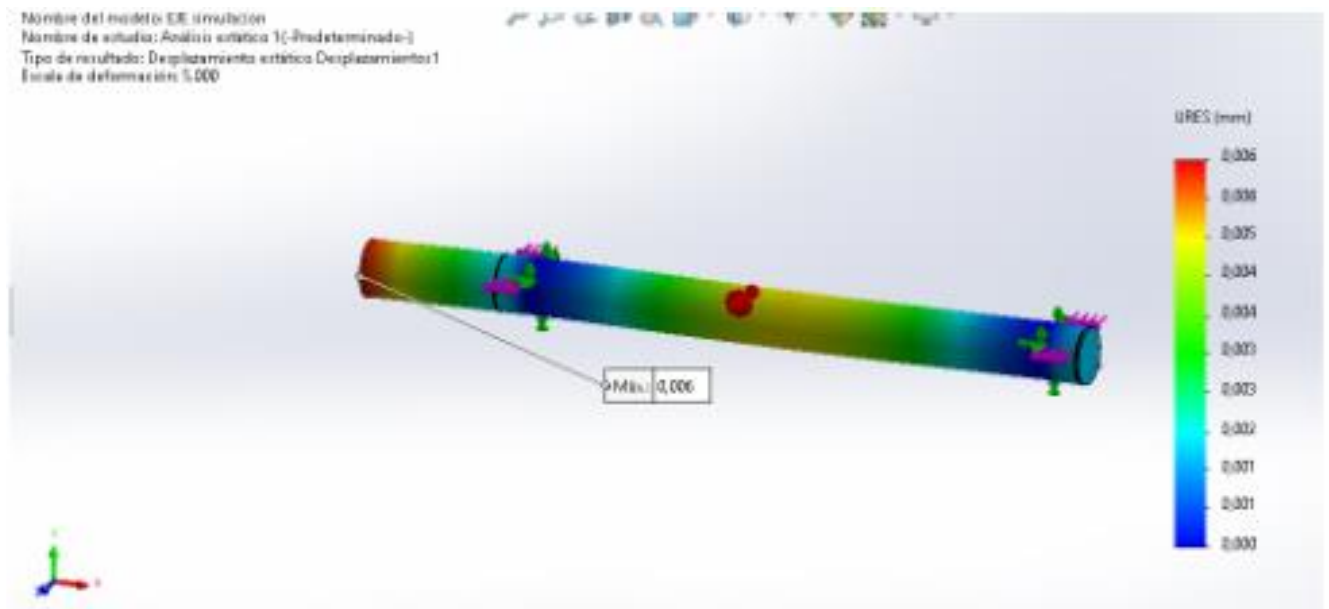


Figura 5-5: Simulación estática, desplazamientos del eje principal.

En el soporte de motores hidráulicos se consideró la carga correspondiente al peso de los motores, estimada en 700 kg. Bajo dicha condición se obtuvo una tensión máxima de 30 MPa, desplazamiento máximo de 17 mm y factor de seguridad mínimo de 18, verificándose adecuada capacidad resistente del conjunto.

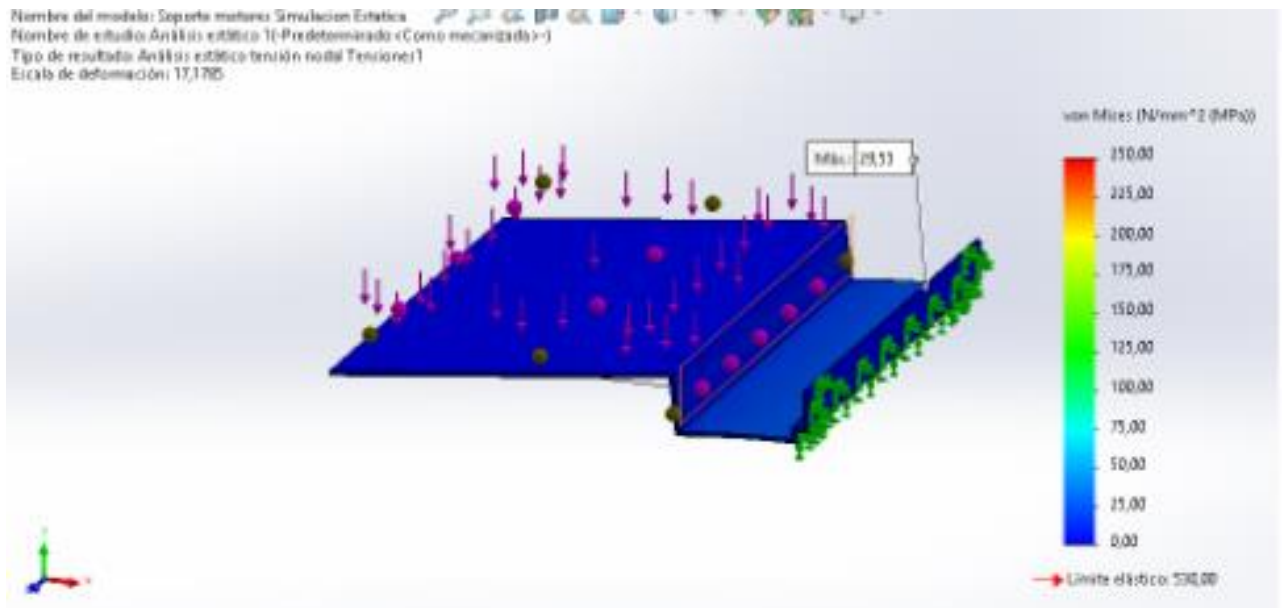


Figura 5-6: Simulación estática, tensiones de von Mises en soporte de motores.

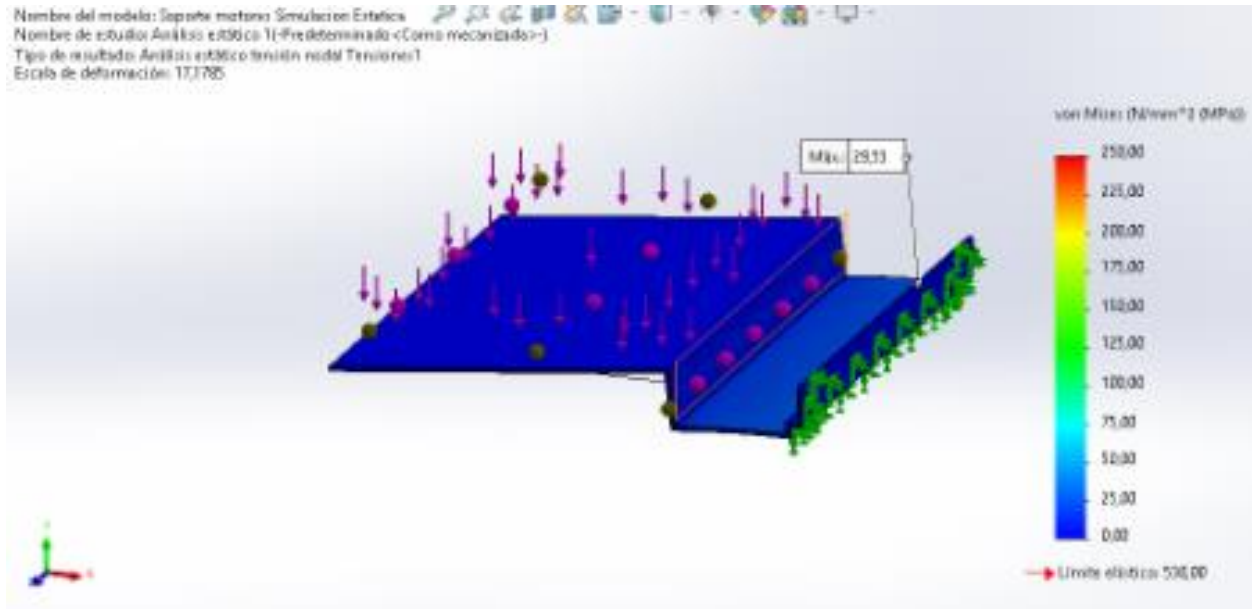


Figura 5-7: Simulación estática, desplazamientos del soporte de motores.

Para el chasis estructural principal se analizó la carga equivalente del conjunto vibrante, considerando una masa aproximada de 8000 kg correspondiente al cuerpo de zaranda montado. Los resultados indicaron una tensión máxima de 97 MPa, desplazamiento máximo de 2,5 mm y factor de seguridad mínimo de 2,4, constituyendo el caso más exigido entre los modelos evaluados. No obstante, debe considerarse que en esta simulación no se incorporó el conjunto completo del paquete elástico de suspensión, debido a limitaciones prácticas de capacidad computacional del modelo. La presencia real de dichos elementos introduce una distribución más gradual de cargas y cierta absorción de esfuerzos, por lo que es esperable que las tensiones efectivas sobre el chasis resulten inferiores a las obtenidas en esta condición simplificada.

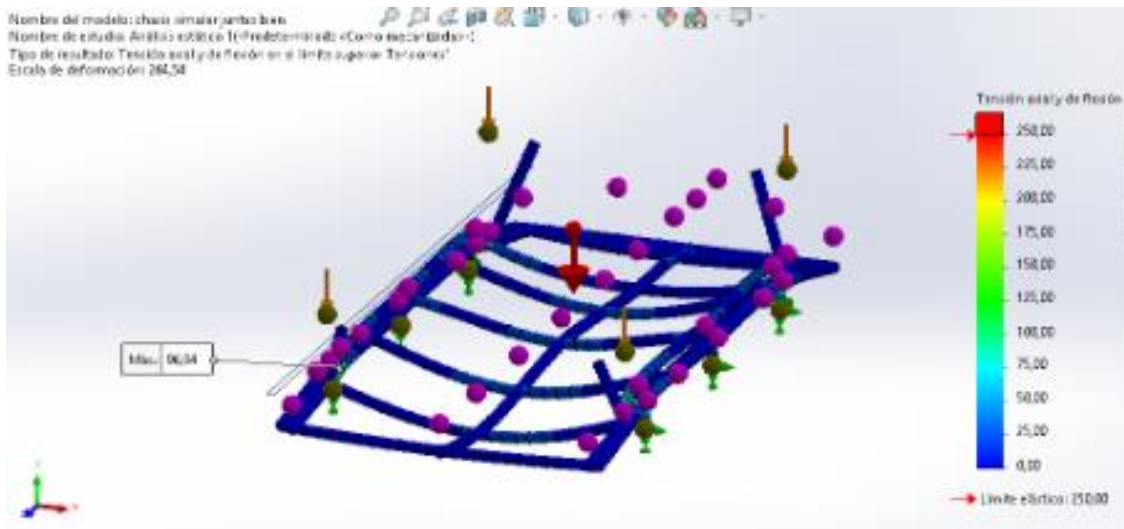


Figura 5-8: Simulación estática, tensiones de von Mises en chasis estructural.

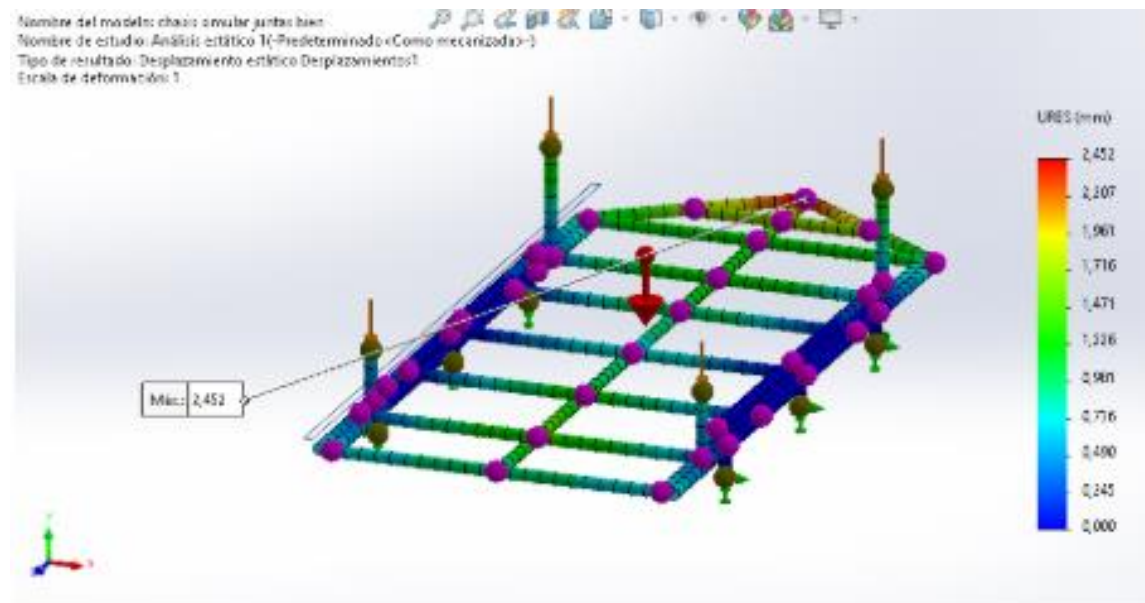


Figura 5-9: Simulación estática, desplazamientos del chasis estructural.

En términos generales, las simulaciones realizadas permitieron comprobar que todos los subconjuntos analizados presentan niveles de tensión compatibles con los materiales seleccionados y deformaciones acordes al servicio previsto, validando la viabilidad estructural del diseño desarrollado.

5.2 Frecuencias naturales

Además de la verificación resistente frente a cargas estáticas, en equipos sometidos a excitación periódica resulta fundamental analizar su comportamiento dinámico. Debido a que la clasificadora opera mediante un sistema vibratorio con frecuencia de trabajo cercana a 17 Hz, se realizaron estudios modales orientados a determinar las frecuencias naturales de los principales subconjuntos estructurales.

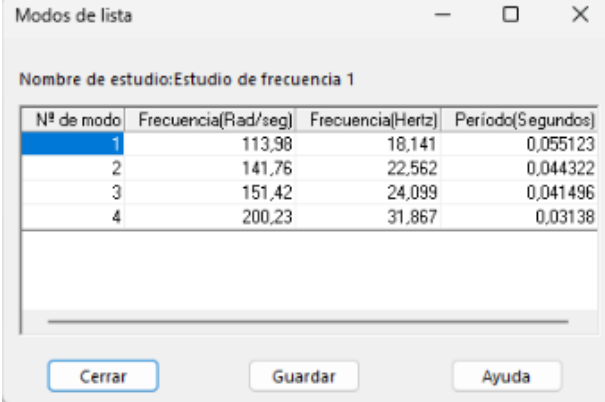
El objetivo principal de este análisis consiste en identificar las frecuencias propias de cada componente y compararlas con la frecuencia de operación del equipo. Cuando ambos valores resultan próximos, pueden presentarse fenómenos de resonancia capaces de amplificar desplazamientos, aumentar tensiones cíclicas y comprometer la integridad estructural del sistema.

Por tal motivo, durante el diseño se buscó que los primeros modos naturales relevantes se encuentren suficientemente alejados de la frecuencia de trabajo, reduciendo la probabilidad de excitación resonante durante el servicio normal.

Los análisis modales se realizaron sobre aquellos subconjuntos considerados más sensibles desde el punto de vista dinámico:

- cuerpo principal de la zaranda;
- soporte de motores hidráulicos.

En el cuerpo vibrante de la zaranda, compuesto por planchuelas laterales, arcos estructurales y bastidores portamallas, se obtuvieron los siguientes primeros modos naturales:



Modos de lista

Nombre de estudio: Estudio de frecuencia 1

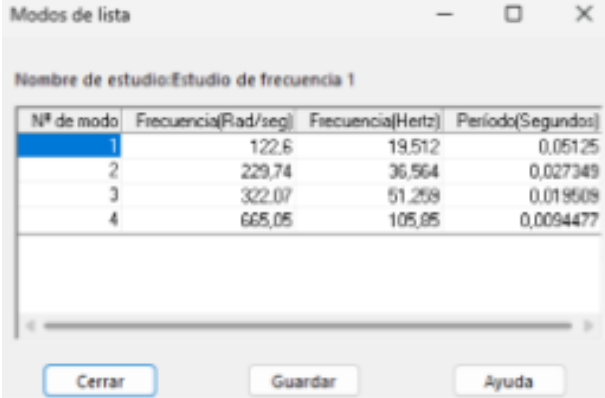
Nº de modo	Frecuencia(Rad/seg)	Frecuencia(Hertz)	Periodo(Segundos)
1	113,98	18,141	0,055123
2	141,76	22,562	0,044322
3	151,42	24,099	0,041496
4	200,23	31,867	0,03138

Cerrar Guardar Ayuda

Figura 5-10: Resultados modales del cuerpo de zaranda (tabla de frecuencias naturales).

Si bien el primer modo se encuentra relativamente próximo a la frecuencia de operación, los restantes modos presentan una separación creciente respecto del régimen de trabajo. Considerando la simplificación propia del modelo numérico y las condiciones reales de montaje, el comportamiento obtenido se consideró aceptable para el desarrollo del proyecto.

En el caso del soporte de motores hidráulicos, los resultados modales obtenidos fueron:



Nº de modo	Frecuencia(Rad/seg)	Frecuencia(Hertz)	Período(Segundos)
1	122,6	19,512	0,05125
2	229,74	36,564	0,027349
3	322,07	51,259	0,019509
4	665,05	105,95	0,0094477

Figura 5-11: Resultados modales del soporte de motores (tabla de frecuencias naturales).

En este subconjunto se observa una separación favorable entre la frecuencia de trabajo y los modos superiores, lo cual reduce la probabilidad de amplificaciones dinámicas significativas durante la operación.

En términos generales, los resultados modales obtenidos permitieron verificar que los subconjuntos analizados presentan un comportamiento dinámico compatible con el régimen vibratorio adoptado, constituyendo una validación adicional del diseño mecánico desarrollado.

5.3 Resultados obtenidos

A partir de los análisis estructurales y dinámicos desarrollados, fue posible validar el comportamiento general de los principales subconjuntos que integran la clasificadora

móvil de áridos. Las simulaciones efectuadas permitieron complementar los cálculos analíticos previos, aportando una verificación adicional sobre la aptitud mecánica del diseño adoptado.

Desde el punto de vista resistente, los valores máximos de tensión equivalente de von Mises obtenidos en los distintos modelos permanecieron dentro de rangos admisibles para los materiales seleccionados. Asimismo, los factores de seguridad resultaron satisfactorios en todos los casos analizados, evidenciando márgenes adecuados frente a las condiciones de carga consideradas.

Entre los subconjuntos evaluados, el chasis estructural presentó el estado más exigido, con una tensión máxima de 97 MPa y factor de seguridad mínimo de 2,4. No obstante, dichos valores continúan siendo compatibles con la resistencia del material empleado y deben interpretarse además bajo una hipótesis conservadora de carga, sin incorporar en el modelo completo el efecto amortiguador y redistributivo del sistema elástico de suspensión.

El cuerpo vibrante de la zaranda mostró tensiones moderadas, deformaciones reducidas y adecuado margen de seguridad, verificando la robustez del conjunto sometido directamente al régimen oscilatorio de trabajo. Del mismo modo, el eje principal presentó solicitaciones muy inferiores a la capacidad resistente del acero SAE 4140 adoptado, mientras que el soporte de motores evidenció una respuesta estructural favorable frente a las cargas aplicadas.

Desde el punto de vista dinámico, los estudios modales permitieron comprobar que las frecuencias naturales de los subconjuntos analizados se mantienen separadas de la frecuencia nominal de operación del equipo, establecida en aproximadamente 17 Hz. Esta condición disminuye la probabilidad de fenómenos resonantes y contribuye a un funcionamiento estable.

En conjunto, los resultados alcanzados respaldan la viabilidad técnica del diseño desarrollado, demostrando que la solución propuesta reúne condiciones adecuadas de resistencia mecánica, rigidez estructural y comportamiento dinámico para el servicio previsto.

Como síntesis general, las simulaciones realizadas constituyen una herramienta de validación que permitió fortalecer el proyecto, identificar zonas sensibles y confirmar que las decisiones adoptadas durante el proceso de diseño resultan consistentes con los requerimientos planteados inicialmente.

Conclusiones y recomendaciones

El presente proyecto permitió desarrollar el diseño integral de una clasificadora móvil de áridos destinada a tareas de acondicionamiento y separación granulométrica dentro de ámbitos industriales vinculados al procesamiento de materiales pétreos. A lo largo del trabajo se abordaron de manera conjunta aspectos funcionales, mecánicos, estructurales e hidráulicos, logrando una solución técnicamente consistente y compatible con necesidades reales de operación.

A partir de la problemática detectada en el abastecimiento de áridos con granulometría variable, se definieron los requerimientos principales del equipo y se evaluaron distintas alternativas conceptuales, seleccionando finalmente una configuración basada en zaranda vibratoria de múltiples etapas montada sobre chasis remolcado. Esta disposición permitió combinar capacidad operativa, movilidad interna y versatilidad de uso dentro de una misma máquina.

El desarrollo mecánico contempló la integración de subconjuntos estructurales, sistema vibratorio mediante ejes excéntricos, suspensión elástica por resortes, accionamiento hidráulico y dispositivos de carga y descarga orientados a facilitar la operatoria general. Asimismo, se incorporaron materiales de elevada resistencia al desgaste en sectores críticos sometidos al contacto continuo con áridos abrasivos.

Los cálculos efectuados permitieron dimensionar los principales componentes del sistema, estableciendo parámetros de funcionamiento coherentes con la capacidad productiva adoptada y con las exigencias propias del servicio previsto. De igual manera, las simulaciones numéricas realizadas verificaron niveles adecuados de tensión, deformación y seguridad estructural en los subconjuntos analizados, junto con un comportamiento dinámico compatible con la frecuencia de operación seleccionada.

En consecuencia, puede concluirse que el diseño desarrollado resulta técnicamente viable y constituye una alternativa apta para tareas de clasificación de áridos en planta o zonas de acopio, aportando una solución móvil, robusta y adaptable a diferentes requerimientos productivos.

Como recomendaciones para futuras etapas de desarrollo, resultaría conveniente avanzar en la construcción de un prototipo funcional que permita contrastar experimentalmente los resultados teóricos obtenidos, ajustar parámetros operativos según distintos materiales procesados y evaluar el comportamiento real del equipo en servicio continuo. Asimismo, podrían estudiarse mejoras vinculadas a optimización de peso estructural, accesibilidad para mantenimiento, incorporación de un sistema de traslación autopropulsado que elimine la dependencia de equipos externos para su movimiento, implementación de un sistema de regulación en altura que permita adaptar la posición de trabajo según las condiciones del terreno o la configuración de descarga, automatización de regulación operativa y ampliación de configuraciones de mallas intercambiables.

Finalmente, el trabajo realizado permitió aplicar e integrar conocimientos adquiridos durante la formación académica en áreas tales como diseño mecánico, resistencia de materiales, vibraciones, hidráulica, selección de componentes y metodología de proyecto, representando una experiencia formativa de especial valor dentro de la carrera de Ingeniería Mecánica.

La totalidad de los elementos comerciales requeridos para la materialización del ensamblaje de la clasificadora de áridos se encuentra consignada en la hoja “Elementos comerciales” de la planilla de cálculo correspondiente a la “MEMORIA DE CÁLCULO”.

La selección de dichos componentes se llevó a cabo en función del cumplimiento estricto de los requerimientos de diseño previamente establecidos. A tal efecto, se recurrió al análisis de las respectivas fichas técnicas provistas por los fabricantes, cuando estas se encontraban disponibles. En los casos en los que no se dispuso de documentación técnica suficiente, se procedió a la consulta directa con proveedores y/o representantes comerciales, con el objetivo de relevar la información necesaria para validar la adecuación de los componentes seleccionados.

Bibliografía

[1] MOTT, Robert L. *Diseño de elementos de máquinas*. 4 ed. México: Pearson Educación, 2006.

[2] UDYNAS, Richard G.; NISBETT, J. Keith. *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. 8 ed. México: McGraw-Hill, 2008.

[3] HIBBELER, Russell C. *Mecánica de materiales*. 8 ed. México: Pearson Educación, 2011.

[4] PISARENKO, G. S. *Manual de resistencia de materiales*. Moscú: Editorial MIR, 1979..

Anexo A: Fichas técnicas

- Bomba hidráulica <https://sanat-hydraulic.com/wp-content/uploads/2024/07/A8VO-pump.pdf>
- Motor hidráulico https://rexerhydraulic.com/rexroth-a8vo-hydraulic-pump-data-sheet/?utm_source=chatgpt.com
- Acople https://www.gomafiltros.com/productos/acoples_transmision/acople_tschan_s-st
- Aceite hidráulico https://lubricantes.ypf.com/docs/otroslubricantes/hidro_19_ft.pdf

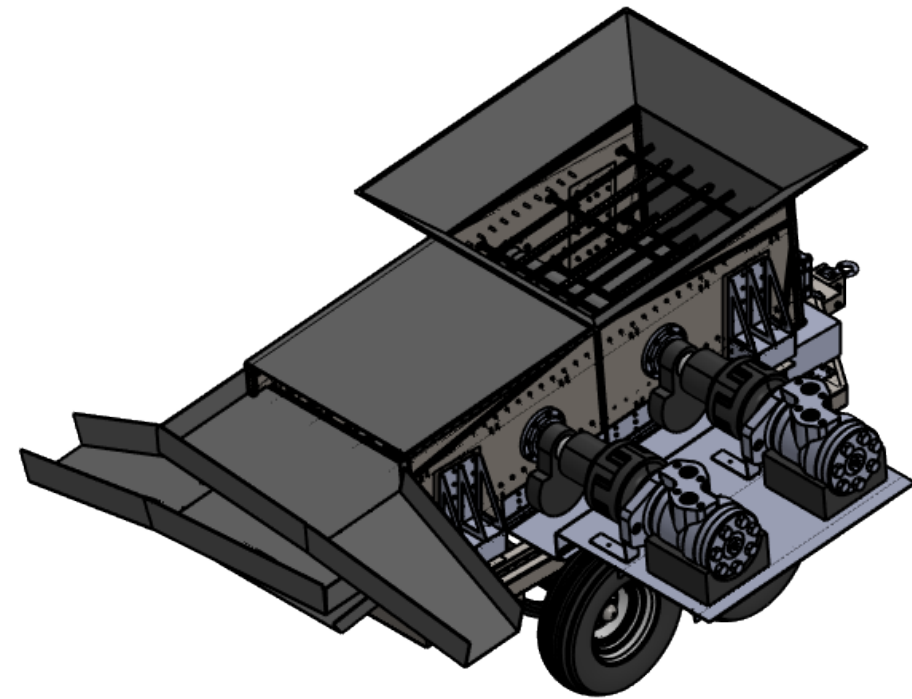
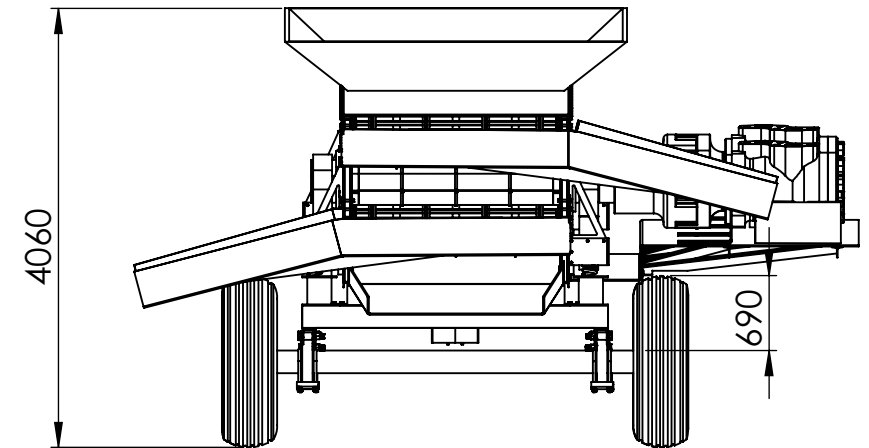
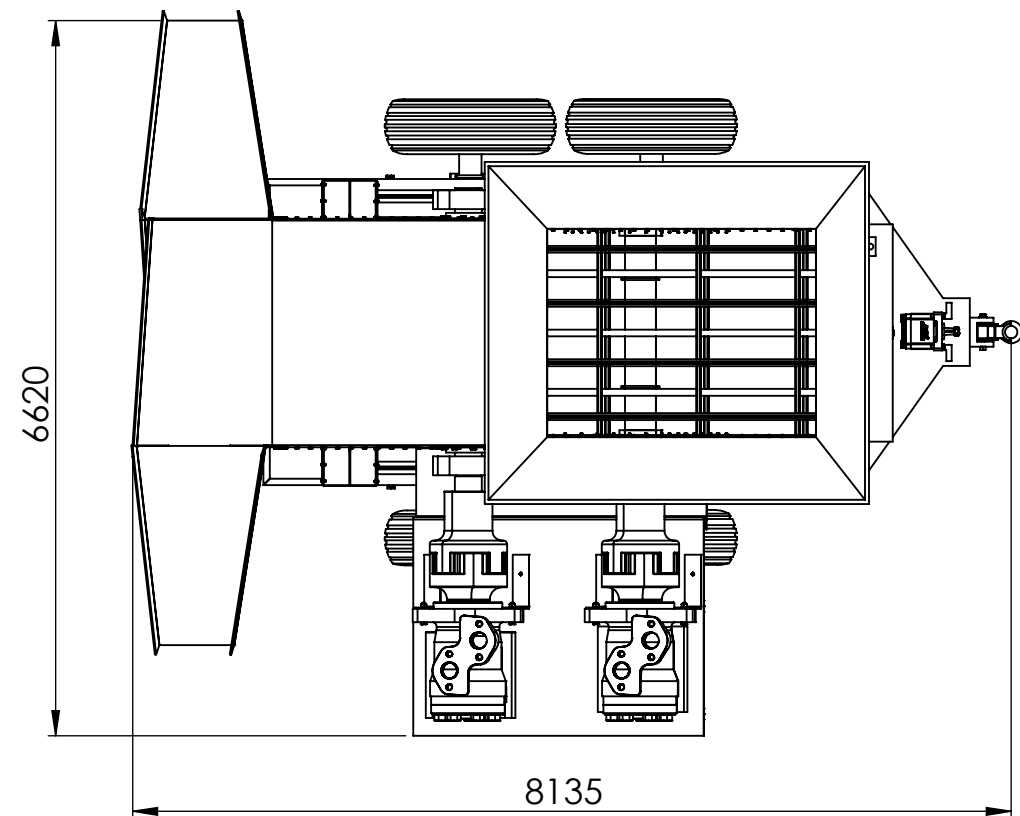
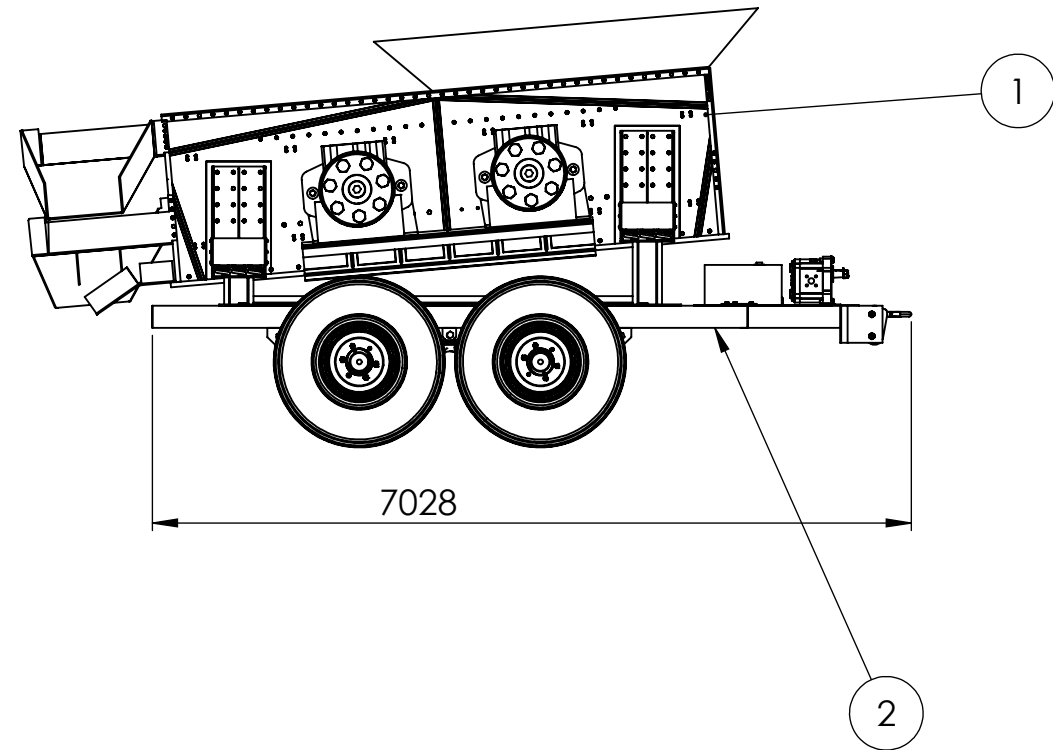
Anexo B: Links a memoria de cálculo

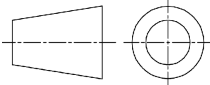
- I. [Clasificadora de áridos móvil - Memoria de cálculo](#)
- II. [Clasificadora de áridos móvil - Dimensionamiento eje](#)

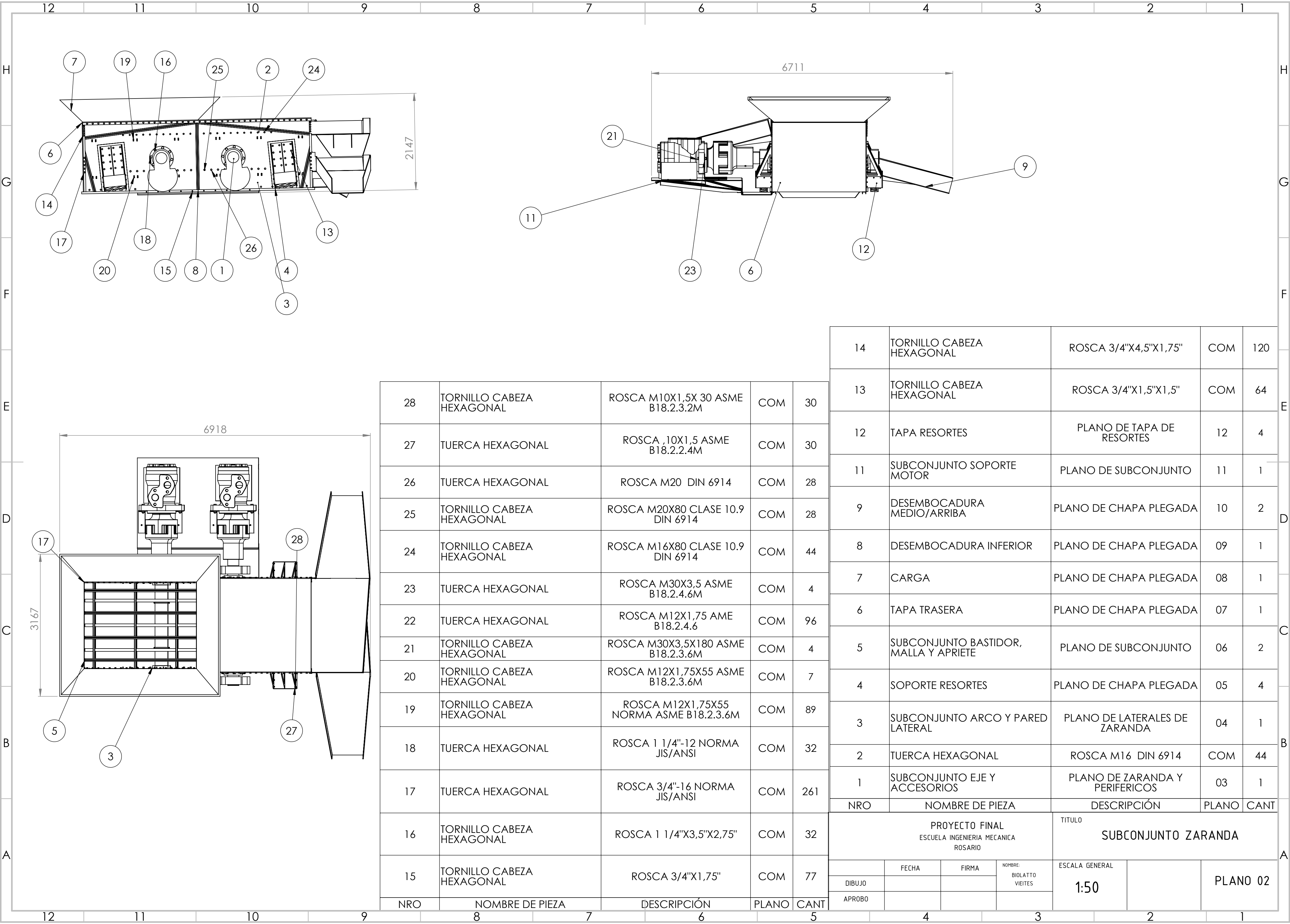
Anexo C: Planimetría

Descripción	Nomenclatura
CLASIFICADORA DE ARIDOS	PLANO 01
SUBCONJUNTO ZARANDA	PLANO 02
SUBCONJUNTO EJE Y ACCESORIOS	PLANO 03
SUBCONJUNTO ARCO Y PARED LATERAL	PLANO 04
SOPORTE RESORTES	PLANO 05
SUBCONJUNTO BASTIDOR, MALLA Y APRIETE	PLANO 06
TAPA TRASERA	PLANO 07
CARGA	PLANO 08
DESCARGA INFERIOR	PLANO 09
DESCARGA MEDIO/ARRIBA	PLANO 10
SUBCONJUNTO SOPORTE MOTOR	PLANO 11
TAPA RESORTE	PLANO 12
CHAPA SOPORTE MOTOR	PLANO 13

TACO MOTOR	PLANO 14
BASTIDOR MOTOR HIDRÁULICO	PLANO 15
SUBCONJUNTO CHASIS	PLANO 16
CHAPA SOPORTE BOMBA	PLANO 17
BASTIDOR	PLANO 18
ESTRUCTURA CHASIS	PLANO 19
PORTARODAMIENTO	PLANO 20
PROTECCIÓN SUPERIOR	PLANO 21
PROTECCIÓN INFERIOR	PLANO 22
CHAPA PLEGADA SOPORTE MOTOR VER1	PLANO 23
ARCO LATERAL	PLANO 24
EJE	PLANO 25
SUBCONJUNTO PROTECCIÓN EJE	PLANO 26
PARED LATERAL	PLANO 27
CONTRAPESO	PLANO 28

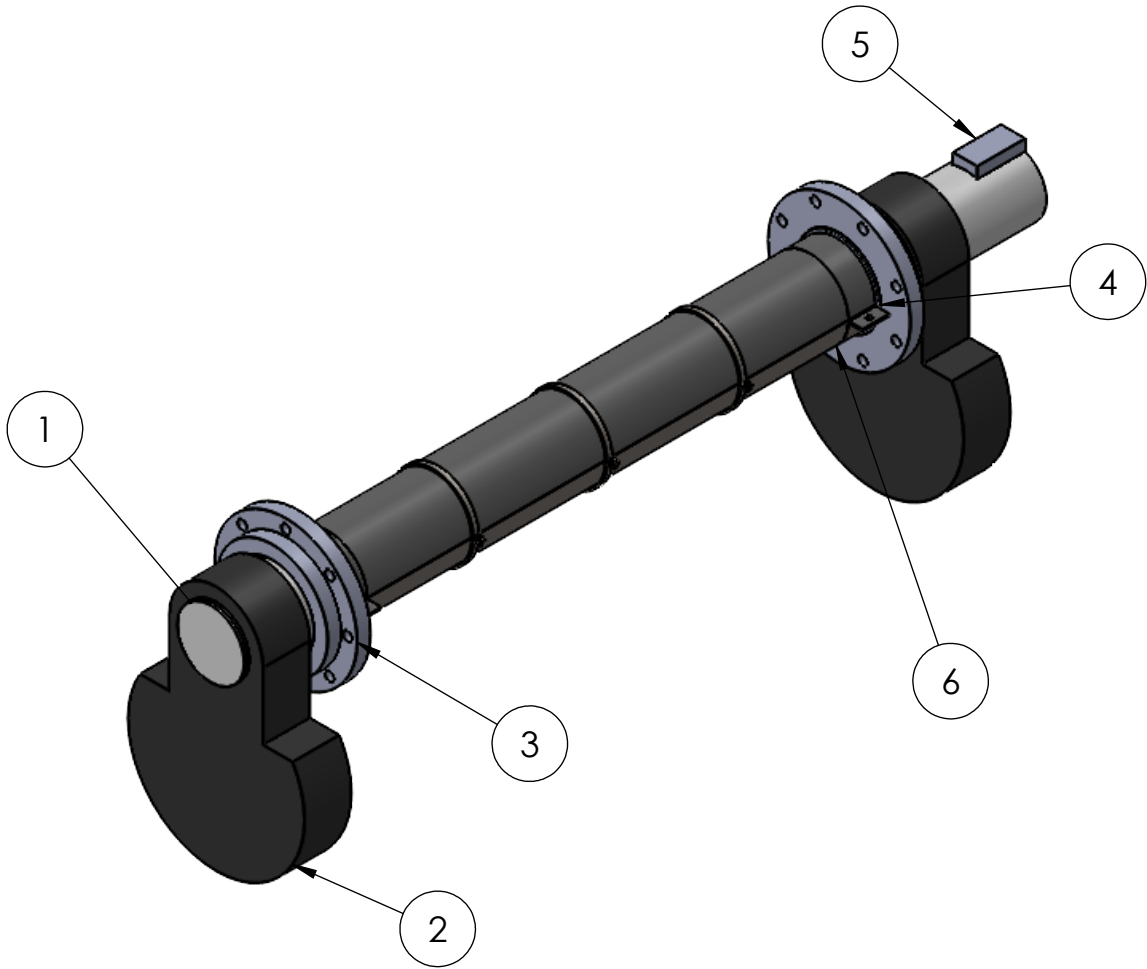
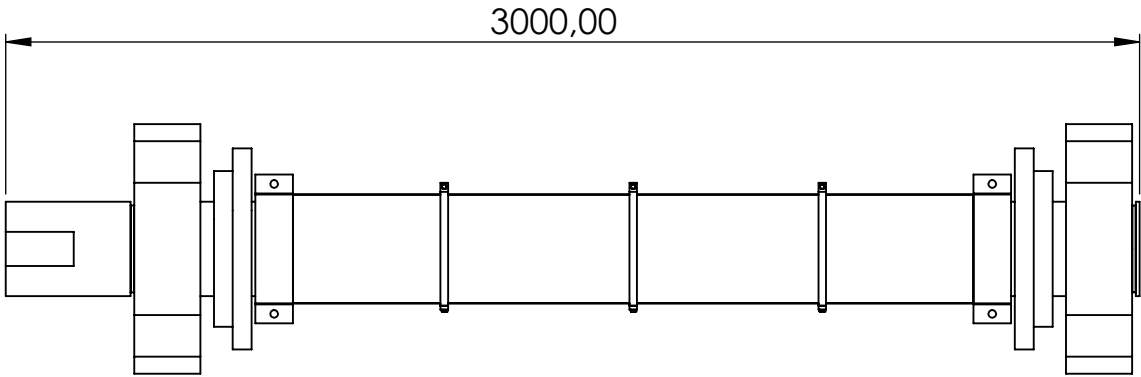
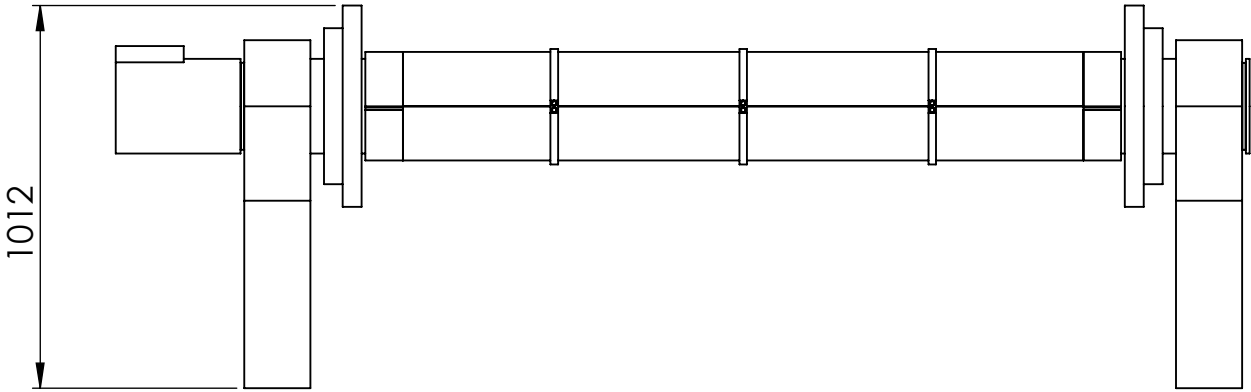
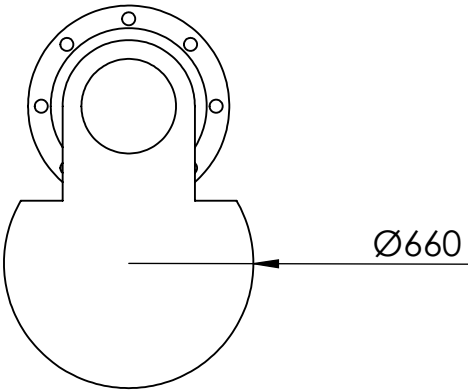


2	SUBCONJUNTO CHASIS	PLANO DE CHASIS Y PERIFERICOS	PLANO 16	1	
1	SUBCONJUNTO ZARANDA	PLANO DE ZARANDA Y PERIFERICOS	PLANO 02	1	
NRO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PLANO	CANTIDAD	
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		TITULO CLASIFICADORA DE ARIDOS			
	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO VIEITES	ESCALA GENERAL 1:70	 PLANO 01
DIBUJO	27/4/26				
APROBO					

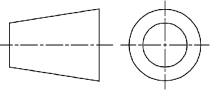


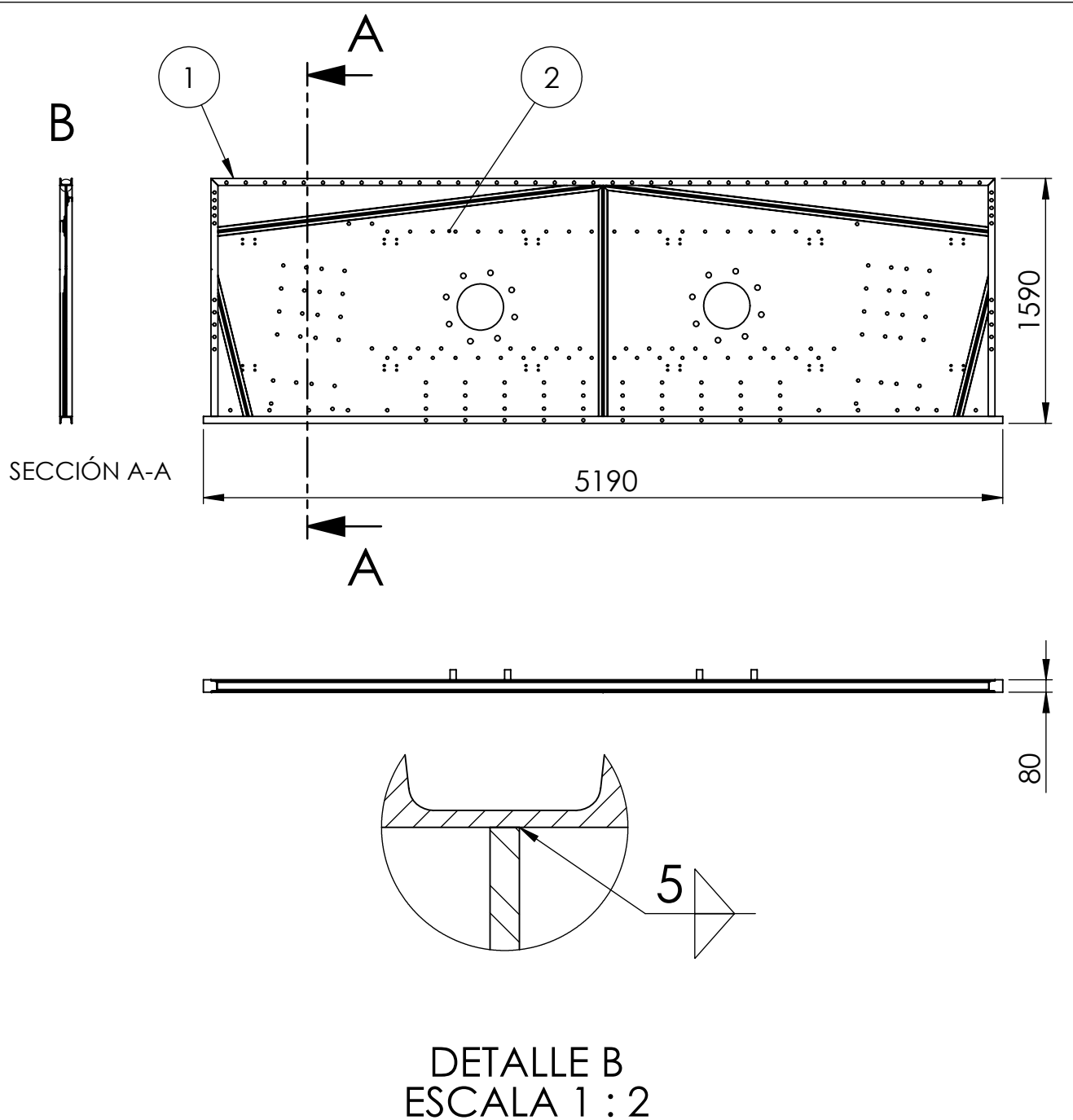
28	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA M10X1,5X 30 ASME B18.2.3.2M	COM	30
27	TUERCA HEXAGONAL	ROSCA ,10X1,5 ASME B18.2.2.4M	COM	30
26	TUERCA HEXAGONAL	ROSCA M20 DIN 6914	COM	28
25	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA M20X80 CLASE 10.9 DIN 6914	COM	28
24	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA M16X80 CLASE 10.9 DIN 6914	COM	44
23	TUERCA HEXAGONAL	ROSCA M30X3,5 ASME B18.2.4.6M	COM	4
22	TUERCA HEXAGONAL	ROSCA M12X1,75 AME B18.2.4.6	COM	96
21	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA M30X3,5X180 ASME B18.2.3.6M	COM	4
20	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA M12X1,75X55 ASME B18.2.3.6M	COM	7
19	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA M12X1,75X55 NORMA ASME B18.2.3.6M	COM	89
18	TUERCA HEXAGONAL	ROSCA 1 1/4"-12 NORMA JIS/ANSI	COM	32
17	TUERCA HEXAGONAL	ROSCA 3/4"-16 NORMA JIS/ANSI	COM	261
16	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA 1 1/4"X3,5"X2,75"	COM	32
15	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA 3/4"X1,75"	COM	77
NRO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	PLANO	CANT

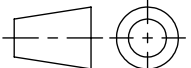
14	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA 3/4"X4,5"X1,75"	COM	120
13	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA 3/4"X1,5"X1,5"	COM	64
12	TAPA RESORTES	PLANO DE TAPA DE RESORTES	12	4
11	SUBCONJUNTO SOPORTE MOTOR	PLANO DE SUBCONJUNTO	11	1
9	DESEMBOCADURA MEDIO/ARRIBA	PLANO DE CHAPA PLEGADA	10	2
8	DESEMBOCADURA INFERIOR	PLANO DE CHAPA PLEGADA	09	1
7	CARGA	PLANO DE CHAPA PLEGADA	08	1
6	TAPA TRASERA	PLANO DE CHAPA PLEGADA	07	1
5	SUBCONJUNTO BASTIDOR, MALLA Y APRIETE	PLANO DE SUBCONJUNTO	06	2
4	SOPORTE RESORTES	PLANO DE CHAPA PLEGADA	05	4
3	SUBCONJUNTO ARCO Y PARED LATERAL	PLANO DE LATERALES DE ZARANDA	04	1
2	TUERCA HEXAGONAL	ROSCA M16 DIN 6914	COM	44
1	SUBCONJUNTO EJE Y ACCESORIOS	PLANO DE ZARANDA Y PERIFERICOS	03	1
NRO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	PLANO	CANT
PROYECTO FINAL		TITULO		
ESCUELA INGENIERIA MECANICA		SUBCONJUNTO ZARANDA		
ROSARIO				
	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO VIEITES	ESCALA GENERAL
DIBUJO				1:50
APROBO				PLANO 02

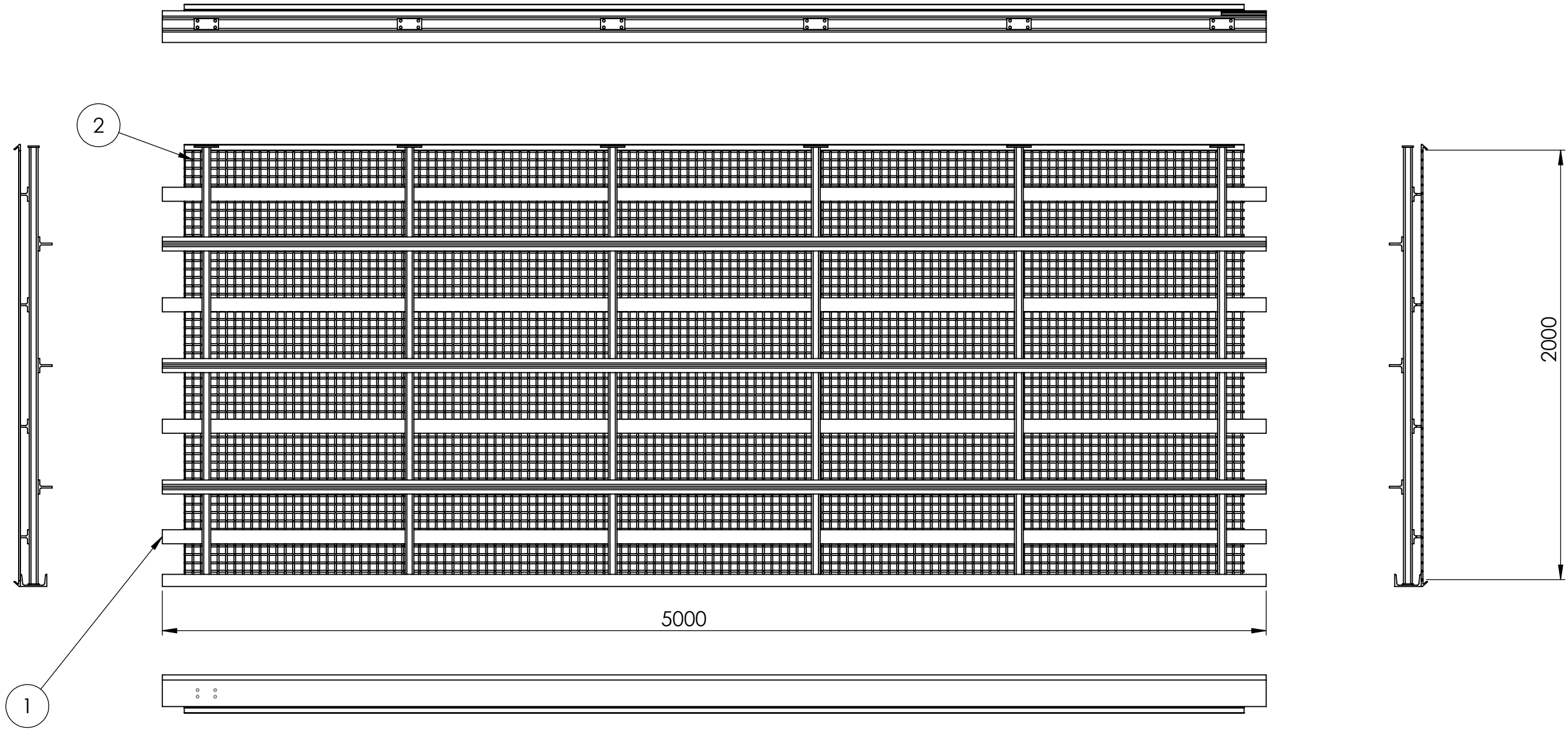


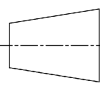
6	SUBCONJUNTO PREOTECCION EJE		P26	1
5	CHAVETA	180 x 76 x 25 mm		1
4	RODAMIENTO	26250KEM/W33C4 – Ø250 x Ø410 x 128 mm		2
3	PORTARODAMIENTO		P20	2
2	CONTRAPESO		P28	2
1	EJE		P25	1
NRO	NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	PLANO	CANT

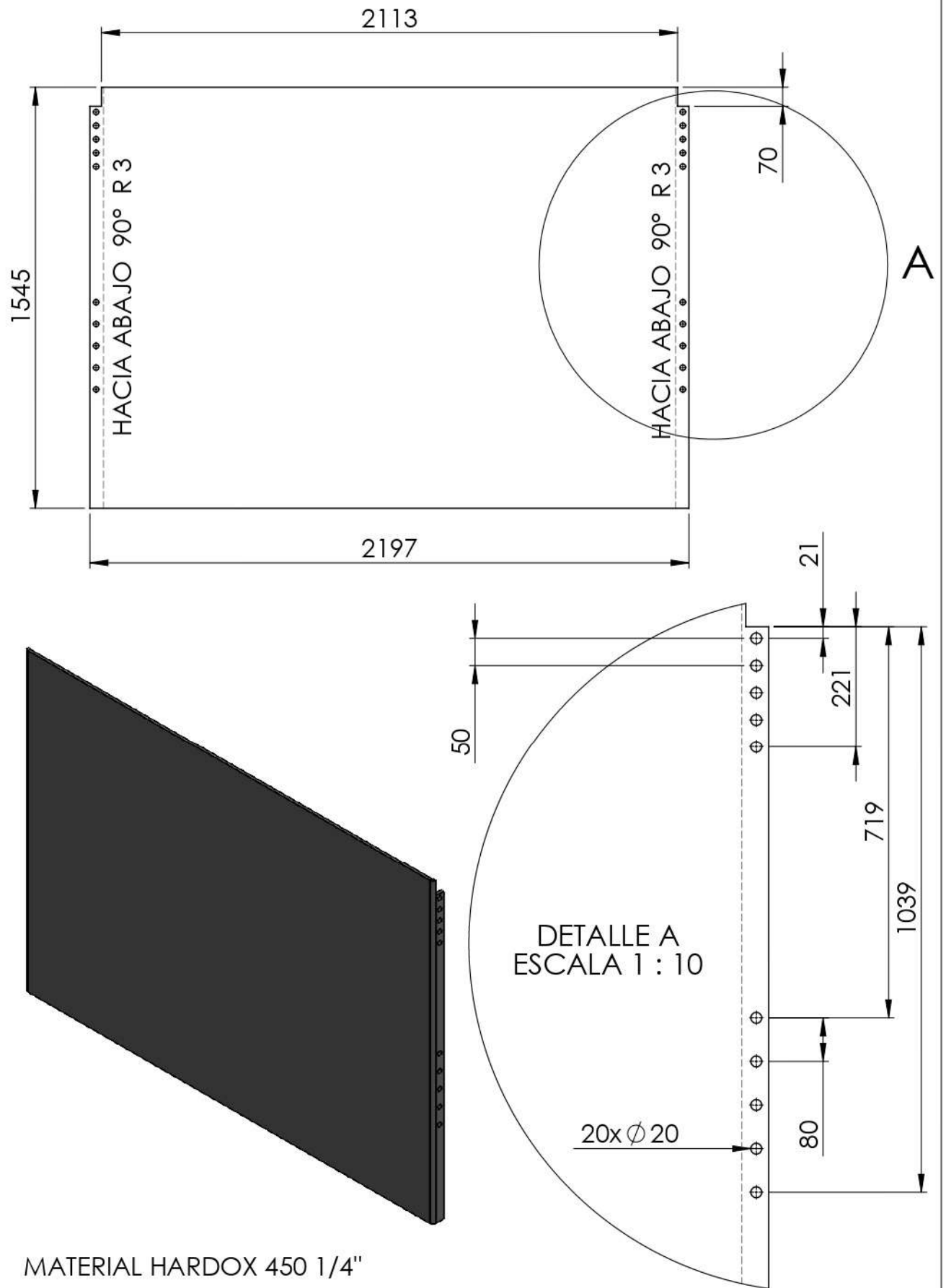
			PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			TITULO EJE Y ACCESORIOS		
	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA			ESCALA GENERAL		PLANO 03
DIBUJO	27/04/26					1:20		
APROBO								



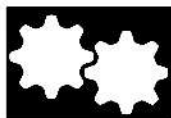
2	PARED LATERAL	CHAPA 3/8"	P27	1
1	ARCO LATERAL		P24	1
NRO	NOMBRE PIEZA	DESCRIPCION	PLANO	CANT
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		TITULO SUBCONJUNTO ARCO Y PARED LATERAL		
	FECHA	FIRMA	ESCALA GENERAL 1:40 	PLANO 04
DIBUJO	27/04/26			
APROBO				
		NOMBRE BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA		



2	MALLA	PLANO DE SUBCONJUNTOMALLA DE DIMENSION COMERCIAL PARA CLASIFICACION			COM	1
1	BASTIDOR	PLANO DE CONSTRUCCION BASTIDOR			18	1
NRO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN			PLANO	CANTIDAD
		PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		TITULO SUBCONJUNTO BASTIDOR Y MALLA		
	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO VIEITES	ESCALA GENERAL	 	PLANO 06
DIBUJO	27/4/26			1:20		
APROBO						



MATERIAL HARDOX 450 1/4"

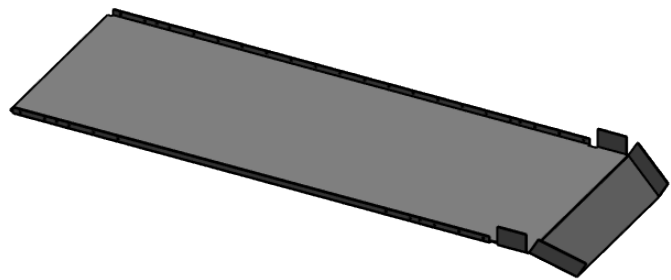


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

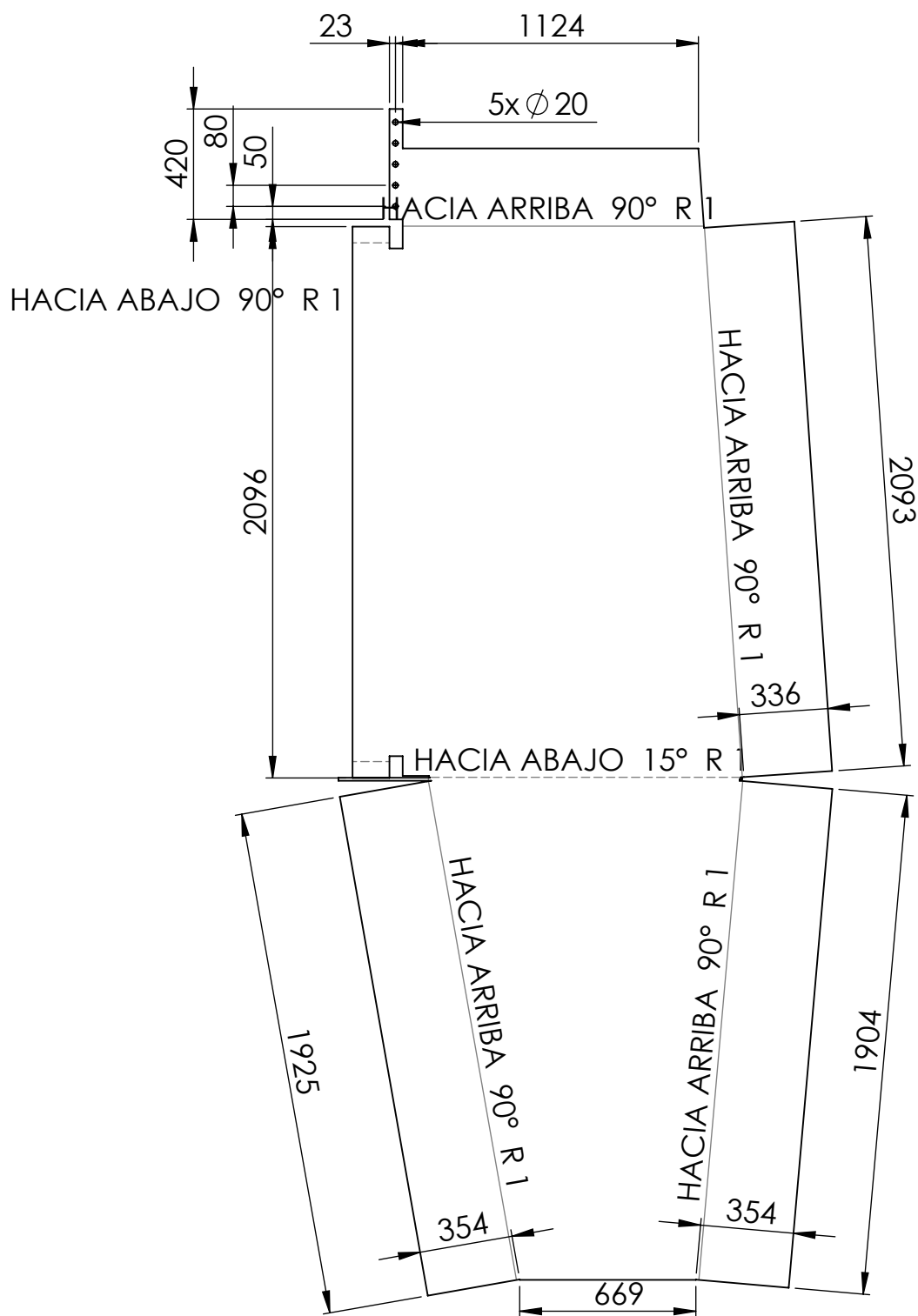
TITULO

TAPA TRASERA

	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO	1:20		PLANO 07
APROBO			VIEITES, OLIVIA			



	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		PLANO 09
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA	1:40		
APROBO						



MATERIAL HARDOX 450 1/4"

PLANO VALIDO PARA PIEZA
ESPEJO DESEMBOCADURA
SUPERIOR

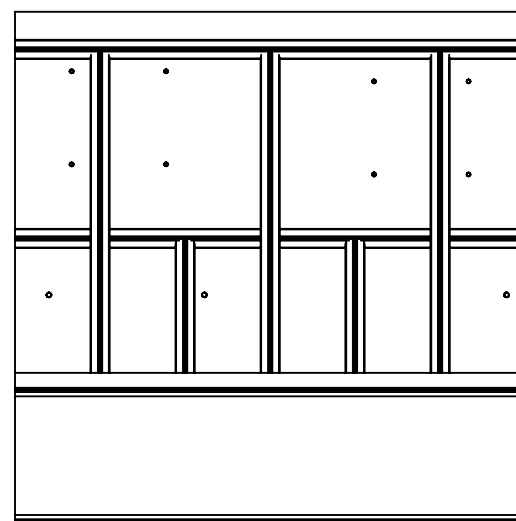
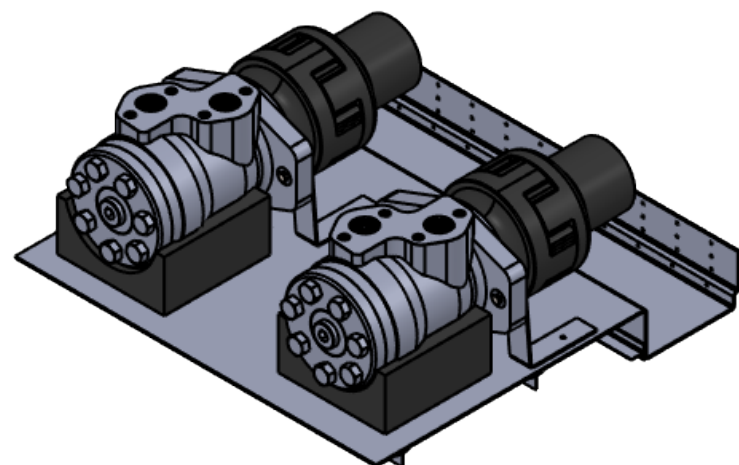
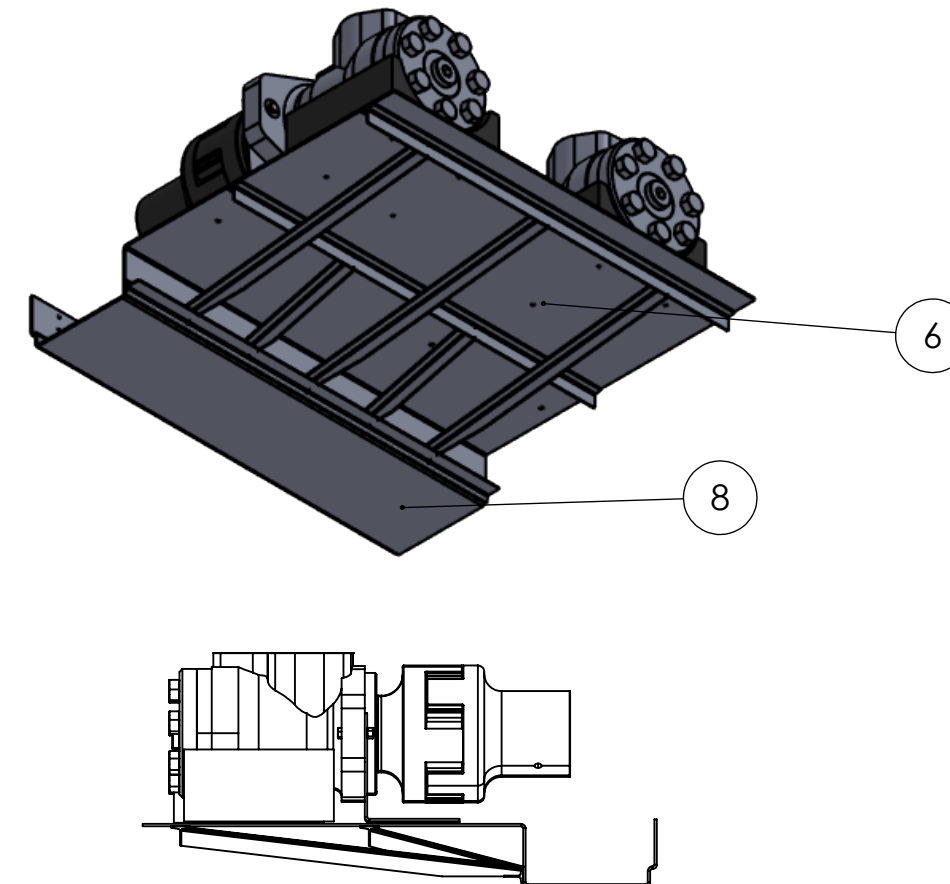
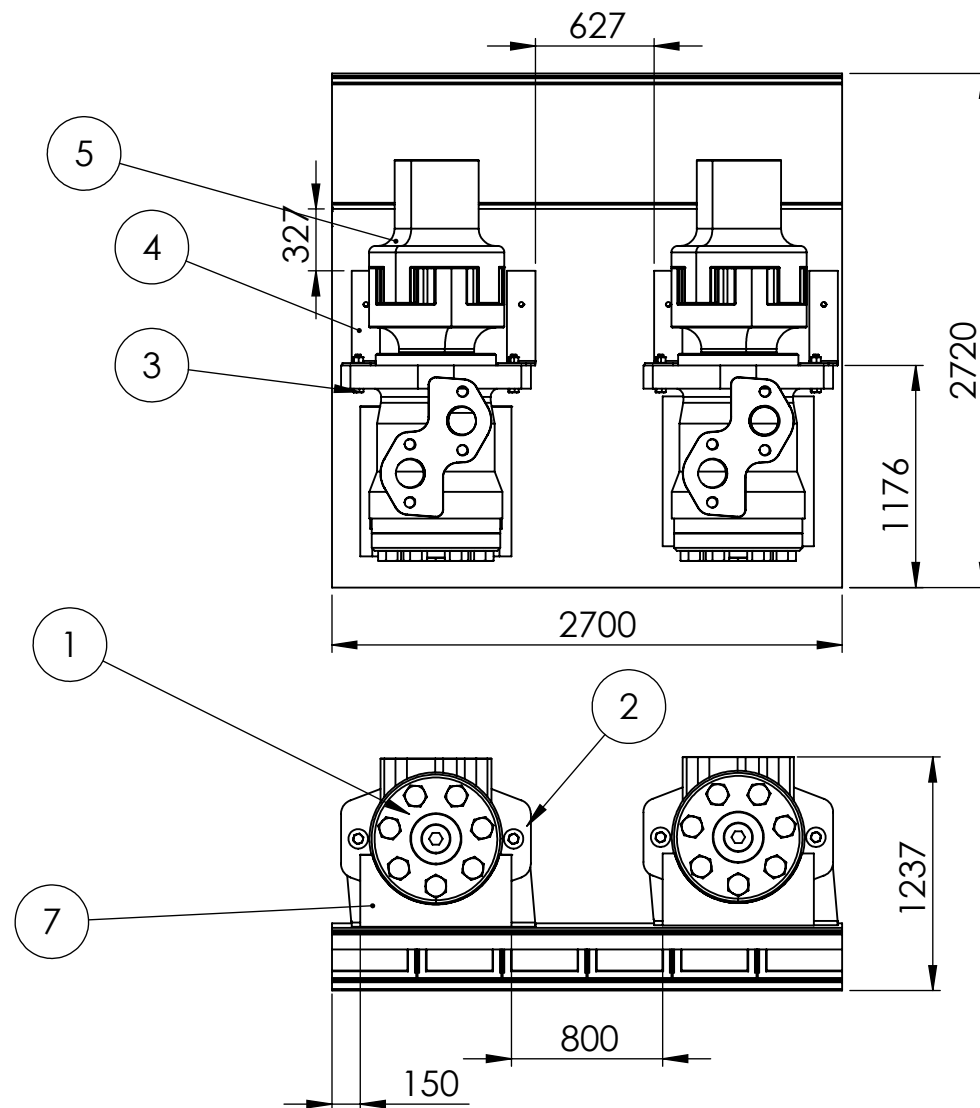


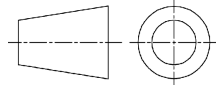
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

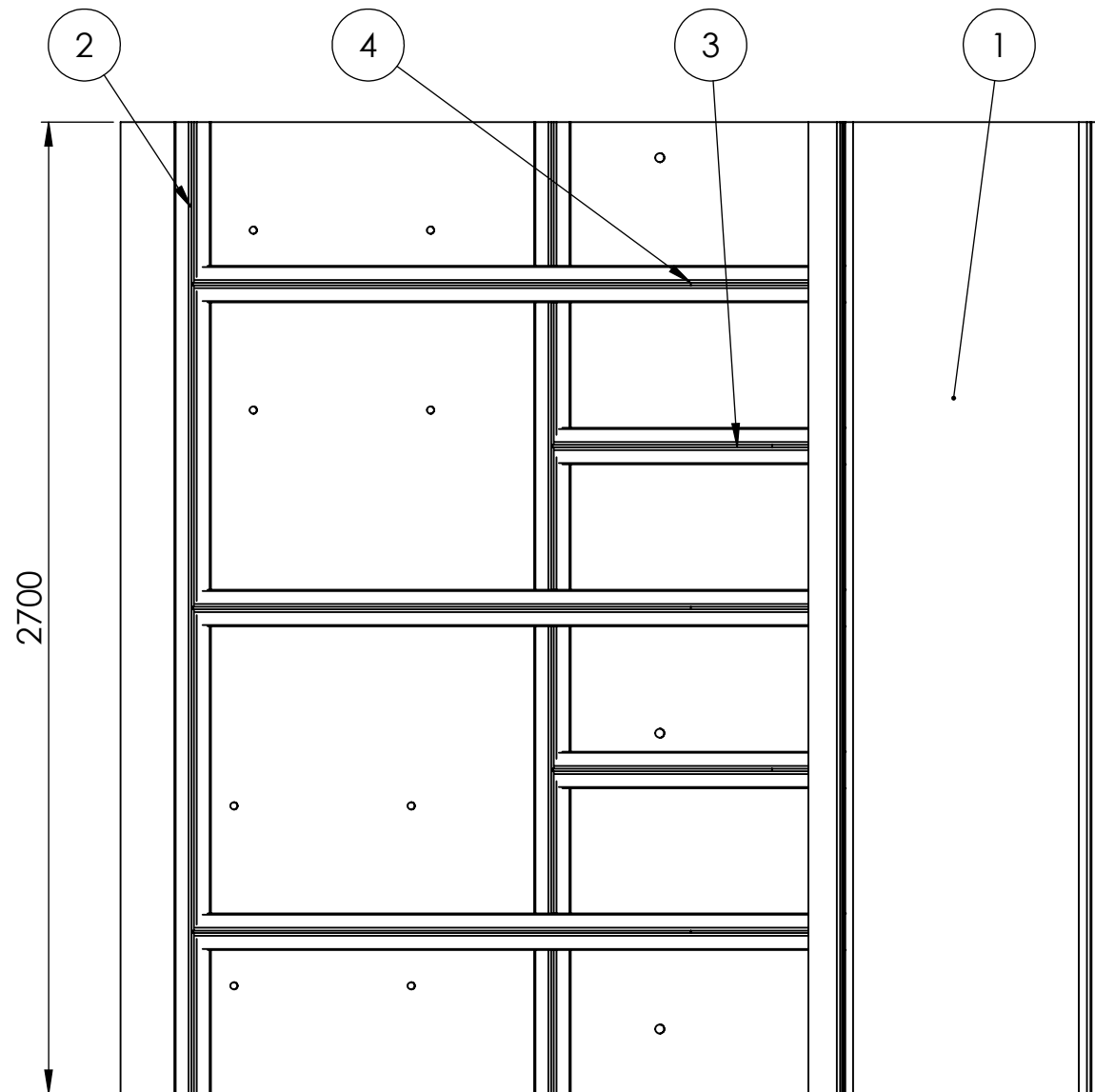
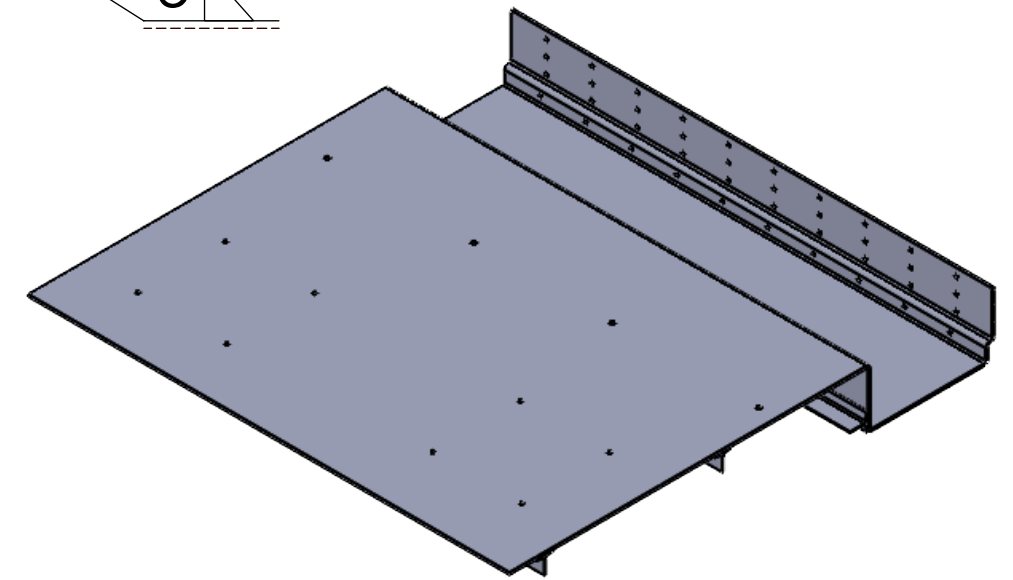
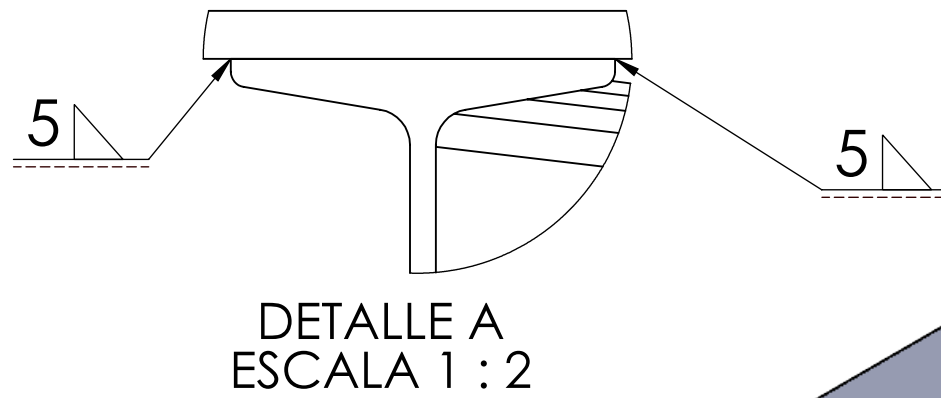
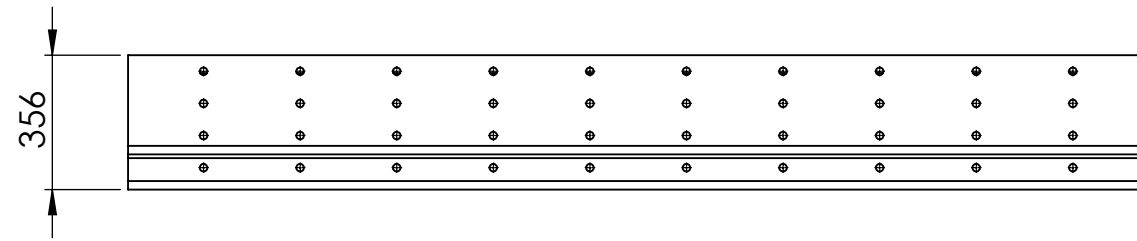
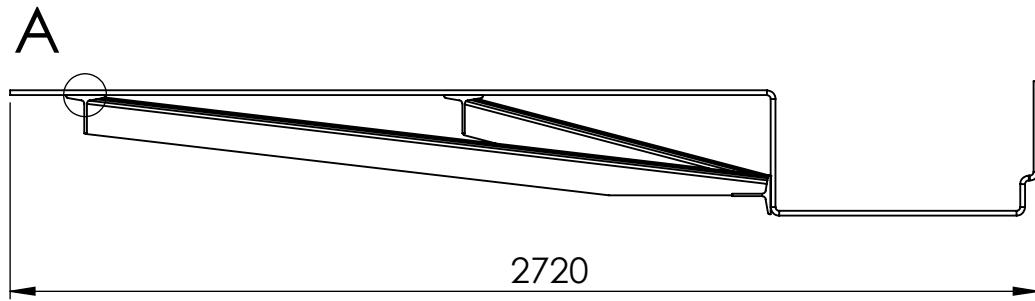
TITULO

DESCARGA MEDIO/ARRIBA

	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO	1:25		PLANO 10
APROBO			VIEITES, OLIVIA			



8	BASTIDOR MOTOR HIDRAULICO	CHAPA PLEGADA	15	1		
7	TACO MOTOR	TACO DE CAUCHO SBR	14	2		
6	TORNILLO TACO MOTOR	M20 x 2.5X25	COM.	8		
5	ACOPLE MOTOR HIDRAULICO	ACOPLE TSCHAN 400	COM.	2		
4	CHAPA SOPORTE MOTOR	PLANO SOPORTE	13	4		
3	TUERCA SOPORTE MOTOR	M30 x 3.5	COM.	8		
2	TORNILLO SOPORTE MOTOR	M30 x 3.5 x 180	COM.	8		
1	MOTOR HIDRAULICO	BOSCH REXROTH A2FM 80	COM.	2		
NRO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCION	PLANO	CANT		
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		TITULO SUBCONJUNTO SOPORTE MOTOR				
	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO VIEITES	ESCALA GENERAL		PLANO 11
DIBUJO	27/4/26			1:40		
APROBO						



4	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ST4x9.2x2700	COM	3
3	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ST4x9.2x850	COM	2
2	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ST4x9.2x1850	COM	3
1	CHAPA SOPORTE MOTOR	CHAPA PLEGADA 1/2"	P13	1
NRO	DENOMINACION	DESCRIPCION	PLANO	CANT

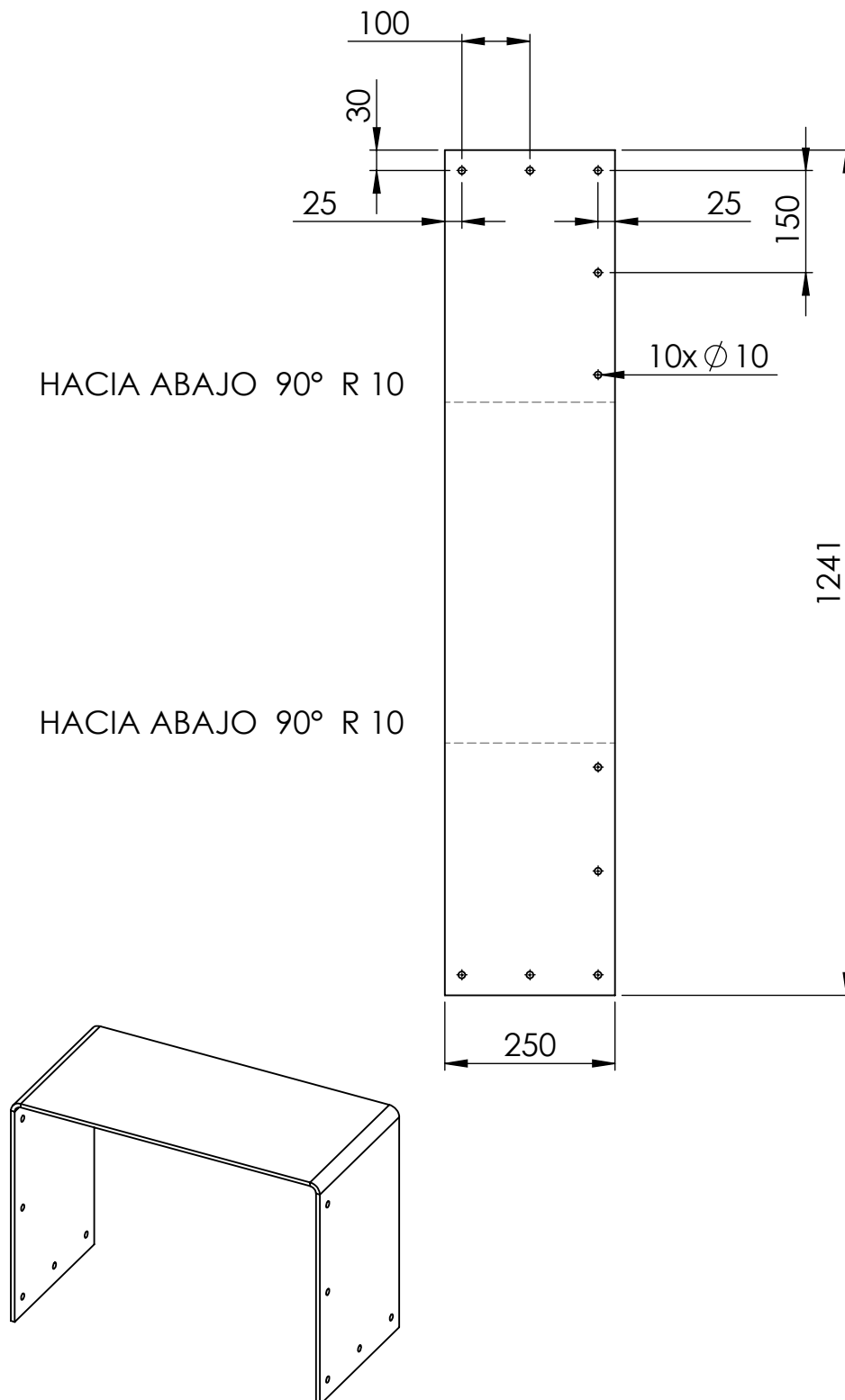


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

TITULO

SUBCONJUNTO
SOPORTE MOTORES

	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA	ESCALA GENERAL		PLANO 11
DIBUJO				1:20		
APROBO						



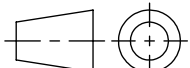
CHAPA PLEGADA ASTM A36 1/4"

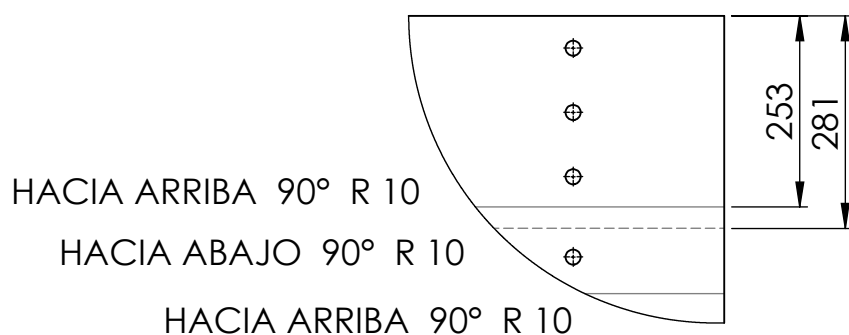
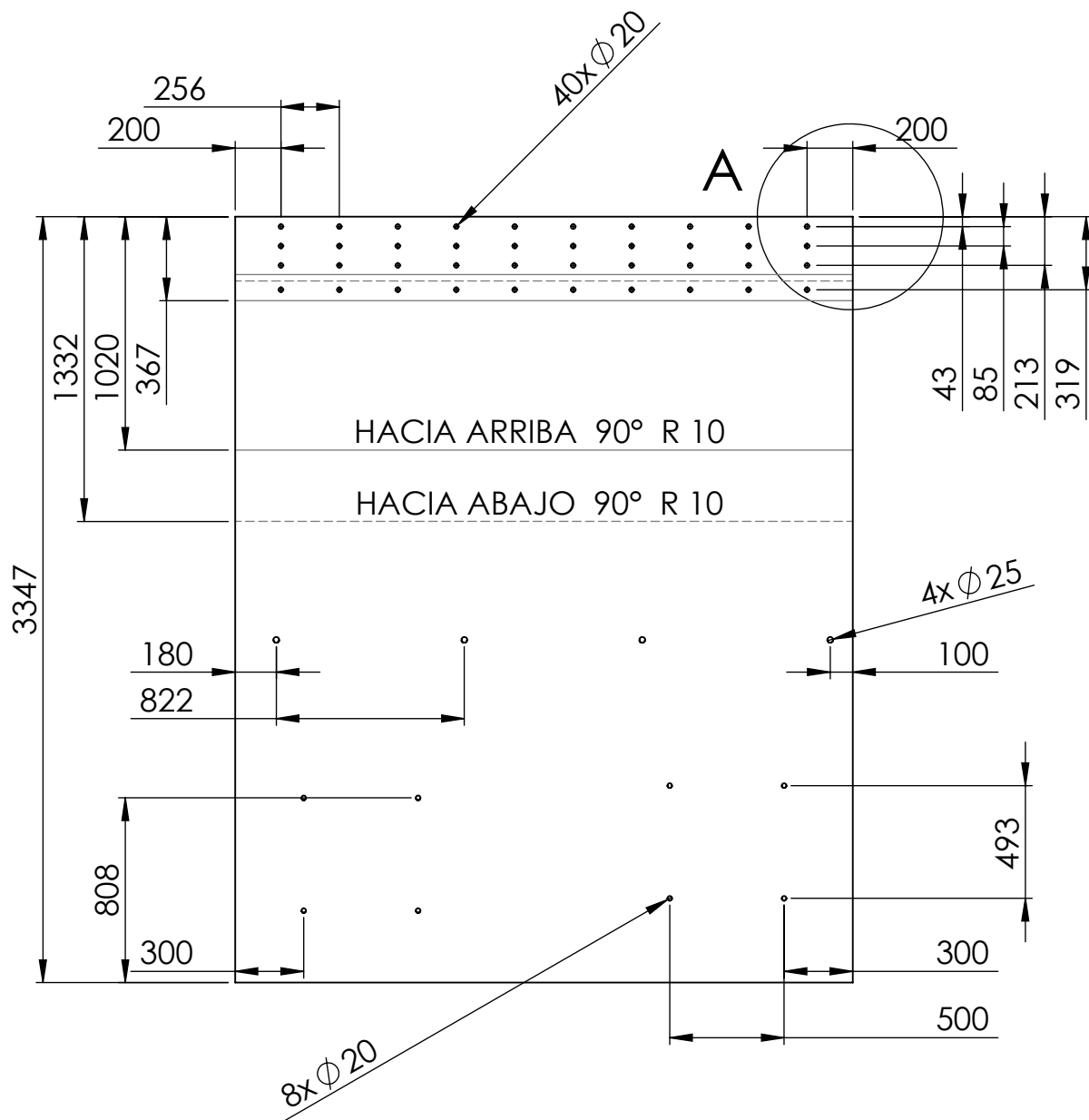


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

TITULO

TAPA RESORTES

	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		PLANO 12
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO	1:10		
APROBO			VIETES, OLIVIA			



DETALLE A
ESCALA 1 : 10

MATERIAL AISI 1045 ESTIRADO EN FRIO ESPESOR 1/2"

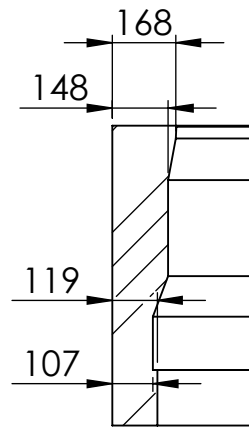
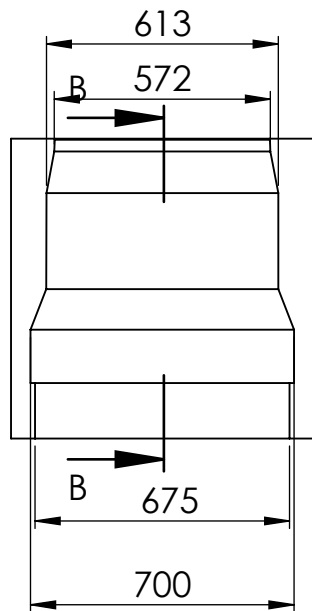


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

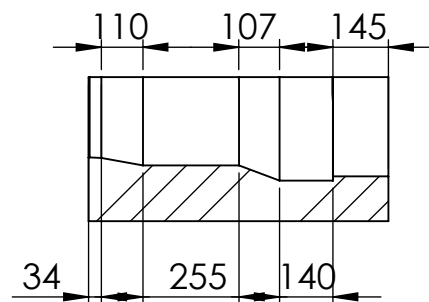
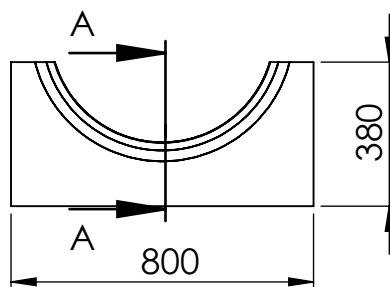
TITULO

CHAPA SOPORTE MOTOR

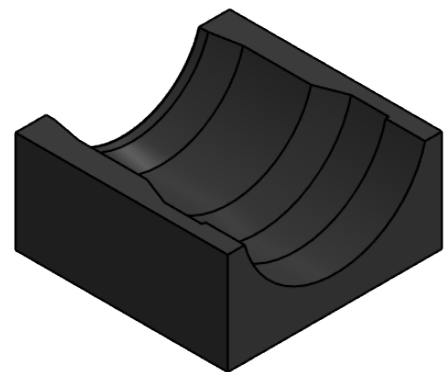
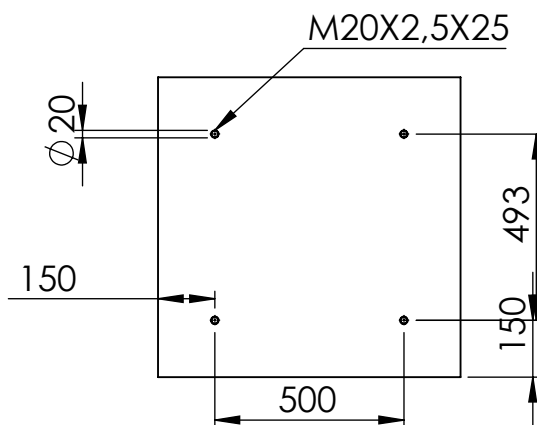
	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO	1:30		PLANO 13
APROBO			VEITES, OLIVIA			



SECCIÓN B-B



SECCIÓN A-A



MATERIAL: CAUCHO SBR

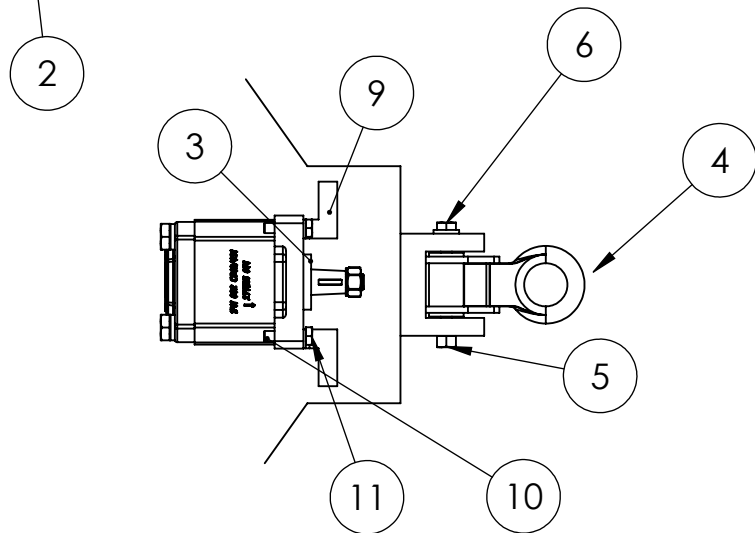
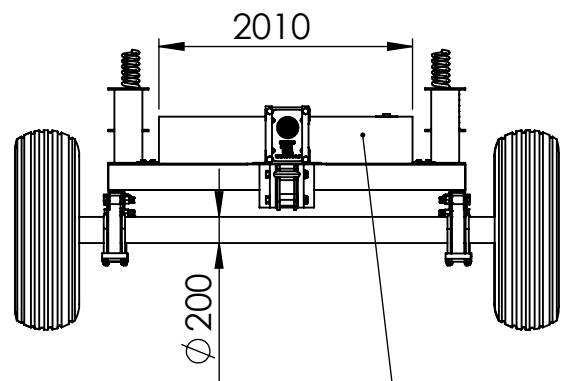


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

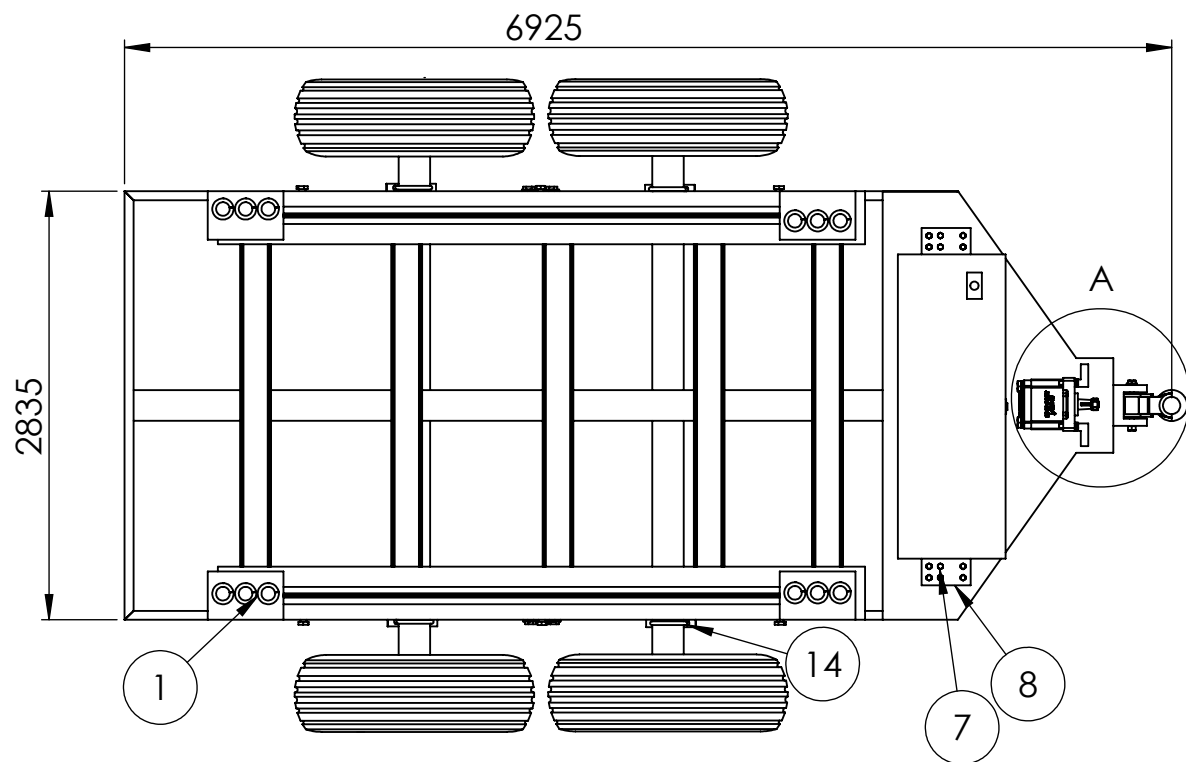
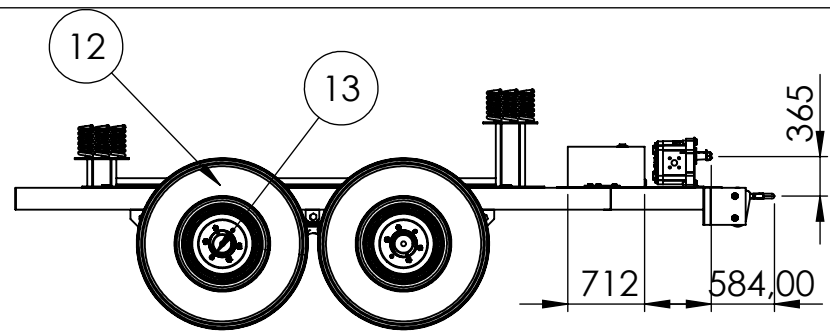
TITULO

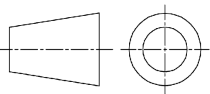
TACO MOTOR

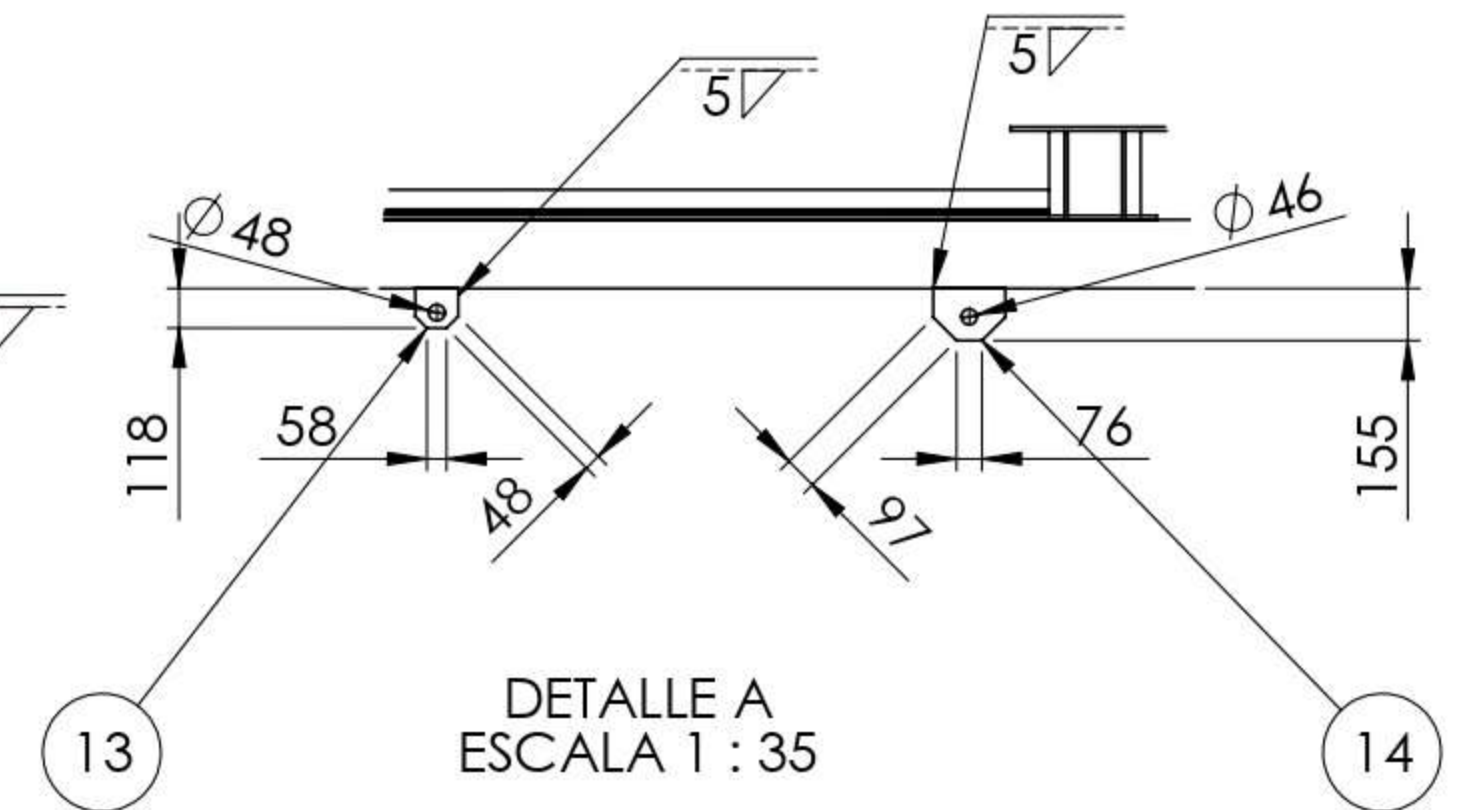
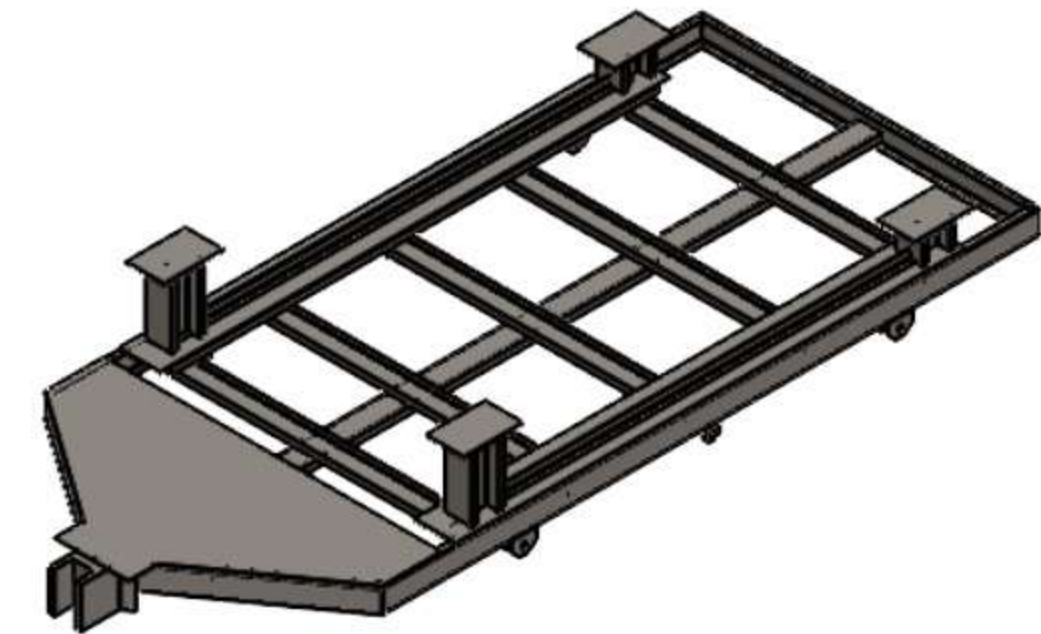
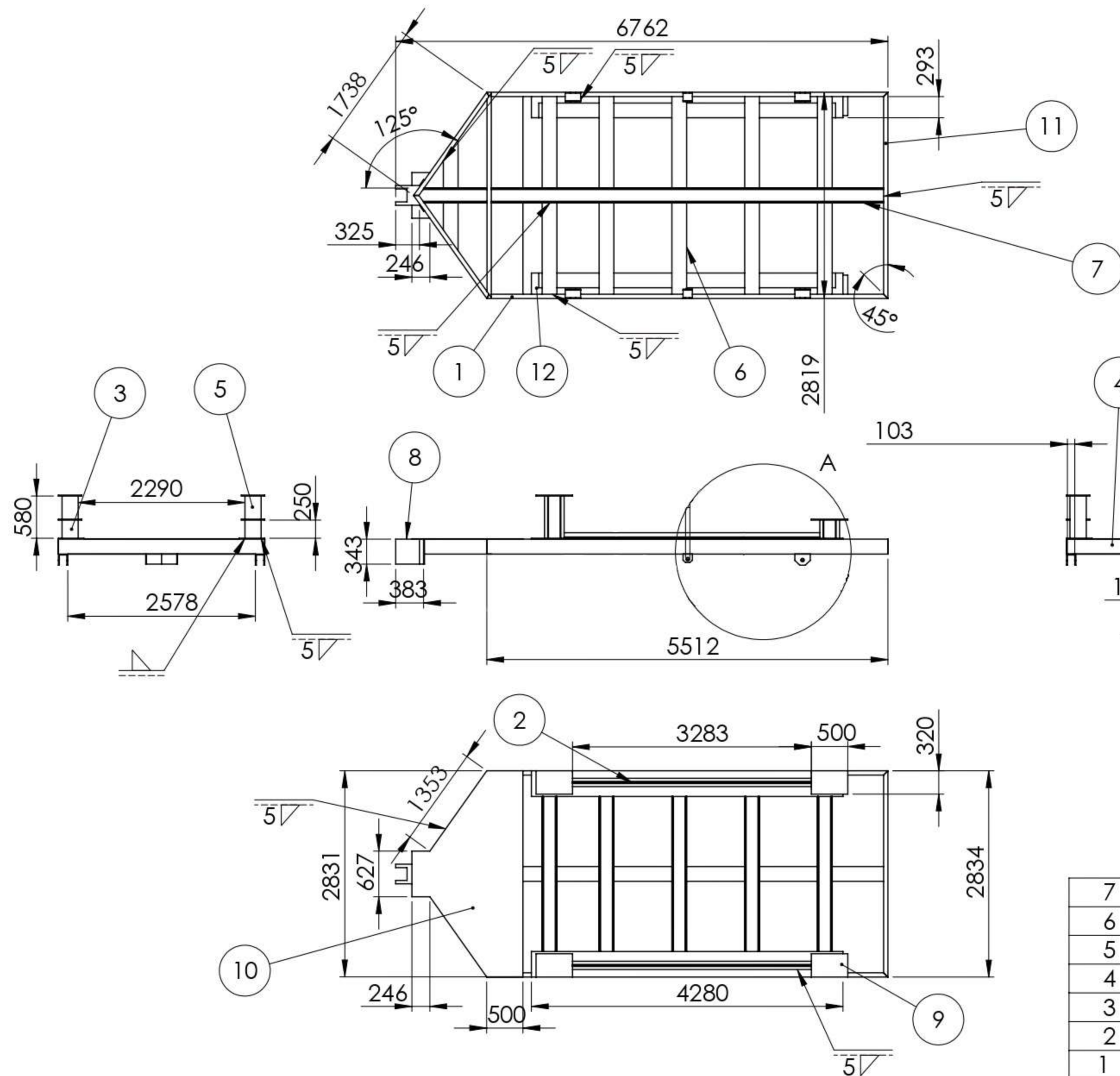
	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO	1:20		PLANO 14
APROBO			VIEITES, OLIVIA			



DETALLE A
ESCALA 1 : 20



13	TREN RODANTE	CONJUNTO DE LLANTAS, EJES Y ELASTICOS.	COM	1	6	TUERCA ENGANCHE	M30 x 3.5 x 300 --85N	COM	2
12	CUBIERTA	CUBIERTA ALTA FLOTACION 18,4-34	COM	4	5	TORNILLO ENGANCHE	DIN 6340-31	COM	2
11	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ROSCA M27 x 110 x 39DIN 6914	COM	4	4	ENGANCHE	ENGANCHE RUBIOLO 30 TN	COM	1
10	TUERCA DE SOPORTE PARA BOMBA	ROSCA M27 x 39-N DIN 6914	COM	4	3	BOMBA HIDRAULICA	BOSCH REXROTH A8VO 200	COM	1
9	SOPORTE	SOPORTE IZQ/DER PARA BOMBA	17	2	2	DEPOSITO HIDRAULICO	TANQUE METALICO DE 500L	COM	1
8	TUERCA FIJACION TANQUE HIDRAULICO	M20 x 2.5	COM	12	1	RESORTE	BORRAR	COM	12
7	TORNILLO FIJACION DE TANQUE HIDRAULICO	M20 x 2.5 x 80	COM	12	NRO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	PLANO	CANT
NRO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	PLANO	CANT	 PROYECTO FINAL ESCUOLA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			TITULO	
								SUBCONJUNTO CHASIS	
					DIBUJO	FECHA	FIRMA	NOMBRE:	ESCALA GENERAL
					APROBO	27/4/26		BIOLATTO VIEITES	1:50
									PLANO 15



14	CHAPA PLEGADA Y CONFORMADA 1/4 (DIMENSIONES EN PLANO)	4
13	CHAPA PLEGADA Y CONFORMADA 1/4 (DIMENSIONES EN PLANO)	2
12	CHAPA 4280 x 293 x ESPESOR 1/4"	2
11	PERFIL C200x57x20.5X2384 mm	1
10	CHAPA ESPESOR 1/4" (DIMENSIONES EN PLANO)	1
9	CHAPA 500 x 320 x ESPESOR 1/4"	4
8	SOPORTE PARA ENGANCHE (COMERCIAL)	1
NRO	DESCRIPCIÓN	CANT

7	PERFIL C200x57x20.5X6514 mm	1
6	PERFIL C200x57x20.5X2819 mm	5
5	PERFIL H 210 x 210 x198 x 580 mm	2
4	PERFIL C200x57x20.5X1738 mm	2
3	PERFIL H 210 x 210 x198 x 250 mm	2
2	PERFIL T ESTRUCTURAL 3 x 4.5 x 3283	2
1	PERFIL C200x57x20.5X5512 mm	2
NRO	DESCRIPCIÓN	CANT



PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

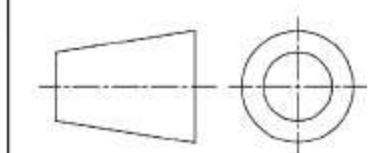
TITULO

SUBCONJUNTO CHASIS

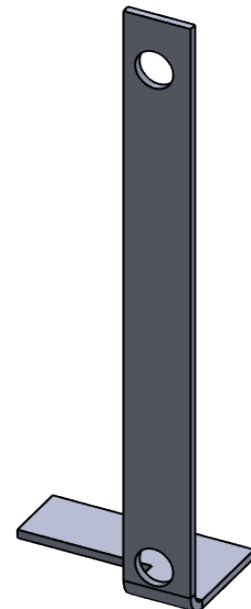
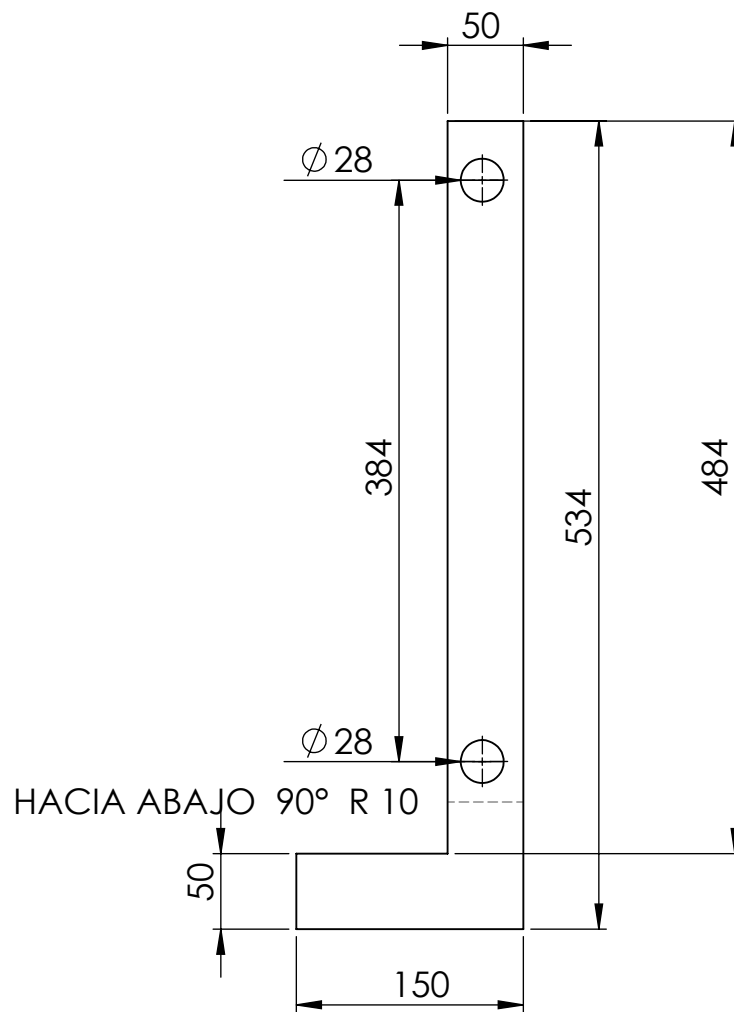
	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO VIEITES
DIBUJO			
APROBO			

ESCALA GENERAL

1:70



PLANO 16



MATERIAL: CHAPA PLEGADA 1/4" ASTM A36

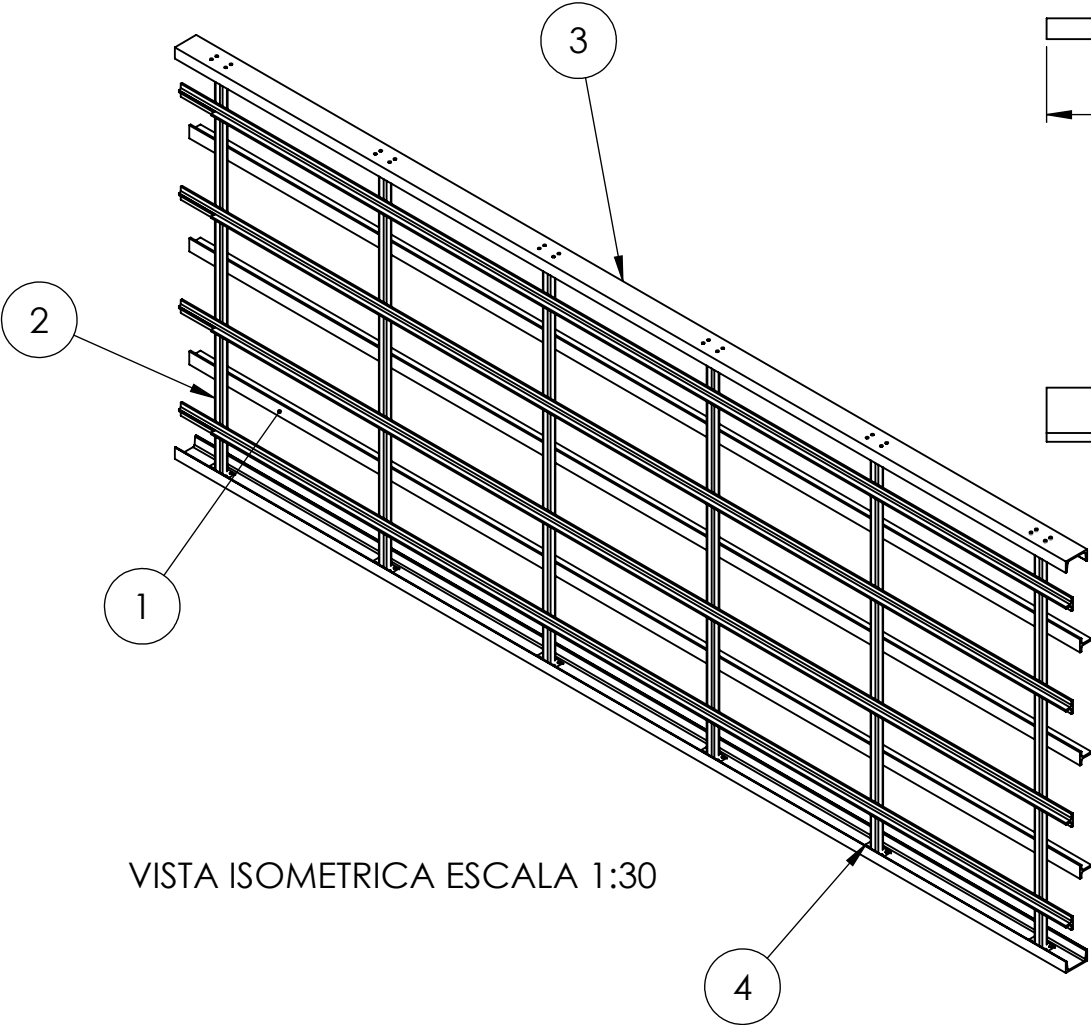
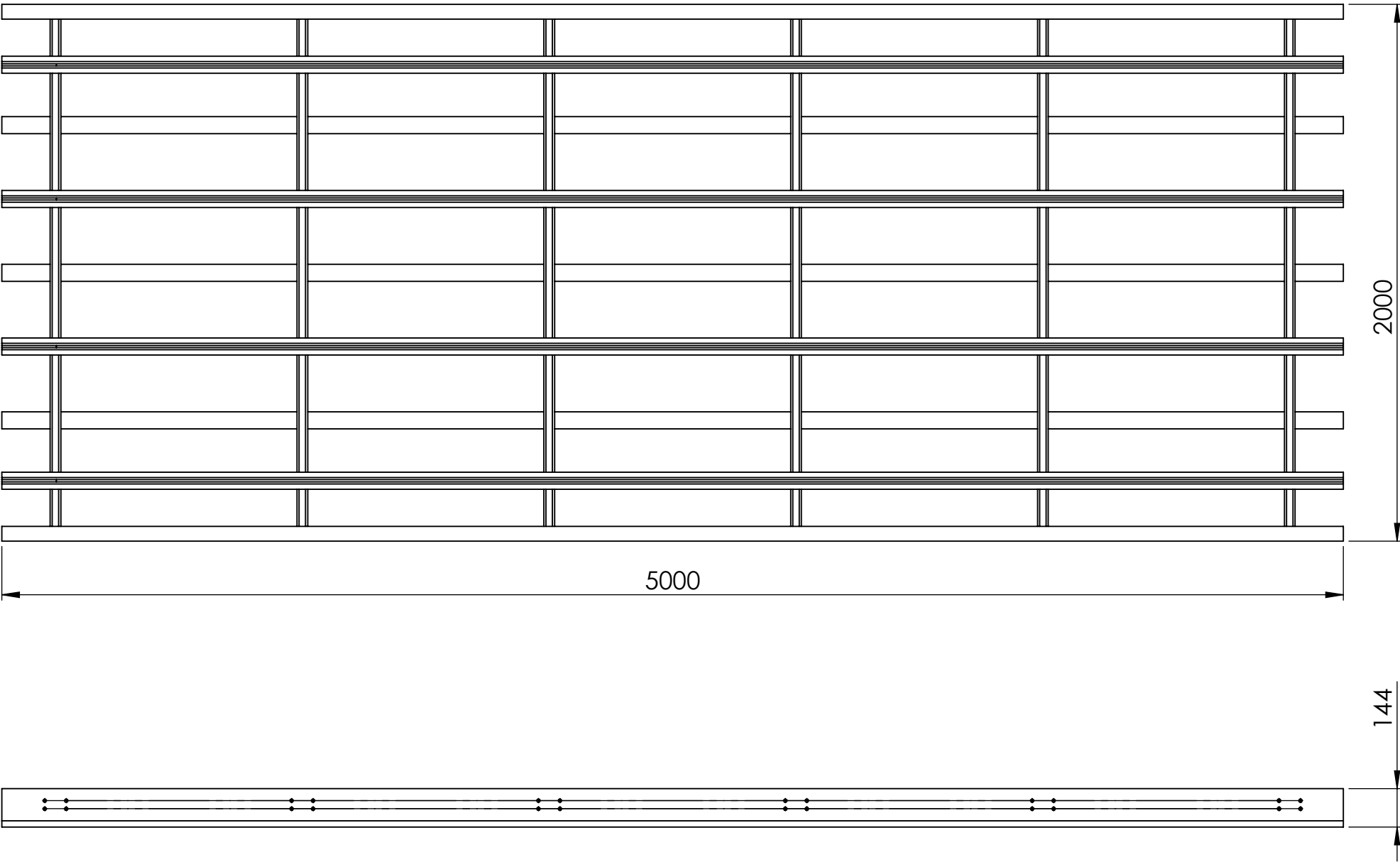


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

TITULO

CHAPA SOPORTE BOMBA

	FECHA	FIRMA	NOMBRE BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA	ESCALA GENERAL		PLANO 17
DIBUJO	27/04/26			1:5		
APROBO						



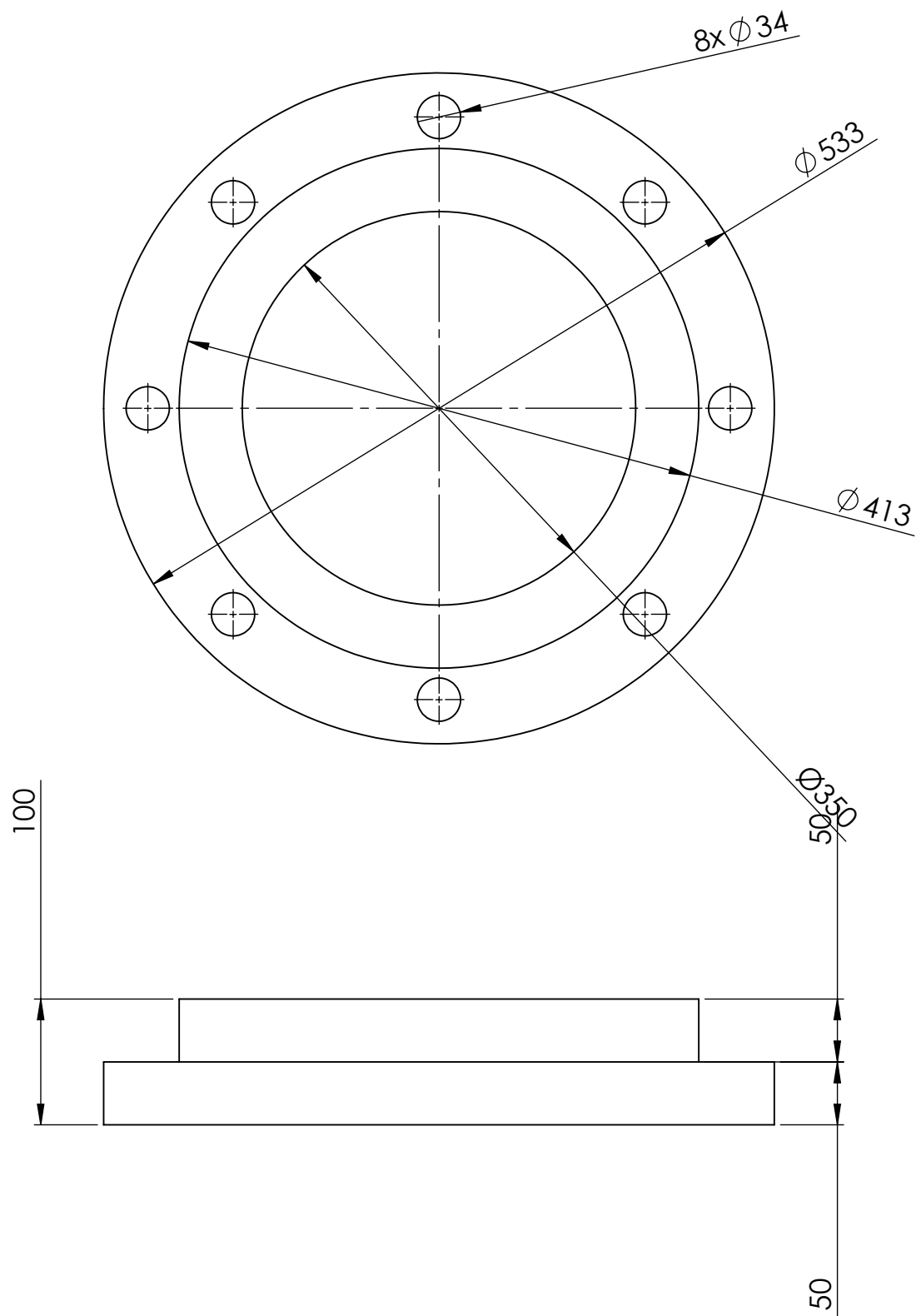
4	CHAPA ASTM A36 110 x 50 mm x 1/4"	12
3	PERFIL CANAL C 120 x 8 x 5000 mm	6
2	TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 40 x 40 x 1990 mm	6
1	PERFIL T 2.50" x 2.50" x 5000 mm	7
NRO	DESCRIPCION	CANT



PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

TITULO
BASTIDOR

	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA	ESCALA GENERAL 1:20		PLANO 18
DIBUJO	27/04/26					
APROBO						



MATERIAL FUNDICION GRIS

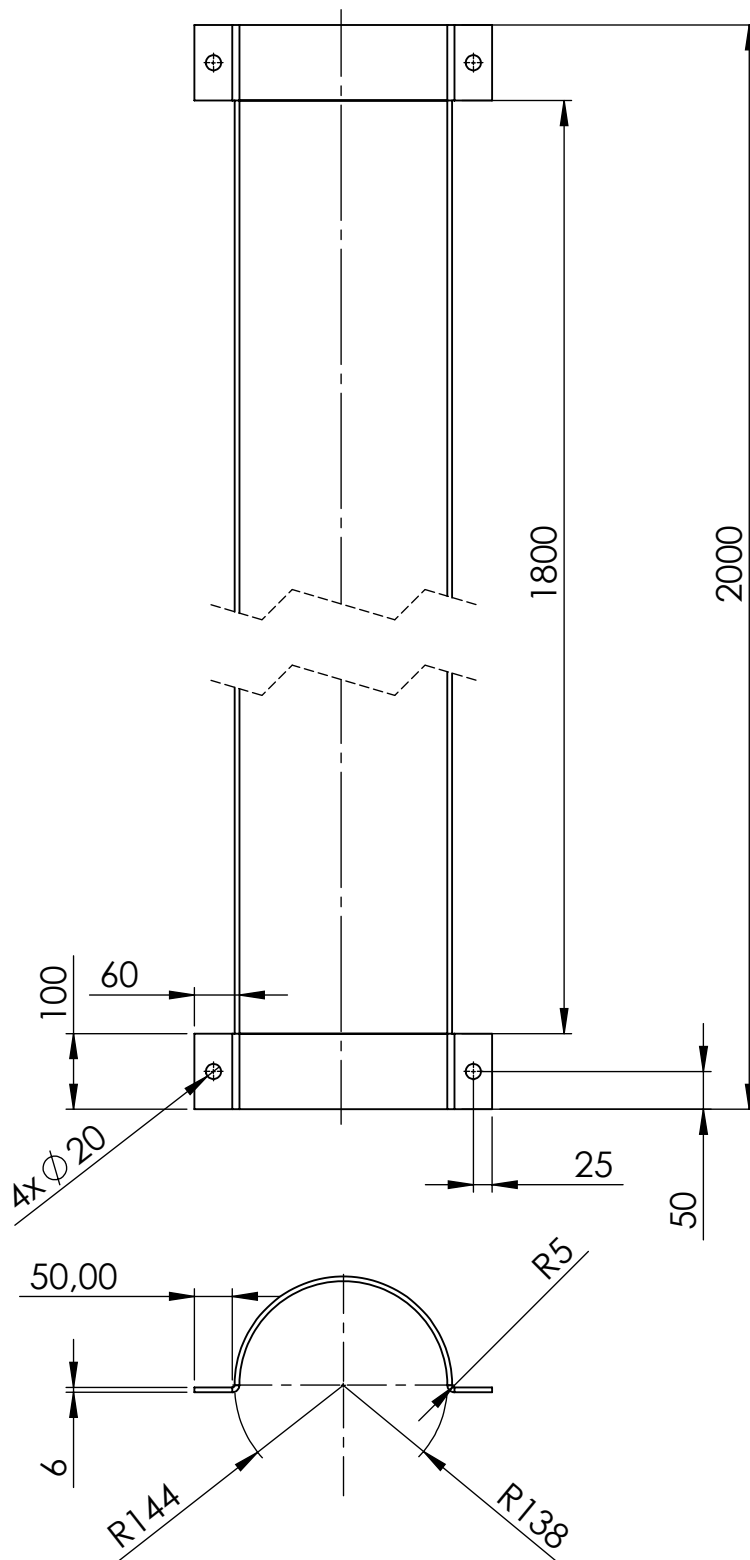


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

TITULO

PORTARODAMIENTO

	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		PLANO 20
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO	1:5		
APROBO			VEITES, OLIVIA			



MATERIAL HARDOX 450 ESPESOR 1/4"

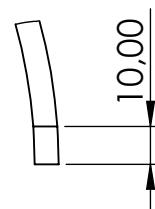
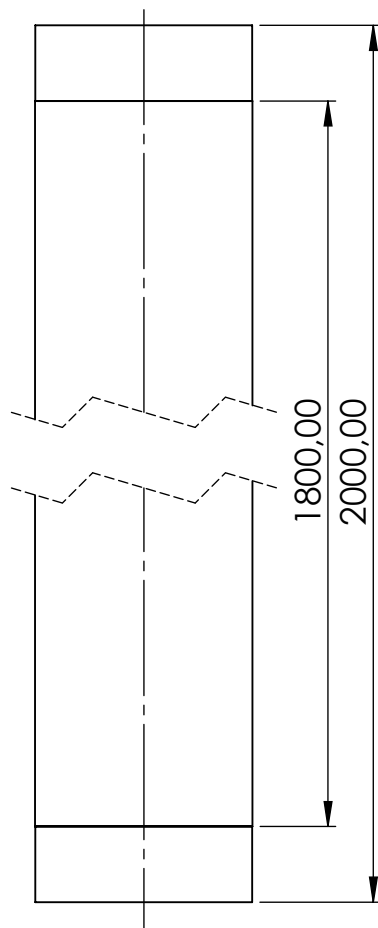


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

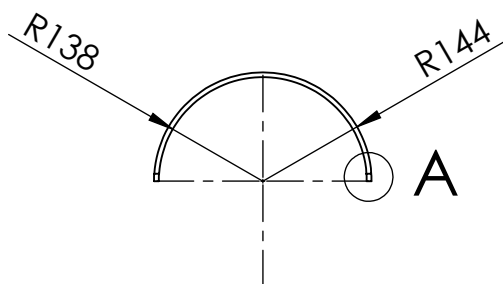
TITULO

PROTECCION SUPERIOR

	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL 1:10		PLANO 21
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO			
APROBO			VIEITES, OLIVIA			



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



MATERIAL ASTM A36 ESPESOR 1/4"

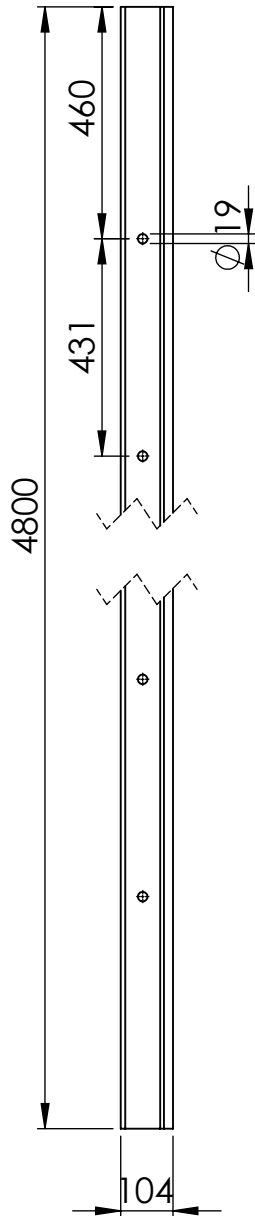
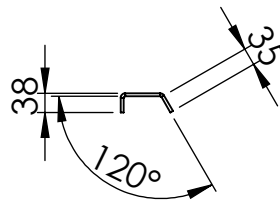


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

TITULO

PROTECCION INFERIOR

	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		PLANO 22
DIBUJO	27/04/26		BIOLATTO, PEDRO	1:10		
APROBO			VIEITES, OLIVIA			



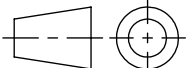
MATERIAL HARDOX 450 ESPESOR 1/4"

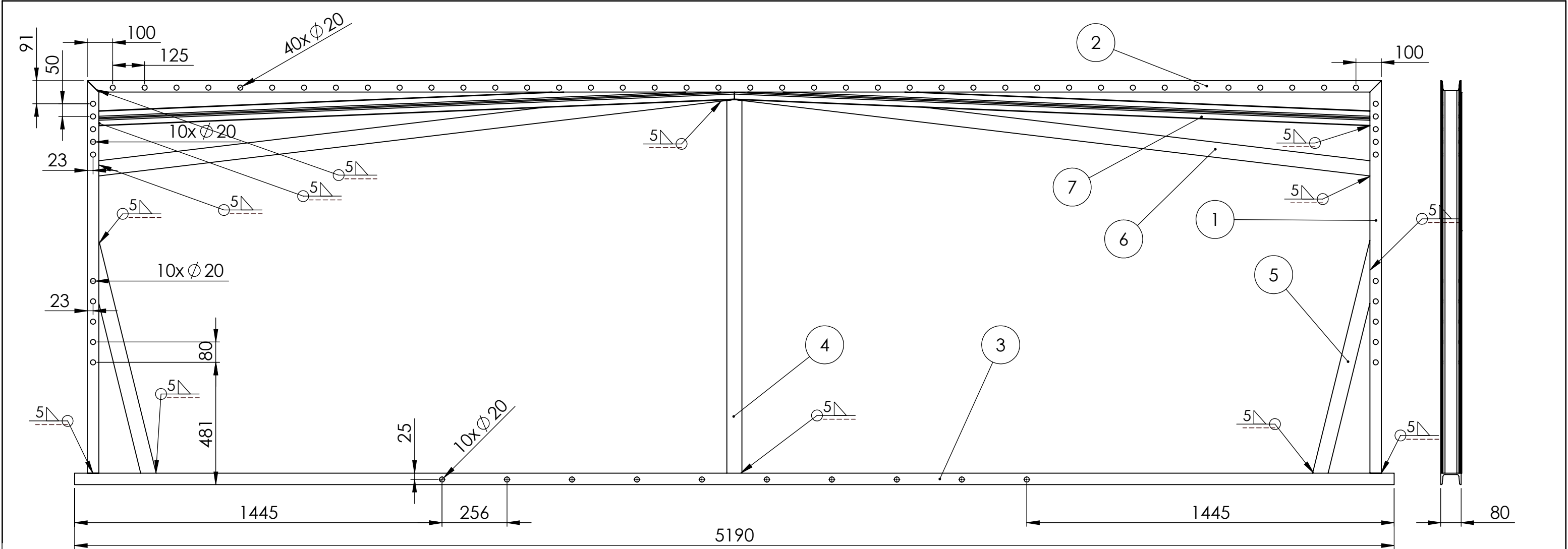


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

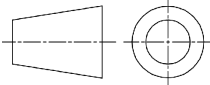
TITULO

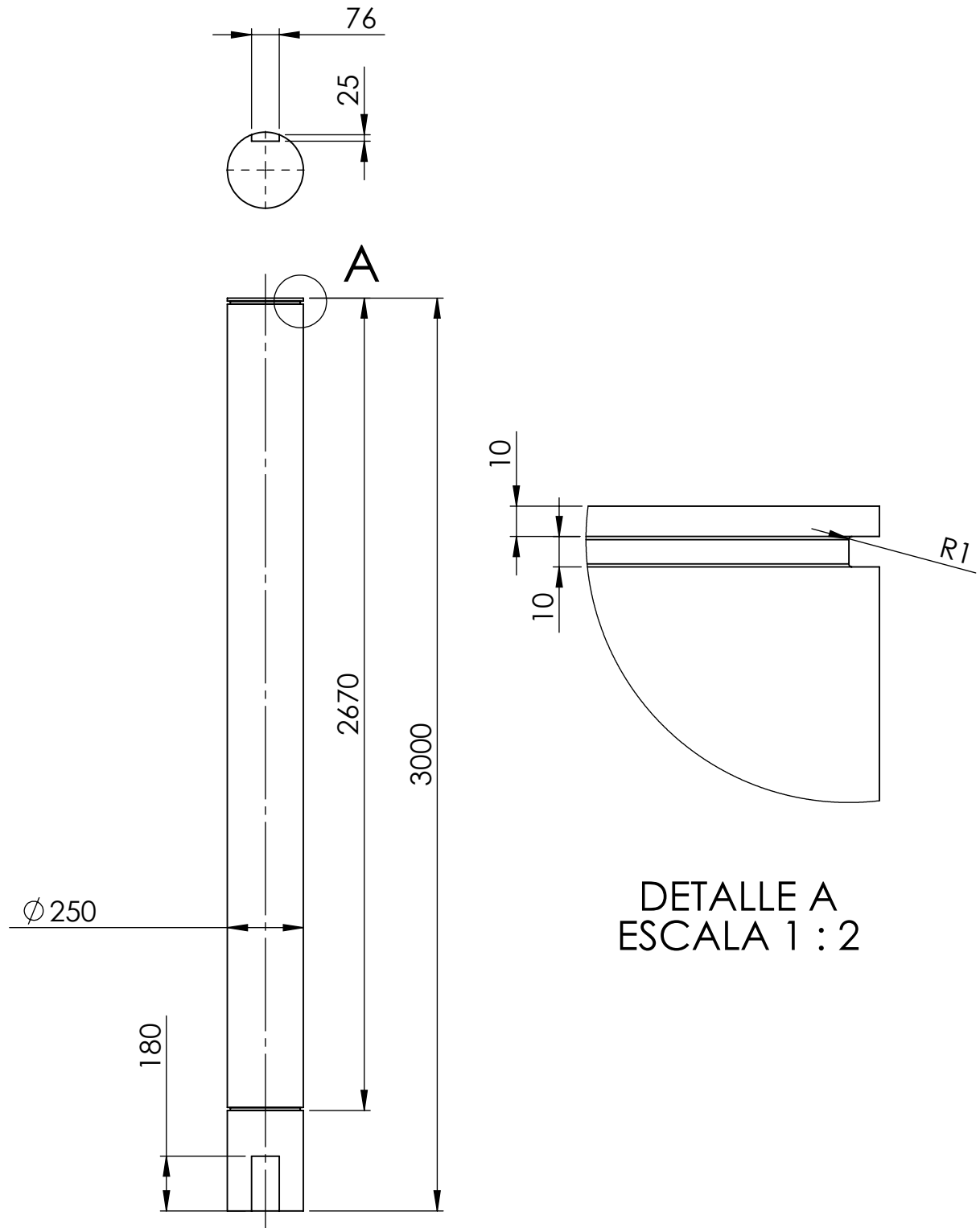
**BARRA PRENSA
ZARANDA**

	FECHA	FIRMA	NOMBRE	ESCALA GENERAL		TITULO
DIBUJO	27/4/26		BIOLATTO - VIEITES	1 : 15		PLANO 23
APROBO						

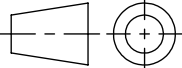


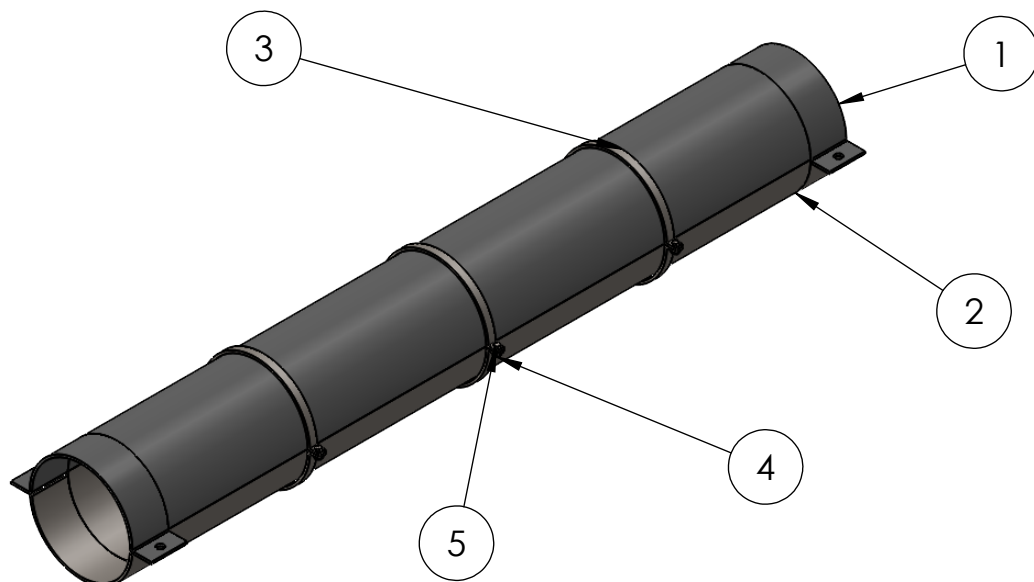
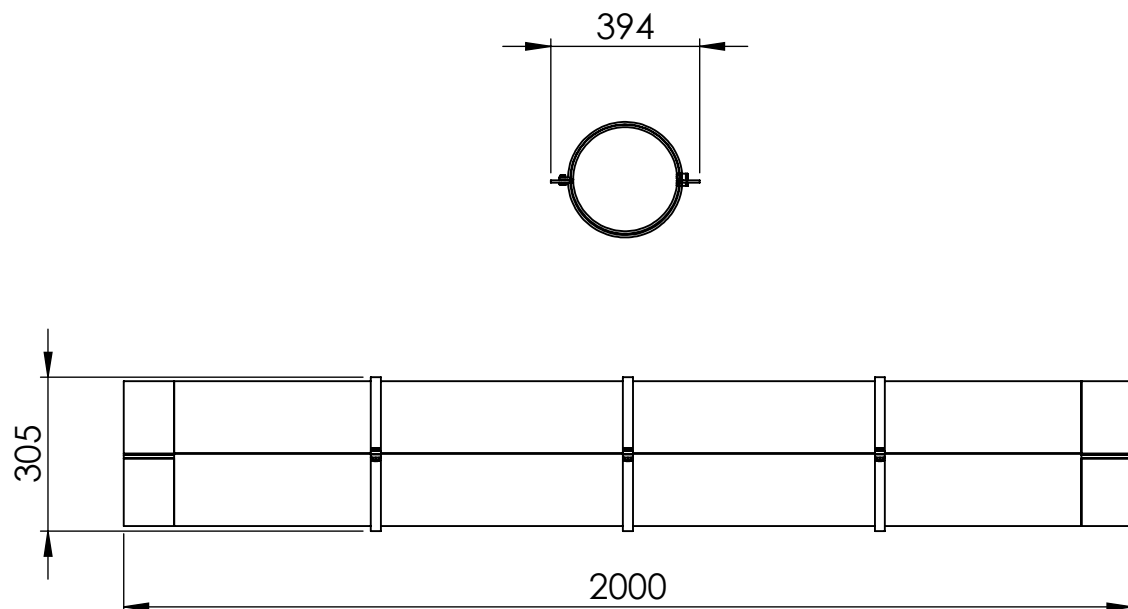
7	PERFIL T ESTRUCTURAL 1.5" x 2.85" x 2506	2
6	PERFIL T ESTRUCTURAL 1.5" x 2.85" x 2522 mm	2
5	PERFIL T ESTRUCTURAL 1.5" x 2.85" x 956 mm	2
4	PERFIL T ESTRUCTURAL 1.5" x 2.85" x 1468 mm	1
3	PERFIL CANAL C80 x 8 x 5190 mm	1
2	PERFIL CANAL C80 x 8 x 5090 mm	1
1	PERFIL CANAL C80 x 8 x 1545 mm	2
NRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

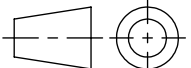
			PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		TITULO ARCO LATERAL		
	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA		ESCALA GENERAL 1:15		PLANO 24
DIBUJO	27/04/26						
APROBO							

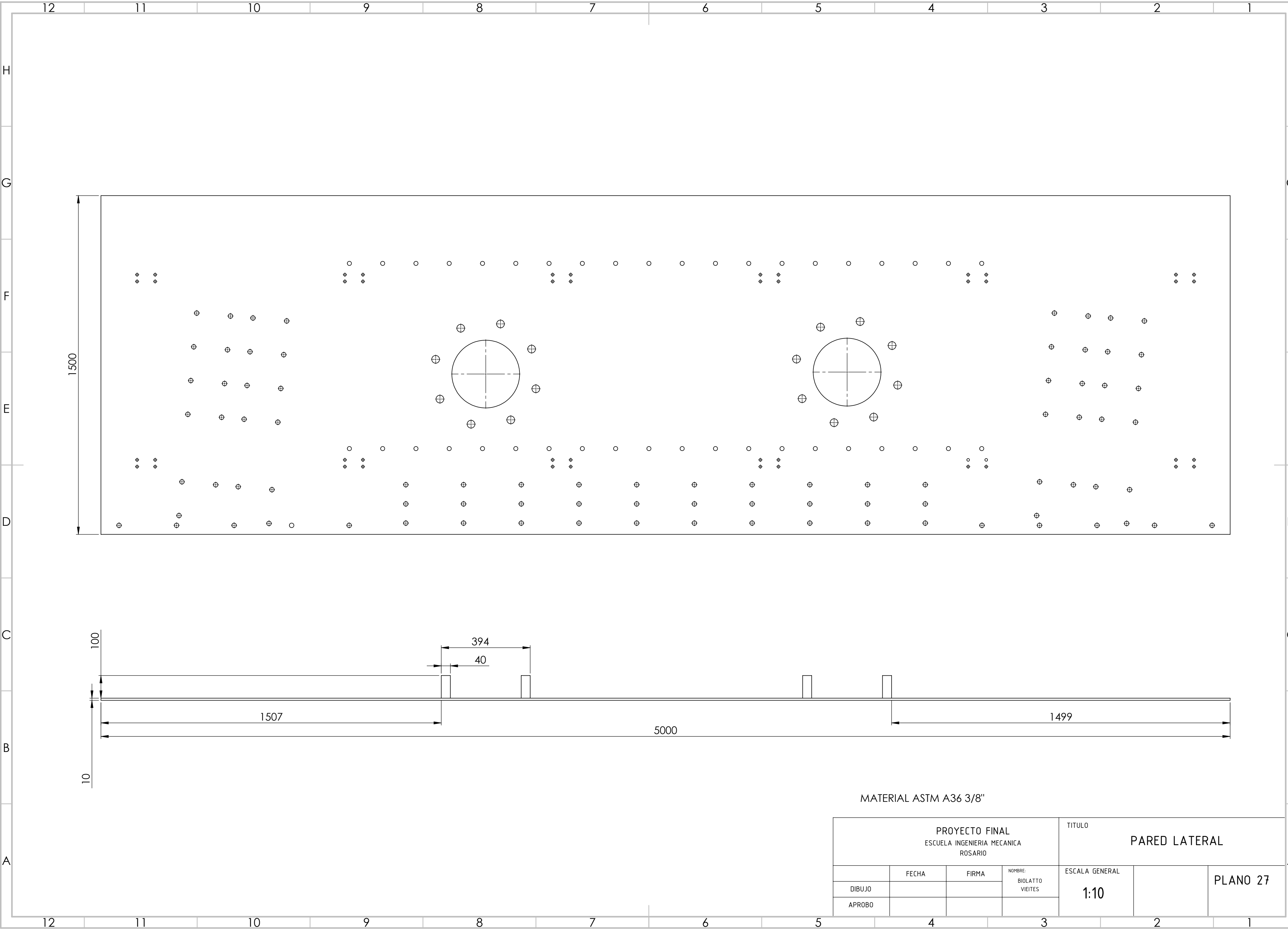


MATERIAL SAE 4140 TEMPLADO Y REVENIDO

 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				TITULO EJE		
	FECHA	FIRMA	NOMBRE BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA	ESCALA GENERAL		PLANO 25
DIBUJO	27/04/26			1:20		
APROBO						



5	Tornillo hexagonal M8	Cabeza hexagonal conformada, M8 x 1,25 x 20 mm, ASME B18.2.3.2M	COM	6
4	Tuerca flange M8	Tuerca hexagonal con brida, M8 x 1,25, ASME B18.2.2.4M	COM	6
3	ARCO ABISAGRADO	DI145 x DE150 x E10	COM	3
2	PROTECCION INFERIOR		P22	1
1	PROTECCION SUPERIOR		P21	1
NRO	NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	PLANO	CANT
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		TITULO PROTECCION EJE		
	FECHA	FIRMA	ESCALA GENERAL 1:40  PLANO 26	
DIBUJO	27/04/26			
APROBO				
		NOMBRE BIOLATTO, PEDRO VIEITES, OLIVIA		



MATERIAL ASTM A36 3/8"

PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				TITULO PARED LATERAL		
	FECHA	FIRMA	NOMBRE: BIOLATTO VIEITES	ESCALA GENERAL		PLANO 27
DIBUJO				1:10		
APROBO						