



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MARTILLADORA
SEMIAUTOMÁTICA PARA GRABAR METALES EN RELIEVE EN FRÍO,
PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERRAJERÍA
MODERNA.**

Trabajo de Titulación bajo la modalidad Propuesta Metodológica, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

Autor(a)

Logacho Rivadeneira Lizandro Alexander

Tutor(a)

Ing. Cruz Villacís Juan Serafín; Mg.

AMBATO – ECUADOR

2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Logacho Rivadeneira Lizandro Alexander, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MARTILLADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA GRABAR METALES EN RELIEVE EN FRÍO, PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERRAJERÍA MODERNA”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato a los 18 días del mes de marzo del 2019, firmo conforme:

Autor: Logacho Rivadeneira Lizandro Alexander.

Firma:

Número de Cédula: 172302967-2

Dirección: Conocoto – Quito – Pichincha.

Correo Electrónico: alexanderlogacho@hotmail.com

Teléfono: 022(071 038)

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MARTILLADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA GRABAR METALES EN RELIEVE EN FRÍO, PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERRAJERÍA MODERNA”, presentado por Logacho Rivadeneira Lizandro Alexander, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 18 de marzo del 2019

.....
Ing. Cruz Villacís Juan Serafín; Mg.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 18 de marzo del 2019

.....
Logacho Rivadeneira Lizandro Alexander
172302967-2

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MARTILLADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA GRABAR METALES EN RELIEVE EN FRÍO, PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERRAJERÍA MODERNA, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 18 de marzo del 2019

.....
Ing. Segundo Pedro Muzo Villacís. M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Fernando David Tapia Saá. M.Sc.
VOCAL

.....
Ing. Myriam Emperatriz Cumbajín Alferez. M.Sc.
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y ayudarme a levantar en cada uno de mis tropiezos para poder lograr uno de mis anhelos tan deseados, además haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante este periodo.

Mi Madre Sandra Rivadeneira, por darme la vida, por creer en mí, por ser un pilar fundamental. Mamá gracias por todo, te amo

Mi Hijo Nahin Logacho y mi Esposa Marisol Chumaña, para que vean en mi un ejemplo a seguir, ya que con trabajo y sacrificio podrán cumplir sus sueños.

Lizandro Logacho

AGRADECIMIENTO

Quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones y enseñanzas, gracias por tu infinita misericordia.

Agradecer a todas las personas que se involucrado en la realización de este proyecto, sin embargo, merecen un reconocimiento especial a German Rivadeneira y Fernando Andrango, que me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Mi profundo agradecimiento al Ing., Juan Cruz por aceptarme a realizar este proyecto bajo su tutela. Su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte fundamental en este proyecto.

Gracias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESÚMEN EJECUTIVO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	6
ÁREA DE ESTUDIO.....	9
MODELO OPERATIVO.....	11
DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO.....	12

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	15
-----------------------------------	----

RESULTADOS ESPERADOS.....	71
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	74
ANÁLISIS DE COSTOS.....	75

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES.	78
RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de la situación actual versus situación final.....	7
Tabla 2: Gastos año 2014, 2015, 2016.....	7
Tabla 3: Egresos en el año 2017.	8
Tabla 4: Datos técnicos de la martilladora.....	72
Tabla 5: Costos de producción.....	73
Tabla 6: Cronograma de actividades.....	74
Tabla 7: Cronograma construcción del proyecto.	75
Tabla 8: Costo de la martilladora.....	77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Longitud de pasamanos (m) vs. Costo.....	9
Gráfico 2: Longitud de pasamanos (m) vs. Costo con la martilladora.....	73

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Modelo operativo.	11
Imagen 2: Máquina martilladora semiautomática.	16
Imagen 3: Grabado en relieve.	17
Imagen 4: Matrices para grabado.	17
Imagen 5: Matriz para perfilar figuras.	19
Imagen 6: Análisis de Von Mises de la matriz para perfilar figuras.	20
Imagen 7: Análisis de desplazamiento de la matriz para perfilar figuras.	21
Imagen 8: Análisis del FDS de la matriz para perfilar figuras.	21
Imagen 9: Soporte.	22
Imagen 10: Análisis de von mises del soporte.	23
Imagen 11: Análisis de desplazamiento del soporte.	23
Imagen 12: Análisis del FDS del soporte.	24
Imagen 13: Soporte inferior.	25
Imagen 14: Análisis de von mises del soporte inferior.	26
Imagen 15: Análisis de desplazamiento del soporte inferior.	26
Imagen 16: Análisis del FDS del soporte inferior.	27
Imagen 17: Soporte secundario.	28
Imagen 18: Análisis de von mises del soporte secundario.	28
Imagen 19: Análisis de desplazamiento del soporte secundario.	29
Imagen 20: Análisis del FDS del soporte secundario.	29
Imagen 21: Eje de la catalina.	30
Imagen 22: Análisis de von mises del eje de la catalina.	31
Imagen 23: Análisis de desplazamiento del eje de la catalina.	31
Imagen 24: Análisis del FDS del eje de la catalina.	32
Imagen 25: Eje de matriz corto.	32
Imagen 26: Análisis de von mises del eje de matriz corto.	33
Imagen 27: Análisis de desplazamiento del eje de matriz corto.	34
Imagen 28: Análisis del FDS del eje de matriz corto.	34
Imagen 29: Eje de matriz largo.	35
Imagen 30: Análisis de von mises del eje de matriz largo.	36

Imagen 31: Análisis de desplazamiento del eje de matriz largo.	36
Imagen 32: Análisis del FDS del eje de matriz largo.....	37
Imagen 33: Estructura principal.	37
Imagen 34: Análisis de von mises de la estructura principal.	38
Imagen 35: Análisis de desplazamiento de la estructura principal.	39
Imagen 36: Análisis del FDS de la estructura principal.....	39
Imagen 37: Ajustador.....	40
Imagen 38: Análisis de von mises del ajustador.	41
Imagen 39: Análisis de desplazamiento del ajustador.	41
Imagen 40: Análisis del FDS del ajustador.....	42
Imagen 41: Ajustador del engrane.	43
Imagen 42: Análisis de von mises del ajustador del engrane.....	44
Imagen 43: Análisis de desplazamiento del ajustador del engrane.....	45
Imagen 44: Análisis del FDS del ajustador.....	46
Imagen 45: Mesa.	47
Imagen 46: Análisis de von mises de la mesa.....	48
Imagen 47: Análisis de desplazamiento de la mesa.	48
Imagen 48: Análisis del FDS de la mesa.	49
Imagen 49: Rodamiento afbma 20.1 – 03-45 – 10,si,nc,10_68.	50
Imagen 50: Chumacera.	50
Imagen 51: Fuerza ejercida por el eje c.	51
Imagen 52: Diagrama del cuerpo libre.....	51
Imagen 53: Diagrama del cuerpo libre.....	52
Imagen 54: Perfil cuadrado.	54
Imagen 55: Perfil rectangular.....	55
Imagen 56: Piñón cadena.	57
Imagen 57: Cadena de rodillo.	59
Imagen 58: Cadena para ingeniería.....	59
Imagen 59: Cadenas silenciosas.....	60
Imagen 60: Catalina.	63
Imagen 61: Análisis de von mises de la catalina.....	63
Imagen 62: Análisis de desplazamiento de la catalina.....	64

Imagen 63: Análisis del FDS de la catalina.	65
Imagen 64: Engrane.	65
Imagen 65: Análisis de von mises del engrane.	66
Imagen 66: Análisis de desplazamiento del engrane.	67
Imagen 67: Análisis del FDS del engrane.....	67
Imagen 68: Breaker.	68
Imagen 69: Contactor.....	69
Imagen 70: Guardamotor.	69
Imagen 71: Selector.....	70
Imagen 72: Pulsador.....	70
Imagen 73: Paro de emergencia.	71
Imagen 74: Diagrama de construcción proyecto.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ubicación de la empresa	83
Anexo 2: Catálogo de pasamanos.	84
Anexo 3: Características técnicas del acero ASTM A36.....	85
Anexo 4: Características técnicas del Acero SAE 1040	87
Anexo 5: Planos de la matriz.	94
Anexo 6: Valores ideales del FDS, en diseño mecánico.	95
Anexo 7: Planos del soporte.	96
Anexo 8: Planos del soporte inferior.	97
Anexo 9: Planos del soporte secundario.	98
Anexo 10: Planos del eje de la catalina.	99
Anexo 11: Planos del eje de matriz corto.	100
Anexo 12: Planos del eje de matriz largo.	101
Anexo 13: Planos de la estructura principal.	102
Anexo 14: Planos del ajustador.	103
Anexo 15: Planos del ajustador del engrane.	104
Anexo 16: Perfiles y planchas de acero.	105
Anexo 17: Planos de la mesa.	107
Anexo 18: Características técnicas de los rodamientos.	108
Anexo 19: Tabla de esfuerzo normal según material.	111
Anexo 20: Inercia de perfiles.	112
Anexo 21: Inercia de perfiles.	114
Anexo 22: Coeficientes de fricción.	117
Anexo 23: Características técnicas del motor SIEMENS.	118
Anexo 24: Características técnicas del reductor planetario.	120
Anexo 25: Factor de servicio y factor de múltiples hileras.	121
Anexo 26: Selección de cadena.	121
Anexo 27: Planos de la catalina.	122
Anexo 28: Planos del engrane.	123
Anexo 29: Elementos de la máquina martilladora semiautomática.....	124
Anexo 30: Vista explosionada de la máquina martilladora semiautomática.	125

Anexo 31: Características técnicas del contactor.	126
Anexo 32: Características técnicas del guardamotor.	126
Anexo 33: Diseño del control eléctrico.	127

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MARTILLADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA GRABAR METALES EN RELIEVE EN FRÍO, PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERRAJERÍA MODERNA”

AUTOR: Logacho Rivadeneira Lizandro Alexander

TUTOR: Ing. Cruz Villacís Juan Serafín; Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo que se alcanzó es la construcción de una máquina martilladora semiautomática para grabar metales en relieve en frío para la empresa CERRAJERÍA MODERNA, en donde el problema surge cuando dicha empresa subcontrata otras entidades para que les realice el proceso de grabado en los pasamanos de hierro forjado, provocando un gasto de \$196.000 anuales y la demora de entrega de sus productos. Mediante la metodología de la investigación bibliográfica se observa algunas soluciones para el problema, por lo que se propuso el diseño y construcción de una máquina que realice el grabado en los pasamanos, en donde sea manipulada por un solo operador. Mediante el software SOLIDWORKS, se desarrolló los diferentes análisis mecánicos como son von Mises, desplazamiento y factor de seguridad, estableciendo como acero el ASTM A36 para la estructura y las matrices. Para el control se implementó un motor trifásico de 5 HP con un reductor. Con estas características la martilladora es capaz de realizar un metro de grabado en 6,7 min. Con ello se concluye que la empresa tiene un ahorro del 50% en sus gastos, optimizando tiempo y recursos. Se recomienda que la máquina se automatice al 100% para tener un control de calidad en los acabados de los pasamanos.

DESCRIPTORES: MARTILLADORA, GRABADO, OPTIMIZACIÓN, SOFTWARE SOLIDWORKS.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: “CONSTRUCTION OF A SEMIAUTOMATIC HAMMERING MACHINE TO RECORD METALS IN COLD RELIEF, TO IMPROVE THE PRODUCTION OF THE COMPANY CERRAJERÍA MODERNA”

AUTHOR: Logacho Rivadeneira Lizandro Alexander

TUTOR: Ing. Cruz Villacís Juan Serafín; Mg.

ABSTRACT

The reached objective was the manufacture of a semiautomatic hammering machine to engrave metal in cold relief in the “Cerrajería Moderna” factory. The problem arises when the mentioned factory subcontracts other companies to develop the engraving process on the wrought iron handrail. Thus, the factory to spend \$196.000 yearly as well as the delay in the product’s delivery. Through the research methodology, it was possible to find some solutions for the problem, so the design and the manufacture of a semiautomatic hammering machine were proposed. This can perform the engraving on the handrail where the process can be managed by only one worker. Through the SOLIDWORKS software, different mechanical analysis was carried out these are Von Mises, shift and security factor, determining the ASTM A36 steel like the one to be used in the structures and matrix. A 5HP three-phase engine with gear reducer was implemented. Due to, the hammering machine with these characteristic is able to engrave a meter in 6, 7 min. In conclusion, by implementing this new machine, the factory can save 50% in its expenses, optimize time and resources. It is recommended to automate the whole machine in order to control the finish quality on the handrails.

Keywords: engraving, hammering machine, optimization, software Solidworks.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.

A nivel mundial, la construcción de viviendas con acabados de lujo, especialmente en lo que se refiere a metalmecánica, como pasamanos, chapas, rejas, en sí todo lo que tiene que ver con cerrajería con algún tipo de diseño está en auge, ya que, los habitantes no solo de la clase alta, sino también los de clase media alta, hoy en día buscan un mejor estilo de vida empezando desde sus hogares, la variedad de diseños que se puede realizar en este tipo de insumos metalmecánicos es muy amplio brindando así seguridad y estética a las viviendas; es por ello que la implementación de las martilladoras para grabar en frío se han convertido en máquinas indispensables para la fabricación de este tipo de cerrajería mejorando la calidad del producto final.

En el Ecuador, los habitantes no se quedan atrás en el momento de construir sus viviendas, exigiendo a la constructora acabados de primera en sus hogares, especialmente en sus pasamanos, chapas, rejas, muchas veces poniendo en apuros a las inmobiliarias, por lo que este tipo de empresas han visto la necesidad de adquirir máquinas martilladoras más sofisticadas que permita resolver estos problemas, incrementando así su productividad y demanda de construcción.

La ciudad de Quito provincia de Pichincha, al ser una de las ciudades más importantes del país con una de las mejores actividades económicas, ha crecido exponencialmente en la construcción de viviendas especialmente en los sectores de alta plusvalía como los Valles de Cumbayá y Los Chillos, la utilización de pasamanos para gradas y balcones en hierro forjado se está utilizando con mayor

frecuencia ya que sus diseños y acabados son muy apreciados por los adquirientes de las viviendas, la empresa CERRAJERÍA MODERNA presta el servicio de construcción de acabados en las viviendas en la parte de metalmecánica pero lo hace de forma manual por lo que ve la necesidad de la construcción de una máquina martilladora semiautomática para grabado en frío.

ANTECEDENTES.

La empresa CERRAJERÍA MODERNA, al realizar la construcción de diferentes pasamanos, subcontratan el servicio de grabado en metales, esto involucra un gran gasto para la empresa y el tiempo de entrega es muy prolongado, teniendo dificultades con el proceso de construcción de dichos elementos. Al tener estos problemas la empresa se preocupa por mejorar su proceso, optimizando tiempos y recursos económicos, analizando cual es la mejor propuesta para eliminar estos problemas. Es así como la empresa se interesa en la implementación de una máquina que ayude a grabar distintos diseños en los pasamanos.

Con estos antecedentes se realiza una investigación de proyectos similares, los cuales ayudan a tener ideas claras y concisas para la proponer una solución a los problemas que presenta la empresa CERRAJERÍA MODERNA, a continuación, se detallan los temas y conclusiones de algunos trabajos.

Ramírez T., (2016), en su proyecto “MÁQUINA IMPRESORA DE METALES UTILIZANDO LA TÉCNICA DE MICRO PERCUSIÓN”, realiza el diseño y fabricación de una máquina impresora de metales con la técnica de micro percusión para grabar imágenes en escala de grises en superficies metálicas planas, esto permite formar una imagen a base de impactos micrométricos a diferente profundidad dependiendo del valor de la intensidad del píxel que se está grabando. El posicionamiento de la máquina es con coordenadas polares, en donde posiciona la punta de diamante en el centro de la imagen, formando círculos concéntricos de diferentes radios para abarcar la superficie a grabar. Una de las conclusiones más relevante se puede mencionar la siguiente: conociendo las diferentes técnicas de

grabado en metal se establece que la técnica de micro percusión es económica, pero no es la más rápida ni la más precisa. (TORRES RAMÍREZ, 2016).

Bedón, J. y Estévez, D., (2012), realizan el proyecto denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA LA EXTRUSIÓN DIRECTA, INVERSA Y MIXTA, EN FRÍO DE PERFILES METÁLICOS NO FERROSOS PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM”, en donde realizan la deformación plástica para obtener perfiles y figuras bajo ciertas necesidades, la extrusión tiene como materia prima tochos del material deseado, con dimensiones establecidas de acuerdo al producto final, en donde se los deforman con una prensa hidráulica. Los estudiantes después de terminar su estudio concluyen que los productos obtenidos poseen un buen acabado superficial, la forma con los cuales fueron diseñados, el consumo de materia prima es mínimo y los gastos de producción son reducidos (BEDÓN ALMEIDA, et al., 2012).

Peña, C. (2014), realiza el proyecto denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAMINADORA DE CUATRO RODILLOS PARA LAMINAR TIRAS DE ALUMINIO”, en donde se diseña y construye un equipo de cuatro rodillos, con el cual se demostrarán los principios básicos de laminación y del cual se obtendrán tiras de aluminio. Actualmente en el país no existen empresas que se dediquen al diseño y construcción de equipos laminadores ya sea para uso industrial o artesanal, en su mayoría estos equipos son importados en el caso de grandes y medianas industrial, o son construidas en el vecino país de Colombia para el uso artesanal como en el caso de equipos para joyería. Si bien es cierto el proyecto está destinado para uso con fines educativos, puede ser utilizado como un precedente para futuras aplicaciones a nivel industrial en el país. (PEÑA ANDRADE, 2014)

JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad, la utilización de pasamanos para gradas y balcones en hierro forjado se está utilizando con mayor frecuencia, ya que sus diseños y acabados son muy apreciados por los adquirientes de las viviendas, por lo que se requiere de

maquinaria que permita realizar estos procesos, con menor costo de producción y mayor precisión y exactitud, de aquí nace la **importancia** de construir una máquina martilladora semiautomática para el grabado en frío.

La construcción de la máquina martilladora semiautomática para el grabado en frío pretende generar un alto **impacto** en la calidad, tiempo y disminución de costos de producción dentro de la empresa CERRAJERÍA MODERNA, evitando adquirir este insumo a otros proveedores o realizarlo a mano.

El presente proyecto propone una máquina de mucha **utilidad** para la empresa, ya que, por la alta demanda de acabados metalmecánicos con diseño para la construcción de viviendas, la empresa dejará de realizar estos insumos a manualmente.

Los **beneficiarios** con esta propuesta metodológica es la empresa CERRAJERÍA MODERNA y las inmobiliarias que son clientes de la empresa, ya que podrá ofrecer una gama más amplia de diseños en los acabados metalmecánicos a menos tiempo y mejor precio; en el campo educativo los beneficiarios son los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial, así como la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Finalmente, se considera **factible** realizar el presente proyecto debido a que se brinda una solución a la problemática del objetivo de estudio optimizando los tiempos de producción, la calidad, disminución de costos de la empresa y la ergonomía y seguridad de los trabajadores.

OBJETIVO GENERAL.

- Construcción de una máquina martilladora semiautomática para grabar metales en relieve en frío, para mejorar la producción de la empresa CERRAJERÍA MODERNA.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar la cantidad de producción de pasamanos vs. costo, utilizando la base de datos de la empresa, para detectar el problema y presentar una solución.
- Identificar los componentes y materiales necesarios para el diseño de la máquina martilladora, de tal forma que la producción diaria no afecte los elementos de la máquina.
- Seleccionar los dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos para el control semiautomático de la máquina martilladora.
- Construir la máquina martilladora semiautomática, para grabar metales en relieve en frío en los diferentes diseños.
- Medir el impacto que tiene la máquina en la empresa, comparando los resultados, para determinar la optimización en el proceso.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.

La empresa CERRAJERIA MODERNA atraviesa una época de mejoramiento continuo en sus procesos con la finalidad de incrementar su productividad, la empresa actualmente cuenta en nómina con el Gerente Propietario, dos personas con funciones administrativas y cuatro operarios. La empresa oferta como su principal producto los pasamanos, puertas y protecciones en accesorios forjados.

CERRAJERIA MODERNA requiere producir estas piezas con la finalidad de no comprar a distribuidores e importador para la optimización de recursos económicos y dejar de producir artesanalmente para garantizar la salud de sus operarios, por esta razón surge la necesidad de construir la máquina martilladora semiautomática para grabar en relieve en frío una gama alta de diseños.

En la Tabla 1, se compara la situación actual del grabado manual y el grabado con la máquina martilladora semiautomática, cuyos beneficios son de gran importancia y utilidad.

Tabla 1: Descripción de la situación actual versus situación final.

ÍTEM	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN FINAL
1	Grabación en relieve en forma manual.	Grabación en relieve en forma automática.
2	Uso de tres operarios para el proceso.	Uso de un operarios para el proceso.
3	Operarios con problemas ergonómicos.	Operarios sin complicaciones ergonómicas.
4	Adquisición ha proveedores externos la compra de materiales de relieve para la elaboración de accesorios forjados.	Producción en la empresa de materiales de relieve para la elaboración de accesorios forjados.
5	Baja la calidad del producto terminado con gran cantidad de reproceso.	Alta calidad del producto terminado con bajas cantidades de reproceso.

Realizado por: Logacho, 2019.

Estudio de la producción.

CERRAJERIA MODERNA adquiere a proveedores nacionales o internacionales 10m (metros) de pasamanos decorados cada mes, cada metro de estos pasamanos tienen un costo de \$140,00 lo cual representa una inversión muy alta para la empresa, en la Tabla 2 se puede observar los valores que cancelo la empresa por la adquisición de materia prima en los años 2014, 2015, 2016.

Tabla 2: Gastos año 2014, 2015, 2016.

CERRAJERIA MODERNA GASTOS DEL AÑO 2014-2015-2016				
ÍTEM	AÑO	METROSTOTALES ADQUIRIDOS	VALOR POR METRO	EGRESO TOTAL
1	2014	900	\$ 120,00	\$ 108.000,00
2	2015	1100	\$ 135,00	\$ 148.500,00
3	2016	1300	\$ 140,00	\$ 182.000,00

Fuente: CERRAJERÍA MODERNA.

Realizado por: Logacho, 2019

En la Tabla 3, se indica los valores que cancela la empresa por la adquisición detallado mes a mes durante el año 2017, los egresos varían dependiendo del número de casas en donde instalan.

Tabla 3: Egresos en el año 2017.

CERRAJERÍA MODERNA GASTOS DEL AÑO 2017						
ÍTEM	MES	No. CASAS	PASAMANOS DECORATIVOS POR CASA (m)	VALOR POR METRO	COSTO POR CASA	EGRESO TOTAL
1	Enero	12	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 16.800,00
2	Febrero	11	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 15.400,00
3	Marzo	13	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 18.200,00
4	Abril	11	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 15.400,00
5	Mayo	10	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 14.000,00
6	Junio	13	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 18.200,00
7	Julio	12	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 16.800,00
8	Agosto	11	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 15.400,00
9	Septiembre	13	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 18.200,00
10	Octubre	11	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 15.400,00
11	Noviembre	10	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 14.000,00
12	Diciembre	13	10	\$ 140,00	\$ 1.400,00	\$ 18.200,00
					TOTAL ANUAL:	\$ 196.000,00

Fuente: CERRAJERÍA MODERNA.

Realizado por: Logacho, 2019.

En el Gráfico 1, se realiza una comparación de la longitud de los pasamanos decorados vs el gasto que realiza la empresa por cada mes durante el año 2017, aclarando que la longitud de los pasamanos varía según el número de casas que contratan el servicio de la empresa. Se evidencia que es un costo muy elevado el importar estos insumos, dando como resultado un hueco de botella dentro de todo el proceso que realiza la empresa, generando una demora en la entrega total del producto y generando gastos elevados.



Gráfico 1: Longitud de pasamanos (m) vs. costo.

Realizado por: Logacho, 2019.

ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio a la cual pertenece esta investigación es la técnica tecnológica, ya que se involucran varios factores para poder llegar al objetivo principal; uno de

estos factores es el diseño a través de un software CAD, el que permite hacer el estudio estático de los elementos que conforman la máquina. Otro de los factores es la parte mecánica, donde implica los diferentes aceros y hierros a utilizar en la construcción de máquina. Finalmente se encuentra la parte eléctrica, que ayuda a la operación de la máquina, integrando varios elementos eléctricos. Todos estos factores forman un conjunto que permiten el funcionamiento correcto de la máquina, si uno de ellos falla todo el proceso tiende a fallar.

Al ver los elementos que van a formar parte de esta investigación, se hace referencia también al lugar en donde se va a desarrollar la investigación, con esto se cierra el ciclo del área de estudio para el desarrollo. La empresa CERRAJERIA MODERNA, está ubicada en la parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha, realizando sus actividades en la construcción de edificios o partes de edificios. Cuenta con una superficie de $1.000 m^2$, dentro de su estructura operacional cuenta con el área de producción y mantenimiento, en donde se diseña y se construye las partes metálicas para las diferentes puertas o pasamanos que son instaladas en las casas o edificios. En el Anexo 1, se observa la ubicación de la empresa.

Delimitación del Objeto de Estudio.

Dominio: Tecnología y sociedad.

Línea: Empresarial y productividad.

Campo: Ingeniería Industrial.

Área: Máquina martilladora – Proceso productivo.

Aspecto: Control y Automatización.

Periodo de análisis: Septiembre – Diciembre 2018.

MODELO OPERATIVO.

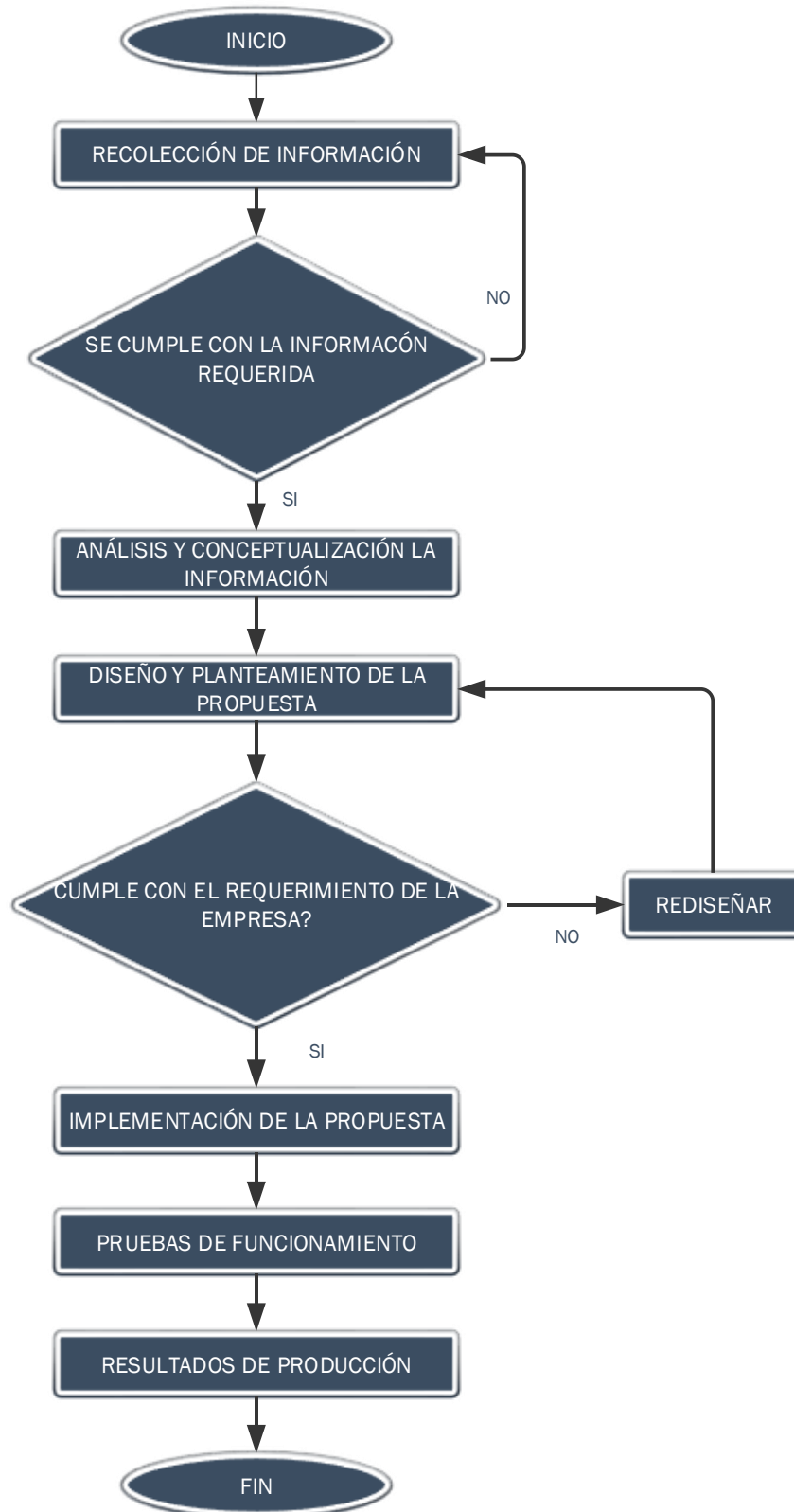


Imagen 1: Modelo operativo.

Realizado por: Logacho, 2018.

DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO.

El proceso que va a seguir la implementación del estudio se muestra en la Imagen 1, mediante un diagrama de flujo. A continuación, se describe cada una de las etapas del proceso.

Recolección de información.

Está dado por dos estudios, el primero consiste en recabar la información necesaria para el diseño y construcción de la máquina martilladora semiautomática para el grabado en relieve en frío, que se encuentra en diferentes tesis de otras universidades como se plasmó en los antecedentes del Capítulo I. El segundo estudio es la información en cuanto a la producción, gastos y tiempo que realiza la empresa en la producción de pasamanos, puertas y accesorios de hierro forjado con diseño decorativo.

Análisis de la información.

El objetivo de este punto es obtener la información necesaria para analizar la situación y los problemas que tiene la empresa, según eso realizar una comparación de datos estadísticos después de la propuesta; por otro lado, se necesita de información para la construcción mecánica y eléctrica de la máquina martilladora. La información es recolectada en la empresa y en distintas fuentes bibliográficas.

En cuanto a los antecedentes no existe mucha información sobre máquinas martilladoras semiautomáticas realizadas en proyectos, esto no dificulta el diseño y la construcción ya que se tiene información en cuanto a software CAD que permite realizar el diseño y se conoce fuentes muy importantes para la construcción.

Gracias a la información dada por la empresa CERRAJERIA MODERNA, se evidencia egresos muy altos en un año, estos son utilizados en enviar a procesar los pasamanos decorados o son adquiridos en el exterior con diseños exclusivos; como

se indica en la Tabla 3, se ve que la empresa tiene pedidos grandes de pasamanos decorados en un promedio de 120 m, esto genera una inversión al comprar afuera dichos pasamanos cuyo valor es de \$196.000

Conceptualización de la información.

Es de gran importancia este punto, ya que se obtiene un orden de trabajo para llegar a cumplir con los objetivos del proyecto, cumpliendo cada uno de ellos se puede llegar a concluir si dicho proyecto mejorará la producción de la empresa, tomando en cuenta la realización de un buen diseño de la máquina martilladora semiautomática, para luego construir bajo normas nacionales.

Diseño y planteamiento de la propuesta.

Se realiza el diseño en un software CAD, considerando las necesidades de la empresa, esto conlleva al producto que se va a fabricar, el diseño decorativo que va a tener el pasamano, la puerta o el accesorio, a la cantidad de demanda por parte de las inmobiliarias o constructoras, la facilidad de dar mantenimiento a la máquina, los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos que sean asequibles dentro de la región; el mismo que debe ser semiautomático teniendo en cuenta las protecciones necesarias para esta parte. Una de las ventajas del diseño en software es permitir que el proceso sea flexible a cambios inmediatos antes de realizar la implementación, ya que al simular la máquina el software analiza el comportamiento de la máquina dentro del proceso.

Implementación de la propuesta.

El cronograma de actividades se puede visualizar en la Tabla 4, este genera una ayuda a la implementación de la propuesta, para mantener un orden claro y conciso del desarrollo la construcción de la máquina martilladora para grabado en relieve en frío semiautomática, dentro de un periodo de 6 meses.

Pruebas de Funcionamiento.

Al concluir el diseño y la construcción de la máquina martilladora semiautomática para grabar metales en relieve en frío, se realiza las respectivas pruebas de funcionamiento en el campo, para observar el comportamiento de la máquina y si los elementos mecánicos y eléctricos conforman un solo conjunto para el control de la misma.

Análisis de resultados de Producción.

Considerando la situación actual de la empresa CERRAJERÍA MODERNA descrita en el Capítulo 2 en cuanto a costo y tiempo de producción de pasamanos, puertas y accesorios forjados en hierro con la contratación de proveedores externos o la realización manual (ver Tabla 3), se realiza un análisis de resultados con la implementación de la máquina martilladora para el grabado en relieve en frío semiautomática, en donde se observará el mejoramiento de la producción en costos, tiempo y calidad, así como en la seguridad y ergonomía del operario teniendo un incremento de demanda y por ende de ganancias económicas.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA.

Se propone la construcción de una máquina martilladora semiautomática para grabar metales en relieve en frío, para mejorar la producción de la empresa CERRAJERÍA MODERNA ubicada en la Parroquia Conocoto en la ciudad de Quito Provincia de Pichincha, la cual realiza cerrajería, pasamanos, con el plus que son decorativas para la construcción de viviendas específicamente. El proceso propuesto impide tiempos muertos, ya que mientras la máquina realiza el grabado, el operador puede ser aprovechado en otras actividades, mejorando los recursos en la empresa. La máquina martilladora es semiautomática para que pueda realizarse el grabado de una forma efectiva controlada mediante dispositivos eléctricos como pulsadores, todo esto nos lleva a reducir costos de producción, tiempos, y a incrementar la demanda de esta. En la Imagen 2, se muestra el prototipo de la máquina martilladora semiautomática, que contiene un motor de 5HP, un motoreductor para 20 RPM catalinas superior de 6 pulgadas, catalina inferior de 3 pulgadas, 3 catalinas regulación de 2 pulgadas, juego de chumaceras de 45mm, juego de matrices y dos soportes tipo mesa con rodillos móviles.

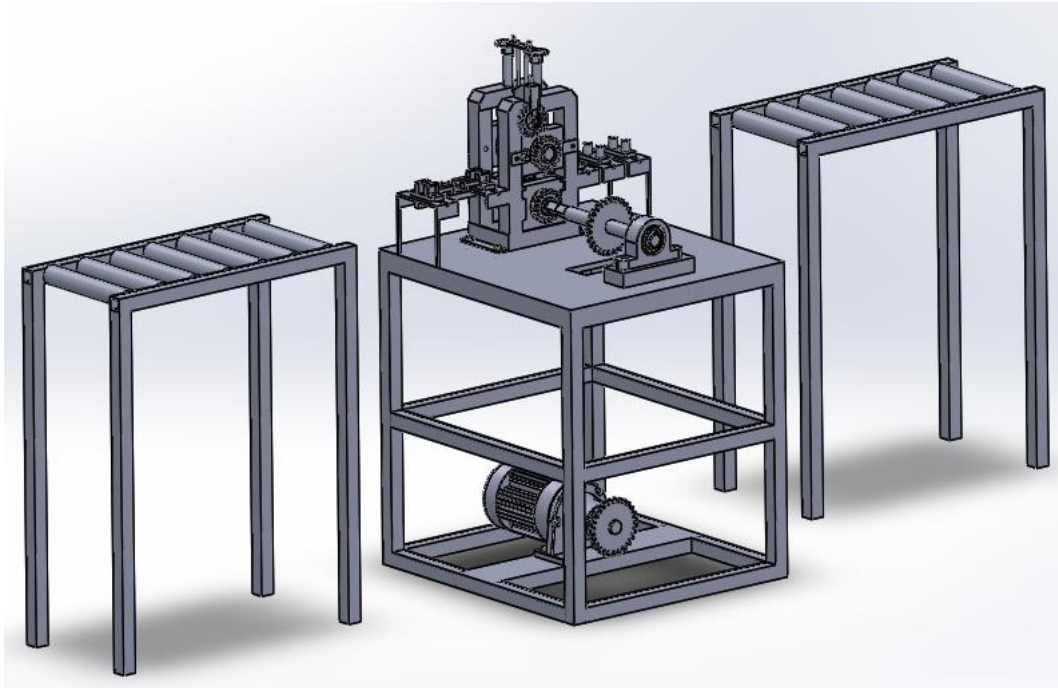


Imagen 2: Máquina martilladora semiautomática.

Realizado por: Logacho, 2019.

El Grabado.

Un grabado es una estampa que se obtiene por impresión de una matriz, preparada para retener la tinta en aquellas partes que definen las formas representadas.

Existen cuatro tipos de grabado: en **relieve**, en **huevo**, **planográfica** y **serigráfica**. La impresión en relieve es aquella en la que imprime, precisamente, la zona que no se ha tallado; es el caso de la xilografía, la linoleografía. La impresión en huevo es aquella en la que estampa la zona que ha sido grabada, ya que la tinta se introduce en los surcos producidos en la acción de grabar. La impresión planográfica, se basa en el principio de la repulsión entre la grasa y el agua; el ejemplo más evidente lo constituye la litografía. Y, por último, la impresión serigráfica, procedimiento de estampación mediante estarcido. (LÉDERMAN).

Para este proyecto se va a usar el grabado en relieve en frío en metal, que imprime y da forma al hierro en frío para grabar en relieve diferentes diseños (ver Imagen 3), donde se muestra platinas con diseños de relieve tipo flor, caracol, arcoíris,

dependiendo de la matriz con la que se trabaje (ver Imagen 4), donde se muestra cuatro tipos de diseños de la matriz tipo flor, caracol, arcoíris y martillado. Muy utilizada en la forja ornamental para diseñar dibujos en platinas, tubos o barras cuadradas para barandillas, barrotes, vallas, rejas, portales o cercas añadiendo un valor económico, decorativo y artístico.



Imagen 3: Grabado en relieve.

Fuente: NOA60, 2019.



Imagen 4: Matrices para grabado.

Fuente: UGFT, 2019.

Ventajas:

Las ventajas que proporciona el construir una máquina martilladora para el grabado en frío en relieve son las siguientes.

- Facilidad de uso: Cualquier operario es capaz de desarrollar el trabajo sin ningún tipo de preparación.
- Alta eficiencia de producción: Pueden fabricarse muchas de piezas en una sola jornada laboral.
- Valor y exclusividad: Todos los trabajos con un diseño son exclusivos y añaden un valor económico superior a las piezas fabricadas,
- Venta: Existe la posibilidad de vender las piezas grabadas a diferentes empresas, especialmente empresa que se dedican a la construcción de viviendas.
- Robustez: Es una máquina de grabar y estampar diseñada para abastecer a las medianas y grandes producciones.

En la empresa se adquiere la materia prima en bruto a la empresa DISENSA, estos están hechos de hierro A36, lo cual es ideal para el grabado de figuras con las matrices, en el Anexo 2 se indica el catálogo de los distintos pasamanos que se ocupan y en el Anexo 3 se encuentra las características técnicas del hierro, ya que esto ayuda a la selección del material para las matrices, ya que estas deben tener una dureza mayor a la del hierro forjado.

Diseño de la estructura metálica.

Ciertos componentes reales como rodillos, rodamientos, chumaceras, usados en la construcción de estructuras y mecanismos en maquinaria industrial, rara vez son sencillos de analizar, y el diseñador se ve en la obligación de realizar aproximaciones menos eficaces mediante soluciones cercanas, experimentación o métodos numéricos; en cambio los componentes mecánicos usados para estructuras o soportes que tengan algún tipo de carga como vigas, barras simples, entre otras, se pueden analizar con facilidad por medio de métodos elementales de la mecánica que proporcionan soluciones aproximadas. En la actualidad existe un gran número de técnicas de análisis estructuras y mecanismos que se emplea en aplicaciones de ingeniería optimizando recursos y tiempo para las cuales la tecnología juega un

papel fundamental, ya que existe un sin número de softwares de CAD que nos facilitan realizarlo, tales como SOLIDWORKS, INVENTOR, ANSYS, entre otros.

Hay una gran cantidad de aplicaciones que requieren análisis estático y dinámico, lineal y no lineal, de esfuerzo y de deflexión; vibraciones libres y forzadas; transferencia de calor (que se puede combinar con el análisis de esfuerzo y de deflexión para proporcionar esfuerzos y deflexiones térmicamente inducidos); inestabilidad elástica (pandeo). (BUDYNAS, et al., 2014).

Para el presente estudio se utiliza el software SOLIDWORKS 2018, para la simulación de esfuerzos y pandeo. En cada estudio se detalla el material a ocupar y los elementos con características técnicas.

Diseño de la matriz.

La Imagen 5, indica la matriz que permite dar las figuras a los pasamanos, esta matriz tiene un movimiento circular que es activada por los ejes, el material con el que se realiza la matriz es un acero estructural SAE 1040 (en el Anexo 4, se encuentran las características técnicas), el cual se realiza el estudio y cumple con las características para el proceso ya que tiene una dureza superior al hierro ASTM A36 del cual está hecho los pasamanos. En el Anexo 5, se observa los planos de este elemento.

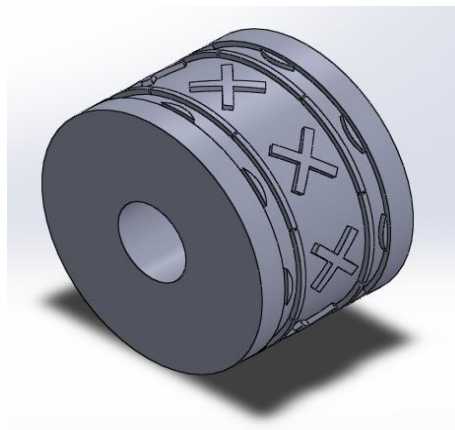


Imagen 5: Matriz para perfilar figuras.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del elemento de la matriz para perfilar figuras, se utiliza el software SOLIDWORKS 2018, para lo cual se emplea una presión de 3000 psi solamente en las figuras que sobresalen en la matriz, ya que solo aquí se ejerce la presión al presionar en los pasamanos y se realiza varios análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 6, indica el análisis mencionado, dando como resultado que la matriz va a sufrir una deformación elástica máxima de 3.905,202 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

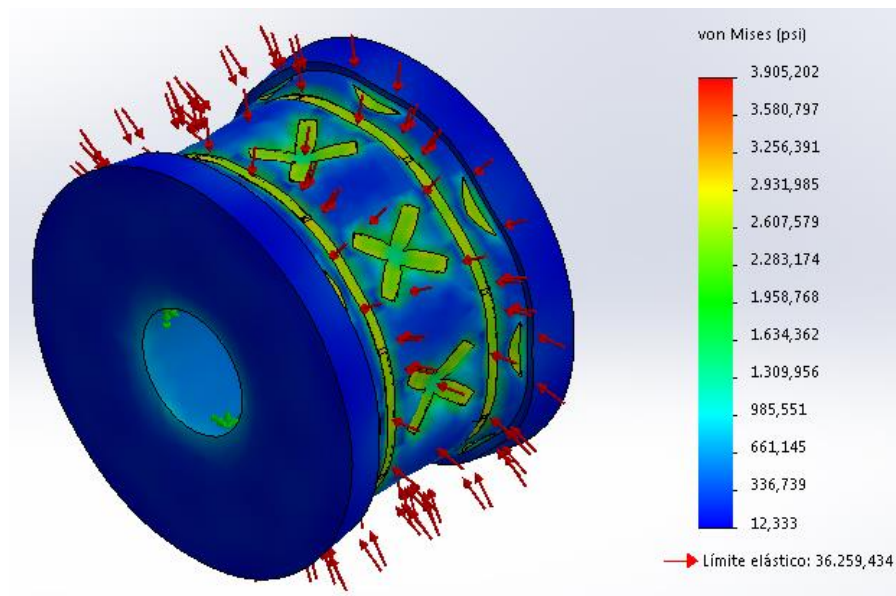


Imagen 6: Análisis de von Mises de la matriz para perfilar figuras.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión que se emplea en la matriz, en la Imagen 7, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.002 mm, que se encuentra en las partes que van a realizar el grabado en los pasamanos, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

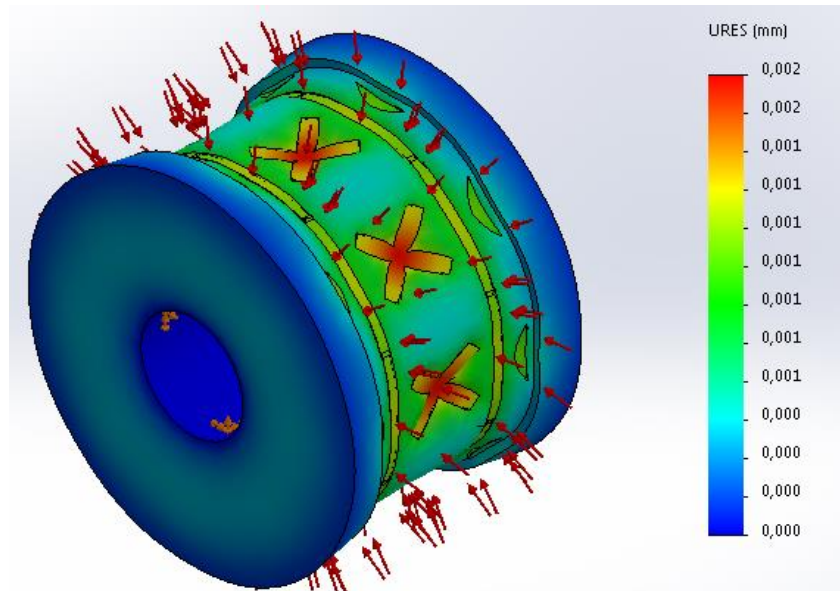


Imagen 7: Análisis de desplazamiento de la matriz para perfilar figuras.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 8, se analiza el FDS (factor de seguridad), dando como resultado un $FDS = 9,285$, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 3000 psi. En el Anexo 6, se indica una tabla en donde se observa los valores del FDS ideales en diseño mecánico.

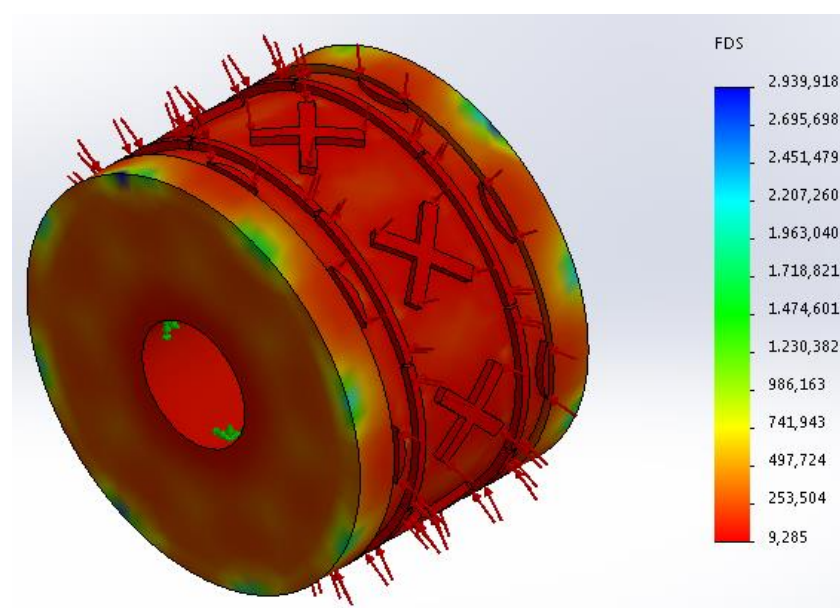


Imagen 8: Análisis del FDS de la matriz para perfilar figuras.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del soporte.

La Imagen 9, indica el soporte que sostiene el eje que soporta a la matriz que graba las figuras en los pasamanos, este soporte tiene un movimiento lineal que es producido por unos pernos en los laterales, el material con el que se realiza el soporte es un acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 7, se observa los planos de este elemento.

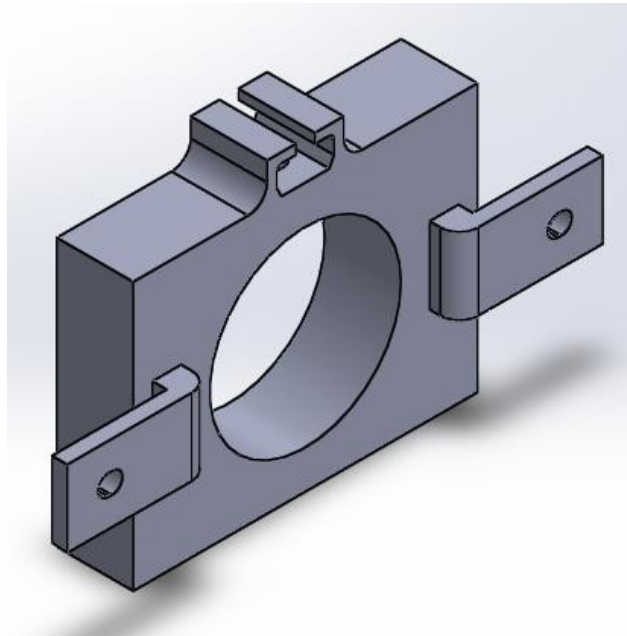


Imagen 9: Soporte.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del elemento del soporte, se utiliza el software SOLIDWORKS 2018, para lo cual se emplea una presión de 1000 psi y se realiza varios análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 10, indica el análisis mencionado, dando como resultado que el soporte va a sufrir una deformación elástica máxima de 34.855,039 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

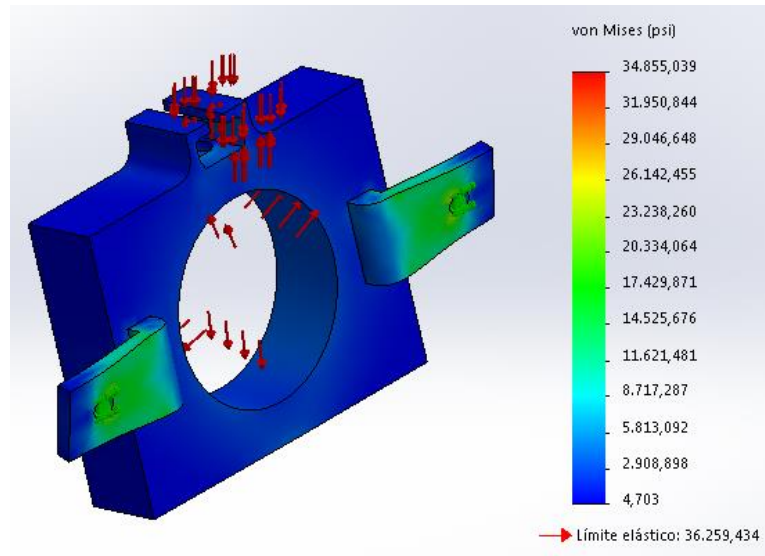


Imagen 10: Análisis de von Mises del soporte.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión que emplea los ejes de las matrices, en la Imagen 11, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.445 mm, que se encuentra en las partes externas del soporte, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

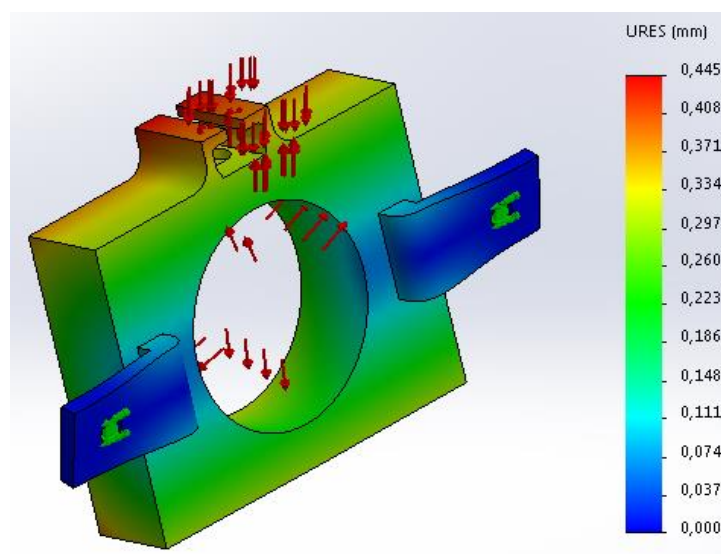


Imagen 11: Análisis de desplazamiento del soporte.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 12, se analiza el FDS, dando como resultado un FDS = 1.04, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 1000 psi.

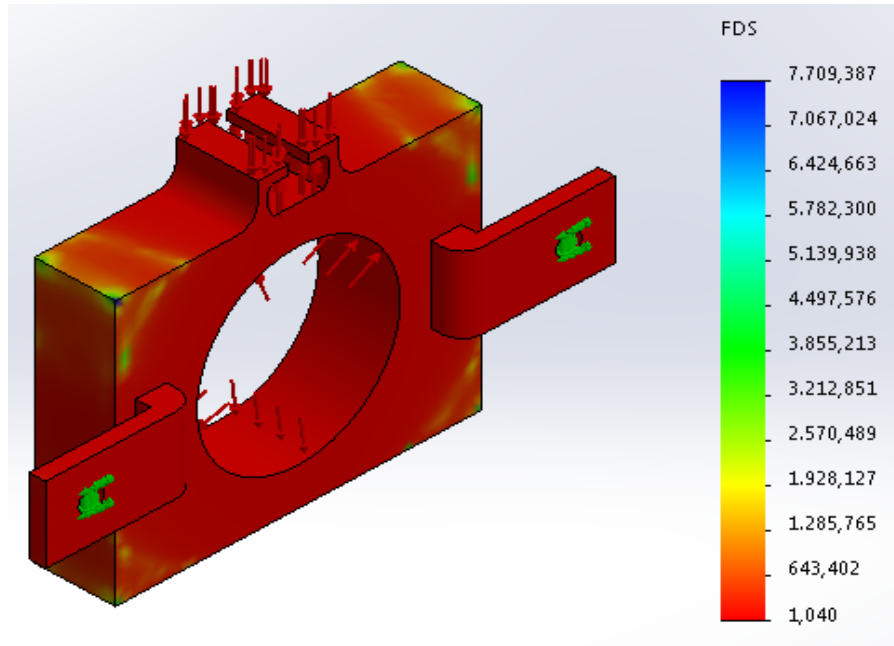


Imagen 12: Análisis del FDS del soporte.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del soporte inferior.

La Imagen 13, indica el soporte inferior que sostiene el eje que soporta a la matriz fija que graba las figuras en los pasamanos, este soporte es fijo, el material con el que se realiza el soporte es un acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 8, se observa los planos de este elemento.

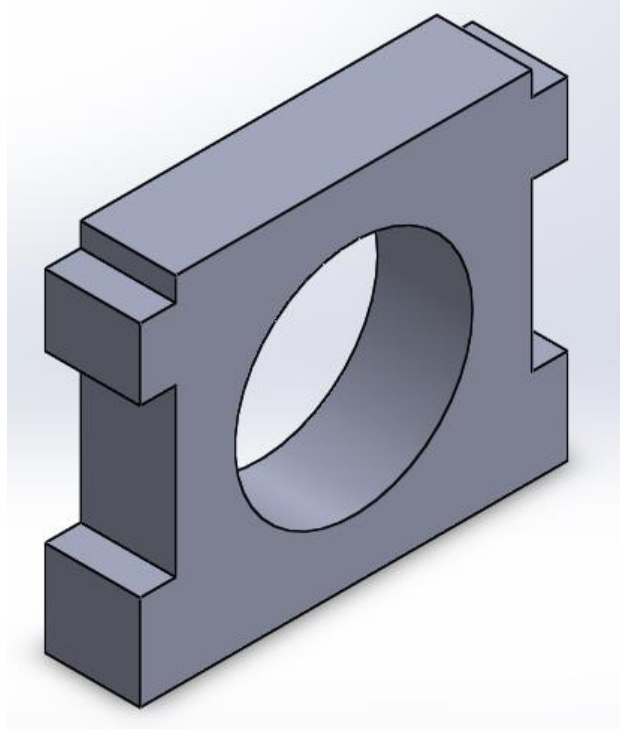


Imagen 13: Soporte inferior.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del elemento del soporte inferior, se utiliza el software SOLIDWORKS 2018, para lo cual se emplea una presión de 1000 psi y se realiza varios análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 14, indica el análisis mencionado, dando como resultado que el soporte inferior va a sufrir una deformación elástica máxima de 5.058,019 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

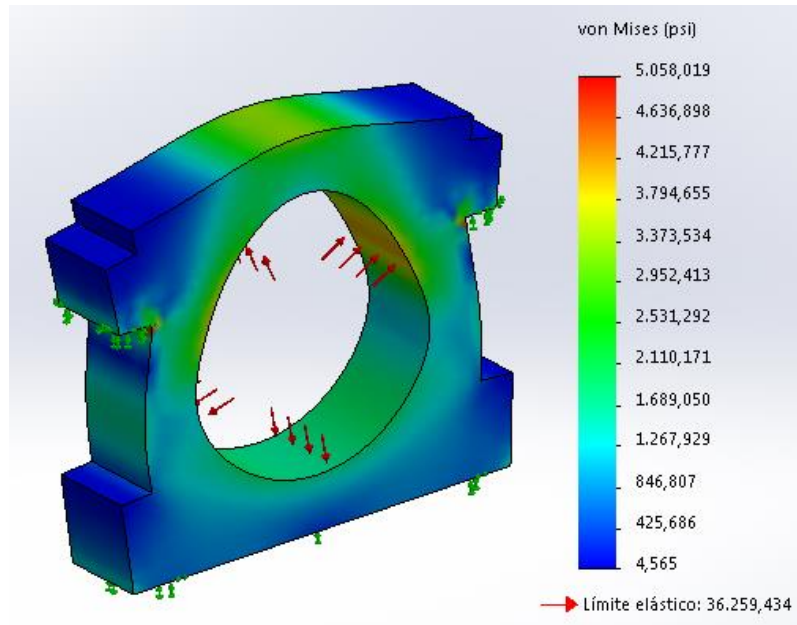


Imagen 14: Análisis de von Mises del soporte inferior.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por los ejes de las matrices, en la Imagen 15, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.009 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

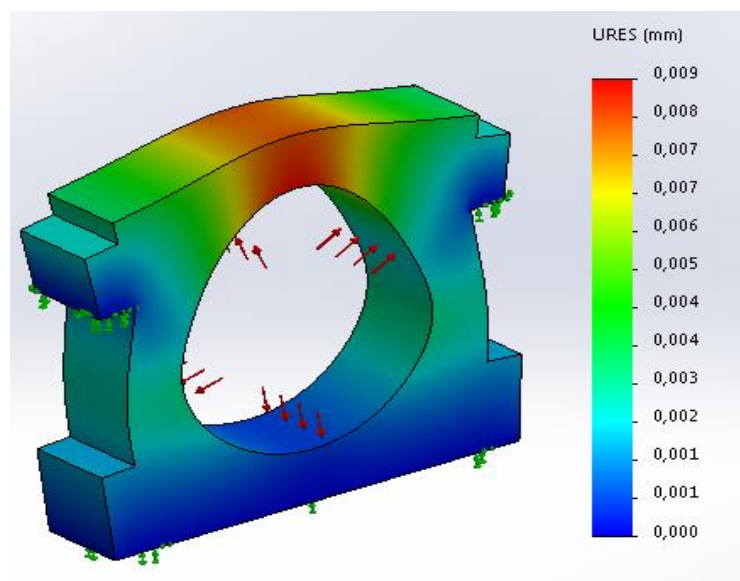


Imagen 15: Análisis de desplazamiento del soporte inferior.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 16, se analiza el FDS, dando como resultado un FDS = 7,169, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 1000 psi.

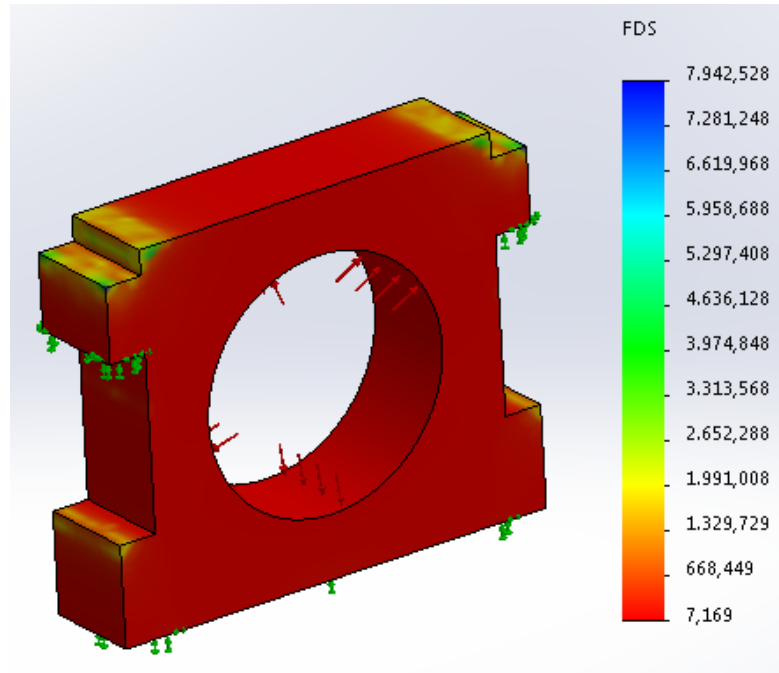


Imagen 16: Análisis del FDS del soporte inferior.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del soporte secundario.

La Imagen 17, indica el soporte secundario que sostiene el eje que soporta a la matriz fija que graba las figuras en los pasamanos, este soporte es fijo, el material con el que se realiza el soporte es un acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 9, se observa los planos de este elemento.

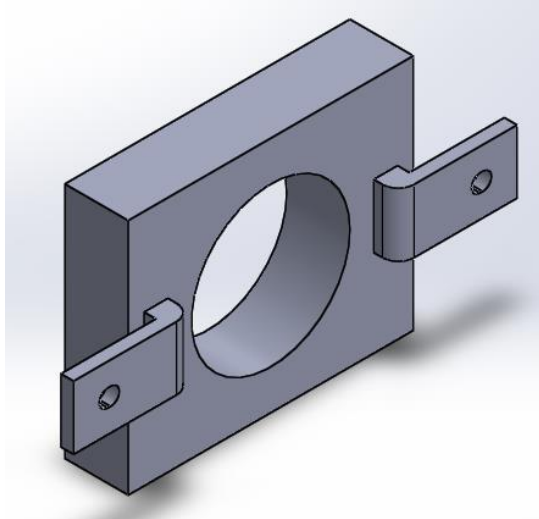


Imagen 17: Soporte secundario.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del elemento del soporte secundario, se utiliza el software SOLIDWORKS 2018, para lo cual se emplea una presión de 1000 psi y se realiza varios análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 18, indica el análisis mencionado, dando como resultado que el soporte secundario va a sufrir una deformación elástica máxima de 3.298,791 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

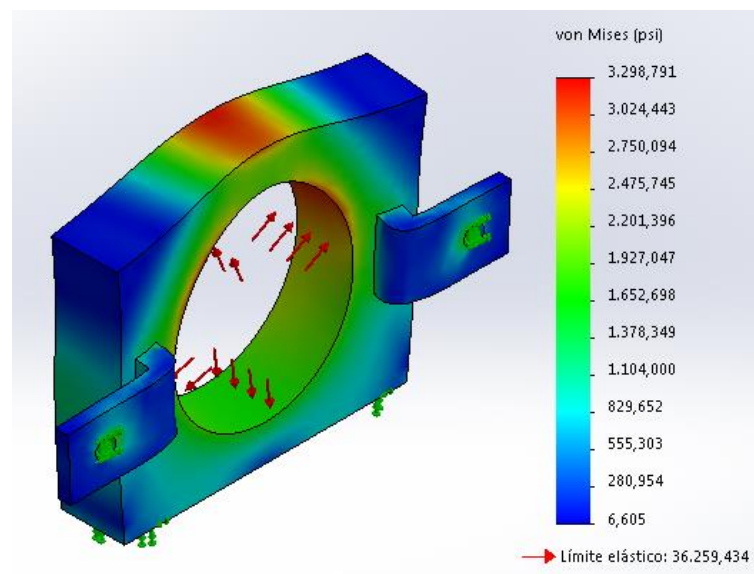


Imagen 18: Análisis de von Mises del soporte secundario.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión que ejerce el eje de las matrices, en la Imagen 19, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.009 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

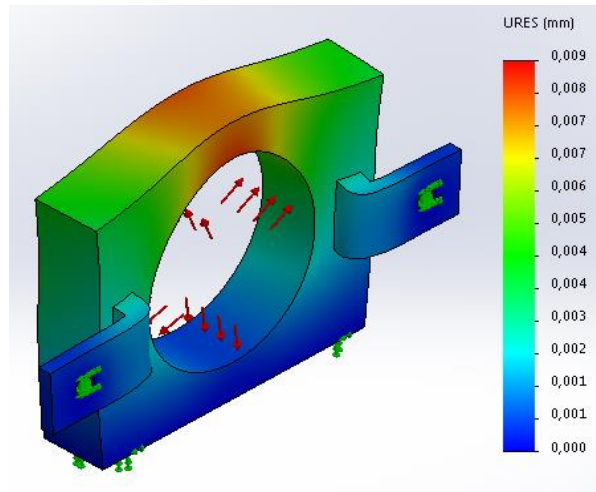


Imagen 19: Análisis de desplazamiento del soporte secundario.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 20, se analiza el FDS, dando como resultado un FDS = 10,992, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 1000 psi.

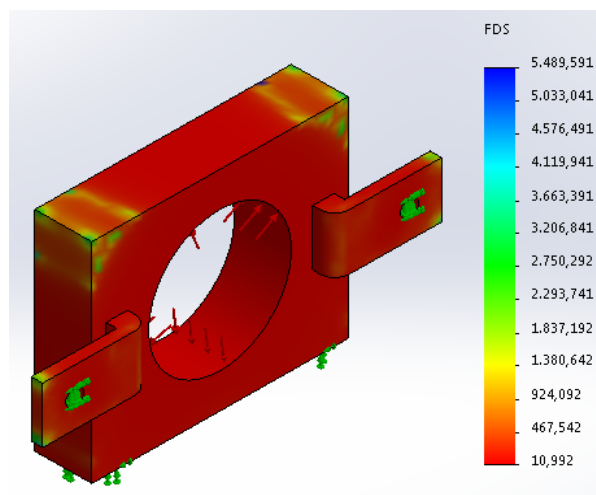


Imagen 20: Análisis del FDS del soporte secundario.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del eje de la catalina.

La Imagen 21, indica el eje de la catalina, este eje gira gracias a la catalina que está anclada con una cadena a otra catalina del eje del motor, el material con el que se realiza el eje es un acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 10, se observa los planos de este elemento.

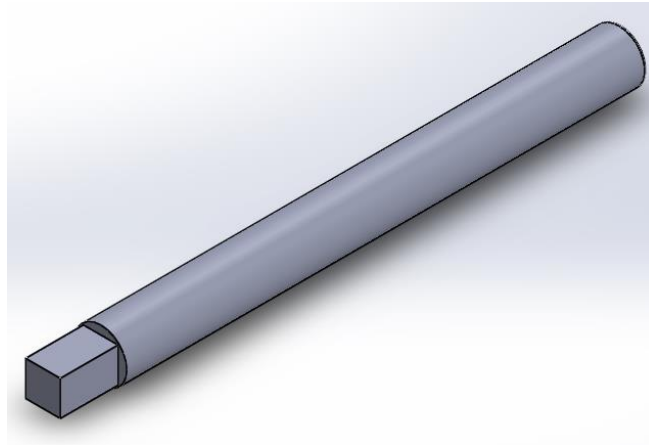


Imagen 21: Eje de la catalina.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del elemento del eje de la catalina, se utiliza el software SOLIDWORKS 2018, para lo cual se emplea una presión de 3000 psi y se realiza varios análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 22, indica el análisis mencionado, dando como resultado que el eje de la catalina va a sufrir una deformación elástica máxima de 3.091,137 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

En la Imagen 24, se analiza el FDS, dando como resultado un FDS = 11,730, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 3000 psi.

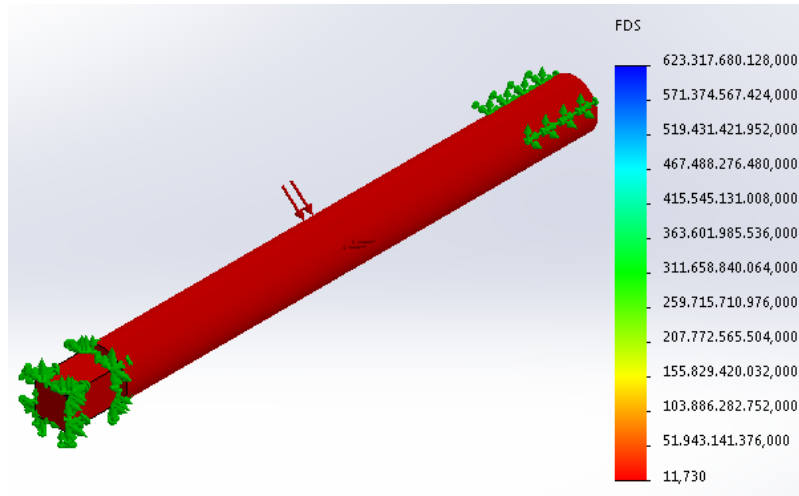


Imagen 24: Análisis del FDS del eje de la catalina.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del eje de matriz corto.

La Imagen 25, indica el eje de matriz corto, este eje gira con un engrane que está en un costado y es girado por medio de la cadena, el material con el que se realiza el eje es un acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 11, se observa los planos de este elemento.

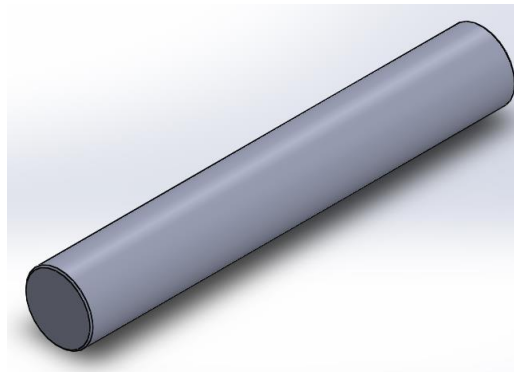


Imagen 25: Eje de matriz corto.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del elemento del eje de matriz corto, se emplea una presión de 3000 psi y se realiza varios análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 26, indica el análisis mencionado, dando como resultado que el eje de matriz corto va a sufrir una deformación elástica máxima de 3.574,101 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

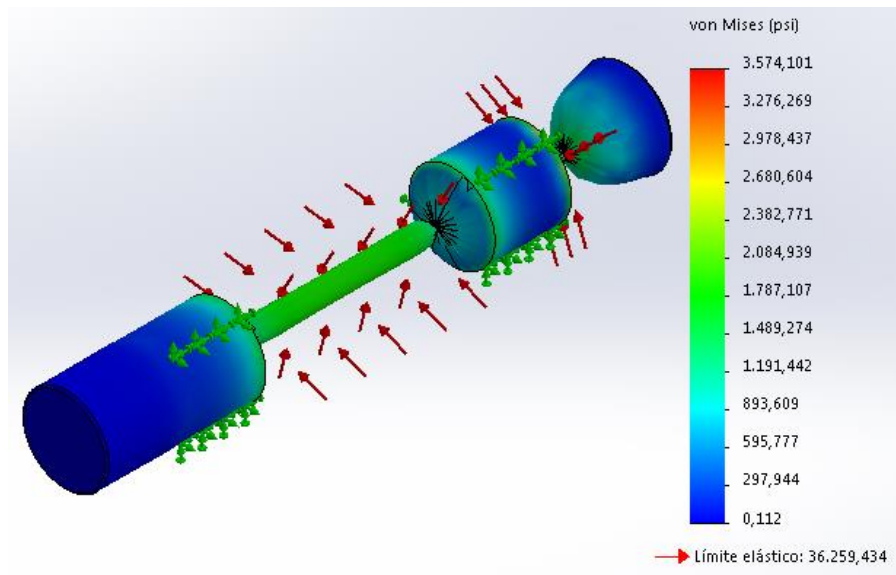


Imagen 26: Análisis de von Mises del eje de matriz corto.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión que se emplea por la matriz y el engrane que le da el movimiento, en la Imagen 27, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.002 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

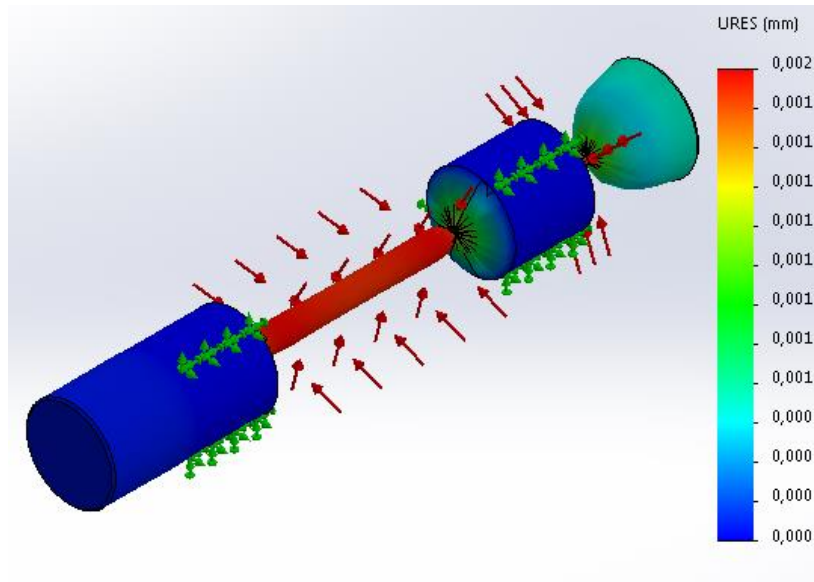


Imagen 27: Análisis de desplazamiento del eje de matriz corto.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 28, se analiza el FDS, dando como resultado un FDS = 10,145, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 3000 psi.

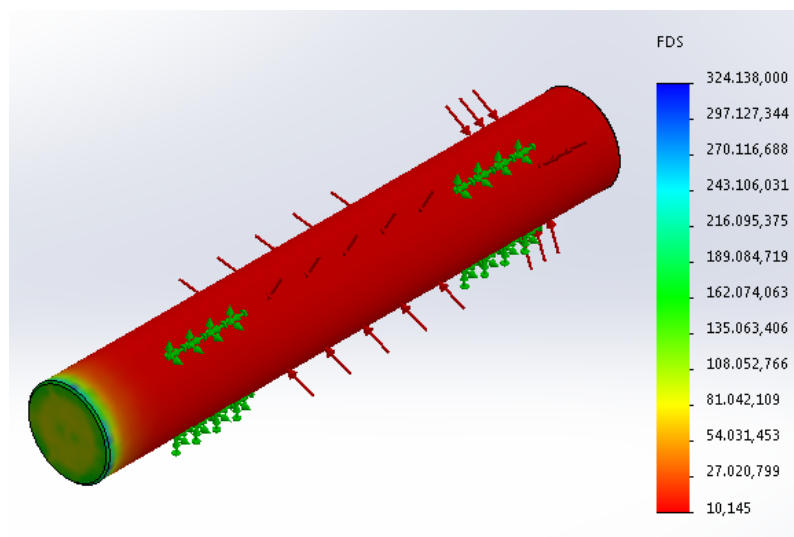


Imagen 28: Análisis del FDS del eje de matriz corto.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del eje de matriz largo.

La Imagen 29, indica el eje de matriz largo, este eje gira con un engrane que está en un costado y es girado por medio de la cadena, el material con el que se realiza el eje es un acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 12, se observa los planos de este elemento.

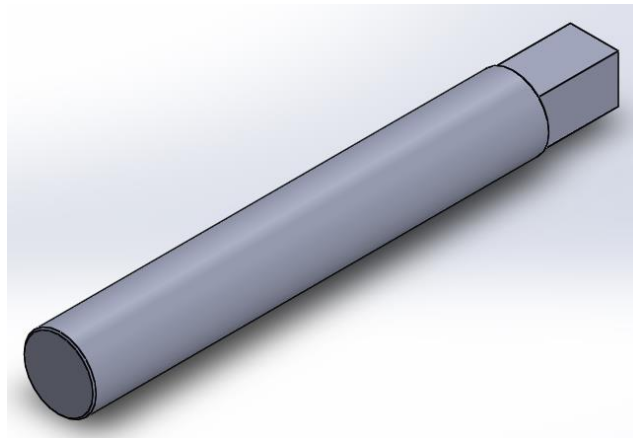


Imagen 29: Eje de matriz largo.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del elemento del eje de matriz largo, se emplea una presión de 3000 psi y se realiza varios análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 30, indica el análisis mencionado, dando como resultado que el eje de matriz largo va a sufrir una deformación elástica máxima de 2.845,798 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

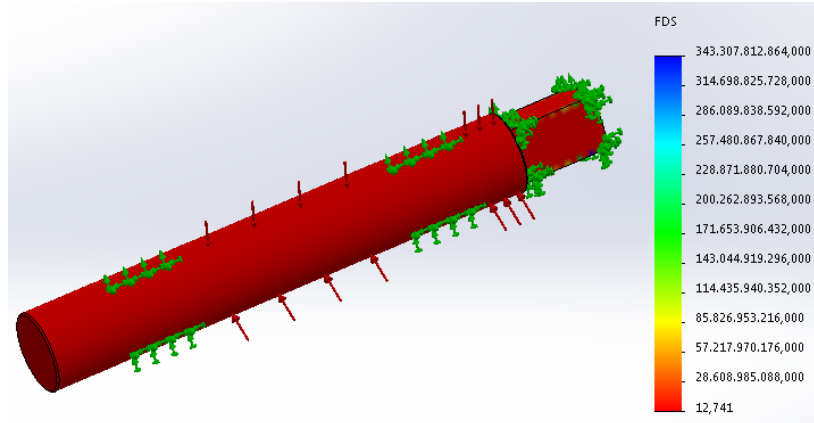


Imagen 32: Análisis del FDS del eje de matriz largo.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño de la estructura principal.

La Imagen 33, indica la estructura principal la cual hace la función de soporte de las matrices, en otras palabras es el esqueleto de la máquina grabadora de metales, el material con el que se realiza la estructura principal es un acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 13, se observa los planos de este elemento.

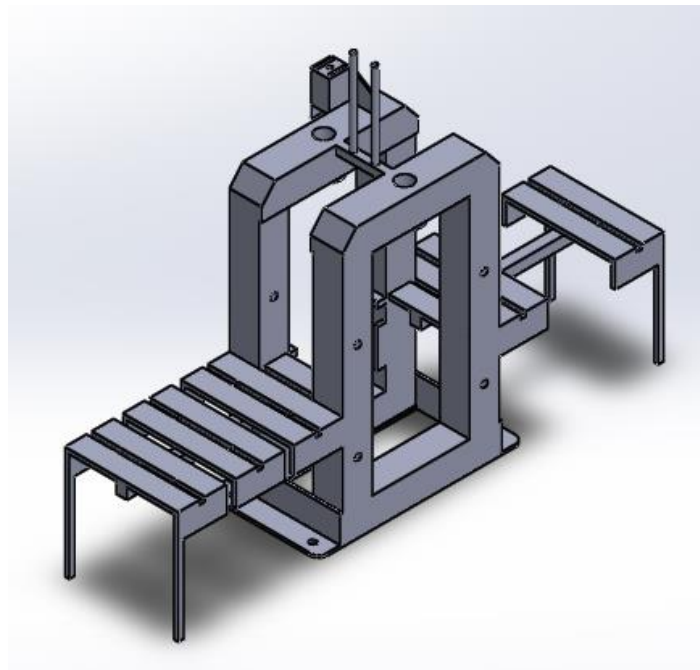


Imagen 33: Estructura principal.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño de la estructura principal, se emplea una presión de 3000 psi en varios puntos y se realiza distintos análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 34, indica el análisis mencionado, dando como resultado que la estructura principal va a sufrir una deformación elástica máxima de 7210,097 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

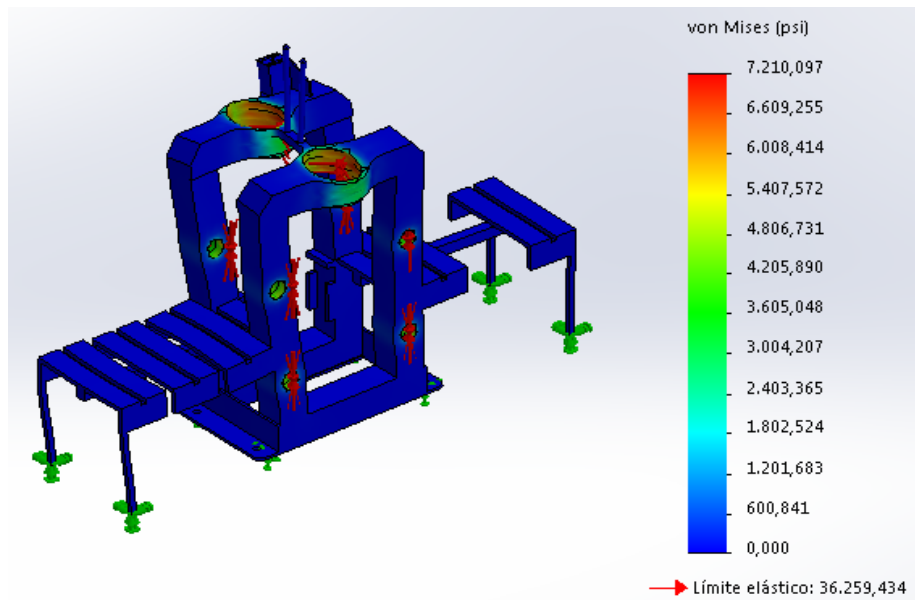


Imagen 34: Análisis de von Mises de la estructura principal.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión de los ejes que sostienen las matrices y por los ajustadores, en la Imagen 35, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.007 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

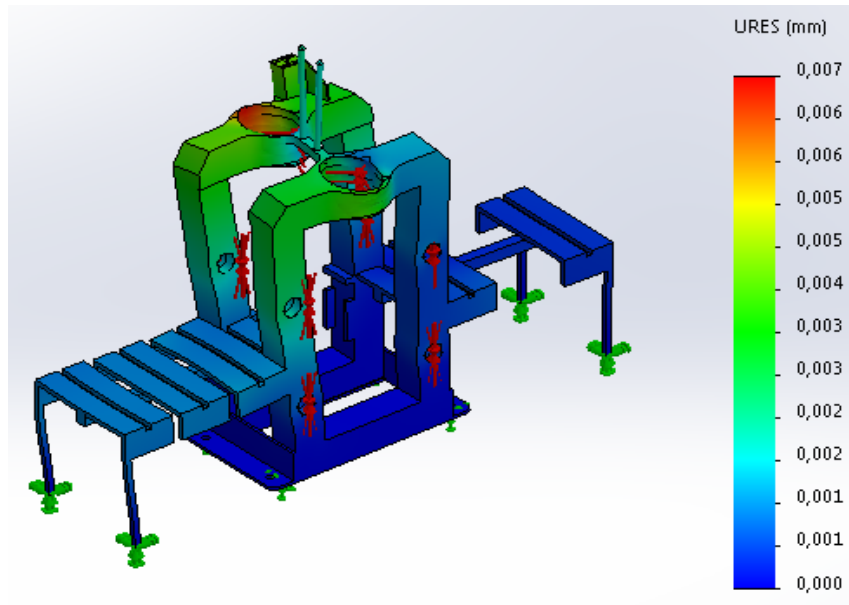


Imagen 35: Análisis de desplazamiento de la estructura principal.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 36, se analiza el FDS, dando como resultado un FDS = 5,029, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 3000 psi.

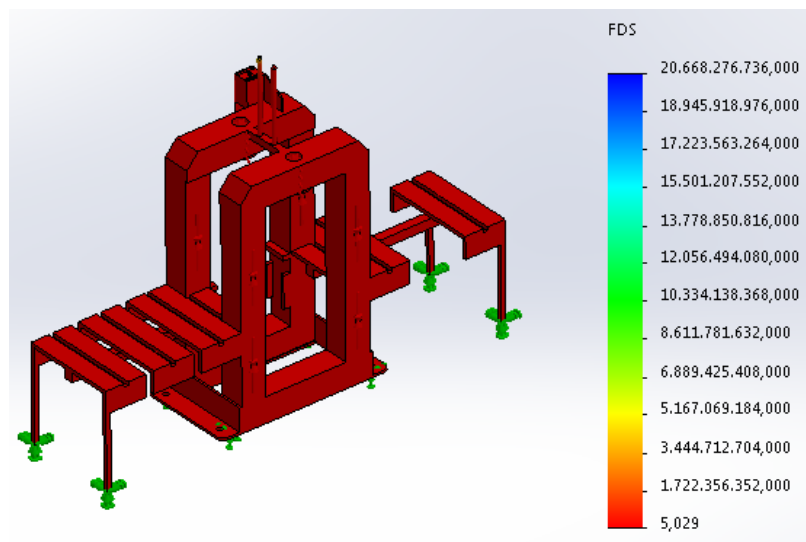


Imagen 36: Análisis del FDS de la estructura principal.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del ajustador.

La Imagen 37, indica el ajustador el cual permite ajustar y desplazar de manera lineal a los dos soportes, el material con el que se realiza el ajustador es acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 14, se observa los planos de este elemento.

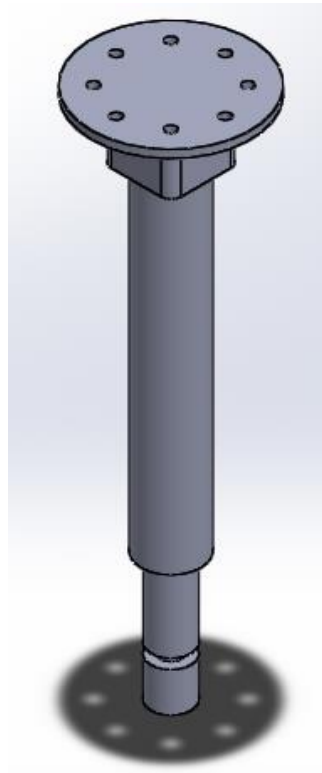


Imagen 37: Ajustador.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del ajustador, se emplea una presión de 3000 psi y se realiza distintos análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 38, indica el análisis mencionado, dando como resultado que el ajustador va a sufrir una deformación elástica máxima de 14.298,055 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

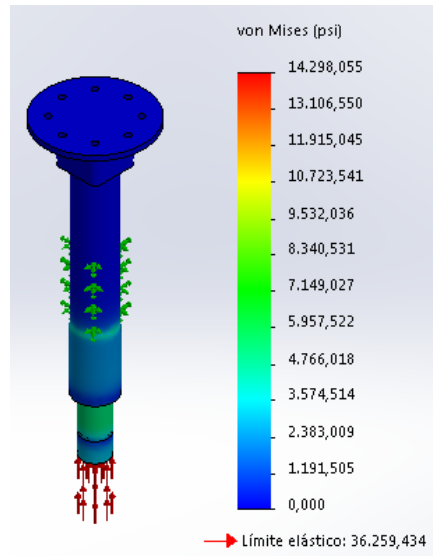


Imagen 38: Análisis de von Mises del ajustador.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión de los soportes que sostienen a las matrices, en la Imagen 39, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.018 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

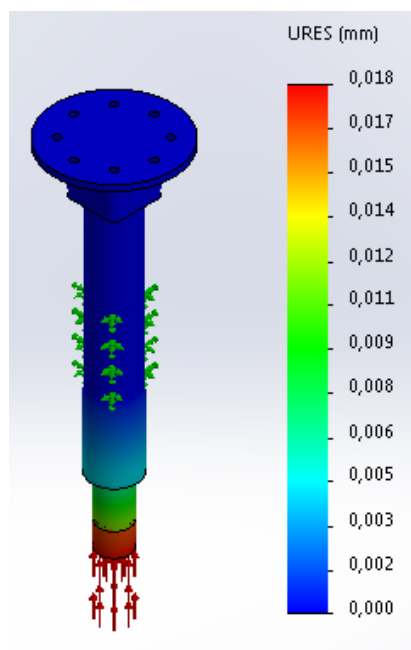


Imagen 39: Análisis de desplazamiento del ajustador.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 40, se analiza el FDS, dando como resultado un FDS = 2,536, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 3000 psi.

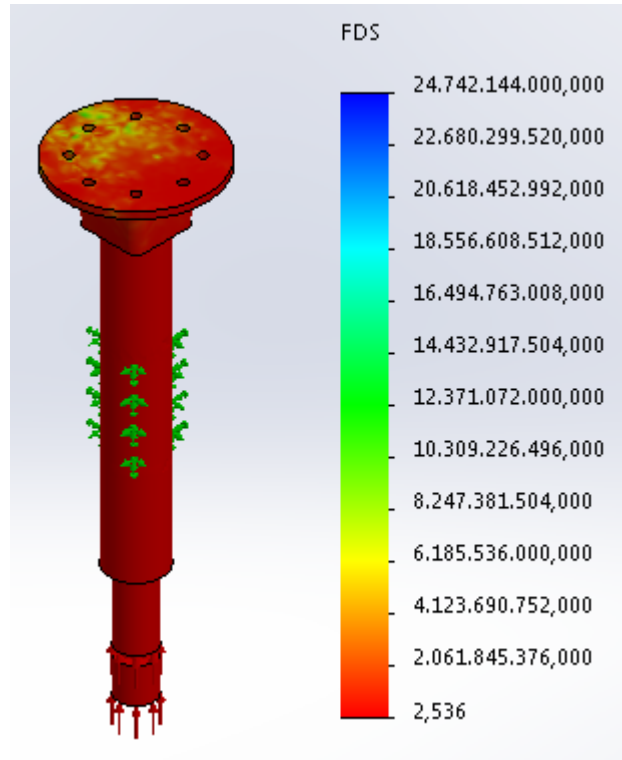


Imagen 40: Análisis del FDS del ajustador.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del ajustador para el engrane.

La Imagen 41, indica el ajustador para el engrane el cual permite ajustar el engrane que está enlazado a la cadena y permite el intercambio de giro a la matriz superior, el material con el que se realiza el ajustador para el engrane es acero ASTM A36, el cual se realiza el estudio y cumple con las características para la máquina. En el Anexo 15, se observa los planos de este elemento.

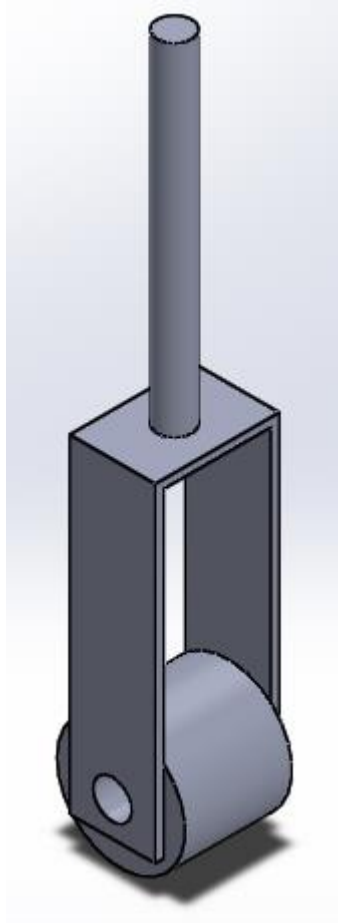


Imagen 41: Ajustador del engrane.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del ajustador del engrane, se emplea una presión de 3000 psi y se realiza distintos análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 42, indica el análisis mencionado, dando como resultado que el ajustador del engrane va a sufrir una deformación elástica máxima de 7.022,166 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

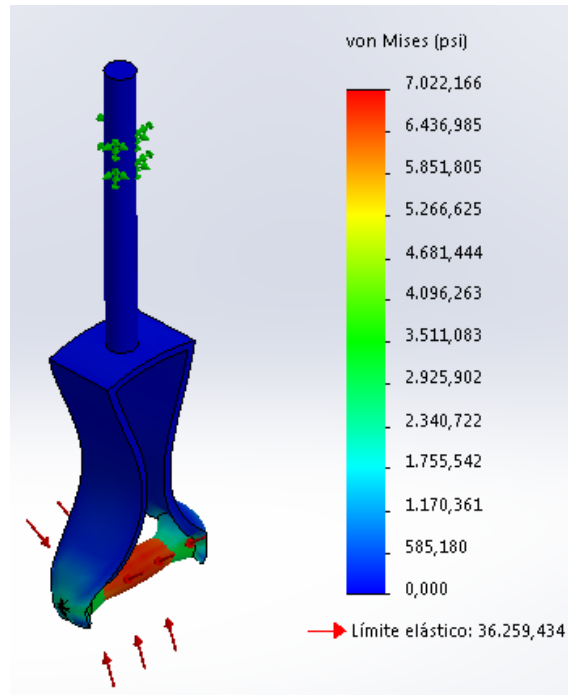


Imagen 42: Análisis de von Mises del ajustador del engrane.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión al momento de ajustar la altura del engrane para que se ajuste con la cadena, en la Imagen 43, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.018 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

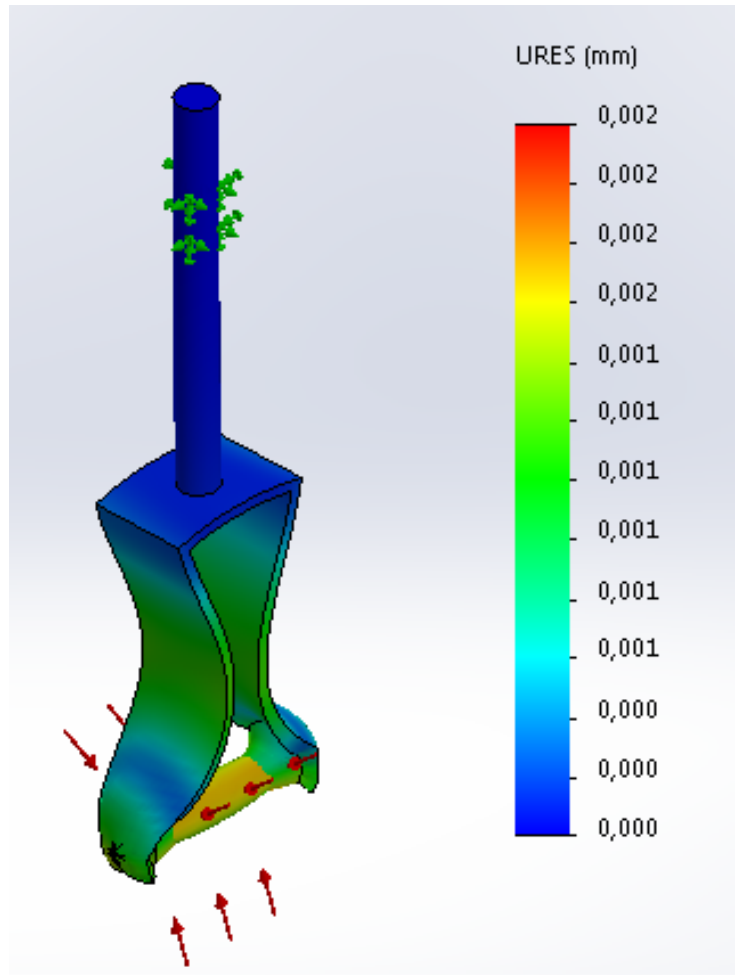


Imagen 43: Análisis de desplazamiento del ajustador del engrane.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 44, se analiza el FDS, dando como resultado un $FDS = 5,164$, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una presión de 3000 psi.

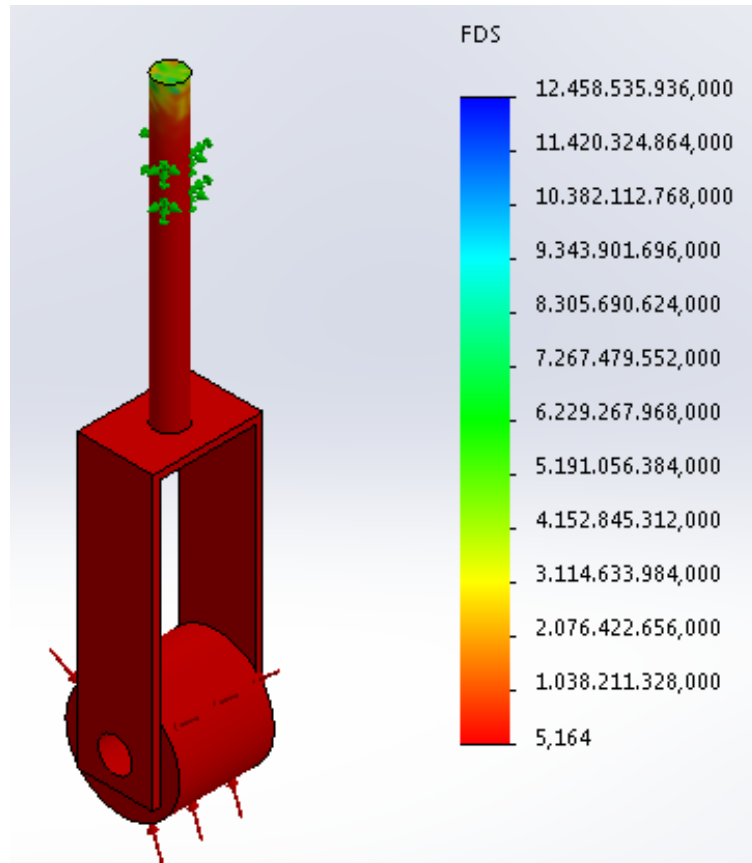


Imagen 44: Análisis del FDS del ajustador.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño de la mesa.

La Imagen 45, indica la mesa que soporta todo el peso de la martilladora, el material con el que se realiza el ajustador para la mesa es acero ASTM A36, en donde se ocupa perfiles cuadrados estructurales y planchas laminadas al caliente los cuales están estandarizados como se observa en el Anexo 16, a la mesa se le realiza el estudio y cumple con las características mecánicas necesarias. En el Anexo 17, se observa los planos de este elemento.

Para realizar los análisis se necesita de todo el peso que soporta la mesa, pero en SOLIDWORK existe la variable fuerza, entonces se calcula el peso total y se multiplica por la gravedad, a continuación, se indica el cálculo:

$$F = m \cdot g$$

Ec. 1

Donde:

F = fuerza.

m = masa.

g = gravedad.

$$F = 113,39kg(9.8 \frac{m}{s^2})$$

$$F = 1111,22 N$$

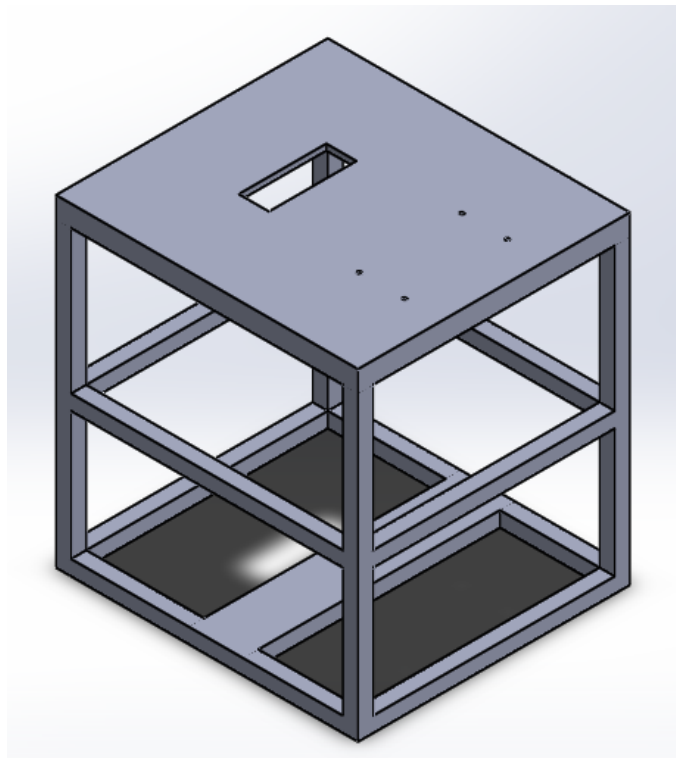


Imagen 45: Mesa.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño de la mesa, se emplea una fuerza de 1.111,22 N y se realiza distintos análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 46, indica el análisis mencionado, dando como resultado que la mesa va a sufrir una deformación elástica máxima de 400,121 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

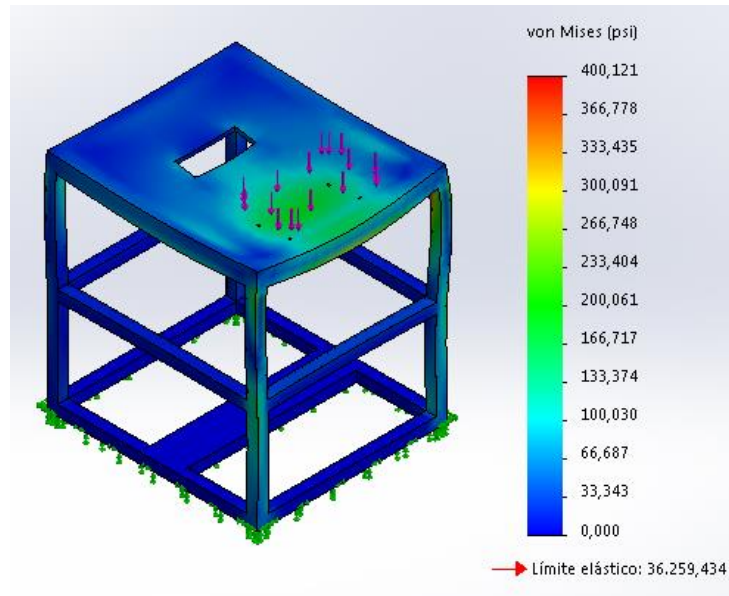


Imagen 46: Análisis de von Mises de la mesa.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la fuerza generada por el peso de la estructura principal y la gravedad, en la Imagen 47, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.030 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

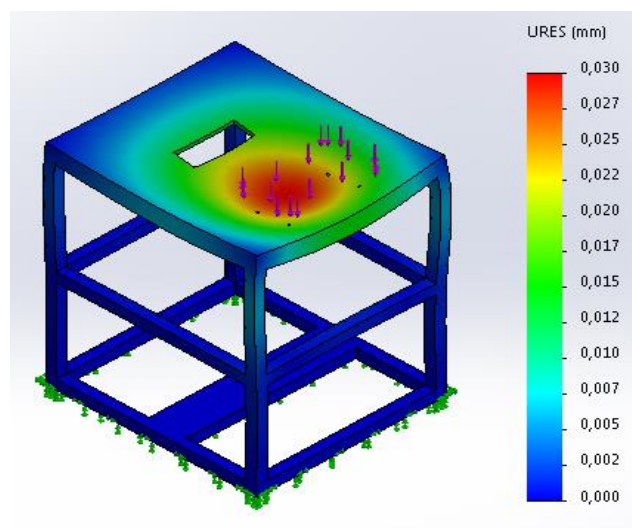


Imagen 47: Análisis de desplazamiento de la mesa.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 48, se analiza el FDS, dando como resultado un FDS = 90,621, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una fuerza de 1.111,22 N.

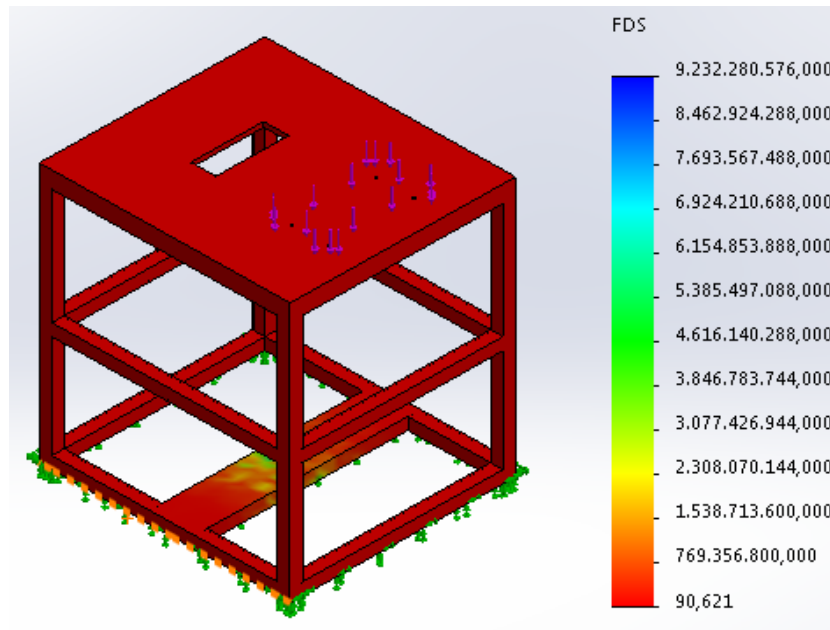


Imagen 48: Análisis del FDS de la mesa.

Realizado por: Logacho, 2019.

Selección de los rodamientos.

Para la selección de los rodamientos se necesita conocer algunas variables como son: espacio de instalación, índice de carga, velocidad, deslizamiento de los anillos interior/exterior, rigidez, ruido de funcionamiento y par, precisión en funcionamiento, montaje y desmontaje. (NSK EUROPE, 2019).

Tomando en cuenta todos esos detalles se seleccionaron los siguientes rodamientos para la movilidad de la máquina. Para que el eje de matriz largo (ver Imagen 29) y el eje de matriz corto (ver Imagen 25), giren de una manera adecuada se seleccionó un rodamiento AFBMA 20.1 – 03-45 – 10,SI,NC,10_68, en la Imagen 49 se indica el rodamiento. Se puede observar las características técnicas de estos rodamientos en el Anexo 18.

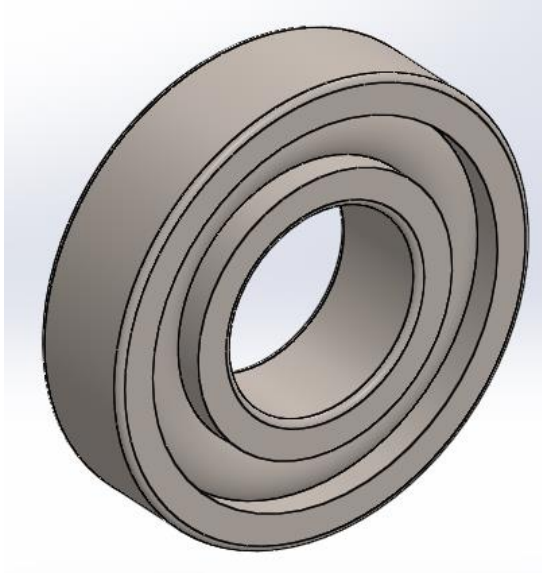


Imagen 49: Rodamiento AFBMA 20.1 – 03-45 – 10,SI,NC,10_68.

Fuente: Software SOLIDWORK, 2018.

Para que el eje de la catalina (ver Imagen 21), pueda girar con la acción del motor se coloca una chumacera de pared en uno de sus extremos, esta chumacera contiene unos engranes AFBMA 20.1 – 03-45 – 10,SI,NC,10-68, la Imagen 50, indica la chumacera que se está ocupando.



Imagen 50: Chumacera.

Fuente: NTN, 2019.

Cálculo de fuerzas para torque del motorreductor.

En la Imagen 51, se muestra las fuerzas que interviene en la máquina en el momento de realizar el grabado en frío.

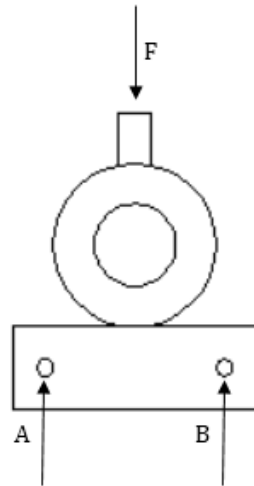


Imagen 51: Fuerza ejercida por el eje C.

Realizado por: Logacho, 2019.

Se realiza el diagrama de cuerpo libre (ver Imagen 52).

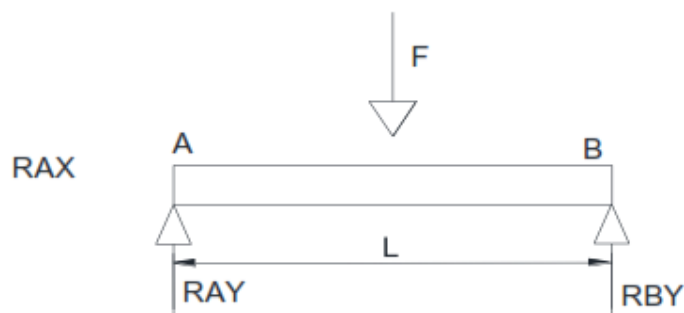


Imagen 52: Diagrama del cuerpo libre.

Realizado por: Logacho, 2019.

Cálculo de las fuerzas de curvado:

$$\sum F_y = 0 \quad R_{Ay} - F + R_{By} = 0 \quad \text{Ec. 2}$$

$$\sum M_A = 0 \quad -F * \frac{L}{2} + R_{By} * L = 0 \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

$F = \text{Fuerza de curvado [N]}$

$M = \text{Momento [N*m]}$

$L = \text{Distancia entre apoyos [m]}$

$R_{Ay} = \text{Reacciones de apoyo [N]}$

Despejando y reemplazando obtenemos lo siguiente:

$$R_{Ay} = \frac{F}{2} \quad \text{Ec. 4}$$

Con esta reacción de apoyo se podrá obtener el momento máximo en el punto central del soporte de la matriz, en donde se aplicará la fuerza máxima soporta la máquina en el grabado (ver Imagen 53).

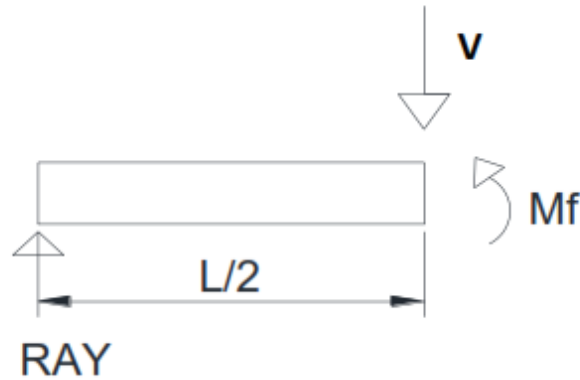


Imagen 53: Diagrama del cuerpo libre.

Realizado por: Logacho, 2019.

Donde:

$V = \text{Fuerza cortante [N]}$

$Mf = \text{Momento flector [Nm]}$

$$Mf = R_{Ay} * \frac{L}{2} = \frac{F}{2} * \frac{L}{2} = \frac{FL}{4} \quad \text{Ec. 5}$$

$$Mf = \frac{\vartheta_{max} I}{c} \quad \text{Ec. 6}$$

Con la ecuación del esfuerzo normal por flexión (Ec. 4) y la ecuación del momento flector (Ec. 5) se obtiene la fuerza real que ejerce la máquina.

$$F = \frac{\sigma_{max} I * 4}{c * L} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

$F = \text{Fuerza de Curvatura [N]}$

$\sigma_{max} = \text{Esfuerzo normal de flexión [Pa]}$

$L = \text{Distancia entre apoyos [m]}$

$I = \text{Inercia [m}^4\text{]}$

$C = \text{Centroide [m]}$

Para obtener el esfuerzo normal de flexión se debe conocer el tipo de material que se va a grabar, determinada en el Anexo 19, que se presenta a continuación:

Se tomará el valor del acero estructural A500 tipo A, ya que este es el material de los perfiles que se va a grabar, así también se seleccionará el valor de “otra forma grado B” debidos a las diferentes formas que se va a realizar, el que existe en el mercado es de 269 MPa.

Con este análisis realizado y con la Ec. 6, se calcula el valor de las fuerzas que ejerce la máquina al grabar para cada perfil, la inercia se toma del Anexo 20 y 21:

- **Perfil Cuadrado**

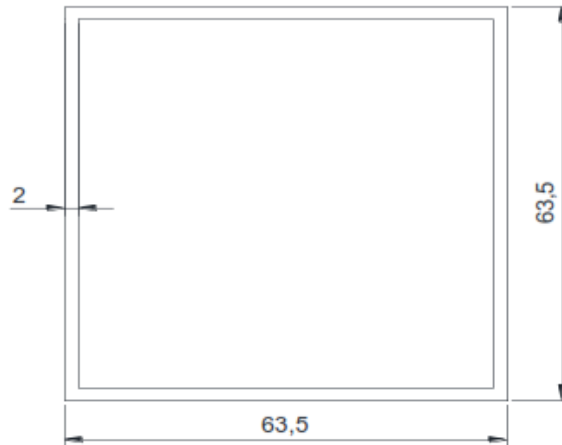


Imagen 54: Perfil cuadrado.

Realizado por: Logacho, 2019.

$$F = \frac{\sigma_{max} I * 4}{c * L}$$

Datos:

$$\sigma_{max} = 269 \text{ MPa}$$

$$L = 0,35 \text{ m}$$

$$C = h/2 = 0,0635/2 = 0,03175 \text{ m}$$

$$I = 2.126 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

Reemplazando en la formula los datos obtenemos lo siguiente:

$$F = \frac{269 \times 10^6 * 2.126 \times 10^{-7} * 4}{0.03175 * 0.35}$$

$$F = 20.585,61 \text{ N}$$

- **Perfil Rectangular**



Imagen 55: Perfil rectangular.

Realizado por: Logacho, 2019.

$$F = \frac{\sigma_{max} I * 4}{c * L}$$

Datos:

$$\sigma_{max} = 269 \text{ MPa}$$

$$L = 0,35 \text{ m}$$

$$c = h/2 = 0,07/2 = 0,035 \text{ m}$$

$$I = 2.2 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

Reemplazando en la formula los datos obtenemos lo siguiente:

$$F = \frac{269 \times 10^6 * 2.2 \times 10^{-7} * 4}{0.035 * 0.35}$$

$$F = 19.324,08 \text{ N}$$

Por lo tanto, la fuerza mayor que se obtiene es la del perfil cuadrado 20.585,61 N, es decir la fuerza con la cual se trabajará será 21.000 N.

Motoreductor.

El motor que se va a utilizar para grabar en frío es un motoreductor, a una velocidad de 20 rpm, esto es debido a las necesidades de la máquina. El torque se calcula a continuación con la fuerza determinada anteriormente de 21.000 N y el coeficiente de fricción de 0,18 ya que las superficies es acero sobre hierro, seleccionado del Anexo 22.

$$Fr = F * \mu_k = 21.000 * 0.18 = 3.780,0 N \quad \text{Ec. 8}$$

Con esta fuerza de rozamiento se calcula el torque del motoreductor.

$$T = F * r \quad \text{Ec. 9}$$
$$T = 3780.0N * \frac{0.23m}{2} = 434.70 N \approx \mathbf{435N}$$

El motor que se utiliza para la máquina martilladora es un motor trifásico (220 V), con una potencia de 5HP, y está acoplado a un reductor planetario con una relación 40:1. En el Anexo 23, se observa las características técnicas del motor SIEMENS y en el Anexo 24, se indica las características técnicas del reductor.

Diseño del mecanismo piñón cadena.

Los sistemas de transmisión por cadena se emplean para transmitir movimiento entre dos ejes paralelos que se encuentran alejados entre sí, aunque las diferentes configuraciones de los elementos que la componen pueden hacer variar la función final del sistema, es decir, el sistema puede tener la finalidad de transmitir movimiento entre los ejes, servir como sistemas de elevación o como sistemas transportadores.

Estos sistemas constituyen uno de los métodos más eficientes utilizados para transmitir potencia mecánica, dado que los dientes de las ruedas dentadas evitan que la cadena se resbale. Esta condición les da más capacidad de transmisión y las

hace más confiables. El sistema consta de dos ruedas dentadas y un miembro deformable formado por una serie de eslabones rígidos que pueden tener un giro relativo entre ellos los cuales constituyen una cadena. Estos sistemas transmiten el movimiento entre los ejes por medio del empuje generado entre los eslabones de la cadena y los dientes de las ruedas (ver Imagen 56), que en la práctica se conocen como sprockets. (ELEMENTOS DE MÁQUINAS).



Imagen 56: Piñón cadena.

Fuente: Elementos de máquinas.

Ventajas y desventajas.

Este sistema de transmisión tiene muchas ventajas entre las más importantes están:

- El sistema de transmisión por cadena tiene la capacidad de transmitir potencia a una considerable distancia entre ejes, esta condición se logra dado que las cadenas pueden tener longitudes variables, es decir su longitud puede variar mediante la adición o eliminación de eslabones.
- Con los sistemas de transmisión por cadenas se pueden obtener rendimientos elevados del orden del 98%, dado que se excluyen problemas de deslizamiento entre los componentes del sistema.
- En este tipo de sistemas no existe tensión previa, por lo que la carga en los árboles es menor que en el caso de sistemas de transmisión por correas.
- Con el sistema de transmisión por cadenas se puede transmitir rotación a varios árboles o ejes con una misma cadena.

- Cuando se requieren transmitir potencia elevadas simplemente bastará con emplear múltiples hileras.

Algunas de las desventajas que incluye el sistema de transmisión por cadena son:

- Un elevado costo de sus componentes y más cuando se requieren materiales o tratamientos especiales para evitar el desgaste de los componentes o se emplean en ambientes especiales.
- Se requieren montajes precisos con el objetivo de evitar que alguna de las caras de la cadena se someta a cargas superiores y falle por fatiga anticipadamente, es decir se afecte la vida útil de los componentes.
- Se requieren prácticas de mantenimiento minuciosos y procesos de lubricación.

Se pueden presentar marchas irregulares, oscilaciones o choques en trabajos con máquinas alternativas o durante el accionamiento. (ELEMENTOS DE MÁQUINAS).

Clasificación.

Los sistemas de transmisión por cadena se pueden clasificar en función de las características de las cadenas y su aplicación. En general se pueden destacar tres grupos de cadenas, las cuales son, las cadenas de rodillos, cadenas para ingeniería y cadenas silenciosas

a) Cadena de rodillos.

Están formadas por eslabones de chapa de acero unidos mediante ejes que llevan un rodillo giratorio. (ver Imagen 57). Esta característica constructiva hace que tengan la capacidad de articular perfectamente durante el engranaje con las ruedas dentadas o sprockets. Las cadenas de rodillos se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones de transmisión de potencia para todas las industrias. Este tipo de cadenas se emplean cotidianamente en transmisiones de motocicletas, sistemas de

sincronización de vehículos, en transmisiones de máquinas. (ELEMENTOS DE MÁQUINAS).

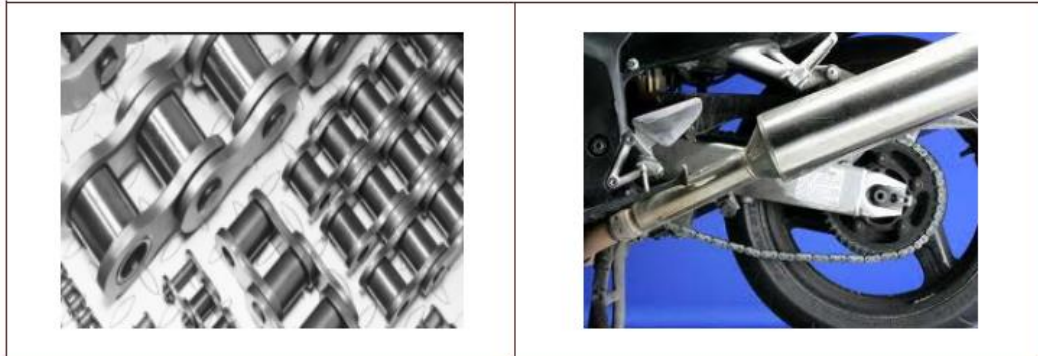


Imagen 57: Cadena de rodillo.

Fuente: Elementos de máquinas.

b) Cadena para ingeniería.

Se denominan de esta forma, porque son empleadas en aplicaciones técnicas e incluyen aditamentos especiales para que cumplan eficientemente con su propósito (ver Imagen 58). Estas cadenas son ideales para trabajo pesado, pueden manejar velocidades de hasta 1000 pies/min y potencias de hasta 500 HP. Estas cadenas son empleadas en sistemas elevadores y transportadores. (ELEMENTOS DE MÁQUINAS).



Imagen 58: Cadena para ingeniería.

Fuente: Elementos de máquinas.

c) Cadenas silenciosas.

Las cuales son empleadas para transmisión y están construidas de perfiles, pasadores y bujes, y se excluyen los rodillos, por lo que son también conocidas como cadenas de mallas. Las cadenas silenciosas incluyen dientes invertidos, diseñados para enganchar con los dientes de las ruedas tal como si fueran engranajes. Las cadenas silenciosas se emplean en aplicaciones de alta velocidad y altas cargas, y operaciones suaves y silenciosas (ver Imagen 59). Estas cadenas se suelen emplear en plantas de generación, bancos de pruebas de automóviles, máquinas herramientas y sistemas de ventilación, dado que proporcionan un funcionamiento uniforme y silencioso. (ELEMENTOS DE MÁQUINAS).

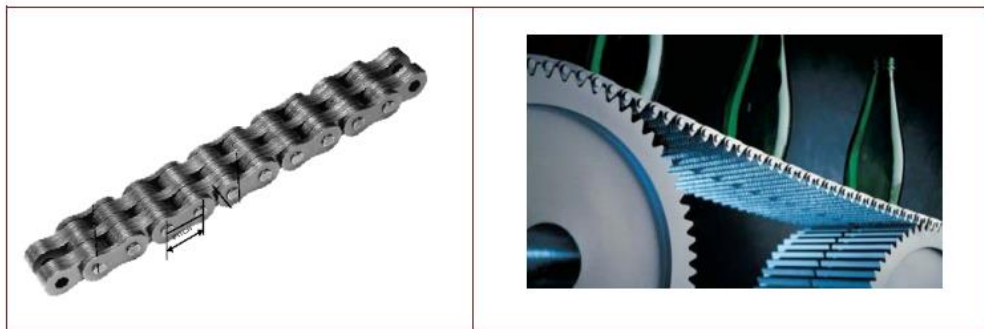


Imagen 59: Cadenas silenciosas.

Fuente: Elementos de máquinas.

Por las características de la máquina de martillo propuesta en este proyecto se usará la transmisión de cadenas por rodillo.

Cálculo:

Relación de transmisión.

La relación, de transmisión en el caso del sistema de transmisión por cadena, es el cociente entre el número de dientes de la rueda conducida (rueda arrastrada) y el número de dientes de la rueda conductora (rueda motriz). La relación de transmisión también se puede expresar en términos de la velocidad de rotación de las ruedas.

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{Ec. 10}$$

Para este caso el mecanismo a utilizar es para transmitir la misma velocidad tanto la rueda conductora como la rueda conducida, por lo tanto:

Velocidad rueda conducida (n_1) = 1400 rpm

Velocidad rueda conductora (n_2) = 1400 rpm

$$i = \frac{1400}{1400} = \mathbf{1}$$

La relación de transmisión para el sistema es de 1.

Potencia de diseño.

Para determinar la potencia de diseño se emplea una fórmula donde se relacionan la potencia del motor o elemento motriz, el factor de servicio y factor de múltiples hileras (ver Anexo 25) que depende de las características del elemento motriz y el tipo de carga o nivel de choques que soportara el sistema. (ELEMENTOS DE MÁQUINAS).

$$P_d = \frac{P_M * K_S}{K_k} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

P_M = Potencia del motor

P_d = Potencia del diseño

K_S = Factor de servicio para cadenas de rodillos

K_h = Factor de múltiples hileras

Para el presente proyecto se ocupará un motor de 5 HP, según el Anexo 2 el factor de servicio para cadenas de rodillo es igual a 1 y el factor de hileras también es igual a 1. Por lo tanto:

$$P_d = \frac{5 * 1}{1} = \mathbf{5HP}$$

La potencia del diseño va a ser igual a 5 HP.

Selección del paso de la cadena y el tamaño de la sprocket conducida.

Conocida la potencia de diseño, las rpm del eje motriz se debe seleccionar el número de dientes de la sprocket menor ideal para transmitir dicha potencia, para ello se debe seleccionar el paso de la cadena con los datos mencionados usando la tabla del Anexo 26, en donde el paso va a ser de ½ pulgadas y el número de dientes de la rueda será de 17.

Selección del sprocket conductor.

$$Z_2 = Z_1 * i \quad \text{Ec. 12}$$

Como en este caso la relación de transmisión es igual a 1, el sproket conductor va a tener el mismo número de dientes que el sprocket conducido, es decir 17.

Diseño de la catalina.

La Imagen 60, indica la catalina que es diseñada para la transmisión de movimiento, desde el motor hacia el eje de la estructura principal, está construida con acero ASTM A36; en donde también se realizan los distintos estudios para ver su comportamiento frente a una presión de 3000 psi. En el Anexo 27, se indica los planos de dicho elemento.

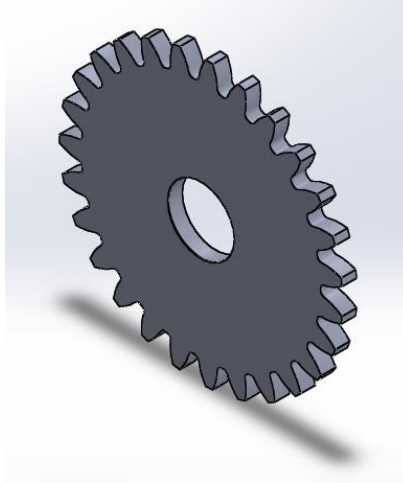


Imagen 60: Catalina.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño de la catalina, se emplea una presión de 3.000 psi y se realiza distintos análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 61, indica el análisis mencionado, dando como resultado que la catalina va a sufrir una deformación elástica máxima de 13.594,497 *psi*, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 *psi*.

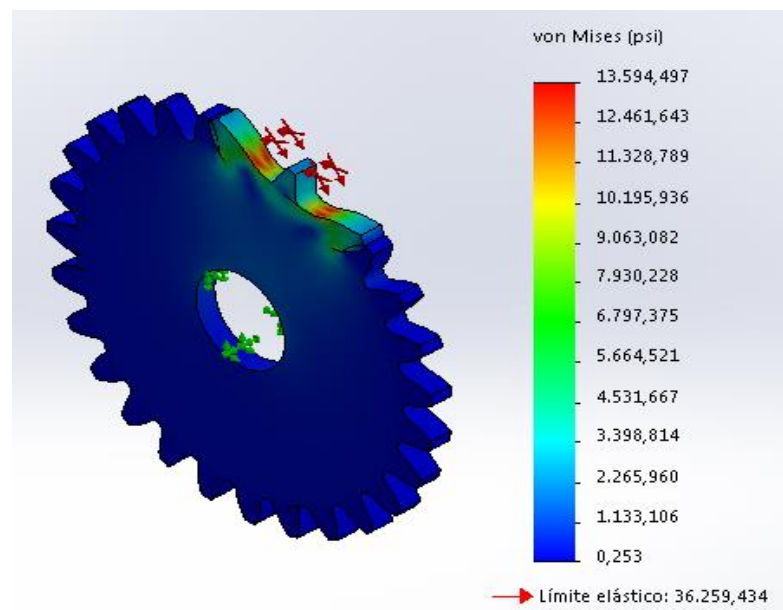


Imagen 61: Análisis de von Mises de la catalina.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión generada por la cadena en cada uno de los dientes del engrane, en la Imagen 62, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.011 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

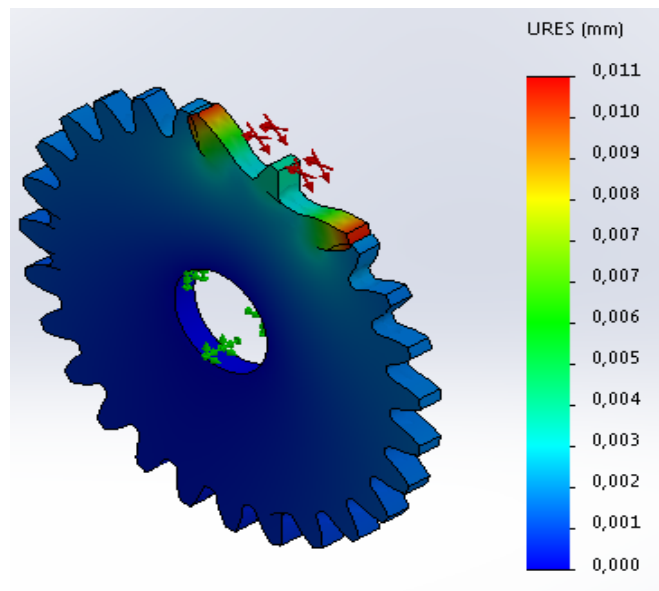


Imagen 62: Análisis de desplazamiento de la catalina.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 63, se analiza el FDS, dando como resultado un $FDS = 2,667$, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una fuerza de 3.000 psi.

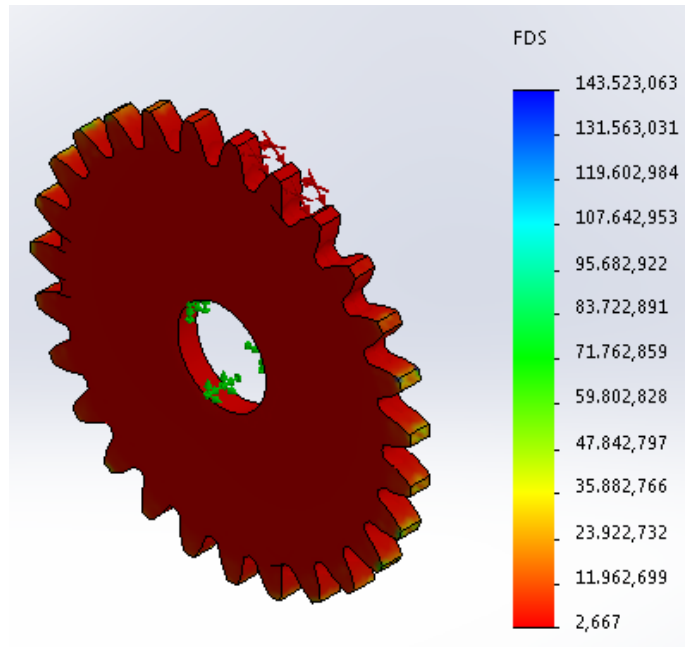


Imagen 63: Análisis del FDS de la catalina.

Realizado por: Logacho, 2019.

Diseño del engrane.

La Imagen 64, indica el engrane que acoplado a los ejes permiten el movimiento de las matrices, está construido con acero ASTM A36; en donde también se realizan los distintos estudios para ver su comportamiento frente a una presión de 3000 psi. En el Anexo 28, se indica los planos de dicho elemento.

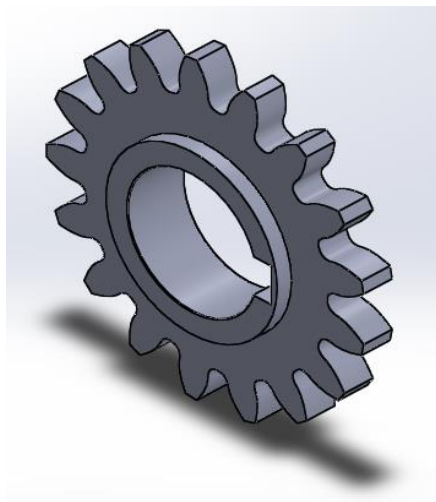


Imagen 64: Engrane.

Realizado por: Logacho, 2019.

Para el diseño del engrane, se emplea una presión de 3.000 psi y se realiza distintos análisis entre ellos el de von Mises el cual ayuda a verificar los fallos elásticos en el elemento. La Imagen 65, indica el análisis mencionado, dando como resultado que la catalina va a sufrir una deformación elástica máxima de 17.258,311 psi, evidenciando que el diseño es óptimo ya que el límite elástico superior es de 36.259,434 psi.

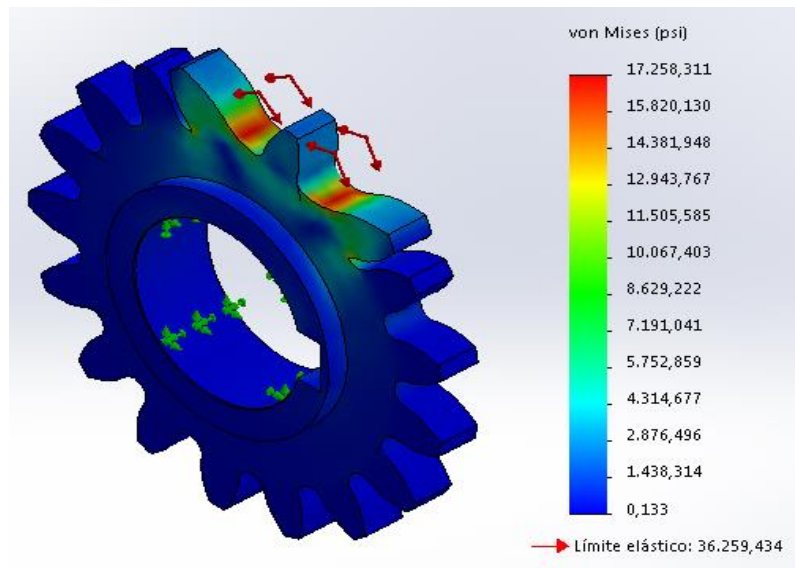


Imagen 65: Análisis de von Mises del engrane.

Realizado por: Logacho, 2019.

Otro aspecto que se analiza en el diseño es el desplazamiento en el elemento, producido por la presión generada por la cadena en cada uno de los dientes del engrane, en la Imagen 66, se observa que existe un desplazamiento máximo de 0.012 mm, que se encuentra en la parte media superior del elemento, esto demuestra que el diseño es óptimo ya que el desplazamiento es mínimo para la aplicación.

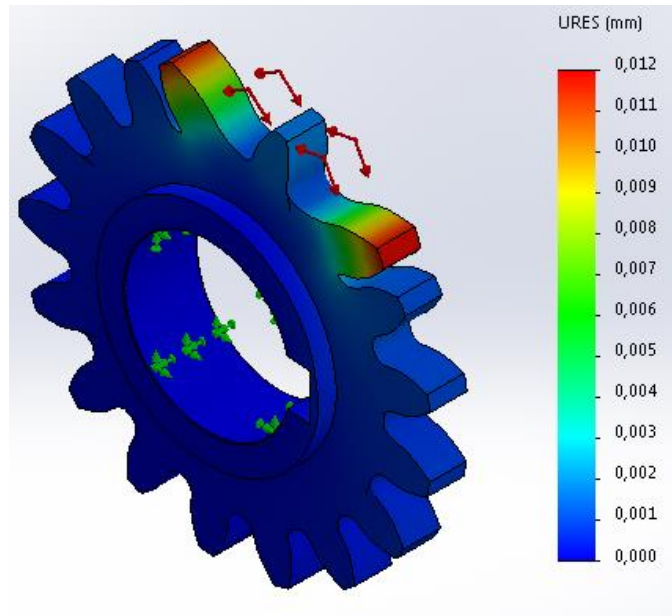


Imagen 66: Análisis de desplazamiento del engrane.

Realizado por: Logacho, 2019.

En la Imagen 67, se analiza el FDS, dando como resultado un $FDS = 2,101$, el cual es aceptable dentro de los límites de diseño para elementos de este tipo. Se aclara que los análisis realizados están hechos para una fuerza de 3.000 psi.

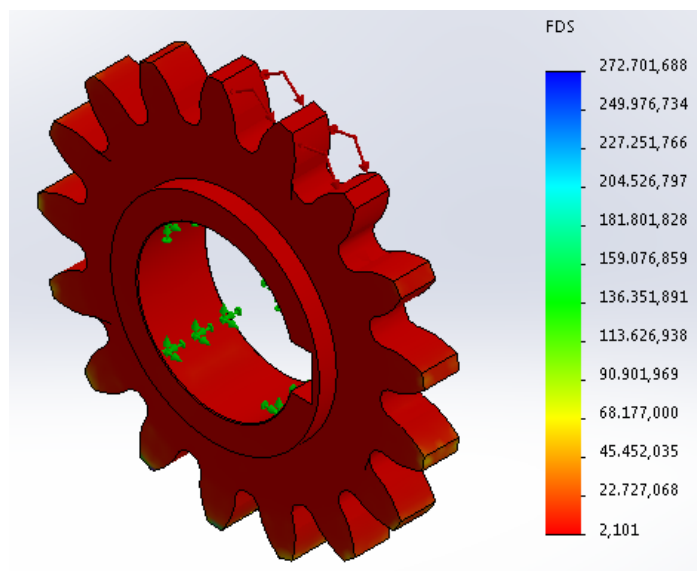


Imagen 67: Análisis del FDS del engrane.

Realizado por: Logacho, 2019.

Concluido todas las partes mecánicas de la máquina, se ensambla la misma, en el Anexo 29, se indica la máquina ensamblada con sus distintos elementos y en el Anexo 30, se observa la vista explosionada de la máquina.

Diseño del sistema eléctrico.

Breakers.

Para seleccionar el breaker (ver Imagen 68) se selecciona de la tabla la corriente nominal del motor de 5 hp, ver Anexo 23. Por lo tanto, se seleccionará un breaker de 25 A.



Imagen 68: Breaker.

Fuente: SIEMENS, 2019.

Contactores.

Para seleccionar un contactor (ver Imagen 69) se debe utilizar la corriente nominal que se va a multiplicar por la constante C que para motores de 5 hp da un valor de 2.5, realizando este análisis se determina que se utiliza un contactor de 17 A. En el Anexo 31, se indica las características técnicas del contactor.



Imagen 69: Contactor.

Fuente: SIEMENS, 2019.

Guardamotores.

Para seleccionar un guarda motor (ver Imagen 70) se debe adquirir uno con las mismas características de la corriente del motor, en este caso será de 17 A, pero este vendrá con amperios (A) de mayor rango lo cual permite calibrarlo y hacerlo más sensible para que el motor esté protegido contra sobre cargas. En el Anexo 32, se indica las características técnicas del guardamotor.



Imagen 70: Guardamotor.

Fuente: SIEMENS, 2019.

Selector.

El selector (ver Imagen 71) es un conmutador con dos o más posiciones estables, en las que permanece tras su accionamiento. Los selectores son similares a los interruptores y conmutadores en cuanto a funcionamiento, aunque para su actuación

suelen llevar un botón, palanca o llave giratoria. Este selector se utiliza para la inversión de giro de los motores.



Imagen 71: Selector.

Fuente: SIEMENS, 2019.

Pulsador.

Un pulsador (ver Imagen 72) es un elemento de conmutación (conecta y desconecta) manual por presión, cuyo contacto solamente tiene una posición estable. Al pulsarlo, cambia de posición, y al dejar de pulsarlo, retorna a su posición primitiva mediante un muelle o un resorte interno.



Imagen 72: Pulsador.

Fuente: NISSVS, 2019.

Paro de emergencia.

Un tipo de pulsador muy utilizado en la industria es el llamado pulsador de paro de emergencia (ver Imagen 73), denominado comúnmente seta, debido a su aspecto

externo. La cabeza de estos pulsadores es bastante más ancha que en los normales y de color rojo, sobre fondo amarillo. Estas dos características los hacen más destacables y facilitan su activado. Permite la parada inmediata de la instalación eléctrica cuando ocurre un accidente.



Imagen 73: Paro de emergencia.

Fuente: SIEMENS, 2019.

Esquema Eléctrico para el arranque y la inversión de giro.

Debido a que la máquina necesita retroceder y adelantar por sus características de funcionamiento, el motor debe girar en sentido horario y sentido antihorario. Para la realización del esquema eléctrico del arranque y la inversión de giro se utiliza el software CADESIMU. (ver Anexo 33).

RESULTADOS ESPERADOS.

Se construye una máquina martilladora semiautomática para grabado en frío, la cual de un sistema eléctrico para su accionamiento. La máquina está diseñada para grabar diferentes metales en relieve en frío, ya que las matrices que permiten este proceso están hechas de acero SAE 1035, el cual tiene una mayor resistencia y dureza con respecto al hierro ASTM A36, de esta manera permite grabar dependiendo de la matriz varias figuras.

La capacidad máxima que se puede ingresar es platinas de 2 pulgadas por 6mm, barrotos máximo de 18mm, tubos cuadrados máximo de 2 pulgadas por 6mm, la longitud no tiene mayor importancia, ya que no es un limitante para la máquina. En la Tabla 4, se detalla las características técnicas de la máquina martilladora semiautomática.

Tabla 4: Datos técnicos de la martilladora.

Máquina martilladora semiautomática	
Datos técnicos	
<i>Ancho:</i>	900 mm
<i>Largo:</i>	1.000 mm
<i>Alto:</i>	1.740 mm
<i>Velocidad de los ejes</i>	20 rpm
<i>Motor:</i>	5 HP
<i>Reductor:</i>	40:1
<i>Fuente de alimentación:</i>	220 V AC (trifásica)
<i>Frecuencia:</i>	60 Hz

Realizado por: Logacho, 2018.

Una vez con la máquina concluida al 100%, se procede a darle uso dentro de la empresa, para observar su funcionamiento y ver los resultados tanto del grabado en frío en los pasamanos como los datos estadísticos que resulta de la misma. Por ello se pone en funcionamiento el proceso de grabado desde el mes de diciembre, para poder sacar costos de producción y ver cuánto produce la máquina.

Se realiza la prueba con un pasamano de hierro ASTM A36, cuyas medidas son: 60 x 3000 x 3 mm, teniendo como resultado que la martilladora se demora 20 min en este pasamano, haciendo un promedio estimado que, por cada metro de pasamano, la martilladora se demora 6,7 min en hacer su trabajo.

Con estos resultados se procede hacer el análisis de costos en dos meses, para ver si existe una mejora de la producción, optimizando tiempos y recursos económicos

para la empresa. La Tabla 5, indica el costo de producción con la martilladora semiautomática.

Tabla 5: Costos de producción.

CERRAJERÍA MODERNA GASTOS DEL AÑO 2019						
ÍTEM	MES	No. CASAS	PASAMANOS DECORATIVOS POR CASA (m)	VALOR POR METRO	COSTO POR CASA	EGRESO TOTAL
1	Enero	12	10	\$ 70,00	\$ 700,00	\$ 8.400,00
2	Febrero	11	10	\$ 70,00	\$ 700,00	\$ 7.700,00
					TOTAL:	\$ 16.100,00

Fuente: Cerrajería Moderna.

Realizado por: Logacho, 2018.

Con estos resultados comparando con los datos de la Tabla 3, se evidencia un ahorro del 50%, ya que la empresa solo compra los pasamanos sin ningún grabado, y ya no tiene la necesidad de subcontratar otras empresas con este servicio. Igualmente, si se compara el Gráfico 2, con los datos del Gráfico 1, se evidencia un ahorro considerable para la empresa.

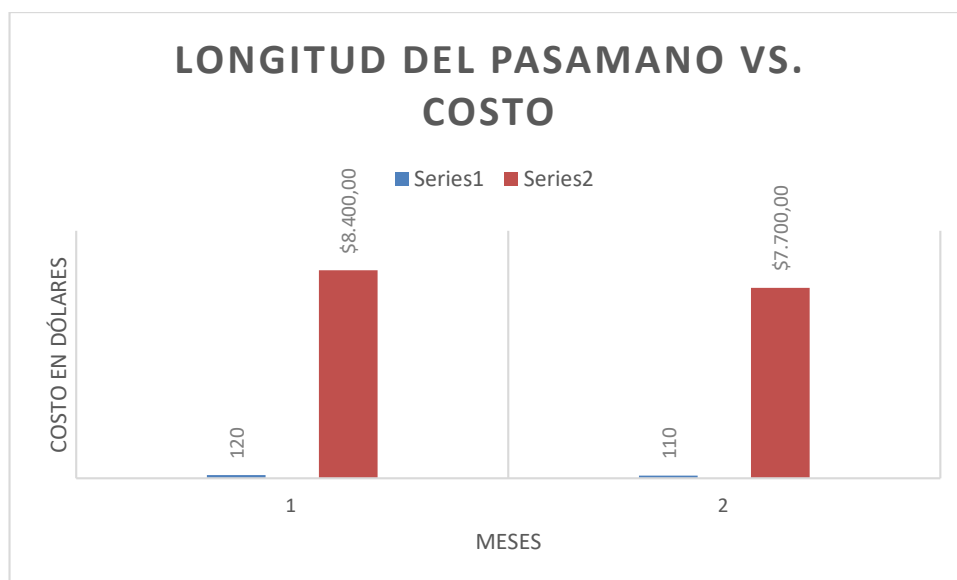


Gráfico 2: Longitud de pasamanos (m) vs. Costo con la martilladora.

Realizado por: Logacho, 2019.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Tabla 6: Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	MESES					
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Recolectar información en la empresa para tener los antecedentes.	■					
Buscar información relevante y semejante a investigaciones realizadas por investigadores.	■	■				
Analizar los distintos antecedentes en cuanto a las máquinas martilladoras para el grabado en relieve en frío.	■	■				
Indagar distintos materiales existentes en el mercado, para la parte mecánica de la martilladora.			■			
Buscar dispositivos eléctricos con distintas características técnicas.			■	■		
Diseñar la máquina martilladora para el grabado en relieve en frío semiautomática, mediante el software SOLIDWORKS.			■	■		
Simular el comportamiento de la máquina, para observar su correcto funcionamiento.				■		
Seleccionar los dispositivos adecuados dentro del diseño.				■		
Construir la máquina martilladora para el grabado en relieve en frío semiautomática, según el diseño.				■	■	
Realizar ensayos de funcionamiento de la máquina.					■	
Estudiar los datos obtenidos, para comparar la producción.						■

Realizado por: Logacho, 2019.

CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA MARTILLADORA

En la Tabla 7 se describe el cronograma de construcción del proyecto con tiempos, y en la Imagen74 se describe los pasos de la ejecución y fabricación de la misma.

Tabla 7: Cronograma construcción del proyecto.

ÍTEM	ACTIVIDAD	DESDE	HASTA
1	Diseño de las piezas mecánicas y estructura.	21/07/2018	21/08/2018
2	Adquisición de los elementos mecánicos diseñados.	06/08/2018	19/08/2018
3	Construcción estructura mecánica	20/08/2018	27/08/2018
4	Selección dispositivos eléctricos.	28/08/2018	03/09/2018
5	Adquisición de los dispositivos eléctricos seleccionados.	01/10/2018	04/10/2018
6	Ensamblaje de los mecanismos y piezas mecánicas.	09/10/2018	06/11/2018
7	Montaje dispositivos eléctricos.	07//11/2018	15/11/2018
8	Pruebas de funcionamiento.	20/11/2018	29/11/2018
9	Finalización de la máquina.	04/12//2018	20/12/2018

Realizado por: Logacho, 2019.

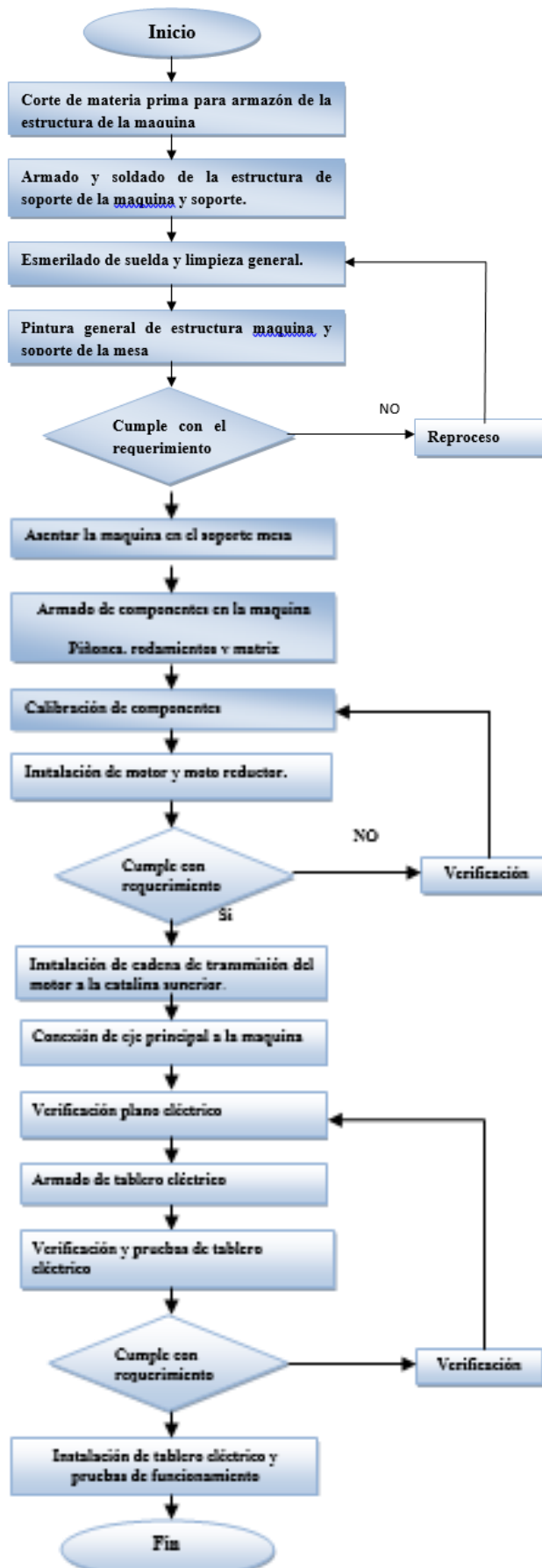


Imagen 74: Diagrama de construcción proyecto.

Realizado por: Logacho, 2019.

ANÁLISIS DE COSTOS.

En la Tabla 8, se detalla los valores de los elementos mecánicos y eléctricos que se utilizaron para la construcción de la martilladora semiautomática.

Tabla 8: Costo de la martilladora.

<i>COSTO DE LA MÁQUINA MARTILLADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA GRABADO EN FRÍO</i>					
ÍTEM	CONJUNTO	CANTIDAD	MATERIAL	P.U.	TOTAL
1	Mesa	1	Plancha de acero ASTM A36	\$ 120,00	\$ 120,00
		4	Tubo cuadrado	\$ 20,00	\$ 80,00
2	Ejes	1	Barra de acero	\$ 87,00	\$ 87,00
		1	Servicio de torneado	\$ 100,00	\$ 100,00
3	Estructura	1	Acero ASTM A36	\$ 700,00	\$ 700,00
		1	Pernos y tuercas	\$ 55,00	\$ 55,00
4	Engranés	1	Acero para engranes	\$ 250,00	\$ 250,00
5	Matrices	2	Fresado, cepillado y tratamiento térmico	\$ 600,00	\$ 1.200,00
6	Rodamientos	4	AFBMA 20.1 – 03-45	\$ 15,00	\$ 60,00
7	Chumaceras	2	AFBMA 20.1 – 03-45	\$ 35,00	\$ 70,00
8	Catalinas	2	Acero	\$ 38,00	\$ 76,00
9	Servicio de suelda	1	Para acero	\$ 100,00	\$ 100,00
10	Sistema eléctrico	1	Motor de 5 HP y moto reductor a 20RPM	\$ 900,00	\$ 900,00
		4	Pulsadores	\$ 1,50	\$ 6,00
		1	Cableado	\$ 50,00	\$ 50,00
		1	Guarda motor	\$ 150,00	\$ 150,00
		3	Contactores	\$ 25,00	\$ 75,00
		1	Breaker	\$ 10,00	\$ 10,00
			TOTAL:		\$4.089,00

Realizado por: Logacho, 2018.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES.

- Una vez analizado la cantidad de producción de la empresa se detectó el problema de egresos muy elevados por la compra de insumos a proveedores, optando a la conclusión que la inversión que se realizará en la construcción de la propuesta logrará obtener múltiples ahorros como salario de los trabajadores en un 40%, el grabado se lo realiza un desperdicio del material y a las medidas requeridas, reduciendo el tiempo de producción en un 50% e incrementando la demanda de los productos en un 30%, por ende la producción incrementa en un 35%.
- Con la implementación de la máquina martilladora para grabar en frío en metal, la empresa CERRAJERÍA MODERNA logra obtener múltiples diseños de perfiles grabados en frío en relieve en alta calidad, el ahorro del salario de los trabajadores reduce en un 40% debido a que se necesitará menos operarios para la producción, el grabado se lo realiza automáticamente en el diseño que el cliente desee reduciendo el tiempo de producción en un 50% e incrementando la demanda de los productos en un 30%, por ende la producción incrementa en un 35%.
- Se analizó los diferentes tipos de mecanismos para el funcionamiento de la máquina para que se realice un grabado en relieve de alta calidad para lo cual se determinó el mecanismo cadena piñón de 16 dientes cada piñón ocupando así 3 piñones, satisfaciendo las necesidades de producción de la empresa CERRAJERÍA MODERNA, el material de la estructura es acero A500 debido a su resistencia, ya que la estructura va a estar sometida a grandes esfuerzos.

- Para la construcción de la máquina martilladora de grabado para grabado de metales en relieve en frío se usaron sistemas mecánicos diseñados previamente en el software SOLIDWORKS, mecanismos de transmisión piñón cadena, sistemas eléctricos motoredutores, dispositivos de maniebra y potencia, para lo cual se realizó el esquema CADESIMU.

RECOMENDACIONES.

- Realizar el mantenimiento adecuado de la máquina martilladora de grabado de metales en relieve en frío constantemente, para mantener la calidad del grabado y sus múltiples diseños para mejorar la producción, llevar un control adecuado de tiempos, calidad y producción, así como un análisis de los tiempos muertos para mejorar los procesos.
- Determinar de una manera eficaz el tipo de mecanismo que se va a diseñar para la transmisión de la máquina, considerando los parámetros requeridos por la empresa, de igual forma considerar los parámetros de fuerza y materiales para un correcto funcionamiento de la máquina.
- Seleccionar el motoreductor correcto basándose en los cálculos de la fuerza sometida de la máquina, torque, velocidad para evitar daños, así como los dispositivos adecuados de seguridad y accionamiento para evitar daños en el funcionamiento de estos.
- Para tener una mejor proyección del funcionamiento de la máquina se sugiere realizar los planos eléctricos de control y potencia usando software de simulación como CADESIMU, AutoCAD Electrical, de la misma forma diseñar la parte mecánica y estructural softwares de CAD, SOLIDWORKS, ANSI, entre otros para evitar seleccionar materiales y dispositivos erróneos.

BIBLIOGRAFÍA.

BEDÓN ALMEIDA, JOSÉ MIGUEL y ESTÉVEZ ESPINOSA, DANILO GUSTAVO. 2012. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA LA EXTRUSIÓN DIRECTA, INVERSA Y MIXTA, EN FRÍO DE PERFILES METÁLICOS NO FERROSOS PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM. Sangolquí : s.n., 2012.

BUDYNAS, RICHARD y NISBETT, KEITH. 2014. *Mechanical Engineering Design*. s.l. : MCGRAW-HILL, 2014.

ELEMENTOS DE MÁQUINAS. TRANSMISIÓN POR CADENAS. [En línea] [Citado el: 06 de Febrero de 2019.] <http://files.cesarruiz.webnode.com.co/200000094-cec46d0fac/TransmisionPorCadenas.pdf>.

JARAMILLO, HÉCTOR. 2013. *RESISTENCIA DE MATERIALES*. Cali : Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S., 2013. 978-958-8713-41-0.

LARBURU, NICOLÁS. 2011. *MÁQUINAS PRONTUARIO*. Madrid : s.n., 2011. 978-84-283-1963-3.

LÉDERMAN, VERÓNICA. APUNTES SOBRE TÉCNICAS Y TECNOLOGÍA DEL GRABADO. [En línea] Universidad de Chile. [Citado el: 03 de Febrero de 2019.] <http://www.uchile.cl/cultura/grabadosvirtuales/apuntes/index.htm>.

McCORMAC, JACK y CSERNAK, STEPHEN. 2012. *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO*. México : Alfaomega, 2012. 978 607 707 559 2.

NORTON, ROBERT. 2013. *DISEÑO DE MAQUINARIA*. México : Mc Graw Hill, 2013. 978-607-15-0935-2.

NSK EUROPE. 2019. TECHNICAL INSIGHT. [En línea] 2019. [Citado el: 06 de Febrero de 2019.] https://www.nskeurope.es/downloads/literature_bearing/SP-TI-0104-FINAL.pdf.

PEÑA ANDRADE, CÉSAR ALEJANDRO. 2014. *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAMINADORA DE CUATRO RODILLOS PARA LAMINAR TIRAS DE ALUMINIO*. Quito : s.n., 2014.

PERLES, PEDRO. 2016. *Temas de Resistencia de Materiales*. Bogotá : Nobuko S.A., 2016.

PYTEL, ANDREW y SINGER, FERDINAND. 2012. *Resistencia de materiales*. México : Alfaomega, 2012. 0-06-045313-3.

TORRES RAMÍREZ, ERNESTO. 2016. *MÁQUINA IMPRESORA DE METALES UTILIZANDO LA TÉCNICA DE MICRO PERCUSIÓN*. Querétaro : s.n., 2016.

VERA, ALEJANDRO. 2014. *Simulación con SoliWorks*. s.l. : Macro, 2014.

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación de la empresa.



Anexo 2: Catálogo de pasamanos

 **DIPAC**
PRODUCTOS DE ACERO

CARPINTERÍA METÁLICA

TUBERÍA

Tubo "T"



Tubo "L"



Tubo Pasamano



www.dipacmanta.com

Anexo 3: Características técnicas del acero ASTM A36.

- Composición química del acero ASTM A 36

El acero ASTM A36 se puede adquirir en forma de perfiles, planchas y barras; cada presentación tiene una composición con ligeras diferencias, en la tabla 1.3 se muestra las composiciones químicas nominales del acero ASTM A 36 según su presentación y espesor.

La figura 1.3 muestra un esquema de la microestructura de un acero ASTM A36 a temperatura ambiente y enfriado en condiciones de equilibrio, por lo que se asume que presentará una microestructura constituida por ferrita y perlita.

Tabla 1.3. Composición química del ASTM A36 [2]

Producto	Planchas					
	Perfil					
Espesor mm	Todos	Hasta 20	De 20 a 40	De 40 a 65	De 65 a 100	De 100 más
Carbón máx %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Manganeso %	0.8-1.2	0.8-1.2	0.85-1.2	0.85-1.2
Fosforo máx %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Azufre máx %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio %	0.40 máx.	0.04 máx.	0.04 máx.	0.15-0.4	0.15-0.4	0.15-0.4
Cobre min %	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

- Propiedades mecánicas

En la tabla 1.4 se muestra los valores de las propiedades nominales del acero ASTM A36.

Tabla 1.4. Propiedades mecánicas del acero ASTM A36 [2]

Planchas, perfiles y barras	
Resistencia a la tracción, ksi [MPa]	58 - 80 [400 - 550]
Resistencia a la fluencia, ksi [MPa]	36 [250]
Planchas y barras	
Elongación en 8 pulgadas [200 mm] min,%	20
Elongación en 2 pulgadas [50 mm] min,%	23
Perfiles	
Elongación en 8 pulgadas [200 mm] min,%	20
Elongación en 2 pulgadas [50 mm] min,%	21

En la tabla 1.4 se puede apreciar que es un material dúctil, lo cual lo hace adecuado para el ámbito estructural de ahí su nombre comercial “Acero estructural ASTM A36”.

Productos metalúrgicos		SERIE F-100. — ACEROS FINOS DE CONSTRUCCIÓN					TABLA 142 . 3 (Continuación)	
CARACTERÍSTICAS MECANICAS						EMPLEO		
Estado	R kg/mm ²	E kg/mm ²	A %	P kg/cm ²	HB	Aplicaciones	Observaciones	
GRUPO F-110.-ACEROS AL CARBONO								
Norma, litado	38-48	25-30	28-23	24-18	110-135	Elementos de maquinaria de gran tenacidad. Deformación en frío, embutición, plegado, etc. de baja resistencia. Herrajes, piezas para soldar.	Acero fácilmente soldable y deformable. Recocidos intermedios 550° a 700°.	
Norma, litado	48-55	30-35	24-18	18-13	135-160	Piezas de resistencia media de buena tenacidad. Deformación en frío, embutición, plegado, etc. Herrajes, elementos auxiliares, etc.	Acero soldable con técnica adecuada.	
Norma, Templado y revenido	55-62 80	30-40 60	18-16 13	10 12	150-170 214-244	Ejes, elementos de maquinaria, piezas resistentes y tenaces. Pernos, tornillos, herrajes. En piezas delgadas se aumentan características por temple y revenido.	Se temple bien, debe cuidarse el peligro de deformaciones.	
Norma, Templado y revenido	62-70 90	40-42 70	16-13 8	10-7 6	247-277	Ejes y elementos de máquinas, piezas bastante resistentes, cilindros de motores de explosión, transmisiones.	Se temple bien, debiendo cuidarse las deformaciones.	
Norma, Templado y revenido	70-75 100	42-45 80	13-11 6	7-5 4	200-220 278-308	Ejes, transmisiones, tensores y piezas regularmente cargadas y de espesores no muy elevados.	Temple bien en agua y aceite.	
GRUPO F-120/130.-ACEROS ALEADOS DE GRAN RESISTENCIA								
Temple y revenido	80	60	14	14	225-250	Piezas de resistencia media y alta calidad.	Gran ductilidad.	
Temple y revenido	100	80	12	11	280-305	Cigüeñales, bielas, ejes muy cargados, piezas de gran resistencia y grandes dimensiones.	Temple al aire, pero para grandes espesores en aceite, fragilidad de revenido.	
Temple y revenido	85	65	15	14	235-265	Piezas de gran resistencia y dimensiones elevadas. Cigüeñales, ejes de gran resistencia, bielas, etc.	Poco deformable en el temple. Sensible a la fragilidad del revenido.	
Temple y revenido	120	105	7	7	337-367	Elementos de motores y máquinas de gran resistencia y buena tenacidad. Cigüeñales, ejes, bielas, etc. Posible nitruración para gran dureza superficial.	Temple al aire en piezas de poco espesor. Admite tratamiento de nitruración.	
Temple y revenido	105	90	11	10	295-325	Piezas de resistencia media. Piezas de maquinaria y motores de poco espesor y gran resistencia y buena tenacidad.		
Temple y revenido	115	100	9	9	321-351	Piezas de máxima responsabilidad en motores de aviación de gran resistencia y grandes dimensiones. Cigüeñales, bielas, ejes muy cargados, ejes.	Se temple al aire, pero para piezas de grandes dimensiones, en aceite.	
Temple y revenido	105	90	11	11	295-325	Piezas de gran resistencia y máxima responsabilidad de menores espesores que F-126. Cigüeñales, bielas, etc. Adecuado para temperaturas hasta 350°	Temple al aire pero recocible en aceite. Resistente a la fluencia, estable.	
Temple y revenido	110	95	8	8	307-337	Piezas de alta resistencia con buena templeabilidad. Aprobado para automoviles y ferrocarriles.		
Temple y revenido	100	80	10	9	280-310	Piezas de alta resistencia con buena templeabilidad. Piezas de máquinas y motores de no muy grandes espesores.		
Temple y revenido 200°	200 a 220				60-63	Cojinetes de bolas, rodillos, etc. Piezas de gran dureza másica.	Poca ductilidad pero gran resistencia al desgaste y a la fatiga.	
Temple y revenido	110	90	8	8	309-339	Engranajes, taqués, arandelas, regables, valvulas, piezas de dureza másica.	No se debe forjar a menos de 850°, calentamiento regular. Grandes dimensiones, temple en aceite.	
Temple y revenido	125	105	6	5	340-370	Piezas de gran dureza másica con alta resistencia a la fatiga, engranajes, piezas de reductor, etc.	Evitar forjar a menos de 850°. Vigilar la decarburación.	

Anexo 4: Características técnicas del acero SAE 1040

CLASIFICACION DE LOS ACEROS (según normas SAE)

SAE clasifica los aceros en: al carbono, de media aleación, aleados, inoxidable, de alta resistencia, de herramientas, etc.

Aceros al carbono

10XX

donde XX es el contenido de C

Ej.: SAE 1010 (0,08—
0,13 %C) SAE 1040
(0,3~—0,43 %C)

Los demás elementos presentes no están en porcentajes de aleación:

P máx = 0,04%

S máx = 0,05%

Mn = 0,30—0,60% para aceros de bajo carbono (<0,30%C)

0,60—0,90% para aceros de alto carbono (>0,60%C) y aceros al C para cementación.

1- Aceros de muy bajo % de carbono (desde SAE 1005 a 1015)

- Se seleccionan en piezas cuyo requisito primario es el conformado en frío.
- Los aceros no calmados se utilizan para embutidos profundos por sus buenas cualidades de deformación y terminación superficial. Los calmados son más utilizados cuando se necesita forjarlos o llevan tratamientos térmicos.
- Son adecuados para soldadura y para brazing. Su maquinabilidad se mejora mediante el estirado en frío. Son susceptibles al crecimiento del grano, y a fragilidad y rugosidad superficial si después del formado en frío se los calienta por encima de 600°C.

2- Aceros de bajo % de carbono (desde SAE 1016 a 1030)

- Este grupo tiene mayor resistencia y dureza, disminuyendo su deformabilidad. Son los comúnmente llamados aceros de cementación. Los calmados se utilizan para forjas. Su respuesta al temple depende del % de C y Mn; los de mayor contenido

tienen mayor respuesta de núcleo. Los de más alto % de Mn, se endurecen más convenientemente en el núcleo y en la capa.

- Son aptos para soldadura y brazing.
- La maquinabilidad de estos aceros mejora con el forjado o normalizado, y disminuye con el recocido.

3- Aceros de medio % de carbono (desde SAE 1035 a 1053)

- Estos aceros son seleccionados en usos donde se necesitan propiedades mecánicas más elevadas y frecuentemente llevan tratamiento térmico de endurecimiento.
- Se utilizan en amplia variedad de piezas sometidas a cargas dinámicas. El contenido de C y Mn, depende de una serie de factores. Por ejemplo, cuando se desea incrementar las propiedades mecánicas, la sección o la templabilidad, normalmente se incrementa el % de C, de Mn o de ambos.
- Los de menor % de carbono se utilizan para piezas deformadas en frío, aunque los estampados se encuentran limitados a plaqueados o doblados suaves, y generalmente llevan un recocido o normalizado previo.
- Todos estos aceros se pueden aplicar para fabricar piezas forjadas y su selección depende del tamaño y propiedades mecánicas después del tratamiento térmico. Los de mayor % de C, deben ser normalizados después de forjados para mejorar su maquinabilidad.
- Son también ampliamente usados para piezas maquinadas, partiendo de barras laminadas. Dependiendo del nivel de propiedades necesarias, pueden ser o no tratadas térmicamente.
- Pueden soldarse pero deben tenerse precauciones especiales para evitar fisuras debido al rápido calentamiento y enfriamiento.

4- Aceros de alto % de carbono (desde SAE 1055 a 1095)

- Se usan en aplicaciones en las que es necesario incrementar la resistencia al desgaste y altas durezas que no pueden lograrse con aceros de menor contenido de C.
- En general no se utilizan trabajados en frío, salvo plaqueados o el enrollado de resortes. Prácticamente todas las piezas son tratadas térmicamente antes de usar, debiéndose tener especial cuidado en estos procesos para evitar distorsiones y fisuras.

Aceros de media aleación

Aceros al Mn

15XX

El porcentaje de Mn varía entre 1,20 y 1,65, según el %C.

Ej.: SAE 1524 1,20—1,50 %Mn para construcción de engranajes
SAE 1542 1,35—1,65 %Mn para temple

Aceros de fácil maquinabilidad o aceros resulturados

11XX

12XX

Son aceros de alta maquinabilidad; la presencia de gran cantidad de sulfuros genera viruta pequeña y, al poseer los sulfuros alta plasticidad, actúan como lubricantes internos. No son aptos para soldar, tratamientos térmicos, ni forja debido a su bajo punto de fusión.

Ej; SAE 11XX : 0,08—0,13 %S

SAE 12XX : 0,24—0,33 %S

Para disminuir costos, facilitando el maquinado, se adicionan a los aceros al C de distintos % de C y Mn, elementos como el azufre (S), fósforo (P) y plomo (Pb). Esto significa un sacrificio en las propiedades de deformado en frío, soldabilidad y forjabilidad, aunque el plomo tiene poco efecto en estas características. Pueden dividirse en tres grupos:

GRUPO I (SAE 1110, 1111, 1112, 1113, 12L13, 12L14, y 1215)

Son aceros efervescentes de bajo % de carbono, con excelentes condiciones de maquinado. Tienen el mayor contenido de azufre; los 1200 incorporan el fósforo y los L contienen plomo.

Estos tres elementos influyen por diferentes razones, en promover la rotura de la viruta durante el corte con la consiguiente disminución en el desgaste de la herramienta.

Cuando se los cementa, para lograr una mejor respuesta al tratamiento, deben estar calmados.

GRUPO II (SAE 1108, 1109, 1116, 1117, 1118 y 1119)

Son de bajo % de carbono y poseen una buena combinación de maquinabilidad y respuesta al tratamiento térmico. Por ello, tienen menor contenido de fósforo, y algunos de azufre, con un incremento del % de Mn, para aumentar la templabilidad permitiendo temple en aceite.

GRUPO III (SAE 1132, 1137, 1139, 1140, 1141, 1144, 1145, 1146 y 1151)

Estos aceros de medio % de carbono combinan su buena maquinabilidad con su respuesta al temple en aceite.

SAE 8620 para cementación

SAE 8640 para temple y revenido

Al silico—Mn 92XX

Poseen aproximadamente 1,40 %Si y 1,00 %Mn.

Son aceros para resortes; tienen excelente resistencia a la fatiga y templabilidad. (Para resortes menos exigidos se utiliza el SAE 1070).

Según sus aplicaciones se los clasifica en dos grupos:

a) De bajo % de carbono, para cementar

- 1) De baja templabilidad (series SAE 4000, 5000, 5100, 6100 y 8100)
- 2) De templabilidad intermedia (series SAE 4300, 4400, 4500, 4600, 4700, 8600 y 8700)
- 3) De alta templabilidad (series SAE 4800 y 9300).

Estos últimos se seleccionan para piezas de grandes espesores y que soportan cargas mayores. Los otros para piezas pequeñas, de modo que en todos los casos el temple se pueda efectuar en aceite.

La dureza del núcleo depende del % de C básico y de los elementos aleantes. Esta debe ser mayor cuando se producen elevadas cargas de compresión, de modo de soportar las deformaciones de la capa. Cuando lo esencial es la tenacidad, lo más adecuado es mantener baja la dureza del núcleo.

Necesidad de núcleo	Acero SAE
Baja templabilidad	4012, 4023, 4024, 4027, 4028, 4418, 4419, 4422, 4616, 4617, 4626, 5015, 5115, 5120, 6118 y 8615
Media templabilidad	4032, 4427, 4620, 4621, 4720, 4815, 8617, 8620, 8622 y 8720
Alta templabilidad	4320, 4718, 4817, 4820, 8625, 8627, 8822, 9310, 94B15 y 94B17

b) De alto % de carbono, para temple directo.

- 1) Contenido de carbono nominal 0,30-0,37 %: pueden templarse en agua para piezas de secciones moderadas o en aceite para las pequeñas. Ejemplos de aplicación: bielas, palancas, puntas de ejes, ejes de transmisión, tornillos, tuercas.

Baja templabilidad	SAE 1330, 1335, 4037, 4130, 5130, 5132, 5135, y 8630.
Media templabilidad	SAE 4135, 4137, 8637 y 94B30.

- 2) Contenido de carbono nominal 0,40-0,42 %: se utilizan para piezas de medio y gran tamaño que requieren alto grado de resistencia y tenacidad. Ejemplos de aplicación: ejes, paliers, etc., y piezas de camiones y aviones.

Baja templabilidad	SAE 1340, 4047 y 5140.
Media templabilidad	SAE 4140, 4142, 50B40, 8640, 8642 y 8740.
Alta templabilidad	SAE 4340.

- 3) Contenido de carbono nominal 0,45-0,50 %: se utilizan en engranajes y otras piezas que requieran alto dureza, resistencia y tenacidad.

Baja templabilidad	SAE 5046, 50B44, 50B46 y 5145.
Media templabilidad	SAE 4145, 5147, 5150, 81B45, 8645 y 8650.
Alta templabilidad	SAE 4150 y 86B45.

- 4) Contenido de carbono nominal 0,50-0,60 %: se utilizan para resortes y herramientas manuales.

Media templabilidad	SAE 50B50, 5060, 50B60, 5150, 5155, 51B60, 6150, 8650, 9254, 9255 y 9260.
Alta templabilidad	SAE 4161, 8655 y 8660.

- 5) Contenido de carbono nominal 1,02 %: se utilizan para pistas, bolillas y rodillos de cojinetes y otras aplicaciones en las que se requieren alta dureza y resistencia al desgaste. Comprende tres tipos de acero, cuya templabilidad varía según la cantidad de cromo que contienen.

Baja templabilidad	SAE 50100
Media templabilidad	SAE 51100
Alta templabilidad	SAE 52100

Aceros de alta resistencia y baja aleación

9XX donde $XX \cdot 10^3 \text{ lb/pulg}^2$, es el límite elástico del acero.

Ej; SAE 942

Son de bajo % de C; aleados con Va, Nb, N, Ti, en aproximadamente 0,03% c/u, de manera que precipitan carbonitruros de Va, Nb, Ti que elevan el límite elástico entre 30 y 50 %.

Presentan garantía de las propiedades mecánicas y ángulo de plegado. Son de fácil soldabilidad y tenaces. No admiten tratamiento térmico.

ACEROS PARA HERRAMIENTAS

W: Templables a! agua: no contienen elementos aleantes y son de alto % de carbono (0,75 a 1.00%). Son los más económicos y se utilizan Principalmente en mechas. En general tienen limitación en cuanto al diámetro, debido a su especificación de templabilidad.

Para trabajo en frío:

O Sólo son aptos para trabajo en frío pues al aumentar la temperatura disminuye la dureza.

A templados al aire. No soportan temple en aceite pues se figurarían; se usan para formas intrincadas (matrices) pues el alto contenido de cromo otorga temple homogéneo.

D alta aleación. Contienen alto % de carbono para formar carburos de Cr (1,10-1,80 %C). Gran resistencia al desgaste.

Para trabajo en caliente: **H**

Aceros rápidos: **T** en base a tungsteno

M en base a molibdeno

Los tres mantienen su dureza al rojo (importante en cuchillas); tienen carburos estables a alta temperatura; el Cr aumenta la templabilidad ya que se encuentra disuelto; el tungsteno y el molibdeno son los formadores de carburos. El más divulgado es el conocido como T18-4—1, que indica contenidos de W, Cr y Mo respectivamente.

S: Aceros para herramientas que trabajan al choque. Fácilmente templables en aceite. No se pueden usar en grandes secciones o formas intrincadas.

1

2

3

4

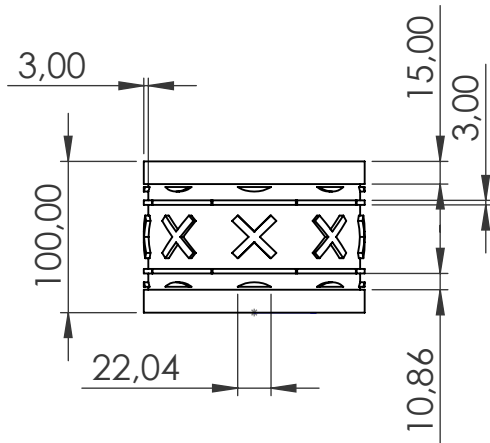
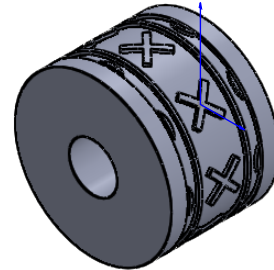
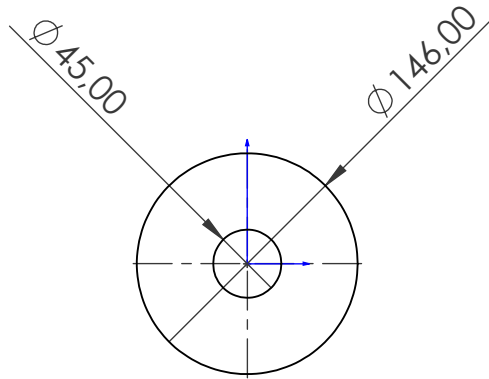
A

B

C

D

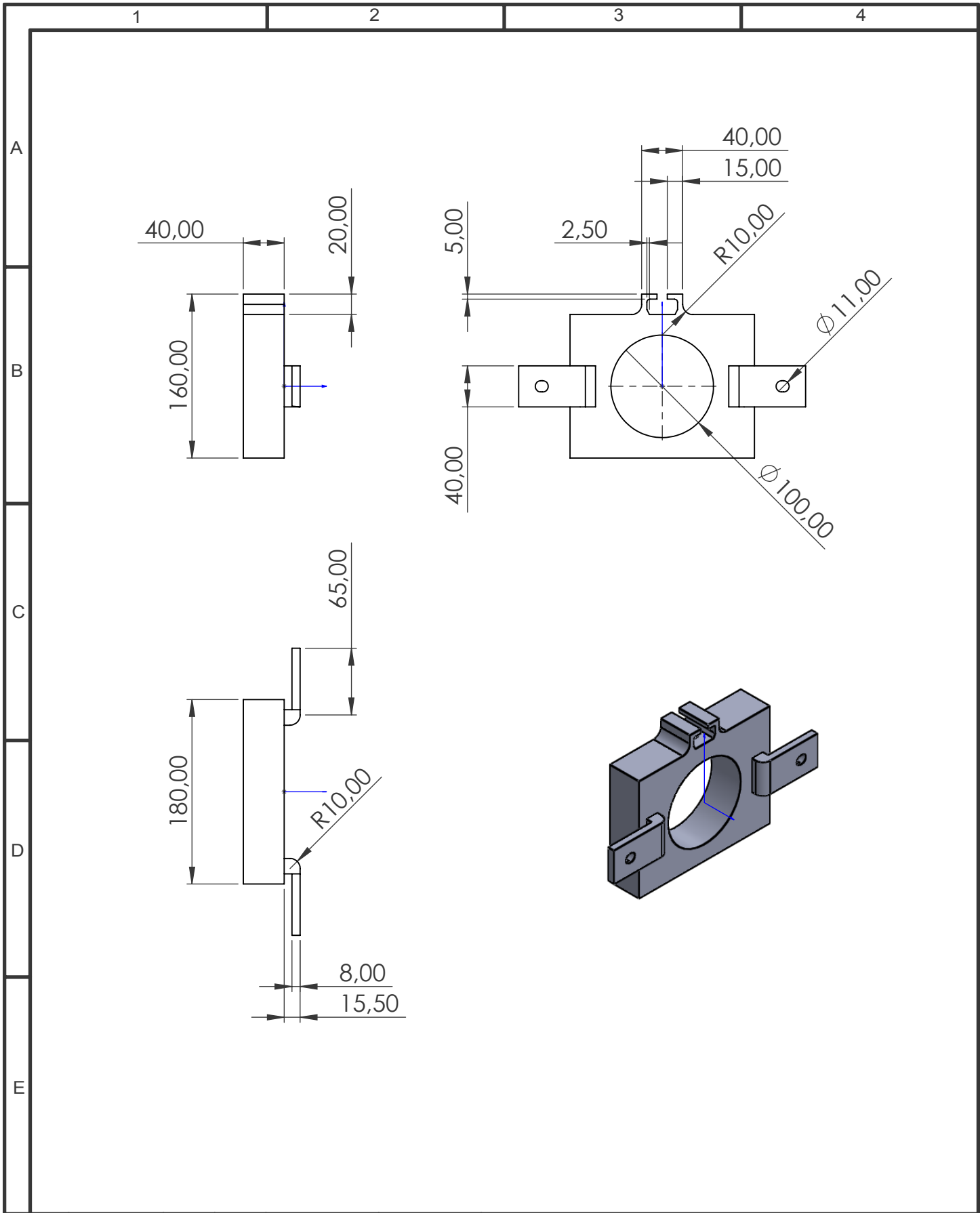
E



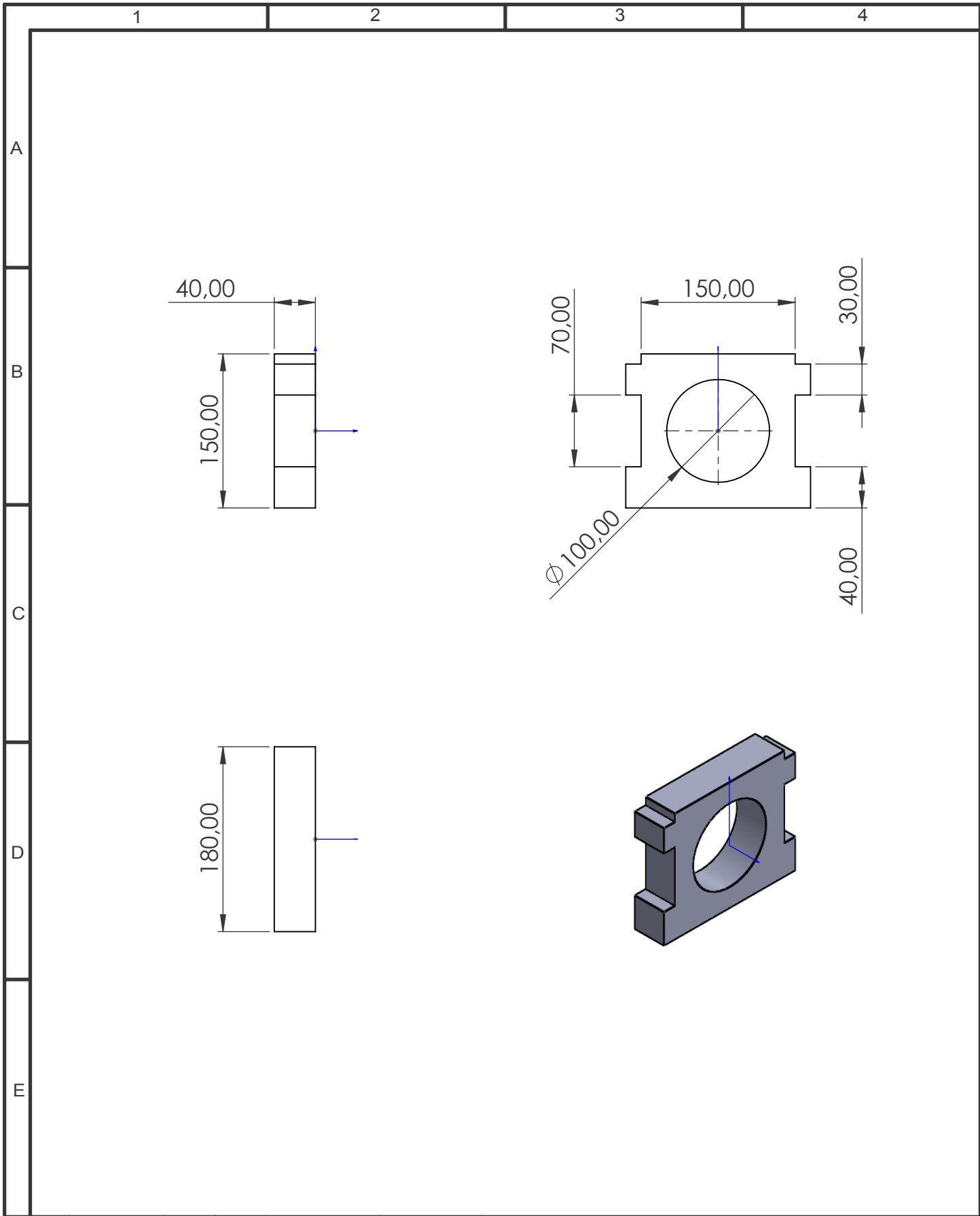
				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO SAE 1040	
						Denominación: Matriz	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 5	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

Anexo 6: Valores ideales del FDS, en diseño mecánico.

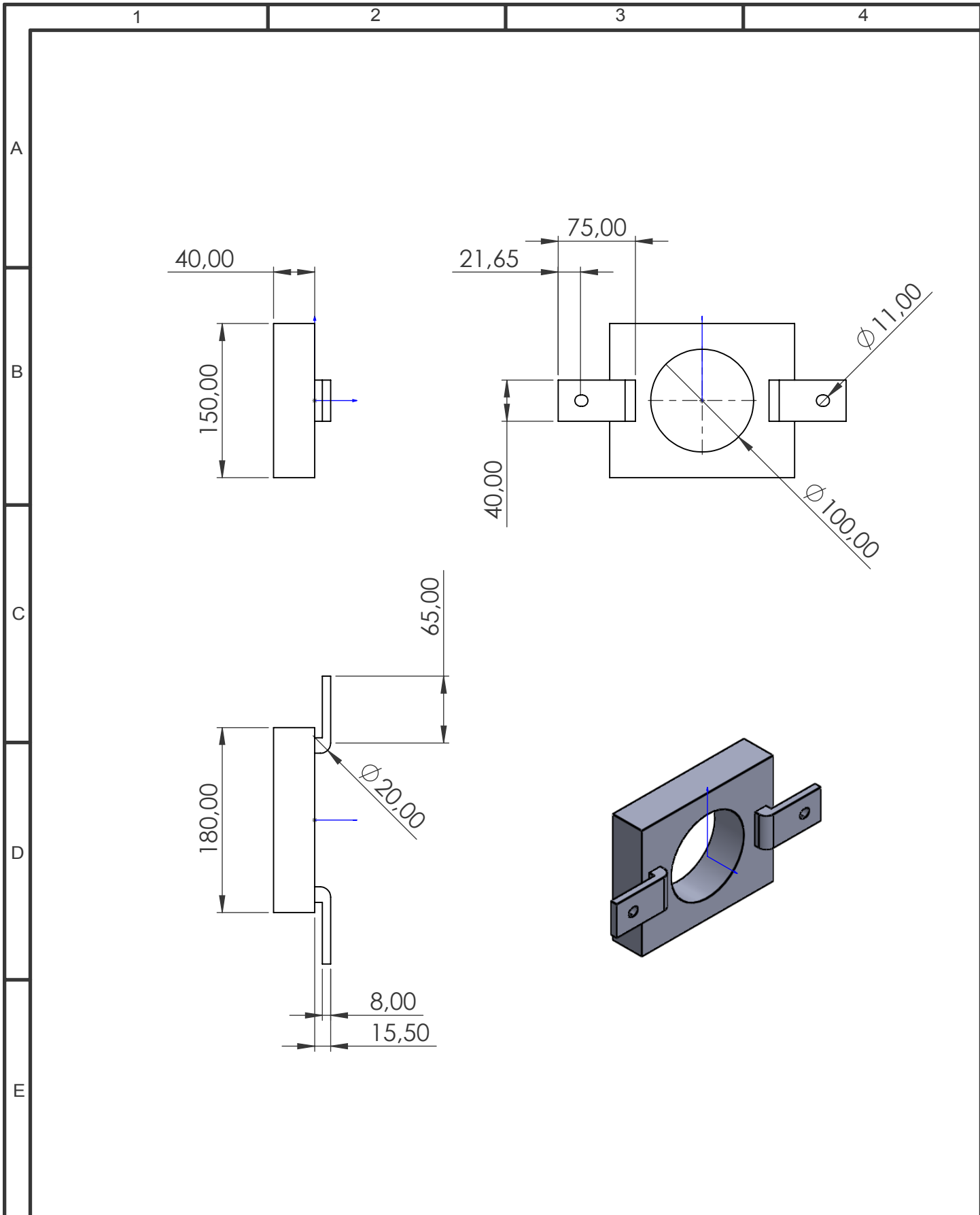
FACTOR DE SEGURIDAD	CIRCUNSTANCIAS
> 5	La vida humana no está en peligro.
4	Concentración de pequeños esfuerzos, la vida humana no está puesta en peligro, pero las reparaciones son costosas.
1.5 - 3	Concentración de esfuerzos pequeños o inexistentes, no se pone en peligro la vida humana, las reparaciones molestosas, pero no son costosas.



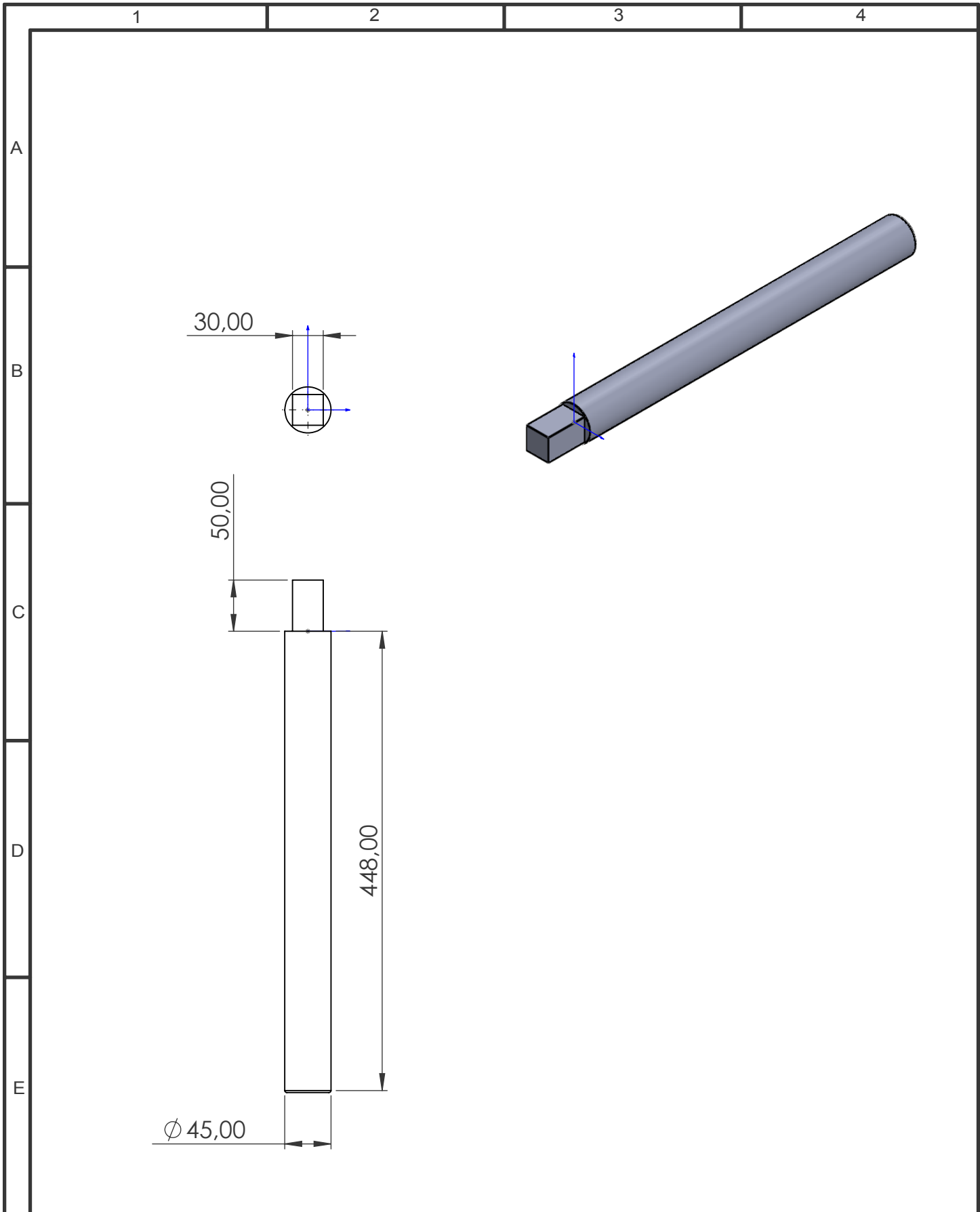
				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Soporte	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 7	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



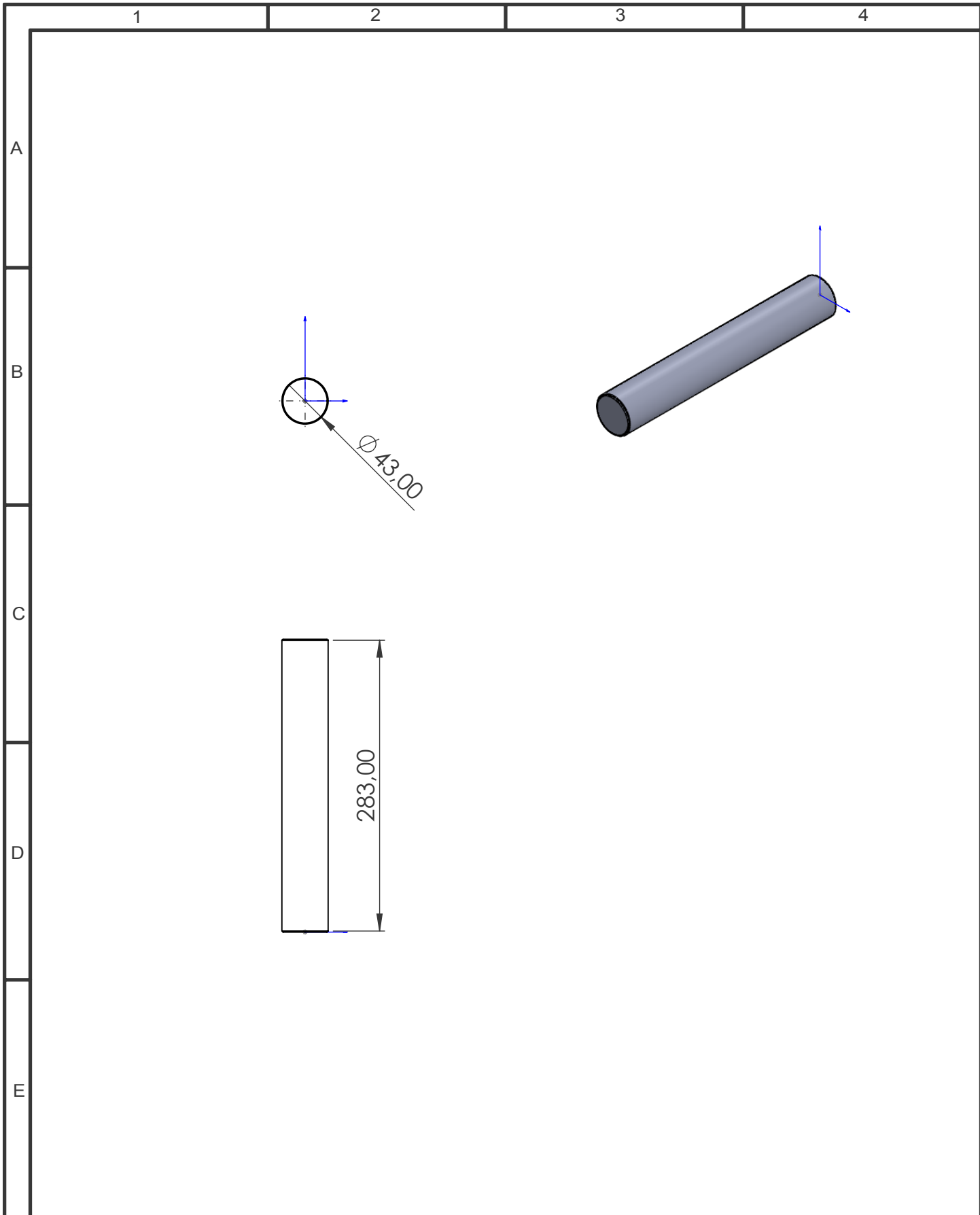
				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Soporte inferior	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 8	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



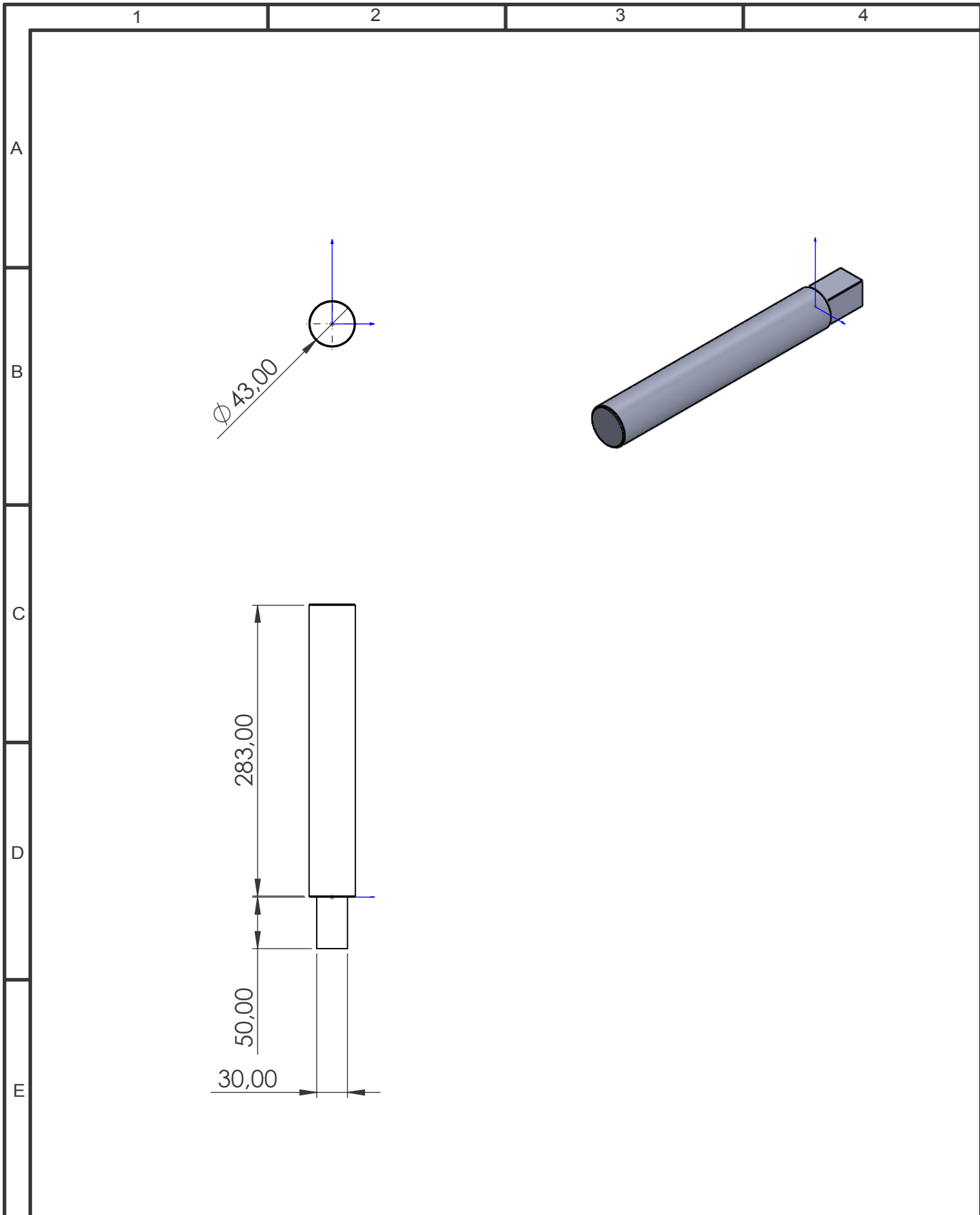
				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Soporte secundario	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 9	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



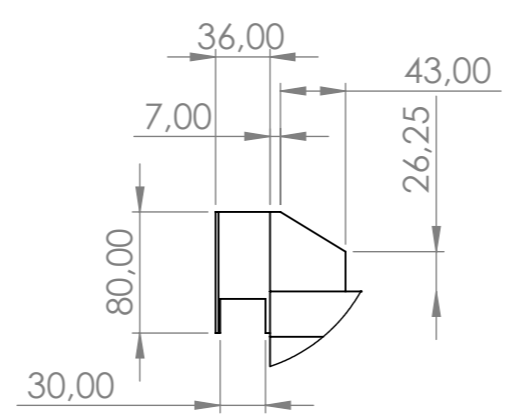
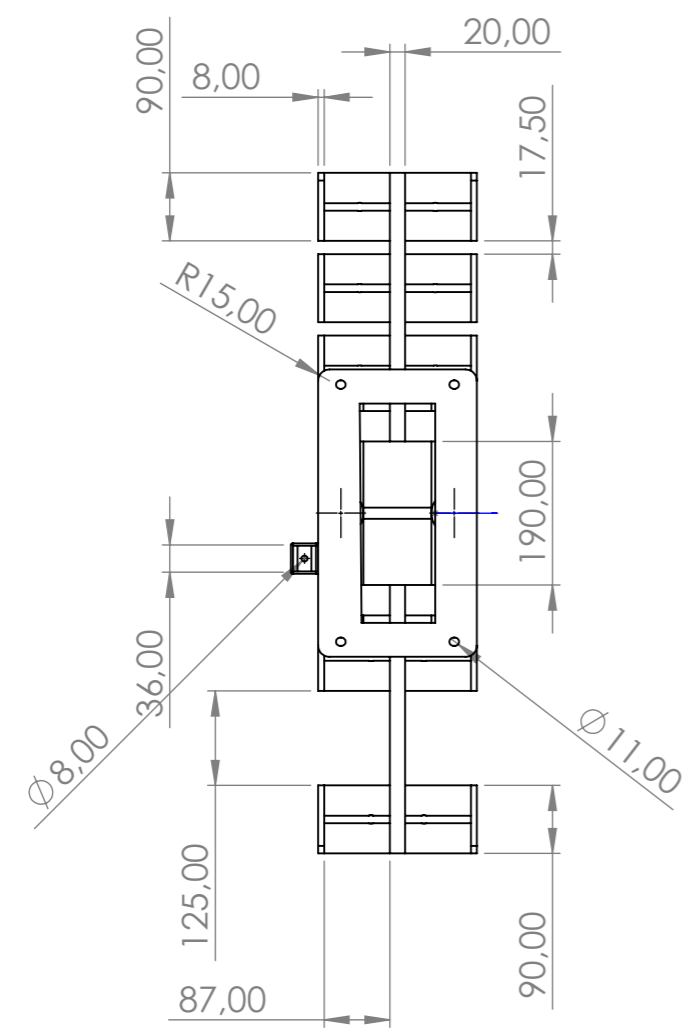
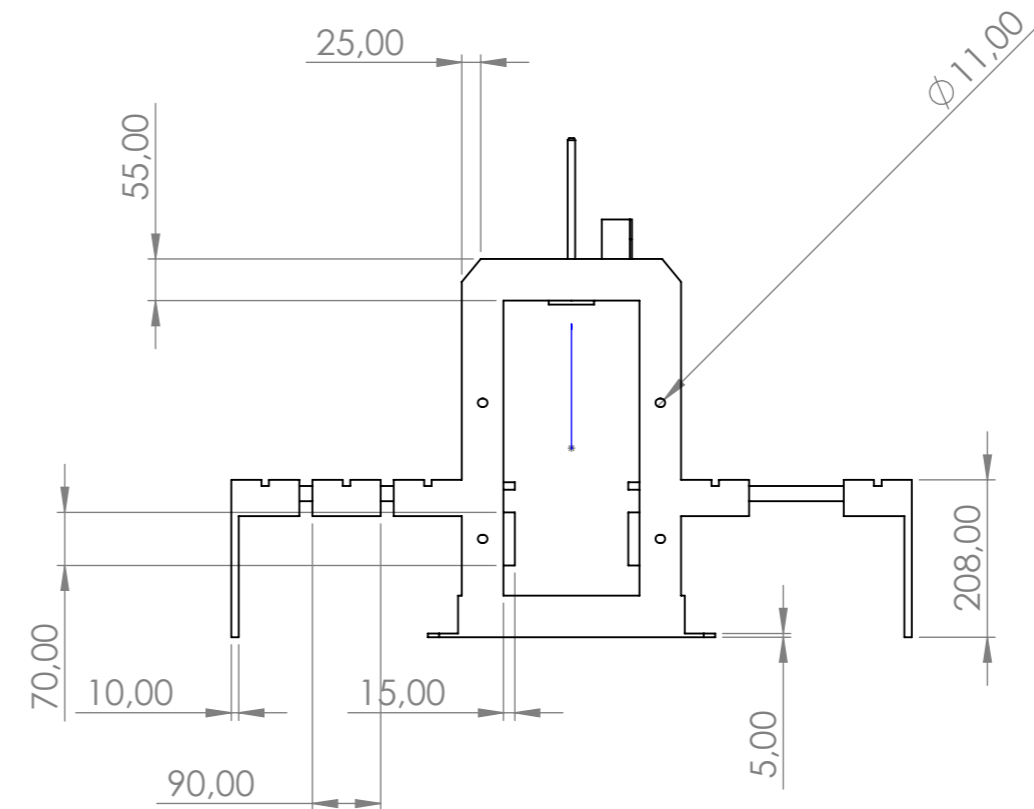
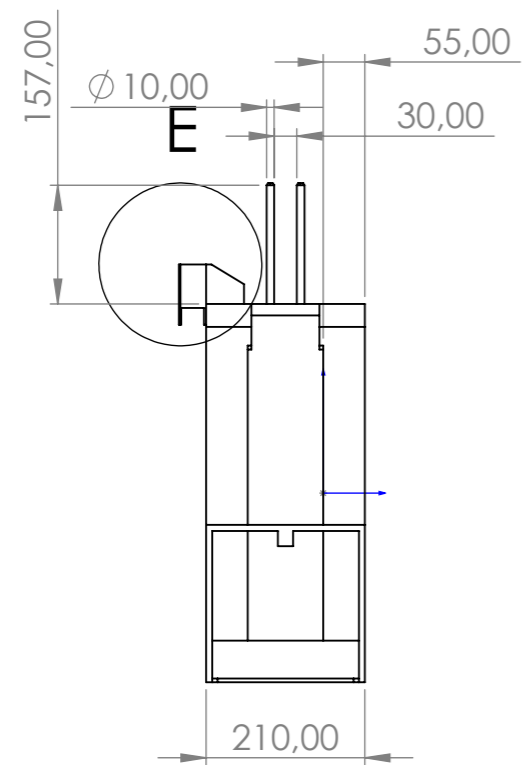
				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Eje de la catalina	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



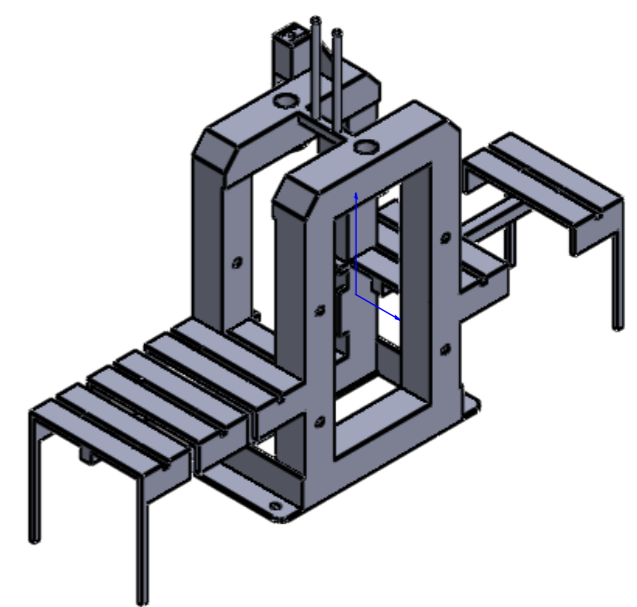
				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Eje de matriz corto	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 11	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



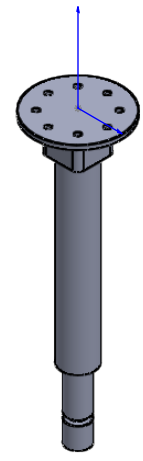
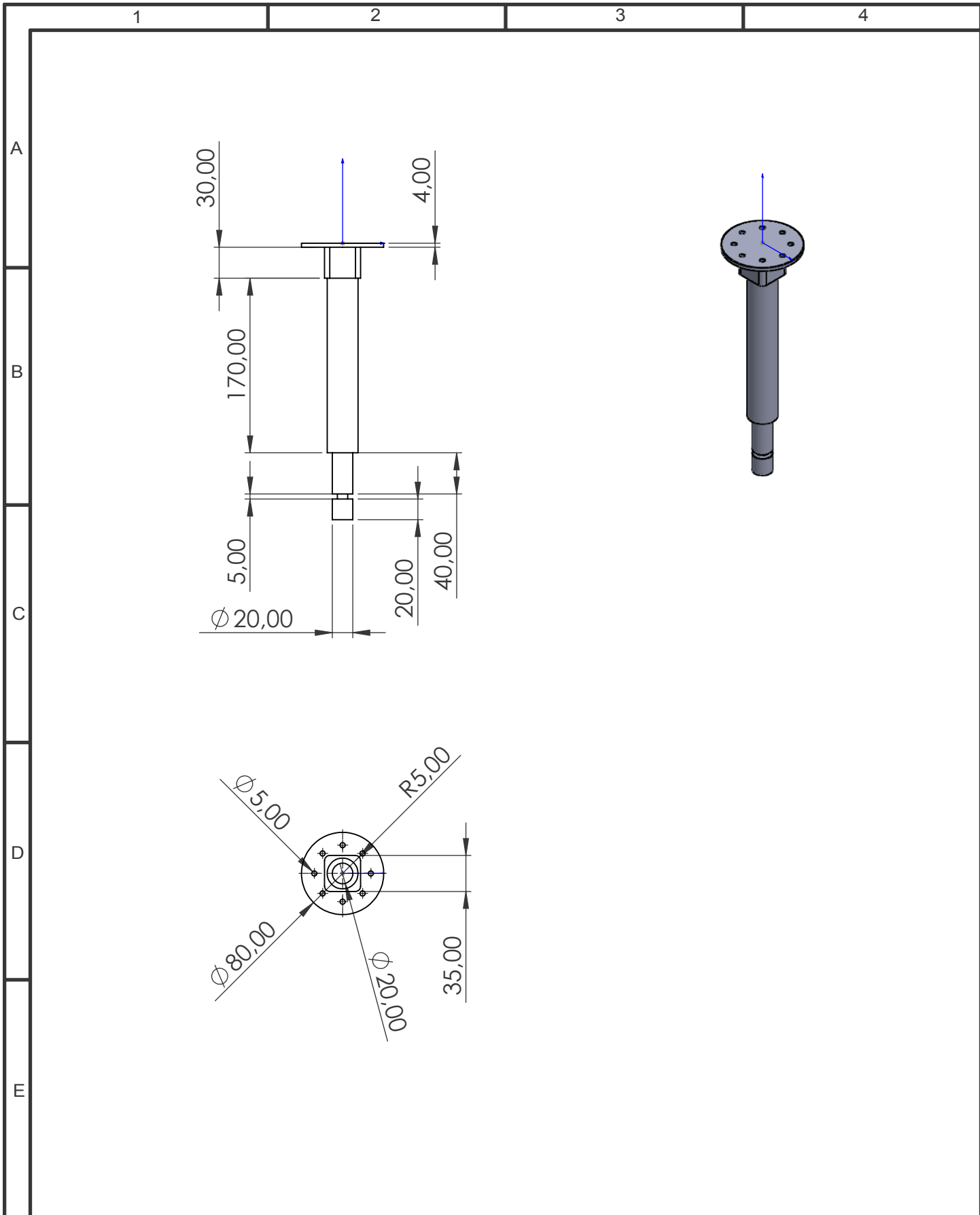
				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Eje de matriz largo	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 12	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



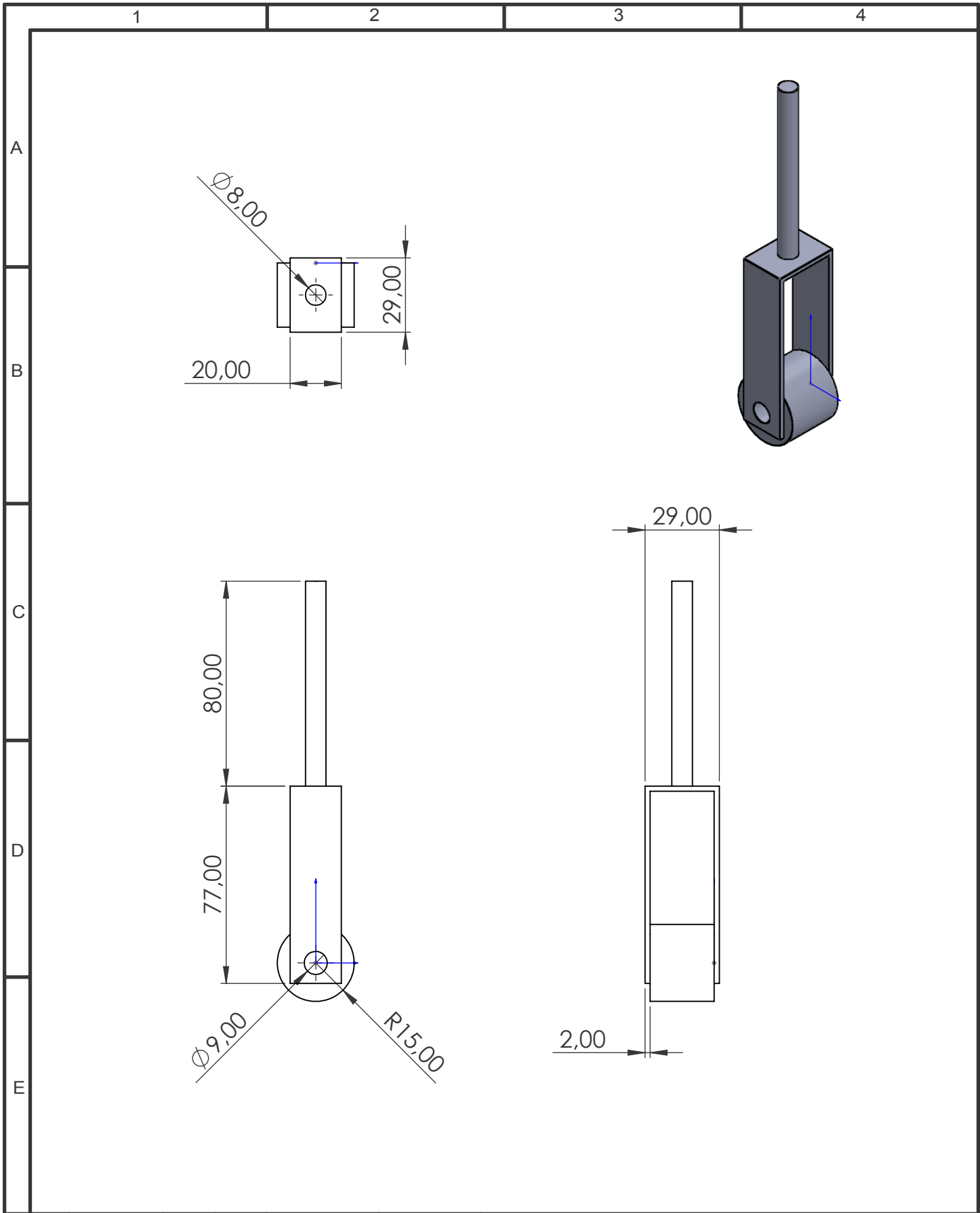
DETALLE E
ESCALA 1 : 5



				Tolerancia	Peso	Material: Asero ASTM A36		
						Denominación: Estructura principal	Escala 1:10	
				Dib	07/02/2019			Logacho L.
				Rev	07/02/2019			Cruz J.
				Apro	07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 13		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(SUSTITUCIÓN)		



				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Ajustador	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 14	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Ajustador del engrane	Escala: 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

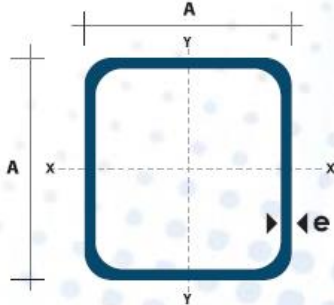
Anexo 16: Perfiles y planchas de acero.

TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO



Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o Galvanizado.
Largo Normal	6.00 m
Otros Largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20.00 mm a 100.00 mm
Espesor	Desde 1.20 mm a 5.00 mm



Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	4,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE



Especificaciones Generales

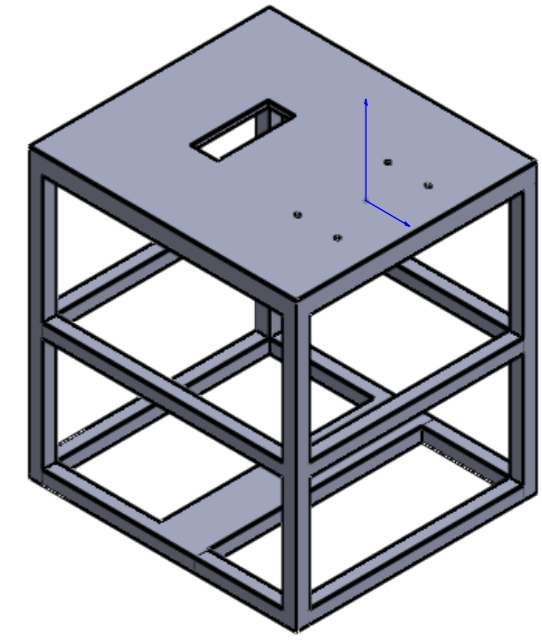
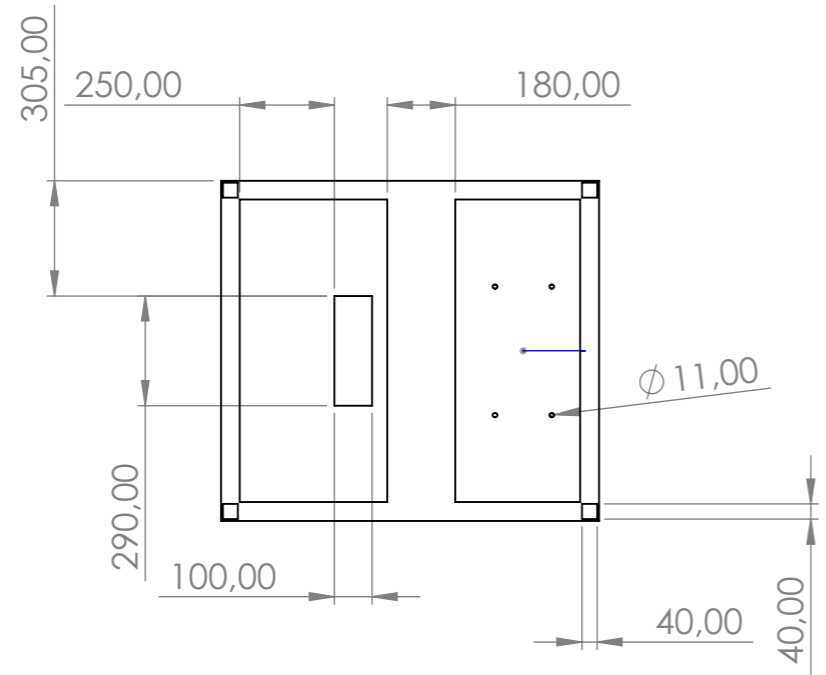
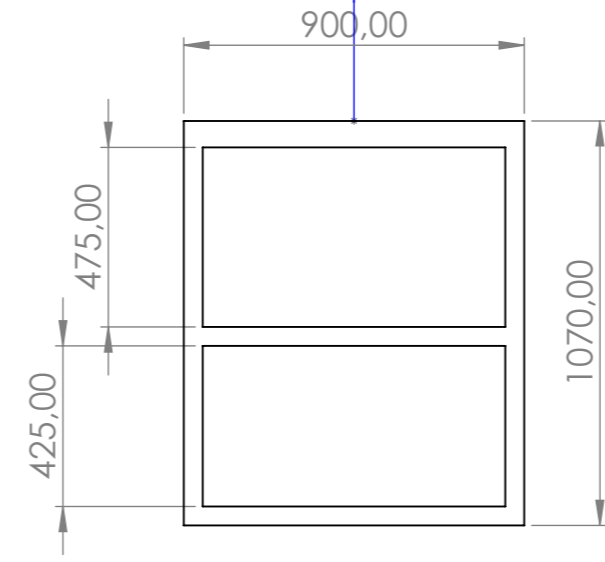
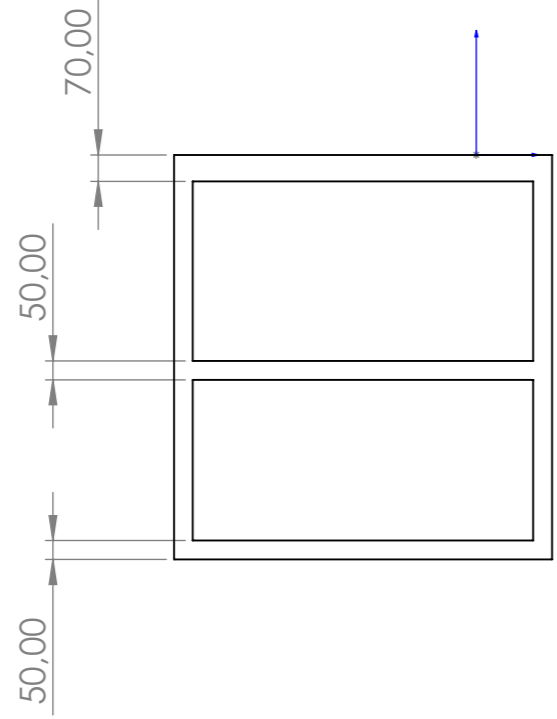
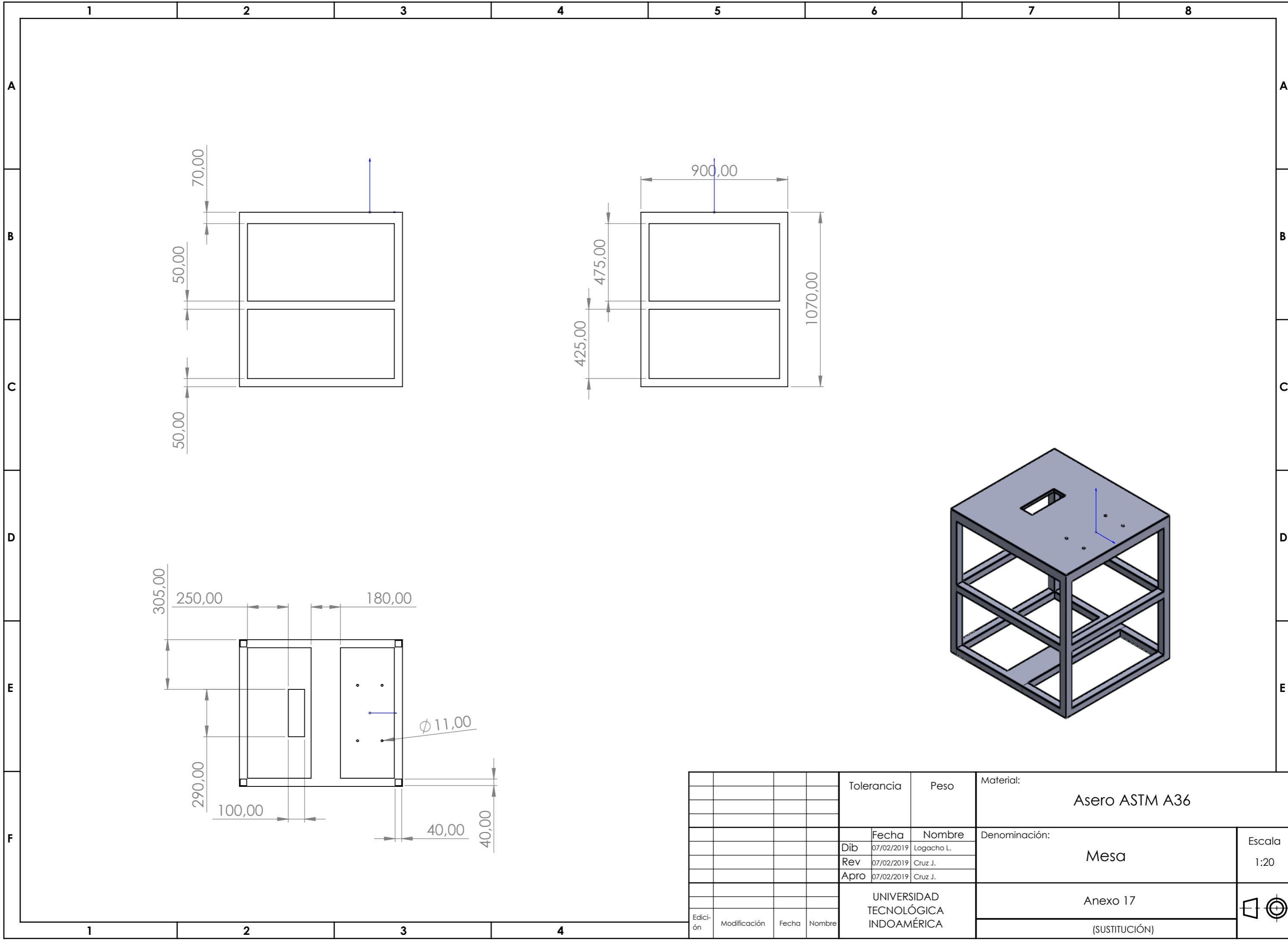
Espesores	1.20mm a 150.00mm
Rollos	Ancho 1000mm, 1220mm, 1500mm
Planchas	4 x 8 pies y a medida

Calidad Comercial

Calidad	Composición Química							Propiedades Mecánicas				Norma Equivalente
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°		
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= Oe	SAE 1010 ASTM A-569	
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1	
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33	

Calidad Estructural

Norma	Composición Química							Propiedades Mecánicas					Norma Equivalente
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°		
ASTM A-588M Grado A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 Grado C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015	
JIS G-3101 5541 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36	
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min			
A570-GR50	0,25	1,35 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 550 max	17 min	1-1/2e		



				Tolerancia	Peso	Material: Asero ASTM A36		
						Denominación: Mesa	Escala 1:20	
				Dib	07/02/2019			Logacho L.
				Rev	07/02/2019			Cruz J.
				Apro	07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 17		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(SUSTITUCIÓN)		

ABMA to SKF Product Number Comparison

Preface

This SKF publication is designed to help you convert ABMA (American Bearing Manufacturers Association) part numbers into SKF part numbers, or designations.

ABMA part numbers are a generic numbering system designed to describe bearings contained within a specific piece of equipment. They are most commonly used for electric motors, where the number is found on the identification plate attached to the housing. When deciphered, each ABMA number will tell you the type of bearing, its boundary dimensions, cage material, closures, clearances and other special features of the bearings used in the equipment.

How to Convert Numbers

The general format for an ABMA part number follows:

0000	AA	00	A	AA	A	00	A	000
------	----	----	---	----	---	----	---	-----

Basic part number
(See Table A)

Suffix
(See Table B)

1. Look at Table A (basic part number) to find the first section of the sample number shown above. The numbers in this table are basic SKF part numbers.
2. Next, use the Table B (suffix) to complete the total SKF part number. This will require some interpretation; listed below are two examples to follow.

Example I:

ABMA part number

35	BC	03	X	3	0
----	----	----	---	---	---

"35 BC 03" is in Table A, which indicates SKF part number 6307

"X" separates basic part number and suffix

"3" is internal radial clearance greater than normal (SKF suffix C3)

"0" indicates normal ABEC 1 tolerancing (no suffix)

SKF part number 6307/C3

Example II:

ABMA part number

A	B			
50 BC 02	J	PP	3	0

"50 BC 02" is found in Table A, which indicates SKF part number 6210

"J" is in Table B, a steel cage (in some cases, no suffix is necessary with J)

"PP" is in Table B (suffix), and is equal to SKF suffix "2Z"

"3" is internal radial clearance greater than normal (SKF suffix C3)

"0" indicates normal ABEC 1 tolerancing (no suffix)

SKF part number 6210-2Z/C3

TABLE A - Basic Part Number

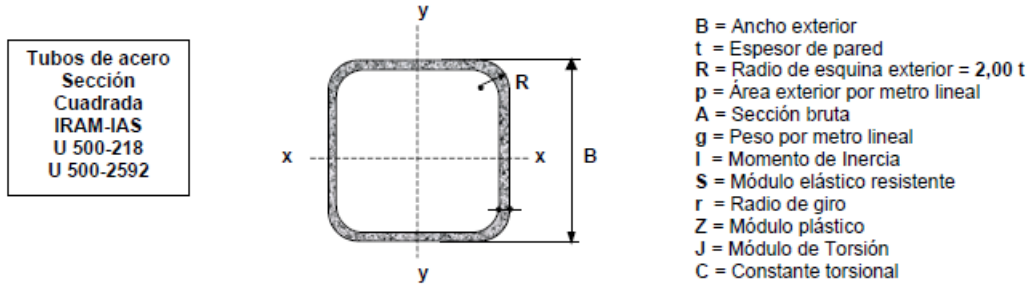
ABMA Part No.	SKF Part No.	ABMA Part No.	SKF Part No.	ABMA Part No.	SKF Part No.
10 BA 02	7200 ACD	100 BG 32	3220 A	100 TA 11	51120
10 BA 10	7000 ACD	100 BG 32	5220 A	100 TA 12	51220
10 BA 19	71900 ACD	100 BG 33	3320 A	100 TA 13	51320
10 BC 02	6200	100 BJ 32	3220 AW	100 TA 14	51420
10 BC 03	6300	100 BJ 32	5220 AW	100 TA 22	52220
10 BC 10	6000	100 BJ 33	3320 AW	100 TA 23	52320
10 BC 18	61800	100 BK 02	4220 A	1000 BC 10	60/1000
10 BC 19	61900	100 BK 03	4320 A	1000 BC 18	618/1000
10 BD 32	3200 EW	100 BL 02	220	1000 BC 19	619/1000
10 BD 33	3300 EW	100 BL 03	320	105 BA 02	7221 ACD
10 BD 33	5300 EW	100 BN 02	7220 CD	105 BA 10	7021 ACD
10 BE 32	3200 E	100 BN 10	7020 CD	105 BA 19	71921 ACD
10 BE 32	5200 E	100 BN 19	71920 CD	105 BC 02	6221
10 BE 33	3300 E	100 BS 02	1220	105 BC 03	6321
10 BG 32	3200 A	100 BS 03	1320	105 BC 04	6421
10 BG 32	5200 A	100 BS 22	2220	105 BC 10	6021
10 BG 33	3300 A	100 BS 23	2320	105 BC 18	61821
10 BJ 32	3200 AW	100 BT 02	7220 BE	105 BC 19	61921
10 BJ 32	5200 AW	100 BT 03	7320 BE	105 BN 02	7221 CD
10 BJ 33	3300 AW	100 BT 04	7420	105 BN 10	7021 CD
10 BK 02	4200 A	100 BV 32	3220 D	105 BN 19	71921 CD
10 BK 03	4300 A	100 BV 33	3320 D	105 BS 02	1221
10 BN 02	7200 CD	100 BZ 02	QJ 220	105 BS 22	2221
10 BN 10	7000 CC	100 BZ 03	QJ 320	105 BT 02	7221 BE
10 BN 10	7000 CD	100 RJ 02	NJ 220 EC	105 BT 03	7321 BE
10 BN 19	71900 CD	100 RJ 03	NJ 320 EC	105 BT 04	7421
10 BS 02	1200 E	100 RJ 04	NJ 420	105 BZ 02	QJ 221
10 BS 22	2200 E	100 RJ 22	NJ 2220 EC	105 BZ 03	QJ 321
10 BT 02	7200 BE	100 RJ 23	NJ 2320 EC	105 RJ 02	NJ 221 EC
10 BV 32	3200 D	100 RN 02	N 220 EC	105 RJ 03	NJ 321 EC
10 BV 33	3300 D	100 RN 03	N 320 EC	105 RJ 04	NJ 421
10 TA 11	51100	100 RT 02	NU 220 EC	105 RJ 22	NJ 2221 EC
10 TA 12	51200	100 RT 03	NU 320 EC	105 RJ 23	NJ 2321 EC
100 BA 02	7220 ACD	100 RT 22	NU 2220 EC	105 RN 02	N 221 EC
100 BA 10	7020 ACD	100 RT 23	NU 2320 EC	105 RN 03	N 321 EC
100 BA 19	71920 ACD	100 RU 02	NU 220 EC	105 RT 02	NU 221 EC
100 BC 00	16020	100 RU 03	NU 320 EC	105 RT 03	NU 321 EC
100 BC 02	6220	100 RU 04	NU 420	105 RT 22	NU 2221 EC
100 BC 03	6320	100 RU 10	NU 1020	105 RT 23	NU 2321 EC
100 BC 04	6420	100 RU 22	NU 2220 EC	105 RU 02	NU 221 EC
100 BC 10	6020	100 RU 23	NU 2320 EC	105 RU 03	NU 321 EC
100 BC 18	61820	100 SC 22	22220 CC	105 RU 04	NU 421
100 BC 19	61920	100 SC 23	22320 CC	105 RU 10	NU 1021
100 BD 32	3220 EW	100 SC 31	23120 CC	105 RU 22	NU 2221 EC
100 BD 33	3320 EW	100 SC 32	23220 CC	105 RU 23	NU 2321 EC
100 BD 33	5320 EW	100 SC 03	21320 CC	105 TA 11	51121
100 BE 32	3220 E	100 SE 22	22220 E	105 TA 12	51221
100 BE 32	5220 E	100 SE 23	22320 E	105 TA 13	51321
100 BE 33	3320 E	100 SE 03	21320 E	105 TA 14	51421

Anexo 19: Tabla de esfuerzo normal según material.

Designación del material (número ASTM)	Grado, producto o espesor	Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
A36	$t \leq 8$ pulg	58	400	36	250	21
A242	$t \leq 3/4$ pulg	70	480	50	345	21
A242	$t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	67	460	46	315	21
A242	$t \leq 4$ pulg	63	435	42	290	21
A500	Tubo estructural formado en frío, redondo o de otras formas					
	Redondo, grado A	45	310	33	228	25
	Redondo, grado B	58	400	42	290	23
	Redondo, grado C	62	427	46	317	21
	Otra forma, grado A	45	310	39	269	25
	Otra forma, grado B	58	400	46	317	23
	Otra forma, grado C	62	427	50	345	21
A501	Tubo estructural formado en caliente, redondo o de otras formas	58	400	36	250	23
A514	Templado y revenido, $t \leq 2\frac{1}{2}$ pulg	110-130	760-895	100	690	18%
A572	42, $t \leq 6$ pulg	60	415	42	290	24
A572	50, $t \leq 4$ pulg	65	450	50	345	21
A572	60, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	75	520	60	415	18
A572	65, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	80	550	65	450	17
A588	$t \leq 4$ pulg	70	485	50	345	21
A992	Perfiles W	65	450	50	345	21

Nota: ASTM A572 es uno de los aceros de alta resistencia y baja aleación (HSLA), y sus propiedades son similares a las del acero SAE J410b, especificadas por la SAE.

Anexo 20: Inercia de perfiles cuadrados.



B [mm]	t [mm]	p [m ² /m]	Ag [cm ²]	g [Kg/m]	Ix=Iy [cm ⁴]	Sx=Sy [cm ³]	rx=ry [cm]	Zx=Zy [cm ³]	J [cm ⁴]	C [cm ³]
15	0.70	0.058	0.388	0.304	0.130	0.173	0.579	0.206	0.203	0.285
	0.90	0.057	0.487	0.382	0.158	0.210	0.569	0.254	0.248	0.355
	1.25	0.056	0.647	0.508	0.197	0.263	0.552	0.327	0.315	0.465
20	0.90	0.077	0.667	0.523	0.399	0.399	0.773	0.473	0.622	0.654
	1.25	0.076	0.897	0.704	0.513	0.513	0.756	0.621	0.810	0.871
	1.60	0.075	1.112	0.873	0.607	0.607	0.739	0.752	0.968	1.068
25	0.90	0.097	0.847	0.665	0.809	0.647	0.977	0.759	1.253	1.043
	1.25	0.096	1.147	0.901	1.058	0.847	0.960	1.010	1.657	1.403
	1.60	0.095	1.432	1.124	1.274	1.019	0.943	1.237	2.013	1.736
	2.00	0.093	1.737	1.364	1.483	1.186	0.924	1.468	2.363	2.085
30	0.90	0.117	1.027	0.806	1.433	0.956	1.181	1.113	2.210	1.521
	1.25	0.116	1.397	1.097	1.895	1.263	1.165	1.492	2.949	2.059
	1.60	0.115	1.752	1.375	2.307	1.538	1.148	1.842	3.620	2.565
	2.00	0.113	2.137	1.678	2.720	1.813	1.128	2.208	4.304	3.105

Reglamento CIRSOC 301-EL / 302-EL

- 34 -

Tablas de Perfiles

B [mm]	t [mm]	p [m ² /m]	Ag [cm ²]	g [Kg/m]	Ix=Iy [cm ⁴]	Sx=Sy [cm ³]	rx=ry [cm]	Zx=Zy [cm ³]	J [cm ⁴]	C [cm ³]
40	1.25	0.156	1.897	1.489	4.694	2.347	1.573	2.737	7.244	3.746
	1.60	0.155	2.392	1.877	5.791	2.895	1.556	3.412	8.999	4.703
	2.00	0.153	2.937	2.306	6.935	3.468	1.537	4.136	10.857	5.745
	2.50	0.151	3.589	2.817	8.209	4.104	1.512	4.971	12.958	6.971
50	1.60	0.195	3.032	2.380	11.698	4.679	1.964	5.462	18.064	7.480
	2.00	0.193	3.737	2.934	14.137	5.655	1.945	6.664	21.970	9.185
	2.50	0.191	4.589	3.602	16.931	6.773	1.921	8.078	26.507	11.221
	3.20	0.189	5.727	4.495	20.387	8.155	1.887	9.895	32.211	13.891
60	1.60	0.23	3.67	2.88	20.67	6.89	2.37	7.99	31.78	10.90
	2.00	0.23	4.54	3.56	25.13	8.38	2.35	9.79	38.84	13.43
	2.50	0.23	5.59	4.39	30.32	10.11	2.33	11.93	47.18	16.47
	3.20	0.23	7.01	5.50	36.91	12.30	2.30	14.74	57.92	20.52
	4.00	0.23	8.55	6.71	43.52	14.51	2.26	17.66	68.87	24.84
80	2.00	0.31	6.14	4.82	61.67	15.42	3.17	17.85	94.67	24.31
	2.50	0.31	7.59	5.96	75.10	18.78	3.15	21.90	115.90	29.97
	3.20	0.31	9.57	7.51	92.65	23.16	3.11	27.30	143.98	37.62
	4.00	0.31	11.75	9.22	110.96	27.74	3.07	33.09	173.72	45.96
	4.76	0.30	13.74	10.79	126.70	31.67	3.04	38.22	199.62	53.48
90	2.50	0.35	8.59	6.74	108.50	24.11	3.55	28.01	166.95	38.22
	3.20	0.35	10.85	8.51	134.42	29.87	3.52	35.02	208.17	48.09
	4.00	0.35	13.35	10.48	161.80	35.96	3.48	42.60	252.30	58.92
	4.76	0.34	15.65	12.28	185.67	41.26	3.44	49.39	291.27	68.75
	6.35	0.34	20.21	15.86	229.17	50.93	3.37	62.30	363.45	87.88
100	3.20	0.39	12.13	9.52	187.17	37.43	3.93	43.70	289.03	59.84
	4.00	0.39	14.95	11.73	226.20	45.24	3.89	53.31	351.52	73.48
	4.76	0.38	17.55	13.78	260.58	52.12	3.85	61.98	407.25	85.94

Reglamento CIRSOC 301-EL / 302-EL

- 35 -

Tablas de Perfiles

B	t	p	Ag	g	Ix=Iy	Sx=Sy	rx=ry	Zx=Zy	J	C
[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
100	6.35	0.38	22.75	17.86	324.36	64.87	3.78	78.67	512.33	110.39
110	3.20	0.43	13.41	10.52	252.17	45.85	4.34	53.34	388.47	72.87
	4.00	0.43	16.55	12.99	305.74	55.59	4.30	65.23	473.79	89.64
	4.76	0.42	19.45	15.27	353.32	64.24	4.26	76.00	550.44	105.02
	6.35	0.42	25.29	19.85	442.81	80.51	4.18	96.94	696.88	135.45
120	4.00	0.47	18.15	14.25	402.03	67.00	4.71	78.34	621.49	107.40
	5.00	0.46	22.36	17.55	485.14	80.86	4.66	95.48	754.89	131.77
	6.00	0.46	26.43	20.75	561.74	93.62	4.61	111.67	879.44	155.12
	8.00	0.45	34.19	26.84	696.31	116.05	4.51	141.28	1101.89	198.73
	10.00	0.45	41.42	32.52	807.47	134.58	4.42	167.31	1288.84	238.14
	12.00	0.44	48.13	37.78	896.91	149.49	4.32	189.89	1440.40	273.26
140	4.00	0.55	21.35	16.76	651.26	93.04	5.52	108.17	1002.82	147.72
	5.00	0.54	26.36	20.69	790.05	112.86	5.48	132.33	1223.68	181.77
	6.00	0.54	31.23	24.52	919.78	131.40	5.43	155.38	1432.50	214.64
	8.00	0.53	40.59	31.86	1153.05	164.72	5.33	198.19	1813.95	276.81
	10.00	0.53	49.42	38.80	1353.13	193.30	5.23	236.73	2147.06	334.14
	12.00	0.52	57.73	45.32	1522.01	217.43	5.13	271.13	2431.84	386.54
150	4.00	0.59	22.95	18.01	807.39	107.65	5.93	124.88	1241.25	170.28
	5.00	0.58	28.36	22.26	981.52	130.87	5.88	153.01	1517.32	209.77
	6.00	0.58	33.63	26.40	1145.12	152.68	5.84	179.94	1779.59	248.00
	8.00	0.57	43.79	34.38	1441.91	192.26	5.74	230.24	2262.62	320.65
	10.00	0.57	53.42	41.94	1699.97	226.66	5.64	275.94	2690.17	388.14
	12.00	0.56	62.53	49.09	1921.46	256.20	5.54	317.16	3062.22	450.38
180	5.00	0.70	34.36	26.97	1735.93	192.88	7.11	224.04	2671.24	305.77
	6.00	0.70	40.83	32.05	2035.27	226.14	7.06	264.40	3146.31	362.48
	8.00	0.69	53.39	41.91	2588.88	287.65	6.96	340.81	4036.80	471.37

Reglamento CIRSOC 301-EL / 302-EL

- 36 -

Tablas de Perfiles

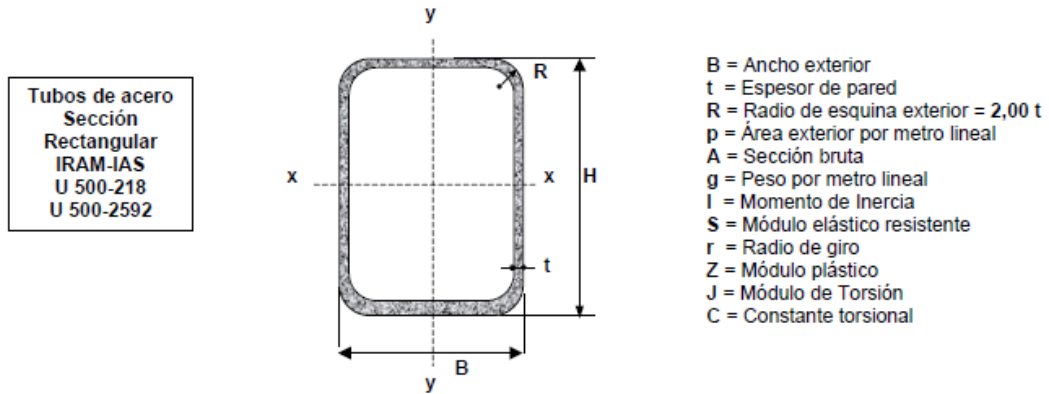
B	t	p	Ag	g	Ix=Iy	Sx=Sy	rx=ry	Zx=Zy	J	C
[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
180	10.00	0.69	65.42	51.36	3084.59	342.73	6.87	411.57	4847.53	574.14
	12.00	0.68	76.93	60.39	3525.06	391.67	6.77	476.82	5578.34	670.70
200	5.00	0.78	38.36	30.11	2408.88	240.89	7.92	278.90	3698.02	379.77
	6.00	0.78	45.63	35.82	2831.13	283.11	7.88	329.71	4364.65	450.80
	8.00	0.77	59.79	46.94	3619.16	361.92	7.78	426.52	5624.39	587.85
	10.00	0.77	73.42	57.64	4334.41	433.44	7.68	516.99	6785.78	718.14
	12.00	0.76	86.53	67.93	4979.83	497.98	7.59	601.27	7848.57	841.58
250	6.00	0.98	57.63	45.24	5669.3	453.5	9.92	524.5	8695.7	713.6
	8.00	0.97	75.79	59.50	7311.3	584.9	9.82	682.8	11290.2	935.0
	10.00	0.97	93.42	73.34	8835.8	706.9	9.73	833.0	13731.4	1148.1
	12.00	0.96	110.53	86.77	10246.7	819.7	9.63	975.4	16019.0	1352.8
300	6.00	1.18	69.63	54.66	9959.5	664.0	11.96	764.3	15222.8	1036.4
	8.00	1.17	91.79	72.06	12918.3	861.2	11.86	999.1	19859.9	1362.2
	10.00	1.17	113.42	89.04	15704.3	1047.0	11.77	1224.1	24277.1	1678.1
	12.00	1.16	134.53	105.61	18322.0	1221.5	11.67	1439.5	28473.5	1984.0
350	6.00	1.38	81.63	64.08	16001.9	914.4	14.00	1049.0	24395.8	1419.2
	8.00	1.37	107.79	84.62	20840.2	1190.9	13.90	1375.3	31933.7	1869.4
	10.00	1.37	133.42	104.74	25439.7	1453.7	13.81	1690.1	39172.7	2308.1
	12.00	1.36	158.53	124.45	29805.8	1703.2	13.71	1993.6	46112.0	2735.2
400	8.00	1.57	123.79	97.18	31476.9	1573.8	15.95	1811.6	48111.5	2456.6
	10.00	1.57	153.42	120.44	38542.1	1927.1	15.85	2231.2	59168.4	3038.1
	12.00	1.56	182.53	143.29	45298.1	2264.9	15.75	2637.7	69834.5	3606.4
	14.00	1.55	211.11	165.72	51750.9	2587.5	15.66	3031.3	80108.7	4161.3

Reglamento CIRSOC 301-EL / 302-EL

- 37 -

Tablas de Perfiles

Anexo 21: Inercia de perfiles rectangulares.



B	H	t	p	Ag	g	Ix	Sx	rx	Zx	Iy	Sy	ry	Zy	J	C
[mm]	[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
10	20	0.70	0.058	0.388	0.304	0.193	0.193	0.706	0.244	0.065	0.130	0.409	0.150	0.156	0.250
		0.90	0.057	0.487	0.382	0.234	0.234	0.694	0.301	0.078	0.156	0.400	0.184	0.189	0.310
15	25	0.90	0.077	0.667	0.523	0.547	0.438	0.906	0.542	0.247	0.329	0.609	0.381	0.539	0.609
		1.25	0.076	0.897	0.704	0.706	0.565	0.887	0.713	0.315	0.420	0.593	0.499	0.698	0.809
20	30	0.90	0.097	0.847	0.665	1.052	0.701	1.115	0.851	0.563	0.563	0.815	0.644	1.147	0.998
		1.25	0.096	1.147	0.901	1.378	0.919	1.096	1.132	0.733	0.733	0.799	0.856	1.512	1.340
		1.60	0.095	1.432	1.124	1.662	1.108	1.077	1.388	0.878	0.878	0.783	1.046	1.832	1.656

Reglamento CIRSOC 301-EL / 302-EL

- 38 -

Tablas de Perfiles

B	H	t	p	Ag	g	Ix	Sx	rx	Zx	Iy	Sy	ry	Zy	J	C
[mm]	[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
20	40	0.90	0.117	1.027	0.806	2.129	1.064	1.440	1.319	0.727	0.727	0.841	0.816	1.718	1.341
		1.25	0.116	1.397	1.097	2.817	1.408	1.420	1.769	0.953	0.953	0.826	1.090	2.276	1.809
		1.60	0.115	1.752	1.375	3.431	1.716	1.400	2.183	1.149	1.149	0.810	1.341	2.773	2.245
30	40	1.25	0.136	1.647	1.293	3.755	1.878	1.510	2.253	2.412	1.608	1.210	1.851	4.572	2.778
		1.60	0.135	2.072	1.626	4.611	2.306	1.492	2.798	2.952	1.968	1.194	2.296	5.646	3.474
		2.00	0.133	2.537	1.992	5.491	2.746	1.471	3.376	3.504	2.336	1.175	2.768	6.762	4.225
30	50	1.25	0.156	1.897	1.489	6.439	2.576	1.842	3.139	2.928	1.952	1.242	2.211	6.309	3.496
		1.60	0.155	2.392	1.877	7.950	3.180	1.823	3.914	3.598	2.398	1.226	2.751	7.816	4.383
		2.00	0.153	2.937	2.306	9.529	3.812	1.801	4.744	4.288	2.859	1.208	3.328	9.398	5.345
		2.50	0.151	3.589	2.817	11.291	4.516	1.774	5.703	5.045	3.363	1.186	3.989	11.166	6.471
30	60	1.60	0.175	2.712	2.129	12.484	4.161	2.146	5.189	4.243	2.829	1.251	3.205	10.081	5.292
		2.00	0.173	3.337	2.620	15.035	5.012	2.123	6.313	5.072	3.381	1.233	3.888	12.150	6.465
		2.50	0.171	4.089	3.210	17.923	5.974	2.094	7.622	5.990	3.993	1.210	4.677	14.484	7.846
30	70	1.60	0.195	3.032	2.380	18.373	5.249	2.462	6.625	4.888	3.259	1.270	3.660	12.411	6.200
		2.00	0.193	3.737	2.934	22.208	6.345	2.438	8.081	5.856	3.904	1.252	4.448	14.983	7.585
		2.50	0.191	4.589	3.602	26.597	7.599	2.407	9.792	6.935	4.624	1.229	5.364	17.900	9.221
40	50	1.60	0.175	2.712	2.129	9.824	3.930	1.903	4.688	6.970	3.485	1.603	4.027	12.667	5.932
		2.00	0.173	3.337	2.620	11.833	4.733	1.883	5.704	8.379	4.190	1.585	4.896	15.343	7.265
		2.50	0.171	4.089	3.210	14.111	5.644	1.858	6.890	9.967	4.983	1.561	5.909	18.412	8.846
40	60	1.60	0.195	3.032	2.380	15.212	5.071	2.240	6.124	8.150	4.075	1.640	4.641	16.552	7.160
		2.00	0.193	3.737	2.934	18.399	6.133	2.219	7.473	9.823	4.912	1.621	5.656	20.098	8.785
		2.50	0.191	4.589	3.602	22.055	7.352	2.192	9.060	11.725	5.862	1.598	6.846	24.197	10.721
		3.20	0.189	5.727	4.495	26.589	8.863	2.155	11.100	14.050	7.025	1.566	8.369	29.311	13.251

B	H	t	p	Ag	g	Ix	Sx	rx	Zx	Iy	Sy	ry	Zy	J	C
[mm]	[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
40	80	1.60	0.235	3.672	2.882	30.694	7.674	2.891	9.475	10.509	5.255	1.692	5.870	24.750	9.618
		2.00	0.233	4.537	3.562	37.331	9.333	2.868	11.610	12.711	6.356	1.674	7.176	30.136	11.825
		2.50	0.231	5.589	4.387	45.072	11.268	2.840	14.149	15.240	7.620	1.651	8.721	36.418	14.471
		3.20	0.229	7.007	5.500	54.902	13.725	2.799	17.467	18.384	9.192	1.620	10.725	44.373	17.961
		4.00	0.226	8.548	6.710	64.753	16.188	2.752	20.927	21.441	10.721	1.584	12.793	52.268	21.641
40	100	2.00	0.273	5.337	4.190	65.333	13.067	3.499	16.546	15.599	7.800	1.710	8.696	40.620	14.865
		2.50	0.271	6.589	5.172	79.258	15.852	3.468	20.237	18.756	9.378	1.687	10.596	49.185	18.221
		3.20	0.269	8.287	6.505	97.215	19.443	3.425	25.113	22.717	11.359	1.656	13.080	60.115	22.672
		4.00	0.266	10.148	7.966	115.606	23.121	3.375	30.275	26.625	13.313	1.620	15.673	71.098	27.401
40	120	2.00	0.313	6.137	4.818	104.003	17.334	4.117	22.283	18.487	9.244	1.736	10.216	51.377	17.905
		2.50	0.311	7.589	5.957	126.615	21.102	4.085	27.326	22.271	11.136	1.713	12.471	62.286	21.971
		3.20	0.309	9.567	7.510	156.088	26.015	4.039	34.039	27.051	13.525	1.682	15.435	76.272	27.382
		4.00	0.306	11.748	9.222	186.733	31.122	3.987	41.222	31.809	15.905	1.645	18.553	90.430	33.161
40	140	3.20	0.349	10.847	8.515	234.081	33.440	4.646	44.245	31.384	15.692	1.701	17.790	92.700	32.093
		4.00	0.346	13.348	10.478	281.336	40.191	4.591	53.769	36.993	18.497	1.665	21.433	110.089	38.921
		4.75	0.344	15.616	12.259	321.767	45.967	4.539	62.154	41.531	20.765	1.631	24.571	124.341	44.878
		6.35	0.338	20.209	15.864	395.958	56.565	4.426	78.319	49.068	24.534	1.558	30.403	148.265	56.127
50	70	2.50	0.231	5.589	4.387	37.988	10.854	2.607	13.167	22.572	9.029	2.010	10.453	44.360	15.971
		3.20	0.229	7.007	5.500	46.295	13.227	2.570	16.261	27.396	10.958	1.977	12.890	54.367	19.881
		4.00	0.226	8.548	6.710	54.642	15.612	2.528	19.494	32.186	12.874	1.940	15.427	64.504	24.041
50	150	3.20	0.389	12.127	9.519	315.528	42.070	5.101	54.526	55.431	22.172	2.138	24.871	155.136	43.843
		4.00	0.386	14.948	11.734	381.073	50.810	5.049	66.483	66.042	26.417	2.102	30.147	186.210	53.481
		4.75	0.384	17.516	13.750	437.916	58.389	5.000	77.099	74.920	29.968	2.068	34.766	212.578	62.025
		6.35	0.378	22.749	17.858	544.784	72.638	4.894	97.862	90.631	36.252	1.996	43.595	260.008	78.644

B	H	t	p	Ag	g	Ix	Sx	rx	Zx	Iy	Sy	ry	Zy	J	C
[mm]	[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
60	80	2.50	0.271	6.589	5.172	60.088	15.022	3.020	18.024	38.587	12.862	2.420	14.810	73.151	22.221
		3.20	0.269	8.287	6.505	73.776	18.444	2.984	22.382	47.237	15.746	2.388	18.371	90.333	27.792
		4.00	0.266	10.148	7.966	87.857	21.964	2.942	27.007	56.063	18.688	2.350	22.006	108.190	33.801
60	100	3.20	0.309	9.567	7.510	127.199	25.440	3.646	31.308	57.561	19.187	2.453	22.006	125.056	35.062
		4.00	0.306	11.748	9.222	152.470	30.494	3.603	37.955	68.607	22.869	2.417	26.620	150.368	42.761
		4.75	0.304	13.716	10.767	173.952	34.790	3.561	43.772	77.861	25.954	2.383	30.639	171.932	49.580
60	120	3.20	0.349	10.847	8.515	199.743	33.290	4.291	41.514	67.885	22.628	2.502	25.641	161.294	42.333
		4.00	0.346	13.348	10.478	240.557	40.093	4.245	50.502	81.151	27.050	2.466	31.100	194.406	51.721
		4.75	0.344	15.616	12.259	275.702	45.950	4.202	58.438	92.360	30.787	2.432	35.888	222.833	60.078
		6.35	0.338	20.209	15.864	340.998	56.833	4.108	73.816	112.544	37.515	2.360	45.066	275.053	76.447
70	150	3.20	0.429	13.407	10.524	384.488	51.265	5.355	63.921	117.691	33.626	2.963	37.637	286.965	62.633
		4.00	0.426	16.548	12.990	466.337	62.178	5.309	78.163	141.762	40.503	2.927	45.894	348.142	76.841
		4.75	0.424	19.416	15.242	538.129	71.751	5.265	90.898	162.526	46.436	2.893	53.231	401.662	89.623
		6.35	0.418	25.289	19.852	675.818	90.109	5.170	116.105	201.285	57.510	2.821	67.612	503.478	115.131
80	100	4.00	0.346	13.348	10.478	189.334	37.867	3.766	45.635	134.065	33.516	3.169	39.167	245.495	58.121
		4.75	0.344	15.616	12.259	217.046	43.409	3.728	52.821	153.399	38.350	3.134	45.304	282.777	67.678
		6.35	0.338	20.209	15.864	268.669	53.734	3.646	66.772	189.131	47.283	3.059	57.189	353.023	86.607
80	120	4.00	0.386	14.948	11.734	294.381	49.064	4.438	59.782	157.169	39.292	3.243	45.247	321.574	70.281
		4.75	0.384	17.516	13.750	338.794	56.466	4.398	69.386	180.296	45.074	3.208	52.453	371.319	81.975
		6.35	0.378	22.749	17.858	423.017	70.503	4.312	88.249	223.575	55.894	3.135	66.543	466.260	105.314
80	140	4.00	0.426	16.548	12.990	429.304	61.329	5.093	75.529	180.273	45.068	3.301	51.327	400.735	82.441
		4.75	0.424	19.416	15.242	495.546	70.792	5.052	87.852	207.193	51.798	3.267	59.602	463.480	96.273
		6.35	0.418	25.289	19.852	622.809	88.973	4.963	112.266	258.020	64.505	3.194	75.896	584.233	124.021

B	H	t	p	Ag	g	Ix	Sx	rx	Zx	Iy	Sy	ry	Zy	J	C
[mm]	[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
100	140	3.20	0.469	14.687	11.529	413.74	59.11	5.31	70.51	247.14	49.43	4.10	56.09	479.00	84.62
		4.00	0.466	18.148	14.246	503.29	71.90	5.27	86.41	299.93	59.99	4.07	68.67	585.01	104.20
		4.75	0.464	21.316	16.733	582.44	83.21	5.23	100.70	346.33	69.27	4.03	79.97	679.38	121.97
		6.35	0.458	27.829	21.846	736.24	105.18	5.14	129.24	435.74	87.15	3.96	102.45	864.44	157.97
100	180	3.20	0.549	17.247	13.539	757.75	84.19	6.63	102.44	307.11	61.42	4.22	68.48	683.56	109.40
		4.00	0.546	21.348	16.758	925.48	102.83	6.58	125.90	373.65	74.73	4.18	84.03	836.56	134.92
		4.75	0.544	25.116	19.716	1075.15	119.46	6.54	147.13	432.52	86.50	4.15	98.06	973.49	158.17
		6.35	0.538	32.909	25.833	1370.53	152.28	6.45	189.97	547.13	109.43	4.08	126.24	1244.51	205.54
100	200	4.00	0.586	22.948	18.014	1198.99	119.90	7.23	148.05	410.52	82.10	4.23	91.71	966.79	150.28
		5.00	0.583	28.356	22.260	1458.26	145.83	7.17	181.40	496.53	99.31	4.18	112.12	1177.20	184.77
		6.00	0.579	33.633	26.402	1702.05	170.21	7.11	213.31	576.32	115.26	4.14	131.56	1375.08	218.00
		8.00	0.573	43.792	34.377	2144.60	214.46	7.00	272.92	718.11	143.62	4.05	167.57	1733.32	280.65
		10.00	0.566	53.425	41.938	2529.41	252.94	6.88	326.99	837.54	167.51	3.96	199.89	2041.71	338.14
100	250	5.00	0.683	33.356	26.185	2552.06	204.17	8.75	258.54	609.34	121.87	4.27	135.87	1586.70	232.27
		6.00	0.679	39.633	31.112	2990.14	239.21	8.69	304.89	708.86	141.77	4.23	159.76	1856.36	274.40
		8.00	0.673	51.792	40.657	3797.45	303.80	8.56	392.39	887.39	177.48	4.14	204.37	2348.24	354.25
		10.00	0.666	63.425	49.788	4515.84	361.27	8.44	473.04	1040.04	208.01	4.05	244.89	2777.28	428.14
		12.00	0.659	74.532	58.507	5148.71	411.90	8.31	546.98	1168.54	233.71	3.96	281.45	3144.11	495.98

Anexo 22: Coeficientes de fricción.

Superficies en contacto	μ_k
Acero sobre acero	0.18
Acero sobre hielo (patines)	0.02-0.03
Acero sobre hierro	0.19
Hielo sobre hielo	0.028
Patines de madera sobre hielo y nieve	0.035
Goma (neumático) sobre terreno firme	0.4-0.6
Correa de cuero (seca) sobre metal	0.56
Bronce sobre bronce	0.2
Bronce sobre acero	0.18
Roble sobre roble en la dirección de la fibra	0.48

Anexo 23: Características técnicas del motor SIEMENS.

Tabla de selección

Totalmente cerrados con ventilación exterior

Montaje: Horizontal con patas (F-1)

Aislamiento clase F

Diseño NEMA B según Norma MG-1

33°C temp. ambiente a una altitud de 2300 msnm

40°C temp. ambiente a una altitud de 1000 msnm

Factor de servicio:

1.15 Motores GP10 y SD10

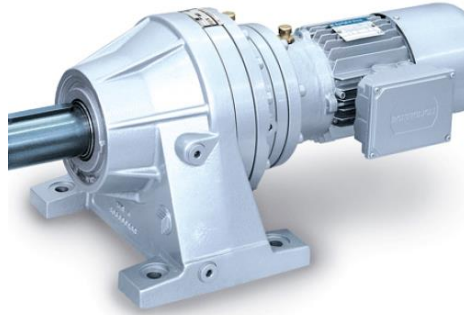
Descripción				Modelo	
Potencia en HP	Velocidad en RPM	Tensión a 60Hz en Volts	Tamaño Armazón NEMA	GP10 Uso General Catálogo Spiridon	SD10 Uso Severo Catálogo Spiridon
0.5	900	208-230/460	143T	A7B10000048458	no disponible
0.75	1800	208-230/460	143T	A7B10000048472	A7B10000048469
	1200	208-230/460	143T	A7B10000048459	A7B10000048474
	900	208-230/460	145T	A7B10000048490	A7B10000048475
1	3600	208-230/460	143T	A7B10000012670	A7B10000047493
	1800	208-230/460	143T	A7B10000012675	A7B10000047514
	1200	208-230/460	145T	A7B10000012678	A7B10000047515
	900	208-230/460	182T	A7B10000048088	A7B10000048042
1.5	3600	208-230/460	143T	A7B10000012671	A7B10000048041
	1800	208-230/460	145T	A7B10000012676	A7B10000047516
	1200	208-230/460	182T	A7B10000012683	A7B10000048043
	900	208-230/460	184T	A7B10000048499	A7B10000048044
2	3600	208-230/460	145T	A7B10000012672	A7B10000048045
	1800	208-230/460	145T	A7B10000012677	A7B10000047517
	1200	208-230/460	184T	A7B10000012684	A7B10000048046
	900	208-230/460	213T	A7B10000048089	A7B10000048047
3	3600	208-230/460	182T	A7B10000012679	A7B10000048048
	1800	208-230/460	182T	A7B10000012681	A7B10000047518
	1200	208-230/460	213T	A7B10000012689	A7B10000048049
	900	208-230/460	215T	A7B10000048090	A7B10000048050
5	3600	208-230/460	184T	A7B10000012680	A7B10000048051
	1800	208-230/460	184T	A7B10000012682	A7B10000047519
	1200	208-230/460	215T	A7B10000012690	A7B10000048052
	900	208-230/460	254T	A7B10000048091	A7B10000048054
7.5	3600	208-230/460	213T	A7B10000012685	A7B10000048055
	1800	208-230/460	213T	A7B10000012687	A7B10000047520
	1200	208-230/460	254T	A7B10000012697	A7B10000048066
	900	208-230/460	256T	A7B10000048092	A7B10000048067
10	3600	208-230/460	215T	A7B10000012686	A7B10000048068
	1800	208-230/460	215T	A7B10000012688	A7B10000048030
	1200	208-230/460	256T	A7B10000012699	A7B10000048069
15	3600	208-230/460	254T	A7B10000012692	A7B10000048071
	1800	208-230/460	254T	A7B10000012695	A7B10000048031
20	3600	208-230/460	256T	A7B10000012694	A7B10000048072
	1800	208-230/460	256T	A7B10000012696	A7B10000048032



Valores de Intensidad media de los motores a plena carga

KW		0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200
HP		0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5.5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	150	180	220	266
I _N (A)	230V 50 Hz	2	2.5	3.5	5	6.5	9.5	11	15	22	28	42	54	68	80	104	130	154	192	248	312	360	425	520	640
	400V 50 Hz	1	1.5	2	2.5	3.5	5	6.5	8.5	11	15	22	29	35	42	57	69	81	100	131	162	195	233	285	352
	440V 50 Hz	0.9	1.4	1.7	2.4	3.2	4.5	6	8	10.8	14	20	27	33	39	52	64	76	91	120	147	178	215	259	321

Anexo 24: Características técnicas del reductor planetario.



Los reductores de la serie 300 son compactos y extremadamente potentes. Sus etapas planetarias son la solución ideal en aquella industria donde los impactos de las cargas son la regla habitual, más que la excepción. El producto es altamente configurable, debido a la gran variedad de salidas y de adaptación a motor. Todas estas propiedades están disponibles para cada uno de los 20 tamaños, comprendiendo desde el más pequeño hasta el más grande. Encontrar la combinación más adecuada para el usuario, es fácil y fiable.

Rango de pares

1000 ... 1287000 Nm

Datos mecánicos ($n_1 = 1500 \text{ min}^{-1}$)

hasta 450 kW

Relaciones de reducción

3.4 ... 5234

Versiónes

En línea

Angular (con un grupo cónico espiral)

Principales opciones para motor

Termistores y termostatos

Ventilación forzada independiente

Encoder incremental montado coaxialmente

Tipo	Para Nm
300	1.250
301	2.460
303	2.970
304	3.960
305	5.800
306	10.840
307	15.680
309	23.240
310	34.120
311	48.330
313	57.970
314	84.000
315	105.000

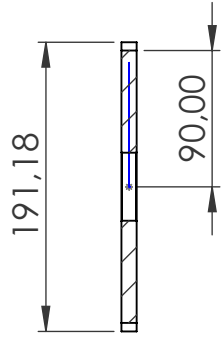
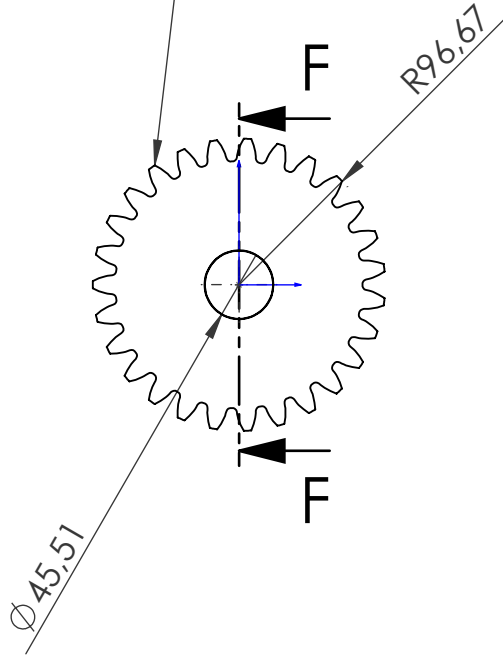
Anexo 25: Factor de servicio y factor de múltiples hileras.

Número de hileras de la cadena h	Factor de múltiples hileras Kh
1	1
2	1,7
3	2,5
4	3,3

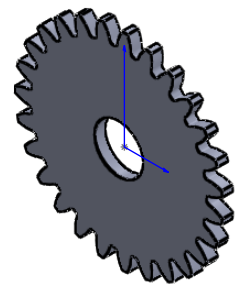
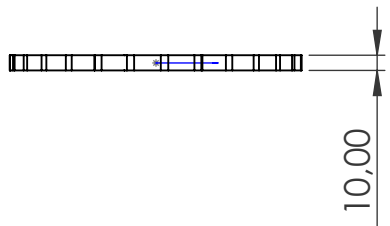
Anexo 26: Selección de cadena.

No. of Teeth Small Spkt.	Revolutions per Minute — Small Sprocket ^a												
	50	100	300	500	700	900	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500
	Horsepower Rating												
11	0.03	0.05	0.14	0.23	0.31	0.39	0.50	0.62	0.73	0.83	0.98	1.15	1.32
12	0.03	0.06	0.16	0.25	0.34	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.07	1.26	1.45
13	0.04	0.06	0.17	0.27	0.37	0.47	0.60	0.74	0.87	1.00	1.17	1.38	1.58
14	0.04	0.07	0.19	0.30	0.40	0.50	0.65	0.80	0.94	1.08	1.27	1.49	1.71
15	0.04	0.08	0.20	0.32	0.43	0.54	0.70	0.86	1.01	1.17	1.36	1.61	1.85
16	0.04	0.08	0.22	0.34	0.47	0.58	0.76	0.92	1.09	1.25	1.46	1.72	1.98
17	0.05	0.09	0.23	0.37	0.50	0.62	0.81	0.99	1.16	1.33	1.56	1.84	2.11
18	0.05	0.09	0.25	0.39	0.53	0.66	0.86	1.05	1.24	1.42	1.66	1.96	2.25
19	0.05	0.10	0.26	0.41	0.56	0.70	0.91	1.11	1.31	1.50	1.76	2.07	2.38
20	0.06	0.10	0.28	0.44	0.59	0.74	0.96	1.17	1.38	1.59	1.86	2.19	2.52
21	0.06	0.11	0.29	0.46	0.62	0.78	1.01	1.24	1.46	1.68	1.96	2.31	2.66
22	0.06	0.11	0.31	0.48	0.66	0.82	1.07	1.30	1.53	1.76	2.06	2.43	2.79
23	0.06	0.12	0.32	0.51	0.69	0.86	1.12	1.37	1.61	1.85	2.16	2.55	2.93
24	0.07	0.13	0.34	0.53	0.72	0.90	1.17	1.43	1.69	1.94	2.27	2.67	3.07
25	0.07	0.13	0.35	0.56	0.75	0.94	1.22	1.50	1.76	2.02	2.37	2.79	3.21
26	0.07	0.14	0.37	0.58	0.79	0.98	1.28	1.56	1.84	2.11	2.47	2.91	3.34
28	0.08	0.15	0.40	0.63	0.85	1.07	1.38	1.69	1.99	2.29	2.68	3.15	3.62
30	0.08	0.16	0.43	0.68	0.92	1.15	1.49	1.82	2.15	2.46	2.88	3.40	3.90
32	0.09	0.17	0.46	0.73	0.98	1.23	1.60	1.95	2.30	2.64	3.09	3.65	4.18
35	0.10	0.19	0.51	0.80	1.08	1.36	1.76	2.15	2.53	2.91	3.41	4.01	4.61
40	0.12	0.22	0.58	0.92	1.25	1.57	2.03	2.48	2.93	3.36	3.93	4.64	5.32
45	0.13	0.25	0.66	1.05	1.42	1.78	2.31	2.82	3.32	3.82	4.47	5.26	6.05
	Type A						Type B						

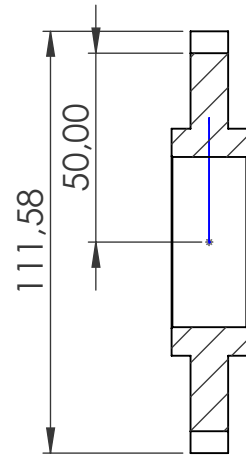
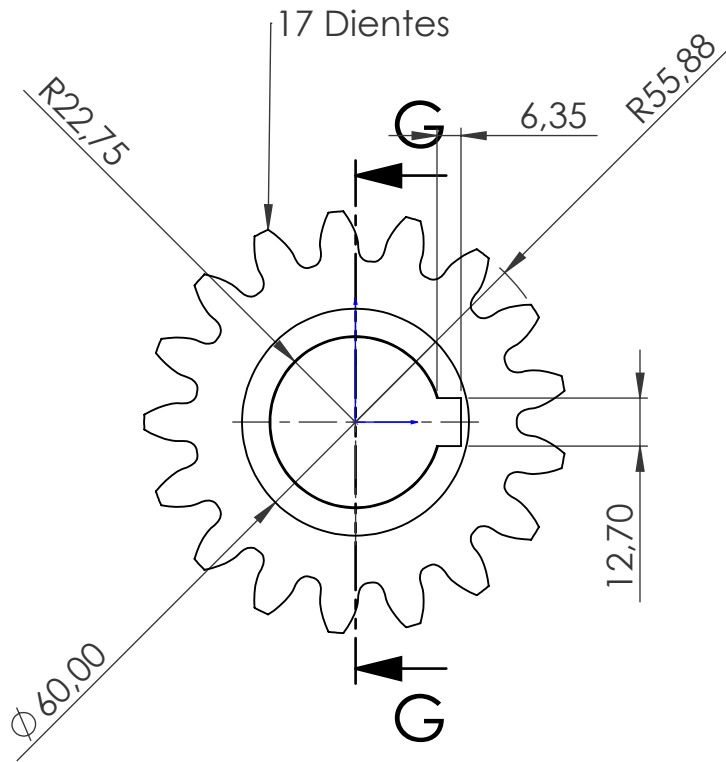
26 Dientes



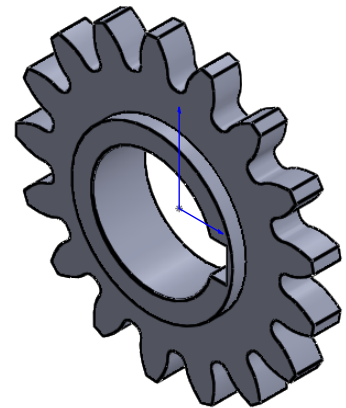
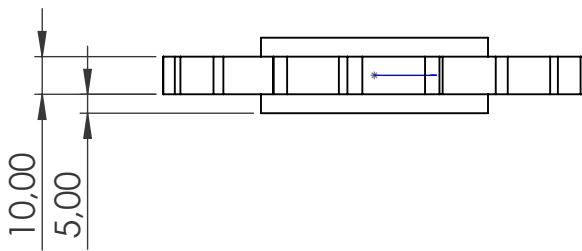
SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 5



				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación:	Escala:
				Fecha	Nombre	Catalina	1:5
				Dib: 07/02/2019	Logacho L.		
				Rev: 07/02/2019	Cruz J.		
				Apro: 07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 27	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

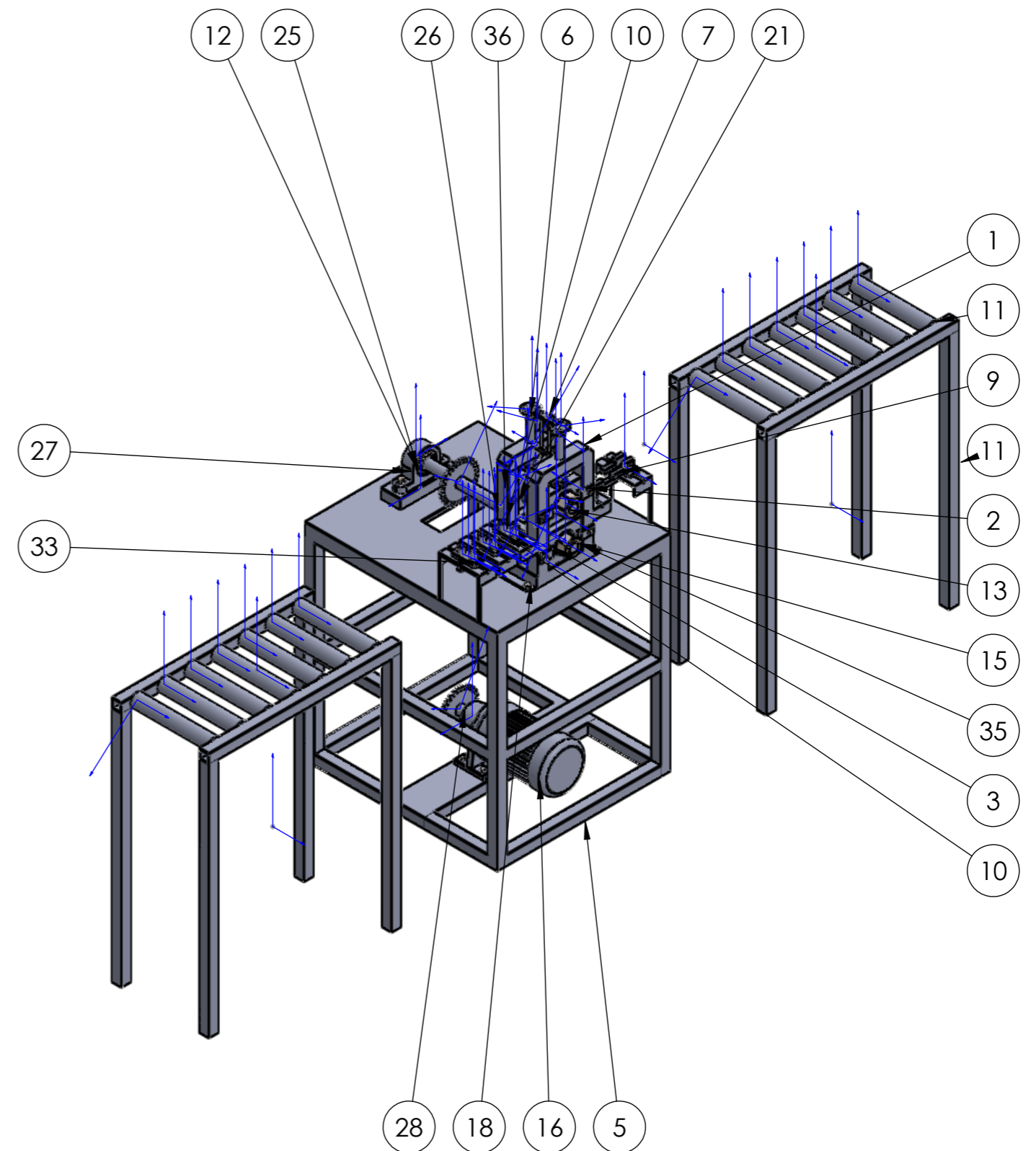


SECCIÓN G-G

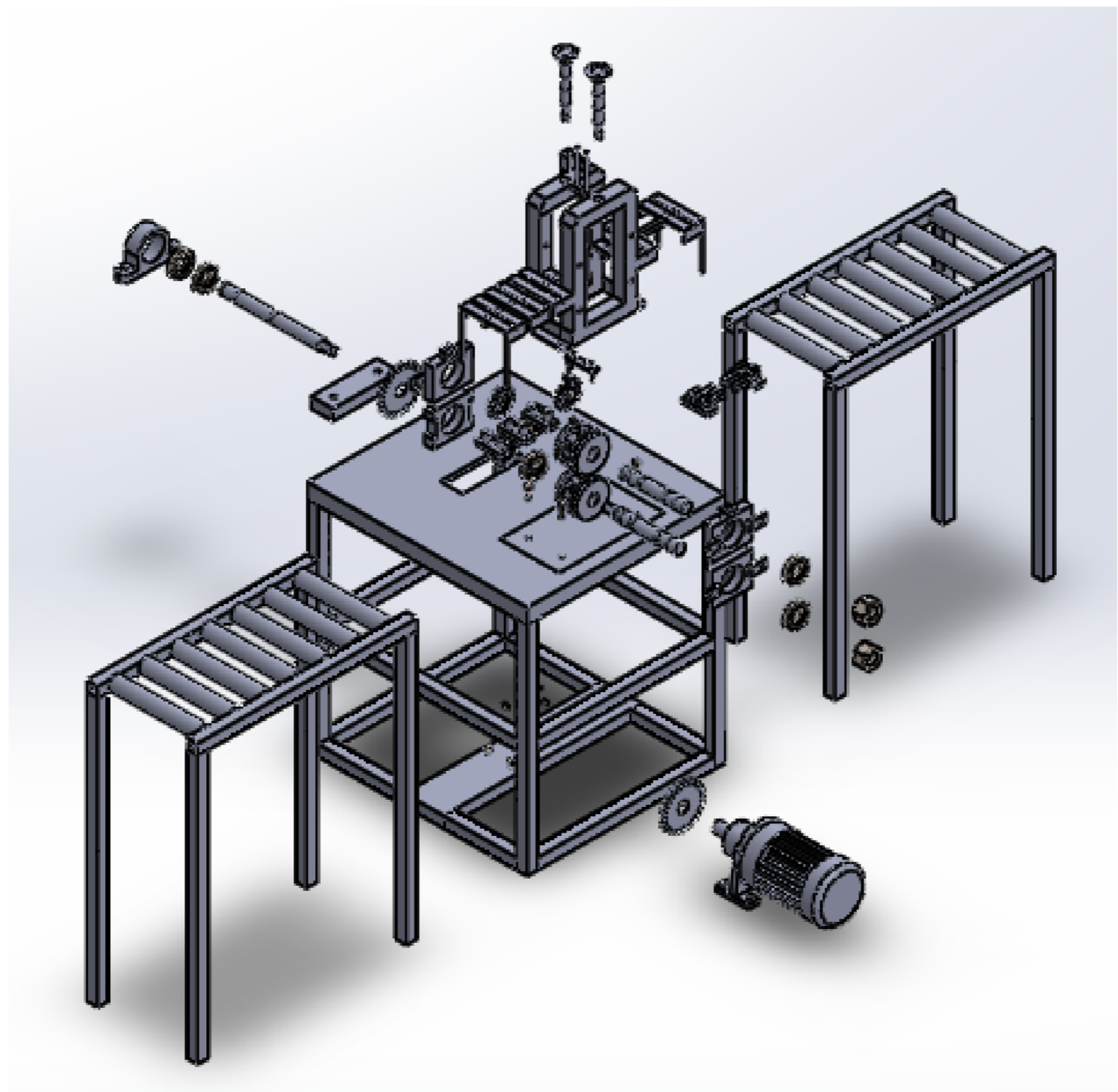


				Tolerancia	Peso	Materiales: ACERO ASTM A36		
						Denominación: Engrane	Escala: 1:5	
				Dib:	07/02/2019			Logacho L.
				Rev:	07/02/2019			Cruz J.
				Apro:	07/02/2019	Cruz J.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			Anexo 28	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)	

1	2	3	4
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Estructura_principal		1
2	Soporte		1
3	Soporte secundario		1
4	Soporte inferior		1
5	Mesa		1
6	Ajustador		2
7	Placa_Ajustador		1
8	Sujetador		2
9	Soporte_Perfiles		2
10	Ensamblaje_rodillo vertical		3
11	Ensamblaje_rodillo horizontal		2
12	AFBMA 20.1 - 03-45 - 10,SI,NC,10_68		6
13	Eje de matriz corto		1
14	Matriz		2
15	Eje de matriz largo		1
16	Motor		1
17	B18.2.3.9M - Heavy hex flange screw, M8 x 1.25 x 12 --12N		5
18	B18.2.3.9M - Heavy hex flange screw, M12 x 1.75 x 45 --30N		4
19	B18.2.3.9M - Heavy hex flange screw, M10 x 1.5 x 16 --16N		4
20	B18.2.3.9M - Heavy hex flange screw, M16 x 2.0 x 25 --25N		2
21	B18.2.3.9M - Heavy hex flange screw, M10 x 1.5 x 80 --26N		6
22	B18.2.3.9M - Heavy hex flange screw, M10 x 1.5 x 35 --35N		5
23	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M12 x 1.75 --N		4
24	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M10 x 1.5, with 15 WAF --N		6
25	Chumacera		1
26	Eje catalina		1
27	Base chumacera		1



				Tolerancia	Peso	Material: Asero ASTM A36	
						Denominación: Martilladora semiautomática	
				Dib	07/02/2019	Logacho L.	Escala 1:20
				Rev	07/02/2019	Cruz J.	
				Apro	07/02/2019	Cruz J.	
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 29	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(SUSTITUCIÓN)	



				Tolerancia	Peso	Material: Asero ASTM A36		
						Denominación: Vista explosionada	Escala 1:20	
				Dib	07/02/2019			Logacho L.
				Rev	07/02/2019			Cruz J.
				Apro	07/02/2019	Cruz J.		
						Anexo 31		
						(SUSTITUCIÓN)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA				

Anexo 31: Características técnicas del contactor.



Contactador SIRIUS
Tamaño S0 para motor 17A / 400V 50Hz, 7,5kW

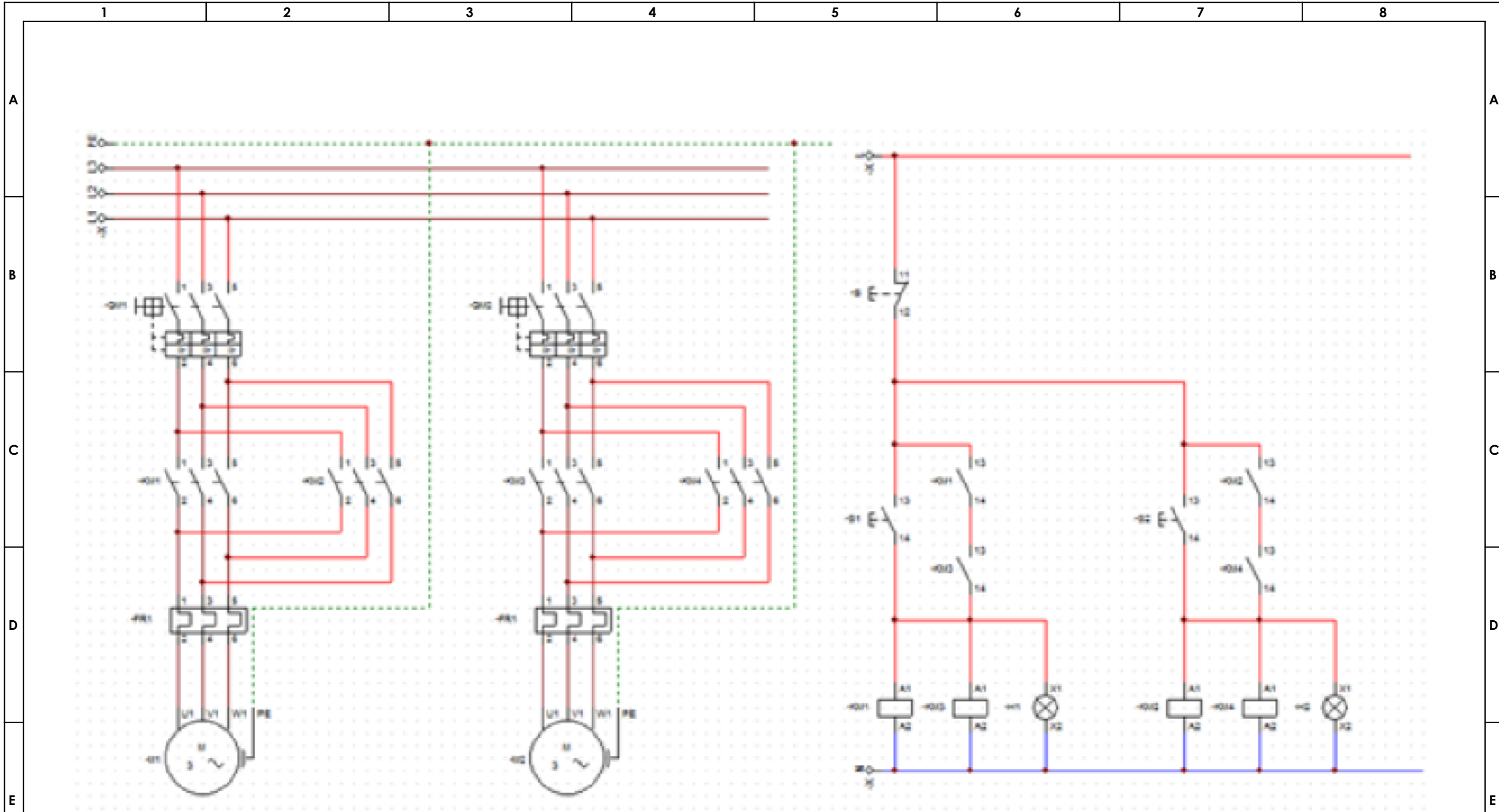
100015839	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7.5kW, S0, bob.24VAC 50/60Hz	3RT1025-1AC20
100015843	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7.5kW, S0, bob.110VAC 50/60Hz	3RT1025-1AG20
100015845	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7.5kW, S0, bob.220VAC 50/60Hz	3RT1025-1AN20
100001249	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7.5kW, S0, bob.380VAC 50Hz	3RT1025-1AQ00
100015847	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7.5kW, S0, bob.24VDC	3RT1025-1BB40
100015849	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7.5kW, S0, bob.110VDC	3RT1025-1BF40

Anexo 32: Características técnicas del guardamotor.



**SIRIUS - Aparatos de maniobra,
protección y control de motores**
Guardamotores SIRIUS 3RV10

N° Almacén	Descripción del producto	Código
	Guardamotores SIRIUS Tamaño S00 hasta 5,5 kW, Clase 10	
SIRIUS 3RV1	100015345 Guardamotor, S00, Clase 10, In:0.16A, Ir:0.11-0.16A, Ii:2.1A, Icu:100kA	3RV1011-0AA10
	100015346 Guardamotor, S00, Clase 10, In:0.2A, Ir:0.14-0.2A, Ii:2.6A, Icu:100kA	3RV1011-0BA10
	100015347 Guardamotor, S00, Clase 10, In:0.25A, Ir:0.18-0.25A, Ii:3.3A, Icu:100kA	3RV1011-0CA10
	100015348 Guardamotor, S00, Clase 10, In:0.32A, Ir:0.22-0.32A, Ii:4.2A, Icu:100kA	3RV1011-0DA10
	100015349 Guardamotor, S00, Clase 10, In:0.4A, Ir:0.28-0.4A, Ii:5.2A, Icu:100kA	3RV1011-0EA10
	100015350 Guardamotor, S00, Clase 10, In:0.5A, Ir:0.35-0.5A, Ii:6.5A, Icu:100kA	3RV1011-0FA10
	100015351 Guardamotor, S00, Clase 10, In:0.63A, Ir:0.45-0.63A, Ii:8.2A, Icu:100kA	3RV1011-0GA10
	100015352 Guardamotor, S00, Clase 10, In:0.8A, Ir:0.55-0.8A, Ii:10A, Icu:100kA	3RV1011-0HA10
	100015353 Guardamotor, S00, Clase 10, In:1A, Ir:0.7-1A, Ii:13A, Icu:100kA	3RV1011-0JA10
	100015354 Guardamotor, S00, Clase 10, In:1.25A, Ir:0.9-1.25A, Ii:16A, Icu:100kA	3RV1011-0KA10
	100015355 Guardamotor, S00, Clase 10, In:1.6A, Ir:1.1-1.6A, Ii:21A, Icu:100kA	3RV1011-1AA10
	100015356 Guardamotor, S00, Clase 10, In:2A, Ir:1.4-2A, Ii:26A, Icu:100kA	3RV1011-1BA10
	100015357 Guardamotor, S00, Clase 10, In:2.5A, Ir:1.8-2.5A, Ii:33A, Icu:100kA	3RV1011-1CA10
	100015358 Guardamotor, S00, Clase 10, In:3.2A, Ir:2.2-3.2A, Ii:42A, Icu:100kA	3RV1011-1DA10
	100015359 Guardamotor, S00, Clase 10, In:4A, Ir:2.8-4A, Ii:52A, Icu:100kA	3RV1011-1EA10
	100015361 Guardamotor, S00, Clase 10, In:5A, Ir:3.5-5A, Ii:65A, Icu:100kA	3RV1011-1FA10
	100015362 Guardamotor, S00, Clase 10, In:6.3A, Ir:4.5-6.3A, Ii:82A, Icu:100kA	3RV1011-1GA10
100015364 Guardamotor, S00, Clase 10, In:8A, Ir:5.5-8A, Ii:104A, Icu:50kA	3RV1011-1HA10	
100016075 Guardamotor, S00, Clase 10, In:10A, Ir:7-10A, Ii:130A, Icu:50kA	3RV1011-1JA10	
100015365 Guardamotor, S00, Clase 10, In:12A, Ir:9-12A, Ii:163A, Icu:50kA	3RV1011-1KA10	



				Tolerancia	Peso	Material:	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib	07/02/2019	Logacho L.	Control eléctrico
				Rev	07/02/2019	Cruz J.	
				Apro	07/02/2019	Cruz J.	
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		Anexo 33	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(SUSTITUCIÓN)	
							Escala S/E