

Diseño de Noria para Lavado de Arena Localizada en el Departamento de Santander

Edisson Javier Aponte Sandoval y Yeferson Darío Vargas Rubiano

Trabajo de Grado para Optar a Título de Ingeniero Mecánico

Director

Ricardo Alfonso Jaimes Rolón

M.Sc. en Ciencias

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2022

### **Dedicatoria**

A Dios por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y profesional.

A mi querida madre y hermana que me apoyaron incondicionalmente en este largo camino.

A mi familia y amigos más cercanos que de una u otra manera contribuyendo en el proceso.

A esos profesores que me mostraron lo bella que es esta profesión.

A quienes hoy no están, pero desde el cielo nos cuidan.

*Yeferson Darío Vargas Rubiano*

A mi familia que me ha apoyado a lo largo de mi vida, en especial a mi madre que estuvo conmigo en los mejores y peores momentos de mi vida guiándome hacia el camino correcto con amor y paciencia.

A mi madrina Jenny Alfonzo Gonzales que siempre me ayudo con cariño y respeto, nunca dudo de mis capacidades y estuvo siempre atenta de mí.

A mis amigos, que constantemente me apoyaron en el transcurso de mi proceso estudiantil.

A esos profesores que me mostraron lo importante que es esta profesión.

*Edisson Javier Aponte Sandoval*

### **Agradecimientos**

Al profesor Ricardo Alfonso Jaimes Rolón director del proyecto, por la confianza depositada en nosotros, dedicación y compromiso con el desarrollo del proyecto.

A los profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica, por ser nuestros guías y ejemplos que seguir en el proceso de formación como ingenieros.

A bienestar universitario, por brindarnos ese gran apoyo con el servicio de comedores.

A todas las personas que de una u otra manera tuvieron participación en el desarrollo de este proyecto.

**Tabla de Contenido**

Introducción .....	16
1. Diseño de Noria para Lavado de Arena Localizada en el Departamento de Santander .....	17
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.3 OBJETIVOS .....	20
1.3.1 Objetivo General .....	20
1.3.2 Objetivos Específicos .....	20
2. Referentes Teóricos .....	21
2.1 CONCRETO HIDRÁULICO .....	21
2.2 COMPONENTES DEL CONCRETO .....	21
2.2.1 Cemento .....	22
2.2.2 Agua .....	23
2.2.3 Agregados .....	24
2.3 GRANULOMETRÍA .....	25
2.4 PRESENCIA DE SUSTANCIAS PERJUDICIALES .....	26
2.4.1 Contenido de Materia Orgánica .....	26
2.4.2 Presencia de Sustancias Perjudiciales .....	26
2.5 NTC 78 .....	27
2.6 PROCESO DEL DISEÑO MECÁNICO .....	28
3. Presentación de Alternativas .....	30
3.1 LAVADORA TIPO CRIBA VIBRATORIA .....	30
3.2 LAVADORA TIPO CILINDRO ROTATIVO .....	31

3.3 LAVADORA TIPO NORIA .....	32
4. Diseño y Selección la Noria para Lavado de Arena .....	33
4.1 SELECCIÓN DE ALTERNATIVA .....	33
4.1.1 Costo de Operación.....	33
4.1.2 Facilidad de Transporte.....	34
4.1.3 Manejo.....	34
4.1.4 Mantenimiento .....	34
4.1.5 Matriz de Valoración de Criterios.....	34
4.1.6 Matriz de Decisión.....	35
4.2 DEFINICIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA.....	39
4.2.1 Bastidor.....	41
4.2.2 Tanque.....	41
4.2.3 Sistema de Entrada.....	42
4.2.4 Sistema de Transmisión de Potencia.....	43
4.2.5 Motor.....	44
4.2.6 Rueda.....	45
4.2.7 Sistema de Salida .....	46
4.3 DISEÑO EN DETALLE DE LA MÁQUINA .....	46
4.3.1 Tipo de Material Empleado .....	46
4.3.2 Cálculo del Radio de la Noria.....	47
4.3.3 Cálculo del Peso de la Noria.....	48
4.3.4 Cálculo Experimental de la Fuerza Producida por la Arena Dentro del Agua .....	48
4.3.5 Cálculo de Fuerzas.....	56

4.3.6 Diseño del Eje .....	58
4.3.7 Cálculo del Diámetro .....	62
4.3.8 Cálculo del Torque del Motor.....	66
4.3.9 Selección de Rodamiento.....	67
4.3.10 Cálculo de las Cuñas .....	68
4.3.11 Cálculo de la Soldadura .....	71
5. Análisis Estructural por el Método de Elementos Finitos .....	73
5.1 TANQUE.....	73
5.1.1 Tensión.....	73
5.1.2 Desplazamiento.....	74
5.2 SOPORTE DEL MOTOR .....	75
5.2.1 Tensión del Soporte del Motor .....	75
5.2.2 Desplazamiento del Soporte del Motor.....	76
5.3 SOPORTE CENTRAL .....	77
5.3.1 Tensión del Soporte Central.....	77
5.3.2 Desplazamiento del Soporte Central.....	78
6. Documentación para la Construcción del Sistema de Lavado de Arena Tipo Noria Basada en Hojas de Ruta.....	79
6.1 ENSAMBLE GENERAL.....	80
6.2 ENSAMBLE SUBCONJUNTO MOTOR.....	82
6.3 ENSAMBLE SUBCONJUNTO RUEDA.....	83
6.4 ENSAMBLE SUBCONJUNTO ENTRADA .....	84
6.5 ENSAMBLE SUBCONJUNTO TANQUE .....	85

6.6 ENSAMBLE SUBCONJUNTO SALIDA .....	86
7. Viabilidad Financiera del Diseño.....	87
7.1 COSTOS.....	87
7.2 ANÁLISIS DE VIABILIDAD .....	88
8. Conclusiones .....	91
Referencias Bibliográficas .....	92

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
TABLA 1. COMPOSICIÓN DEL CEMENTO DE PORTLAND.....	22
TABLA 2. TOLERANCIA DE CONCENTRACIONES DE IMPUREZAS EN EL AGUA DE MEZCLAS.....	23
TABLA 3. TAMAÑO DE LA MUESTRA SEGÚN EL TAMAÑO NOMINAL .....	28
TABLA 4. VALORES PARA CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	34
TABLA 5. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	35
TABLA 6. REDUCTOR DE VELOCIDAD .....	43
TABLA 7. MOTOR.....	44
TABLA 8. TORQUE PARA CADA CAJÓN.....	57
TABLA 9. TAMAÑO DE LAS CUÑAS EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DEL EJE .....	69
TABLA 10. DIÁMETRO DE LAS CUÑAS .....	70
TABLA 11. DIMENSIONES DE RESALTES Y RADIOS.....	71
TABLA 12. SOLDADURA SOPORTE CENTRAL.....	72
TABLA 13. SOLDADURA CAJÓN .....	72
TABLA 14. SOLDADURA SOPORTE DEL MOTOR.....	73
TABLA 15. HOJA DE RUTA 1 .....	80
TABLA 16. HOJA DE RUTA 2.....	82
TABLA 17. HOJA DE RUTA 3.....	83
TABLA 18. HOJA DE RUTA 4.....	84
TABLA 19. HOJA DE RUTA 5 .....	85
TABLA 20. HOJA DE RUTA 6.....	86
TABLA 21. COSTO DE LOS MATERIALES .....	87

TABLA 22. MANO DE OBRA ..... 87

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
FIGURA 1. PASOS EN EL PROCESO DE DISEÑO .....	29
FIGURA 2. CRIBA VIBRATORIA .....	31
FIGURA 3. CILINDRO ROTATIVO .....	32
FIGURA 4. NORIA PARA LAVADO DE ARENA .....	33
FIGURA 5. BOCETO NORIA VISTA LATERAL .....	36
FIGURA 6. BOCETO NORIA VISTA FRONTAL .....	36
FIGURA 7. BOCETO SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA .....	37
FIGURA 8. BOCETO BASTIDOR .....	37
FIGURA 9. BOCETO CONTENEDOR O TANQUE .....	38
FIGURA 10. BOCETO RUEDA NORIA .....	38
FIGURA 11. NORIA .....	39
FIGURA 12. VISTA EXPLOSIONADA DE LA MÁQUINA .....	40
FIGURA 13. BASTIDOR .....	41
FIGURA 14. TANQUE .....	42
FIGURA 15. SISTEMA DE ENTRADA.....	42
FIGURA 16. REDUCTOR DE VELOCIDAD .....	43
FIGURA 17. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.....	44
FIGURA 18. PLANO DEL MOTOR .....	45
FIGURA 19. SISTEMA DE LA RUEDA .....	45
FIGURA 20. SISTEMA DE SALIDA .....	46
FIGURA 21. MARCADO.....	49

FIGURA 22. CORTE DE LÁMINAS.....	49
FIGURA 23. LAMINAS CORTADAS .....	50
FIGURA 24. DOBLADO DE LÁMINAS .....	50
FIGURA 25. REMACHADO DE CAJONES .....	51
FIGURA 26. CORTE DE PERFILES.....	51
FIGURA 27. PERFILES CORTADOS .....	52
FIGURA 28. PERFILES SOLDADOS .....	52
FIGURA 29. UNIÓN PERFILES Y CAJÓN.....	53
FIGURA 30. CAJONES CON TAMIZ.....	53
FIGURA 31. MONTAJE .....	54
FIGURA 32. MONTAJE CON ARENA.....	54
FIGURA 33. TOMA DEL PESO .....	55
FIGURA 34. CAJÓN CON ARENA FUERA DEL AGUA.....	55
FIGURA 35. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DE ARENA EN LA RUEDA .....	56
FIGURA 36. DIAGRAMA PARA CÁLCULO DE LA DISTANCIA HORIZONTAL.....	56
FIGURA 37. CÁLCULOS DISTANCIAS Y TORQUES .....	57
FIGURA 38. DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN EL EJE.....	58
FIGURA 39. ANÁLISIS PLANO XY.....	59
FIGURA 40. DIAGRAMA CORTANTE .....	60
FIGURA 41. DIAGRAMA FLECTOR.....	60
FIGURA 42. ANÁLISIS PLANO XZ 2 .....	61
FIGURA 43. DIAGRAMA CORTANTE 2 .....	61
FIGURA 44. DIAGRAMA FLECTOR 2 .....	62

FIGURA 45. EJE .....	66
FIGURA 46. RODAMIENTOS DE UNA HILERA DE RODILLOS CÓNICOS EN PULGADAS .....	67
FIGURA 47. DIMENSIONES DE RESALTES Y RADIOS .....	68
FIGURA 48. CUÑAS CUADRADAS .....	69
FIGURA 49. FUERZAS SOBRE LA CUÑA .....	70
FIGURA 50. TENSIÓN EN EL TANQUE .....	74
FIGURA 51. DESPLAZAMIENTO EN EL TANQUE .....	75
FIGURA 52. TENSIÓN DEL SOPORTE DEL MOTOR.....	76
FIGURA 53. DESPLAZAMIENTO DEL SOPORTE DEL MOTOR.....	77
FIGURA 54. TENSIÓN DEL SOPORTE CENTRAL .....	78
FIGURA 55. DESPLAZAMIENTO DEL SOPORTE CENTRAL .....	79
FIGURA 56. PLANO DE EXPLOSIÓN .....	81
FIGURA 57. SUBENSAMBLES .....	81
FIGURA 58. SUBENSAMBLE MOTOR.....	82
FIGURA 59. SUBENSAMBLE RUEDA .....	83
FIGURA 60. SUBENSAMBLE ENTRADA .....	84
FIGURA 61. SUBENSAMBLE TANQUE .....	85
FIGURA 62. SUBENSAMBLE SALIDA.....	86
FIGURA 63. COSTOS DE LOS MODELOS DEL MERCADO.....	88

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
APÉNDICE A. PLANOS NORIA .....	94
APÉNDICE B. HOJAS DE RUTA.....	120
APÉNDICE C. ILUSTRACIONES DE LOS VIDEOS GUÍA.....	131
APÉNDICE D. SELECCIÓN DEL MOTOR .....	134
APÉNDICE E. SELECCIÓN DEL REDUCTOR .....	136
APÉNDICE F. ACOPLA EJE. ....	137
APÉNDICE G. PRECIOS DE REFERENCIA .....	138
APÉNDICE H. SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS.....	148

### Resumen

**Título:** diseño de noria para lavado de arena localizada en el departamento de Santander

**Autores:** Edison Javier Aponte Sandoval y Yeferson Darío Vargas Rubiano

**Palabras clave:** Noria, arena, granulometría, cemento, tamiz y limo.

**Descripción:** Como consecuencia del incesante progreso de la sociedad la población humana ha aumentado trayendo consigo la necesidad de construir nuevos y más altas edificaciones para uso habitacional, recreativo y económico; estas estructuras requieren el uso de materiales de la más alta calidad y sobre todo libre de impurezas.

El concreto es una parte esencial en las nuevas construcciones, pero es susceptible a las fallas causadas por contaminantes en sus componentes: cemento, agua y especialmente agregados; en García Rovira la extracción de arena, la cual es gran parte de los agregados del concreto, no ha logrado las ganancias esperables debido a la composición de la misma no cumple con los estándares de la industria, por esta razón, se decidió ejecutar el diseño de un equipo con una capacidad de lavado de arena de entre 5 y 15  $\frac{m^3}{hora}$ , ofreciendo una alternativa a las empresas pequeñas y medianas de la región. La elección del sistema de lavado de arena tipo noria destaca por ser un equipo más económico, fácil de instalar y capaz de manejar un amplio rango de volúmenes de producción respecto a las demás alternativas. La máquina cumple con el objetivo de la purificación de la arena mediante su tamizado hecho por la rueda giratoria que es impulsada mediante una transmisión sinfín-corona y un motor eléctrico.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director Ricardo Alfonso Jaimes Rolón. M.Sc. en Ciencias.

### Abstract

**Title:** Design of a wheel for sand washing located in the department of Santander

**Authors:** Edison Javier Aponte Sandoval y Yeferson Darío Vargas Rubiano

**Key words:** Ferris wheel, sand, granulometry, cement, sieve and silt.

**Summary:** As a consequence of the incessant progress of society, the human population has increased bringing with it the need to build new and higher buildings for housing, recreational and economic use; these structures require the use of materials of the highest quality and above all free of impurities.

Concrete is an essential part in new constructions, but it is susceptible to failures caused by contaminants in its components: cement, water and especially aggregates; in Garcia Rovira the extraction of sand, which is a large part of the aggregates of concrete, has not achieved the expected gains due to the composition of the same does not meet industry standards, for this reason, it was decided to execute the design of an equipment with a sand washing capacity of between 5 y  $15 \frac{m^3}{hora}$ , offering an alternative to small and medium enterprises in the region. The choice of the waterwheel type sand washing system stands out for being a more economical equipment, easy to install and capable of handling a wide range of production volumes with respect to the other alternatives. The machine fulfills the objective of purifying the sand by screening it through a rotating wheel that is driven by an auger-crown transmission and an electric motor.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director Ricardo Alfonso Jaimes Rolón. M.Sc. en Ciencias.

## **Introducción**

El hormigón es el material de construcción más utilizado para todo tipo de construcciones tales como puentes, edificaciones, túneles y pavimentación de vías entre otros; para la mayor parte de las aplicaciones es necesario asegurar que el concreto cumple con ciertas propiedades, las cuales dependen de varios factores, incluidas las propiedades de sus componentes, el tipo y tiempo de fraguado además de las condiciones medioambientales a las que es sometido.

Uno de los elementos que conforman la mezcla del hormigón es la arena, también llamada agregado fino, que tiene un gran impacto en el resultado final del concreto. Actualmente en la región de García Rovira se extrae por distintas empresas gran cantidad de este material, no obstante, la arena extraída no cumple con las regulaciones actuales en la industria de la construcción, debido a su baja calidad, las constructoras optan por traer desde otras regiones un material de mejor calidad aumentando el costo de dichas obras y disminuyendo las ganancias posibles de las extractoras regionales.

Por lo anteriormente mostrado mediante este proyecto se pretende diseñar una máquina capaz de realizar la correcta limpieza de la arena conforme a la normativa vigente de la ASME que regula la granulometría de los agregados finos en el proceso de elaboración del concreto, orientada a empresas pequeñas y medianas.

## **1. Diseño de Noria para Lavado de Arena Localizada en el Departamento de Santander**

### **1.1 Formulación del Problema**

En la actualidad, el concreto es el material de construcción de mayor uso en todo tipo de construcciones. La calidad del concreto depende de factores como: su naturaleza, materiales, propiedades, diseño de mezcla, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los procesos estructurales.

“En el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y propiedades relativas de los materiales integrantes” (Sahuaraura Simbron, 2014).

El uso de agregados en el concreto tiene como objetivo reducir los costos en la producción de la mezcla y aportar a la resistencia final del material, es un material que tiene una participación entre el 65% y el 70% del total de la mezcla de concreto.

Existe un límite en el contenido de agregados gruesos dado por la trabajabilidad del concreto, los agregados finos deben estar dosificados de forma tal que permitan una buena trabajabilidad y brinden cohesión a la mezcla, pero a la vez no deben estar en exceso porque perjudicarían la manejabilidad y la resistencia del concreto. (Silva, 2020).

Actualmente la arena que se utiliza en García Rovira proviene básicamente de la explotación en las orillas de los ríos Chicamocha y servita, sin embargo, el problema se basa en que estas arenas no son de primera calidad ya que no cumplen las normas ASTM que define la granulometría necesaria para que la arena pueda ser utilizada como agregado en la fabricación del hormigón y otros elementos utilizados en la industria de la construcción. Siendo Santander una

zona altamente montañosa del país colombiano, los proyectos de creación de vías o mejoramiento vial son muy abundantes.

Al estar contaminadas estas arenas con diferentes productos, las industrias encargadas de grandes construcciones en la zona ven dicha arena como un elemento poco favorable para utilizar, lo cual provoca una baja en la compra de este producto, se observa un incremento notable en el acopio de todas las plantas productoras de arena en esta región. Por esta razón se busca emplear un sistema con el fin de purificar dicha arena mediante un proceso de lavado. Al existir varias máquinas que pueden hacer este proceso, se debe escoger la que cuenta con las mejores características y hacer un modelado utilizando el software SolidWorks.

## **1.2 Justificación de la Solución del Problema**

En las últimas décadas se ha producido un incremento poblacional y un crecimiento económico que han llevado a una notable expansión de zonas urbanas. En este crecimiento urbano se observa en la construcción de edificaciones el uso masivo de materiales como el concreto, ladrillo y acero; reduciendo el uso masivo de materiales tradicionales como el adobe, tapial y madera para la construcción; de tal manera que en la actualidad casi la totalidad de edificaciones de diversas formas estructurales utilizan para su construcción el concreto (Aponte Correa, 2017).

El concreto es uno de los componentes más utilizados en elementos estructurales, tiene que cumplir con un desempeño óptimo de sus propiedades, como lo es su propiedad más representativa, la resistencia a compresión.

Actualmente la arena que se utiliza proviene básicamente de la explotada en las orillas del río, sin embargo, estas arenas no son de primera calidad ya que no cumplen las normas ASTM que define la granulometría necesaria para que la arena pueda ser utilizado como agregado en la

fabricación de hormigón y otros elementos utilizados en la industria de la construcción como son bloques, adoquines, baldosas, etc. El mayor problema que presentan estas arenas es que dentro de su composición existen porcentajes altos de material arcilloso y otros elementos contaminantes indeseables en la industria de la construcción (Morales Alvares , 2016), los mismos que no son deseados si se desea utilizar esta arena como agregado; para evaluar si un tipo de arena sirve o no en cuanto a cantidad de material arcilloso presente, la ASTM desarrollo una norma la que consiste en tomar una muestra de arena y hacerla pasar por un tamiz normalizado (malla #200) y se considera como muestra aprobada si como mínimo el 95% del peso de la muestra es retenida por la malla. En caso de obtener un porcentaje menor de retención significa que la muestra contiene un alto porcentaje de material arcilloso y otros elementos contaminantes por lo tanto hay que someter a esa arena a un proceso de tal manera que el porcentaje de contaminantes disminuya como máximo a un 5% del peso de la arena. Este es el motivo principal por el cual hay que lavar la arena antes de su comercialización.

Las alternativas de solución para el lavado y clasificado de agregados finos son variadas. Realizando un análisis de selección de la solución, utilizando el método de matriz de decisión, basado en diferentes criterios comunes en la mayoría de las industrias y en nuestro medio se ha optado por una NORIA; ya que es un equipo eficiente, con un costo de operación más bajo que el de las demás propuestas, su facilidad de transporte será fácil ya que no será de unas proporciones adimensionales, el manejo de este tipo de lavadora es muy sencillo y al ser una máquina de componentes demasiado simples su mantenimiento será simple, son diseñadas con 15° de inclinación ya que tiene como función limpiar, secar y clasificar. Por lo tanto, la finalidad de este proyecto de grado es utilizar todos los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería

mecánica en la Universidad Industrial de Santander (UIS), para diseñar un prototipo de NORIA, mediante el software SOLIDWORK, siguiendo todos los criterios del diseño.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de lavado de arena tipo noria que supla la demanda de una planta arenera ubicada en el departamento de Santander con el fin de cumplir con la norma ASTM C33 para arenas usadas en la elaboración de concreto.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una máquina para lavado de arena tipo noria que cumpla con las siguientes características:
  - ✓ Una capacidad en el rango de  $5 - 15 \frac{m^3}{hora}$
  - ✓ Incorporar tamiz N° 200 en las cubetas.
- Elaborar la documentación para la construcción del sistema de lavado de arena tipo noria basada en hojas de ruta.
- Elaborar la documentación pertinente para evaluar la viabilidad financiera del diseño planteado en contraste con modelos similares disponibles en el mercado.

## **2. Referentes Teóricos**

### **2.1 Concreto Hidráulico**

El concreto es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo con normas establecidas para fines y aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado y con las características de economía, facilidad de colocación, velocidad de fraguado y apariencia adecuada según su aplicación. (Gutiérrez, 2003, pág. 33)

Se ha considerado que en la determinación de la calidad de concreto intervienen aproximadamente 200 variables de las cuales unas son inherentes al diseño y otras al proceso de fabricación; por lo anterior, la dosificación y producción del concreto es un trabajo complejo en el que se deben seguir las normas establecidas respecto a dosificación y calidad del agregado y proceso de fabricación; y en la medida en que se adapten tecnologías foráneas a las condiciones propias de la región, empleando materiales nativos y soluciones autóctonas, se ganará en economía. (Gutiérrez, 2003, pág. 33)

### **2.2 Componentes del Concreto**

El concreto es fabricado mezclando homogéneamente: cemento, agua, arena y grava A continuación nos referiremos a cada uno de los componentes, enumerando en cada uno sus funciones dentro del concreto y sus características y cualidades para obtener un concreto de buena calidad. (Gutiérrez, 2003, pág. 34)

### 2.2.1 Cemento

La palabra “cemento” se usa para agrupar a toda aquella sustancia que posea condiciones adhesivas sin importar su origen o composición; entre ellas el cemento de Portland es un producto obtenido con la pulverización y posterior mezcla con yeso del Clinker. “El Clinker resulta de la calcinación hasta una fusión incipiente de una mezcla debidamente dosificada de materiales silíceos, calcáreos y férricos.” (Gutiérrez, 2003, pág. 35)

Los compuestos principales del cemento Portland son: cal (CaO), sílice (SiO<sub>2</sub>), alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Como pocas veces se encuentran en la naturaleza juntos y en las proporciones requeridas, para la fabricación del cemento generalmente se hace necesario mezclar sustancias minerales que los contienen, como calizas por el aporte de cal y las arcillas por el aporte de alúmina y óxido de hierro; en algunas ocasiones es necesario agregar directamente óxido de hierro o arenas silíceas, para ajustar las proporciones de cada compuesto con el fin de obtener reacciones químicas equilibradas. Una tercera sustancia necesaria en la fabricación del cemento es el yeso hidratado que se adiciona al Clinker durante la molienda con el fin de retardar el tiempo de fraguado de la pasta de cemento. (Gutiérrez, 2003, pág. 35) (Tabla 1)

**Tabla 1.**

*Composición del cemento de portland*

Nombre del compuesto	Fórmula química	Abreviatura
A. Silicato tricálcico	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S
B. Silicato dicálcico	2CaO.SiO <sub>2</sub>	
C. Aluminato tricálcico	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S
D. Ferroaluminato tetracálcico	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	C <sub>3</sub> A
E. Yeso natural		
F. Óxidos menores de Ca, Mg, Na, K, Mn, Tl, P, Fe		C <sub>4</sub> AF

Tomado de (Gutiérrez, 2003)

Generalmente, a los cementos disponibles en el mercado les adicionan otras sustancias en la etapa de molienda del Clinker, por razones económicas; esas sustancias pueden ser escorias, puzolanas o calizas. Cuando se agregan escorias, se les llama cementos portland siderúrgicos y cuando son puzolanas se dice que el cemento es portland puzolánico. (Gutiérrez, 2003, pág. 36)

### 2.2.2 Agua

“El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y mortero, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. La NTC 3459 habla sobre la calidad del agua en el concreto.” (Gutiérrez, 2003, pág. 46) (Tabla 2)

**Tabla 2.**

*Tolerancia de concentraciones de impurezas en el agua de mezclas*

<b>Impurezas</b>	<b>Máxima concentración tolerada</b>
Carbonatos de sodio y de potasio	1.000 ppm
Cloruro de sodio	20.000 ppm
Cloruro como Cl (concreto preesforzado)	500 ppm
Cloruro como Cl (concreto húmero o con elemento de aluminio, metales similares o galvanizados)	1.000 ppm
Sulfato de sodio	10.000 ppm
Sulfato como SO <sub>4</sub>	3.000 ppm
Carbonatos de calcio y magnesio, como ión bicarbonato	400 ppm
Cloruro de magnesio	40.000 ppm
Sulfato de magnesio	25.000 ppm
Cloruro de calcio (por peso de cemento en el concreto)	2%
Sales de hierro	40.000 ppm
Yodato, fosfato, arsenato y borato de sodio	500 ppm
Sulfito de sodio	100 ppm
Ácido sulfúrico y ácido clorhídrico	10.000 ppm
Ph	6 a 8
Hidróxido de sodio (por peso de cemento en el concreto)	0.5%
Hidróxido de potasio (por peso del cemento en el concreto)	1.2%
Azúcar	500 ppm
Partículas en suspensión	2.000 ppm

Aceite mineral (por peso del cemento en el concreto)	2%
Agua con algas	0
Materia orgánica	20 ppm
Agua de mar (concentración total de sales para concreto no reforzado)	35.000 ppm
Agua de mar para concreto reforzado o preesforzado	No recomendable

Tomado de (Gutiérrez, 2003)

Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua sólo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto, va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes. (Gutiérrez, 2003, pág. 46)

### 2.2.3 Agregados

“Los agregados ocupan del 70-80% del volumen del concreto, por lo tanto, muchas de las características del concreto dependen de las propiedades de los agregados”. (Gutiérrez, 2003, pág. 48)

Los agregados constituyen un factor determinante en la economía, durabilidad y estabilidad en las obras civiles, pues ocupan allí un volumen muy importante. Por ejemplo, el volumen de los agregados en el concreto hidráulico es de un 65% a 85%, en el concreto asfáltico es del 92% al 96%, en los pavimentos del 75% al 90%. (Gutiérrez, 2003, pág. 9)

- Agregado grueso: Teniendo en cuenta que el concreto es una piedra artificial, el agregado grueso es la materia prima para fabricar el concreto. En consecuencia, se debe usar la mayor cantidad posible y del tamaño mayor, teniendo en cuenta los requisitos de colocación y resistencia. Hasta para resistencias de 250 kg/cm<sup>2</sup> se debe usar el mayor tamaño posible del agregado grueso; para resistencias mayores investigaciones recientes han demostrado que el menor consumo de cemento para mayor resistencia dada (eficiencia), se obtiene con agregados de menor tamaño. (Gutiérrez, 2003, pág. 48)
- Agregado fino: Material que pasa 100% el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200. Generalmente es clasificado como arena gruesa o fina. (Gutiérrez, 2003, pág. 49)

### **2.3 Granulometría**

La granulometría o gradación se refiere al tamaño de las partículas y al porcentaje o distribución de estas en una masa de agregado. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en hacer pasar una determinada cantidad del agregado a través de una serie de tamices standard, dispuestos de mayor a menor. (Gutiérrez, 2003, pág. 18)

Los tamices se disponen de acuerdo con la utilización. Así por ejemplo la serie de tamices que se usa para los agregados del concreto se ha escogido de tal forma que la abertura del tamiz esté en relación de 1 a 2 con la abertura del siguiente tamiz. La operación de tamizado debe realizarse según la norma NTC No.77 en la cual se describe el tamaño de la muestra a ensayar y los procedimientos adecuados para realizar un análisis granulométrico. Los resultados se consignan en una tabla en la que deben aparecer: Peso de la muestra ensayada, peso del material retenido en cada malla, % del material retenido, % retenido acumulado y % que pasa. (Gutiérrez, 2003, pág. 18)

## **2.4 Presencia de Sustancias Perjudiciales**

### **2.4.1 Contenido de Materia Orgánica**

La materia orgánica es producto de la descomposición de los vegetales y sustancias carbonosas, cuya composición química es ácido tánico y sus derivados conocidos con el nombre de humus. Cuando la presencia de humus es alta, especialmente en las arenas que por su tamaño suelen retener más materia orgánica, se impide total o parcialmente el fraguado del cemento (Gutiérrez, 2003, pág. 27).

Para determinar el contenido de materia orgánica de las arenas, se ejecuta un ensayo cualitativo, según la norma NTC 127, comparando la coloración que produce la muestra de arena al agregarle una solución de hidróxido de sodio al 3%, con una tabla de colores cuyo resultado es un número que indica el color de referencia. (Gutiérrez, 2003, pág. 27)

### **2.4.2 Presencia de Sustancias Perjudiciales**

Los limos, arcillas y polvos procedentes de la trituración de las rocas con tamaños menores de 0.074 mm de diámetro son perjudiciales si se encuentran en un alto porcentaje en los agregados. La razón radica especialmente en que por ser tamaños menores que los granos del cemento, se encuentran recubriendo los agregados más gruesos impidiendo una buena adherencia entre éstos y la pasta de cemento. (Gutiérrez, 2003, pág. 26)

El procedimiento para determinar el porcentaje de material que tiene un diámetro menor de 0.074 mm (tamiz No.200) es la granulometría descrita en la norma NTC 78. Para determinar si el material es limo o arcilla se emplean los ensayos de equivalente arena o los límites de Atterberg. (Gutiérrez, 2003, pág. 27)

## 2.5 NTC 78

Una muestra del agregado se lava de una manera prescrita, usando agua pura o agua que contiene un agente dispersante que se especifica. El agua de lavado decantada, que contiene material suspendido y disuelto, se pasa a través de un tamiz de 75 mm (No. 200). La pérdida de masa, resultado del tratamiento de lavado, se calcula como una porción de la masa de la muestra total, y se informa como el porcentaje de material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) obtenido por lavado. (NTC78, 1995)

El material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) puede separarse de las partículas mayores, de manera más eficiente y completa por un tamizado húmedo que por medio de un tamizado en seco. Por lo tanto, cuando se requieran determinaciones precisas del material más fino que 75 mm en agregados finos o gruesos, se debe usar esta norma en la muestra antes que el tamizado en seco, de acuerdo con la NTC 77. Los resultados de esta norma se incluyen en los cálculos de la NTC 77, y la cantidad total de material más fino que 75 mm por lavado, más el obtenido por el tamizado en seco de la misma muestra, se informa con los resultados de la NTC 77. Usualmente, la cantidad adicional de material más fino que 75 mm, obtenida en el proceso de tamizado en seco, es pequeña. Si resulta grande, la eficiencia de la operación de lavado se debe controlar. Esto podría ser, además, una indicación de la degradación del agregado. (NTC78, 1995)

- Muestreo: Se muestrea el agregado de acuerdo con la NTC 129. Si la misma muestra va a emplearse para el tamizado según la norma NTC 77, se debe cumplir con los requisitos aplicables de dicha norma. 6.2 Se mezcla completamente la muestra de agregado que va a ensayarse y se reduce la muestra a una cantidad apropiada para el ensayo utilizando los métodos de aplicación descritos en la ASTM C 702. Si la misma muestra va a ensayarse de acuerdo con la NTC 77, la cantidad mínima de material debe ser la descrita

en dicha norma. De lo contrario, la masa de la muestra por ensayarse, después del secado, debe estar de acuerdo con los siguientes valores: (NTC78, 1995) (Tabla 3)

**Tabla 3.**

*Tamaño de la muestra según el tamaño nominal*

<b>Tamaño nominal máximo</b>	<b>Masa mínima, g</b>
2,36 mm (N°8)	100
4,75 mm (N°4)	500
9,5 mm	1000
19,0 mm	2500
37,5 mm	5000

Tomado de (NTC, 1995)

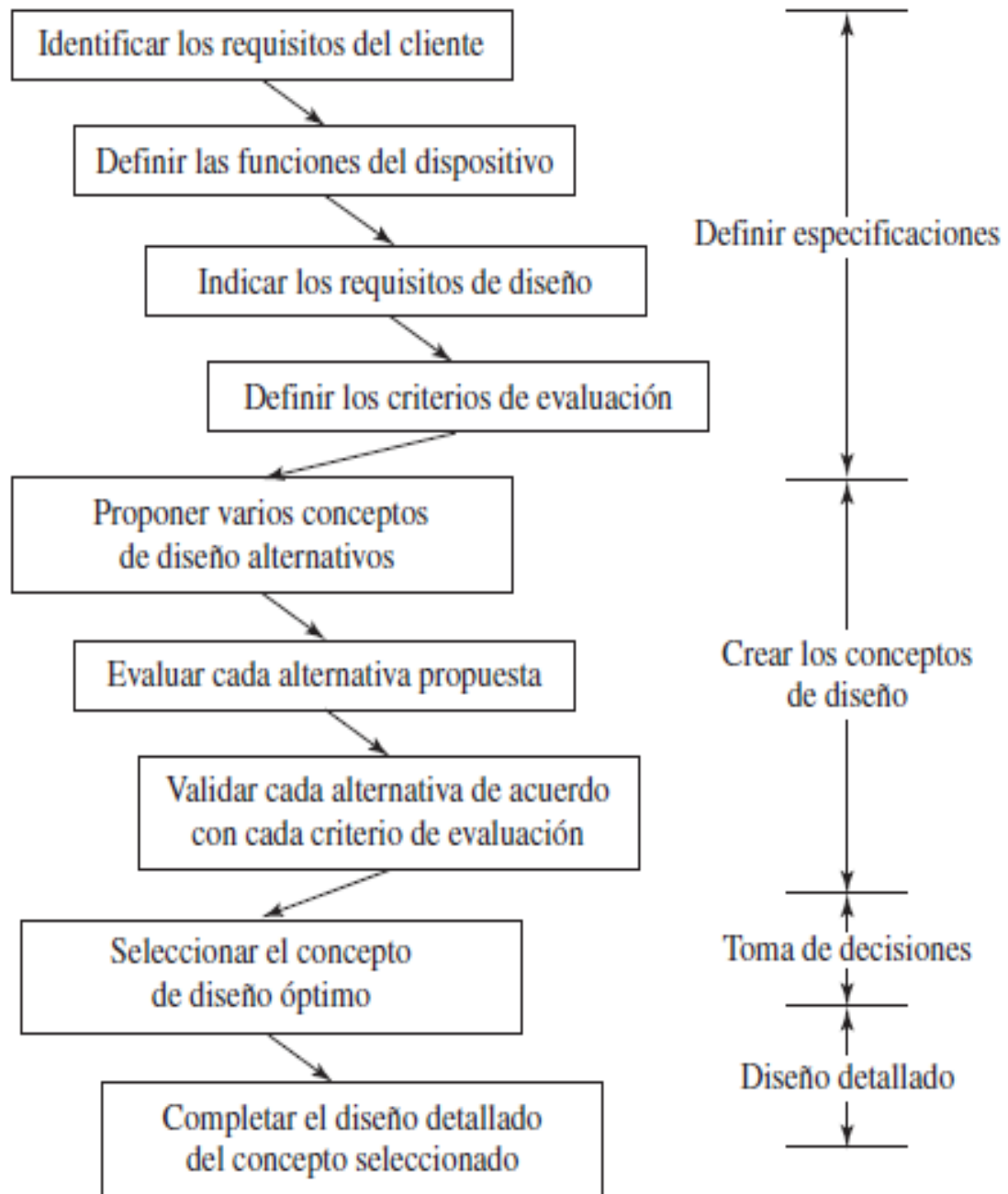
La muestra de ensayo debe ser el resultado final de la reducción, no debe permitirse la reducción a una masa de valor predeterminado.

## **2.6 Proceso del Diseño Mecánico**

El objetivo final de un diseño mecánico es obtener un producto útil que satisfaga las necesidades de un cliente, y además sea seguro, eficiente, confiable, económico y de manufactura práctica. Piense al contestar: ¿Quién es el cliente del producto o sistema que diseñaré? Considere los siguientes escenarios: (Mott, 2006, pág. 9) (Figura 1)

**Figura 1.**

*Pasos en el proceso de diseño*



Tomado de (Mott, 2006)

Puede el lector formularlas al producir definiciones claras y completas de las funciones, los requisitos de diseño y los criterios de evaluación:

- Las funciones indican lo que debe hacer el dispositivo, mediante afirmaciones generales no cuantitativas, donde se usen frases de acción tales como soportar una carga, subir una caja, transmitir potencia o mantener unidos dos miembros estructurales. (Mott, 2006, pág. 12)

- Los parámetros de diseño son declaraciones detalladas, en general cuantitativas, de los valores esperados de funcionamiento, condiciones ambientales en las que debe trabajar el dispositivo, las limitaciones de espacio o peso o materiales y componentes disponibles que pueden usarse. (Mott, 2006, pág. 12)

- Los criterios de evaluación son declaraciones de características cualitativas deseables en un diseño, que ayudan a que el diseñador decida qué opción de diseño es la óptima; esto es, el diseño que maximice las ventajas y minimice las desventajas. (Mott, 2006, pág. 12)

### **3. Presentación de Alternativas**

#### **3.1 Lavadora Tipo Criba Vibratoria**

Las cribas vibratorias son un implemento esencial en procesos de extracción mineral, seleccionando eficientemente distintos tamaños de material, pueden usar agua para facilitar su proceso o simplemente usar la vibración; dicha vibración es generada por el movimiento rotativo de un eje al cual se le adhieren pesas excéntricas. (Figura 2)

**Figura 2.***Criba vibratoria*

Tomado de (Maamsamcg, 2021)

### 3.2 Lavadora Tipo Cilindro Rotativo

El tambor rotativo es cilindro sostenido en ambos extremos por rodillos, el cilindro esta unido a un eje que propulsa el sistema, el proceso de lavado se lleva a cabo por medio del constante movimiento del cilindro y la acción del agua, dejando pasar el material más fino a través de la malla dispuesta en el radio del tambor, el cual va separando (si es necesario) en distintas granulometrías. (Figura 3)

**Figura 3.***Cilindro rotativo*

Tomado de (Spanish Alibaba, 2021)

**3.3 Lavadora Tipo Noria**

También conocida como lavadora tipo rueda o cubo se usa en diversos procesos, como lo son plantas de hormigón y plantas de arena o grava y construcciones; esta máquina es capaz, este equipo es capaz de clasificar y limpiar según su granulometría el material depositado. Su característica más sobresaliente es una alta producción a un costo relativamente bajo. (Figura 4)

**Figura 4.**

*Noria para lavado de arena*



Tomado de (Etwinternational, 2021)

#### **4. Diseño y Selección la Noria para Lavado de Arena**

##### **4.1 Selección de Alternativa**

Con la ayuda de unos criterios que se definen a continuación se procederá a seleccionar la opción óptima para el proceso de lavado de arena en una planta de producción media y poder dar solución al problema. Criterio de selección:

##### **4.1.1 Costo de Operación**

El dinero tiene un papel indispensable eh importante a la hora de realizar el proyecto ya que sin este no se podría realizar, la reducción de costos genera una mejor captación de utilidades, se debe tener en cuenta a que plazo vamos a tener un retorno de la inversión inicial.

#### 4.1.2 Facilidad de Transporte

La máquina por utilizar debe ser fácil de transportar y maniobrar ya que el proceso de lavado se va a realizar en diferentes lugares en el lugar de explotación de la arena.

#### 4.1.3 Manejo

EL manejo de la maquina debe ser posible de realizar por cualquiera del personal autorizado, debe tener secuencias lógicas de operación para evitar daños en los sistemas y al operario.

#### 4.1.4 Mantenimiento

La máquina por usar se va a emplear en zonas alejadas de talleres, ciudades y pueblos por lo cual su mantenimiento debe ser fácil y posible de realizar con herramientas exequibles en el lugar, debe ser de fácil montaje y desmontaje, debe ser posible de realizar por el operario.

#### 4.1.5 Matriz de Valoración de Criterios

En la siguiente tabla se muestran los valores posibles para cada uno de los criterios de selección. (Tabla 4)

**Tabla 4.**

*Valores para criterios de selección*

Criterios	Valoración				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Costo de operación (CO)	1	2	3	4	5
Facilidad de transporte (T)	1	2	3	4	5
Manejo (M)	1	2	3	4	5
Mantenimiento (MM)	1	2	3	4	5

#### 4.1.6 Matriz de Decisión

A continuación, podemos ver la matriz con cada una de las opciones y su puntaje ponderado (Tabla 5):

**Tabla 5.**

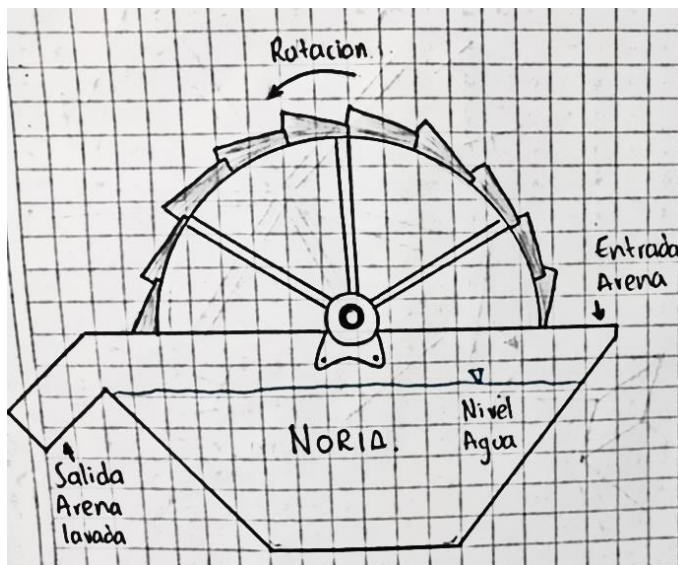
*Criterios de selección*

Alternativas	Criterios de selección				Puntaje
	CO	T	M	MM	
Lavadora tipo criba vibratoria	4	3	4	3	14
Lavadora tipo cilindro rotativo	2	3	3	2	10
Lavadora tipo noria	5	4	4	4	17

Según la matriz realizada podemos observar que la mayor puntuación la obtuvo la lavadora tipo noria, el puntaje medio la lavadora tipo criba vibratoria y el puntaje más bajo la lavadora tipo cilindro vibratorio, por lo cual la noria es el sistema óptimo para solucionar el problema.

La noria para lavado de arena al iniciar su funcionamiento será cargada con un volumen de agua que permanecerá al interior de la maquina durante toda la jornada, será alimentada por la parte posterior de manera constante; con la rotación de la noria se recogerá con las cubetas un volumen de arena húmeda que será separada de lodos y demás componentes finos mediante el uso de la malla que recubre el perímetro de la noria, posteriormente será entregada por la tolva de salida.

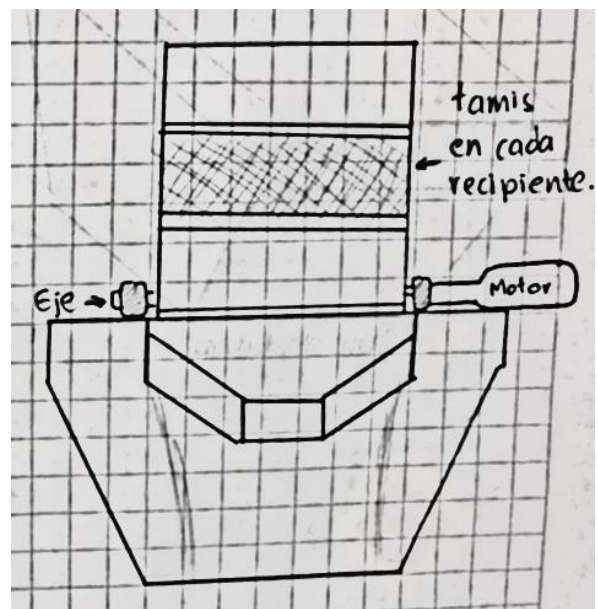
Al final de la jornada diaria se vaciará la noria, por el pequeño volumen de arena que se planea lavar se consideró innecesario un tratamiento del agua, esto tomando como referencia la cantera Mariano Pérez Balí (El Purio) en la cual se producen 867 metros cúbicos diarios con una generación de sedimentos diaria de entre 1.20 a 1.60 metros cúbicos (Montalván, págs. 32-33). A continuación, se muestran algunos bocetos ilustrativos (Figura 5, 6, 7, 8, 9 y 10):

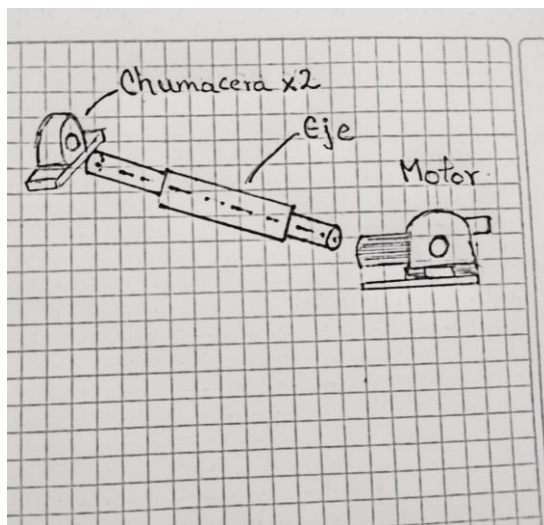
**Figura 5.***Boceto noria vista lateral*

Podemos observar un montaje general de la Noria, su nivel de agua de trabajo, su entrada y salida de arena y la rotación para su funcionamiento

**Figura 6.***Boceto noria vista frontal*

En esta vista lateral podemos apreciar el eje que sostiene la rueda, su unión con el motor y el tamiz que acompaña cada cubeta

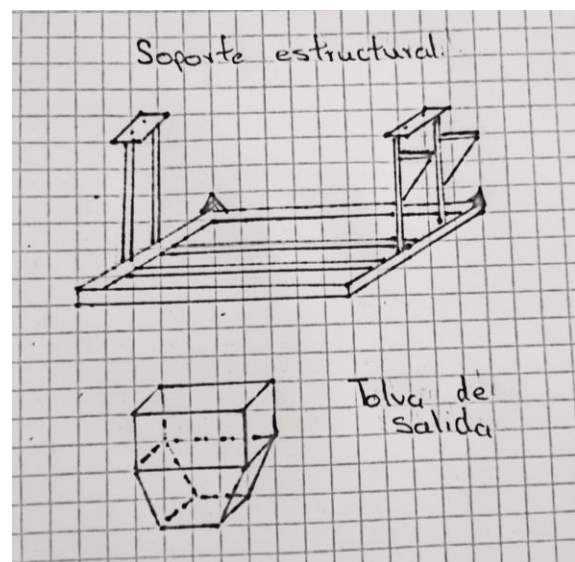


**Figura 7.***Boceto sistema de transmisión de potencia*

Podemos ver el eje que es el encargado de soportar la mayor parte de las cargas generadas por la arena, el motor o motor reductor según la necesidad y las chumaceras para un buen funcionamiento

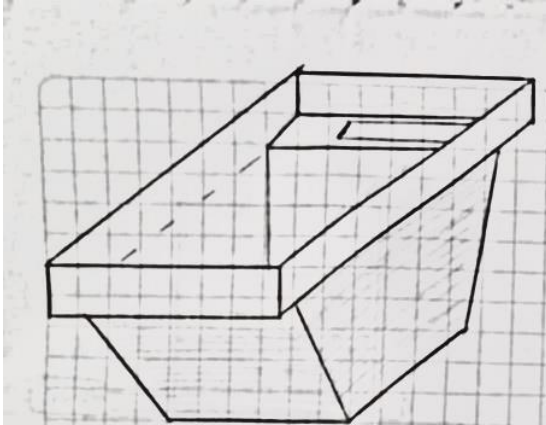
**Figura 8.***Boceto Bastidor*

El soporte se encarga de sostener el recipiente, el eje, el motor y la rueda noria, la tolva cumple la función de recibir la arena después del lavado.



**Figura 9.**

*Boceto contenedor o tanque*

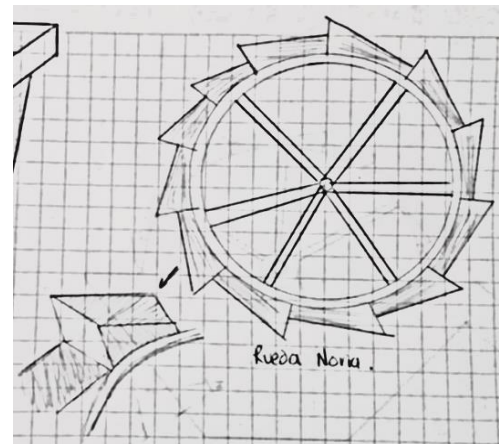


El recipiente se encarga de almacenar el agua, la arena y dentro de el va la mita de la rueda noria, debe tener una salida en su parte de abajo para vaciar el agua después de cada proceso

**Figura 10.**

*Boceto rueda noria*

La rueda noria sostiene cada cubeta las cuales se encargan de mover la arena y cada uno cuenta con un tamiz en su interior para separar de lodos y demás

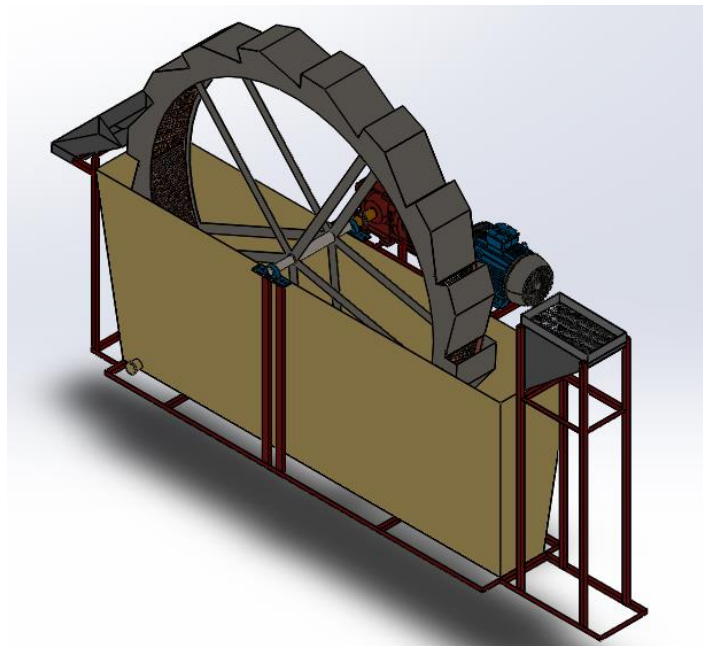


## 4.2 Definición General de la Máquina

La noria es comúnmente usada en la minería, materiales de construcción, industria química, transporte, entre otras, dicha maquina se encarga quitar y filtrar polvo de piedras y otras impurezas, para mejorar la calidad de la arena, siendo esta una rueda giratoria la cual tiene compartimientos con mallas, las cuales se encargan de recoger la arena del fondo del tanque. (Anexo A y F) (Figura 11)

**Figura 11.**

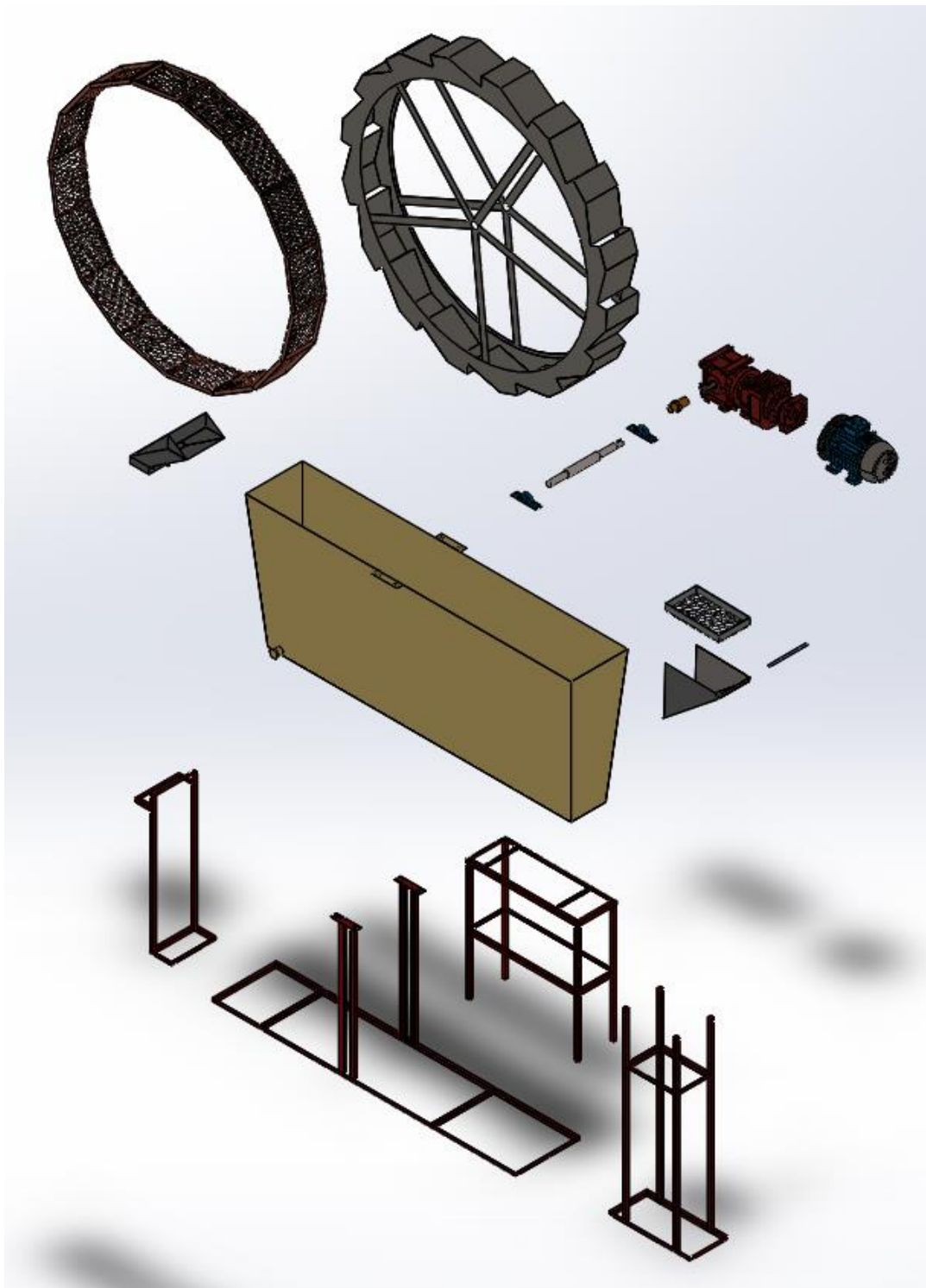
*Noria*



A continuación, se muestra una vista explosionada de la maquina con todos los subsistemas, los cuales serán explicados más adelante. (Figura 12)

**Figura 12.**

*Vista explosionada de la máquina*

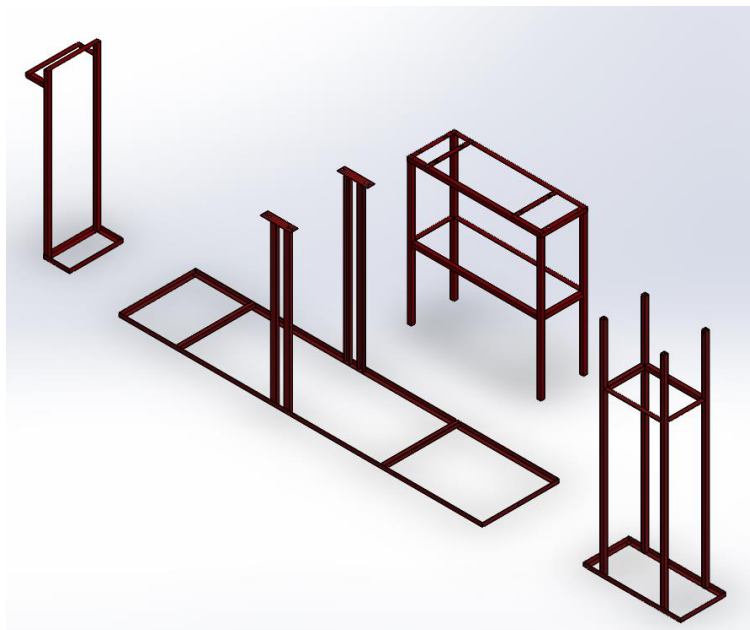


### 4.2.1 Bastidor

El bastidor es el elemento que da soporte y estabilidad a todos los elementos de la máquina, el mismo está diseñado tomando en cuenta perfil angulado L1/8' X 3/4', perfil U C3X5, tubería de acero estructural cuadrada de 50x50 mm y lamina hot rolled una pulgada de espesor de acero A36 para toda la estructura. (Figura 13)

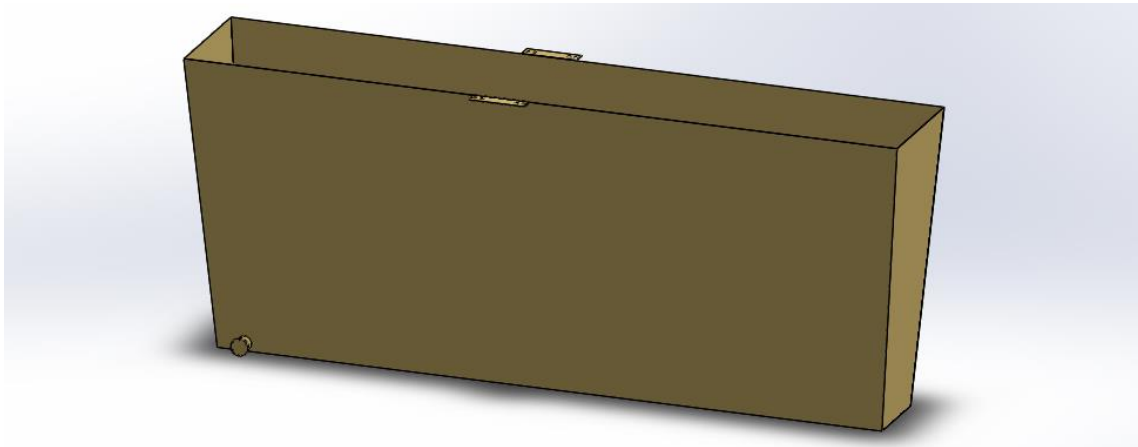
**Figura 13.**

*Bastidor*



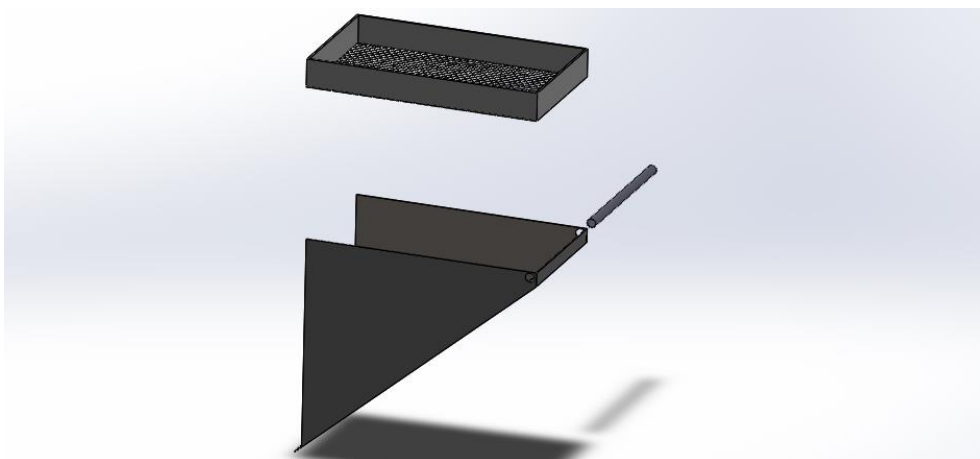
### 4.2.2 Tanque

El tanque está diseñado con Acero A 514 GRA, este realiza el trabajo de contención del agua utilizada en el proceso de lavado y la arena que va a ser procesada, también sostiene parte del sistema de alimentación de la noria. (Figura 14)

**Figura 14.***Tanque*

#### 4.2.3 Sistema de Entrada

El sistema de alimentación está elaborado de Acero A 514 GRA; es el encargado de hacer un primer filtro del material eliminando rocas y material orgánico de gran tamaño, además de proveer al sistema de un flujo manejable de material. (Figura 15)

**Figura 15.***Sistema de entrada*

#### 4.2.4 Sistema de Transmisión de Potencia

El sistema de transmisión de potencia está conformado por un reductor de velocidad tipo sinfín-corona SEW, y un eje de acero sae1045. (Anexo E) (Tabla 6) (Figura 16 y 17)

**Tabla 6.**

*Reductor de velocidad*

Denominación	Mom x (Nm)	I	Na (1/min )	Carg a radial (N)	Agujer o del lado de entrada min- max (mm) (D1)	Adaptado r del diámetro de centrado (mm) B5	Adaptado r del diámetro del agujero (mm)
S37R17AQSA100/ 1	92	166 5	0.84	3000	14,16,1 9	80	100

Tomado de (EURODRIVE, 2021)

**Figura 16.**

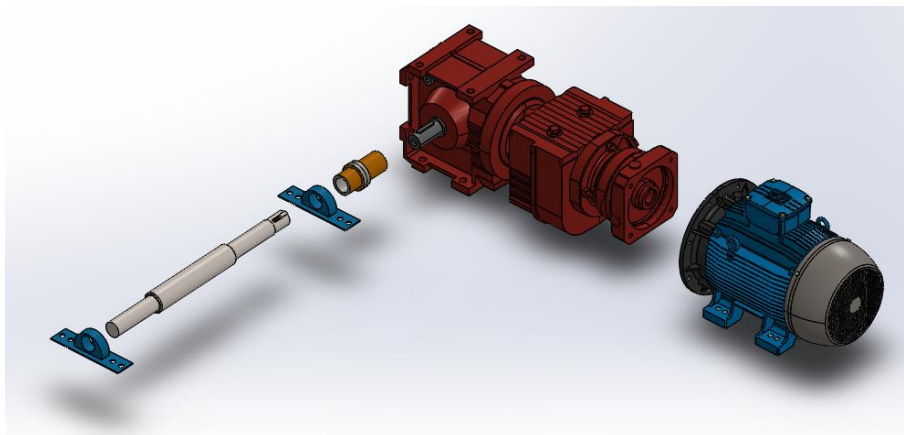
*Reductor de velocidad*



Tomado de (EURODRIVE, 2021)

**Figura 17.**

*Sistema de transmisión de potencia*



**4.2.5 Motor**

La máquina tiene un motor siemens Serie 1LE0141 IE2 4 Polos 1800 rpm de 1,5 [Hp], este modelo se escogió por su capacidad de trabajo a la intemperie, bajo nivel de vibraciones y robustez y tiene las siguientes especificaciones. (Anexo D) (Tabla 7) (Figura 18)

**Tabla 7.**

*Motor*

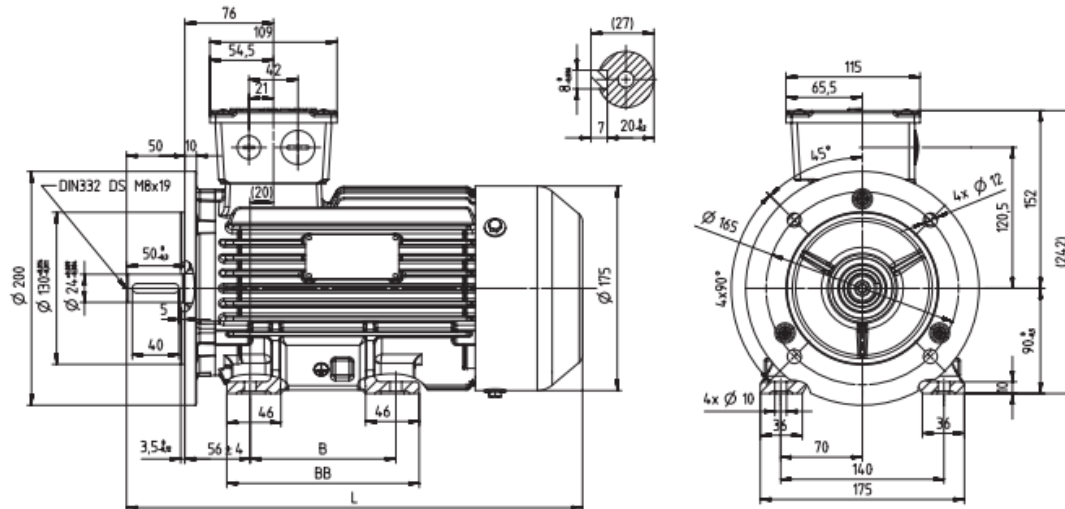
Potencia	Referencia del motor	Tamaño construido	Rated speed	Eficiencia 100%	Factor de potencia	Corriente nominal			Torque nominal	Datos de arranque			Peso IM 83	
k W	H P	-	rpm	%	-	22 V A	38 V A	44 V A	Nm	Corriente de arranque x In	Torque de arranque x Tn	Torque máximo x Tn	kg	
Datos eléctricos motores serie 1LE0141 IE2 4 Polos 1800 rpm														
1,1	1,5	1LE0141-0EB06-4AA4	905	1730	84,0	0,79	4,4	2,55	2,2	6,1	6	2	2,7	22

Tomado de (SIEMENS, 2020)

**Figura 18.**

*Plano del motor*

forma constructiva IM B35 AH 90



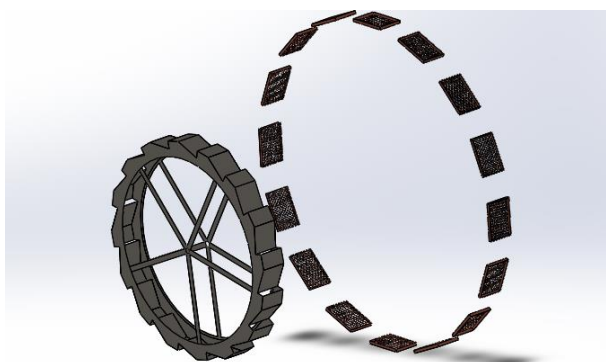
Type	Power(HP)	Poles	B	BB	L
1LE0141-0EA4	3	2	125	165	391
1LE0141-0EA8	4				
1LE0141-0EB0	1.5	4	100	140	366
1LE0141-0EB4	2		125	165	391
1LE0141-0EB8	3				
1LE0141-0EC0	1	6	100	140	366

Tomado de (SIEMENS, 2020)

#### 4.2.6 Rueda

**Figura 19.**

*Sistema de la rueda*



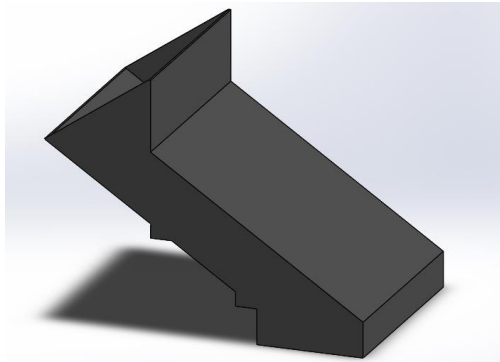
La rueda es el elemento que realiza el tamizado del material y lo deposita en el sistema de salida; está compuesto por tres partes esencialmente: los tamices # 200, los cajones elaborados de Acero A 514 GRA, y la rueda de soporte hecha de platinas 3/16x1/2 de acero A36. (Figura 19)

#### 4.2.7 Sistema de Salida

La función del sistema de salida es dar fin al proceso, entregando el material ya tratado, está hecho de Acero A 514 GRA y está fijado al bastidor por medio de 4 tornillos. (Figura 20)

#### Figura 20.

*Sistema de salida*



### 4.3 Diseño en Detalle de la Máquina

#### 4.3.1 Tipo de Material Empleado

El material elegido para la mayor parte de la maquina fue Acero A 36, según el catálogo de aceros estructurales, es un acero al carbono ampliamente usado en la elaboración de estructuras metálicas soldadas y atornilladas, como en piezas para diversos usos en ingeniería.

Otro material importante en la maquina fue el Acero A 514 GRA, que es el material del tanque, los cajones, la entrada y salida de arena; es un acero que combina un bajo peso con tenacidad, durabilidad, un precio asequible y más importante, una gran resistencia a la abrasión. Por eso fue seleccionado como el material de los componentes que están en contacto más directo y constante con la arena.

#### 4.3.2 Cálculo del Radio de la Noria

Con el fin de garantizar una producción entre el rango establecieron ciertos valores iniciales de caudal, espesor de la capa de arena, área útil del tamiz y numero de cajones en la noria.

$$Q = 10 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

$$N^{\circ}_{CAJONES} = 16$$

$$e_{arena} = 5 [cm]$$

$$A_{util} = 0.9 * A_{tamiz}$$

Se utilizaron ecuaciones de volumen, velocidad angular y caudal para calcular el radio mínimo así:

$$Vol = x * y * e_{arena}$$

$$Vol_T = Vol * N^{\circ}_{CAJONES}$$

$$RPM = \frac{Q}{Vol_T}$$

$$\omega = 2 * \pi * RPM$$

$$R = \frac{Q * N^{\circ}_{CAJONES}}{\omega * A_{util}}$$

Como resultado se obtuvo un radio mínimo de 203.7 [cm] a 0.6[rpm].

### 4.3.3 Cálculo del Peso de la Noria

Teniendo en cuenta que el eje que transmite la potencia hacia la rueda tiene mayormente requerimientos por flexión, es indispensable tener el peso de todos sus componentes; todos los datos fueron extraídos del catálogo de acero estructural.

$$w_1 = 1,9 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

$$w_2 = 23,56 \left[ \frac{kg}{m^2} \right]$$

$$w_{cajon} = A_{cajon} * w_1 * 16$$

$$w_{barras} = w_2 * R * 10$$

$$w_{arena} = Vol * \rho_{arena} * 10$$

$$w_{rueda} = w_2 * \text{perimetro} * 2$$

$$w_T = w_{rueda} + w_{barras} + w_{cajon}$$

Como resultado se obtuvo un peso total de la noria de 719,2 [kgf].

### 4.3.4 Cálculo Experimental de la Fuerza Producida por la Arena Dentro del Agua

Se procedió a calcular la fuerza producida de manera practica realizando la fabricación de uno de los cajones empleados en la rueda noria, este se fabricó en dos escalas diferente.

Se mide y traza el croquis de los cajones a cada escala en una lámina. (Figura 21)

**Figura 21.***Marcado*

Se corta cada cajón, en el experimento se usaron tijeras de aviación ya que la lámina usada es bastante fina. (Figura 22 y 23)

**Figura 22.***Corte de láminas*

**Figura 23.***Laminas cortadas*

Con las láminas cortadas se doblaron con la ayuda de un bando de prensa y perfiles cuadrados. (Figura 24)

**Figura 24.***Doblado de láminas*

Con las láminas dobladas se necesitó unir las partes para lo cual se usaron remaches debido a que la lámina usada es muy fina para ser soldada. (Figura 25)

**Figura 25.**

*Remachado de cajones*



Con los cajones listos se procede a fabricar una estructura metálica para poder sujetar los cajones y así simular el movimiento de la rueda noria, primero se cortaron los perfiles a las medidas correspondientes. (Figura 26, 27 y 28)

**Figura 26.**

*Corte de perfiles*



**Figura 27.**

*Perfiles cortados*



Para poder unir los perfiles se utilizó soldadura.

**Figura 28.**

*Perfiles soldados*



Para unir los cajones a la estructura metálica se usaron tornillos. (Figura 29)

**Figura 29.**

*Unión perfiles y cajón*



De igual manera se unió un Tamiz simulado usando una malla. (Figura 30)

**Figura 30.**

*Cajones con tamiz*



Ya con los cajones fabricados se realizan las pruebas utilizando arena. Se realiza el montaje en un estanque y usando un eje improvisado. (Figura 31)

**Figura 31.**

*Montaje*



Se introduce la arena en el agua con el fin de formar una “montaña” en el fondo y que esta sea recogida por el cajón. (Figura 32)

**Figura 32.**

*Montaje con arena*



Con ayuda de una báscula de resorte se toma medida del peso que genera la cuchara, la arena y el agua para realizar el movimiento y acción de recoger la arena. (Figura 33)

**Figura 33.**

*Toma del peso*



Se saca el respectivo cajón para corroborar que se recogió gran parte de la arena sumergida.

(Figura 34)

**Figura 34.**

*Cajón con arena fuera del agua*



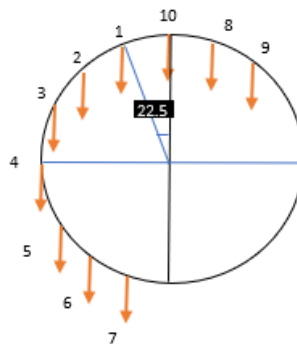
Se realizó el proceso de medición varias veces por cada cajón arrojando un resultado de 3Kg para el cajón a escala 1:2 y 1 Kg para el cajón a escala 1:3 siendo valores aproximados ya que la báscula de resorte contaba con una numeración de Kg a Kg y no se podían obtener datos más precisos.

### 4.3.5 Cálculo de Fuerzas

Teniendo en cuenta que la rueda es simétrica, el torque generado por el peso de los cajones y barras se cancelan con los del lado opuesto, sin embargo, el peso del material cargado (arena) no es simétrico y se encuentra mayormente en el lado izquierdo de la rueda. (Figura 35)

**Figura 35.**

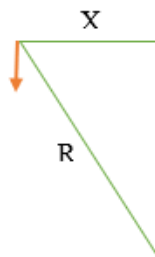
*Distribución de la carga de arena en la rueda*



Se estimo que los cajones cargados por arena son de aproximadamente 10, el torque generado por el cajón 6 y 7 es anulado por el torque que generan los cajones 8 y 9, además el cajón 10 no genera ningún tipo de torque. Se necesita calcular la distancia horizontal al plano del eje (Figura 36):

**Figura 36.**

*Diagrama para cálculo de la distancia horizontal*



$$\sin(22.5) = \frac{x}{R}$$

Posteriormente se multiplica cada distancia calculada por el peso de la arena y se obtiene el torque que genera la arena que contiene cada cajón, con ayuda del software EES se obtienen los siguientes resultados (Figura 37) (Tabla 8):

### Figura 37.

*Cálculos distancias y torques*

```

CALCULO DISTANCIAS
thetha[1..5] = [22,5; 45; 90; 22,5; 45]

R = 1,79 [m]
xi = R · sin ( thethai )    for i = 1 to 4
x5 = R · cos ( thetha5 )

CALCULO TORQUES
WARENA = 33,48 [kg]
Ti = WARENA · xi · 9,81    for i = 1 to 5
Ttotal = T1 + T2 + T3 + T4 + T5

```

### Tabla 8.

*Torque para cada cajón*

Sort	Theta	Xi	Ti
(1)	22,5	0,685	225
(2)	45	1,266	415,7
(3)	90	1,79	587,9
(4)	22,5	0,685	225
(5)	45	1,266	415,7

Se suman los torques obtenidos y se obtiene el torque total:

$$T_{total} = 1869 \text{ [N*m]}$$

Las cargas sobre el eje se deben a la suma del peso de las cucharas, barras, arena y la rueda.

$$W_{\text{cuchara}}=22.3 \text{ [Kg]}$$

$$W_{\text{arena}}=33.48 \text{ [kg]}$$

$$W_{\text{rueda}}=21.38 \text{ [Kg]}$$

$$W_{\text{barra}}=3.402 \text{ [Kg]}$$

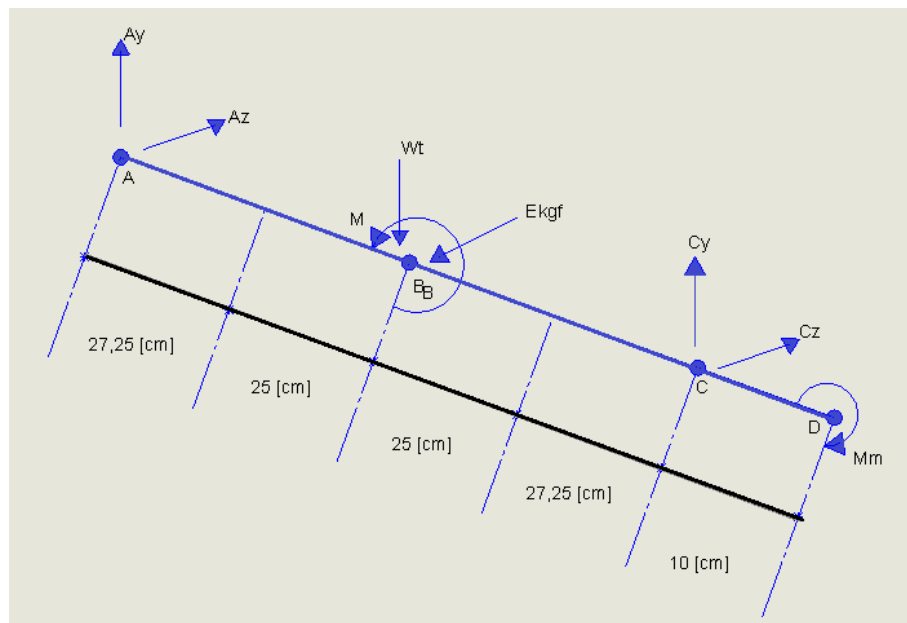
$$W_{\text{total}}= 768.4 \text{ [Kg]}$$

#### 4.3.6 Diseño del Eje

Traslado de las fuerzas al eje, la distribución de las cargas sobre eje, según montaje es la siguiente (Figura 38):

**Figura 38.**

*Distribución de cargas en el eje.*



- Material del eje es acero AISI 3250 templado y revenido a 539 °C.
- Asumiendo: Vida infinita, confiabilidad del 97.5%, mecanizado fino y factor de seguridad de 3.
- La temperatura de operación la asumimos igual a 40°C

Donde:

$$Wt = W_{total} * \frac{g}{c}$$

$c \rightarrow$  Ancho rueda

$g \rightarrow$  Gravedad

$$Wt = 768.4 * \frac{9.81}{0.5} = 15076 \left[ \frac{N}{m} \right]$$

$$Tt = 1869 [N - m]$$

Cálculo de las reacciones; por simetría se tiene que:

$$Ry1 = Ry2 = 3769 [N]$$

Análisis en el plano YX así (Figura 39):

**igura 39.**

*Análisis plano XY*

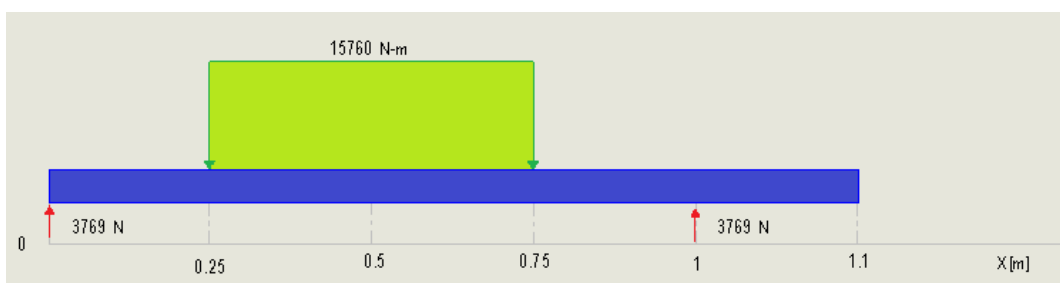


Diagrama de cortante así (Figura 40):

**Figura 40.**

*Diagrama de cortante*

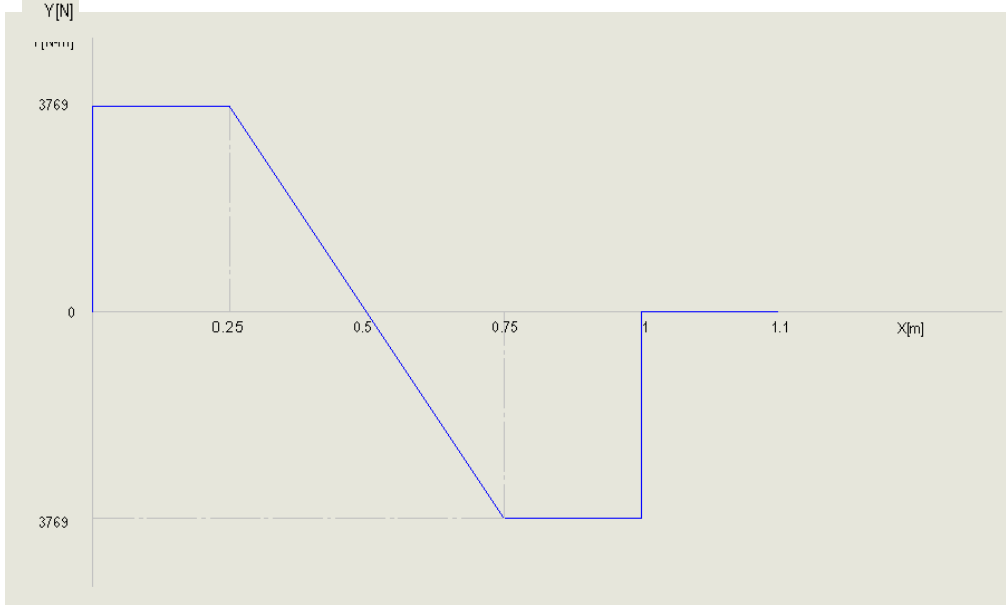


Diagrama momento flector así (Figura 41):

**Figura 41.**

*Diagrama flector*



Análisis en el plano XZ así (Figura 42):

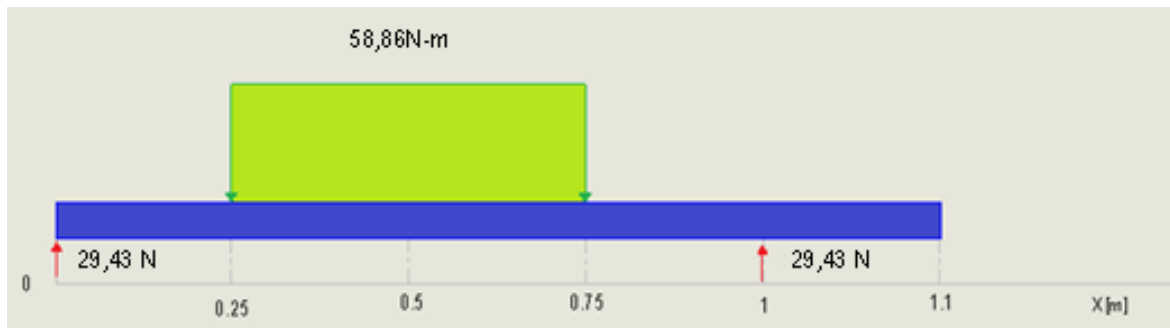
**Figura 42.***Análisis plano XZ 2*

Diagrama de cortante así (Figura 43):

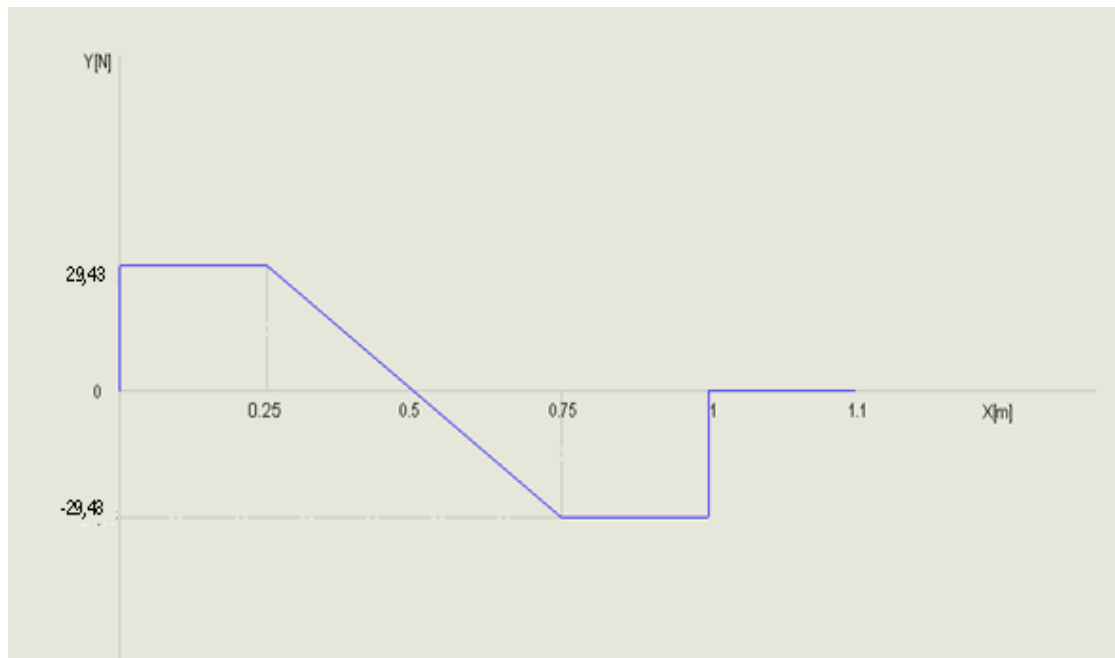
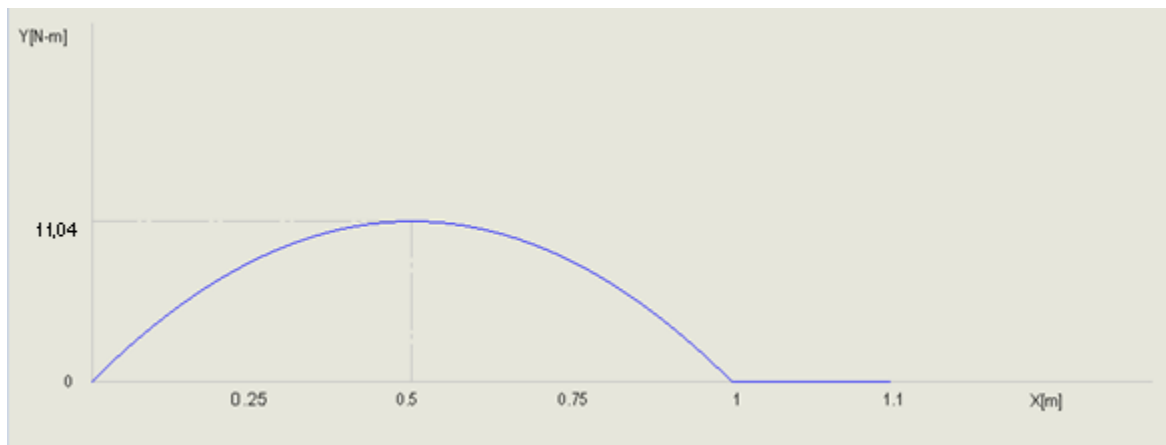
**Figura 43.***Diagrama cortante 2*

Diagrama momento flector así (Figura 44):

**Figura 44.***Diagrama flector 2*

El momento resultante es igual a:

$$M_R = \sqrt{14103^2 + 11,04^2} = 14103 \text{ [N - m]}$$

Ya que los ejes suelen fallar por flexión y que, en este caso, el mayor momento flector se encuentra a 0.5 [m] del rodamiento A, es decir en medio de Ay B, se seleccionó ese punto del eje como su sección crítica.

#### 4.3.7 Cálculo del Diámetro

Para ciclo de flexión y torsión constantes el procedimiento ASME supone que la carga es de ciclo de flexión invertida (componente media de la flexión igual a cero) y torque constante (componente del torque alternante igual a cero) a un nivel que genera esfuerzos por debajo de la resistencia a la fluencia por torsión del material. Para el punto medio del eje se tomó un diámetro de 3 [in] o 0.0762 [m]

Se calculan los esfuerzos:

$$\sigma_{max} = \frac{32 M}{\pi * d^3} = \frac{32 * 1,413}{\pi * 0.0762^3} = 46043 [KPa]$$

$$\sigma_{axi} = 0$$

$$\tau_m = \frac{16 T}{\pi * d^3} = \frac{16 * 1,869}{\pi * 0.0762^3} = 21514 [KPa]$$

Se hallaron los valores de esfuerzo puesto que el eje es rotativo pasa un punto de tensión a compresión, al no existir cargas axiales, los esfuerzos medios y alternativos son iguales.

Ecuación general para diseño de ejes bajo carga combinada:

$$\frac{1}{N} = \left[ \left( \frac{\sigma_m}{S_y} + kfs \cdot \frac{\sigma_a}{S_e} \right)^2 + \left( 4 \cdot \frac{\tau_m}{S_y} + \frac{\tau_a}{S_e} \right)^2 \right]^{(1/2)}$$

Se supone un cuñero de patín, recocido porque el eje es templado y revenido. Del libro de Alfredo Parada tabla de la pág. 25 se tiene que:

$$Kfs = 1,3 \text{ para flexión. } Kfs = 1,3 \text{ Torsión.}$$

Además, los esfuerzos ultimo y de fluencia para el acero AISI 3250 son:

$$S_y = 9140 [Kgf/cm^2] = 896327.8 [Kpa]$$

$$S_{ut} = 10616 [Kgf/cm^2] = 1041074 [Kpa]$$

Se halla:

$$S_e = K_l K_s K_d K_t K_c K_m S_e$$

- $S_e = 0,5 S_{ut}$  para  $S_{ut} \leq 1378951.46 \text{ Kpa}$

$$\text{Para este caso: } S_e = 0,5(1041074) = 520537 [Kpa]$$

- Factor de carga:

$K_l=0,75$  “carga bi-combinada”

- Factor de superficie:

$K_s=0,80$  “Para mecanizado fino” Pagina 9 libro de Alfredo Parada.

- Factor de diámetro:

$$k_d = \frac{1.189}{d^{0.112}} = \frac{1.189}{76.2^{0.112}} = 0.73$$

- Factor de temperatura:

$K_t=1$  para  $T < 70^\circ$

- Factor de confiabilidad:

$K_c= 0.844$  Para una confiabilidad del 97.5%

- Factor misceláneo:

$K_m=1$

Calculando  $S_e$ :

$$S_e = 0.75 * 0.8 * 0.73 * 1 * 0.844 * 1 * 520537 = 192907 [KPa]$$

Con ayuda del software EES se calcula el factor de seguridad, para verificar que el diámetro seleccionado es el adecuado (Figura 45):

$$M = 1,413$$

$$T = 1,869$$

$$S_y = 896327$$

$$S_e = k_l \cdot k_s \cdot k_d \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_m \cdot S_{ee}$$

$$S_{ee} = 0,5 \cdot 1,04107 \times 10^6 \text{ [kPa]}$$

$$\sigma_{MAX} = 32 \cdot \frac{M}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau_M = 16 \cdot \frac{T}{\pi \cdot d^3}$$

$$k_{fs} = 1,3$$

$$\tau_a = 0$$

$$d = 0,0762$$

$$\frac{1}{N} = \left[ \left( \frac{\sigma_m}{S_y} + k_{fs} \cdot \frac{\sigma_a}{S_e} \right)^2 + \left( 4 \cdot \frac{\tau_M}{S_y} + \frac{\tau_a}{S_e} \right)^2 \right]^{(1/2)}$$

$$d = 0,0762$$

$$k_l = 0,75$$

$$M = 1,413$$

$$\sigma_a = 32529$$

$$S_y = 896327$$

$$\tau_M = 21514$$

$$W_{cuchara} = 22,3 \text{ [kg]}$$

$$k_c = 0,844$$

$$k_m = 1$$

$$N = 3,664$$

$$\sigma_{AXI} = 0$$

$$S_{ee} = 520537 \text{ [kPa]}$$

$$T_{total} = 1869 \text{ [N*m]}$$

$$W_{rueda} = 21,38 \text{ [kg]}$$

$$k_d = 0,7318$$

$$k_s = 0,8$$

$$R = 1,79 \text{ [m]}$$

$$\sigma_m = 32529$$

$$T = 1,869$$

$$W_{ARENA} = 33,48 \text{ [kg]}$$

$$W_{total} = 768,4 \text{ [kg]}$$

$$k_{fs} = 1,3$$

$$k_t = 1$$

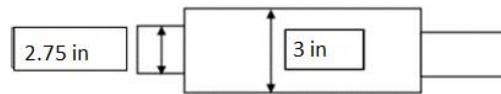
$$S_e = 192907$$

$$\sigma_{MAX} = 32529$$

$$\tau_a = 0$$

$$W_{barra} = 3,402 \text{ [kg]}$$

Se selecciona un diámetro de 3 in

**Figura 45.***Eje*

Para unir el eje con el reductor se usa un acople (Anexo F).

#### 4.3.8 Cálculo del Torque del Motor

Teniendo en cuenta los resultados el siguiente paso es el cálculo de la potencia necesaria para el correcto funcionamiento de la máquina.

- Torque de la arena en el cajón que se está llenando.

$$\zeta_A = E_{kgf} * R$$

- Torque de los 6 cajones vacíos.

$$\zeta_C = w_{cajon} * 6 * R$$

- Torque de los 10 cajones llenos.

$$\zeta_{CA} = (w_{cajon} + w_{arena}) * 10 * R$$

- Torque requerido del motor.

$$\zeta_M + \zeta_C = \zeta_A + \zeta_{CA}$$

- Potencia necesaria, en caballos de fuerza.

$$HP = \frac{RPM * \zeta_M}{716}$$

Como resultado se obtuvo un torque mínimo del motor de 873,9 [kg-m] y una potencia mínima de 0.71 [HP].

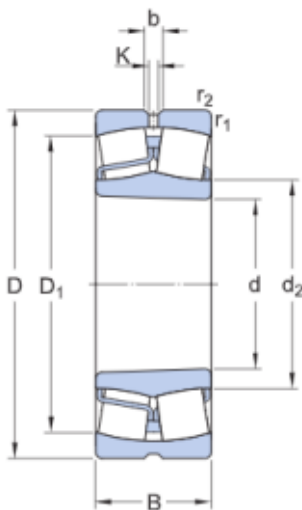
### 4.3.9 Selección de Rodamiento

Utilizando el catálogo de SKF (9 Rodamientos de rodillos a rótula página 796-795) (Ver Anexo H).

Seleccionamos el rodamiento 22214 EK el cual evidentemente cumple con los requerimientos para esta aplicación. (Figura 46 y 47)

#### Figura 46.

*Rodamientos de una hilera de rodillos cónicos en pulgadas*



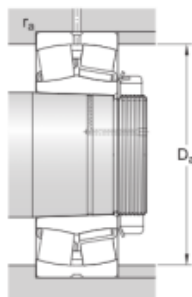
#### DIMENSIONES

d	2.7559 in	Diámetro del agujero
D	4.9213 in	Diámetro exterior
B	1.2205 in	Ancho
$d_2$	$\approx 3.2677$ in	Diámetro del resalte del aro interior
$D_1$	$\approx 4.3701$ in	Diámetro del resalte/rebaje del aro exterior
b	0.2362 in	Ancho de la ranura de lubricación
K	0.1181 in	Diámetro del agujero de lubricación
$r_{1,2}$	min. 0.0591 in	Dimensión del chafán

#### DIMENSIONES DE LOS RESALTES

$D_a$	max. 4.5669 in	Diámetro del resalte del soporte
$r_a$	max. 0.0591 in	Radio de acuerdo

Tomado de (SKF,2022)

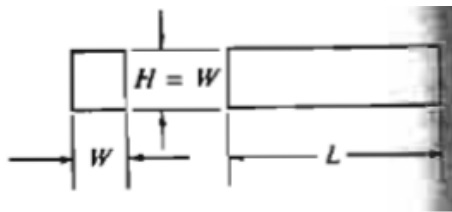
**Figura 47.***Dimensiones de resaltes y radios***DATOS DEL CÁLCULO**

Capacidad de carga dinámica básica	C	47 884 lbf
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	51 256 lbf
Carga límite de fatiga	$P_u$	5 733 lbf
Velocidad de referencia		5 000 r/min
Velocidad límite		6 700 r/min
Valor límite	e	0.23
Factor de carga axial	$Y_1$	2.9
Factor de carga axial	$Y_2$	4.4
Factor de carga axial	$Y_0$	2.8

Tomado de (SKF,2022)

**4.3.10 Cálculo de las Cuñas**

Para el diseño de las cuñas para el eje de la noria, se optó por cuñas de tipo cuadrado ya que es el tipo más usada en cuñas para ejes. (Figura 48)

**Figura 48.***Cuñas cuadradas*

Tomado de (Diseño de elementos de máquinas, 2015, pág. 494)

Para el diseño y selección de la cuña se debe primero tener conocimiento del tamaño real que tendrá los ejes, por lo *tanto*, son importantes los datos obtenidos en la sección de diseño de ejes incluido en este documento ya que de ellos dependerá el tamaño de la cuña a utilizar. (Tabla 9)

**Tabla 9.***Tamaño de las cuñas 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 1/2	1/4	1/4	3/16
1 1/2	1 1/2	5/16	5/16	1/4
1 1/2	1 1/2	3/8	3/8	1/4
1 1/2	2 1/2	1/2	1/2	3/8
2 1/2	2 1/2	5/8	5/8	7/16
2 1/2	3 1/2	3/4	3/4	1/2
3 1/2	3 1/2	7/8	7/8	5/8
3 1/2	4 1/2	1	1	3/4
4 1/2	5 1/2	1 1/4	1 1/4	7/8
5 1/2	6 1/2	1 1/2	1 1/2	1

Tomado de (Diseño de elementos de máquinas, 2015, pág. 496)

Según la tabla anterior para el tamaño del eje en la máquina, el diámetro de las cuñas serán los siguientes (Tabla 10):

**Tabla 10.**

*Diámetro de las cuñas*

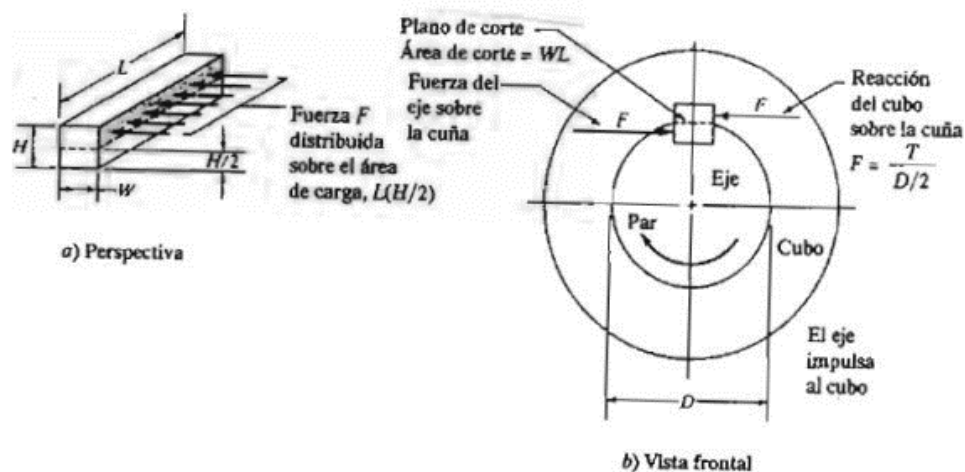
Nombre del eje	Diámetro de sección (in)	Diámetro de la cuña (in)
Eje de la noria	3	$\frac{3}{4}$
Eje de la noria	2.75	$\frac{3}{4}$

El material que se usará en las cuñas será el mismo de los ejes, acero AISI 3250 ya que posee una resistencia y una ductilidad adecuadas para la mayoría de las actividades.

Ahora para determinar la longitud de cada cuña se debe tener en cuenta el torque al que se ve sometida, el esfuerzo cortante y el esfuerzo de compresión dado que las cuñas pueden fallar de dos formas: por corte de la interfaz eje/cubo y por compresión. (Figura 49)

**Figura 49.**

*Fuerzas sobre la cuña*



Tomado de (Diseño de elementos de máquinas, 2015, pág. 499)

Para determinar cuál es la longitud ideal mínima de cada cuña se debe utilizar las siguientes formulas (Tabla 11):

Por corte de la interfaz eje/cubo:

$$L = 2T Td * D * W$$

Donde Td es el esfuerzo cortante que actúa sobre la cuña y que también es igual a:

$$Td = 0.5Sy/N$$

Por compresión:

$$L = 4T \sigma d * D * H$$

Con  $\sigma d = Sy/N$

Con T=16542 [lbf\*in]

N=3 para aplicaciones industriales típicas.

**Tabla 11.**

*Dimensiones de resaltes y radios*

<b>Diámetro de sección (in)</b>	<b>Diámetro de la cuña</b>	<b>Longitud por cortante (in)</b>	<b>Longitud por compresión (in)</b>
3	¾	0,6786	0,6786
2.75	¾	0,7403	0,7403

#### 4.3.11 Cálculo de la Soldadura

Como método de conformación de las estructuras se seleccionó la soldadura; para ello se calculó el cordón de soldadura necesario en concordancia a la fuerza que debe soportar.

Se enfoco el análisis en las secciones que soportan una mayor fuerza; la soldadura de las demás secciones fue calculada, dando un cordón muy pequeño, por ello se decidió usar medidas estándar.

Para la calculo se usó la siguiente ecuación en conjunto con una tabla en la cual se muestran los distintos electrodos y el valor de la garganta teórica.

$$GT = \frac{F}{O \cdot L}$$

**GT:** garganta teórica

**O:** Electrodo

**F:** Fuerza aplicada

**L:** Longitud del cordón

Soporte central es así (Tabla 12):

**Tabla 12.**

*Soldadura soporte central*

<b>1.6</b>	<b>O</b>	<b>GT</b>
Run 1	60	1,18
Run 2	70	1,012
Run 3	80	0,8852
<b>Run 4</b>	90	0,7869
Run 5	100	0,7082
Run 6	110	0,6438

Se selecciono un electrodo “O=90”

Cajón es así (Tabla 13):

**Tabla 13.**

*Soldadura cajón*

<b>1.7</b>	<b>O</b>	<b>GT</b>
Run 1	60	0,0255
Run 2	70	0,02186
Run 3	80	0,01913
Run 4	90	0,017
<b>Run 5</b>	100	0,0153
Run 6	110	0,01391
Run 7	40	0,03825

Se selecciono un electrodo “O=40”

Soporte del motor es así (Tabla 14):

**Tabla 14.**

*Soldadura soporte del motor*

<b>1.7</b>	<b>0</b>	<b>GT</b>
<b>Run 1</b>	60	0,006858
Run 2	70	0,005879
Run 3	80	0,005144
Run 4	90	0,004572
Run 5	100	0,004115
Run 6	110	0,003741
Run 7	40	0,01029

Se selecciono un electrodo “O=40”.

Con los resultados obtenidos se decidió usar para la mayor parte de los cordones de soldadura un electrodo “O=40” y para las zonas más críticas “O=90”. Como se observa en el (Anexo A)

## **5. Análisis Estructural por el Método de Elementos Finitos**

### **5.1 Tanque**

Se realiza un análisis estático del tanque con el fin de saber si este soporta la presión del agua usando la herramienta simulación del programa SolidWorks.

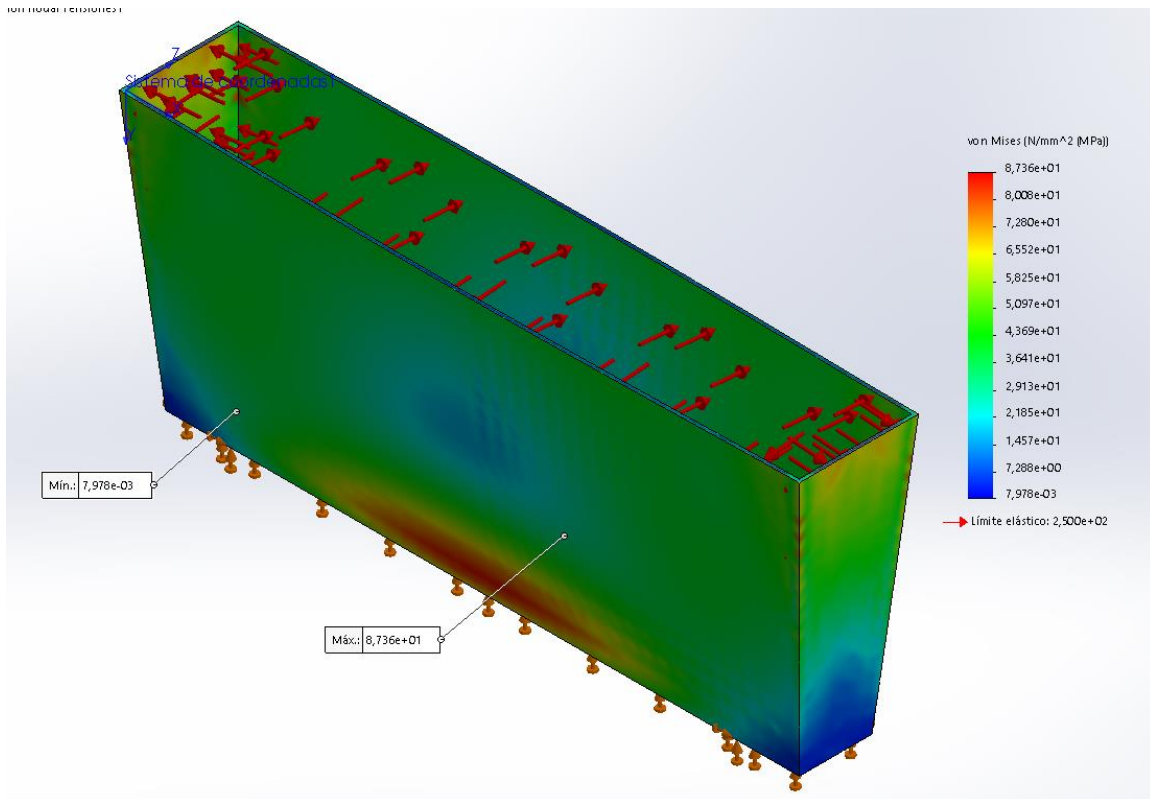
#### **5.1.1 Tensión**

Se observa que las tensiones máximas están alrededor de los  $8,736 \times 10^01$  [Mpa] y la mínima está en  $7,987 \times 10^{-01}$  [Mpa], en la parte derecha está el límite elástico del material el

cual es  $2,5 \times 10^2$  [Mpa] lo cual indica que dicho tanque soporta en todo su cuerpo las tensiones sometidas por el líquido. (Figura 50)

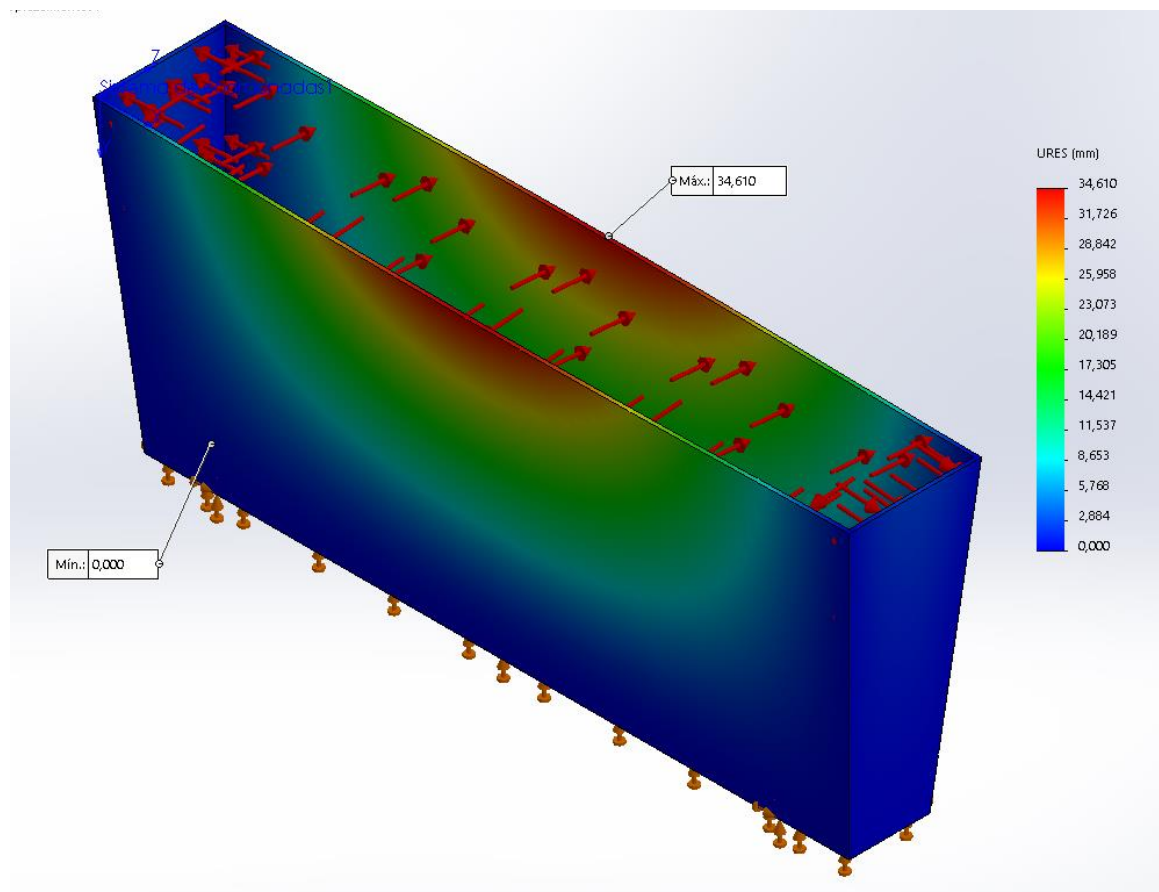
**Figura 50.**

*Tensión en el tanque*



### 5.1.2 Desplazamiento

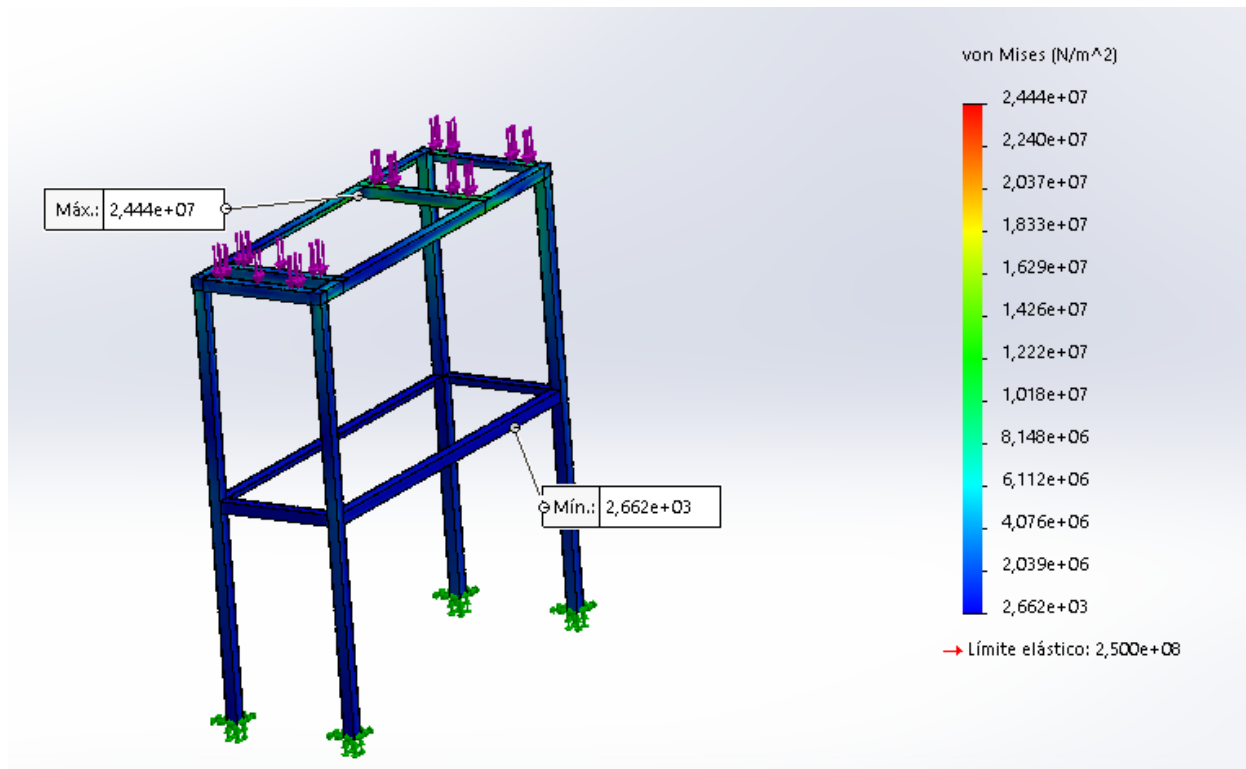
Se puede observar por la gama de colores del estudio que el desplazamiento máximo está en el centro de cada lado más largo del tanque, como desplazamiento máximo tenemos 3,4 [cm] y como mínimo 0 [cm] lo cual está dentro de los parámetros permitidos. (Figura 51)

**Figura 51.***Desplazamiento en el tanque*

## 5.2 Soporte del Motor

Se realiza un análisis estático del soporte del motor usando la herramienta simulación del programa SolidWorks.

### 5.2.1 Tensión del Soporte del Motor

**Figura 52.***Tensión del soporte del motor*

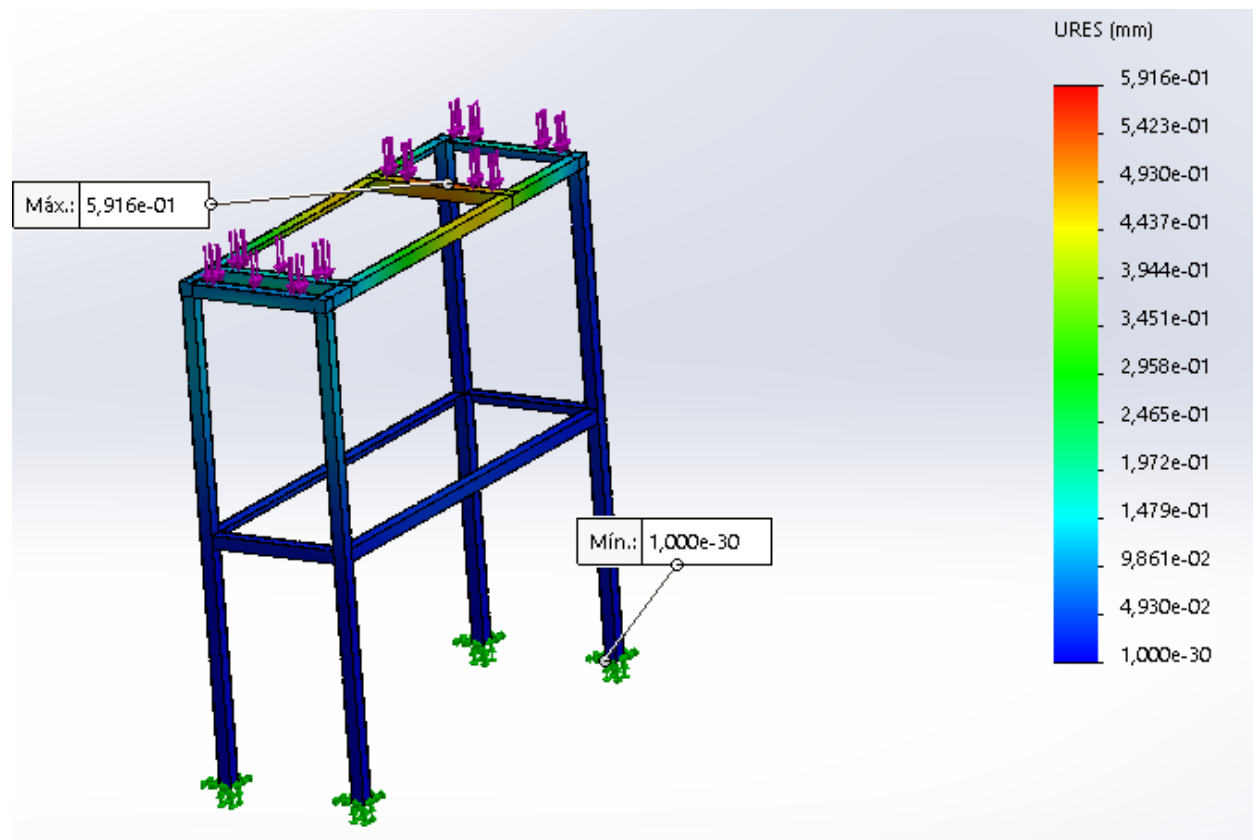
Se observa que las tensiones máximas están alrededor de los  $2,444 \times 10^7$  [N/m<sup>2</sup>] y la mínima está en  $2,662 \times 10^3$  [N/m<sup>2</sup>], en la parte derecha está el límite elástico del material el cual es  $2,5 \times 10^8$  [N/m<sup>2</sup>] lo cual indica que la estructura soporta la carga aplicada sobre ella. (Figura 52)

### 5.2.2 Desplazamiento del Soporte del Motor

Se puede observar por la gama de colores del estudio que el desplazamiento máximo está en el centro de cada lado más largo del tanque, como desplazamiento máximo tenemos  $5,916 \times 10^{-01}$  [mm] y como mínimo  $1,0 \times 10^{-30}$  [mm] lo cual está dentro de los parámetros permitidos. (Figura 53)

**Figura 53.**

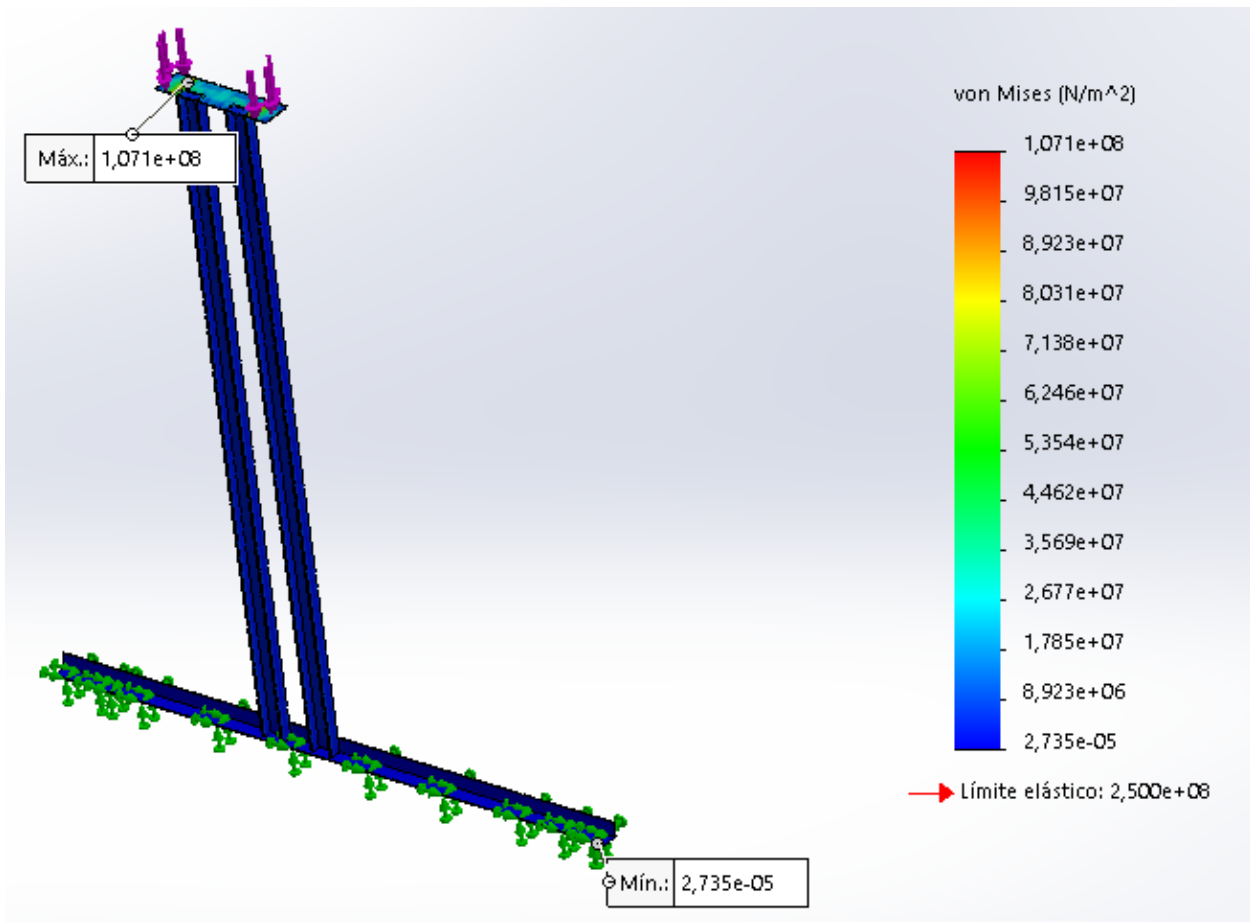
*Desplazamiento del soporte del motor*



### 5.3 Soporte Central

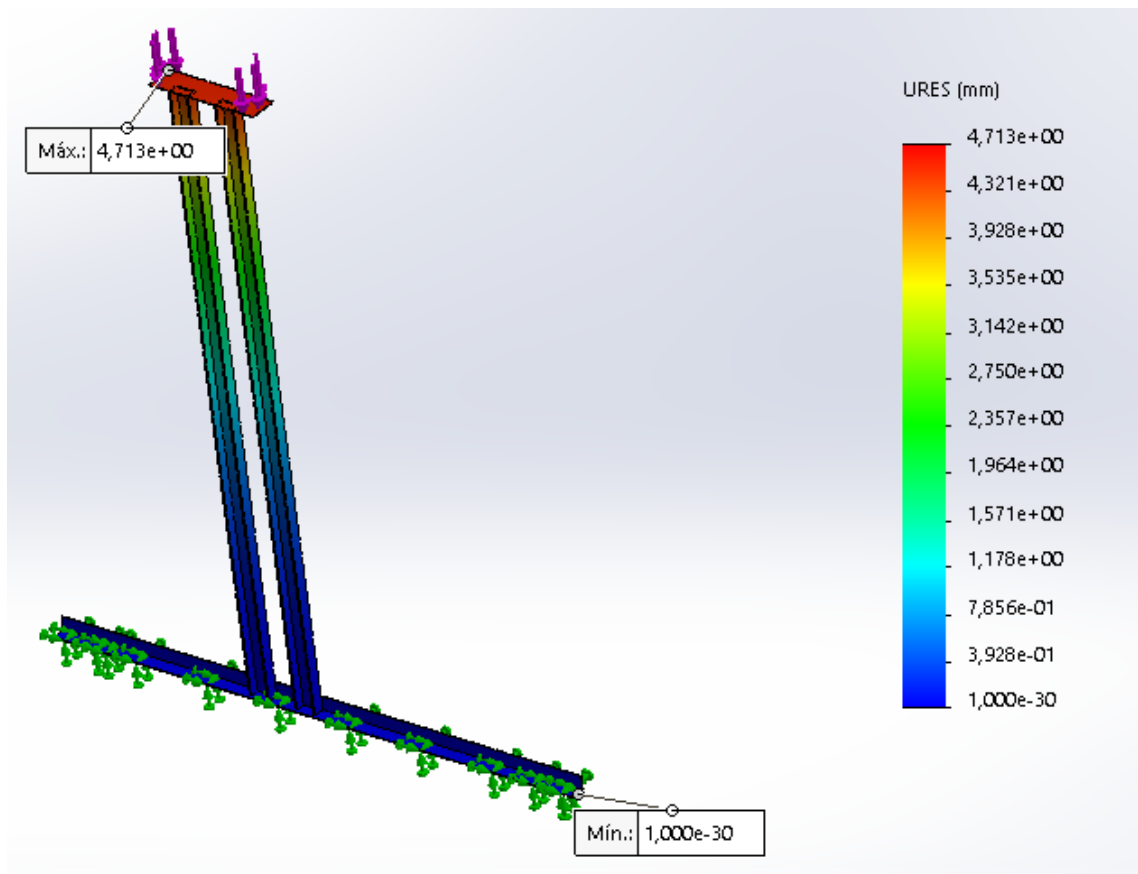
Se realiza un análisis estático del soporte central usando la herramienta simulación del programa SolidWorks.

#### 5.3.1 Tensión del Soporte Central

**Figura 54.***Tensión del soporte central*

Se observa que las tensiones máximas están alrededor de los  $1,071 \times 10^8$  [N/m<sup>2</sup>] y la mínima está en  $2,735 \times 10^{-5}$  [N/m<sup>2</sup>], en la parte derecha está el límite elástico del material el cual es  $2,5 \times 10^8$  [N/m<sup>2</sup>] lo cual indica que la estructura soporta la carga aplicada sobre ella. (Figura 54)

### 5.3.2 Desplazamiento del Soporte Central

**Figura 55.***Desplazamiento del soporte central*

Se puede observar por la gama de colores del estudio que el desplazamiento máximo está en el centro de cada lado más largo del tanque, como desplazamiento máximo tenemos 4,713 [mm] y como mínimo  $1,0 \times 10^{-30}$  [mm] lo cual está dentro de los parámetros permitidos. (Figura 55)

## 6. Documentación para la Construcción del Sistema de Lavado de Arena Tipo Noria Basada en Hojas de Ruta

En el Anexo B y C se mostrarán una serie de hojas de ruta que servirán como guía en la fabricación de la maquina; a continuación, hallara un resumen de las hojas de ruta con el fin de dar un vistazo al formato, códigos y al proceso de ensamble del modelo.

## 6.1 Ensamble General

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: [https://youtu.be/\\_6m0rqO3dqE](https://youtu.be/_6m0rqO3dqE).

(Tabla 15) (Figura 56 y 57)

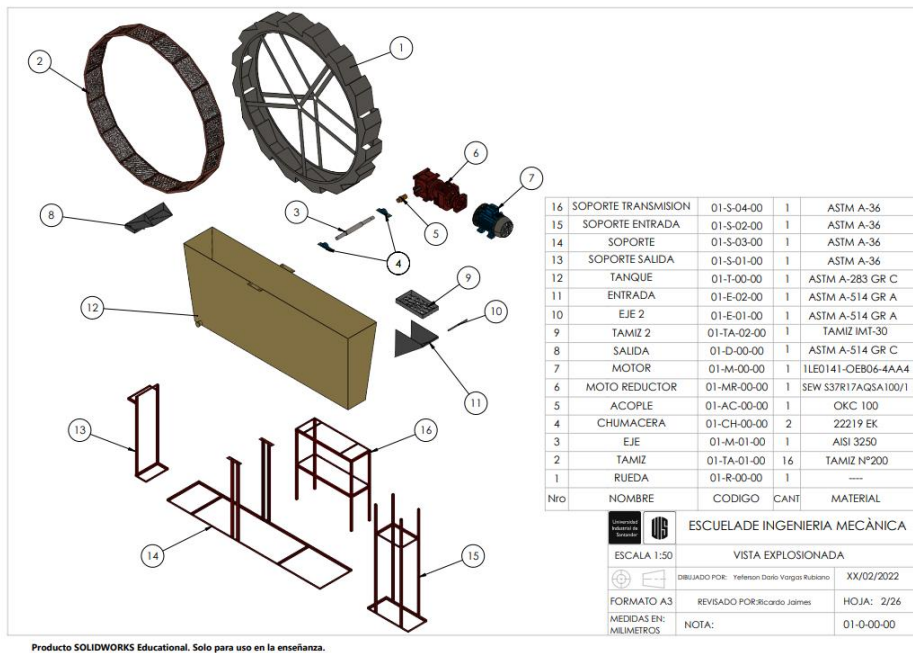
**Tabla 15.**

*Hoja de ruta 1*

Hoja de ruta			1
Denominación: 01-00-00		N° plano: 1/26	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Trasladar	Tomar los subconjuntos 01-SM-00-00, 01-SR-00-00, 01-E-00-00, 01-ST-00-00, 01-SD-00-00 previamente armados y moverlos al sitio de instalación.	Variable
2	Posicionar el tanque	Poner el subconjunto tanque en el sitio de instalación usando una grúa telescópica con capacidad de una tonelada-	60
3	Posicionar la rueda	Poner el subconjunto rueda en su sitio usando una grúa telescópica con capacidad de una tonelada y las dos chumaceras.	60
4	Posicionar el motor	Poner el subconjunto motor en su sitio usando una grúa telescópica con capacidad de una tonelada, sin conectarlo al eje.	60
5	Posicionar entrada y salida	Tomar los dos subconjuntos (entrada y salida) con dos operarios y colocarlos en su sitio	20
6	Fijar la estructura	Usar los pernos para fijar la entrada y la salida a la estructura del tanque.	15
7	Conectar el motor	Unir el sistema motriz al eje mediante el uso del acople y la cuña, usando un nivel laser para asegurar la correcta alineación.	25
8	Llenado	Llenar el tanque de agua y hacer una prueba de encendido	60
<b>Total:</b>			<b>300 + Variable</b>
<b>Observaciones:</b>			

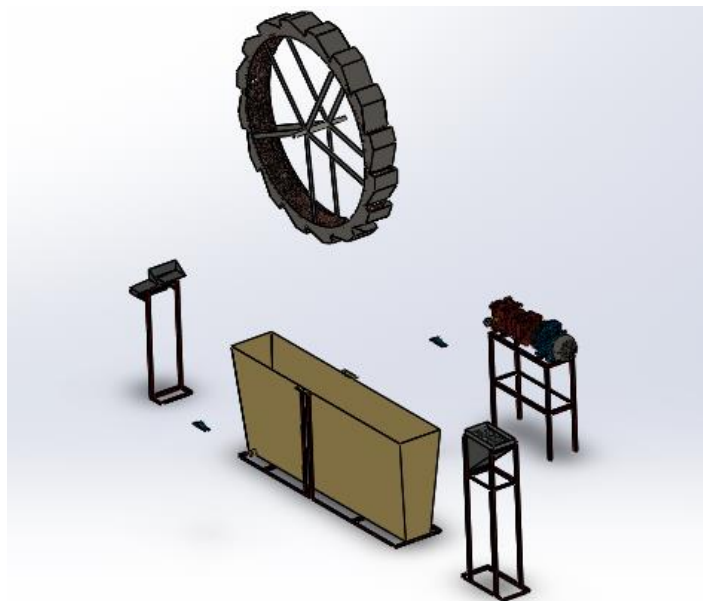
**Figura 56.**

*Plano de explosión*



**Figura 57.**

*Subensambles*



## 6.2 Ensamble Subconjunto Motor

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: <https://youtu.be/xcEvWH21dek>.

(Tabla 16) (Figura 58)

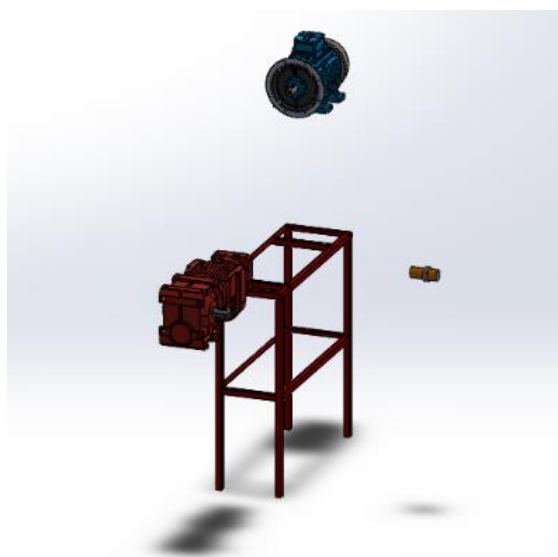
**Tabla 16.**

*Hoja de ruta 2*

Hoja de ruta			2
Denominación: 01-SM-00-00		N° plano: 1/26	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Inventario	Checar que se tengan las piezas necesarias: 01-S-04-00; 01-AC-00-00; 01-M-00-00; 01-MR-00-00 tornillos y tuercas.	10
2	Posicionar el motor	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una carretilla elevadora, poner el motor en su sitio y fijarlo con tornillos y tuercas.	20
3	Posicionar el reductor	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una carretilla elevadora, poner el reductor en su sitio, alinearlos y fijarlos con la chaveta, tornillos y tuercas.	30
<b>Total:</b>			<b>60</b>
<b>Observaciones:</b>			

**Figura 58.**

*Subensamble Motor*



### 6.3 Ensamble Subconjunto Rueda

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: <https://youtu.be/D0f0CQQ4ahw>.

(Tabla 17) (Figura 59)

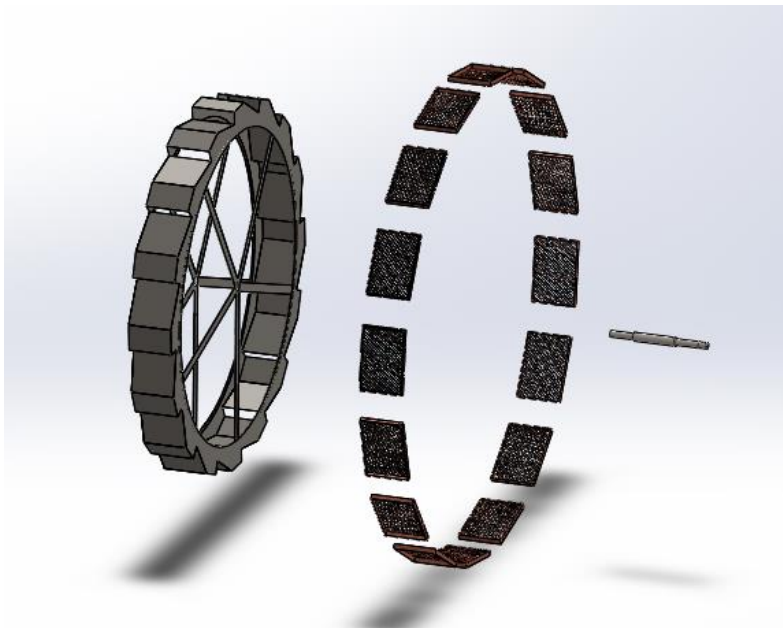
**Tabla 17.**

*Hoja de ruta 3*

Hoja de ruta			3
Denominación: 01-SR-00-00		N° plano: 1/26	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Inventario	Checar que se tengan las piezas necesarias: 01-M-01-00; 01-R-00-00; 01-TA-01-00	10
2	Posicionar los tamices	Con la rueda en el piso, se ponen los tamices, con dos líneas de soldadura siguiendo la <b>H.I.8</b>	30
3	Posicionar la rueda	Poner la rueda verticalmente usando una grúa telescópica con capacidad de una tonelada.	15
4	Posicionar el eje	Se introduce el eje en la abertura central de la rueda y se fija en su lugar con el uso de cuñas	15
<b>Total:</b>			<b>70</b>
<b>Observaciones:</b>			

**Figura 59.**

*Subensamble rueda*



#### 6.4 Ensamble Subconjunto Entrada

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: [https://youtu.be/r\\_y0w7viE1c](https://youtu.be/r_y0w7viE1c).

(Tabla 18) (Figura 60)

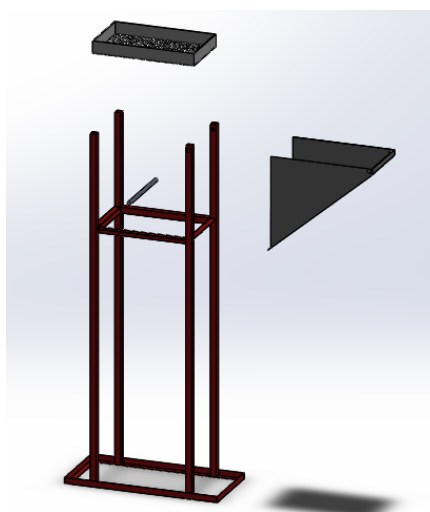
**Tabla 18.**

*Hoja de ruta 4*

Hoja de ruta			4
Denominación: 01-E-00-00		N° plano: 1/26	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Inventario	Checar que se tengan las piezas necesarias: 01-S-02-00; 01-E-02-00; 01-E-01-00; 01-TA-02-00.	10
2	Ubicar el soporte	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una carretilla elevadora, poner el soporte 01-S-02-00 en el sitio de trabajo.	10
3	Soldar el tamiz	Tomar 01-TA-02-00 y soldarlo en la parte superior de 01-E-02-00, según <b>H.I.8</b>	20
4	Ensamblar	Tomando 01-E-01-00 y la estructura anteriormente soldada, ensamblar el equipo; se sugiere un mínimo de 2 personas.	10
<b>Total:</b>			<b>50</b>
<b>Observaciones:</b>			

**Figura 60.**

*Subensamble entrada*



### 6.5 Ensamble Subconjunto Tanque

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: <https://youtu.be/JqkPROXE7Y4>.

(Tabla 19) (Figura 61)

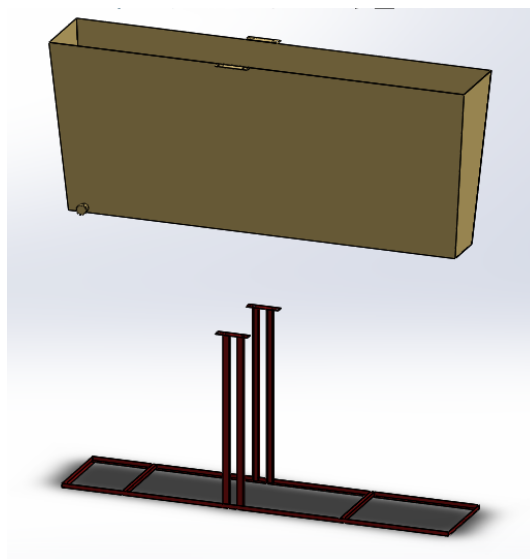
**Tabla 19.**

*Hoja de ruta 5*

Hoja de ruta			5
Denominación: 01-ST-00-00		N° plano:	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Inventario	Checar que se tengan las piezas necesarias: 01-S-03-00; 01-T-00-00	10
2	Ubicar el soporte	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una grúa puente poner el soporte 01-S-03-00 en el sitio de trabajo.	15
3	Ubicar el tanque	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una grúa puente poner el tanque 01-T-00-00 en el sitio de trabajo.	15
4	Fijar	Con pernos fijar el tanque provisionalmente a el soporte.	10
<b>Total:</b>			<b>50</b>
<b>Observaciones:</b>			

**Figura 61.**

*Subensamble tanque*



## 6.6 Ensamble Subconjunto Salida

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: [https://youtu.be/klb\\_5bBh91s](https://youtu.be/klb_5bBh91s).

(Tabla 20) (Figura 62)

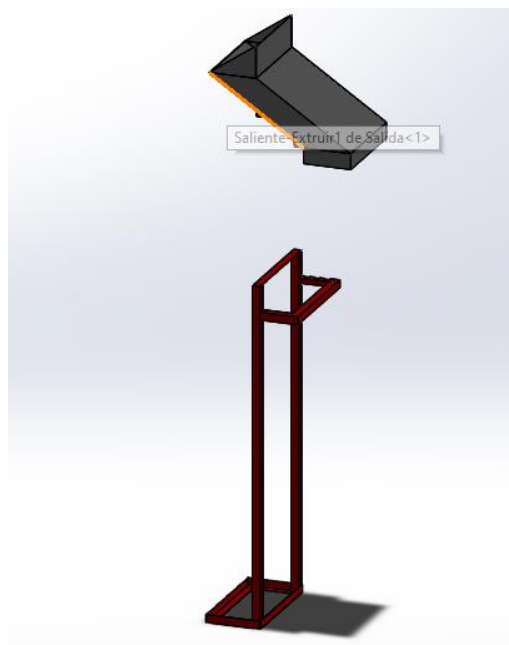
**Tabla 20.**

*Hoja de ruta 6*

Hoja de ruta			6
Denominación: 01-SD-00-00		N° plano: 1	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Inventario	Checar que se tengan las piezas necesarias: 01-S-01-00; 01-D-00-00	10
2	Ubicar el soporte	Tomar el soporte 01-S-01-00 y ponerlo en el sitio de trabajo	5
3	Ubicar el soporte	Tomar la pieza 01-D-00-00 y ponerlo en su lugar	5
4	Fijar	Con tornillos y tuercas fijar la pieza a el soporte.	10
<b>Total:</b>			<b>30</b>
<b>Observaciones:</b>			

**Figura 62.**

*Subensamble salida*



## 7. Viabilidad Financiera del Diseño

### 7.1 Costos

Para visualizar los costos de la viabilidad financiera del diseño ver el Anexo G. (Tabla 21 y 22)

**Tabla 21.**

*Costo de los materiales*

<b>Costos materiales</b>			
<b>Pieza o Material</b>	<b>Valor unidad [COP]</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor total [COP]</b>
Láminas de acero	282,600	18	5'086,800
Estructura cuadrada	87,890	50	4'394,500
Chumaceras	11,000	2	22,000
Motor	878,000	1	878,000
Eje	330,000	1	330,000
Tamiz	175,000	1	175,000
Tornillería	7,540	24	180,960
Reductor	5'224,034	1	5'224,034
Perfil en L	65,000	12	780,000
Acople	20,000	1	20,000
Brida	200,000	1	200,000
		<b>Total</b>	<b>17'290,334</b>

**Tabla 22.**

*Mano de obra*

<b>Mano de obra</b>	<b>Precio [COP]</b>
Mecanizado del eje	200,000
Cortado de laminas	1'000,000
Obra metalmecánica	2'300,000
Pintura	400,000
Transporte	600,000
<b>Total</b>	<b>4'500,000</b>

## 7.2 Análisis de Viabilidad



En primera instancia se evaluaron los costos del proceso de manufacturación del equipo en cuestión, sumando una estimación del precio de la mano de obra, llegando a un precio de fabricación aproximado de veintiún millones ochocientos mil pesos colombianos.

Teniendo en cuenta que, como regla general, un margen de ganancias neto del 10% se considera promedio, un margen del 20% se considera bueno, y un margen del 5% se considera bajo; se podría hablar de un precio de venta de entre veintiséis millones ciento sesenta mil pesos y veinticuatro millones de pesos colombianos. Este precio se tuvo como referencia para la comparación con los productos del mercado.

En el mercado, teniendo las páginas “Made in china” y “Alibaba” como guías que reflejan el mercado actual de maquinaria, se seleccionaron algunos productos que cumplen la misma función que el modelo en cuestión (Figura 63):

### Figura 63.

*Costos de los modelos del mercado*

Modelo	Pagina	Precio [US \$]	Imagen
<b>La serie Xs</b>	Made in china	8.000,00-10.000,00	
<b>Xs2600</b>	Made in china	5.600,00	

<b>Lavadora de grava y arena</b>	<b>Made in china</b>	<b>5.000,00</b>	
<b>Lavadora de arena en espira</b>	Made in china	6.500,00	
<b>XSD</b>	Alibaba	7.500,00	
<b>XS3600</b>	Alibaba	2.000,00 - 19.999,00	
<b>XS 0540</b>	Alibaba	6.900,00	
<b>XSD</b>	Alibaba	6.800,00	

Con estos precios se calculó un valor medio de siete mil quinientos dólares estadounidenses que equivalen aproximadamente a veintiocho millones quietos mil pesos colombianos, esto sin tener en cuenta los costos de envío y el tiempo de entrega.

Teniendo estos valores, es correcto afirmar que el modelo planteado es económicamente viable para producción unitaria o en serie, ya que no solamente es más económico, además al ser elaborado el en país, el tiempo de entrega al comprador es mucho menor y los repuestos son de fácil acceso para el cliente final.

## 8. Conclusiones

- El uso de noria para el lavado de arena es una práctica que va en declive por la innovación en nuevos equipos que ofrecen una mayor producción, no obstante, estos equipos son costosos, difíciles de mantener y muy grandes; por eso usar una noria, es una buena opción para empresas pequeñas.
- El uso de hojas de ruta como instructivo en la elaboración de equipos complejos es una buena práctica que disminuye los fallos cometidos por el personal de fabricación.
- El modelo propuesto es económicamente viable en comparación con los modelos del mercado a pesar de que los costos citados son valores de referencia que pueden diferir levemente de los valores reales.

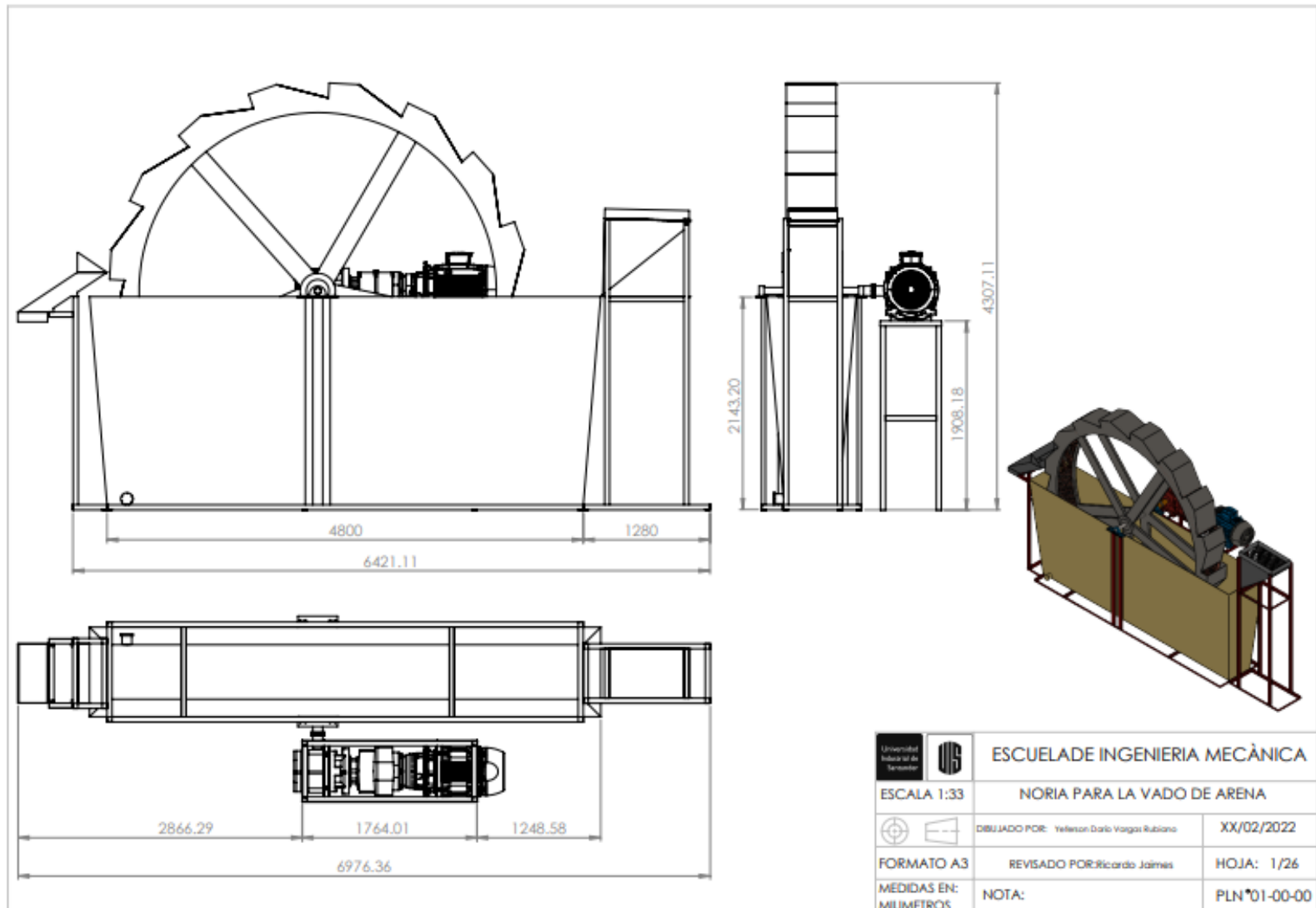
### Referencias Bibliográficas

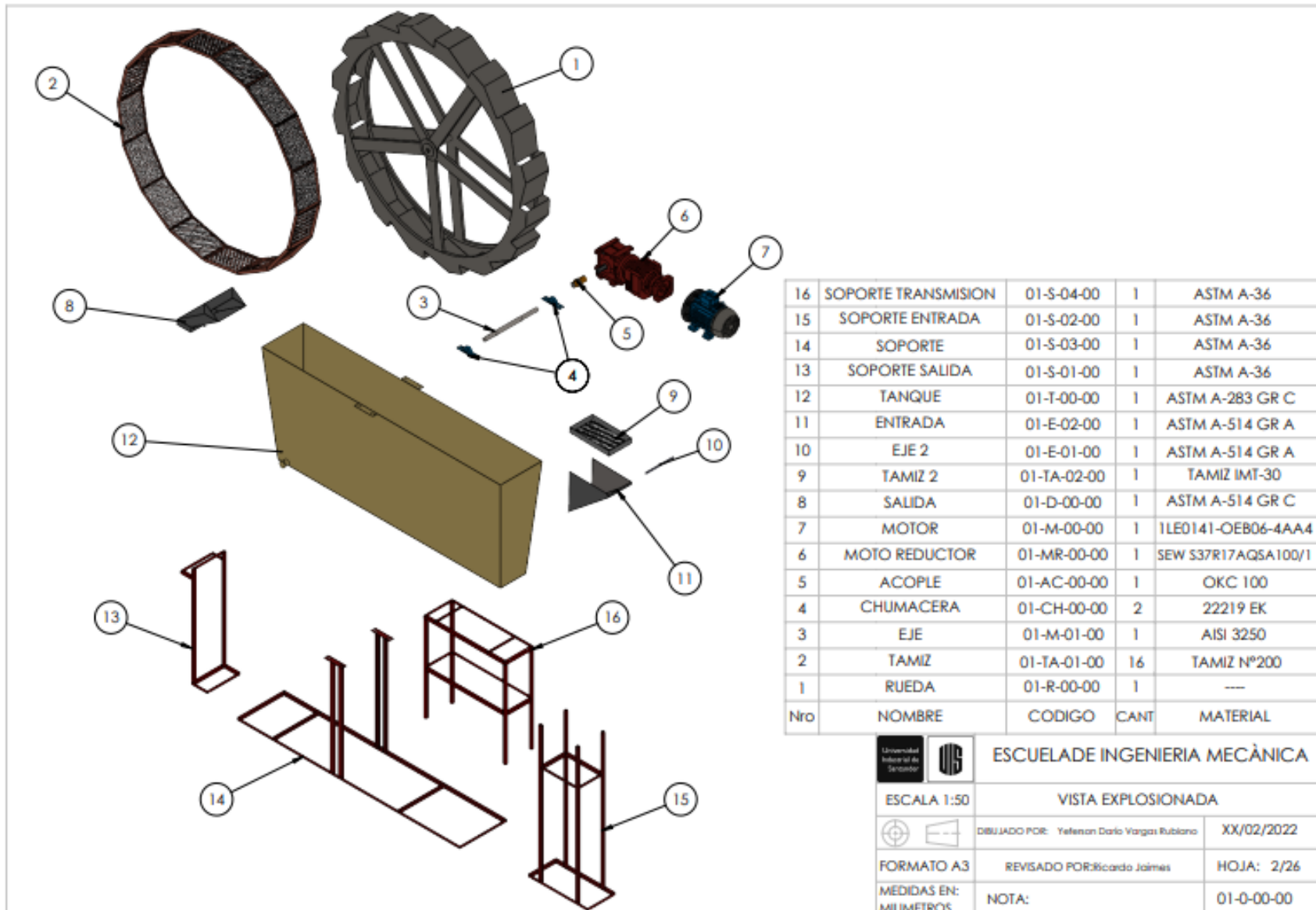
- Aponte Correa, E. (2017). *Influencia de un aditivo retardante de fragua en el comportamiento mecánico del concreto  $F'C=250\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Jaen [Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca]*. <https://cutt.ly/Wc6lzSZ>
- Contreras Peñaranda, F. (2020). *Diseño y construcción de un prototipo mecánico para el corte y despulpado de cacao [Tesis, Universidad Industrial de Santander]*. <https://cutt.ly/Sc6Lvve>
- Etwinternational (2021). *etwinternational.com.ar*: <https://etwinternational.com.ar/1-1-8-wheel-sand-washer-31459.html>
- EURODRIVE, S. (2021). *SEW EURODRIVE*. [https://www.sew-eurodrive.es/os/catalog/products/gears/standalonegear/default.aspx?language=es\\_ES&country=ES](https://www.sew-eurodrive.es/os/catalog/products/gears/standalonegear/default.aspx?language=es_ES&country=ES)
- Gutiérrez, L. (2003). EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES. En L. Gutiérrez, *EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES* (págs. 1-231).
- Jiménez, F. N., & Solís, S. I. (2013). *Diseño y construcción de un sistema de lavado de arena con capacidad aproximada de ciento sesenta toneladas por día e implementación de un HMI, para la compañía “ECOHORMIGONES” [Tesis, a Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga]*. Obtenido de <https://cutt.ly/Lc6G7P0>
- Maamsamcg. (2021). *www.maamsamcg.com*: <http://www.maamsamcg.com/productos/criba-vibratoria/>
- Montalván, Y. D. (2018). *Caracterización del residual del proceso de lavado de la arena en la cantera Mariano Pérez Balí “El Purio”*.

- Morales Alvares, L. A. (2016). *Diseño y construcción de un prototipo para lavado de agregados* [Tesis, Universidad de la Salle]. <https://cutt.ly/hc6EX6Q>
- Mott, R. (2006). Diseño de elementos. En R. Mott, *Diseño de elementos* (págs. 1-946). México: Pearson educación.
- NTC78. (10 de 05 de 1995). *ICONTEC*.  
[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/NORMA\\_TECNICA\\_NTC\\_COLOMBIANA\\_78.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/NORMA_TECNICA_NTC_COLOMBIANA_78.pdf)
- Rojo Garcia, C. (2008). *Planta de lavado para arena silíceas* [Tesis, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Civil]. <https://cutt.ly/Gc6KTmy>
- Rondón Lizcano, G. A. (2019). *Diseño y construcción de un equipo para transformación esférica de la arena para la empresa CI multiservicios de ingeniería 1ª S.A ubicada en la ciudad de Barrancabermeja* [Tesis, Universidad industrial de Santander]. <https://cutt.ly/xc6J8QU>
- Sahuaraura Simbron, S. (2014). *Caracterización del efluente producido por el lavado de los mixers de una planta de concreto* [Tesis, Universidad nacional de ingeniería]. <https://n9.cl/kv71>
- SIEMENS, C. (2021). *assets.new.siemens*.  
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/artempressioncatalogosimotics.pdf>
- Silva, O. (2020). *Tipos de agregados y su influencia en el diseño de mezcla del concreto*. Argos:  
<https://n9.cl/6202>
- SKF. (1 de Enero de 2019). *SKF*. [https://0201.nccdn.net/1\\_2/000/000/166/f50/catalogo-general-skf.pdf](https://0201.nccdn.net/1_2/000/000/166/f50/catalogo-general-skf.pdf)
- Spanish alibaba. (2021). *spanish.alibaba.com*. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/huahong-drum-roller-sand-washer-rotary-sand-washing-machine-rotary-washing-machine-price-1959133894.html>

Apéndices

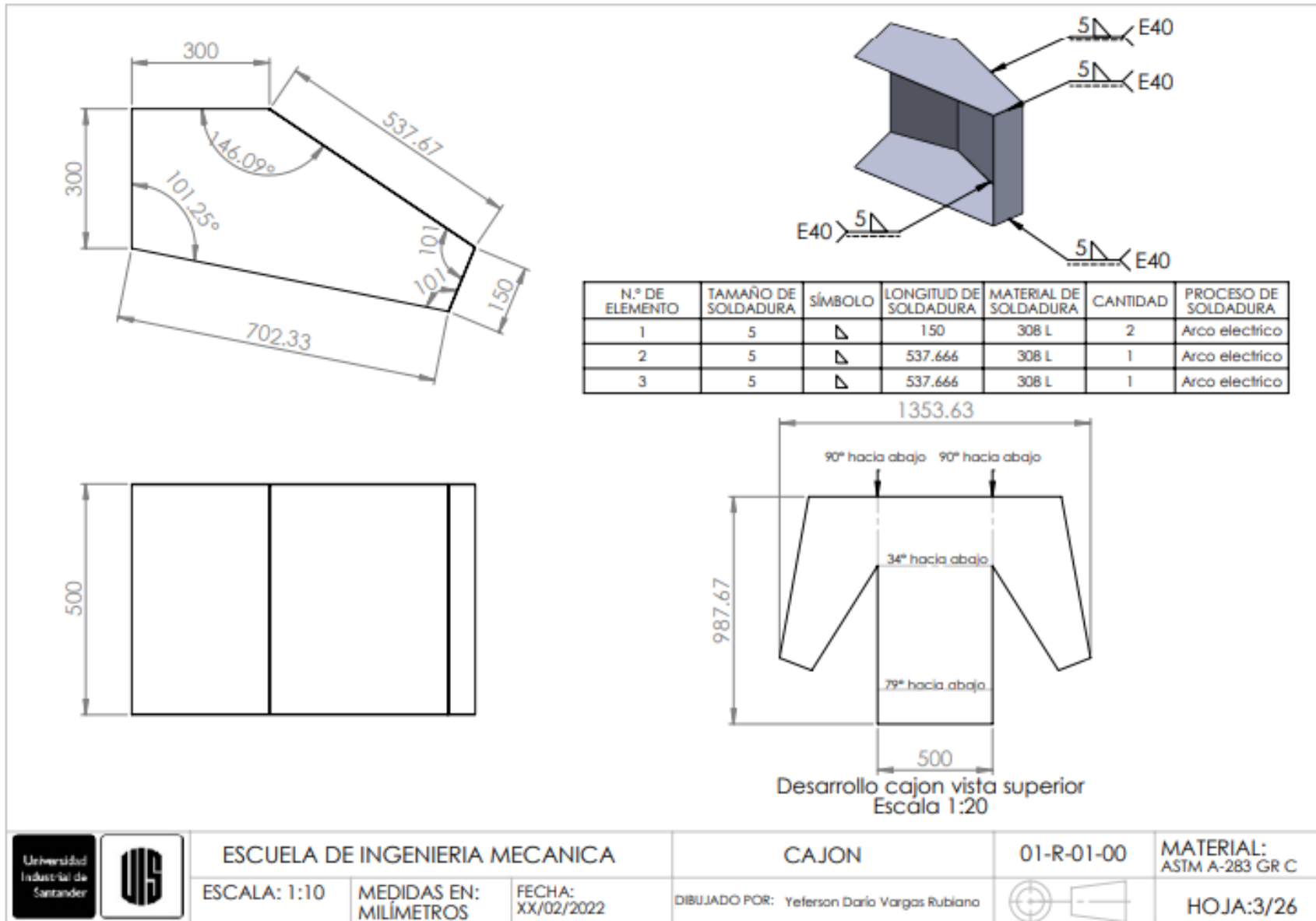
Apéndice A. Planos Noria





16	SOPORTE TRANSMISION	01-S-04-00	1	ASTM A-36
15	SOPORTE ENTRADA	01-S-02-00	1	ASTM A-36
14	SOPORTE	01-S-03-00	1	ASTM A-36
13	SOPORTE SALIDA	01-S-01-00	1	ASTM A-36
12	TANQUE	01-T-00-00	1	ASTM A-283 GR C
11	ENTRADA	01-E-02-00	1	ASTM A-514 GR A
10	EJE 2	01-E-01-00	1	ASTM A-514 GR A
9	TAMIZ 2	01-TA-02-00	1	TAMIZ IMT-30
8	SALIDA	01-D-00-00	1	ASTM A-514 GR C
7	MOTOR	01-M-00-00	1	1LE0141-OEB06-4AA4
6	MOTO REDUCTOR	01-MR-00-00	1	SEW S37R17AQA5A100/1
5	ACOPLE	01-AC-00-00	1	OKC 100
4	CHUMACERA	01-CH-00-00	2	22219 EK
3	EJE	01-M-01-00	1	AISI 3250
2	TAMIZ	01-TA-01-00	16	TAMIZ N°200
1	RUEDA	01-R-00-00	1	---
Nro	NOMBRE	CODIGO	CANT	MATERIAL

 	ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA	
ESCALA 1:50	VISTA EXPLOSIONADA	
	DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano	XX/02/2022
FORMATO A3	REVISADO POR: Ricardo Jaimes	HOJA: 2/26
MEDIDAS EN: MILIMETROS	NOTA:	01-0-00-00



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:10

MEDIDAS EN:  
MILÍMETROS

FECHA:  
XX/02/2022

CAJON

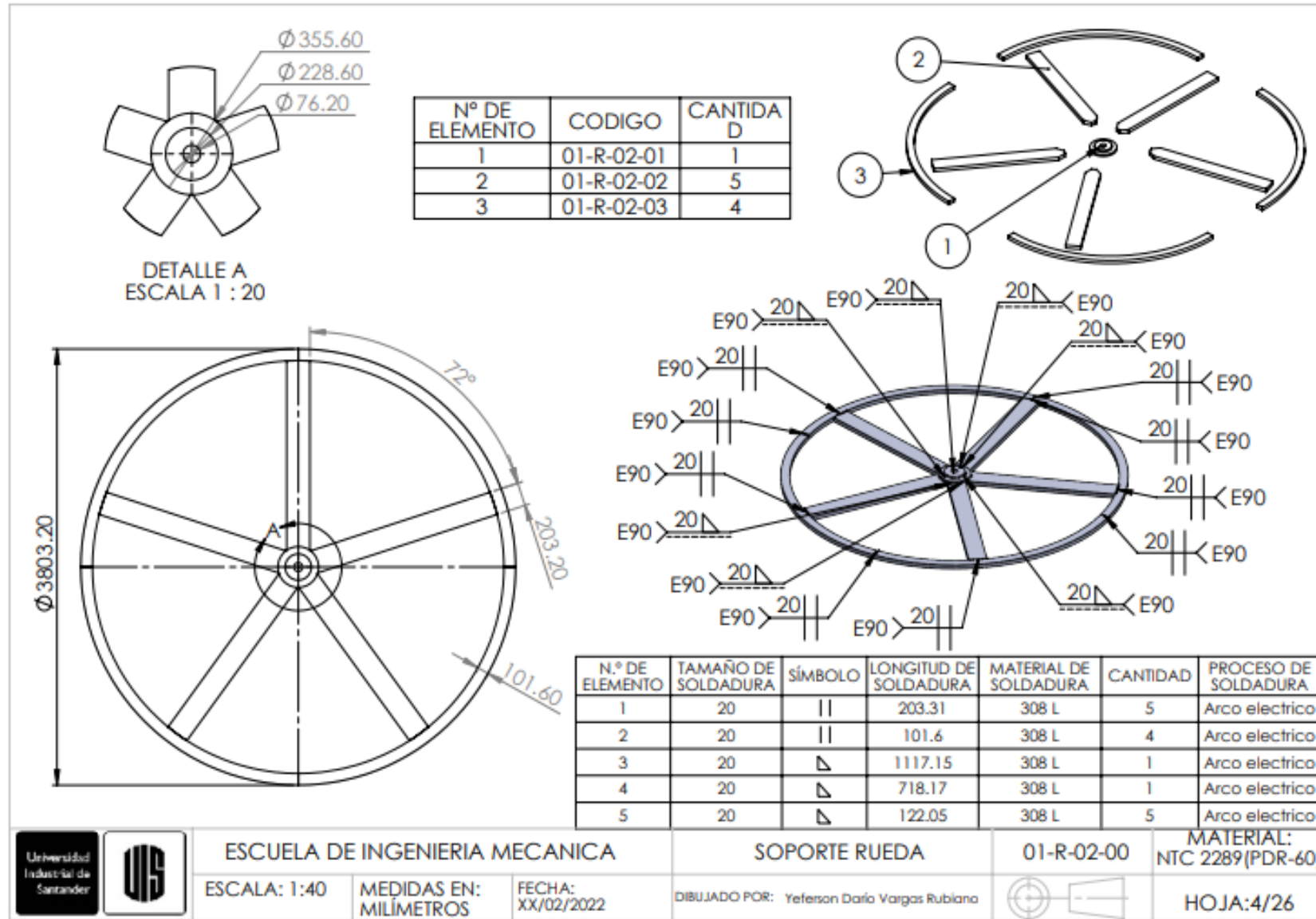
DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano

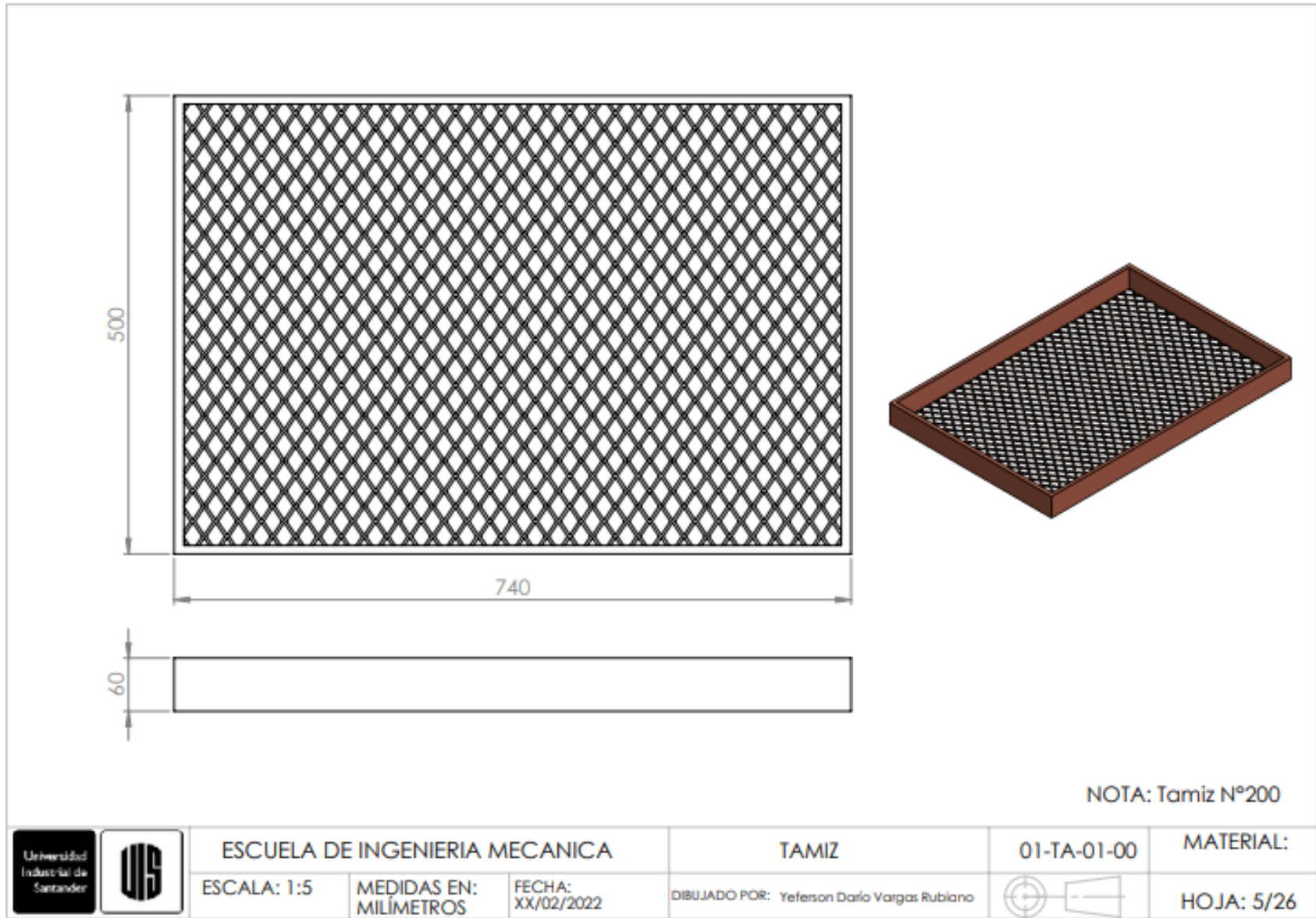
01-R-01-00

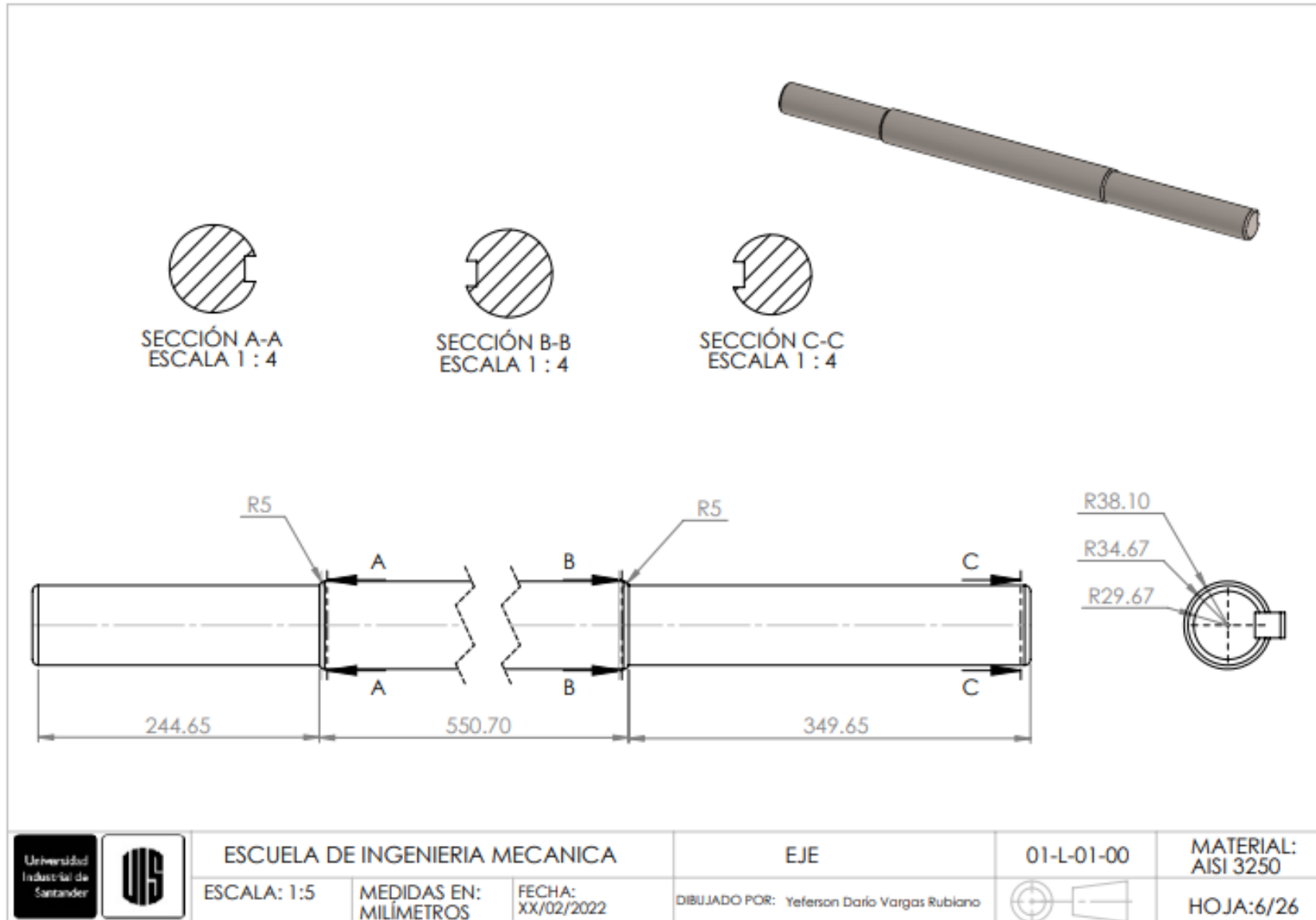
MATERIAL:  
ASTM A-283 GR C

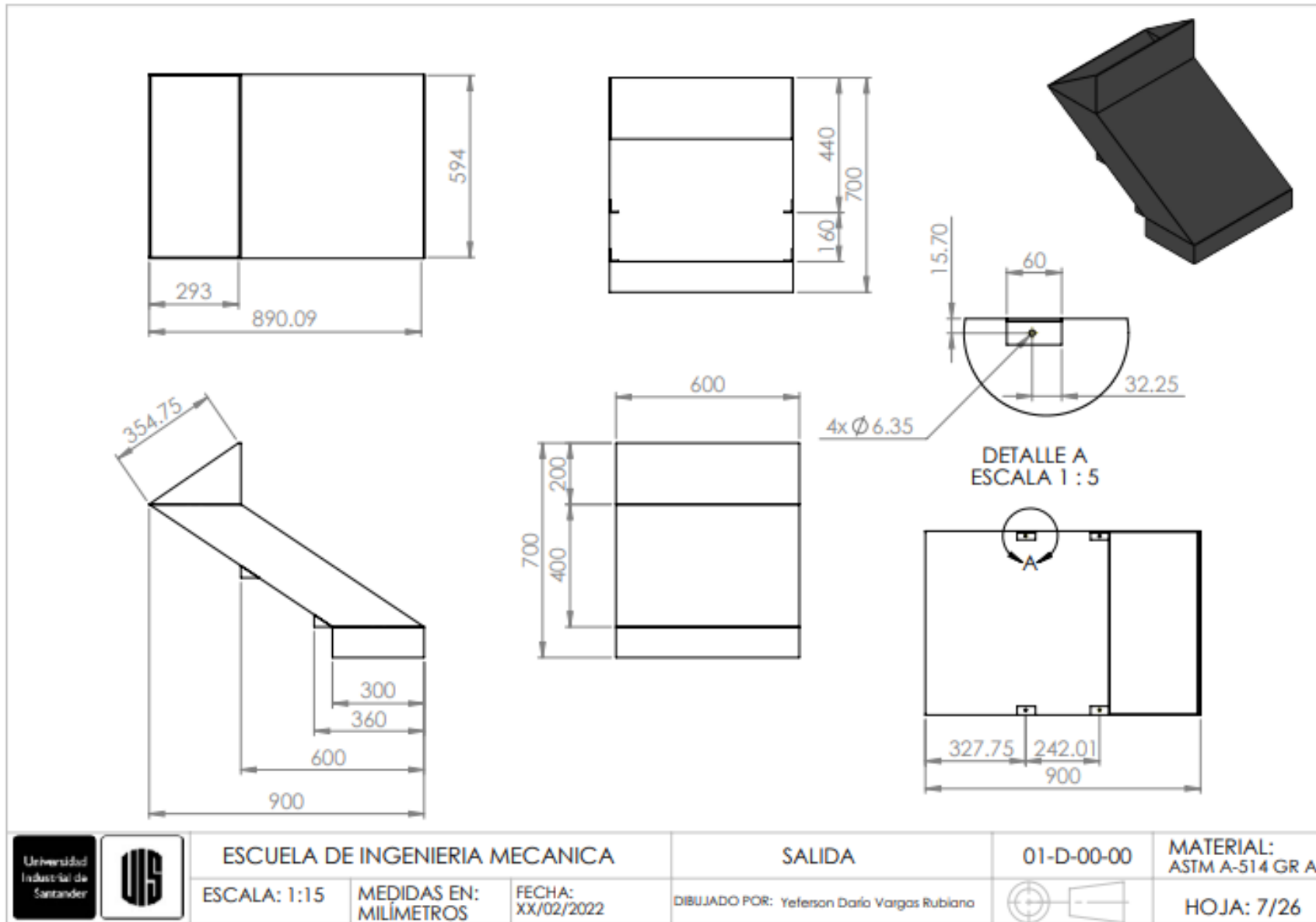


HOJA:3/26









ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:15

MEDIDAS EN:  
MILIMETROS

FECHA:  
XX/02/2022

SALIDA

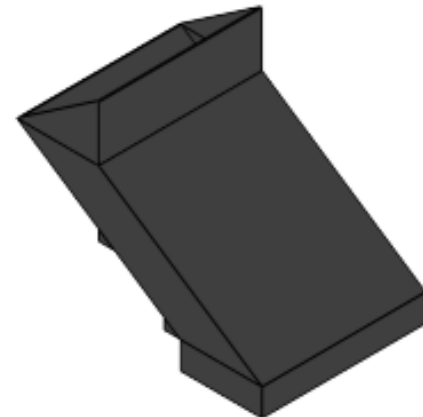
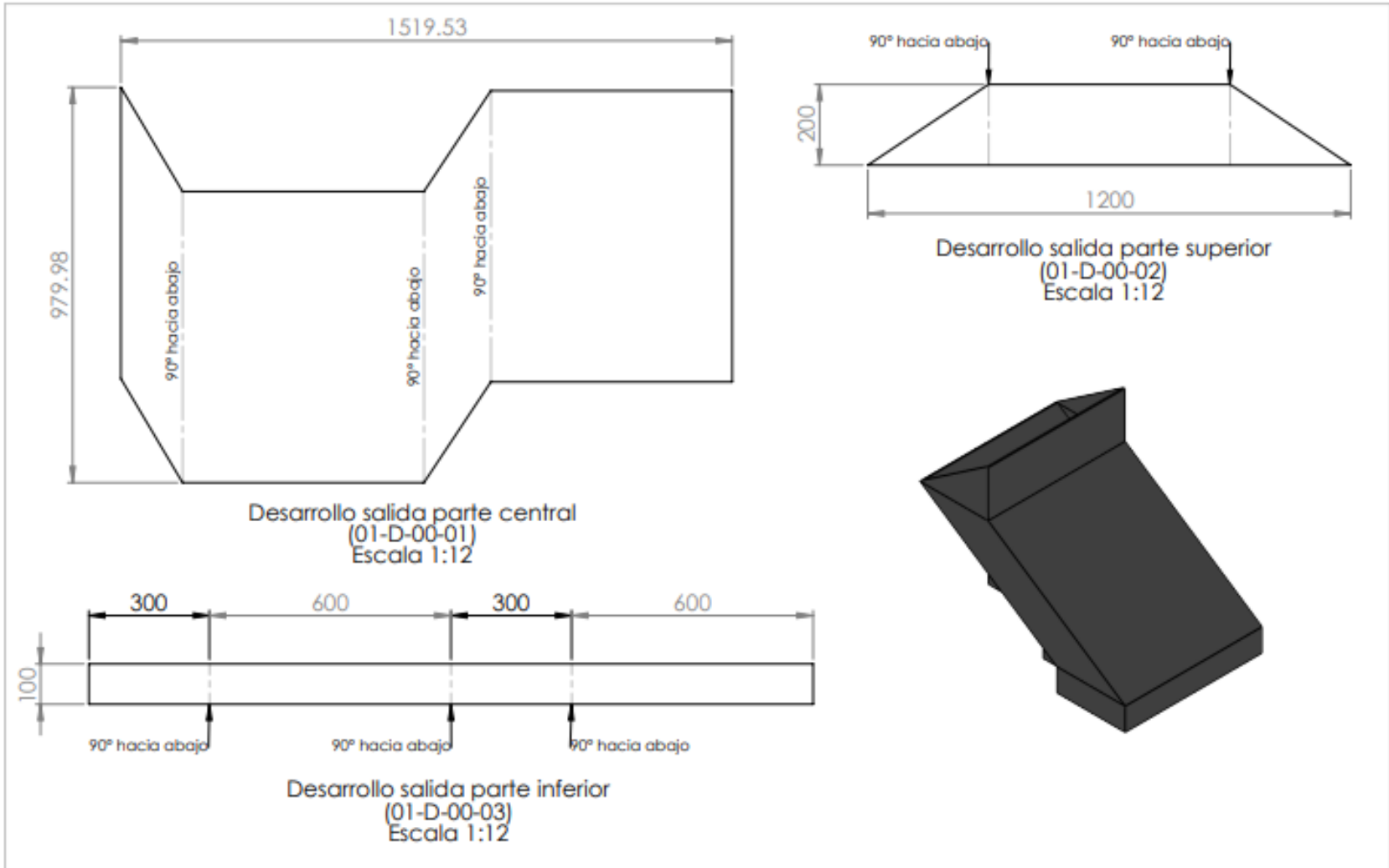
DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano

01-D-00-00

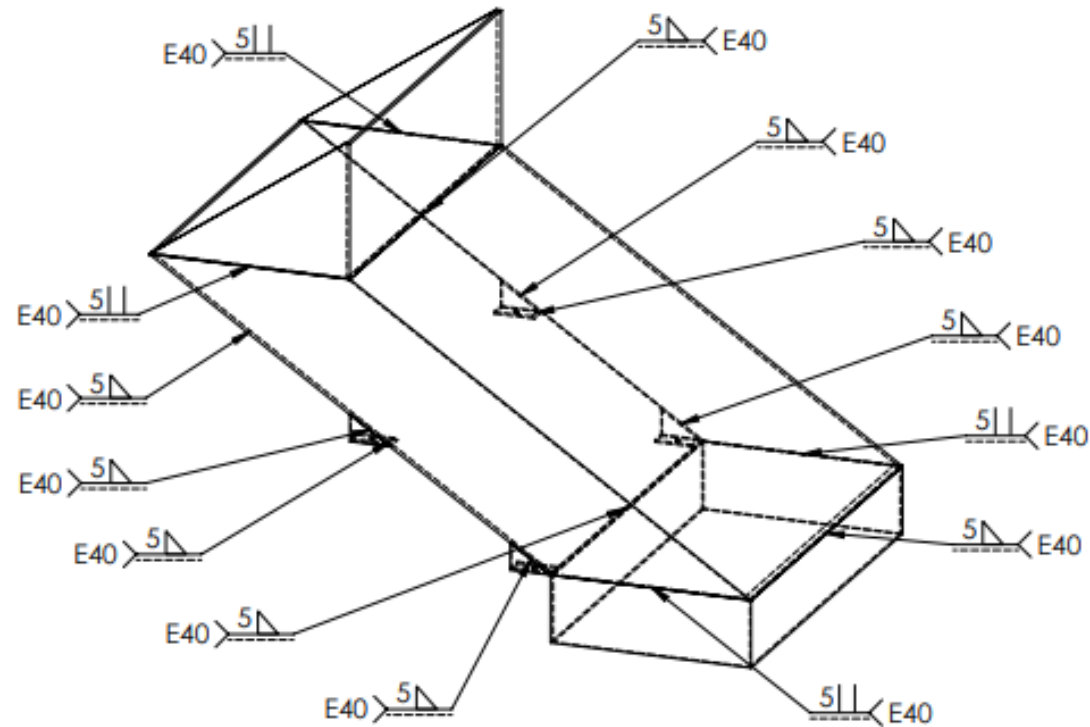
MATERIAL:  
ASTM A-514 GR. A



HOJA: 7/26

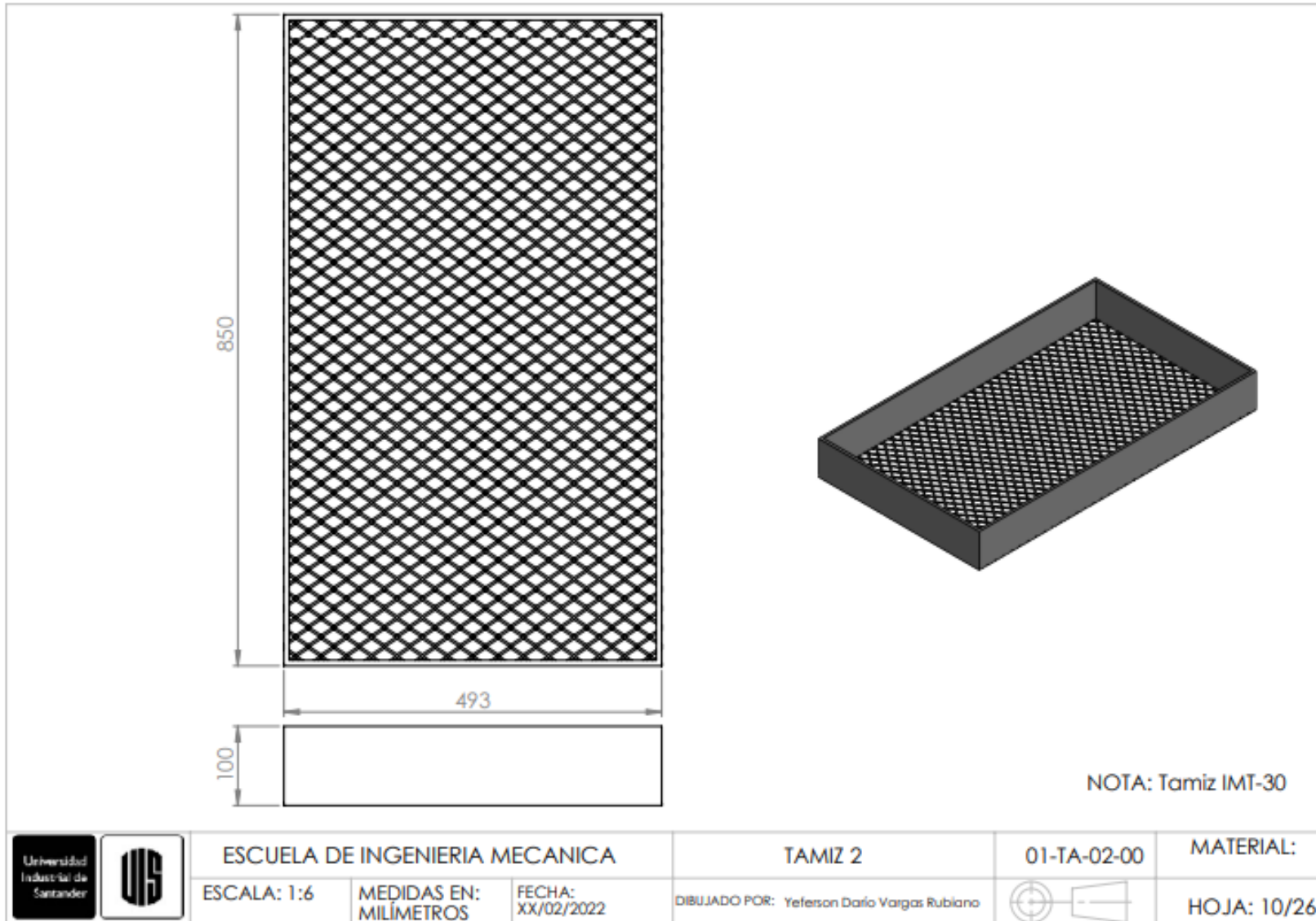


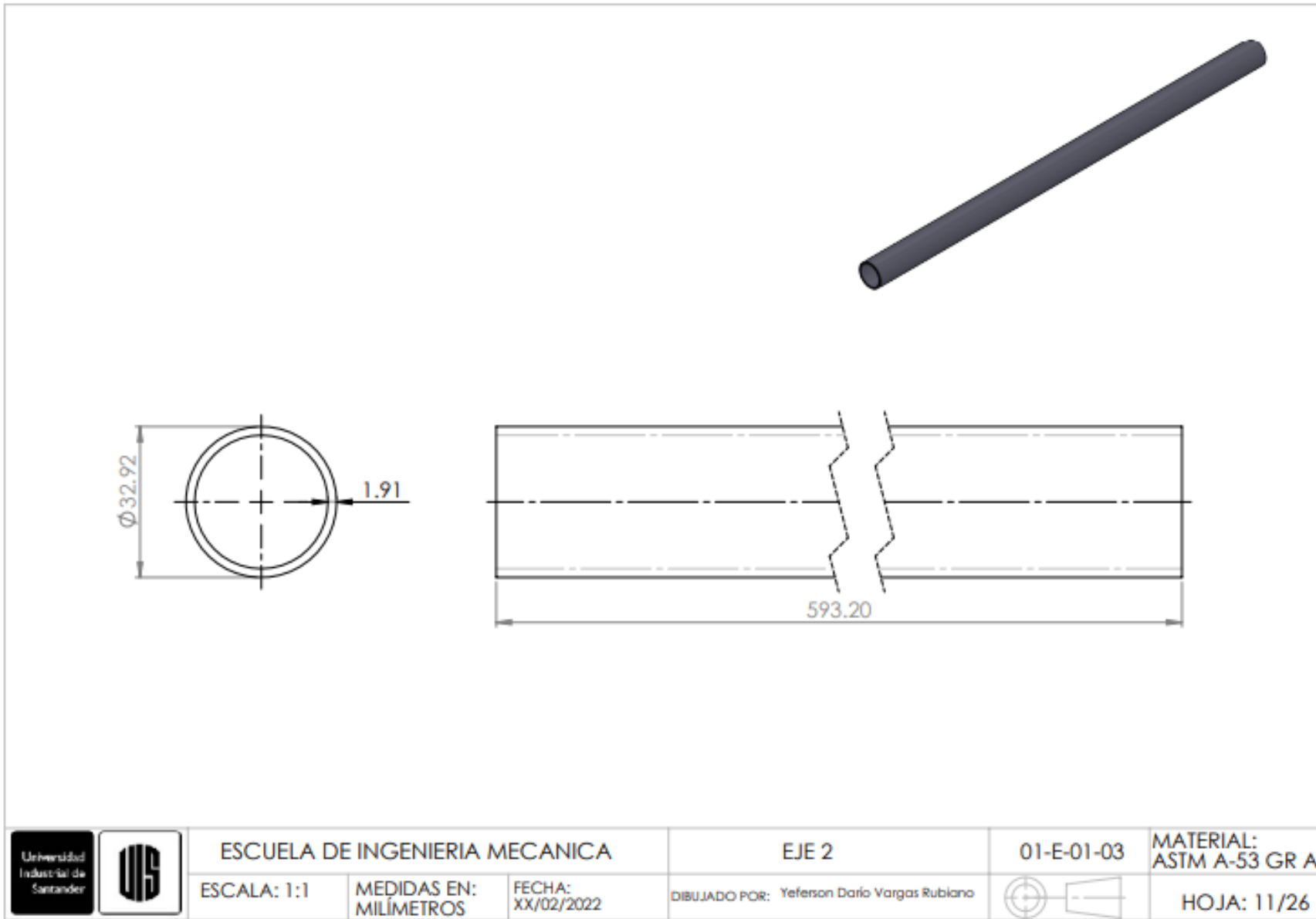
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			SALIDA	01-D-00-00	MATERIAL: ASTM A-514 GR A
	ESCALA: 1:15	MEDIDAS EN: MILIMETROS	FECHA: XX/02/2022			

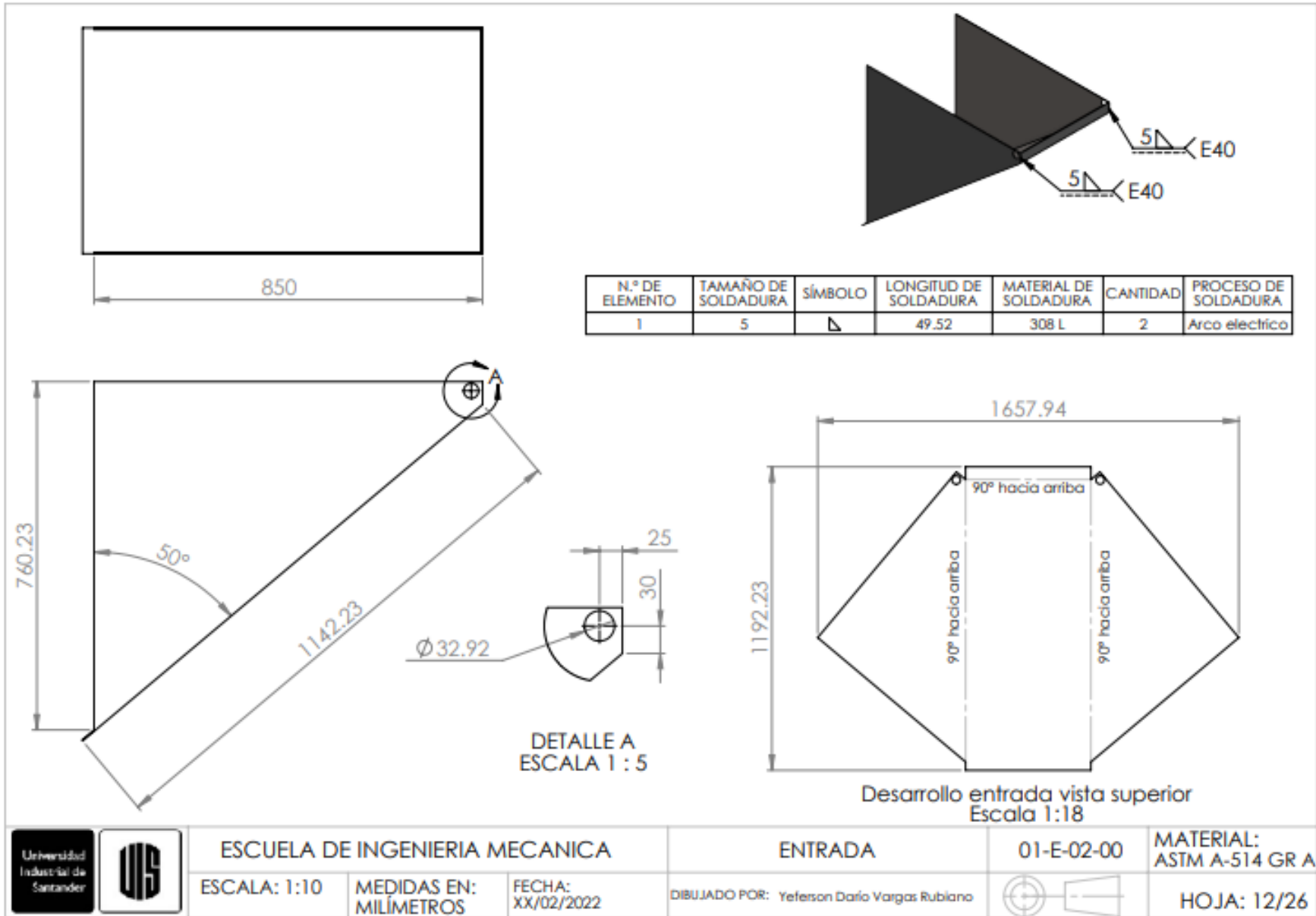


N.º DE ELEMENTO	TAMAÑO DE SOLDADURA	SÍMBOLO	LONGITUD DE SOLDADURA	MATERIAL DE SOLDADURA	CANTIDAD	PROCESO DE SOLDADURA
1	5	△	600	308 L	1	Arco eléctrico
2	5	△	594	308 L	1	Arco eléctrico
3	5	△	599.7	308 L	1	Arco eléctrico
4	5	△	72.11	308 L	2	Arco eléctrico
5	5	△	25.4	308 L	2	Arco eléctrico
6	5		300	308 L	2	Arco eléctrico
7	5		294	308 L	2	Arco eléctrico
8	5	△	715.7	308 L	1	Arco eléctrico
9	5	△	66.7	308 L	2	Arco eléctrico

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			SALIDA		01-D-00-00	MATERIAL: ASTM A-514 GR A
	ESCALA: 1:8	MEDIDAS EN: MILÍMETROS	FECHA: XX/02/2022	DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano			HOJA: 9/26







ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:10

MEDIDAS EN:  
MILÍMETROS

FECHA:  
XX/02/2022

ENTRADA

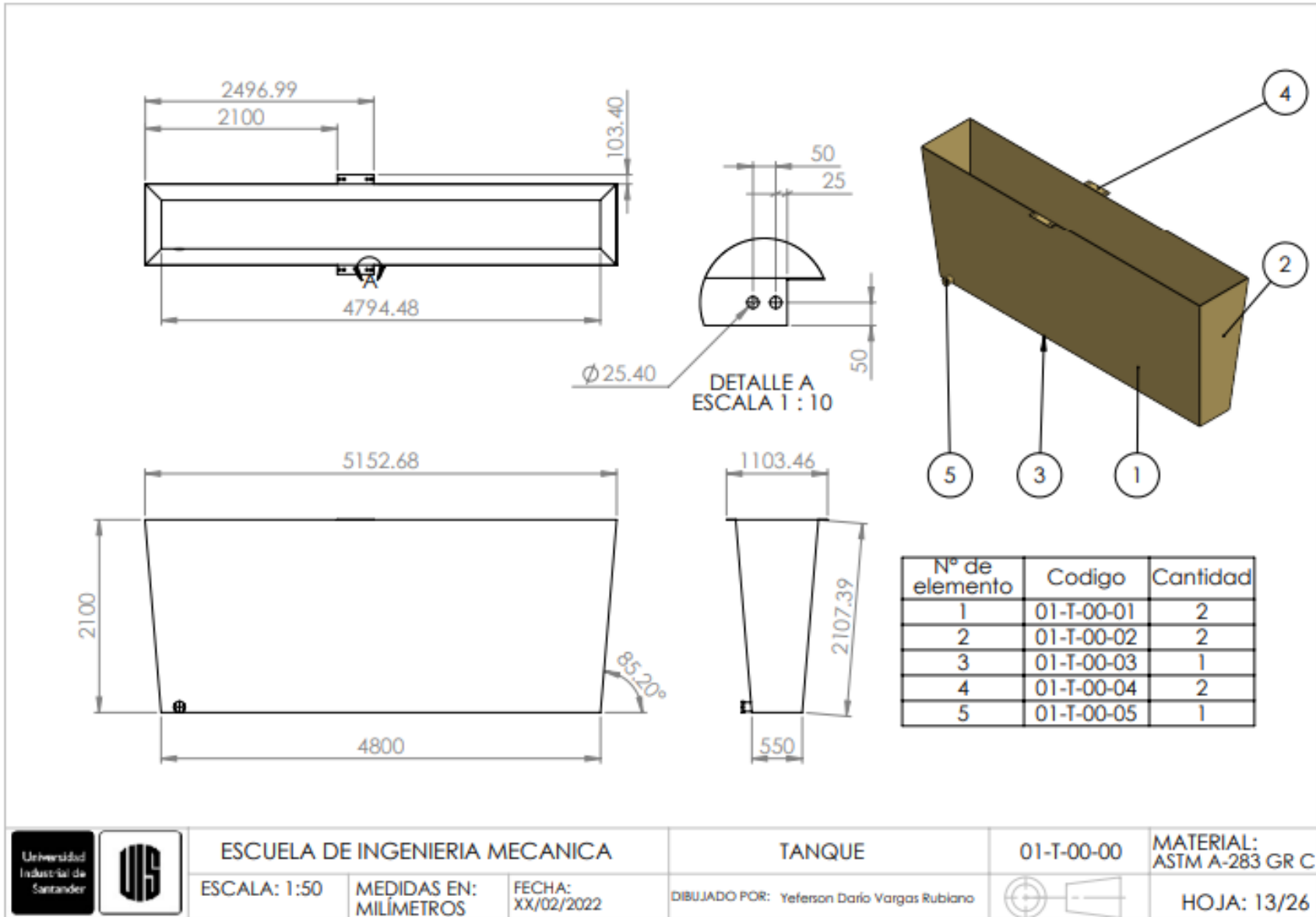
01-E-02-00

MATERIAL:  
ASTM A-514 GR A

DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano



HOJA: 12/26



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:50

MEDIDAS EN:  
MILÍMETROS

FECHA:  
XX/02/2022

TANQUE

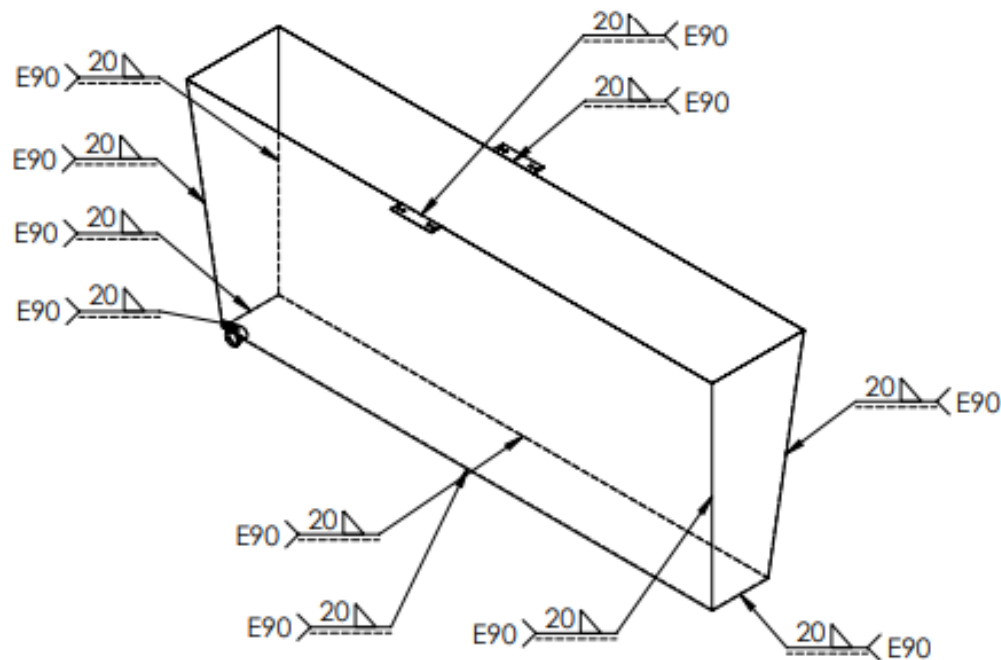
DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano

01-T-00-00

MATERIAL:  
ASTM A-283 GR C

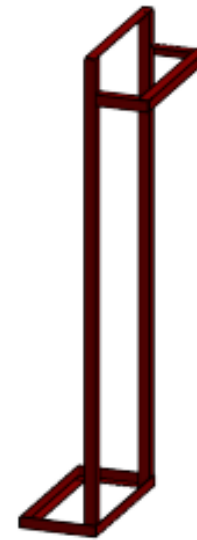
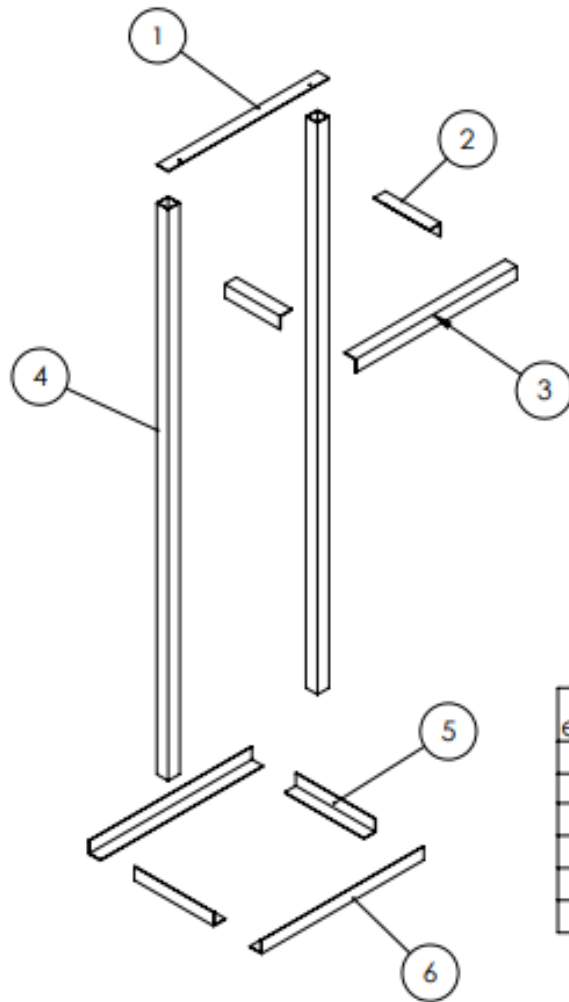


HOJA: 13/26



N.º DE ELEMENTO	TAMAÑO DE SOLDADURA	SÍMBOLO	LONGITUD DE SOLDADURA	MATERIAL DE SOLDADURA	CANTIDAD	PROCESO DE SOLDADURA
1	20		2111.73	308 L	4	Arco electrico
2	20		544.48	308 L	2	Arco electrico
3	20		4794.48	308 L	2	Arco electrico
4	20		314.7	308 L	1	Arco electrico
5	20		400	308 L	2	Arco electrico

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			TANQUE	01-T-00-00	MATERIAL: ASTM A-283 GR C
	ESCALA: 1:40	MEDIDAS EN: MILIMETROS	FECHA: XX/02/2022	DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano		HOJA: 14/26



Nº de elemento	Codigo	Cantidad	Descripcion	Longitud
1	01-S-01-06	1	Lamina hot rolled 50x700	700
2	01-S-01-01	2	Perfil angulado L 1/8' x 3/4'	240
3	01-S-01-02	1	Perfil angulado L 1/8' x 3/4'	700
4	01-S-01-05	2	Perfil cuadrado 50x50	2150
5	01-S-01-03	2	Perfil angulado L 1/8' x 3/4'	345
6	01-S-01-04	2	Perfil angulado L 1/8' x 3/4'	707



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

SOPORTE SALIDA

01-S-01-00

MATERIAL:  
ASTM A-36

ESCALA: 1:18

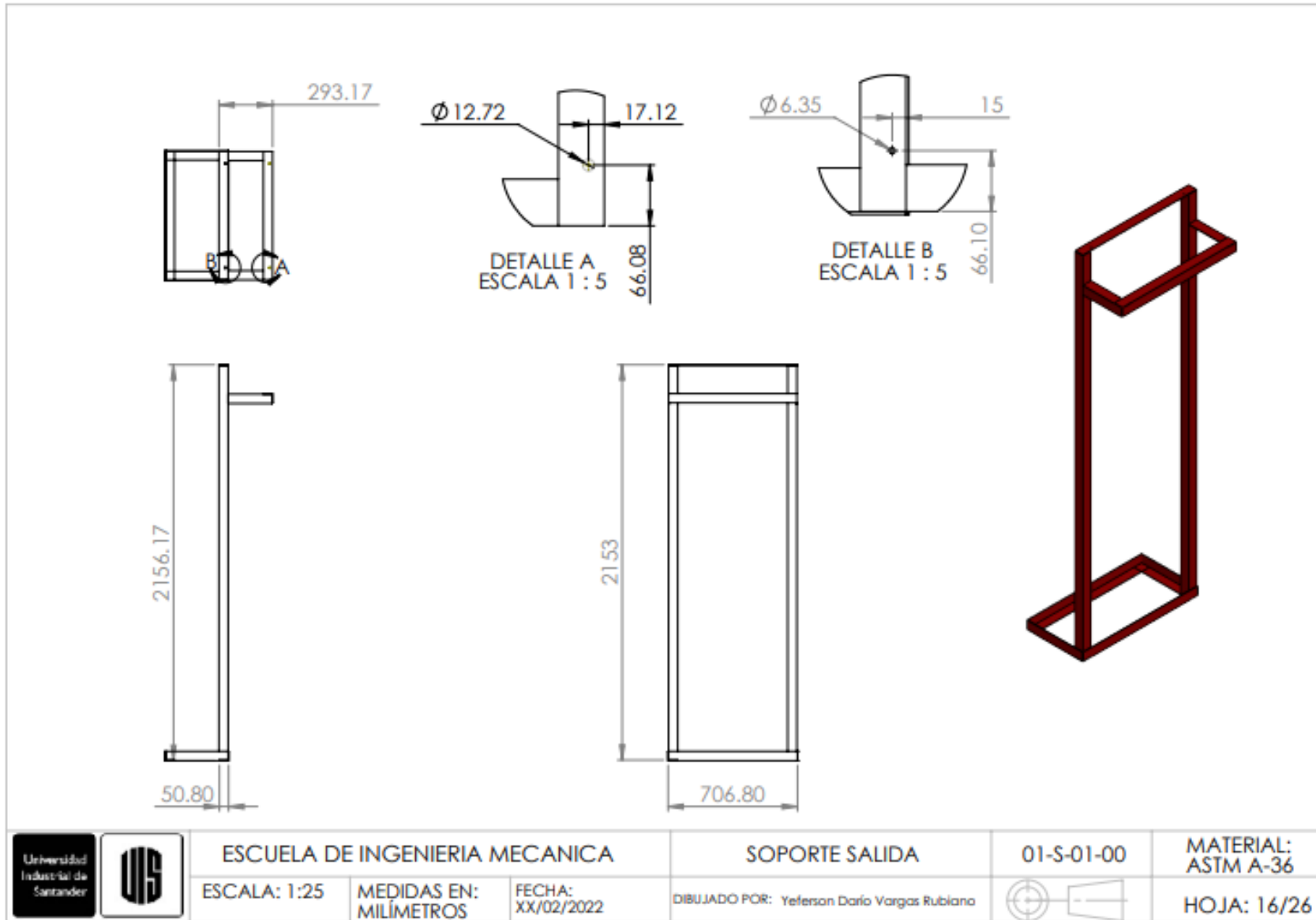
MEDIDAS EN:  
MILÍMETROS

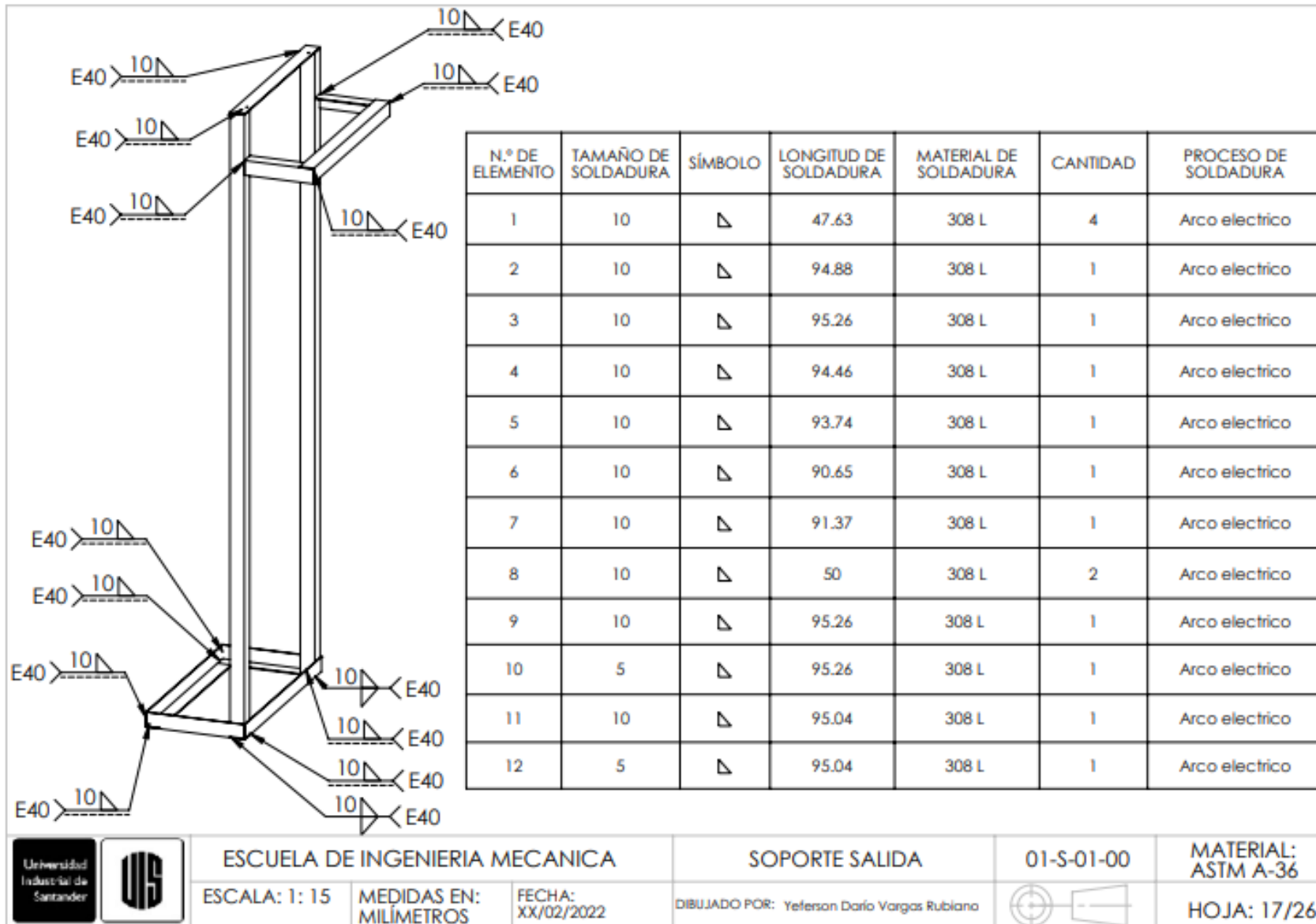
FECHA:  
XX/02/2022

DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano



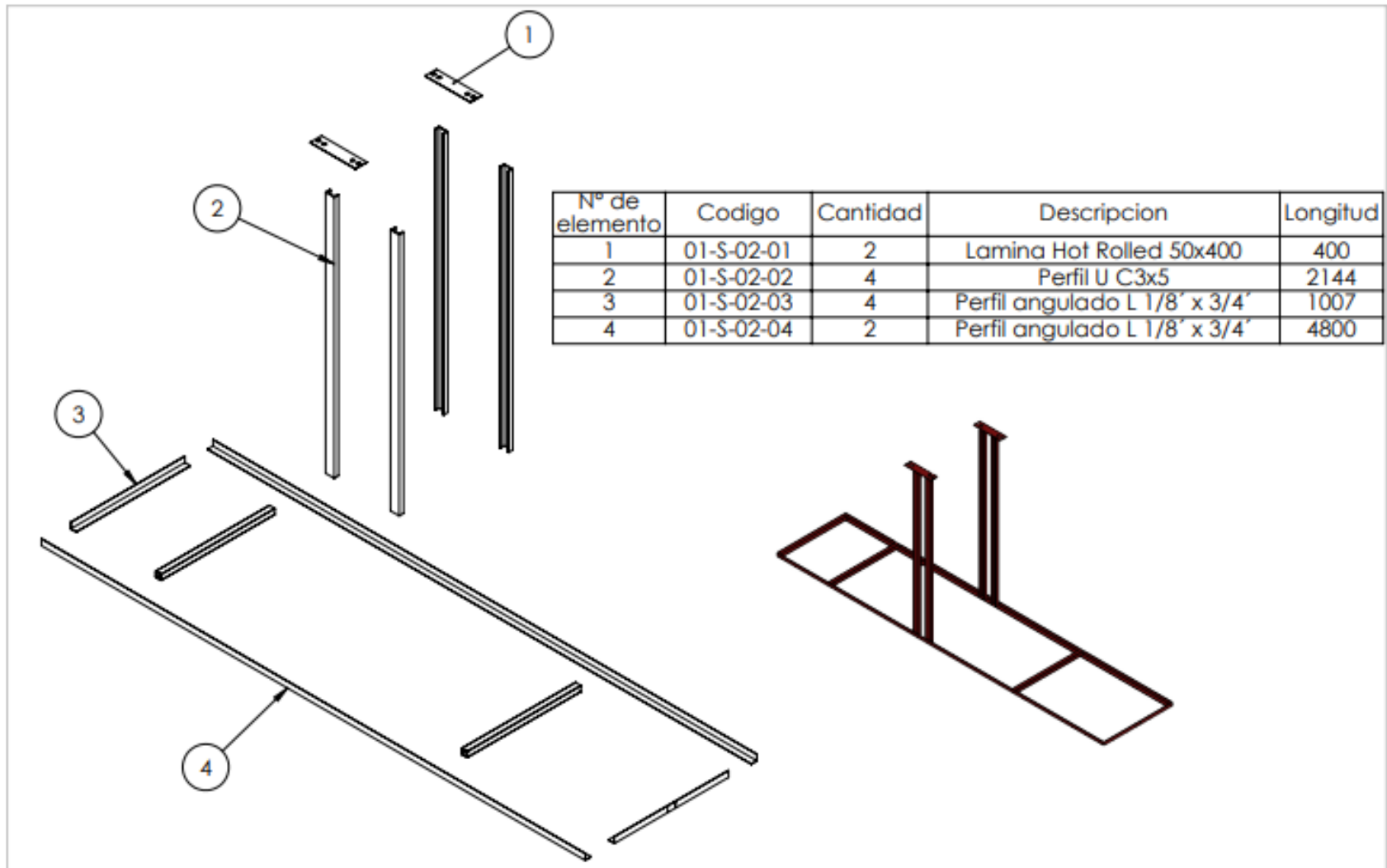
HOJA: 15/26





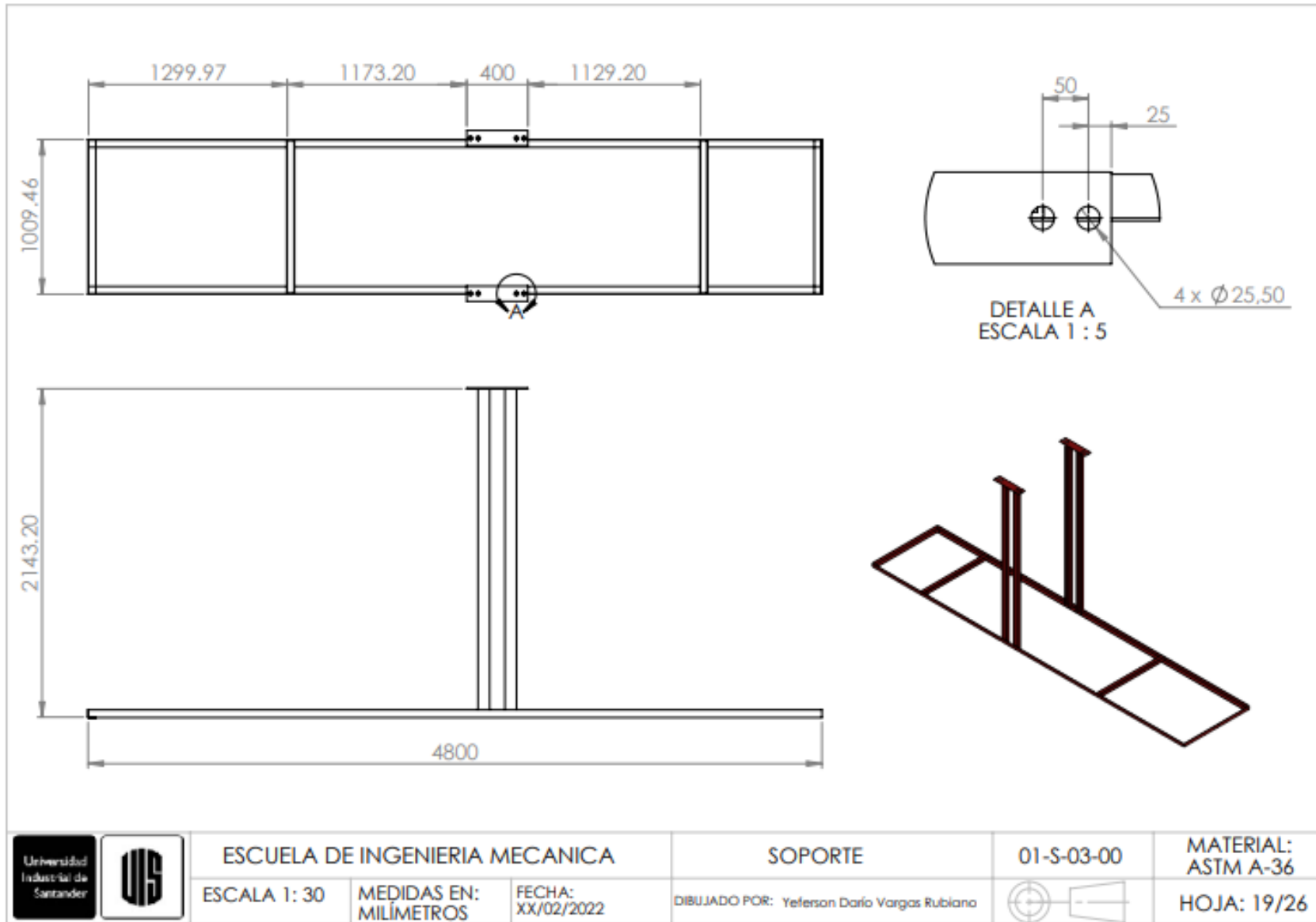
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			SOPORTE SALIDA		01-S-01-00	MATERIAL: ASTM A-36
	ESCALA: 1: 15	MEDIDAS EN: MILÍMETROS	FECHA: XX/02/2022	DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano			HOJA: 17/26

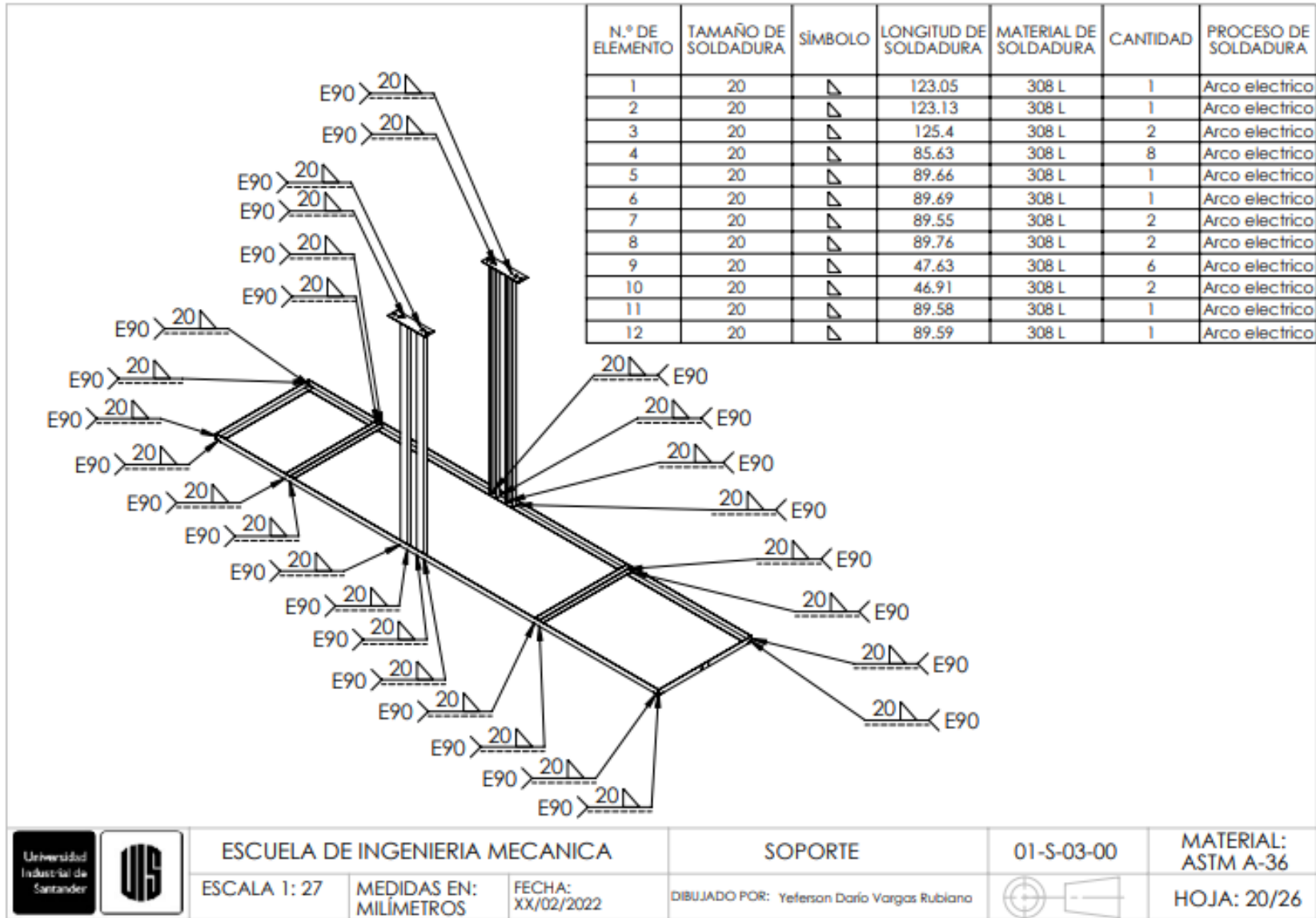
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Nº de elemento	Codigo	Cantidad	Descripcion	Longitud
1	01-S-02-01	2	Lamina Hot Rolled 50x400	400
2	01-S-02-02	4	Perfil U C3x5	2144
3	01-S-02-03	4	Perfil angulado L 1/8' x 3/4'	1007
4	01-S-02-04	2	Perfil angulado L 1/8' x 3/4'	4800

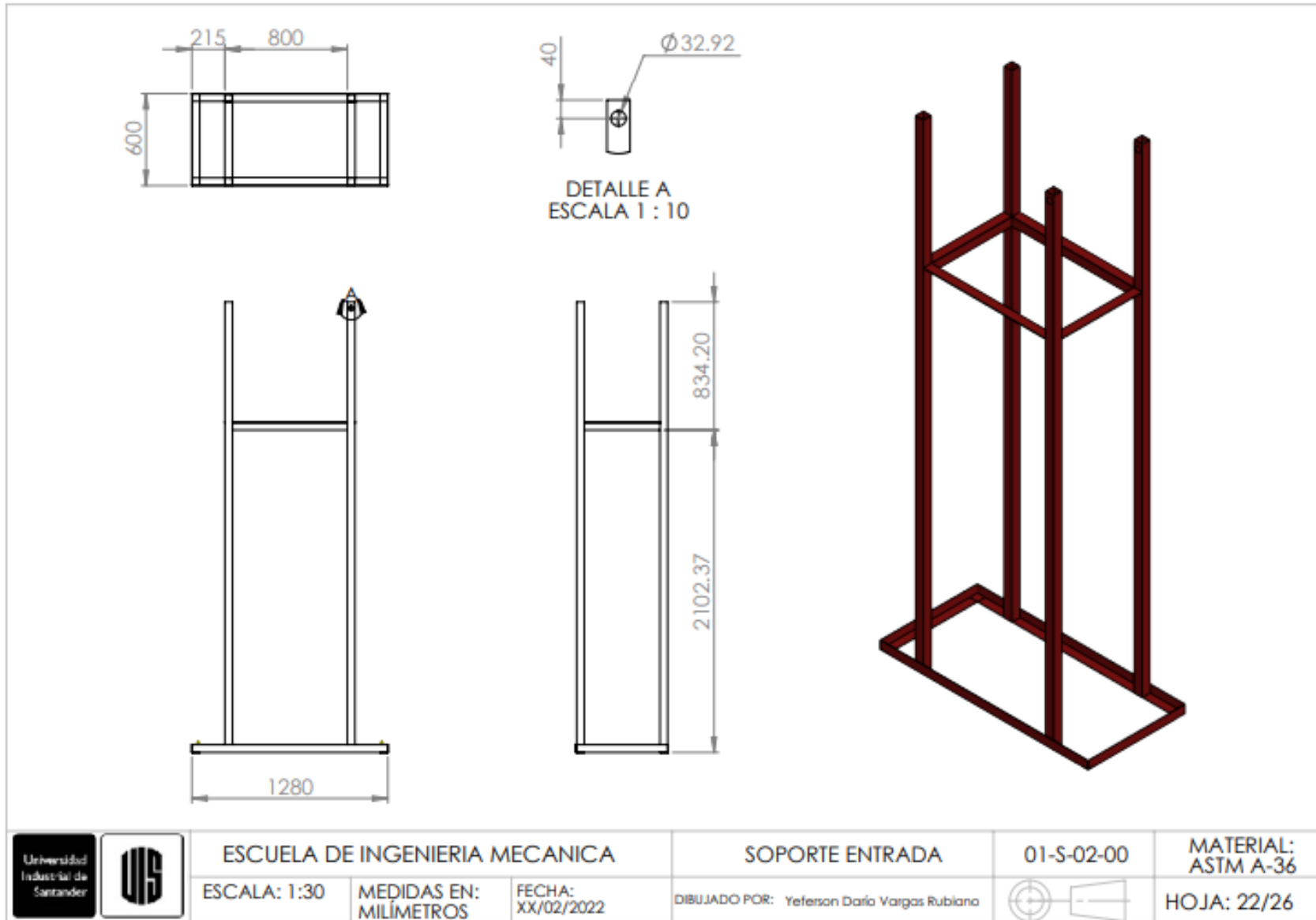
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			SOPORTE	01-S-02-00	MATERIAL: ASTM A-36
	ESCALA 1: 30	MEDIDAS EN: MILÍMETROS	FECHA: XX/02/2022	DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano		HOJA: 18/26

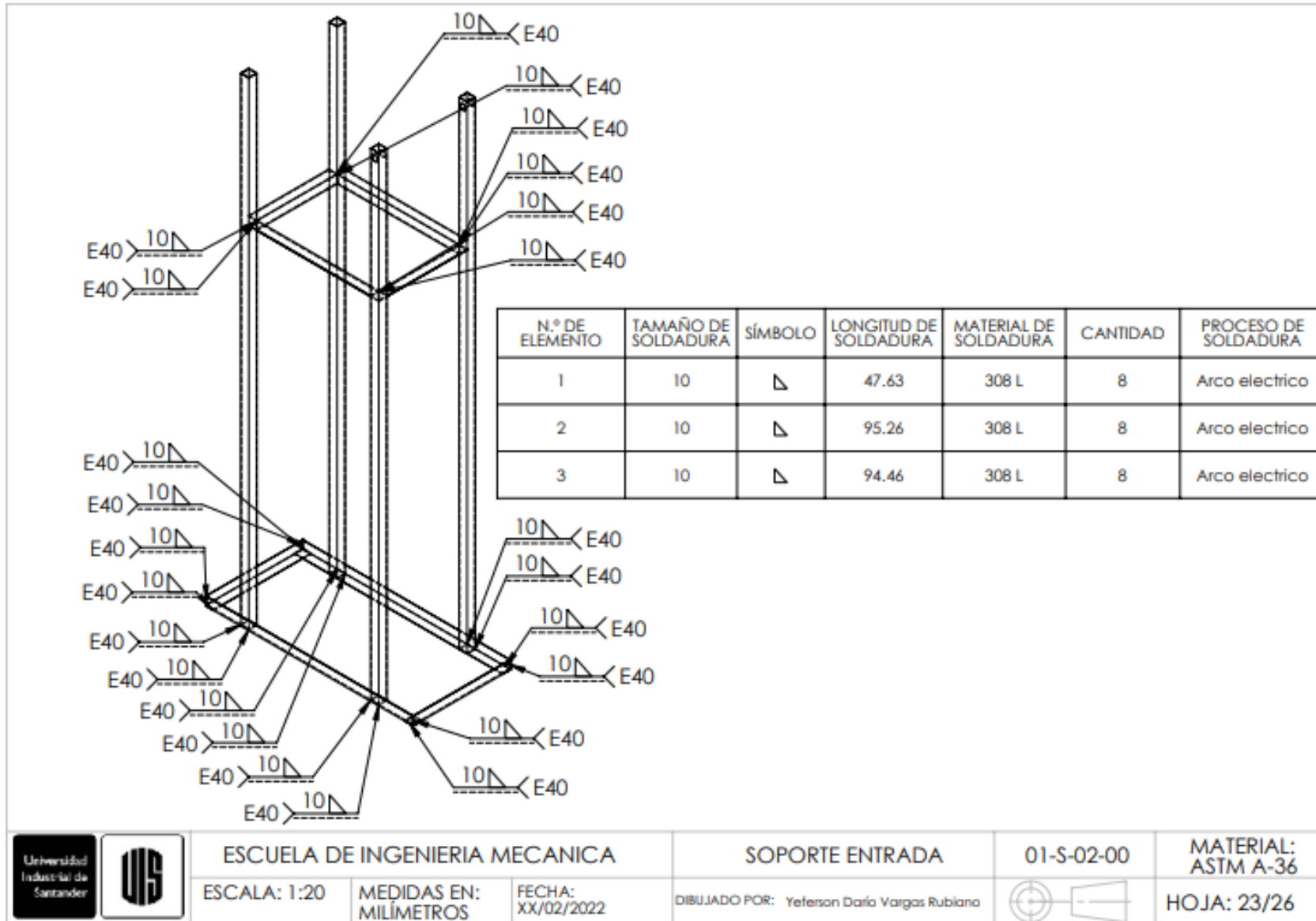




Nº de elemneto	Codigo	Cantidad	Descripcion	Longitud
1	01-S-03-01	2	Perfil angulado L 1/8" x 3/4'	750
2	01-S-03-02	2	Perfil angulado L 1/8" x 3/4'	494
3	01-S-03-03	4	Perfil cuadrado 50x50	2934
4	01-S-03-04	2	Perfil angulado L 1/8" x 3/4'	600
5	01-S-03-05	2	Perfil angulado L 1/8" x 3/4'	1280

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			SOPORTE ENTRADA	01-S-03-00	MATERIAL: ASTM A-36
	ESCALA: 1:30	MEDIDAS EN: MILÍMETROS	FECHA: XX/02/2022	DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano		HOJA: 21/26





ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:20

MEDIDAS EN:  
MILÍMETROS

FECHA:  
XX/02/2022

SOPORTE ENTRADA

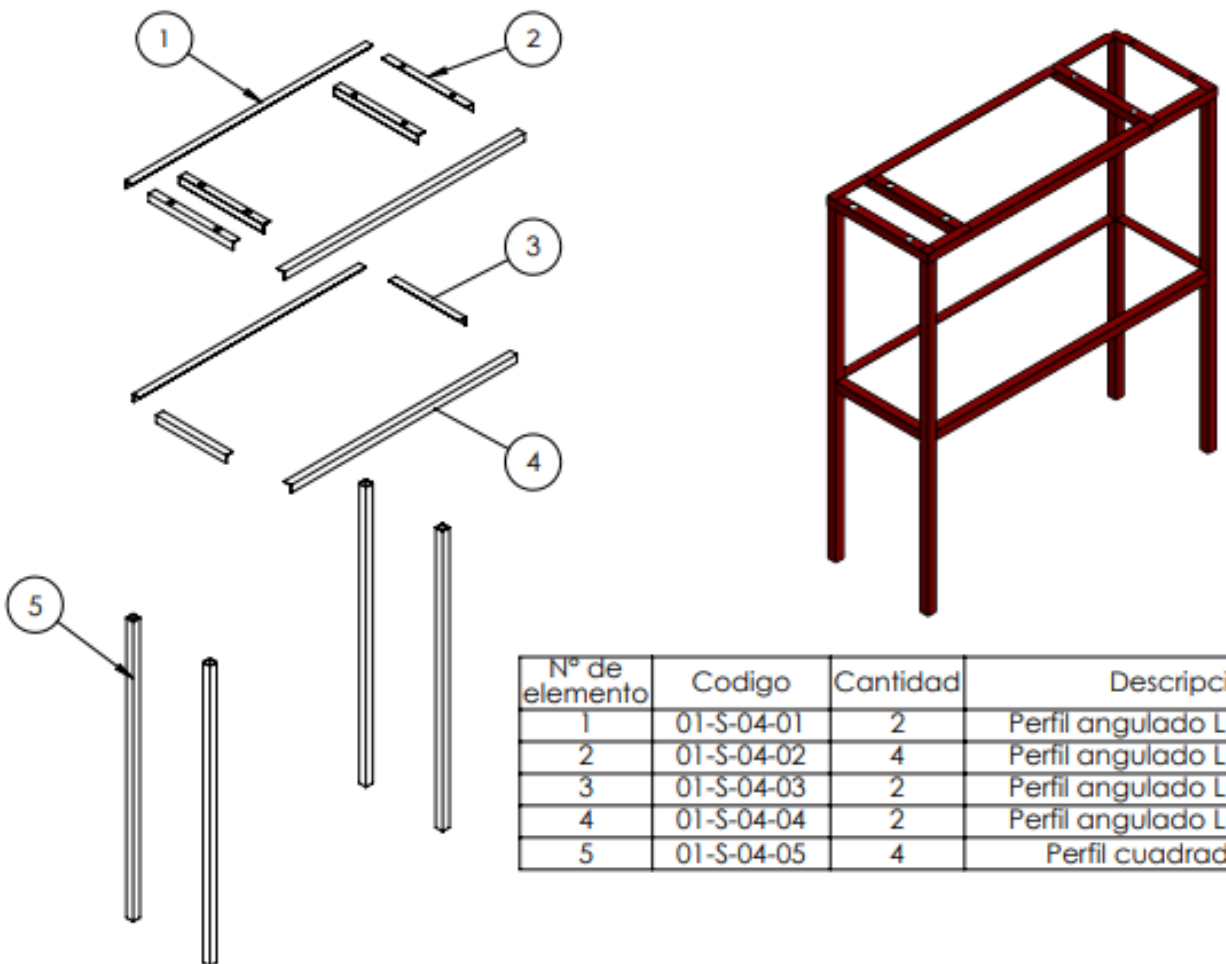
DIBUJADO POR: Yefeson Darío Vargas Rubiano

01-S-02-00





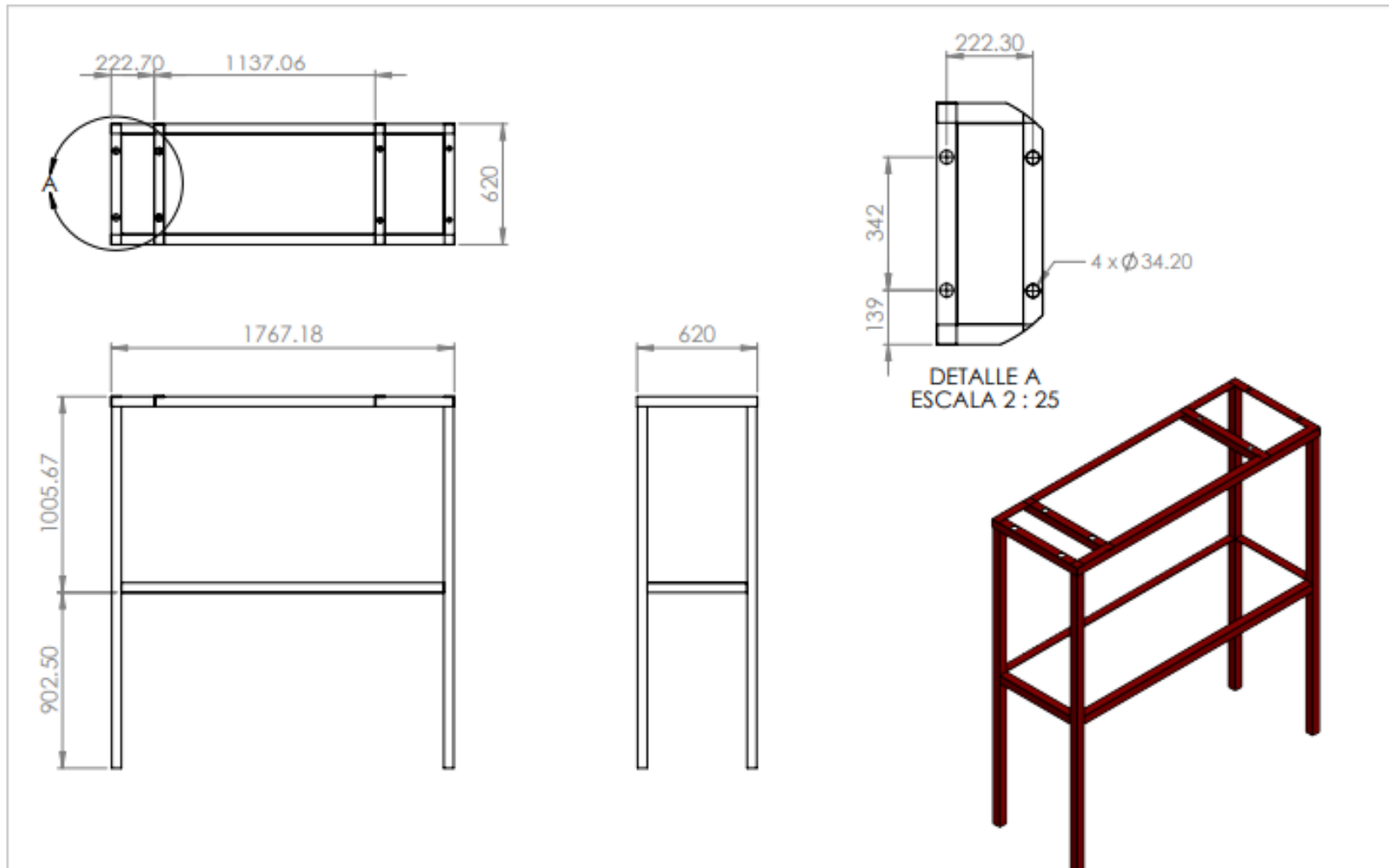
MATERIAL:  
ASTM A-36

HOJA: 23/26

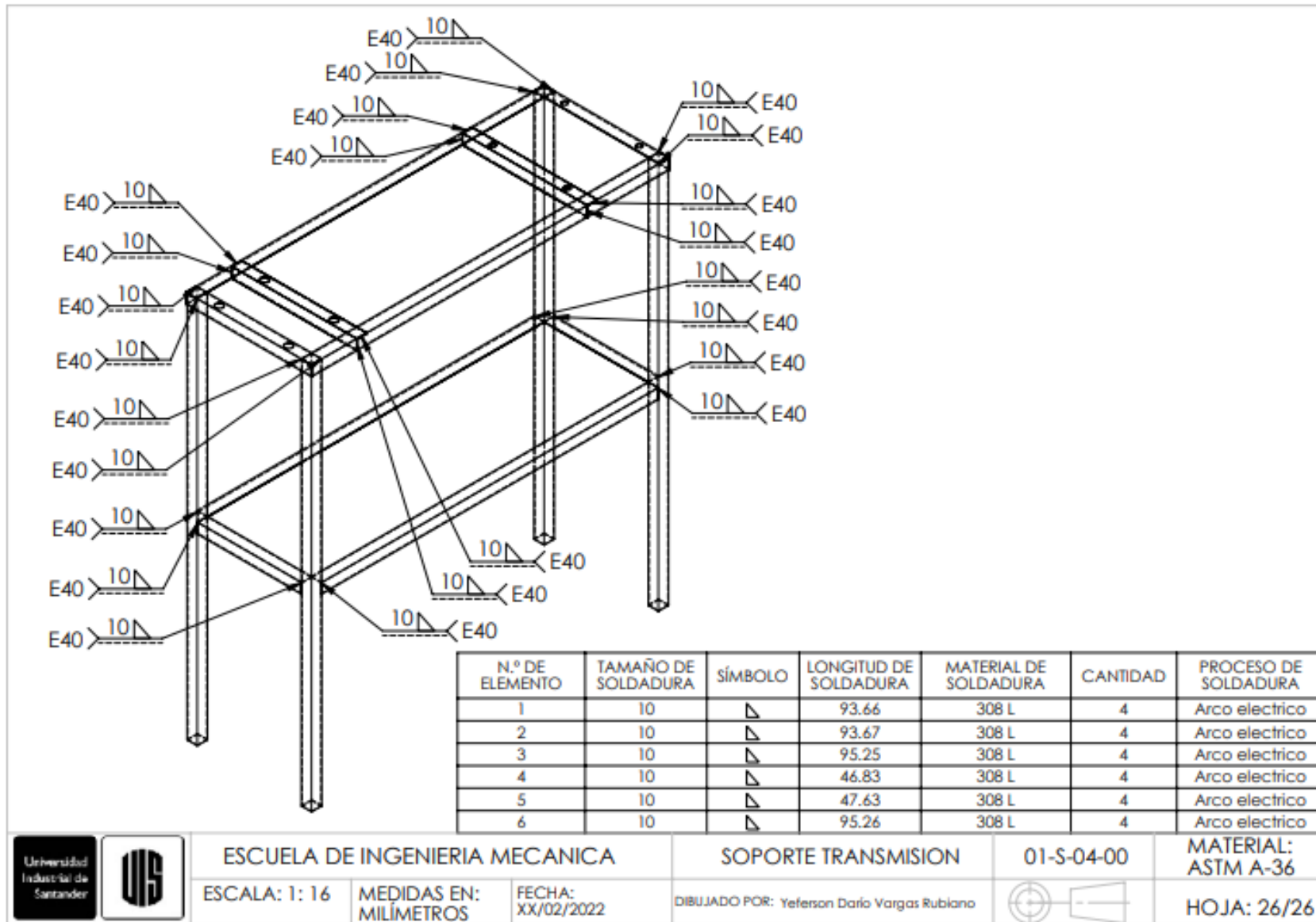


N° de elemento	Codigo	Cantidad	Descripcion	Longitud
1	01-S-04-01	2	Perfil angulado L 1/8" x 3/4"	1768
2	01-S-04-02	4	Perfil angulado L 1/8" x 3/4"	620
3	01-S-04-03	2	Perfil angulado L 1/8" x 3/4"	514
4	01-S-04-04	2	Perfil angulado L 1/8" x 3/4"	1661
5	01-S-04-05	4	Perfil cuadrado 50x50	1905

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			SOPORTE TRANSMISION	01-S-04-00	MATERIAL: ASTM A-36
	ESCALA: 1: 30	MEDIDAS EN: MILIMETROS	FECHA: XX/02/2022	DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano		HOJA: 24/26



	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			SOPORTE TRANSMISION	01-S-04-00	MATERIAL: ASTM A-36
	ESCALA: 1: 25	MEDIDAS EN: MILÍMETROS	FECHA: XX/02/2022	DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano		HOJA: 25/26



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1: 16    MEDIDAS EN: MILÍMETROS    FECHA: XX/02/2022

SOPORTE TRANSMISION

DIBUJADO POR: Yeferson Darío Vargas Rubiano

01-S-04-00



MATERIAL: ASTM A-36

HOJA: 26/26

**Apéndice B. Hojas de ruta****1. Hojas de ruta****1.1. Ensamble general**

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: [https://youtu.be/\\_6m0rqO3dqE](https://youtu.be/_6m0rqO3dqE).

Hoja de ruta			1
Denominación: 01-00-00		N° plano: 1/26	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Trasladar	Tomar los subconjuntos 01-SM-00-00, 01-SR-00-00, 01-E-00-00, 01-ST-00-00, 01-SD-00-00 previamente armados y moverlos al sitio de instalación.	Variable
2	Posicionar el tanque	Poner el subconjunto tanque en el sitio de instalación usando una grúa telescópica con capacidad de una tonelada-	60
3	Posicionar la rueda	Poner el subconjunto rueda en su sitio usando una grúa telescópica con capacidad de una tonelada y las dos chumaceras.	60
4	Posicionar el motor	Poner el subconjunto motor en su sitio usando una grúa telescópica con capacidad de una tonelada, sin conectarlo al eje.	60
5	Posicionar entrada y salida	Tomar los dos subconjuntos (entrada y salida) con dos operarios y colocarlos en su sitio	20
6	Fijar la estructura	Usar los pernos para fijar la entrada y la salida a la estructura del tanque.	15
7	Conectar el motor	Unir el sistema motriz al eje mediante el uso del acople y la cuña, usando un nivel laser para asegurar la correcta alineación.	25
8	Llenado	Llenar el tanque de agua y hacer una prueba de encendido	60
<b>Total:</b>			<b>300 + Variable</b>
<b>Observaciones:</b>			

### 1.2. Ensamble subconjunto motor

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: <https://youtu.be/xcEvWH21dek>.

Hoja de ruta				2
Denominación: 01-SM-00-00		N° plano: 1/26		
Fase	Operación	Descripción		T. Operación [min]
1	Inventario	01-S-04-00; 01-AC-00-00; 01-M-00-00; 01-MR-00-00 tornillos y tuercas.	01-	10
2	Posicionar el motor	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una carretilla elevadora, poner el motor en su sitio y fijarlo con tornillos y tuercas.		20
3	Posicionar el reductor	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una carretilla elevadora, poner el reductor en su sitio, alinearlos y fijarlos con la chaveta, tornillos y tuercas.		30
<b>Total:</b>				<b>60</b>
<b>Observaciones:</b>				

### 1.3. Ensamble subconjunto rueda

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: <https://youtu.be/D0f0CQQ4ahw>.

Hoja de ruta				3
Denominación: 01-SR-00-00		N° plano: 1/26		
Fase	Operación	Descripción		T. Operación [min]
1	Inventario	01-M-01-00; 01-R-00-00; 01-TA-01-00		10
2	Posicionar los tamices	Con la rueda en el piso, se ponen los tamices, con dos líneas de soldadura siguiendo la <b>H.I.8</b>		30
3	Posicionar la rueda	Poner la rueda verticalmente usando una grúa telescópica con capacidad de una tonelada.		15
4	Posicionar el eje	Se introduce el eje en la abertura central de la rueda y se fija en su lugar con el uso de cuñas		15
<b>Total:</b>				<b>70</b>
<b>Observaciones:</b>				

#### 1.4. Ensamble subconjunto entrada

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: [https://youtu.be/r\\_y0w7viEic](https://youtu.be/r_y0w7viEic).

Hoja de ruta			4
Denominación: 01-E-00-00		N° plano: 1/26	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Inventario	Checar que se tengan las piezas necesarias: 01-S-02-00; 01-E-02-00; 01-E-01-00; 01-TA-02-00.	10
2	Ubicar el soporte	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una carretilla elevadora, poner el soporte 01-S-02-00 en el sitio de trabajo.	10
3	Soldar el tamiz	Tomar 01-TA-02-00 y soldarlo en la parte superior de 01-E-02-00, según <b>H.I.8</b>	20
4	Ensamblar	Tomando 01-E-01-00 y la estructura anteriormente soldada, ensamblar el equipo; se sugiere un mínimo de 2 personas.	10
<b>Total:</b>			<b>50</b>
<b>Observaciones:</b>			

#### 1.5. Ensamble subconjunto tanque

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: <https://youtu.be/JqkPROXE7Y4>.

Hoja de ruta			5
Denominación: 01-ST-00-00		N° plano:	
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Inventario	Checar que se tengan las piezas necesarias: 01-S-03-00; 01-T-00-00	10
2	Ubicar el soporte	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una grúa puente poner el soporte 01-S-03-00 en el sitio de trabajo.	15
3	Ubicar el tanque	Con el uso de maquinaria de carga, como puede ser una grúa puente poner el tanque 01-T-00-00 en el sitio de trabajo.	15
4	Fijar	Con pernos fijar el tanque provisionalmente a el soporte.	10
<b>Total:</b>			<b>50</b>
<b>Observaciones:</b>			

### 1.6. Ensamble subconjunto salida

Se realiza como se muestra en el siguiente link de video: [https://youtu.be/klb\\_5bBh91s](https://youtu.be/klb_5bBh91s).

Hoja de ruta			6
Denominación: 01-SD-00-00			Nº plano: 1
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Inventario	Checar que se tengan las piezas necesarias: 01-S-01-00; 01-D-00-00	10
2	Ubicar el soporte	Tomar el soporte 01-S-01-00 y ponerlo en el sitio de trabajo	5
3	Ubicar el soporte	Tomar la pieza 01-D-00-00 y ponerlo en su lugar	5
4	Fijar	Con tornillos y tuercas fijar la pieza a el soporte.	10
<b>Total:</b>			<b>30</b>
<b>Observaciones:</b>			

### 1.7. Construcción del soporte (01-S-01-00)

Hoja de ruta			7
Denominación: 01-S-01-00			Nº plano: 15/26
Fase	Operación	Descripción	T. Operación [min]
1	Cote de perfiles	Tomar los perfiles y recortarlos como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.1</b>	60
2	Cote de lamina	Tomar una lámina y recortarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.5</b>	10
3	Perforar	Tomar 01-S-01-04, 01-S-01-06, 01-S-01-02 y perforar los agujeros como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.6</b>	30
4	Soldar	Tomar las piezas cortadas y soldarlas como indica el plano (se sugiere iniciar con la base), siguiendo la <b>H.I.8</b>	60
5	Pintar	Tomar la estructura y pintarla siguiendo la <b>H.I.9</b>	60
<b>Total:</b>			<b>220</b>
<b>Observaciones:</b>			

**1.8. Construcción del soporte (01-S-02-00)**

<b>Hoja de ruta</b>			<b>8</b>
<b>Denominación: 01-S-02-00</b>		<b>N° plano: 18-20 /26</b>	
<b>Fase</b>	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
1	Cote de perfiles	Tomar los perfiles y recortarlos como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.1</b>	60
2	Cote de lamina	Tomar una lámina y recortarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.5</b>	10
3	Perforar	Tomar 01-S-02-01, 01-S-02-03 y perforar los agujeros como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.6</b>	25
4	Soldar	Tomar las piezas cortadas y soldarlas como indica el plano (se sugiere iniciar con la base), siguiendo la <b>H.I.8</b>	60
5	Pintar	Tomar la estructura y pintarla siguiendo la <b>H.I.9</b>	60
<b>Total:</b>			<b>215</b>
<b>Observaciones:</b>			

**1.9. Construcción del soporte (01-S-03-00)**

<b>Hoja de ruta</b>			<b>9</b>
<b>Denominación: 01-S-03-00</b>		<b>N° plano: 21-23/26</b>	
<b>Fase</b>	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
1	Cote de perfiles	Tomar los perfiles y recortarlos como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.1</b>	60
		Tomar la tubería y recortarla como indica el plano N° 11/26, siguiendo la <b>H.I.1</b>	10
2	Cote de lamina	Tomar una lámina y recortarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.5</b>	10
3	Perforar	Tomar 01-S-03-03 y perforar los agujeros como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.6</b>	20
4	Soldar	Tomar las piezas cortadas y soldarlas como indica el plano (se sugiere iniciar con la base), siguiendo la <b>H.I.8</b>	60
5	Pintar	Tomar la estructura y pintarla siguiendo la <b>H.I.9</b>	60
<b>Total:</b>			<b>220</b>
<b>Observaciones:</b>			

**1.10. Construcción del soporte (01-S-04-00)**

<b>Hoja de ruta</b>			<b>10</b>
<b>Denominación: 01-S-04-00</b>		<b>N° plano: 15/26</b>	
<b>Fase</b>	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
1	Cote de perfiles	Tomar los perfiles y recortarlos como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.1</b>	60
2	Cote de lamina	Tomar una lámina y recortarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.5</b>	10
3	Perforar	Tomar 01-S-04-02 y perforar los agujeros como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.6</b>	20
4	Soldar	Tomar las piezas cortadas y soldarlas como indica el plano (se sugiere iniciar con la base), siguiendo la <b>H.I.8</b>	60
5	Pintar	Tomar la estructura y pintarla siguiendo la <b>H.I.9</b>	60
<b>Total:</b>			<b>210</b>
<b>Observaciones:</b>			

**1.11. Construcción del tanque (01-T-00-00)**

<b>Hoja de ruta</b>			<b>11</b>
<b>Denominación: 01-T-00-00</b>		<b>N° plano: 13-14/26</b>	
<b>Fase</b>	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
1	Cote de lamina	Tomar una lámina y recortarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.5</b>	120
2	Perforar	Tomar 01-T-00-03, 01-T-00-04 y perforar los agujeros como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.6</b>	30
3	Soldar	Tomar las piezas cortadas y soldarlas como indica el plano (se sugiere iniciar con la base), siguiendo la <b>H.I.8</b>	60
4	Pintar	Tomar la estructura y pintarla siguiendo la <b>H.I.9</b>	60
<b>Total:</b>			<b>270</b>
<b>Observaciones:</b>			

**1.12. Construcción de la entrada(01-E-02-00)**

<b>Hoja de ruta</b>			<b>12</b>
<b>Denominación: 01-E-02-00</b>		<b>N° plano: 12/26</b>	
<b>Fase</b>	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
1	Cote de lamina	Tomar una lámina y recortarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.2</b>	30
2	Perforar	Tomar 01-E-02-00 y perforar los agujeros como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.6</b>	30
3	Doblar	Tomar 01-E-02-00 y doblarlo indica el plano, siguiendo la <b>H.I.3</b>	20
4	Soldar	Tomar la pieza y soldarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.8</b>	60
5	Pintar	Tomar la estructura y pintarla siguiendo la <b>H.I.9</b>	60
<b>Total:</b>			<b>240</b>
<b>Observaciones:</b>			

**1.13. Construcción de la salida (01-D-00-00)**

<b>Hoja de ruta</b>			<b>13</b>
<b>Denominación: 01-D-00-00</b>		<b>N° plano: 8-9/26</b>	
<b>Fase</b>	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
1	Cote de lamina	Tomar una lámina y recortarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.2</b>	30
2	Perforar	Tomar 01-D-00-04 y perforar los agujeros como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.6</b>	30
3	Doblar	Tomar 01-D-00-01, 01-D-00-02, 01-D-00-03, 01-D-00-04 y doblarlo indica el plano, siguiendo la <b>H.I.3</b>	20
4	Soldar	Tomar las piezas cortadas y soldarlas como indica el plano (se sugiere iniciar con la base), siguiendo la <b>H.I.8</b>	60
5	Pintar	Tomar la estructura y pintarla siguiendo la <b>H.I.9</b>	60
<b>Total:</b>			<b>200</b>
<b>Observaciones:</b>			

**1.14. Construcción del soporte de la rueda (01-R-00-00)**

<b>Hoja de ruta</b>			<b>14</b>
<b>Denominación: (01-R-00-00)</b>		<b>N° plano: 3-4/26</b>	
<b>Fase</b>	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
1	Cote de platinas	Tomar las platinas recortarlos como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.1</b>	10
2	Cote de la tubería	Tomar la tubería rectangular recortarlos como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.1</b>	50
3	Cote de la tubería	Tomar la tubería circular recortarlos como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.1</b>	10
4	Corte del eje	Tomar un eje y recortarlo como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.1</b>	10
5	Perforación	Tomar un eje recortado y perforarlo como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.7</b>	20
6	Formación del soporte	Tomar una lámina y dar forma como indica el plano siguiendo la <b>H.I.7</b>	30
	Cote de lamina	Tomar una lámina y recortarla como indica el plano, siguiendo la <b>H.I.2</b>	30
	Doblar	Tomar 01-R-01-00 y doblarlo indica el plano, siguiendo la <b>H.I.3</b>	20
	Curvar	Tomar la pieza (01-R-02-03) y curvarla hasta crear media circunferencia, siguiendo la <b>H.I.4</b>	30
	Soldar	Tomar las piezas cortadas y soldarlas como indica el plano (se sugiere iniciar con los cajones aparte y con el soporte de la rueda), siguiendo la <b>H.I.8</b>	60
	Pintar	Tomar la estructura y pintarla siguiendo la <b>H.I.9</b>	60
<b>Total:</b>			<b>330</b>
<b>Observaciones:</b>			

## 1. Hojas de Instrucciones

### 1.1. Corte longitudinal con sierra circular

Hoja de instrucciones		1
<b>Maquina: Sierra circular</b>		
Fase	Descripción	T. Operación [min]
1	Tomar el perfil y marcar la longitud requerida.	5
2	Debe hacer andar la sierra y cuando el disco tome una velocidad pareja se puede comenzar a cortar.	-
3	Mover el perfil lentamente y avanzar con regularidad según el sonido.	15
4	Apagar el equipo.	-
<b>Total:</b>		<b>20</b>
<b>Observaciones:</b>		

### 1.2. Corte de contornos con sierra circular

Hoja de instrucciones		2
<b>Maquina: Sierra circular</b>		
Fase	Descripción	T. Operación [min]
1	Tomar la lámina y marcar el contorno requerido procurando usar eficientemente todo el material.	15
2	Debe hacer andar la sierra y cuando el disco tome una velocidad pareja se puede comenzar a cortar.	-
3	Mover la sierra siguiendo el contorno dibujado y avanzar con regularidad según el sonido.	15
4	Apagar el equipo.	-
<b>Total:</b>		<b>30</b>
<b>Observaciones:</b>		

### 1.3. Doblado de laminas

Hoja de instrucciones		3
<b>Maquina: Maquina dobladora de metal</b>		
Fase	Descripción	T. Operación [min]
1	Tomar la lámina y marcar la línea que se desea doblar.	10
2	Poner la lámina en la máquina.	-
3	Ejecutar los dobleces necesarios, según el plano.	20
4	Apagar el equipo.	-
<b>Total:</b>		<b>30</b>
<b>Observaciones:</b>		

**1.4. Curvado**

<b>Hoja de instrucciones</b>		<b>4</b>
<b>Maquina: Curvadora de tubos y perfiles</b>		
<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
<b>1</b>	<b>Calibrar manualmente la maquina al espesor y tipo de perfil que se desea curvar</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Tomar el perfil y pasarlo en repetidas ocasiones, cambiando la distancia entre los tres rodillos guías hasta lograr el arco requerido</b>	<b>60</b>
<b>3</b>	<b>Apagar el equipo.</b>	<b>-</b>
<b>Total:</b>		<b>70</b>
<b>Observaciones:</b>		

**1.5. Corte de lámina con guillotina**

<b>Hoja de instrucciones</b>		<b>5</b>
<b>Maquina: Guillotina hidráulica para metal</b>		
<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
<b>1</b>	<b>Tomar la lámina y marcar el perfil requerido.</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Poner la lámina marcada en la máquina</b>	<b>-</b>
<b>3</b>	<b>Hacer los cortes requeridos.</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Retirar los sobrantes.</b>	<b>5</b>
<b>Total:</b>		<b>35</b>
<b>Observaciones:</b>		

**1.6. Perforación**

<b>Hoja de instrucciones</b>		<b>6</b>
<b>Maquina: Fresadora</b>		
<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
<b>1</b>	<b>Tomar la lámina o perfil y marcar los puntos de perforación.</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Colocar el portaherramientas y la broca según el tamaño del agujero.</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Poner la lámina marcada en la máquina.</b>	<b>-</b>
<b>4</b>	<b>Hacer la perforación.</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Retirar los sobrantes y la lámina.</b>	<b>5</b>
<b>Total:</b>		<b>25</b>

<b>Observaciones:</b>		
<b>1.7. CNC</b>		
<b>Hoja de instrucciones</b>		<b>7</b>
<b>Maquina: Torno CNC</b>		
<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
<b>1</b>	<b>Tomar la barra y marcar la longitud requerida.</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Elaborar el programa de Mastercam con las dimensiones del plano.</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Tomar una barra anteriormente cortada y fijarlo en la máquina herramienta.</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Apagar el equipo.</b>	<b>-</b>
<b>Total:</b>		<b>25</b>
<b>Observaciones:</b>		

<b>Soldadura</b>		
<b>Hoja de instrucciones</b>		<b>8</b>
<b>Maquina: Equipo para soldadura de arco eléctrico</b>		
<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
<b>1</b>	<b>Tener las herramientas y materiales necesarios (la máquina de soldar, los electrodos, los cables con sus pinzas y el metal a soldar).</b>	<b>-</b>
<b>2</b>	<b>Preparar un área de trabajo segura, preferiblemente con una mesa hecha de acero u otro material no inflamable.</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Preparar el metal para ser soldado, limando un borde en forma de bisel en los lados que se unirán.</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Fijar las dos superficies que se van a soldar.</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Realizar el proceso de soldadura procurando generar un cordón uniforme a lo largo de la superficie de unión.</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Apagar el equipo y dejar enfriar las partes soldadas.</b>	<b>10</b>
<b>Total:</b>		<b>50</b>
<b>Observaciones:</b>		

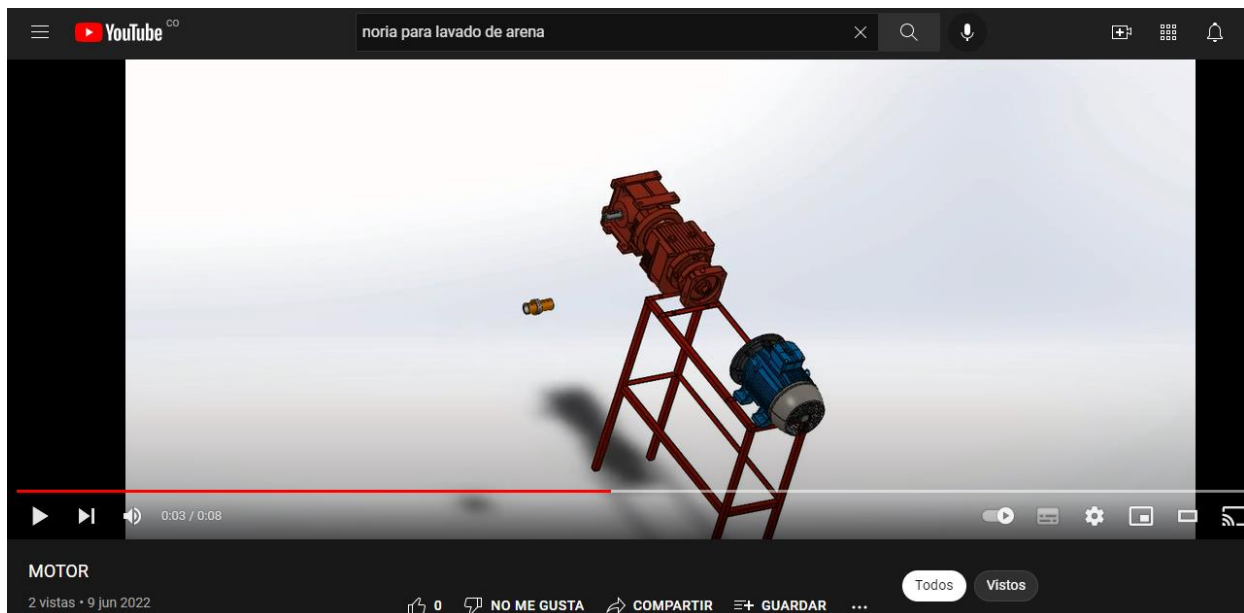
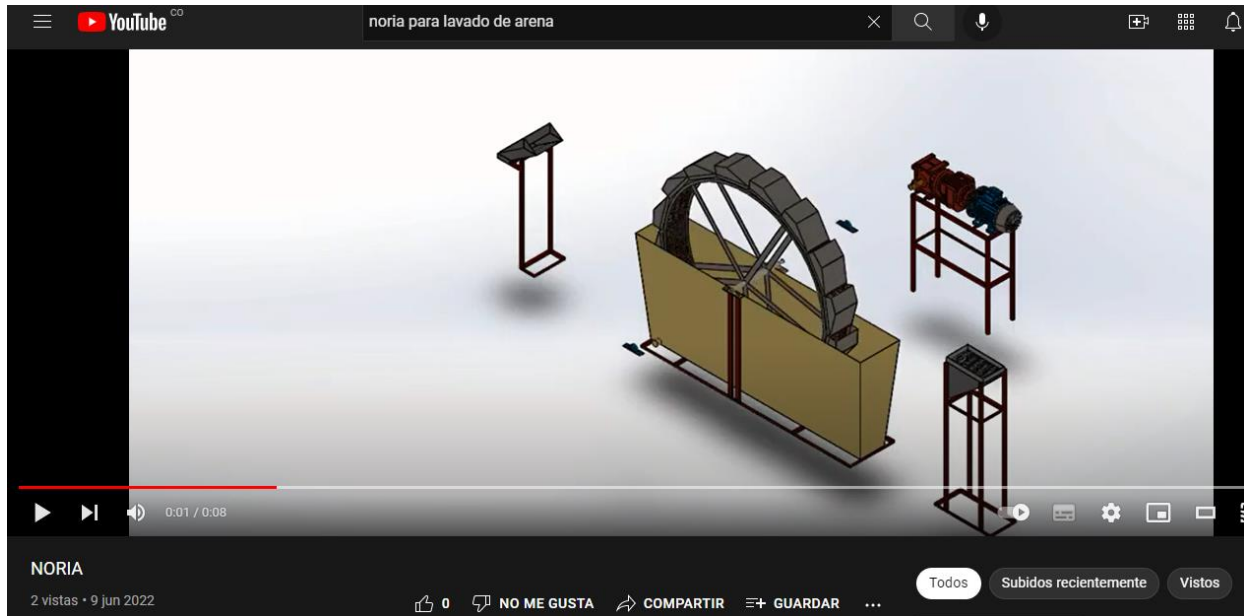
<b>1.8. Pintura</b>		
<b>Hoja de instrucciones</b>		<b>9</b>
<b>Maquina: Pistola pulverizadora de pintura.</b>		
<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>	<b>T. Operación [min]</b>
<b>1</b>	<b>Limpiar la superficie con detergente y desengrasante.</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Utilizar Desoxidante de Química Universal para remoción de óxido y luego lijar.</b>	<b>-</b>
<b>3</b>	<b>Agitar bien el contenido del envase.</b>	<b>-</b>
<b>4</b>	<b>Diluir si es necesario con Diluyente Sintético o Aguarrás de Química Universal en 10% – 15%.</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Aplicar con brocha, rodillo o pistola.</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Dejar secar y aplicar una segunda capa de pintura.</b>	<b>10</b>
<b>Total:</b>		<b>40</b>

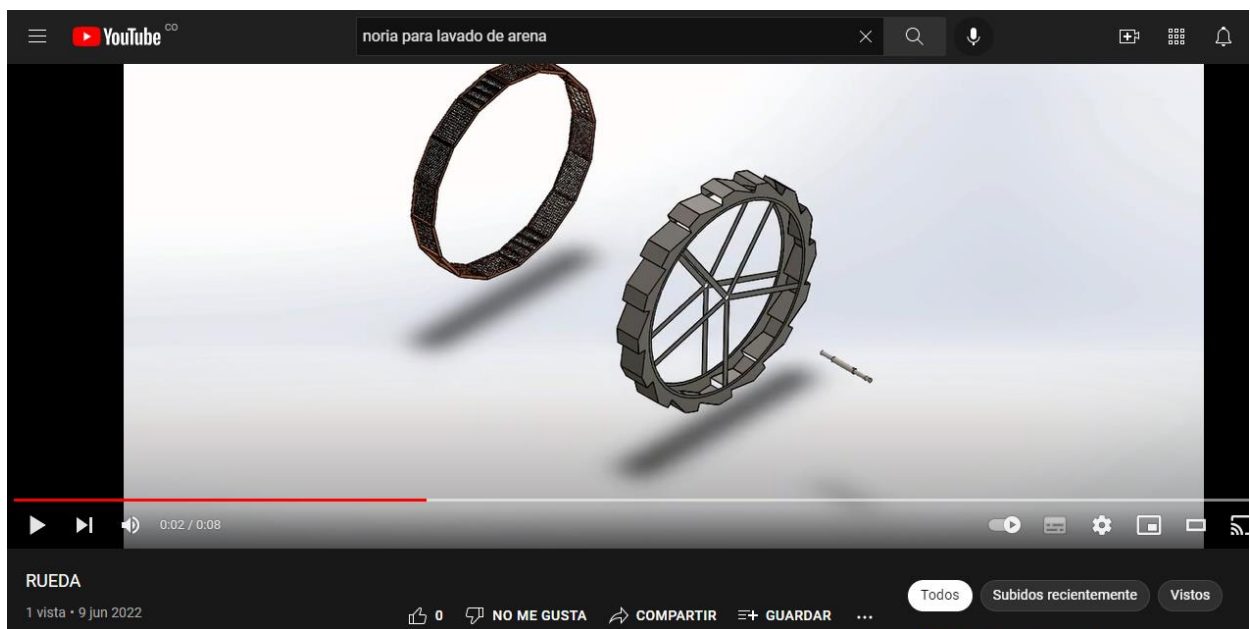
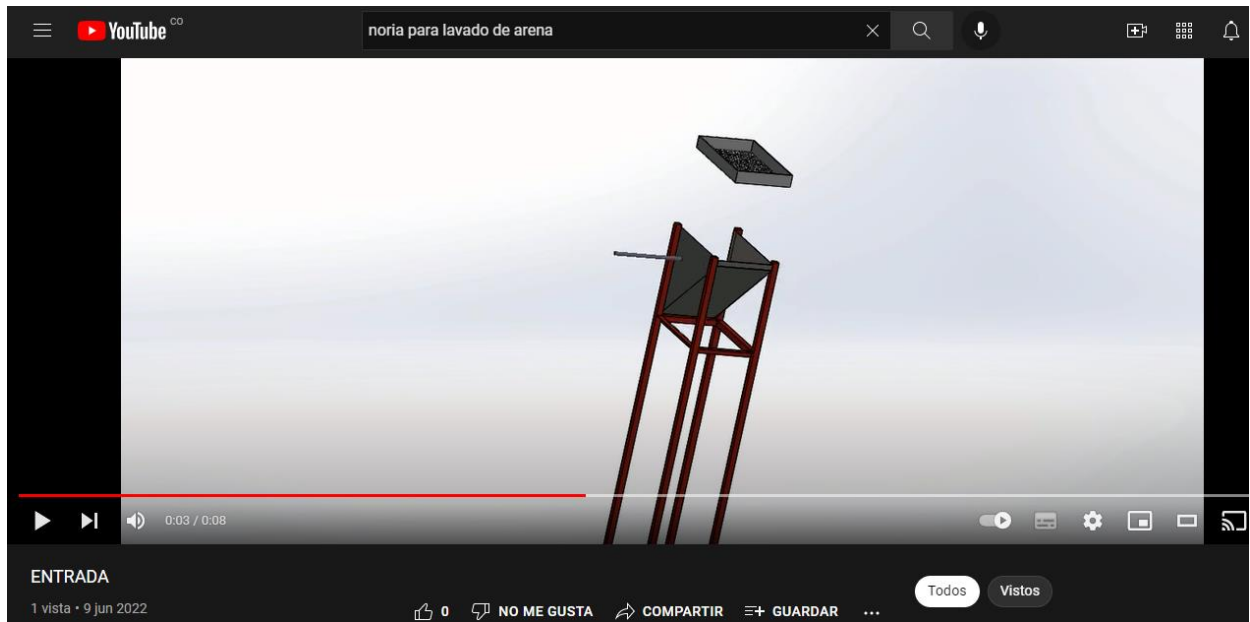
---

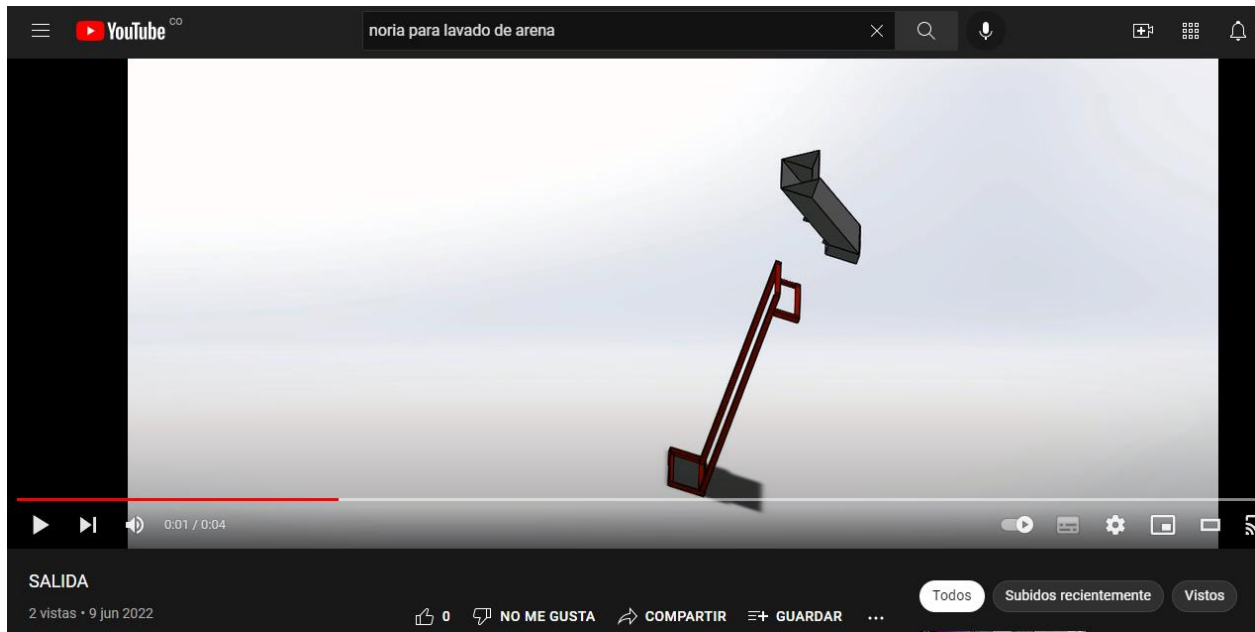
**Observaciones:**

---

**Apéndice C. Ilustraciones de los videos guía**







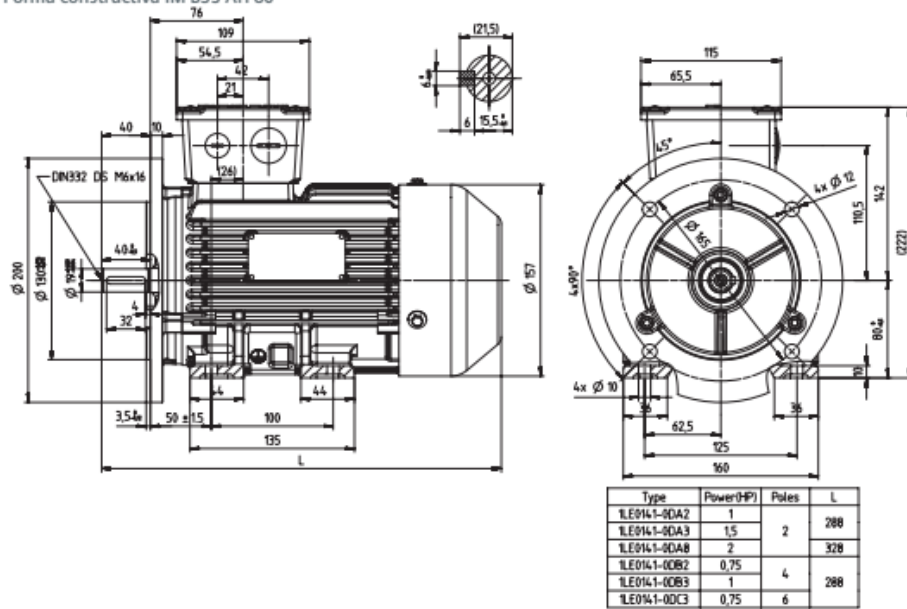
**Apéndice D. Selección del motor**

<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/artempressioncatalogosimotics.pdf>

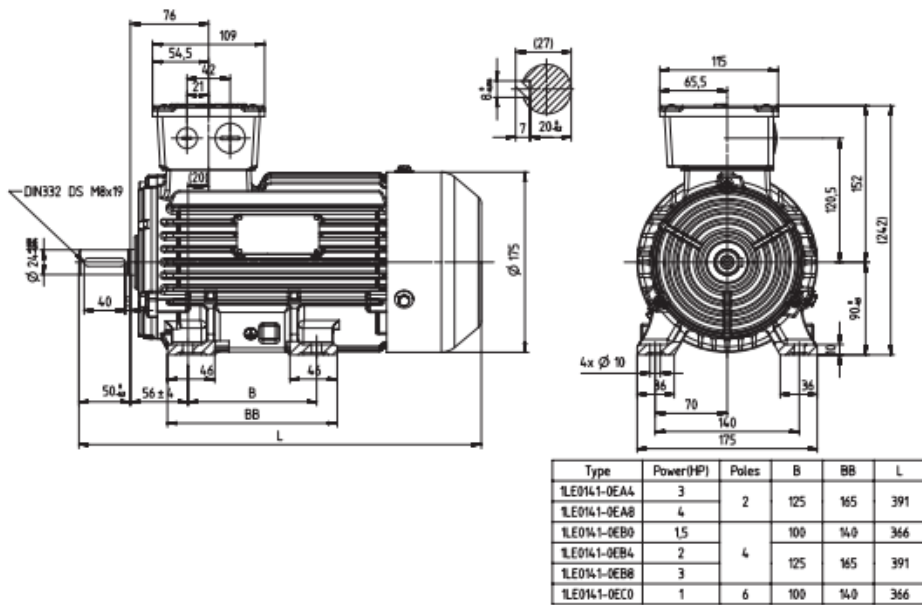
Potencia		Referencia del motor	Tamaño constructivo	Rated Speed	Eficiencia 100%	Factor de potencia	Corriente nominal			Torque nominal	Datos de arranque			Peso IM B3
kW	HP						220V A	380V A	440V A		Corriente de arranque x In	Torque de arranque x Tn	Torque Máximo x Tn	
<b>Datos eléctricos motores Serie 1LE0141 IE2 4 Polos 1800 rpm</b>														
0,55	0,75	1LE0141-0DB26-4AA4	80M	1720	75,5	0,77	2,55	1,46	1,26	3,1	6	2	2,7	14,5
0,75	1	1LE0141-0DB36-4AA4	80M	1705	78,0	0,78	3,2	1,86	1,61	4,2	6	2	2,7	15,5
1,1	1,5	1LE0141-0EB06-4AA4	90S	1730	84,0	0,79	4,4	2,55	2,2	6,1	6	2	2,7	22
1,5	2	1LE0141-0EB46-4AA4	90L	1720	84,0	0,81	5,8	3,35	2,9	8,3	6	2,6	2,7	25
2,2	3	1LE0141-0EB86-4AA4	90L	1740	87,5	0,79	8,5	4,9	4,25	12,1	7,5	2,6	3	28
3	4	1LE0141-1AB56-4AA4	100L	1735	87,5	0,83	10,8	6,2	5,4	16,5	7,5	2,5	3	45
3,7	5	1LE0141-1AB86-4AA4	100L	1720	87,5	0,83	13,5	7,8	6,7	20,5	7,5	2,5	3	45
5,5	7,5	1LE0141-1BB86-4AA4	112M	1750	89,5	0,78	21	12,2	10,5	30,0	8,5	2,5	3,5	50
7,5	10	1LE0141-1CB26-4AA4	132M	1760	89,5	0,82	26,5	15,4	13,3	40,7	8,5	2,5	3,5	70
11	15	1LE0141-1CB86-4AA4	132M	1760	91,0	0,82	39,5	23	19,7	59,7	8,5	2,5	3,5	85
15	20	1LE0141-1DB46-4AA4	160L	1760	91,0	0,84	51	29,5	25,5	81,4	8	2,2	3,5	110
18,5	25	1LE0141-1DB86-4AA4	160L	1765	92,4	0,88	60	35	30	100	8	2,2	3,5	140
22	30	1LE0141-1EB46-4AA4	180L	1775	92,4	0,84	76	44	38	118	8	2,4	3	180
30	40	1LE0141-2AB46-4AA4	200L	1775	93,0	0,85	99	57	49,5	161	8	2,7	3	245
37	50	1LE0141-2AB86-4AA4	200L	1775	93,0	0,84	125	73	63	199	8	2,7	3	245
45	60	1LE0141-2BB26-4AA4	225M	1780	93,6	0,85	148	85	74	241	8	2,7	3	340
55	75	1LE0141-2BB86-4AA4	225M	1780	94,1	0,85	184	106	92	295	8	2,7	3	340
75	100	1LE0141-2CB86-4AA4	250M	1785	94,5	0,86	240	139	120	401	8	2,6	3	475
90	125	1LE0141-2DB23-3AA4	280M	1786	94,5	0,86			151	481	8	2,9	3	660
110	150	1LE0141-2DB83-3AA4	280M	1786	95,0	0,86			180	588	8,5	2,9	3	670
150	200	1LE0141-3AB23-3AA4	315M	1788	95,0	0,88			235	801	8,5	2,5	2,8	1050
185	250	1LE0141-3AB63-3AA4	315L	1788	95,0	0,88			295	988	8,5	2,5	2,8	1050

SIMOTICS el portafolio de motores eléctricos más amplio del mundo.

Forma constructiva IM B35 AH 80



Forma constructiva IM B3 AH 90



**Apéndice E. Selección del reductor**

<b>Datos CAD</b>	Datos CAE	Documentaciones	Datos de producto	Software
------------------	-----------	-----------------	-------------------	----------

< Atrás


S37R17AQSA100/1

### Especificación CAD

Puede seguir adaptando el producto para la generación de sus datos CAD:

Posición de montaje	M1	▼
Eje de salida	Eje macizo metr. 20x40	▼
Lado del eje	A	▼
Posición de montaje pivotante 2º reductor	90°	▼
Agujero de acoplamiento	14	▼
Color	RAL3020 Rojo tráfico	▼

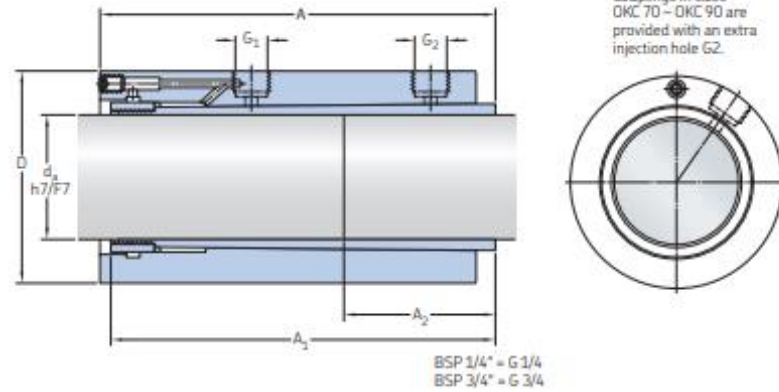
Vista previa del producto



[https://www.sew-eurodrive.es/os/catalog/products/gears/standalonegear/default.aspx?language=es\\_ES&country=ES](https://www.sew-eurodrive.es/os/catalog/products/gears/standalonegear/default.aspx?language=es_ES&country=ES)

Apéndice F. Acople eje.


OKC 045 – 090



Dimensions								Mass	Designation <sup>1)</sup>		
$d_s$	D	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	$\Delta\phi$	G1	G2		$M_{1,max.2)}$		
mm								kg	kNm	-	
45	80	125	113	45	0,085	1/4"	-	3,1	2,06	OKC 045	
50	85	135	123	49,5	0,10	1/4"	-	3,7	2,95	OKC 050	
55	92	146	134	54,5	0,11	1/4"	-	4,7	3,90	OKC 055	
60	100	155	144	58,5	0,12	1/4"	-	5,8	4,90	OKC 060	
65	108	168	156	64,5	0,13	1/4"	-	7,3	6,50	OKC 065	
70	115	176	165	68	0,135	1/4"	1/4"	8,6	8,00	OKC 070	
75	120	189	178	73,5	0,15	1/4"	1/4"	9,8	10,00	OKC 075	
80	130	203	192	80	0,16	3/4"	1/4"	12,6	12,30	OKC 080	
85	138	210	199	83	0,165	3/4"	1/4"	14,5	14,50	OKC 085	
90	145	222	212	88,5	0,17	3/4"	1/4"	18,1	16,90	OKC 090	

Apéndice G. Precios de referencia

- Cotización laminas y perfiles.

<b>STECKERL ACEROS S.A.S.</b> CALLE 24 No 10-30 Tel:(097) 6970606 - (000) 0000 BUCARAMANGA - SANTANDER ( COLOMBIA )		<b>NIT: 900 499 032 - 2</b>							
<b>COTIZACIÓN: 30COT2022003341</b>									
Cotizado a 1096958196 YEFERSON DARIO - () - Ext.			Datos de la Transacción Orden de Compra: WG Condición Pago: Id. vendedor: Modo de envío: CLIENTE RECOGE Fecha Entrega: 01/01/1900 Moneda: COP				Doc. Origen Fecha: 08/02/2022 Fecha Venc.: 08/02/2022 Elaborado por: LUZC Enviar a: YEFERSON DARIO BUCARAMANGA		
Cantidad	Peso	Peso Extendido	Descripción	UM	Bga	Precio Kilo	Precio Unidad	Valor Extendido	
1	56.52	56.52	LAM HR 2.5MM 1.20 x 2.40MTS	UN	30	\$5,000	\$282,600.00	\$282,600.00	
1	14.04	14.04	ESTRUCTURAL CUAD 50MM x 1.50MM x 6MTS	UN	30	\$6,260	\$87,890.40	\$87,890.40	
1	18.48	18.48	ESTRUCTURAL CUAD 50MM x 2.00MM x 6MTS	UN	30	\$6,030	\$111,434.40	\$111,434.40	

- **Chumaceras.**

[https://es.made-in-china.com/co\\_chikbearing/product\\_Cone-and-Cup-Bearing-Set108-Set109-Set110-Set111-Set112-Tapered-Roller-Bearing-Jlm807045-Jlm807012-683-672-6379-6320-48290-48220-47896-47820\\_eshhysgru.html](https://es.made-in-china.com/co_chikbearing/product_Cone-and-Cup-Bearing-Set108-Set109-Set110-Set111-Set112-Tapered-Roller-Bearing-Jlm807045-Jlm807012-683-672-6379-6320-48290-48220-47896-47820_eshhysgru.html)



Shandong CHIK Bearing

**El cono y el juego de cojinetes de la Copa108 Set109 Set110 Set111 Set112**  
**Rodamiento de rodillos cónicos Jlm807045/Jlm807012 48290/48220**  
**47896/47820 683/672 6379/6320**

Precio FOB de Referencia / Cantidad de Compra. [Conseguir Precio Último >](#)

<b>US\$ 1,5</b> 1.000-9.999 Piezas	<b>US\$ 1,3</b> 10.000-29.999 Piezas	<b>US\$ 1,2</b> 30.000+ Piezas
---------------------------------------	---	-----------------------------------

Cuerpo del balanceo: Cojinetes de Rodillo  
El número de filas: Uno  
Dimensión externa: Pequeño y Mediano(60-115mm)  
Material: Acero de Cojinete  
Esférico: No Rodamientos oscilantes  
Dirección de carga: Cojinete al Corazón

[Favoritos](#) [Compartir](#) [f](#) [t](#) [p](#) [in](#) [e](#)

**Contactar al Proveedor** [📄](#)

 Mrs. Bella Zhao

[✉ Contacta Ahora](#)

[🗨 Charlar](#)

 **Shandong Chik Bearing Co., Ltd.**

[🔹 Miembro Diamante Desde 2017](#)

[🌟 Proveedor Auditado](#)

Fabricante/Fábrica, Empresa Comercial

[🔍](#)

[https://es.made-in-china.com/co\\_fxmbearing/product UCP218-UC-Ug-UCP-UCFL-Ucx-Ucf-Hc-Hcfa-Hcflu-SA-Sb-Ball-Bearing-Tapered-Roller-Bearing-Pillow-Block-Bearing-Insert-Bearing\\_enuuegery.html](https://es.made-in-china.com/co_fxmbearing/product_UCP218-UC-Ug-UCP-UCFL-Ucx-Ucf-Hc-Hcfa-Hcflu-SA-Sb-Ball-Bearing-Tapered-Roller-Bearing-Pillow-Block-Bearing-Insert-Bearing_enuuegery.html)



♥ Favoritos [Compartir](#)     

La UCP218 UC, UG, la UCP, UCFL, Ucx, UCF, Hc Hcfa, Hcflu, SA, SB, Rodamiento de bolas, rodamientos de rodillos cónicos, Rodamiento de chumacera, inserte el rodamiento,

Precio FOB de Referencia ⓘ

[Conseguir Precio Último >](#)

**US\$ 0,15-2,73** / Pieza | 1 Pieza (Pedido Mínimo)

Cuerpo del balanceo: Cojinetes de Bola


El número de filas: Uno

Dimensión externa: Grande(200-430mm)

Material: Acero de Cojinete

Esférico: Aligning Bearings

Dirección de carga: Cojinete al Corazón

Contactar al Proveedor 



Mrs. Ruth  
sales

[✉ Contacta Ahora](#)

[Dejar un mensaje](#)



Wuxi NSB Transmission  
Technology Co., Ltd. >



 Miembro Diamante Desde 2013

 Proveedor Auditado

Fabricante/Fábrica, Corporación del Grupo



- Motor.

<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:f8078f4c-af58-4123-a02e-3ea7f4086fbd/lp-colombia-mayo-2021-consolidada.pdf>

1/4

**Motores IE3 1LE0143 / 1LE8143  
3600 rpm - 2 polos**



No. de Depósito	Referencia	Potencia		Tamaño constructivo	Velocidad rpm	Torque Nm	Corriente nominal			Eficiencia %	Peso neto (IM B3) kg	Precio de lista COP
		KW	HP				220 VDD A	380 VYY A	440 VD A			
100664611	1LE0143-0DA26-4AA4-Z D80+D81	0,75	1	80M	3450	2,1	3,15	1,82	1,57	77	15	808.000
100664612	1LE0143-0DA36-4AA4-Z D80+D81	1,1	1,5	80M	3480	3	4,3	2,5	2,15	84	18	878.000
100664613	1LE0143-0DA86-4AA4-Z D80+D81	1,5	2	80M	3465	4,1	5,7	3,25	2,85	85,5	18,5	1.120.000
100664614	1LE0143-0EA46-4AA4-Z D80+D81	2,2	3	90L	3500	6	7,8	4,5	3,9	86,5	29	1.359.000
100664615	1LE0143-0EA86-4AA4-Z D80+D81	3	4	90L	3515	8,2	10,7	6,2	5,3	88,5	29	1.560.000
100664616	1LE0143-1AA86-4AA4-Z D80+D81	3,7	5	100L	3465	10,2	12,6	7,3	6,3	88,5	45	1.748.000
100664618	1LE0143-1BA86-4AA4-Z D80+D81	5,5	7,5	112M	3520	14,9	18,6	10,8	9,3	89,5	47	2.450.000
100664619	1LE0143-1CA16-4AA4-Z D80+D81	7,5	10	132S	3535	20,3	24	14	12,1	90,2	76	2.964.000
100664650	1LE0143-1CA86-4AA4-Z D80+D81	11	15	132M	3540	29,7	36	21	17,9	91	79	4.088.000
100664651	1LE0143-1DA36-4AA4-Z D80+D81	15	20	160M	3540	40,5	52	30	26	91	103	5.239.000
100664652	1LE0143-1DA46-4AA4-Z D80+D81	18,5	25	160L	3545	49,8	64	37	32	91,7	120	6.113.000
100664653	1LE0143-1DA86-4AA4-Z D80+D81	22	30	160L	3540	59,4	73	42	36,5	91,7	131	7.922.000
100664654	1LE0143-2AA46-4AA4-Z D80+D81	30	40	200L	3565	80,4	96	56	48	92,4	259	10.984.000
100664589	1LE0143-2BA16-4AA4-Z D80+D81	37	50	225M	3570	99	118	68	59	93	320	12.822.000
100664700	1LE0143-2BA26-4AA4-Z D80+D81	45	60	225M	3570	120	143	83	71	93,6	327	17.827.000
100664701	1LE0143-2CA26-4AA4-Z D80+D81	55	75	250M	3577	147	178	103	89	93,6	416	20.943.000
100664702	1LE0143-2CA86-4AA4-Z D80+D81	75	100	250M	3570	201	235	137	118	94,1	420	25.777.000
100664703	1LE0143-2DA23-3AA4-Z D80+D81	90	125	280M	3580	240	-	-	145	95	610	35.426.000
100664704	1LE0143-2DA83-3AA4-Z D80+D81	110	150	280M	3580	293	-	-	175	95,4	610	38.339.000
100664705	1LE8143-3AA23-3AA4-Z D80+D81	150	200	315M	3582	400	-	-	225	95,4	1210	46.744.000
100664706	1LE8143-3AA63-3AA4-Z D80+D81	185	250	315L	3582	493	-	-	285	95,8	1220	58.650.000





<b>Malla de alambre de acero inoxidable y tela de alambre, tejido liso</b>			
<b>Malla</b>	<b>Diámetro del cable (MM)</b>	<b>Abertura (MM)</b>	<b>Material (AISI)</b>
35 mesh x 35 mesh	0,17	0,56	304 or316
40mesh x 40mesh	0,23	0,40	304 or316
50 mesh x 50 mesh	0,20	0,31	304 or316
60 mesh x 60 mesh	0,15	0,27	304 or316
70mesh x 70mesh	0,12	0,24	304 or316
80mesh x 80mesh	0,13	0,19	304 or316
90mesh x 90mesh	0,12	0,16	304 or316
100 mesh x 100 mesh	0,10	0,15	304 or316
120 mesh x 120 mesh	0,09	0,12	304 or316
150 mesh x 150 mesh	0,063	0,11	304 or316
180 mesh x 180 mesh	0,053	0,09	304 or316
200 mesh x 200 mesh	0,053	0,07	304 or316

- Tornillería.

<https://www.tornillosytuercas.co/products/tuerca-grado-8-rosca-ordinaria? pos=6& sid=93b0c2b30& ss=r&variant=39570791268410>

### Carrito de compra ✕

---

	<p><b>TUERCA GRADO 8 ROSCA ORDINARIA</b>                      3/4"-10   \$1082  <a href="#">Quitar</a></p>	<p><b>\$1.082</b></p>	<p>- 24 +</p>	<p><b>\$25.968</b></p>
	<p><b>TORNILLO GRADO 5 ROSCA ORDINARIA (HASTA 1" DE DIÁMETRO)</b>                      3/4"-10 x 5"   \$6458  <a href="#">Quitar</a></p>	<p><b>\$6.458</b></p>	<p>- 24 +</p>	<p><b>\$154.992</b></p>
<p><a href="#">Agregue una nota a su pedido</a></p>				<p>Subtotal <b>\$180.960</b></p>

- **Motorreductor**

<https://rodavigo.net/es/c/transmision/motores-reductores/motorreductores/f/sew-eurodrive>

ES +34 986 288 118 web@rodavigo.com FEDER REGISTRO ACCESO B2B

**rodavigo.net** Todas las Categorías Buscar por palabra clave o referencia Buscar por Varios Conceptos

TODAS LAS CATEGORÍAS FABRICANTES CATÁLOGO PDF ACERCA DE RODAVIGO BLOG CONTACTO BÚSQUEDA GUIADA

Transmision > Motores - Reductores > Motorreductores > Motorreductor

**SEW EURODRIVE**

**MOTOR REDUCTOR TORNILLO SINFIN REF. SEW SF37 DRN71MS4/TF**

Fabricante: SEW EURODRIVE  
Ref. Rodavigo: 589SF37DRN71MS4TF

Envío: Envío en 24 horas

**1.280,75€** - 1 + AÑADIR AL CARRITO  
Descuento Aplicado

**SEW EURODRIVE**

- Brida

[https://es.made-in-china.com/co\\_dhdz2022/product\\_Carbon-Steel-Flange-Sorf-Flange-Plate-Flange-BI-Flange-Wn-RF-Flanage\\_uohoyruyog.html](https://es.made-in-china.com/co_dhdz2022/product_Carbon-Steel-Flange-Sorf-Flange-Plate-Flange-BI-Flange-Wn-RF-Flanage_uohoyruyog.html)



**Brida de acero al carbono brida de placa de brida Sorf brida BL brida WN Flan RF**

Precio FOB de Referencia ⓘ

[Conseguir Precio Último >](#)

**US\$ 10,00-500,00** / Pieza | 1 Pieza (Pedido Mínimo)

Estándar:	ANSI, DIN, GB, JIS, GOST, BSW, En1092-1
Tipo:	Brida de Soldadura
Material:	Acero al Carbono
Estructura:	Bridas
Conexión:	Soldadura
Sellado de superficies:	RF

**Contactar al Proveedor**



Ms. Grace  
Export Manager

[✉ Contacta Ahora](#)

[🗨 Charlar](#)

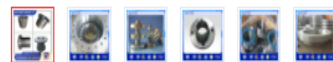


**Shanxi Donghuang Wind Power Flange Manufacturing Co., Ltd...**

📌 Miembro Diamante Desde 2022

🏆 Proveedor Auditado

Fabricante/Fábrica



♥ Favoritos [Compartir](#) [f](#) [t](#) [p](#) [in](#) [e](#)

- Acoples

[https://es.made-in-china.com/co\\_jiayuan-machinery/product\\_Auto-Parts-Rotex-Flexible-Jaw-Coupling-Steel-Aluminum-Rge14-90-Shaft-Coupling\\_uogeonigg.html](https://es.made-in-china.com/co_jiayuan-machinery/product_Auto-Parts-Rotex-Flexible-Jaw-Coupling-Steel-Aluminum-Rge14-90-Shaft-Coupling_uogeonigg.html)



### Auto Parts Rotex cruceta flexible de aluminio de acero de Garras Rge Acoplamiento del eje14-90

Precio FOB de Referencia / Cantidad de Compra. ⓘ [Conseguir Precio Último >](#)

<b>US\$ 5,00</b>	<b>US\$ 4,5</b>	<b>US\$ 4,00</b>
100-199 pcs	200-299 pcs	300+ pcs

**Contactar al Proveedor** ⓘ



Mr. Hugh  
Sales Manager

✉ Contacta Ahora

🗨 Charlar

Estándar o no estándar:	Estándar
eje del agujero:	19-32
Esfuerzo de torsión:	> 80N.M
Diámetro del agujero:	16-200
Velocidad:	4000r / M
Estructura:	Flexible





**Sichuan Reach Jiayuan Machinery Co., Ltd.** >



👑 Miembro Diamante Desde 2009

🌟 Proveedor Auditado

---

Fabricante/Fábrica





Dimensiones						Dimensiones de resaltes y radios de acuerdo				Factores de cálculo				Aceleración admisible para lubricación con aceite <sup>2)</sup>	
d	d <sub>2</sub> =	D <sub>2</sub> =	b	K	r <sub>1,2</sub> min.	d <sub>a</sub> min.	d <sub>a</sub> máx.	D <sub>a</sub> máx.	r <sub>a</sub> máx.	e	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>0</sub>	de giro	lineal
mm						mm				-				m/s <sup>2</sup>	
60	72,7	96,5	6	3	1,5	69	-	101	1,5	0,24	2,8	4,2	2,8	-	-
	69,7	101	6	3	1,5	69	69	101	1,5	0,24	2,8	4,2	2,8	-	-
	87,8	115	6	3	2,1	72	-	118	2	0,22	3	4,6	2,8	-	-
	77,9	110	8,3	4,5	2,1	72	-	118	2	0,35	1,9	2,9	1,8	-	-
	77,9	110	8,3	4,5	2,1	72	-	118	2	0,35	1,9	2,9	1,8	70g	25g
	75	117	8,3	4,5	2,1	72	75	118	2	0,35	1,9	2,9	1,8	-	-
65	71,6	93,5	-	-	1,1	71	71	94	1	0,27	2,5	3,7	2,5	-	-
	73,9	87,3	3,7	2	1,1	71	-	94	1	0,27	2,5	3,7	2,5	-	-
	80,1	106	6	3	1,5	74	-	111	1,5	0,24	2,8	4,2	2,8	-	-
	76,5	110	6	3	1,5	74	76	111	1,5	0,24	2,8	4,2	2,8	-	-
	94,7	124	6	3	2,1	77	-	128	2	0,22	3	4,6	2,8	-	-
	81,6	118	8,3	4,5	2,1	77	-	128	2	0,35	1,9	2,9	1,8	-	-
	81,6	118	8,3	4,5	2,1	77	-	128	2	0,35	1,9	2,9	1,8	69g	24g
	78,7	125	8,3	4,5	2,1	77	78	128	2	0,35	1,9	2,9	1,8	-	-
70	83	111	6	3	1,5	79	-	116	1,5	0,23	2,9	4,4	2,8	-	-
	80,1	116	6	3	1,5	79	80	116	1,5	0,23	2,9	4,4	2,8	-	-
	101	133	6	3	2,1	82	-	138	2	0,22	3	4,6	2,8	-	-
	90,3	128	8,3	4,5	2,1	82	-	138	2	0,33	2	3	2	-	-
	90,3	128	8,3	4,5	2,1	82	-	138	2	0,33	2	3	2	61g	23g
	86,7	136	8,3	4,5	2,1	82	86	138	2	0,33	2	3	2	-	-