REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica

DISEÑO DE UN BASTIDOR ESTRUCTURAL Y MECANISMOS DE REGULACIÓN PARA MAQUINA FORMADORA DE CAJAS DE CARTÓN PARA ENVASE DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

Tesis presentada por el Bachiller:

Yana Quispe, Carlos Luis

para optar por el Título Profesional de:

Ingeniero Mecánico

Asesor:

Mg. Carpio Rivera, Marco Antonio

Arequipa – Perú

2020

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DICTAMEN APROBATORIO

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 03 de Julio del 2020

Dictamen: 000694-C-EPIMMEM-2020

Visto el borrador de tesis del expediente 000694, presentado por:

2012248721 - YANA QUISPE CARLOS LUIS

Titulado:

DISEÑO DE UN BASTIDOR ESTRUCTURAL Y MECANISMOS DE REGULACIÓN PARA MAQUINA FORMADORA DE CAJAS DE CARTÓN PARA ENVASE DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1895 - CARPIO RIVERA MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR

2396 - CACERES NUÑEZ AUGUSTO EMILIO CARLOS
DICTAMINADOR

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Dedicatoria

A mi familia, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años que me ayudaron incondicionalmente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

El presente proyecto de tesis comprende el diseño conceptual, la proyección y los detalles de un bastidor estructural para una máquina formadora de cajas de cartón con una producción de 2700 cajas/hora, según la metodología del VDI 2221. Para lograr dicho propósito se realizó el diseño de tres funciones claves en el orden especificado que son guiar, regular y soportar (bastidor estructural). La función guiar se encarga de proporcionar la matriz de conformación, que es una cavidad con elementos mecánicos que se encargar de dar forma a una plancha de cartón corrugado en una caja de cinco lados con sus respectivos refuerzos. La función regular se encarga de realizar cambios en la máquina para poder ser utilizada en cajas de mayor o menor tamaño. Y finalmente la función soportar se encarga de proporcionar un bastidor que ofrezca flexibilidad y rigidez para los subsistemas que participan en la formación de cajas (dosificación, transporte, conformación y expulsión). Previa realización de cálculos de ingeniería se procede a la optimización de componentes mediante simulaciones de elementos finitos en el software Autodesk Inventor, donde se sometieron a cargas y restricciones presentes en el funcionamiento de la máquina. El resultado de estos análisis permitió aligerar componentes, corregir formas, agregar refuerzos y disminuir deformaciones que en conjunto perjudicarían a la operación de la máquina. Finalmente se presenta los planos de ensamble y fabricación de la maquina así como el presupuesto del bastidor y los subsistemas de dosificación y conformación.

Palabras clave: Bastidor, regulación, VDI 2221, caja, cartón, matriz, dosificación, conformación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

This thesis project includes the conceptual design, projection and details of a structural frame for a cardboard box forming machine with a production of 2700 boxes / hour, according to the VDI 2221 methodology. To achieve this purpose, three key functions were designed in the specified order, which are guide, regulate and support (structural frame). The guiding function is responsible for providing the forming matrix, which is a cavity with mechanical elements that is responsible for shaping a corrugated cardboard sheet into a five-sided box with their respective reinforcements. The regular function is responsible for making changes to the machine so that it can be used in larger or smaller boxes. And finally the support function is responsible for providing a frame that offers flexibility and rigidity for the subsystems that participate in the formation of boxes (dosing, transport, forming and ejection). After performing engineering calculations, component optimization is performed using finite element simulations in Autodesk Inventor software, where they were subjected to loads and restrictions present in the operation of the machine. The result of these analyzes made it possible to lighten components, correct shapes, add reinforcements and reduce deformations that together would harm the operation of the machine. Finally, the assembly and manufacturing drawings of the machine are presented, as well as the budget for the frame and the dosage and conformation subsystems.

Key words: Frame, regulation, VDI 2221, box, paperboard, matrix, dosage, conformation.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

En la actualidad tenemos muchos materiales que pueden ser usados como envases, siendo el cartón ondulado unos de los más utilizados por ser ecológico, reciclable y liviano. El Perú exporta muchos productos orgánicos a diferentes países del mundo, el cual requiere uso envases de cartón corrugado para su almacenamiento, envío y conservación de dichos productos. Para satisfacer esta necesidad surge el desarrollo de este proyecto de tesis cuyo objetivo central de la presente tesis es diseñar un bastidor estructural con sus respectivos mecanismos de regulación de una maquina formadora de cajas de cartón que produce 2700 cajas/hora, cuya formulación es parte de un diseño en conjunto que busca integrar a dos sistemas dinámicos como la dosificación de moldes de cartón y la conformación de cajas, presentados en tesis anteriores a la presente, y así proponer un diseño completo de dicha máquina. En el capítulo I se describe la situación del problema a solucionar. El capítulo II se resume los fundamentos teóricos necesarios para el desarrollo del proyecto. En el capítulo III se presenta el diseño conceptual de la maquina según el VDI 2221 el cual muestra la lista de exigencias, el proceso de abstracción y la realización de la matriz morfológica cuyo fin es presentar un modelo inicial, que pasara por varios cambios para obtener el diseño preliminar que se validara según las restricciones técnicas como manufactura, montaje, solicitaciones físicas, restricciones económicas y ergonómicas e incluso cuestiones de apariencia y estética. En el capítulo IV se presentan los cálculos de ingeniería que permiten comprobar la forma y el material a utilizar. Se hace uso de normas técnicas para el diseño de componentes específicos de maquinaria y uso de la mecánica de materiales para el diseño de elementos genéricos de la máquina. Cada diseño es optimizado mediante simulaciones de elementos finitos, aumentado y/o reduciendo material sin cambiar significativamente la geometría del componente dentro del ensamblaje. En capítulo V se enfoca en la elaboración de detalles que es la esencia de la presente tesis, el cual permite plasmar el informe técnico del sistema, en planos de ensamble y despiece, con indicaciones de fabricación y montaje. Finalmente se presenta el presupuesto para la fabricación del producto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I 1

1. GENERALIDADES 1

1.1 Definición del problema 1

1.2 Objetivos 2

1.1.1 Objetivo general 2

1.1.2 Objetivos específicos 2

1.3 Alcances 2

1.4 Limitaciones 3

1.5 Justificación 3

CAPÍTULO II 4

2. MARCO TEÓRICO 4

2.1 Envase 4

2.2 Tipos de cajas de cartón para frutas y hortalizas 6

2.3 Sistema P84 7

2.4 Cartón corrugado 8

2.4.1 Tipos de cartón corrugado 8

2.4.1.1 Simple cara 8

2.4.1.2 Doble cara 9

2.4.1.3 Triple cara 9

2.5 Maquinas armadoras de caja 9

2.5.1 Subsistema de dosificación 10

2.5.2 Subsistema de transporte 10

2.5.3 Subsistema de conformación 11

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.6 VDI 2221: metodología para el desarrollo y construcción de sistemas y productos técnicos 13
2.6.1 Fase I: Detallar el problema 13
2.6.2 Fase II: Elaborar el concepto 16
2.6.2.1 Determinar la estructura de funciones 16
2.6.2.1.1 Abstracción 16
2.6.2.1.2 Determinar los principios tecnológicos 17
2.6.2.1.3 Fijar los procesos técnicos 17
2.6.2.1.4 Determinar la aplicación de los sistemas técnicos y sus limitaciones 18
2.6.2.1.5 Determinar la agrupación de las funciones 18
2.6.2.1.6 Determinar y representar las estructuras de funciones 18
2.6.2.1.7 Determinar la estructura de función óptima. Mejorar y verificar 18
2.6.3 Fase III: Determinar el concepto 19
2.6.3.1 Determinar las entradas y modos de acción 19
2.6.3.2 Determinar la clase de los portadores de funciones (matriz morfológica). 19
2.6.3.3 Combinar los portadores de funciones. Probar sus relaciones 20
2.6.3.4 Determinar la disposición básica 20
2.6.3.5 Determinar el concepto óptimo, mejorar y verificar 21
2.6.4 Fase IV: Proyectar 21
2.6.4.1 Determinar proyecto preliminar 22
2.6.4.2 Consolidar el proyecto 22
2.6.5 Fase V: Elaboración de detalles 22
2.7 Análisis de elementos finitos 22
2.7.1 Construcción del modelo matemático 25
2.7.2 Construcción del modelo de elementos finitos 25
2.7.3 Resolución del modelo de elementos finitos 26
2.7.4 Análisis de resultados 26
2.7.5 Tipos de elementos finitos 26
2.8 Ingeniería del detalle 29
2.8.1 Cajetín 29
2.8.2 Lista de piezas 30
2.8.3 Descripción del material 30

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III 31

3. METODOLOGÍA DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA 31

3.1 Metodología del diseño 31

3.1.1 Detallar el problema 31

3.1.2 Elaboración del concepto 31

3.1.3 Proyectar 31

3.1.4 Elaboración de detalles 32

3.2 Planteamiento y detalle del problema 32

3.2.1 Asumir el problema en forma critica 32

3.2.2 Estado de la tecnología 32

3.2.3 Análisis de la situación del problema 33

3.2.4 Comprobar las posibilidades de realización 33

3.2.4.1 Aspecto técnico 33

3.2.4.2 Aspecto económico 33

3.2.5 Lista de exigencias 34

3.3 Determinación de la estructura de funciones 37

3.3.1 Abstracción – Black Box 37

3.3.2 Determinación de la funciones 38

3.3.3 Determinación de los principios tecnológicos 39

3.3.4 Determinación de la secuencia de operaciones 40

3.3.5 Fijar los procesos técnicos y limitaciones 41

3.3.6 Agrupación de funciones 42

3.3.7 Estructura de funciones óptima de la maquina 43

3.3.8 Estudio de funciones 44

3.3.8.1 Subsistema de dosificación y transporte 44

3.3.8.2 Subsistema de conformación 44

3.3.8.3 Función GUIAR 46

3.3.8.4 Función REGULAR 47

3.4 Determinar el concepto 49

3.4.1 Concepto de función: GUIAR 50

3.4.1.1 Matriz morfológica (Portadores de funciones) 50

3.4.1.2 Agrupación de soluciones 50

3.4.2 Concepto de función: REGULAR 53

3.4.2.1 Matriz morfológica (Ponderación de funciones) 53

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4.2.2 Agrupación de soluciones 54

CAPÍTULO IV.....58

4. DISEÑO DE LA MÁQUINA.....58

4.1 Proyectar.....58

4.1.1 Determinación del proyecto preliminar.....58

4.1.1.1 Disposición de la dosificación 58

4.1.1.1.1 Proyección de funciones parciales 59

4.1.1.1.1.1 Regular longitud lateral del molde.....60

4.1.1.1.1.2 Regular longitud lateral de aplicación de pegamento 61

4.1.1.1.1.3 Regular longitud lateral y transversal de la caja 61

4.1.1.1.1.4 Regular altura de caja 64

4.1.1.2 Disposición de la conformación.....64

4.1.1.2.1 Proceso de plegado del cartón corrugado 65

4.1.1.2.2 Matriz de conformación.....68

4.1.1.2.3 Proyección de funciones parciales 69

4.1.1.2.3.1 Función reposar el molde de cartón 69

4.1.1.2.3.2 Función conformar solapa laterales 69

4.1.1.2.3.3 Función conformar solapa transversales.....70

4.1.1.2.3.4 Función preformar refuerzos.....71

4.1.1.2.3.5 Función apilar cajas 71

4.1.2 Consolidación del proyecto 71

4.1.2.1 Diseño del dispositivo de conformación de paredes laterales.....71

4.1.2.1.1 Análisis de fuerzas que actúan en la placa deflectora.....74

4.1.2.1.1.1 Actuador sujetador de cajas 74

4.1.2.1.1.2 Análisis de la placa sujetadora.....75

4.1.2.1.1.3 Actuador Prensador de solapa lateral.....76

4.1.2.1.1.4 Diseño del dispositivo preformador de refuerzos 77

4.1.2.1.2 Análisis de fuerzas en el soporte de placa deflectora 87

4.1.2.2 Diseño del dispositivo de conformación de paredes transversales 96

4.1.2.2.1 Calculo de soportes del actuador plegador de solapa transversal exterior 99

4.1.2.2.1.1 Diseño del soporte del pistón plegador.....101

4.1.2.3 Diseño de dispositivo de apilamiento de cajas (Descarga controlada) 107

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.4 Diseño de los soportes estructurales de los dispositivos de conformación 109
4.1.2.4.1 Diseño de viga de placa deflectora 109
4.1.2.4.2 Diseño de columna para placa deflectora 120
4.1.2.4.2.1 Diseño de la conexión por pernos 132
4.1.2.4.3 Diseño de la viga de desplazamiento transversal 137
4.1.2.4.3.1 Diseño por deflexión máxima. 142
4.1.2.4.4 Diseño del tornillo de regulación transversal 154
4.1.2.4.4.1 Calculo de eje soporte de los conjuntos transversales 166
4.1.2.4.5 Diseño del tornillo de regulación lateral 171
4.1.2.4.5.1 Selección de cadena de transmisión para regulación lateral 173
4.1.2.4.5.2 Detalles constructivos de soportes de la matriz de conformación 175
4.1.2.5 Diseño del mecanismo de regulación lateral del tamaño del molde 176
4.1.2.6 Diseño del mecanismo de regulación de los inyectores de adhesivo 177
4.1.2.7 Diseño del Bastidor Estructural 177
4.1.2.7.1 Diseño conceptual 178
4.1.2.7.1.1 Funciones del bastidor 178
4.1.2.7.1.2 Matriz morfológica del bastidor 180
4.1.2.7.1.3 Agrupación de funciones y evaluación del concepto 180
4.1.2.7.2 Diseño del bastidor superior 184
4.1.2.7.2.1 Análisis del marco frontal del bastidor superior. 190
4.1.2.7.3 Diseño del bastidor inferior 198
4.1.2.7.4 Calculo de uniones soldadas 209
4.1.2.7.4.1 Calculo de soldadura en vigas transversales 209
4.1.2.7.4.2 Calculo de soldadura en columnas 212
4.1.2.7.4.3 Calculo de soldadura en vigas en voladizo 213
4.1.2.7.5 Diseño del bastidor del sistema de transporte 215
4.1.2.7.6 Detalles finales sobre el bastidor 220
4.1.2.7.6.1 Pintura 220
4.1.2.7.6.2 Garruchas 221

CAPÍTULO V 223
5. ANÁLISIS DE PLANOS Y COSTOS 223

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.1 Planos de ensamble 223
5.2 Planos de despiece 224
5.3 Análisis de costos 227

CONCLUSIONES 238
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 239
ANEXOS 242
Anexo A 243
Anexo B 247
PLANOS 255

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Diferentes Tipos de Envases de productos agricolas 5
Figura 2.2 Modelos de envases CF1 y CF2 6
Figura 2.3 Plancha de cartón modelo 0771 para montaje manual 7
Figura 2.4 Caja Modelo P84 7
Figura 2.5 Componentes del cartón corrugado 8
Figura 2.6 Cartón de simple cara 8
Figura 2.7 Cartón de doble cara 9
Figura 2.8 Cartón de Triple cara 9
Figura 2.9 Subsistema de Dosificación 10
Figura 2.10 Subsistema de Transporte 11
Figura 2.11 Subsistema de conformado 12
Figura 2.12 Maquina Armadora de Cajas para modelos P84, C1, Plaform, Citrus box, Columna 12
Figura 2.13 Modelo de Formulario de Lista de exigencias 15
Figura 2.14 Black Box según VDI 2221 16
Figura 2.15 Ejemplo de Matriz Morfológica 20
Figura 2.16 Modelo tridimensional en programa CAD 23
Figura 2.17 Discretizacion del componente 24
Figura 2.18 Resultados de la simulación del modelo 24
Figura 2.19 Modelo 3D (Izquierda); Modelo tras la eliminar los redondeos (Derecha) 25
Figura 2.20 Elemento tetraédrico de primer orden (Izquierda) y de segundo orden (Derecha) 27
Figura 2.21 Mallado con elementos tetraédricos de primer orden 27
Figura 2.22 Mallado con elementos tetraédricos de segundo orden 28
Figura 2.23 Cajetin 29
Figura 2.24 Cuadro de lista de piezas 30
Figura 2.25 Cuadro de descripción de la pieza a fabricar 30
Figura 3.1 Black box para maquina formadora de cajas 37
Figura 3.2 Agrupación de funciones 42
Figura 3.3 Diagrama de estructura de funciones optima 43
Figura 3.4 Ensamblado general del subsistema de conformado de cajas y la expulsión 45
Figura 3.5 Estructura de subfunciones de la función parcial Guiar 46
Figura 3.6 Parámetros de la función: regular 48

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 3.7 Estructura de subfunciones de la función regular 49
Figura 3.8 Agrupación de soluciones de Matriz morfológica – Función guiar.....50
Figura 3.9 Ponderación de soluciones de función GUIAR según VDI 2221 52
Figura 3.10 Grafica de Decisión de la función GUIAR 53
Figura 3.11 Agrupación de soluciones de Matriz morfológica – Función Regular 54
Figura 3.12 Ponderación de soluciones de función REGULAR según VDI 2221.....56
Figura 3.13 Grafica de Decisión de la función GUIAR 57
Figura 4.1 Modelo en Inventor del subsistema de dosificación y transporte 59
Figura 4.2 Boceto del sistema de regulación de la zona del carril de transporte.....60
Figura 4.3 Detalle del Tornillo de regulación en el extremo izquierdo (zona de conformación) 60
Figura 4.4 Boceto del tornillo de regulación y su guía para los inyectores de cola 61
Figura 4.5 Boceto 3D de la zona de conformación y sus mecanismos de regulación.....63
Figura 4.6 Boceto 3D de la regulación de altura de la placa deflectora 64
Figura 4.7 Modelo 3D de los subsistemas de conformación.....65
Figura 4.8 Denominación de áreas de pliegues 66
Figura 4.9 Secuencia de pliegues del molde de cartón P-84 67
Figura 4.10 Boceto general de la matriz de conformación.....68
Figura 4.11 Boceto del perfil de reposo para el molde de cartón.....69
Figura 4.12 Boceto de la placa deflectora 70
Figura 4.13 Boceto de chapa de conformación de solapa transversales.....70
Figura 4.14 Boceto 3D del instante en que actúa la barra de preformación de refuerzos ...71
Figura 4.15 Análisis geométrico del desplazamiento del troquel.....72
Figura 4.16 Grafica de la función posición angular $\boldsymbol{\theta m - t}$.....73
Figura 4.17 DCL del actuador sujetador de cajas.....74
Figura 4.18 DCL de soporte de actuador sujetador 75
Figura 4.19 DCL de actuador prensador 76
Figura 4.20 DCL de soporte de actuador prensador.....77
Figura 4.21 DCL del dispositivo preformador de refuerzos.....78
Figura 4.22 Simulación FEM - deformación de chapa preformador de refuerzos 79
Figura 4.23 Simulación FEM – Factor de seguridad de chapa preformador de refuerzos ..79
Figura 4.24 Posición – Tiempo del sistema de conformado de aletas transversales 80
Figura 4.25 Sucesión de movimiento del sistema de plegado de aletas transversales 81
Figura 4.26 DCL tipo columna para chapa de preconformación de refuerzos.....82

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 4.27 Sección transversal punto R 82
Figura 4.28 Variación de esfuerzo repetido en una dirección 84
Figura 4.29 Dimensiones de la chapa de preconformación 85
Figura 4.30 Resistencia a la fatiga Sn en función a la resistencia a la tensión 86
Figura 4.31 DCL de placa deflectora 87
Figura 4.32 DCL de dispositivo de conformación lateral 88
Figura 4.33 DCL en el extremo de viga de acople 90
Figura 4.34 Fuerzas desarrolladas en el plano x-z 90
Figura 4.35 Fuerza desarrolladas en el plano x-y / y-z 91
Figura 4.36 Fuerzas ortogonales en los ejes xyz 92
Figura 4.37 Modelo de fricción estática para mordaza 93
Figura 4.38 Diseño de mordaza 95
Figura 4.39 Zonas de plegado en molde de cartón P84 de 600 x 400 96
Figura 4.40 Dimensiones del molde cartón P84 de 600x400 97
Figura 4.41 Recorrido de la posición angular de la manivela 98
Figura 4.42 Modelo geométrico del plegado de solapa lateral y transversal 99
Figura 4.43 Actuador neumático plegador de solapa transversal exterior 100
Figura 4.44 DCL de actuador plegador de solapa transversal exterior 100
Figura 4.45 DCL de chapa de soporte de pistón plegador 101
Figura 4.46 DCL x - y de chapa soporte de pistón plegador 103
Figura 4.47 DCL de la sección a-a 104
Figura 4.48 Relación de lados para fórmula de torsión 105
Figura 4.49 Simulación FEM de la pieza de soporte de pistón plegador 106
Figura 4.50 Factor de seguridad de pieza soporte de pistón plegador 107
Figura 4.51 Boceto 3D del dispositivo de descarga controlada 107
Figura 4.52 DCL de viga acopladora 109
Figura 4.53 Diagrama de fuerza cortante y momento flector en el plano Z – Y 110
Figura 4.54 Diagrama de fuerza cortante y momento flector en el plano Z – X 111
Figura 4.55 Momento flector total 112
Figura 4.56 Momento torsor total 112
Figura 4.57 Momento flector interno en viga de acople 113
Figura 4.58 Distribución de esfuerzo torsional 114
Figura 4.59 Estado general del esfuerzo plano para elemento diferencial de la viga 115
Figura 4.60 Círculo de Mohr para esfuerzos planos 116

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 4.61 Transformación del esfuerzo plano de la viga 117
Figura 4.62 Simulación FEM de viga acopladora 118
Figura 4.63 Simulación FEM deformación máxima de la viga 119
Figura 4.64 Nueva simulación FEM de viga de acople 119
Figura 4.65 DCL de columna de regulación Vista Isométrica 120
Figura 4.66 DCL de columna en plano z-y 121
Figura 4.67 DCL de columna de soporte de viga 123
Figura 4.68 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de columna en el plano z-y 124
Figura 4.69 Fuerzas internas en la sección a-a de la viga en plano y-z 124
Figura 4.70 Distribución de esfuerzos en el punto A plano y-z 126
Figura 4.71 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de columna en el plano x-y 127
Figura 4.72 Fuerzas internas en la sección a-a plano x-y 128
Figura 4.73 Distribución de esfuerzos en el punto A plano y-x 129
Figura 4.74 Transformación del esfuerzo plano de la columna 130
Figura 4.75 Simulación FEM de la columna – Factor de seguridad 131
Figura 4.76 Simulación FEM de la columna rediseñada – Deflexión y Factor de seguridad 132
Figura 4.77 Conexión por pernos de la columna 132
Figura 4.78 Distribución de fuerzas en los componentes xyz 133
Figura 4.79 Fuerzas que actúan en cada perno 134
Figura 4.80 Traslación de fuerzas al punto H 137
Figura 4.81 Fuerzas en viga de desplazamiento transversal 139
Figura 4.82 DCL de viga de desplazamiento transversal 140
Figura 4.83 Fuerza cortante y momento flector de viga de desplazamiento transversal plano x-y 140
Figura 4.84 Sección de la viga de desplazamiento transversal 141
Figura 4.85 Deflexión máxima de la viga 142
Figura 4.86 DCL de viga de desplazamiento transversal plano x-z 145
Figura 4.87 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga plano x-z 146
Figura 4.88 Centroide de la sección 146
Figura 4.89 Momento de inercia de la sección con respecto al eje y 147
Figura 4.90 Deflexión de la viga en el plano x-z 148
Figura 4.91 Distribución de esfuerzo torsional 149
Figura 4.92 Simulación FEM de viga de desplazamiento transversal 152

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 4.93 Nueva sección de la viga de desplazamiento transversal 152
Figura 4.94 Simulación FEM de viga redimensionada 153
Figura 4.95 Masas de componentes de la esquina de conformación 154
Figura 4.96 DCL según plano x'-y' 155
Figura 4.97 Fuerzas desarrolladas en el carro de deslizamiento transversal 156
Figura 4.98 DCL de momento torsor Mmx 157
Figura 4.99 DCL de Momento flector Mmy 158
Figura 4.100 DCL de Momento torsor Mmz 159
Figura 4.101 Carga a levantar por la tuerca 160
Figura 4.102 Medidas estándar de tornillo trapezoidal fino DIN 378 162
Figura 4.103 Husillo de regulación transversal 164
Figura 4.104 Corte del soporte del husillo de regulación transversal 165
Figura 4.105 Matriz de conformación sin soportes laterales 165
Figura 4.106 Peso transversal de la matriz de conformación 166
Figura 4.107 DCL de conjunto de pistón plegador sujetos a bloques de soporte de la viga transversal 167
Figura 4.108 Reacciones en los soporte producto del peso puntual en centro de la viga.. 167
Figura 4.109 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga de desplazamiento lateral 168
Figura 4.110 Caso Nº 9 de cargas en vigas 169
Figura 4.111 DCL de fuerzas que actúan en el tornillo de regulación lateral 171
Figura 4.112 DCL de tuerca y husillo de regulación lateral 172
Figura 4.113 Movimiento de regulación de la cadena de trasmisión lateral 173
Figura 4.114 Abaco de cadenas ANSI 174
Figura 4.115 Corte seccional de soportes de tornillo y eje guía de regulación lateral 175
Figura 4.116 Conexión de matriz de conformación a bastidor principal 176
Figura 4.117 Mecanismo de regulación lateral del tamaño del molde 176
Figura 4.118 Matriz morfológica de las funciones del bastidor 180
Figura 4.119 Transportador de cadenas 182
Figura 4.120 Ponderación de alternativas según VDI 2221 183
Figura 4.121 Boceto 3D del bastidor estructural 183
Figura 4.122 Ficha técnica del motoreductor de 11kW 184
Figura 4.123 Fuerzas en el eje de trasmisión del mecanismo biela manivela 185
Figura 4.124 Fuerzas actuantes sobre el carro LLT 186

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 4.125 DCL del bastidor superior 186
Figura 4.126 DCL en 3D del bastidor superior 187
Figura 4.127 DCL del marco de columnas del bastidor superior 187
Figura 4.128 Fuerza y pares de reacción en restricciones 188
Figura 4.129 Fuerzas axiales en el bastidor superior 188
Figura 4.130 Propiedades de perfiles estructural tubo cuadrado 189
Figura 4.131 DCL del marco frontal del bastidor superior 190
Figura 4.132 Fuerza y pares de reacción en restricciones de marco frontal 191
Figura 4.133 Fuerzas internas en el marco frontal del bastidor superior 191
Figura 4.134 Simulación de deflexión en elementos del bastidor superior 193
Figura 4.135 Diagramas de fuerza cortante y momento flector en viga Nº1 194
Figura 4.136 Propiedades del perfil estructural tubo rectangular 195
Figura 4.137 Diagrama de fuerza cortante y momento flector en viga Nº2 196
Figura 4.138 Reacciones en restricción fijas del bastidor superior 198
Figura 4.139 Armadura del bastidor inferior 200
Figura 4.140 Cargas aplicadas a la armadura del bastidor inferior 202
Figura 4.141 Simulación FEM de armadura de bastidor inferior 202
Figura 4.142 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga en voladizo 205
Figura 4.143 Propiedades de la sección doble ángulo 206
Figura 4.144 Sección compuesta 207
Figura 4.145 Simulación FEM de bastidor completo 209
Figura 4.146 Soldadura de filete en viga transversal 210
Figura 4.147 Fuerzas internas en la unión por soldadura 210
Figura 4.148 Fuerzas internas en la junta a compresión 212
Figura 4.149 Diagrama de momento flector de viga en voladizo 214
Figura 4.150 Fuerzas internas de viga en voladizo 214
Figura 4.151 Bastidor del sistema de transporte 216
Figura 4.152 DCL del sistema de transporte de moldes 216
Figura 4.153 DCL Rueda motriz de la cadena de transporte 217
Figura 4.154 Modelo FEM del bastidor del sistema de transporte 218
Figura 4.155 Esfuerzo Von Misses y coeficiente de seguridad del bastidor 219
Figura 4.156 Simulación de desplazamiento FEM del bastidor de trasporte 219
Figura 4.157 Dimensiones para garrucha de carga pesada (mm) 222

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1 Guía para la redacción de una lista de exigencia 14
Tabla 2-2 Criterios para la evaluación del concepto de solución 21
Tabla 3-1 Lista de exigencias detallada según modelo VDI 2221 34
Tabla 3-2 Detalle del análisis de abstracción 38
Tabla 3-3 Tecnologías para el desarrollo de la maquina 39
Tabla 3-4 Procesos técnicos y limitaciones 41
Tabla 3-5 Matriz morfológica de la función: Guiar 50
Tabla 3-6 Matriz morfológica de la función: Regular 53
Tabla 4-1 Variables de regulación del tamaño de caja 61
Tabla 4-2 Estimaciones preliminares de los dispositivos de regulación de la matriz 62
Tabla 4-3 Denominación de áreas del molde de cartón P-84 66
Tabla 4-4 Distribución de cargas en la armadura del bastidor inferior 201
Tabla 4-5 Centroide de la sección compuesta 207
Tabla 4-6 Especificaciones de pintura 221
Tabla 5-1 Lista de planos de ensamble 224
Tabla 5-2 Lista de planos de despiece 224
Tabla 5-3 Presupuesto de conexiones mecánicas normalizadas 227
Tabla 5-4 Presupuesto de elementos de transmisión normalizados 229
Tabla 5-5 Presupuesto de perfiles estructurales 230
Tabla 5-6 Presupuesto de consumibles 230
Tabla 5-7 Presupuesto para detalles y acabados 230
Tabla 5-8 Presupuesto de material base y manufactura 231
Tabla 5-9 Presupuesto de diseño y desarrollo 236
Tabla 5-10 Presupuesto total del bastidor estructural y los mecanismos de regulación 237
Tabla 5-11 Presupuesto total de la maquina armadora de cajas 237

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Definición del problema

Actualmente se tiene una gran demanda de frutas y hortalizas. Según el informe ejecutivo sobre la feria Fruit Logistica – Berlín 2018 afirma.

El aumento se vio impulsado principalmente por la mayor exportación de frutas frescas, que aumentó en 26.9% (US$ 353 millones valor FOB) entre enero y octubre de este año; destacando productos como la palta, las uvas, lo arándanos, los cítricos, los mangos, el plátano y granadas. El sector de hortalizas frescas tuvo una ligera caída, exportando US$ 394 millones en comparación a los US$ 403 millones durante el 2016, entre estos productos se encuentra los espárragos, el jengibre y cebollas. Durante el año 2017, el principal continente de destino para las frutas y hortalizas peruanas sigue siendo Europa con una participación de 44.6%, seguido por Norteamérica con 39.3% y Asia con 11.3%. Finalmente, el sector agrícola en general registró un crecimiento en sus exportaciones a octubre en 8.6% comparado al año anterior, pasando de exportar US$ 4,079 millones a US$ 4,430 millones (PROMPERU, 2018, pág. 5).

El método más utilizado para el almacenamiento de las frutas y hortalizas es empleando cajas de cartón corrugado, el tipo P84 ofrece un buen diseño ya que permite una mejor conservación de los productos (Rivera Cabezas, 2011)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Debido a la gran cantidad de productos que son exportados, se requiere que estos cumplan con estrictas normas de calidad. El producto técnico a diseñar, debe cumplir una alta producción de cajas por hora (2700) por tanto, se requiere configurar un bastidor lo suficientemente rígido y capaz de armonizar todos los componentes y mecanismos que incurren en la formación de las cajas de cartón así como los mecanismos de regulación para adaptarse distinto tamaños de cajas y así obtener un diseño del producto completo.

1.2 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Diseñar un bastidor estructural con su respectivo mecanismo de regulación de una maquina formadora de cajas de cartón para una producción de 2700 cajas/hora.

1.1.2 Objetivos específicos

- Diseñar el sistema mecánico de conformado pasivo de los pliegues del molde de cartón P84.
- Diseñar el bastidor estructural para la sujeción y armonización de tres subsistemas del proceso de formado; como el sistema de dosificación, transporte y conformación.
- Diseñar el sistema de regulación para la adaptación de distintos tamaños de moldes de cartón tipo P84.
- Optimizar el diseño mediante el análisis de elementos finitos.
- Elaborar planos de ensamble y fabricación.

1.3 Alcances

La presente tesis contempla el análisis y diseño del módulo conformador, que alojara los dispositivos neumáticos de conformado activo así como los elementos de conformado pasivo que darán forma al molde cartón, estos sistemas deben poder regularse manualmente para ser adaptados a diferentes tamaños de cajas, este sistema debe poseer un ensamble ajustable y flexible a cambios. Posteriormente se diseñara el bastidor completo de la máquina, que debe soportar estructuralmente y armonizar los subsistemas de armado de cajas, siendo este mismo flexible a cambio o adaptaciones. Finalizando se presentara los planos de ensamble y despiece de la máquina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.4 Limitaciones

La presente tesis no contempla el diseño del sistema de dosificación y conformado activo, estos se presentaran de trabajos previos a esta investigación y se completara con el diseño aquí presente.

1.5 Justificación

Debido a la gran demanda de productos agrícolas. Se requiere de soluciones técnico – económica para el envasado en cajas de cartón. El presente proyecto busca obtener un una alternativa y solución a la industria dedicada al envasado, transporte y exportación de frutas y hortalizas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Envase

Es el contenedor cuyo objetivo es resguardar la carga y preservar los productos que contiene. Facilita el transporte de la carga, manejo, apilamiento y distribución. (Mondragón, 2015). Los envases son fabricados de diferentes materiales y geometrías de acuerdo al producto que va a contener. Los materiales usados son:

a) Cartón
b) Papel
c) Madera
d) Metal
e) Plástico
f) Vidrio

Respecto al transporte de frutas y hortalizas, se opta por el uso de madera, plástico o cartón (Figura 2.1). Siendo el cartón la más económica, reciclable y de fácil manipulación. Estas cajas deben cumplir estándares de medida para su exportación si es el caso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 2.1 Diferentes Tipos de Envases de productos agrícolas
Fuente: **(Prisicoblog, 2018)**

En la Industria, el uso de cajas de cartón corrugado está bastante extendido. A pesar que este material no puede lidiar con contenidos agresivos o corrosivos; sirve de mucho para otro tipo de productos. Además; su bajo costo de material, producción y fácil reciclaje, las hacen la opción preferida.

Justamente esta demanda hace que existan múltiples tipos de cajas. Esto ha llevado a desarrollar una clasificación de las mismas. Así que dependiendo de la forma de las cajas; reciben distintos nombres. En Europa; quien norma los tipos de caja es FEFCO[1]. Esta organización promueve el uso del cartón corrugado para el transporte, manipulación y almacenamientos de productos comestibles. La economía circular es el negocio habitual de la industria de embalajes corrugados; después de todo, el empaque corrugado de hoy es perfectamente circular: es 100% reciclable, biológico y biodegradable. De hecho, el empaque corrugado es uno de los productos de papel más reciclados en la práctica hoy en día, con un mercado bien establecido para las materias primas secundarias. Los procesos de reciclaje eficientes permiten que las fibras se reutilicen para nuevos envases. El papel reciclado proporciona el 88% de la materia prima para nuevas cajas de cartón corrugado, lo que garantiza la vida útil continua de las fibras al tiempo que hace una contribución valiosa a nuestra economía (FEFCO, 2018).

Con respecto a los tamaños la norma UNE 1370005:2005 establece que las dimensiones exteriores de las cajas han sido fijadas en 597 mm x 398 mm (para el modelo CF1) y en 398 mm x 298 mm (para el modelo CF2) y son compatibles con los palés europeos de 1.000 x 1.200 mm y 800 x 1.200 mm respectivamente (Interempresas, 2018) (Figura 2.2). Además, ancho, altura, radio de lengüetas y receptáculos se adecuan perfectamente al modelo óptimo de apilamiento (Interempresas, 2018).

[1] The European Federation of Corrugated Board Manufacturers

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

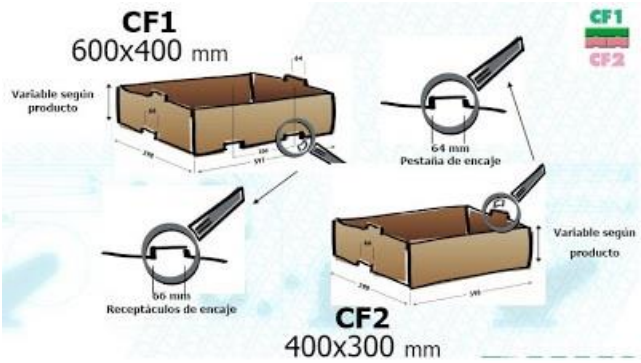


Figura 2.2 Modelos de envases CF1 y CF2
Fuente: **(Prisicoblog, 2018)**

2.2 Tipos de cajas de cartón para frutas y hortalizas

La fabricación de cajas de cartón corrugado se rige por un código internacional desarrollado por FEFCO y ESBO[2]. Las medidas base son la longitud (L), anchura (B o W) y altura (H) dimensionada en milímetros. Según el tipo de caja, se puede optar por dimensiones extras según se adecue al producto, junto con el molde de la caja, se adjunta el tipo de montaje a aplicar (FEFCO, 2018):

a) M: montaje manual
b) A: montaje automático
c) M/A: montaje manual o automático
d) M+A: montaje manual y automático

Los grupos de modelos básicos se clasifican por numeración de la 01 a la 09. Aparte del molde, se tiene una codificación para acondicionadores interiores. El modelo 07 es para cajas de encolado rápido y de montaje sencillo (FEFCO, 2018). El modelo a conformar con la máquina a diseñar en el presente proyecto es la 0771.

[2] European Solid Board Organization

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

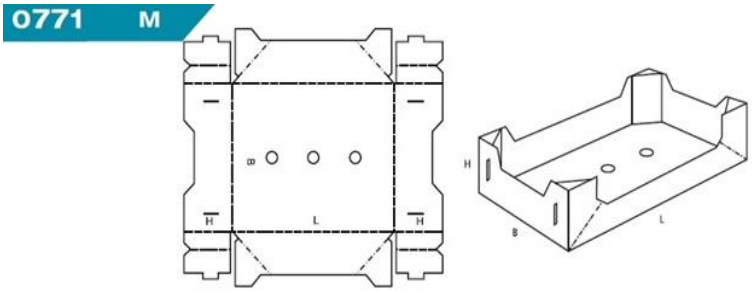


Figura 2.3 Plancha de cartón modelo 0771 para montaje manual
Fuente: **(FEFCO, 2018)**

En el ámbito comercial, las diferentes variantes se conocen por:

a) Plaform®
b) P-84®
c) Big Ear
d) Citrus Box
e) C-1
f) Columna

2.3 Sistema P84

El sistema de cajas P84 es utilizado para el transporte de frutas y hortalizas, cuenta con ventanas en los laterales para una mejor ventilación y conservación del producto (Rivera Cabezas, 2011). Son una variante del modelo 0771 (FEFCO, 2018) y son fabricadas en cartón corrugado a partir de un molde único. También se encuentran variaciones con refuerzos en las esquinas para tener una mayor capacidad de apilamiento.

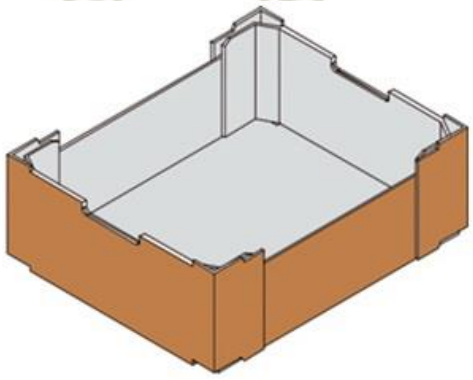


Figura 2.4 Caja Modelo P84
Fuente: **(Boix Maquinaria, 2018)**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.4 Cartón corrugado

Es un producto conformado por cartón, el cual es derivado de materias primas renovables, reciclables y biodegradables teniendo entre varias a la celulosa de la madera como la más usada. “Su estructura está formada por hojas de papel llamadas “liners” o caras que sirven como refuerzo y un papel ondulado llamado “médium” o flauta que va adherida a los liners mediante adhesivos, presión y calor” (Ivette, 2009, pág. 23). Se construye según la cantidad de liners o médiums usados para varios tipos de cartón corrugado.

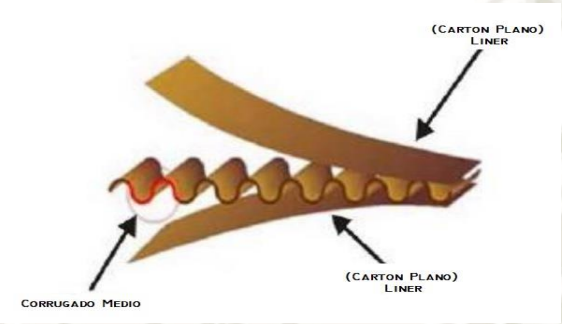


Figura 2.5 Componentes del cartón corrugado
Fuente: **(FEFCO, 2018)**

2.4.1 Tipos de cartón corrugado

Según la cantidad de Caras y corrugados medios, se tiene:

2.4.1.1 Simple cara

Consta de un papel liner y un papel médium (Figura 2.6). Siendo una estructura flexible, es únicamente utilizado para embalaje de productos o como material separador. No se utiliza para la elaboración de cajas (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009)

Figura 2.6 Cartón de simple cara
Fuente: **(CARTONAJES ARREGUI, 2018)**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.4.1.2 Doble cara

También llamado single wall o de simple pared, su estructura consta de un ondulado y dos liners que lo recubren (Figura 2.7). Es ampliamente utilizado para todo tipo de envases, siendo el cartón corrugado más común. Más del 90% de las cajas de cartón corrugado son fabricadas bajo esta estructura (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009)

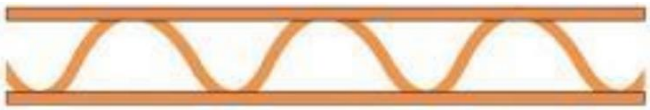


Figura 2.7 Cartón de doble cara
Fuente: **(CARTONAJES ARREGUI, 2018)**

2.4.1.3 Triple cara

También son llamadas double wall o doble pared, es una estructura rígida conformada por tres elementos planos (liners) que recubren a dos elementos ondulados (corrugados) intercalados.

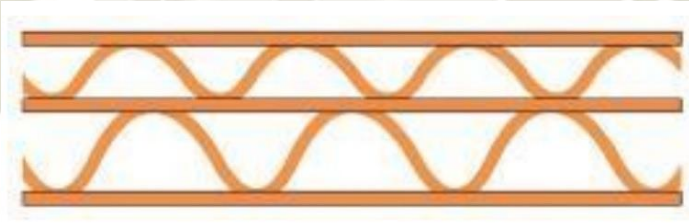


Figura 2.8 Cartón de Triple cara
Fuente: **(CARTONAJES ARREGUI, 2018)**

2.5 Maquinas armadoras de caja

Las maquinas formadoras de cajas existentes en el mercado tienen en común las siguientes características

a) Sistemas automatizados electro-neumáticamente por medio de PLC.
b) Constan de una zona de dosificación de moldes por medio de ventosas, el transporte se realiza por medio de una cadena de arrastre hacia una cavidad de conformación.
c) Requieren una unidad de pegamento de cola fría o caliente, el método más usado es por inyección de cola caliente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

d) La mayoría de máquinas hacen el conformado con un troquel de forma prismática, que sigue un movimiento lineal de ida y vuelta.
e) La zona de la matriz o cavidad donde se pliegan los dobleces principales y secundarios, están equipados con accionamientos neumáticos y mecánicos para adaptar a distintos tamaños de caja.

2.5.1 Subsistema de dosificación

Varía según la arquitectura de la máquina. El propósito de esta parte es alimentar de forma intermitente los moldes de cajas de cartón corrugado en modo desarrollo, estos se apilan en una zona de carguío de forma manual para ser transportados automáticamente hacia la zona de encolado y conformado. Muchas marcas optan por el sistema de vacío mediante ventosas de succión y un mecanismo plano para la manipulación (Figura 2.9)

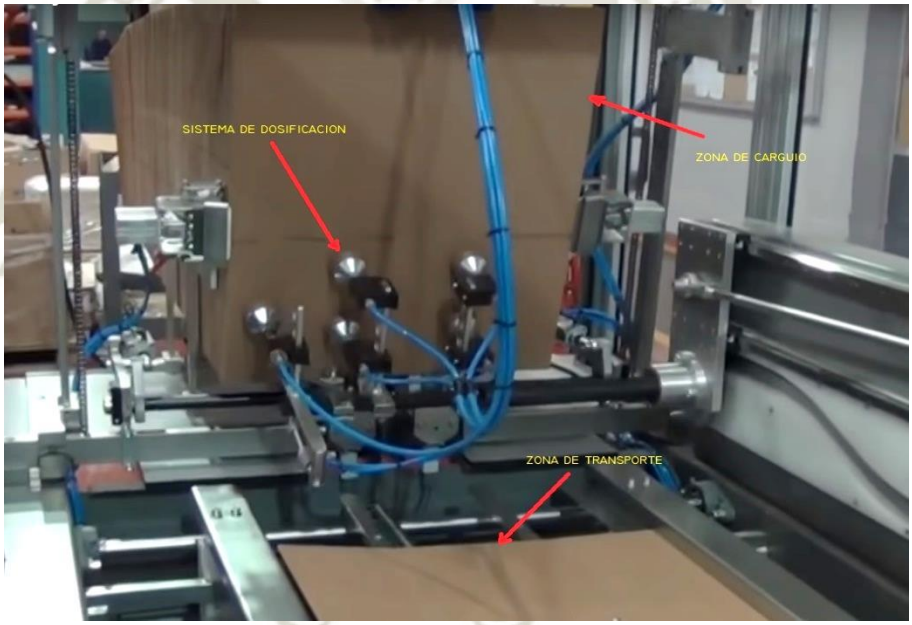


Figura 2.9 Subsistema de Dosificación
Fuente: **(Boix Maquinaria, 2018)**

2.5.2 Subsistema de transporte

Después de la maniobra de alimentación, los moldes de cartón en desarrollo geométrico, son transportados por medio de cadenas o fajas a rastras, con el objetivo de llevarlo a la zona de conformación y aplicarle el pegamento en el instante del transporte. Adicionalmente se acompañan con elementos de preconformación mediante actuadores,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

para facilitar el conformado final y aumentar la productividad. El molde cartón tipo P84, no requiere de muchos pliegues para requerir elementos de preconformación.

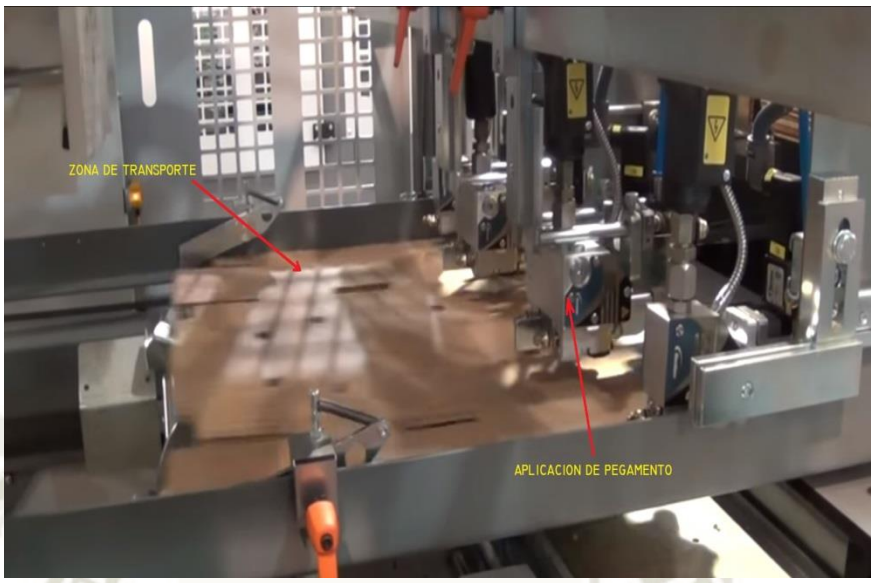


Figura 2.10 Subsistema de Transporte
Fuente: **(Boix Maquinaria, 2018)**

2.5.3 Subsistema de conformación

En esta zona, la mayoría de maquinarias de este tipo, accionan un troquel mediante un mecanismo de movimiento lineal (Neumático, Electromecánico) para presionar contra el molde de cartón, que a su vez; con el diseño de la matriz se logra una armonización para el plegado de las solapas y refuerzos, finalmente estos son expulsados hacia una banda transportadora. Las solapas y refuerzos varían en muchas formas debido al diseño de la caja, por tanto esta zona tiene que ser altamente flexible para el cambio de conjuntos de actuadores de conformación así como la regulación del tamaño de la caja.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

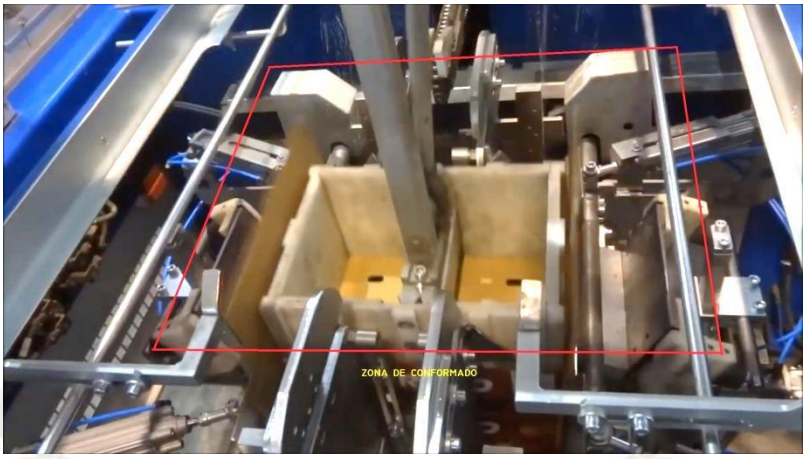


Figura 2.11 Subsistema de conformado
Fuente: **(Boix Maquinaria, 2018)**

Existen los siguientes tipos de accionamientos de movimiento lineal

a) Mecanismo biela-manivela
b) Mecanismos de piñón y cremallera
c) Mecanismo articulado de eslabones
d) Cilindro neumático
e) Brazo robótico articulado
f) Sistema de Robot cartesiano

Al unir y sincronizar todos los subsistemas, se dispone de una maquinaria capaz de realizar varias tareas, la automatización del sistema; permite la alta producción de cajas para la industria de la exportación de frutas y hortalizas.

Figura 2.12 Maquina Armadora de Cajas para modelos P84, C1, Plaform, Citrus box, Columna
Fuente: **(Boix Maquinaria, 2018)**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.6 VDI 2221: metodología para el desarrollo y construcción de sistemas y productos técnicos

El diseño de un producto técnico es una tarea que se realiza sin metodología, y la base para su desarrollo es la propia experiencia. Esta actividad a veces tiene caminos erróneos y generalmente el proceso de diseño se inicia por el final. Sin embargo el diseño es una actividad que se puede normar y aprender.

Actualmente, el proyectar y diseñar se hace de forma sistemática, las nuevas modalidades de industrialización como la automatización y la industria 4.0 cambiaron el paradigma. Por lo tanto se requiere que los diseñadores sean capaces de resolver todo tipo de problemas en tiempos cortos, innovar en los procesos y hacer a un lado la casualidad o la intuición y hasta cierto punto, la experiencia personal.

La VDI[3] es una asociación que se encarga de normalizar la industria. Esta norma en específica fue elaborada en 1986. Y se caracteriza por facilitar el desarrollo de productos tanto para diseñadores con o sin experiencia. Consta de cuatro fases: detallar el problema, elaborar el concepto, proyectar y elaborar detalles.

2.6.1 Fase I: Detallar el problema

En esta fase se buscar comprender la solicitud a un pedido en concreto de un sistema técnico con una serie de exigencias debidamente clasificadas y cuantificadas. Posteriormente se averigua el estado de la tecnología, buscando literatura especializada, catálogos, información técnica, revistas técnicas y patentes. También se debe buscar recomendaciones, normas y códigos (Catedra del curso Diseño de Maquinas, 2016).

Una vez procesada la información, se realiza la comprobación de posibilidades de realización, para ello se analiza desde el punto de vista técnico y económico. Durante esta fase el diseño se debe completar y ordenar la información recibida del cliente en cuanto a las condiciones que debe satisfacer el diseño (Tabla 2-1).

A continuación se presenta una guía para la redacción de una lista de exigencias con las principales características.

[3] VDI: Verein deutscher Ingenieure (Asociación alemana de ingenieros)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 2-1
Guía para la redacción de una lista de exigencia con las principales características

Características	Ejemplos
Geometría	Tamaño, altura, ancho, largo, diámetro, disposición, conexión, extensión, ampliación.
Cinemática	Tipo de movimiento, dirección del movimiento, velocidad, aceleración.
Fuerzas	Dirección de las fuerzas, magnitud de las fuerzas, frecuencias de las fuerzas, peso, carga, deformación, rigidez, propiedades elásticas, fuerzas de inercia, estabilidad, posición de resonancia.
Energía	Potencia, eficiencia, pérdidas, fricción, ventilación, estado, presión, temperatura, calentamiento, enfriamiento, energía de conexión, almacenamiento, absorción de trabajo, transformación de energía.
Materia	Flujo de material y transporte de material, propiedades físicas y químicas de los productos de entrada y salida, materiales adicionales, materiales prescritos (normas alimenticias, entre otros).
Señales	Magnitud de entrada y salida, formas de las señales, indicadores, aparatos de control y funcionamiento.
Seguridad	Técnicas de seguridad inmediata, sistemas de protección, seguridad del trabajo y medio ambiente.
Ergonomía	Relación hombre-máquina, manejo, altura de manejo, tipo de servicio, claridad, disposición, confort del asiento, iluminación, configuraciones de formas, apariencia.
Fabricación	Limitación por los talleres de producción, dimensión máxima de construcción, procedimiento preferido de fabricación, medios de fabricación, calidad y tolerancias posibles, cuotas de desperdicio.
Control	Posibles pruebas y mediciones, prescripciones especiales (normas DIN, ISO, entre otros).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Montaje	Prescripciones especiales de montaje, ensamble, instalación, montaje en obra, fundamentos.
Transporte	Limitación por las grúas, perfil de las líneas, condiciones de transporte según el tipo de vía, por tamaño, peso y tipo de envío.
Uso	Sin ruidos, coeficiente de desgaste, uso en lugares apartados, lugar de empleo, condiciones ambientales
Mantenimiento	Sin mantenimiento o bien tiempos y frecuencia de mantenimiento, inspección, cambio y reparación de piezas, pintura, limpieza
Costos	Costos máximos admisibles de fabricación, costos de herramientas y dispositivos, inversión, amortización
Plazos	Fin del desarrollo, plan de redes para los pasos intermedios, diagramas de barras, tiempos de entrega

Fuente: (Catedra del curso Diseño de Maquinas, 2016)

Como resultado de esta fase del diseño se debe obtener todas las exigencias ordenadas y clasificadas. La lista de exigencias se debe redactar en formularios (Figura 2.13) y deben participar en la redacción las partes que tienen que ver con el proyecto. La lista de exigencias completa es prácticamente un contrato donde están de acuerdo el solicitante y el diseñador. Por un lado el solicitante está seguro de lo que espera del diseño y el diseñador de lo que está obligado a diseñar.

LISTA DE EXIGENCIAS	EDICION		Pag: __ de __
Proyecto	Cliente		Nº de Identificacion
			Redactado por: Fecha:
Cambios (Fecha)	D o E	Exigencias	Responsable

Figura 2.13 Modelo de Formulario de Lista de exigencias
Fuente: **(Catedra del curso Diseño de Maquinas, 2016)**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.6.2 Fase II: Elaborar el concepto

Esta parte se realiza después de detallar el problema. Aquí se busca la realización de una estructura de funciones y establecer los principios de solución más apropiados para cada función a diseñar, en base a esto y a la combinación de posibles caminos, podemos obtener un concepto óptimo para el diseño.

2.6.2.1 Determinar la estructura de funciones

Muchas veces sucede que al elaborar la lista de exigencias se tiene una idea fija para dar solución al problema. Para evitar el bloqueo de otras posibilidades se hace necesario un proceso de abstracción, para no dejar de lado las nuevas idea. Realizar esto nos asegura un concepto de solución óptimo.

2.6.2.1.1 Abstracción

La función principal de un diseño se puede representar en forma de una "***black box***" (Figura 2.14), en donde se tiene en cuenta 3 magnitudes básicas de entrada y salida: señales, energía y materia.

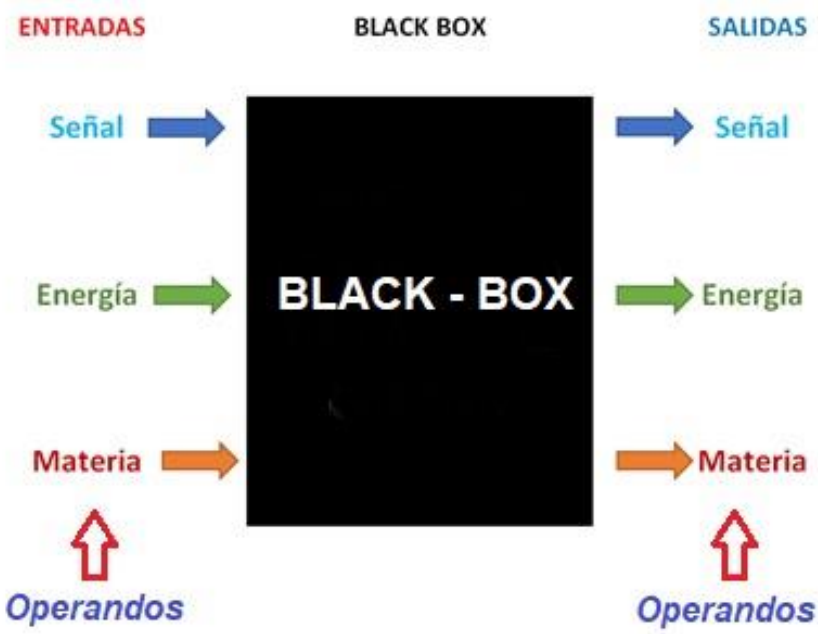


Figura 2.14 Black Box según VDI 2221
Fuente: **(Catedra del curso Diseño de Maquinas, 2016)**

Dentro de la caja negra, se asume que ocurre un proceso técnico, es decir una transformación de las propiedades de las 3 magnitudes físicas:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Materia: materia prima, insumos, productos concluidos, piezas, fluidos, material granulado, objetos variados.

Energía: energía mecánica, eléctrica, térmica, química, óptica, atómica.

Señal: magnitudes de medición, datos, indicadores, impulsos de control, información.

Las 2 magnitudes básicas son cuantificables tanto en cantidad como en calidad

Cantidad: Numero, volumen, masa, caudal, consumo, potencia, entre otros.

Calidad: desviación admisible de valores previstos, grado de calidad, acabado superficial, rendimiento, propiedades especiales como resistencia a la corrosión, al choque, etc.

2.6.2.1.2 Determinar los principios tecnológicos

La transformación de las propiedades de entrada ocurre paso a paso en una serie de procesos. Las operaciones necesarias y sus secuencias son decididas por la tecnología, disponible. Por ejemplo para la transformación de una pieza se escoge el fresado, brochado, taladrado o torneado y resulta de esa decisión la manera del procedimiento de trabajo en su mayor parte también su secuencia básica.

2.6.2.1.3 Fijar los procesos técnicos

El proceso técnico es un diagrama de flujo de principios tecnológicos escogidos que suceden en la caja negra, este arreglo permite combinaciones que resultan en una secuencia de operaciones.

Para la fijación completa de proceso técnico es necesario conocer sus tres fases: Preparación, ejecución y control.

Un proceso técnico se puede realizar por medio de bloques y fijar con ello una estructura completa con efectos secundarios, accionamientos independientes, energía disponible entre otros. La otra opción es por medio de un diagrama de flujo donde se ordenan las funciones principales, esta modalidad es más recomendable debido a su facilidad para entenderla.

Las opciones para un proceso técnico se determinan por medio de la combinación adecuada de los principios tecnológicos y la secuencia de operaciones. Si hacemos una evaluación de la estructura se puede encontrar la alternativa más óptima del proceso técnico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.6.2.1.4 Determinar la aplicación de los sistemas técnicos y sus limitaciones

Los efectos requeridos en un proceso técnico pueden ser realizados por el hombre o por un sistema técnico. Por ejemplo; los procesos manuales, los efectos producidos por la energía o el control son asumidos por el hombre. En un proceso mecánico y automático, los efectos de energía y control son asumidos por un sistema técnico. Estas distribuciones de efectos sean o no ejecutadas por el hombre o el sistema técnico, son muy diferentes el uno respecto al otro. No se debe olvidar que esto conlleva a situaciones que dan a lugar a consecuencias políticas o sociales si se trata de proyectar grandes instalaciones.

2.6.2.1.5 Determinar la agrupación de las funciones

Las funciones de un sistema técnico pueden agruparse y/o subdividirse, para ello se analiza cada función específica. Si no se llega a un consenso, lo mejor es revisar nuevamente los principios tecnológicos y la secuencia de operaciones.

2.6.2.1.6 Determinar y representar las estructuras de funciones

La manera más adecuada de realizar la estructura de funciones es por medio de bloques que representen claramente el proceso técnico, seguidamente se hacen las uniones pertinentes y si es necesario se agregan funciones secundarias que pudieron ser encontradas al fijar el proceso técnico.

2.6.2.1.7 Determinar la estructura de función óptima. Mejorar y verificar

De la manera como se ha tenido la estructura de funciones, ésta Se puede evaluar para las condiciones dadas y fijar alternativas óptimas. Sin embargo las alternativas óptimas (por razones de tiempo) deben ser en número mínimas.

Después de haber obtenido la estructura de funciones se procede a evaluar, para ello establecemos alternativas optimas y proyectamos la maquina en general, esto nos permitirá saber si las funciones especificadas cumplen o no con el proceso técnico. Si por algún motivo quedan situaciones sin especificar, se tiene que revisar nuevamente la estructura. La evaluación en la mayoría de los casos se basa en una cantidad pequeña de criterios, no se debe profundizar mucho debido a que en esta etapa de abstracción se pueden encontrar muchas alternativas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.6.3 Fase III: Determinar el concepto

Al elaborar la estructura de funciones se ha separado el proceso técnico (función total) en funciones parciales; entonces el objetivo de esta etapa de diseño es transformar la estructura de funciones por medio de principios de solución para cada función parcial.

Las alternativas de las estructuras de funciones aparecen con el cambio de las características del diseño (aplicación y limitación del sistema técnico) así como la agrupación de las funciones partiendo un por supuesto de uno o más procesos técnicos.

2.6.3.1 Determinar las entradas y modos de acción

Se refiere a los operandos que ingresan (o salen) de la caja negra. Para la realización del proceso técnico se debe tener en cuenta varias magnitudes de entrada como energía, materiales auxiliares, etc.

Para la transformación de los operandos que entran en el proceso técnico son necesarios ciertos efectos para su ejecución. Durante el proceso técnico surgen diversos materiales, como desperdicios (viruta, humo, etc) así como otras magnitudes de salida, cómo calor, vibración, ruido. En general son designadas estas magnitudes entrada o salida como imputs u outputs adicionales.

2.6.3.2 Determinar la clase de los portadores de funciones (matriz morfológica)

Los portadores de funciones son formas de llegar a la solución de una función parcial, para tener un esquema ordenado hacemos uso del siguiente recurso: la matriz morfológica.

Generalmente se subdivide la función total en funciones parciales, se puede optar por otro tipo de divisiones como dividir cada función parcial en funciones parciales secundarias y analizar más a detalle esas funciones. El método de la matriz morfológica (Figura 2.15) se puede aplicar cuando la función total se divide en funciones parciales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

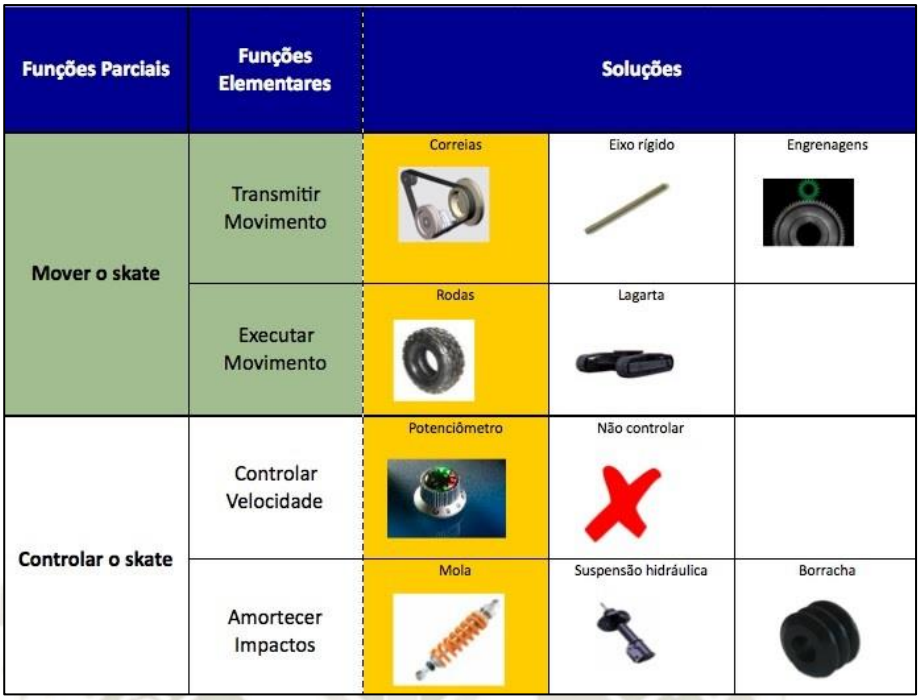


Figura 2.15 Ejemplo de Matriz Morfológica
Fuente: **(UFSC, 2019)**

2.6.3.3 Combinar los portadores de funciones. Probar sus relaciones

Combinar los portadores de función de la matriz morfológica puede llevar a un gran número de soluciones. Pero se puede indagar que no todas las soluciones son adecuadas, que los elementos asociados no son compatibles entre sí. Por lo tanto se necesita de combinaciones "reales", de esta forma se reduce las alternativas de solución y con ello da más tiempo al trabajo de evaluación.

Posteriormente se deben revisar cuidadosamente las combinaciones resultantes y no solamente en cuanto a sus efectos, sino también en cuanto a la compatibilidad de cada uno de los elementos y la satisfacción de otras propiedades, especialmente en cuanto a los parámetros de función como velocidad, tamaño, etc.

2.6.3.4 Determinar la disposición básica

Los elementos asociados en la matriz morfológica, solo tiene una relación funcional, en esta etapa no se necesita cuantificar o establecer parámetros. La disposición básica es el arreglo que se da para obtener una concepción del diseño, seguidamente se evalúa las relaciones que tienen, pero no se debe fijar esta idea, debido a que puede ser superada si se analiza los siguientes pasos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.6.3.5 Determinar el concepto óptimo, mejorar y verificar

La etapa final en el proceso de elaboración del concepto requiere una revisión y mejora de sus puntos débiles. Cada alternativa propuesta debe ser evaluada a un nivel básico, debido a que no se tiene puntos concretos de referencia para cuantificar las exigencias.

Si nos centramos en el criterio económicos nos daremos cuenta que esto tiene deficiencias. Por tanto se debe formular criterios que permitan la comparación de las variantes en miras a obtener una variante óptima (Tabla 2-2). La comparación de la solución ideal puede ser una ayuda para encontrar la solución óptima.

Tabla 2-2 **Criterios para la evaluación del concepto de solución**

Técnicos	**Económicos**
Buen uso de la fuerza o energía	Número de piezas
Seguridad	Facilidad de montaje
Rapidez	Productividad
Estabilidad	Costos diversos
Rigidez	Cantidad de desperdicios
Manipulación	
Facilidad de manejo	
Transportabilidad	
Calidad de trabajo	
Complejidad	

Fuente: **(Catedra del curso Diseño de Maquinas, 2016)**

2.6.4 Fase IV: Proyectar

El objetivo de esta fase de diseño es formular un proyecto definitivo a partir de la estructura de funciones óptima encontrada en la fase anterior.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.6.4.1 Determinar proyecto preliminar

Los datos de entrada en esta etapa son el bosquejo básico del concepto de solución, la lista de exigencias y la estructura de funciones. El objetivo de esta etapa es obtener un documento de diseño plasmado en un dibujo a mano alzada sobre el sistema técnico y sus correlaciones.

2.6.4.2 Consolidar el proyecto

En esta segunda parte en la elaboración del proyecto se trata de limpiar el proyecto preliminar escogido donde se logre una completa descripción del diseño, por supuesto aspirando que este sea el definitivo.

No se debe empezar a realizar cálculos de ingeniería para consolidar el proyecto, la problemática del diseño es muy amplia, se debe evaluar la disponibilidad de materiales en el mercado, problemas en el ensamblaje, influencia del medio exterior, cuestiones de mantenimiento, seguridad, lubricación, ergonomía, peso, costo entre otros.

2.6.5 Fase V: Elaboración de detalles

En esta fase de diseño, se trata únicamente de completar los cálculos y comprobaciones (resistencia de materiales) que debido a su poca importancia, no fue necesario realizarlo antes. Estos datos y decisiones se deben ajustar o complementar en el informe técnico del sistema. Posteriormente se realiza la elaboración de dibujos de ensamble y fabricación.

Los ensambles y los subensambles son muy importantes tanto para comprobar la compatibilidad de las piezas durante el diseño; como también para permitir y Mostrar el montaje y desmontaje de los ensambles.

La lista de piezas a fabricar (despiece) debe responder algún criterio de los conocidos: Por cantidad, por estructura, por variantes bloques constructivos, etc.

La numeración de las piezas debe responder también a criterio establecido en la firma: Por familia, por pertenencia al producto, etc.

2.7 Análisis de elementos finitos

El método de los elementos finitos (FEM) es una técnica numérica que proporciona soluciones aproximadas a las ecuaciones de un complicado sistema continuo en formas geométricamente simples llamados elementos finitos (Chandrupatla & Belegundu, 1999)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La mayoría de los problemas de ingeniería en sólidos y estructuras son de carácter tridimensional. Dado que la geometría y otros datos del problema son generalmente complejos, la estructura se analiza mejor empleando el uso de métodos de elementos finitos; es decir, dividiendo los sólidos en elementos pequeños con geometría conocida e interconectadas entre sí por medio de nodos, la deformación del solido se puede expresar en función a los desplazamientos de los nodos, esto nos permitirá conocer los esfuerzos y deformaciones en el interior del elemento.

Los pasos para realizar un análisis por elementos finitos son siempre los mismos, sin importar si son del tipo estructural, térmico, eléctrico o acústico.

Primero se realiza el modelo geométrico del solido en un programa de diseño (Figura 2.16), se asigna el material y de especifica los vectores de fuerza, momento o presión además de fijar las restricciones del elementos (Rodriguez, 2014).

Figura 2.16 Modelo tridimensional en programa CAD
Fuente: **(Rodriguez, 2014)**

El mallado o discretización (Figura 2.17) es la división del solido en geometrías relativamente pequeñas y simples al cual llamamos elementos finitos, estos no son de carácter infinitesimal sino son pequeños; con dimensiones determinadas, en comparación con el tamaño global del modelo. (Rodriguez, 2014)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 2.17 Discretizacion del componente
Fuente: **(Rodriguez, 2014)**

El programa que ejecuta el análisis por elementos finitos, proporciona una respuesta aproximada que concuerda con las estimaciones deseadas. Esto se hace por medio del ensamblaje de la matriz rigidez de los nodos desplazados de cada elemento finito (Chandrupatla & Belegundu, 1999).

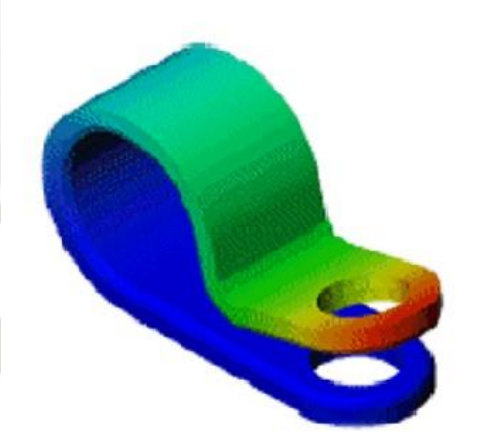


Figura 2.18 Resultados de la simulación del modelo
Fuente: **(Rodriguez, 2014)**

Resumiendo, se puede establecer el siguiente orden para un análisis FEM (Rodriguez, 2014).

a) Elaborar el modelo matemático.
b) Croquizar el modelo de elementos finitos en un programa CAD.
c) Ejecutar el modelo de elementos finitos.
d) Analizar los resultados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.7.1 Construcción del modelo matemático

Como se vio anteriormente, lo primero es realizar un modelo tridimensional en un programa de diseño asistido por computadora (CAD). Los modelos deben ser básicos; quiere decir, que no deben tener detalles como chaflanes, redondeos o cualquier otro detalle que sea insignificante para el análisis. Recordemos que la malla debe ser lo más uniformemente posible (Rodriguez, 2014).

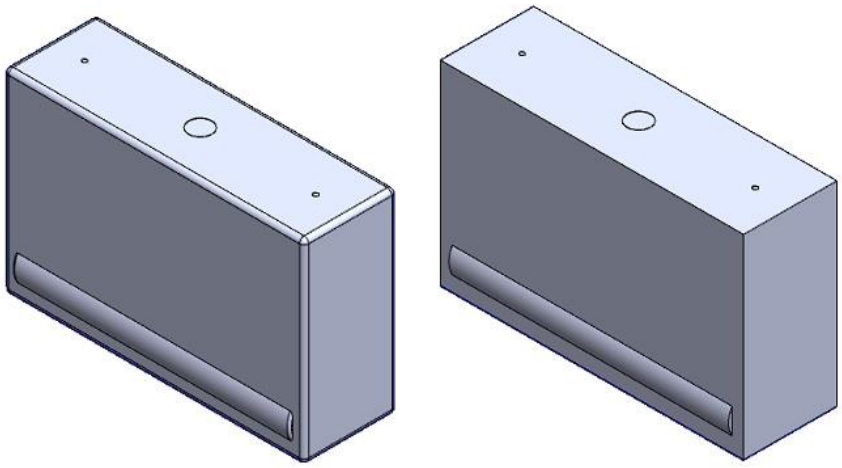


Figura 2.19 Modelo 3D (Izquierda); Modelo tras la eliminar los redondeos (Derecha)
Fuente: **(Rodriguez, 2014)**

Después de modelar la geometría tridimensional, se definen las propiedades del modelo; como tipo de material, cargas, juntas, soportes, y/o restricciones. Antes de ejecutar el análisis, se especifica el análisis que se desea realizar. Esto concluye el modelo matemático.

2.7.2 Construcción del modelo de elementos finitos

El modelo de elementos finitos no es más que la generación del mallado; como se dijo anteriormente, la individualización permita separar las cargas en cada nodo de unión (Rodriguez, 2014). El modelo continuo se ha discretizado y los resultados por separado se ensamblan para mostrar un comportamiento aproximado del continuo (Chandrupatla & Belegundu, 1999).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.7.3 Resolución del modelo de elementos finitos

Generalmente la ejecución del análisis por parte del programa trae consigo un determinado resultado provisto del algoritmo de cálculo utilizado por defecto en el programa. Si se requiere determinados datos de interés. Se puede elegir en la aplicación el módulo de cálculo a utilizar ya que se suelen tener varias opciones de cálculo (Rodriguez, 2014).

2.7.4 Análisis de resultados

Los resultados proporcionados por el programa resultan ser precisos y se pueden manipular para ser visualizados en diferentes formatos. La interpretación correcta de los resultados se debe tener en mente las simplificaciones que se hicieron en el modelo matemático, el mallado del componente y la ejecución del programa de elementos finitos (Rodriguez, 2014).

2.7.5 Tipos de elementos finitos

El proceso de generación de malla, permitió individualizar el elemento continuo en varios elementos finitos. Sim embargo saber qué tipo de elemento finito se requiere suele depender del tipo de geometría que se ha modelado. El software Autodesk Inventor permite utilizar elementos solidos tetraédricos para el mallado de componentes solidos tridimensionales y elementos planos triangulares para el mallado de superficies sin volumen.

Existen cinco tipos de elementos finitos (Chandrupatla & Belegundu, 1999):

- Elemento tipo “Truss” o barras
- Elementos tipo “Beam” o vigas
- Elementos sólidos tetraédricos de primer y segundo orden,
- Elementos planos triangulares de primer y segundo orden.
- Elementos axisimetricos.

Los tipos de elementos finitos aptos para la simulación de componentes mecánicos solidos de geometrías básicas son los elementos tetraédricos de primer y segundo orden. (Figura 2.20).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

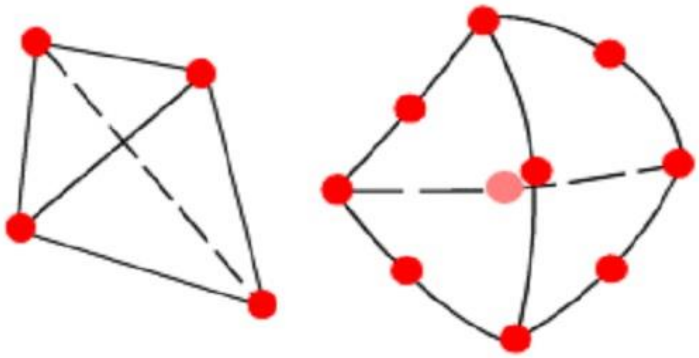


Figura 2.20 Elemento tetraédrico de primer orden (Izquierda) y de segundo orden (Derecha)
Fuente: **(Rodriguez, 2014)**

Los elementos finitos tipo tetraédrico solido de primer orden, modelan los desplazamientos lineales de su volumen por las caras y aristas, el tetraedro finito tiene cuatro nodos que están en sus extremos. Cada nodo posee tres grados de libertad, eso quiere decir que los desplazamientos de nodos se pueden expresar mediante tres componentes de traslación. Las aristas de los elementos de primer orden son rectas y de caras planas. Al experimentar una deformación las aristas y caras permanecen rectas. Esta situación compromete en gran medida la generación de una malla para un componente tridimensional con geometría que presenta curvas o irregularidades (Rodriguez, 2014). Sim embargo para el presente diseño es posible utilizar estos elementos debido a que son pocas piezas que pueden presentar superficies complejas. Si observamos la (Figura 2.21) podemos notar como los elementos tetraédricos distorsionan el modelo geométrico suavizado en aristas vivas que pueden producir concentración de esfuerzos.

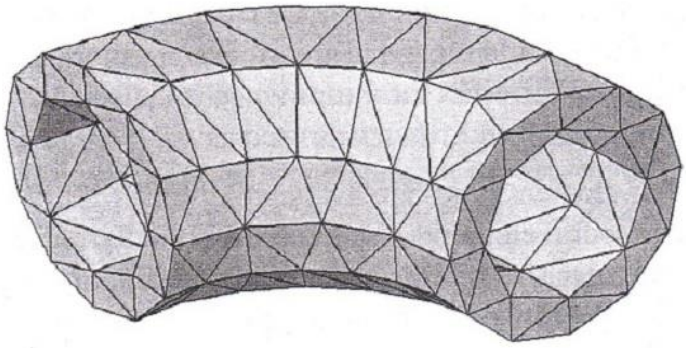


Figura 2.21 Mallado con elementos tetraédricos de primer orden
Fuente: **(Rodriguez, 2014)**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los elementos tetraédricos solidos de segundo orden modelan el desplazamiento de los nodos en funciones parabólicas producto de la integral de la función lineal del tetraedro de primer orden (Figura 2.20). Este campo de desplazamientos proporciona la denominación para estos elementos. Cada elemento tetraédrico de segundo orden posee diez nodos (cuatro nodos en las esquinas y seis nodos intermedios), estos nodos tiene tres grados de libertad cada uno, las aristas y las caras pueden tomar forma curvilínea y cuando están sometidos a cargas, las deformaciones siguen el patrón curvilíneo (Rodriguez, 2014).

Como se ve en la Figura 2.22, este tipo de elementos tetraédrico de segundo orden se ajusta mejor a la geometría curvilínea,

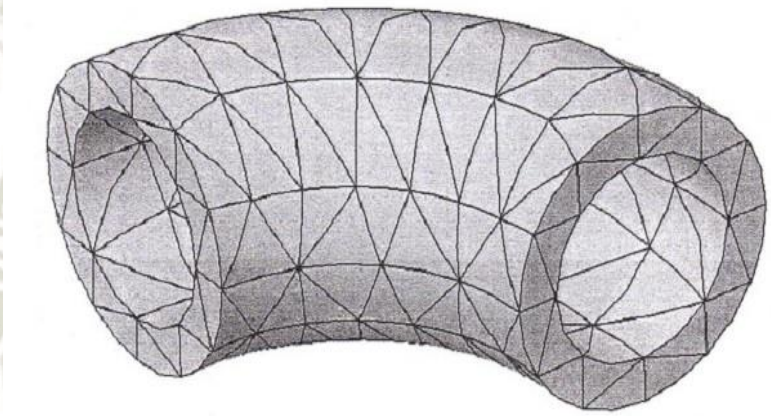


Figura 2.22 Mallado con elementos tetraédricos de segundo orden
Fuente: **(Rodriguez, 2014)**

Asignar la cantidad de elementos que se requiere en una geometría a simular por medio de elementos finitos, depende en gran medida de la capacidad de procesamiento del ordenador. Un análisis por medio de elementos de primer orden proporciona una solución aceptable para elementos prismáticos, sin embargo para componentes como chapa metálica con dobleces y agujeros, se requiere una mayor precisión debido a que estos componentes trabajan en el límite proporcionalidad elástica. Cabe señalar que el presente diseño, los análisis por elementos finitos se harán de forma independiente. el principal objetivo es determinar deformaciones que en conjunto pueden afectar al funcionamiento de la maquina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.8 Ingeniería del detalle

2.8.1 Cajetín

Para la ingeniería de detalle se ha determinado el cajetín (Figura 2.23) de los planos y otras tablas que permiten definir correctamente la pieza para su fabricación. También se ha determinado una nomenclatura para codificar los planos. La nomenclatura definida consta de una letra E, si se trata de un plano montaje de un ***ensamble*** o de una letra F, si es un plano de ***fabricación*** de una pieza, seguidos de un número correlativo de cuatro dígitos. Se define también una lista de planos donde se registra la referencia del plano y la revisión vigente del mismo.

Figura 2.23 Cajetin
Fuente: Elaboracion propia

En la parte izquierda se recogerán los cambios que se vayan haciendo en el diseño a lo largo de su ciclo de vida, cada cambio se archivará mediante un número de revisión, una clave que se corresponderá con un archivo donde poder consultar toda la información referente al cambio.

En la parte central se recoge el tipo de proyección, europea en este caso. La escala principal, la norma de tolerancias generales, el tipo de formato o tamaño de hoja según ISO 216 y la fecha en que se realiza el diseño, la comprobación y la aprobación del plano, así como el nombre de la persona que lo realiza.

En la parte derecha se registra el logotipo de la institución a la que pertenece el plano, existe un recuadro donde se hace una anotación de carácter sobre la propiedad intelectual del diseño. Los títulos de los nombres de los planos responden a la naturaleza del conjunto o pieza y su ubicación dentro del ensamble general.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.8.2 Lista de piezas

En los planos de conjunto se añade la lista de piezas donde se recoge la cantidad, descripción, norma (componentes normalizados) y referencia de cada una de las piezas que componen el conjunto.

ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	NORMA	REFERENCIA
LISTA DE PIEZAS				

Figura 2.24 Cuadro de lista de piezas
Fuente: Elaboración Propia

2.8.3 Descripción del material

En los planos de piezas, se ha definido una tabla donde registrar el acabado superficial según UNE 1-037. Los datos del material y la norma en la que se recogen, los datos de tratamiento térmico y tratamiento superficial, el peso de la pieza y el radio de redondeo o matado de aristas, válido para aristas en las que no se recoge ninguna otra indicación en el plano, según ISO 13715.

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.02 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	TEMPLADO	ARISTAS
DUREZA	55 - 60 HRC 1mm	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	CROMADO	

Figura 2.25 Cuadro de descripción de la pieza a fabricar
Fuente: Elaboracion propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA

3.1 Metodología del diseño

Para el diseño de la maquina se utilizara la metodología VDI 2221. Como se dijo anteriormente, este método no requiere experiencia del diseñador en el transcurso además de optimizar cada fase del diseño aun cuando se haya pasado por ella. Las principales fases del método son:

3.1.1 Detallar el problema

En esta fase se analiza el problema, las exigencias que requieren, las posibles soluciones y la factibilidad de realización.

3.1.2 Elaboración del concepto

En esta etapa de diseño se definen las funciones y se las agrupa en la matriz morfológica para tener mayor posibilidad de soluciones preliminares.

3.1.3 Proyectar

Con las alternativas propuestas, se selecciona la solución óptima mediante un análisis técnico – económico, y en base a esta selección se realiza el desarrollo completo del proyecto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.4 Elaboración de detalles

Finalmente se realizan los documentos necesarios para la sustentación del proyecto, como planos de ensamble, planos de fabricación, acabados, tolerancias, memoria de cálculo, costos y conclusiones.

3.2 Planteamiento y detalle del problema

Se desea una maquina formadora de cajas de cartón para productos agrícolas de una producción de 2700 cajas/hora, como se justificó anteriormente, su uso es para almacenar productos como la palta, uva, arándanos, espárragos, cebollas entre otros de exportación.

3.2.1 Asumir el problema en forma critica

El presente proyecto, trata sobre el diseño del bastidor y sistema de regulación para una maquina armadora de cajas, se entiende que los módulos de dosificación y conformación serán entregados en otros trabajos que se adjuntaran en la presente tesis. Por tanto se analizara el conjunto total de la máquina para establecer los parámetros con los que se trabajara. El producto que se busca diseñar debe cumplir con la producción requerida, los puntos críticos del problema son:

a) Colisiones entre el troquel de conformación y la matriz de formado
b) Colisiones entre actuadores neumáticos con los componentes de la matriz
c) Falta de sincronización entre la dosificación de moldes de cartón y la matriz de conformado
d) Dificultad de ensamble y acceso a los componentes de regulación y mantenimiento, debido a la gran cantidad de componentes.

3.2.2 Estado de la tecnología

Existen varios modelos de esta maquinaria en el mercado, sin embargo todas ellas son de origen europeo como: Boix Maquinaria, Tamegar, Tecnobox, Sacmi Packaging. Los sistemas que operan en estos modelos son similares.

Luego del análisis del diseño, se prevé que la maquina contara con los siguientes sistemas:

a) Sistema de actuadores por aire comprimido para la formación de las paredes y solapas de la caja.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Sistema mecánico regulable para facilitar la conformación y flexibilidad de las maquinas a distintos tamaños de cajas.
c) Sistema eléctrico para los motores, sistema de control, pulsadores, PLC, solenoides.

3.2.3 Análisis de la situación del problema

El problema principal es la sincronización y armonía de los diferentes elementos actuantes en la formación de la caja. La fabricación y ensamble tendría que ser progresivo para realizar pruebas de ensayo y error, de esta manera se puede resolver las situaciones que escapan del análisis matemático.

3.2.4 Comprobar las posibilidades de realización

3.2.4.1 Aspecto técnico

La tecnología para el desarrollo del proyecto como:

a) El maquinado de piezas metálicas y/o plásticos
b) Unión de elementos mediante pernos y soldadura
c) Elementos normalizados como rodamientos, guías, cadenas, correas, perfiles, platinas, planchas.
d) Motores, sensores y controladores.
e) Actuadores, válvulas, conectores, mangueras y sujetadores.

Se encuentran todos disponibles en la ciudad de Arequipa, así como empresas manufactureras de baja y media capacidad como IMCO, FIMA, FIGUCY, METALTEC entre otras; con la maquinaria suficiente para la construcción de la máquina.

3.2.4.2 Aspecto económico

El problema de comprar maquinaria de fábricas europeas, reside en el costo de adquisición e importación de dichas máquinas, ya que la oferta es muy poca en comparación de otros productos. Como consecuencia el mercado regional no puede estar a la par con la producción y transporte de frutas para el mercado internacional. El formado de cajas es un proceso manual aun en varias asociaciones de agricultores. Por tanto con los recursos que se dispone y su costo, es posible la manufactura de tal maquinaria.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.5 Lista de exigencias

Tabla 3-1
Lista de exigencias detallada según modelo VDI 2221

LISTA DE EXIGENCIAS		Edición 01	1 de 1
Proyecto	Máquina Formadora de Cajas de Cartón para fruta para una producción de 2700 cajas/hora		
Redactado por:	Guzmán, Olivera, Yana		
Fecha:	10-05-2017		
Categoría	**DoE**[4]	**Exigencias**	**Responsable**
Función Principal	E	Armar cajas de catón para frutas a 2700 cajas por hora	Guzmán, Olivera, Yana
Geometría	E	Dimensiones de la máquina 3-5m x 1.5-2.5m x 2-2.5m	Guzmán, Olivera, Yana
	E	Adaptable a distintos tamaños de caja[5]	Guzmán, Olivera, Yana
	D	Entrada manual de moldes a un cargador en la parte posterior de la máquina	Guzmán, Olivera, Yana
	D	Salida de caja formada por la parte inferior de la máquina	Guzmán, Olivera, Yana
Cinemática	E	La máquina deberá cumplir con los rangos de producción exigidos	Guzmán, Olivera, Yana
	E	El funcionamiento de la máquina de forma estacionaria	Guzmán, Olivera, Yana
Fuerzas	E	Peso: 1500-2500 kg	Guzmán, Olivera,

[4] D: deseo o E: exigencia
[5] Tamaños según (Prisicoblog, 2018): 600x400mm / 400x300mm /altura varía según el producto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

			Yana
	E	Baja fuerza de salida	Guzmán, Olivera, Yana
Energía	D	Fuente de energía eléctrica trifásica 380V / 60 Hz	Guzmán, Olivera, Yana
	D	Fuente de energía para dispositivos de control: monofásica 220V / 30V	Guzmán, Olivera, Yana
Materia	E	2700 cajas por hora	Guzmán, Olivera, Yana
	E	Las cajas serán formadas desde un molde único de cartón corrugado	Guzmán, Olivera, Yana
	D	La máquina debe incluir con un sistema de aplicación de pegamento	Guzmán, Olivera, Yana
Señales	D	Sistema de control de velocidad de producción	Guzmán, Olivera, Yana
	E	Sistemas de la máquina de forma automática	Guzmán, Olivera, Yana
	D	Control de sistema por PLC[6]	Guzmán, Olivera, Yana
Seguridad	E	Parada de emergencia	Guzmán, Olivera, Yana
	E	Protección contra accidentes físicos	Guzmán, Olivera, Yana

[6] PLC: (Autómata) Programador lógico controlable

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	E	Protección contra sobrecarga y cortocircuito	Guzmán, Olivera, Yana
Ergonomía	E	Panel de control ergonómico	Guzmán, Olivera, Yana
	D	Favorable a la alimentación de moldes de cartón	Guzmán, Olivera, Yana
Fabricación	D	La manufactura de componentes en talleres locales	Guzmán, Olivera, Yana
	D	Materiales necesarios disponibles en el mercado regional o nacional	Guzmán, Olivera, Yana
Control	D	Planos en norma ISO	Guzmán, Olivera, Yana
Montaje	E	Paneles de protección abatibles	Guzmán, Olivera, Yana
	D	Montaje en el lugar de trabajo	Guzmán, Olivera, Yana
	D	diseño modular	Guzmán, Olivera, Yana
Transporte	D	Transporte de subsistemas por vía terrestre	Guzmán, Olivera, Yana
Uso	E	Bajo ruido	Guzmán, Olivera, Yana
	E	Trabajo bajo techo	Guzmán, Olivera,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

			Yana
	D	Clima seco	Guzmán, Olivera, Yana
Mantenimiento	E	Elementos de la máquina desmontables, reparables o reemplazables	Guzmán, Olivera, Yana
Costos	E	Costo de fabricación competente con el mercado	Guzmán, Olivera, Yana
Plazos	D	Desarrollo de la máquina en 1 año	Guzmán, Olivera, Yana

Fuente: Guzmán, Olivera, Yana

3.3 Determinación de la estructura de funciones

3.3.1 Abstracción – Black Box

En la caja negra ocurre un proceso técnico que transforma las propiedades de las tres magnitudes físicas presentadas en la Figura 3.1.

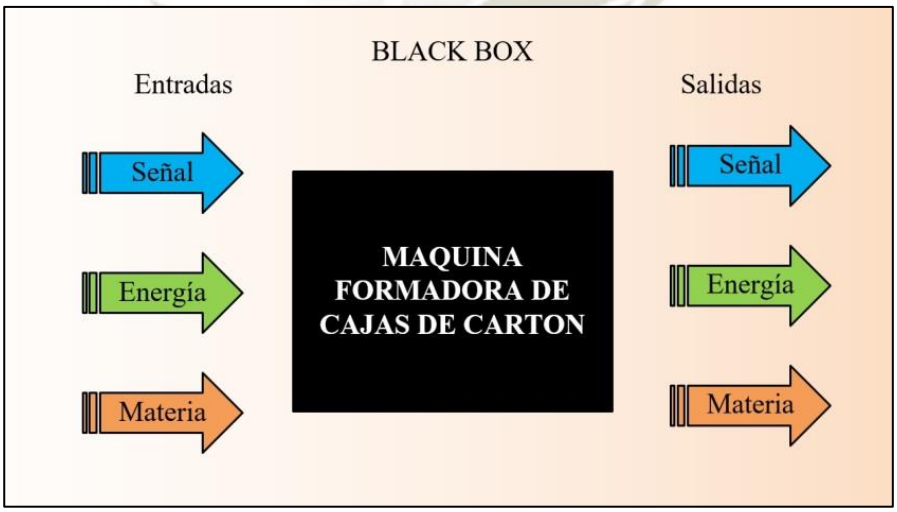


Figura 3.1 Black box para maquina formadora de cajas
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 3-2
Detalle del análisis de abstracción

ENTRADA	SALIDAS
Activación y control: Iniciados por el operario, se tiene también un modo de funcionamiento automático	Luces indicadoras de estado de la máquina (parada, stand-by, operación) Alarmas sonoras Indicadores en pantalla
Energía eléctrica para accionar los sistemas de trasmisión de fuerzas y potencia	Energía como ruido, calor, fricción y desgaste
Moldes de cartón corrugado y pegamento	Caja de cartón formada Residuos de pegamento

Fuente: Elaboracion propia

3.3.2 Determinación de la funciones

Las funciones de la máquina son verbos infinitivos que describen de forma general las acciones necesarias para convertir un molde de cartón, en una caja de cartón. Según el proceso de abstracción se tiene lo siguiente.

- Alimentar
- Almacenar
- Aplicar pegamento
- Dosificar
- Formar paredes
- Formar refuerzos
- Guiar
- Sujetar
- Transportar
- Ubicar
- Expulsar
- Regular

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El orden de las funciones puede variar según el tipo de arquitectura de la máquina y su tecnología. Por ejemplo, primero se puede aplicar pegamento solo a las paredes, luego se forma las paredes, después de aplica pegamento a los refuerzos y finalmente se forma los refuerzos. O aplicar pegamento tanto para paredes y refuerzos y formarlos en una sola zona.

La primera ofrece ventaja de rapidez ya que se hace en un proceso continuo, pero requiere más mecanismos y el tamaño de la maquina aumenta; la segunda opción permite la compactación de la máquina, pero disminuye la producción al ser un proceso intermitente.

Estas variantes, **definen el bastidor**, la zona conformación, y los mecanismos de regulación, el cual son sistemas a diseñar en el presente trabajo, por ello es necesario establecer definitivamente la solución óptima y comenzar el proceso de diseño propiamente dicho.

3.3.3 Determinación de los principios tecnológicos

Se puede determinar que los principios tecnológicos aplicados a este tipo de maquinaria según el estado de arte y diseño en ingeniería mecánica y son:

Tabla 3-3 Tecnologías para el desarrollo de la maquina

Tecnologías para el desarrollo de la maquina

Combinación de tecnologías	Descripción	Detalle
Mecánico, Neumático, eléctrico, electrónico.	Uso de mecanismos, transmisiones, actuadores electroneumaticos, sensores y controladores electrónicos.	Permite sincronismos y armonía entre los diferentes actuadores y mecanismos a través de sensores e interruptores.
Mecánico, neumático	Uso de actuadores neumáticos con mecanismos de eslabones y transmisiones.	Dificultad a sincronizar los movimientos, se incrementa el número de válvulas y mecanismos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Mecánico, eléctrico	Uso de mecanismos, transmisiones y motores.	Requiere uso de convertidores de movimiento rotativo a lineal, se intensifica la cantidad de componentes
Neumático, eléctrico	Uso de actuadores y controles electroneumaticos.	Permite sincronismos de movimientos
Mecánico, neumático, eléctrico	Uso de mecanismos y motores además de actuadores y controles electroneumaticos.	Permite sincronismos de movimiento, garantiza confiabilidad de la máquina.

Fuente: Elaboracion propia

3.3.4 Determinación de la secuencia de operaciones

Para la formación de una caja de cartón modelo P84 se requiere la alimentación de una determinada cantidad de moldes, pueden ser 20 moldes o más de forma manual (operador humano), estos deben ser suministrados de forma automática (por la maquina) hacia un sistema que permita aplicarles el pegamento, posteriormente deberán ser conformados y aplicar presión por un determinado tiempo, sobre las solapas y paredes laterales de la caja para que surta efecto el pegamento y no se desarme la caja, finalmente serán expulsados de la máquina y se iniciara el ciclo de nuevo. Por tanto se tiene la siguiente secuencia de operaciones.

1. Realizar los ajustes necesarios para regular el tipo de caja, para este caso solo será el modelo P84, pero debe ser flexible para adaptarse a otros modelos
2. Cargar moldes de cartón
3. Ajustar tamaño y/o calibrar según tamaño de molde
4. Dosificar los moldes de cartón corrugado
5. Ubicación de los moldes cartón corrugado para su conformación
6. Aplicar pegamento
7. Conformar moldes de cartón
8. Sujetar por un breve periodo de tiempo
9. Retirado de cajas formadas de cartón

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.5 Fijar los procesos técnicos y limitaciones

Con los principios tecnológicos y la secuencia de operaciones explicadas anteriormente se puede fijar el proceso técnico para la transformación de las magnitudes que entran en la caja negra. Para ello analizaremos las tres fases de su desarrollo.

Tabla 3-4
Procesos técnicos y limitaciones

DESCRIPCIÓN	LIMITACIÓN[7]
PREPARACIÓN	
Realizar los ajustes necesarios para regular el tipo de caja	PROCESO MANUAL
Cargar los moldes de cartón en la zona de apilamiento	PROCESO MANUAL
Ajustar tamaño y/o calibrar según medidas de molde	PROCESO MANUAL
EJECUCIÓN	
Suministrar y transformar la energía	PROCESO MECANICO
Transmitir potencia	PROCESO MECANICO
Dosificar moldes de cartón	PROCESO AUTOMATICO
Transportar y/o ubicar moldes de cartón	PROCESO AUTOMATICO
Aplicar pegamento	PROCESO AUTOMATICO
Formar las cajas de cartón	PROCESO AUTOMATICO
Fijar la caja y sus pliegues por un periodo de tiempo	PROCESO AUTOMATICO
CONTROL	
Verificar que el cartón no se atasque en ninguna parte de la maquina	PROCESO MANUAL
Controlar la velocidad de producción	PROCESO AUTOMATICO
Controlar la aplicación del adhesivo	PROCESO AUTOMATICO
Verificar el correcto conformado de la caja	PROCESO MANUAL
FASE FINAL	
Expulsar caja de cartón	SISTEMA TECNICO AUTOMATICO

Fuente: Elaboracion propia

[7] Limitaciones del sistema técnico según la lista de exigencias

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.6 Agrupación de funciones

Las funciones anteriormente mencionadas se pueden agrupar y/o subdividir, según el análisis del proceso técnico podemos agrupar y ordenar las funciones individuales una estructura de funciones.

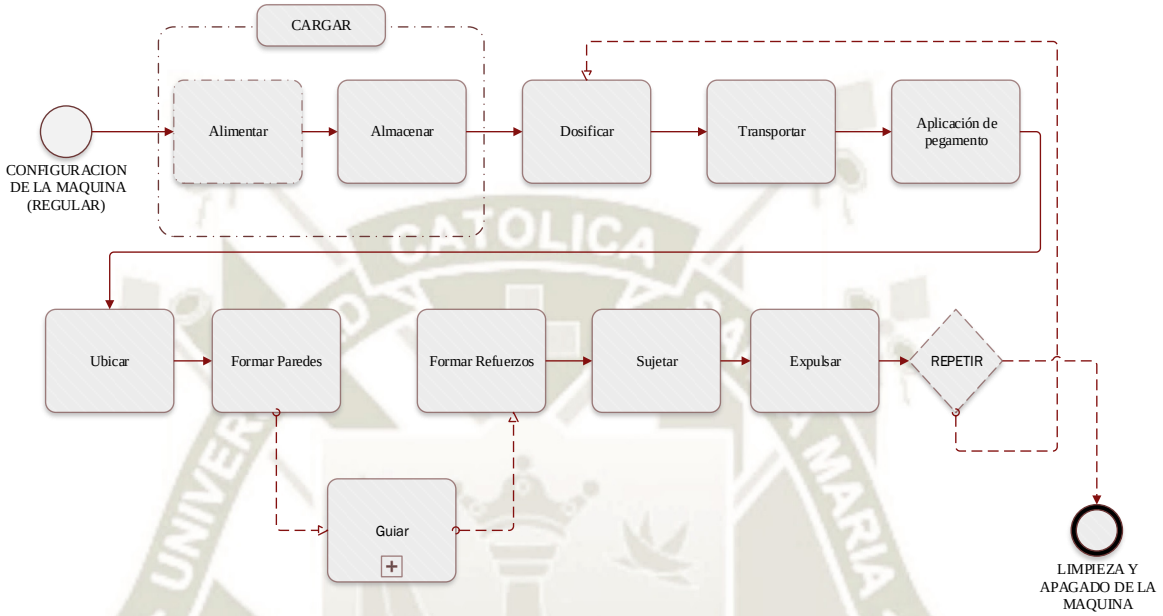


Figura 3.2 Agrupación de funciones
Fuente: Elaboración propia

La secuencia de las funciones es la siguiente (Figura 3.2):

Un operador humano realiza la configuración de la maquina según el modelo de caja, posteriormente se dispone a alimentar en un espacio de la máquina, los moldes de cartón corrugado; pueden ser 20 moldes a mas, luego el sistema técnico se encarga de dosificar unitariamente los moldes hacia una zona donde se pueda conformar la caja. Paralelo a esta etapa se aplica el pegamento, estando el molde en la zona de formado se procede con la respectiva formación de paredes y refuerzos de la caja, enseguida se sujeta la caja para que no se desarme y actúe el pegamento y finalmente se expulsa de la máquina.

Este orden respectivo, permite la concepción de una máquina de pequeñas dimensiones que forma las cajas de manera intermitente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

3.3.7 Estructura de funciones óptima de la maquina

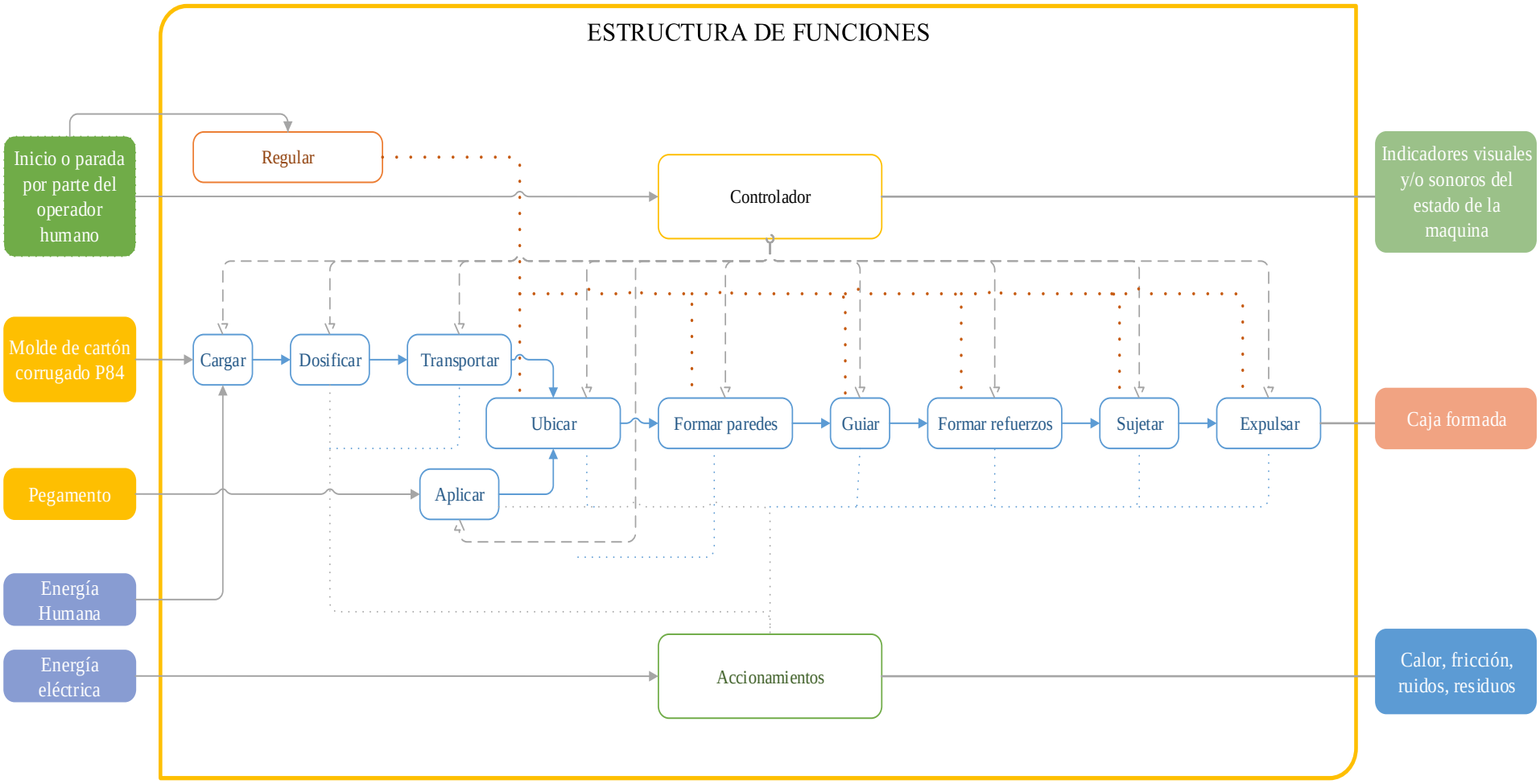


Figura 3.3 Diagrama de estructura de funciones optima
Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A continuación estudiaremos los subsistemas de dosificación, transporte y conformación cuyos diseños se extrajeron de trabajos previos a esta investigación.

3.3.8 Estudio de funciones

3.3.8.1 Subsistema de dosificación y transporte

Consta del magazine y sistemas de dosificación, transporte y aplicación de pegamento de una maquina forma de cajas con capacidad de 2700 cajas/hora.

En este proyecto se analiza y diseña las funciones de:

1. Cargar
2. Dosificar
3. Transportar
4. Aplicar pegamento

En esta etapa de diseño solo se realiza la regulación de las guías de transporte, para que se adapten a los distintos tamaños de caja de cartón y el diseño del bastidor para el soporte de todos sus mecanismos.

3.3.8.2 Subsistema de conformación

Diseño de un sistema de conformado de cajas de cartón para frutas para una máquina formadora de 2700 cajas/hora (Olivera Apaza, 2019)

En este proyecto se analiza y diseña las funciones de:

1. Ubicar
2. Formar paredes
3. Formar refuerzos
4. Sujetar y expulsar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

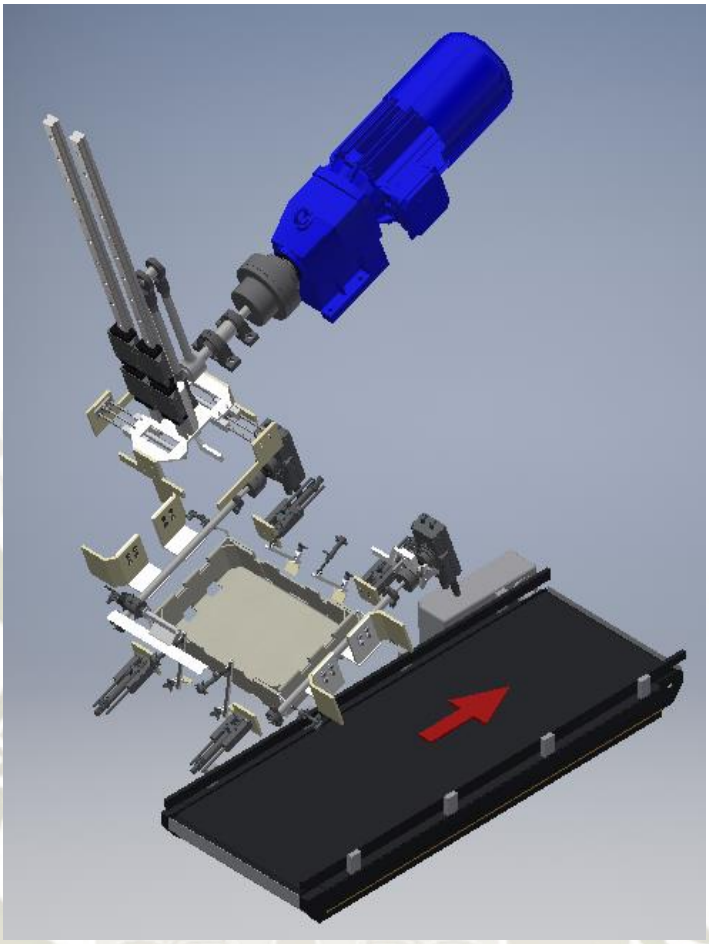


Figura 3.4 Ensamblado general del subsistema de conformado de cajas y la expulsión
Fuente: **(Olivera Apaza, 2019)**

La arquitectura de este diseño es inclinado, se utiliza topes físicos para ubicar el molde de cartón además de un actuador que impide que el molde regrese a la zona de transporte. Utiliza un mecanismo de biela manivela para el formado de la caja, el cual presiona el molde sobre una matriz fija que permite formar las cuatro paredes de la caja, la matriz (no se ve en este diseño) guía el molde preformado hacia una zona más baja para realizar la formación de los refuerzos y sujetar los dobleces para que el pegamento surta efecto, en esta etapa actúan mecanismos articulados y actuadores neumáticos lineales y rotativos. Finalmente la caja formada es expulsada por el mismo troquel del biela manivela hacia una faja trasportadora que lleva a la caja fuera de la máquina.

Todos los componentes de esta zona no están fijados a soportes, la matriz de esta zona tiene que estar adaptada a esta configuración y ser regulada para abarcar los diferentes tamaños de cajas de cartón. La función **guiar y regular** será analizada a más detalle. La

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

función del bastidor que es **soportar**, no entra en la estructura de funciones y se analiza más adelante.

3.3.8.3 Función GUIAR

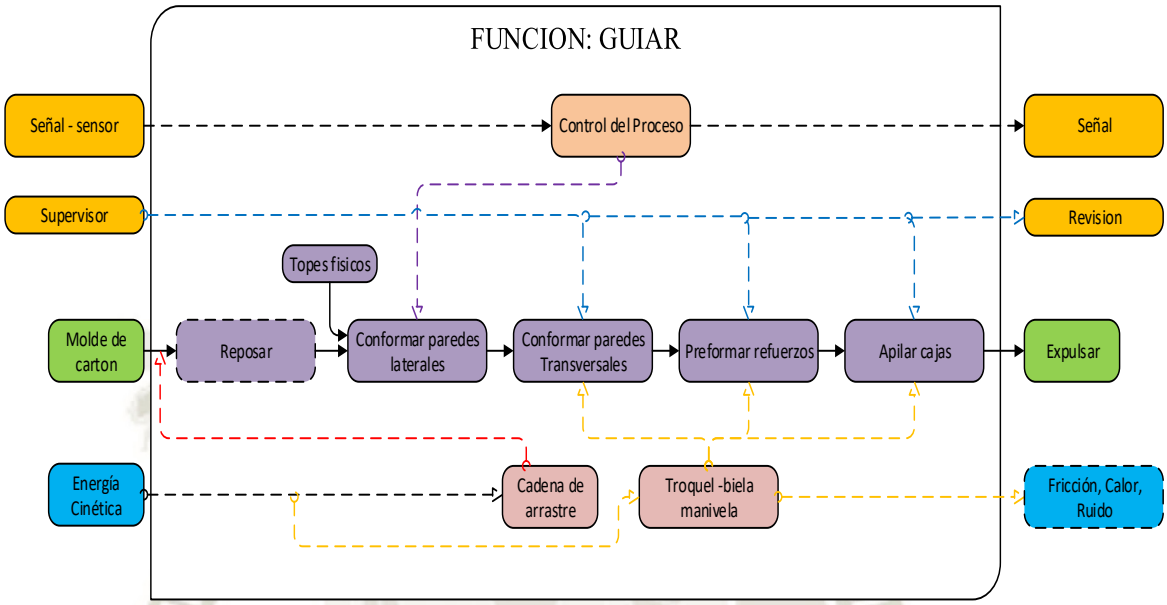


Figura 3.5 Estructura de subfunciones de la función parcial Guiar
Fuente: Elaboración propia

El molde de cartón proviene de una zona de almacenamiento, donde son dosificados por medio de un mecanismo articulado con ventosas de succión, estos pasan a una cadena de arrastre que los lleva de forma plana hacia la zona de donde se aplica el pegamento, finalmente el molde es dejado en un marco e indica que ya se puede realizar el proceso de conformado por medio del troque. En este marco el molde esta en reposo. Cuando el troquel aplasta el molde, este se desplaza por una guías que forma las paredes laterales, posteriormente existen otras guía que forman las paredes transversales o de cabecera, así mismo unas barras con las formas apropiadas, permiten un pliegue mínimo de los refuerzos. El mecanismo de biela manivela regresa su posición de punto muerto superior para iniciar nuevamente el conformado de otra caja de cartón, cuando esto sucede, empuja la caja de cartón hacia una zona más baja donde se apila las cajas para sujetar aún más los pliegues, de esta forma se asegura que no se desarme la caja por falta de tiempo para que el pegamento actúe.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.3.8.4 Función REGULAR

Al variar el tamaño de la caja, es evidente que el tamaño del molde cambia y por tanto debe cambia todos los sistemas que intervienen en la formación de la caja, esto incluye la dosificación, el transporte, la aplicación de pegamento y las guías de deslizamiento.

Esta función además de variar la distancia entre los componentes de la formación permite el montaje y mantenimiento de los mecanismos, por ejemplo; para ingresar a la zona de conformación y cambiar un actuador neumático o un sensor de posición se requiere abrir completamente la cavidad de la matriz de conformación para que un operario entre a dicha zona y pueda realizar el cambio sin dificultad, porque cuando la matriz esta predeterminada para cierto tamaño de caja, es complicado manipular los mecanismos de la matriz. También existe la posibilidad que el montaje no haya sido correcto y exista colisiones en pleno funcionamiento, si el problema es puntual solo bastara entrar en dicha zona y realizar el ajuste adecuado. Para un mantenimiento mayor se tendrá que desmontar toda la matriz de conformación.

Por lo tanto además de regular las longitudes de acuerdo al tamaño del molde, se debe aumentar las distancias necesarias para facilitar el montaje y/o reparaciones.

Para analizar esta etapa destacaremos las variables que requieren regulación debido a cambio de dimensiones del molde tal como indica la Figura 3.6

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

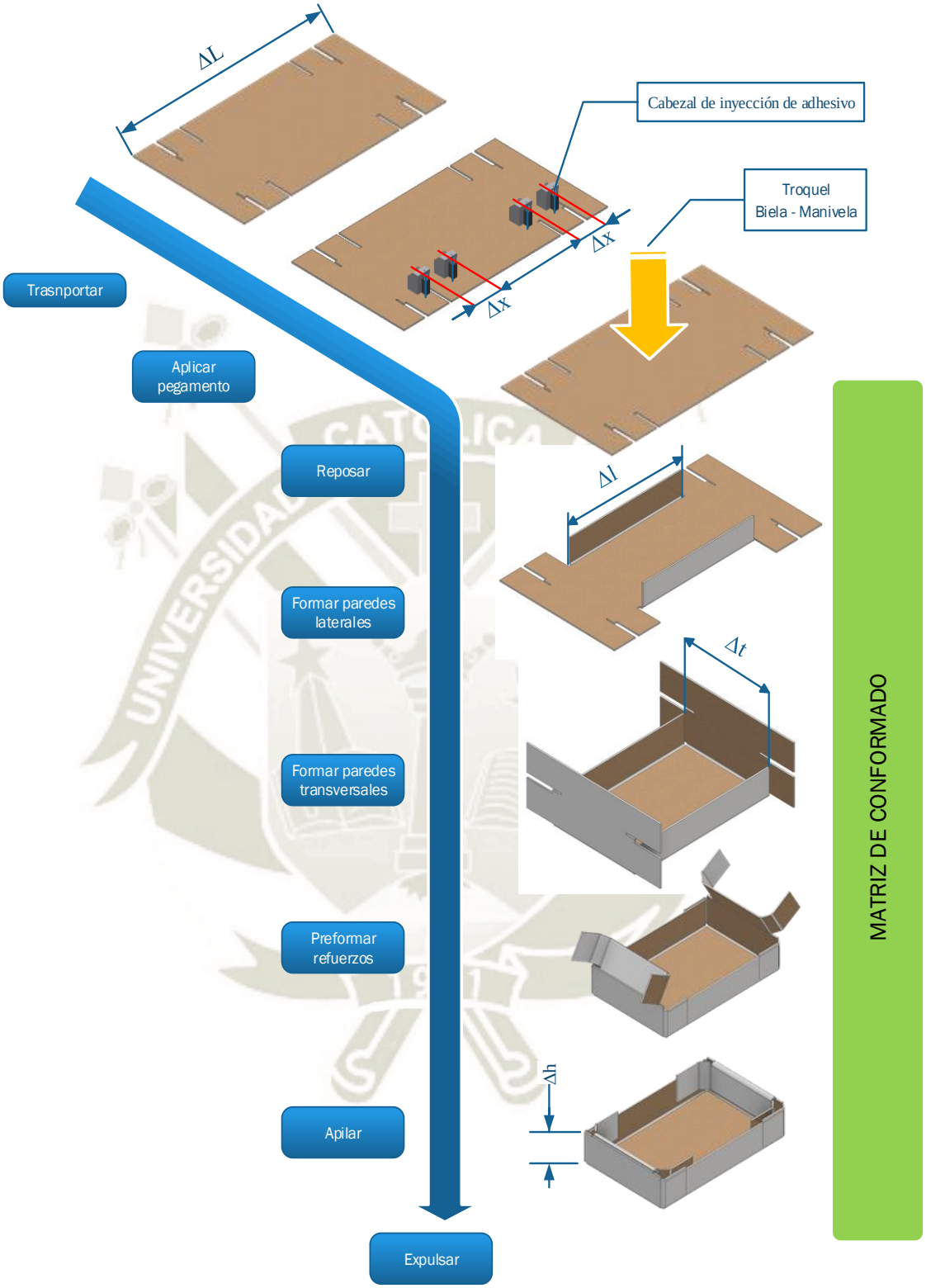


Figura 3.6 Parámetros de la función: regular

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dónde:

ΔL: Variación de la dimensión longitudinal del molde de cartón corrugado

Δx: Variación de la dimensión longitudinal equidistante de los cabezales de inyección de adhesivo

Δl: Variación de la dimensión longitudinal de la caja de cartón corrugado

ΔL: Variación de la dimensión transversal de la caja de cartón corrugado

ΔL: Variación de la dimensión altura de la caja de cartón corrugado

Conociendo estos parámetros, analizamos la función: regular.

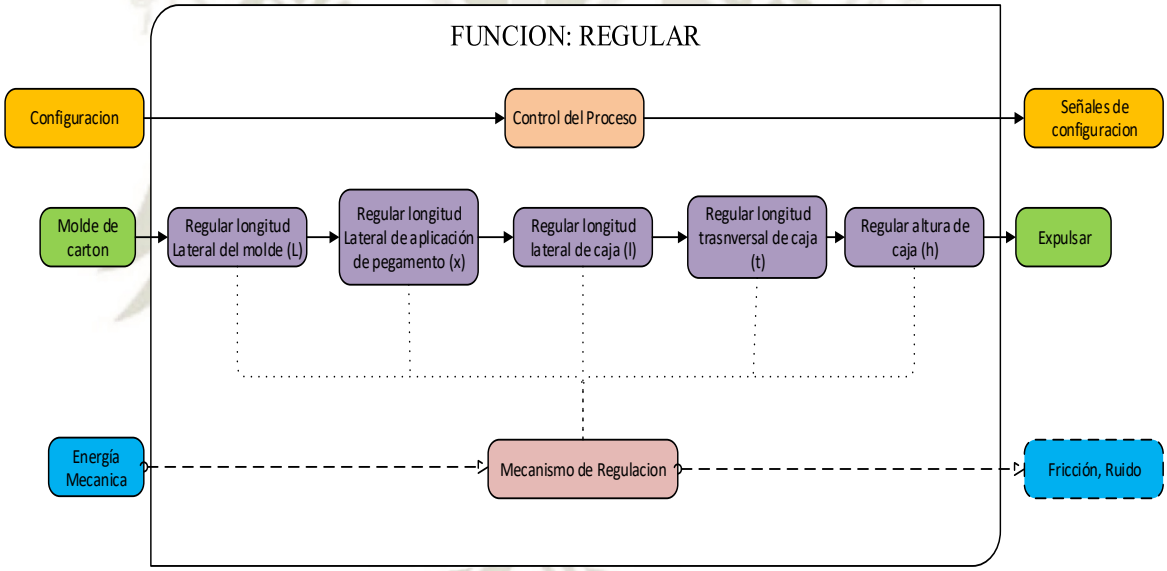


Figura 3.7 Estructura de subfunciones de la función regular

Fuente: elaboración propia

3.4 Determinar el concepto

Al confeccionar la estructura de funciones, se puede asignar principios de solución a las funciones parciales según la tecnología disponible para poder realizar una síntesis de todo lo que se tiene hasta el momento. Para el presente trabajo se asignara soluciones a las funciones **guiar** y **regular**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4.1 Concepto de función: GUIAR

3.4.1.1 Matriz morfológica (Portadores de funciones)

Tabla 3-5
Matriz morfológica de la función: Guiar

Funciones parciales	Soluciones 1	2	3
Reposar	Soportes planos	Sujetadores neumáticos	
Conformar paredes laterales	Placas, platinas y/o piezas maquinadas	Superficies (fundición)	Barras o guías
Conformar paredes transversales	Placas, platinas y/o piezas maquinadas	Superficies (fundición)	Barras o guías
Preformar refuerzos	Placas, barras o guías	Superficies (fundición)	
Apilar cajas	Fricción y resortes	Actuador neumático	

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.2 Agrupación de soluciones

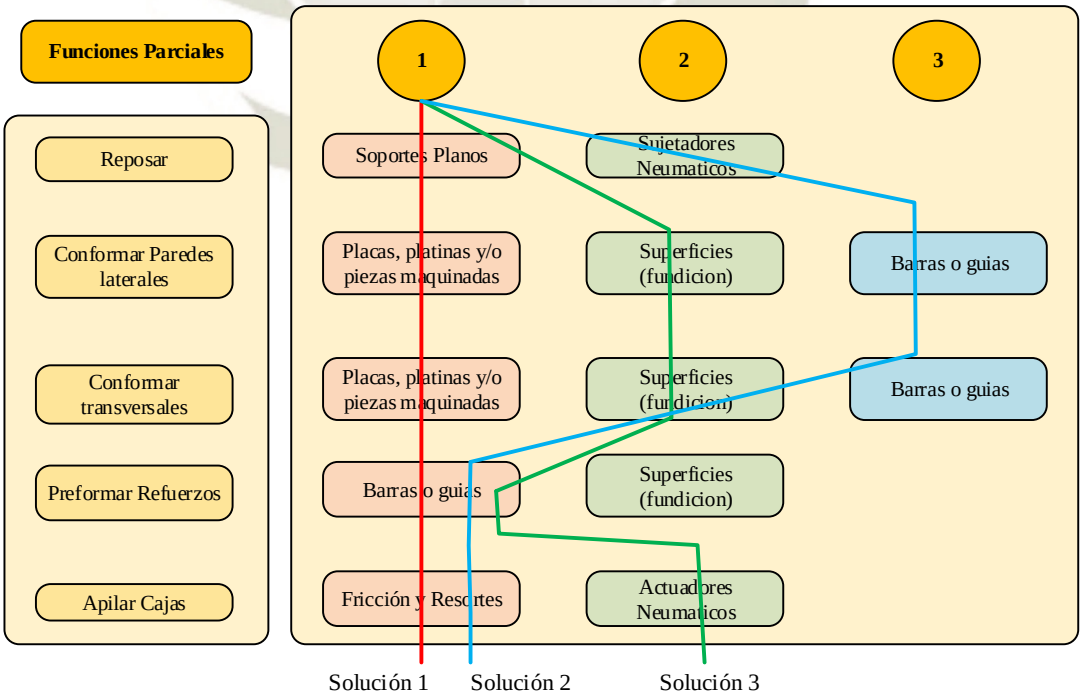


Figura 3.8 Agrupación de soluciones de Matriz morfológica – Función guiar
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Solución 1. El molde de cartón reposa en perfiles o barras planas, el movimiento lineal del troquel, empuja el molde contra una matriz hecha de placas y/o planchas maquinadas; estas formas permiten la sujeción de los actuadores neumáticos. Cuando las paredes laterales y trasversales estén formadas, empezaran a operar los actuadores neumáticos, entonces se adiciona a la matriz de conformado unas barras o platinas con dobleces de tal forma que permitan guiar los plegados hasta su fase final. Finalmente la caja es llevada a una zona más baja donde unas bandas junto con la acción de un resorte, aplican presión en los lados de la caja para que el adhesivo complete su función, además de guiar la caja hasta su expulsión ya que la faja transportadora se encuentra en la parte más baja de la máquina. En esta zona se apilan de dos a cuatro cajas.

Solución 2. El molde de cartón reposa en perfiles o planchas, cuando el troquel empuja el molde esta colisiona contra una superficie moldeada de acuerdo a la forma de la caja, una vez conformada las paredes laterales y transversales se realiza el preformado de refuerzos con barras o platinas. Finalmente un actuador neumático tipo lineal presiona las cajas de forma progresiva para aplicar presión y guiar la caja hasta la zona de expulsión.

Solución 3. El molde de cartón reposa en perfiles o planchas, el troquel empuja el molde contra barras o platinas con dobleces, de esta forma se realizan los dobleces principales, la dificultad de esta alternativa reside en la sujeción de los actuadores neumáticos, finalmente la caja es apilada y guiada hasta su expulsión por medio de bandas de presión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Evaluación del concepto de solución

Valor Técnico

0: No satisface
1: aceptable a las justas
2: suficiente
3: bien
4: excelente

Variantes de concepto/proyectos			Solución 1	Solución 2	Solución 3	
Nro	**Criterio**	**G (**Valor máximo**)**	**P**	**P**	**P**	**Solución ideal**
1	Buen uso de la energía	**4**	4	2	4	4
2	Manufactura	**4**	2	1	3	4
3	Estabilidad	**4**	4	4	2	4
4	Rigidez	**4**	4	4	3	4
5	Flexibilidad	**4**	4	3	1	4
6	Complejidad	**4**	3	3	4	4
	Puntaje Máximo	**24**	21	17	17	24
	Valor técnico	**P/G**	**0.875**	**0.708**	**0.708**	**1.00**

Valor Económico

0: No satisface
1: aceptable a las justas
2: suficiente
3: bien
4: excelente

1	Número de piezas	**4**	3	3	3	4
2	Facilidad de montaje	**4**	4	2	2	4
3	Costos diversos	**4**	3	0	4	4
4	Pocos desperdicios	**4**	4	2	3	4
	Puntaje Máximo	**16**	14	7	12	16
	Valor técnico	**P/G**	**0.875**	**0.438**	**0.750**	**1.00**

Figura 3.9 Ponderación de soluciones de función GUIAR según VDI 2221
Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

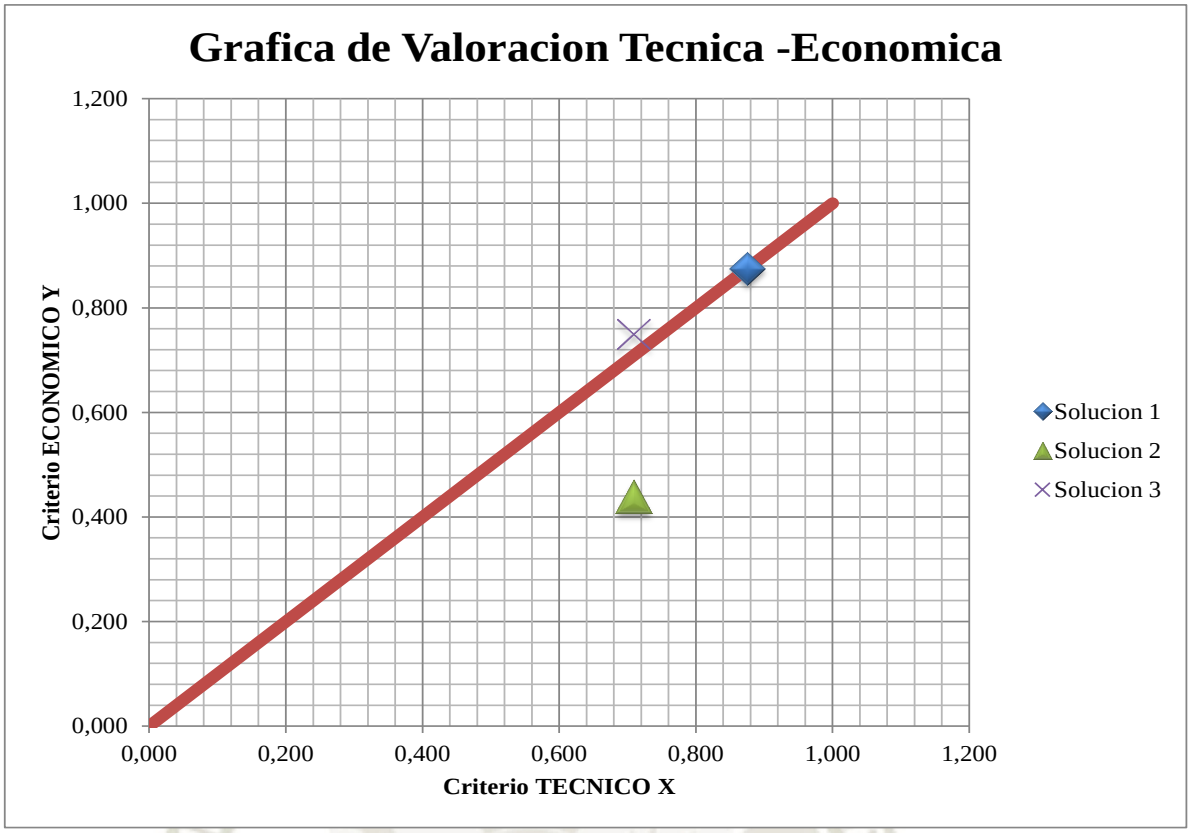


Figura 3.10 Grafica de Decisión de la función GUIAR
Fuente: Elaboración propia

De la tabla de ponderación y del grafico de decisión, podemos afirmar que la solución adecuada es la **Nº1**.

3.4.2 Concepto de función: REGULAR

3.4.2.1 Matriz morfológica (Ponderación de funciones)

Tabla 3-6
Matriz morfológica de la función: Regular

Función: Regular	**Soluciones** 1	2	3	4
longitud lateral del molde	Husillo y tuerca	Guías y sujetadores	Polea y fajas	Piñón cremallera
longitud lateral de los cabezales de adhesivo	Husillo y tuerca	Guías y sujetadores	Polea y fajas	Piñón cremallera
longitud lateral de cajas	Husillo y tuerca	Guías y sujetadores	Polea y fajas	Piñón cremallera

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

longitud transversal de caja	Husillo y tuerca	Polea y fajas	Piñón cremallera	Piñón cremallera
altura de caja	Husillo y tuerca	Guías y sujetadores	Polea y fajas	Piñón cremallera

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.2 Agrupación de soluciones

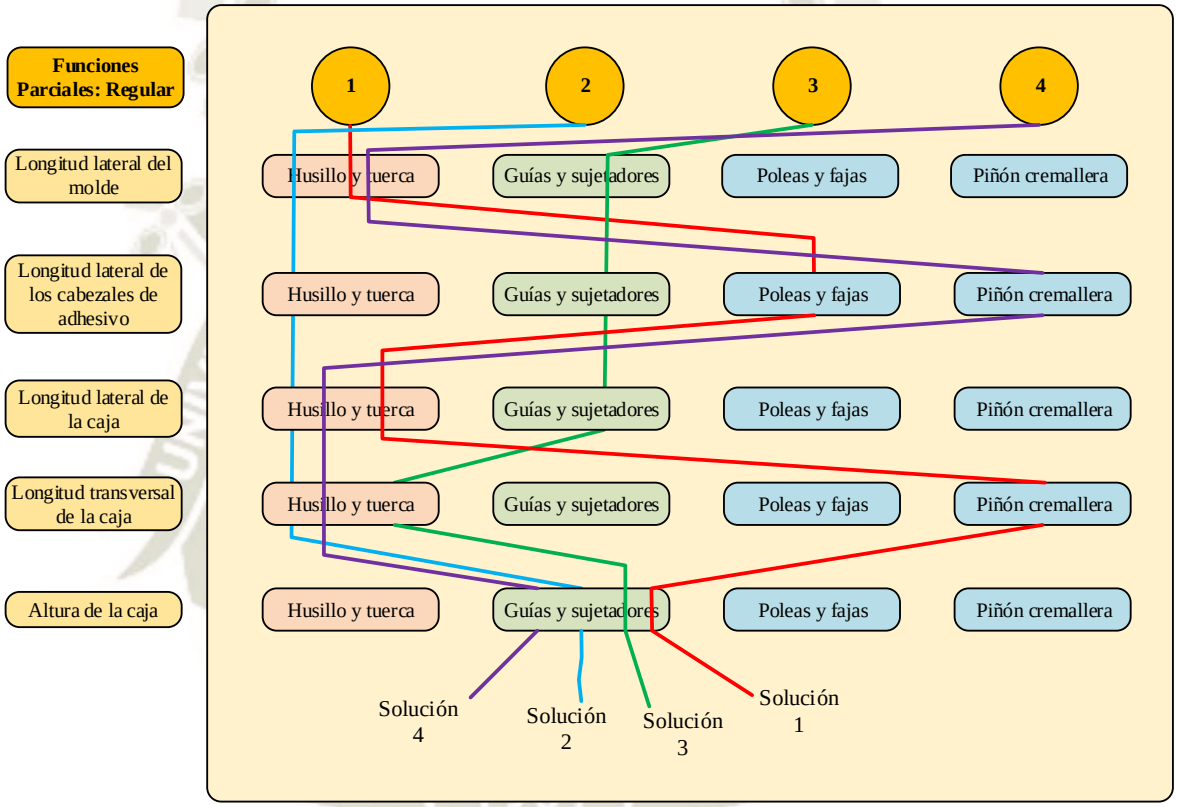


Figura 3.11 Agrupación de soluciones de Matriz morfológica – Función Regular
Fuente: Elaboración propia

Solución 1. La regulación de todos los componentes es a través de husillo y tuercas en simetría para poder acercar o alejar ambos extremos del centro transversal de la máquina. Esta solución ofrece alta flexibilidad y ahorra espacio, requiere husillos, tuercas, guías, cadenas o fajas de transmisión para comunicar los extremos, la regulación transversal requiere de elementos de trasmisión adicionales para sincronizar y lograr el acercamiento longitudinal y transversal de forma coordinada.

Solución 2. La regulación de la longitud lateral es por medio de husillo y tuerca, la regulación de los cabezales es por poleas y fajas. En la matriz de conformación se combina

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

el husillo y tuerca con el mecanismo de piñón cremallera. La gran ventaja de esta combinación es que permite la comunicación de todos los elementos sin tener que regular de forma aparte. Es decir. Los elementos se acercan al centro tanto de forma transversal y de forma longitudinal sin elementos adicionales.

Solución 3. Gran parte de la regulación se hace por medio de guías, sujetadores y marcas de medición, los movimientos no están comunicados y se realizan de forma independiente. Su ventaja es la utilización de pocos elementos.

Solución 4. Similar a la solución 1 a excepción de la regulación de los cabezales de adhesivo, que se realiza por piñón – cremallera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Evaluación del concepto de solución

Valor Técnico

0: No satisface
1: aceptable a las justas
2: suficiente
3: bien
4: excelente

Variantes de concepto/proyectos			Sol. 1	Sol. 2	Sol. 3	Sol. 4	Solución Ideal
Nro	**Criterio**	**G**	**P**	**P**	**P**	**P**	
1	Manufactura	**4**	2	2	4	2	4
2	Estabilidad	**4**	4	4	2	4	4
3	Rigidez	**4**	4	4	3	4	4
4	Rapidez	**4**	4	4	0	4	4
5	Manipulación	**4**	4	4	1	4	4
6	Simetría	**4**	4	2	1	3	4
7	Flexibilidad	**4**	3	4	4	3	4
8	Complejidad	**4**	2	2	4	2	4
	Puntaje Máximo	**32**	27	26	19	26	32
	Valor técnico	**P/G**	**0.844**	**0.813**	**0.594**	**0.813**	**1.00**

Valor Económico

0: No satisface
1: aceptable a las justas
2: suficiente
3: bien
4: excelente

1	Número de piezas	**4**	2	2	4	1	4
2	Facilidad de montaje	**4**	3	2	4	3	4
3	Costos diversos	**4**	4	4	3	3	4
4	Pocos desperdicios	**4**	2	4	3	4	4
	Puntaje Máximo	**16**	11	12	14	11	16
	Valor técnico	**P/G**	**0.688**	**0.750**	**0.875**	**0.688**	**1.00**

Figura 3.12 Ponderación de soluciones de función REGULAR según VDI 2221
Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

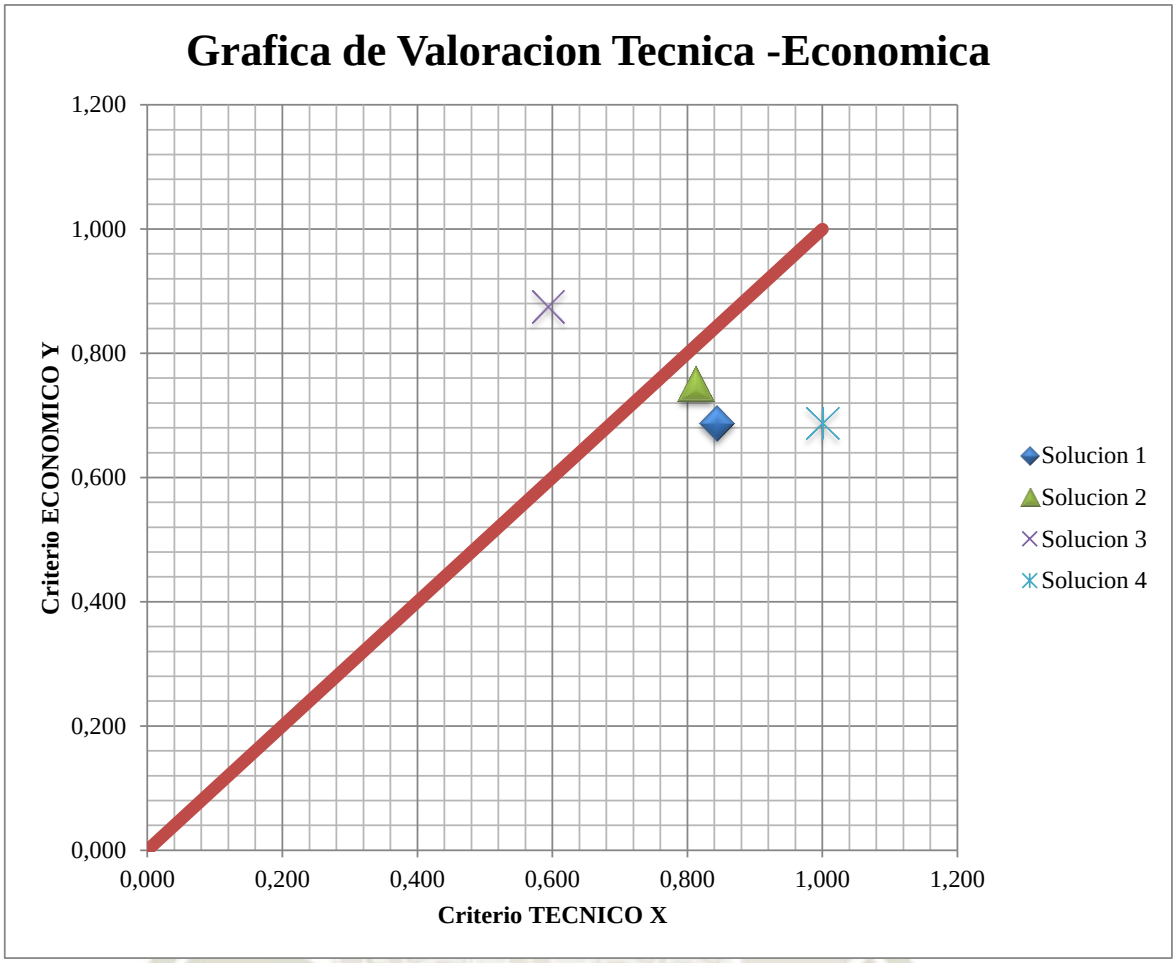


Figura 3.13 Grafica de Decisión de la función GUIAR
Fuente: Elaboración propia

De la Figura 3.13 se desprende que **solución 2** es la óptima.

Se finaliza la determinación del concepto, las soluciones antes mencionadas estarán sujetas a modificaciones según el progreso del diseño.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DE LA MÁQUINA

4.1 Proyectar

Como puntos de partida para la configuración del sistema, se dimensionara según las limitaciones y exigencias del proyecto.

4.1.1 Determinación del proyecto preliminar

4.1.1.1 Disposición de la dosificación

Este subsistema contiene el diseño de las funciones:

- Cargar: Un operador humano deposita determinada cantidad de moldes de cartón
- Dosificar: por medio de un mecanismo neumático se deposita el molde en el transportador
- Transportar: una cadena de arrastre controlado por un motor, lleva los moldes hacia la zona de conformación
- Aplicar adhesivo: en el instante del transporte, se aplica adhesivo por medio de inyección de cola.

Se procederá al análisis de sus dimensiones y determinar su ubicación en el sistema completo de la máquina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

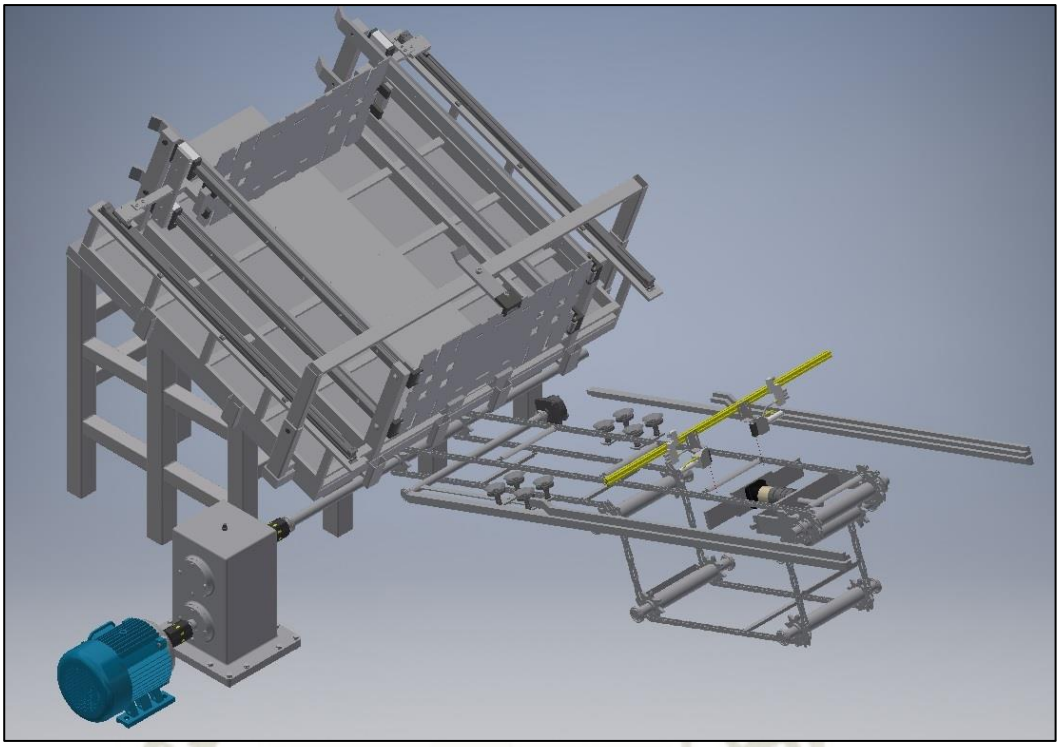


Figura 4.1 Modelo en Inventor del subsistema de dosificación y transporte
Fuente: **(Guzman Abril, 2019)**

4.1.1.1.1 Proyección de funciones parciales

Del prototipo presentado anteriormente (Figura 4.1) se procederá a proyectar según la función a realizar, entre ellas son:

- Regular longitud lateral del molde
- Regular longitud lateral de la aplicación de pegamento (cabezales de inyección de cola)
- Regular longitud lateral y transversal de la caja
- Regular altura de la caja

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.1.1.1.1 Regular longitud lateral del molde

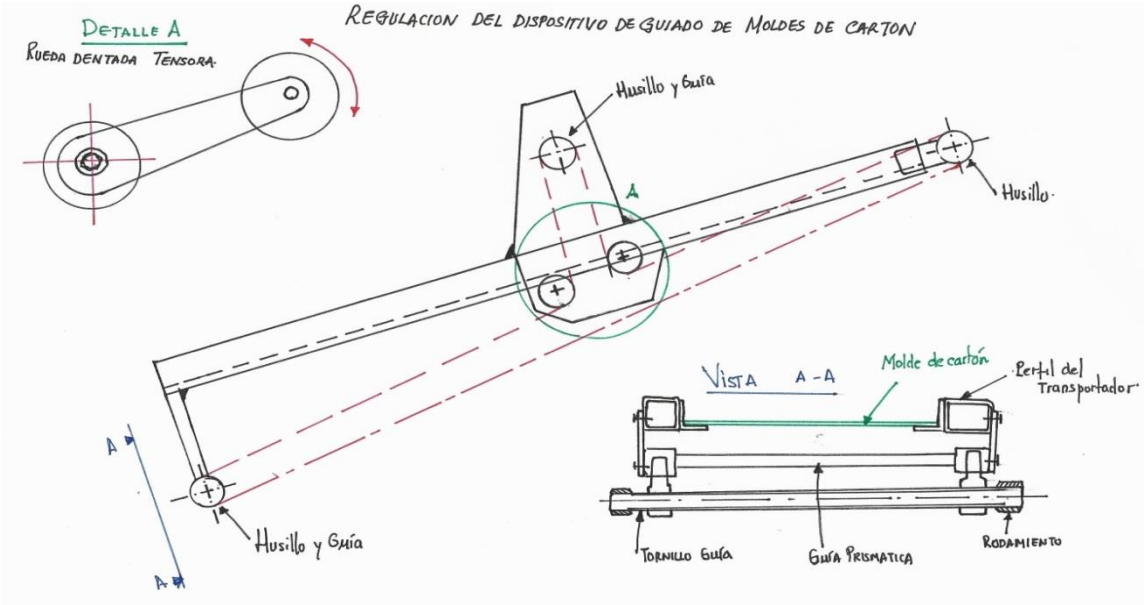


Figura 4.2 Boceto del sistema de regulación de la zona del carril de transporte
Fuente: Elaboración propia

Debido a la extensa longitud que recorre el molde desde su dosificación hasta la matriz de conformación, se requiere de 2 o más ejes de unión para evitar la desalineación por flexión lateral, en este caso son 3 husillo helicoidales en el cual 2 de ellos llevan guías prismáticas de desplazamiento.

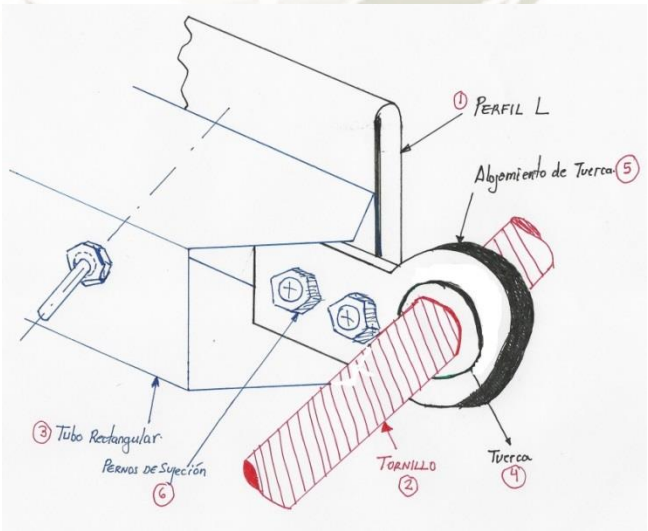


Figura 4.3 Detalle del Tornillo de regulación en el extremo izquierdo (zona de conformación)
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.1.1.1.2 Regular longitud lateral de aplicación de pegamento

Los inyectores se desplazaran axialmente por medio de dos tornillos en sentidos contrarios para alejarse o acercarse de forma equidistante.

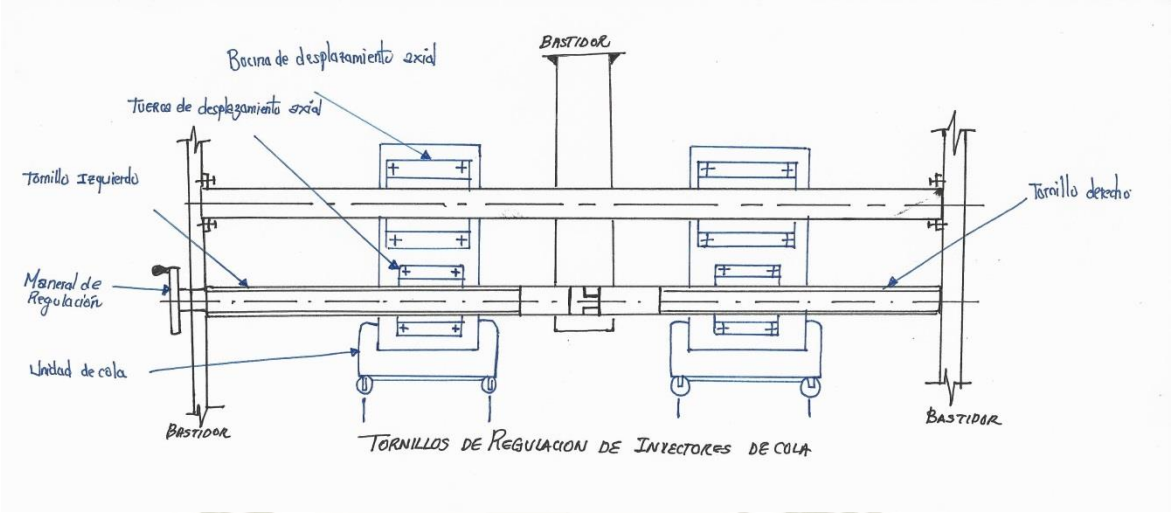


Figura 4.4 Boceto del tornillo de regulación y su guía para los inyectores de cola
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.1.1.3 Regular longitud lateral y transversal de la caja

La caja de cartón es conformada en una cavidad que puede regularse de forma longitudinal y transversal, muy aparte de esta función, la sistema técnico debe poder brindar espacio suficiente para poder ensamblar, calibrar y/o ajustar los mecanismos por un operador humano.

Como se expuso anteriormente las dimensiones de la caja varían en función al producto que se envasara. Por tanto declaramos las siguientes variables.

Tabla 4-1
Variables de regulación del tamaño de caja

Variable	Descripción	Medidas
Δ L	Variación de la Solapa Lateral	600 mm – 400 mm
Δ T	Variación de la Solapa Transversal	400 mm – 200 mm
Δ h	Variación de la altura de la caja	100 mm – 300 mm

Fuente: Elaboración propia

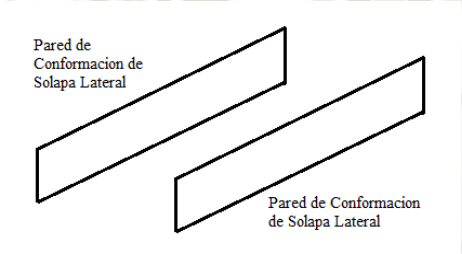
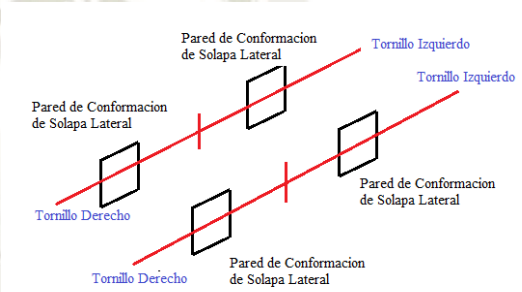
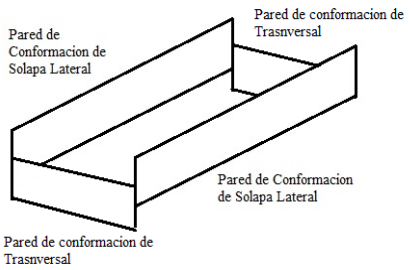
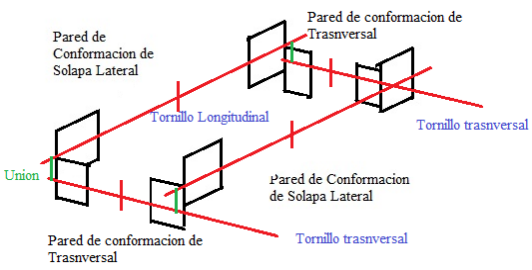
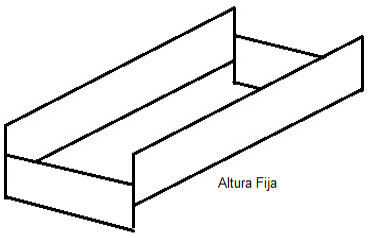
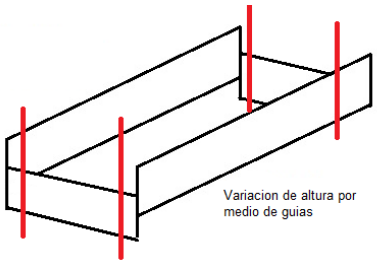
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los dispositivos que se encargaran de plegar la caja deben ser independientes debido los movimiento realizados para modificar su posición tal como se explica en la Tabla 4-2. Si el sistema fuera fijo, se realizaría un solo marco de acuerdo a las medidas de la caja. Los tornillos encargados del movimiento deben ser simétricos entre si, evitando que el movimiento de cada mando de regulación, perjudique o interrumpa los dispositivos ensamblados en él.

Tabla 4-2
Estimaciones preliminares de los dispositivos de regulación de la matriz

Variable	Sin regulación	Con regulación
Δ L		
Δ T		
Δ h		

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La regulación de lateral y transversal deben estar comunicadas entre sí, pero al mover un mando con respecto al otro, no se puede mantener una comunicación si se utilizara bandas o cadenas de trasmisión, ya que estos son de longitud fija, solo se puede sincronizar un solo par de ejes de regulación, para regular el otro se requiere de un mecanismo que facilite la sincronización entre ambos ejes. A medida que avanza el diseño se evaluara esta posibilidad o en su defecto se realizara de forma independiente la regulación y con ayuda de regletas o contadores de desplazamiento electrónicos para nivelar la posición de las paredes de conformación.

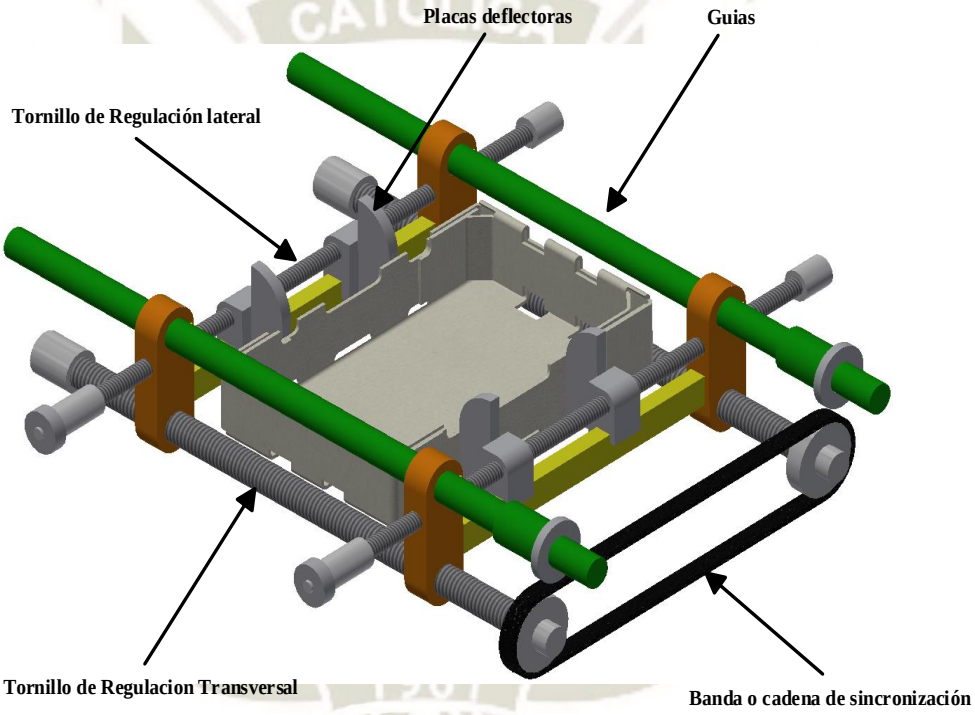


Figura 4.5 Boceto 3D de la zona de conformación y sus mecanismos de regulación
Fuente: Elaboracion propia

Al girar el tornillo de regulación lateral, las placas deflectoras avanzan a lo largo de las caras laterales de la caja. Se observa que los movimientos de estos son independientes, el cual se calibraran por medio de regletas o contadores electrónicos de desplazamiento. El tornillo de regulación transversal están conectados entre sí o la banda o cadena de sincronización, de esta forma se podrá acerca o alejar de forma equidistante.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.1.1.1.4 Regular altura de caja

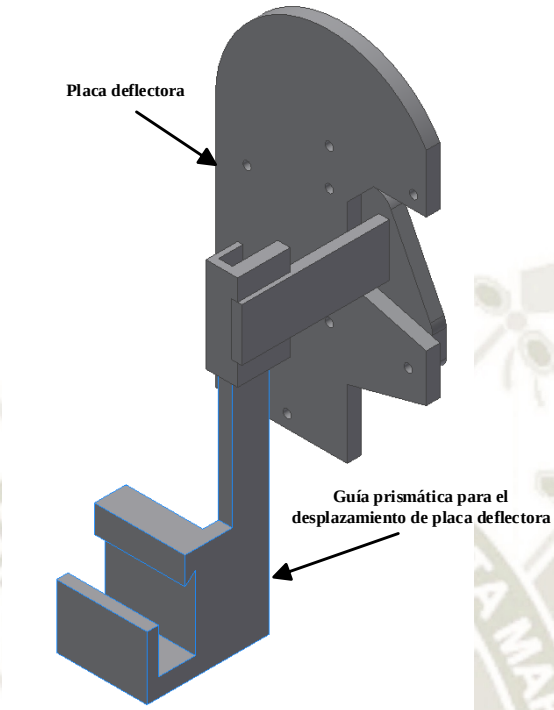


Figura 4.6 Boceto 3D de la regulación de altura de la placa deflectora
Fuente: Elaboración propia

La placa deflectora se regula desplazando por la guía vertical y se fija mediante tornillos, son cuatro placas y cada una se calibra de forma independiente y nivela según la altura requerida de la caja.

4.1.1.2 Disposición de la conformación

Este subsistema contiene el diseño de las funciones: ubicar, formar paredes, formar refuerzos, expulsar, sujetar y expulsar. Se procederá al análisis de sus dimensiones y determinar su ubicación en el sistema completo de la máquina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

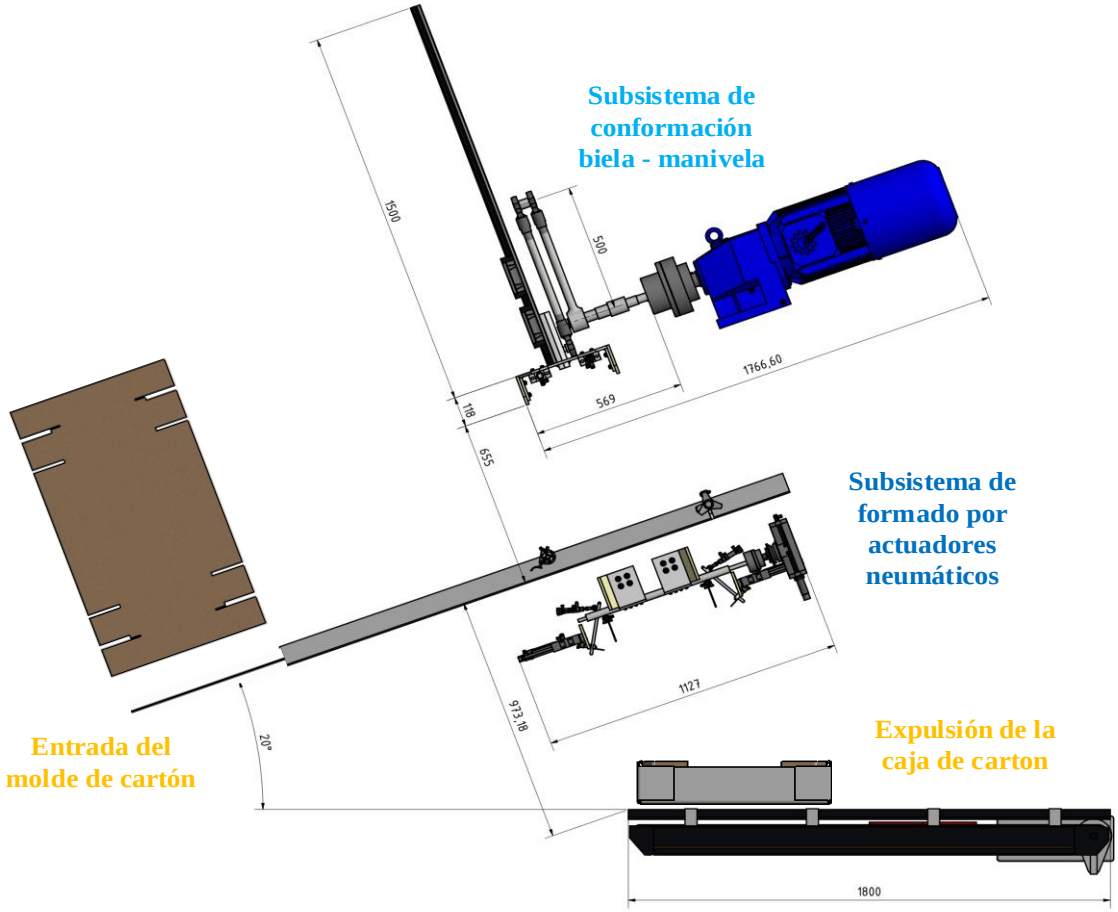


Figura 4.7 Modelo 3D de los subsistemas de conformación
Fuente: **(Olivera Apaza, 2019)**

La dimensión de altura con respecto al reposo y el troquel tiene que variar de acuerdo a la configuración de las guías de formado de la caja. La regulación de la altura de cajas (Δh) se realiza por medio de carriles y sujetadores.

La matriz de conformación es la zona donde se ubica los actuadores neumáticos, estos tienen que ser ubicados y regulados de forma simétrica. Más abajo del mismo se ubica las guías de apilacion, que guían la caja hasta su caída en la faja transportadora y sujetan parcialmente la caja para presionar sobre los dobleces recién plegados y unidos por adhesivo.

4.1.1.2.1 Proceso de plegado del cartón corrugado

La entrada a la maquina formadora de cajas es una plancha de cartón corrugado, para este caso un molde de caja P-84, y la salida es una caja plegada y pegada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La identificación de secuencias plegables factibles es fundamental para el diseño de los dispositivos de formación. El problema de planificación de movimiento es establecer todas las rutas físicamente válidas y no implique colisiones con la cavidad de conformación del cartón, sin embargo debido a la configuración física del modelo de caja P-84, podemos deducir las restricciones que tiene y determinar la secuencia que permita conformar la caja en menos tiempo.

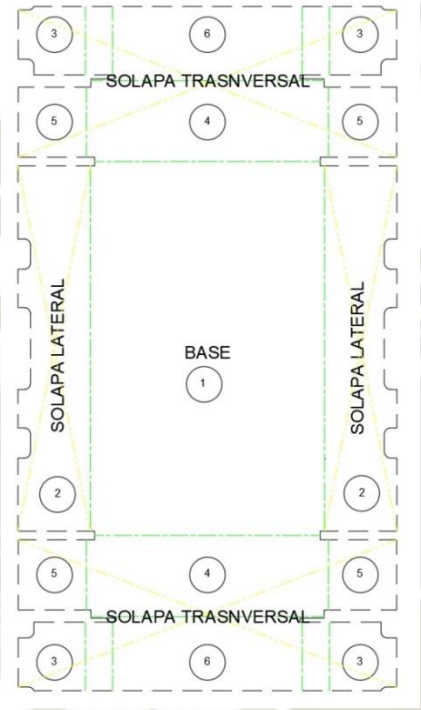


Figura 4.8 Denominación de áreas de pliegues

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-3
Denominación de áreas del molde de cartón P-84

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Base de la caja
2	Solapa lateral
3	Aleta transversal interior
4	Solapa Transversal exterior
5	Aleta transversal exterior
6	Aleta transversal interior

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Según la configuración física de la caja modelo p-84, se deduce el siguiente orden de pliegues.

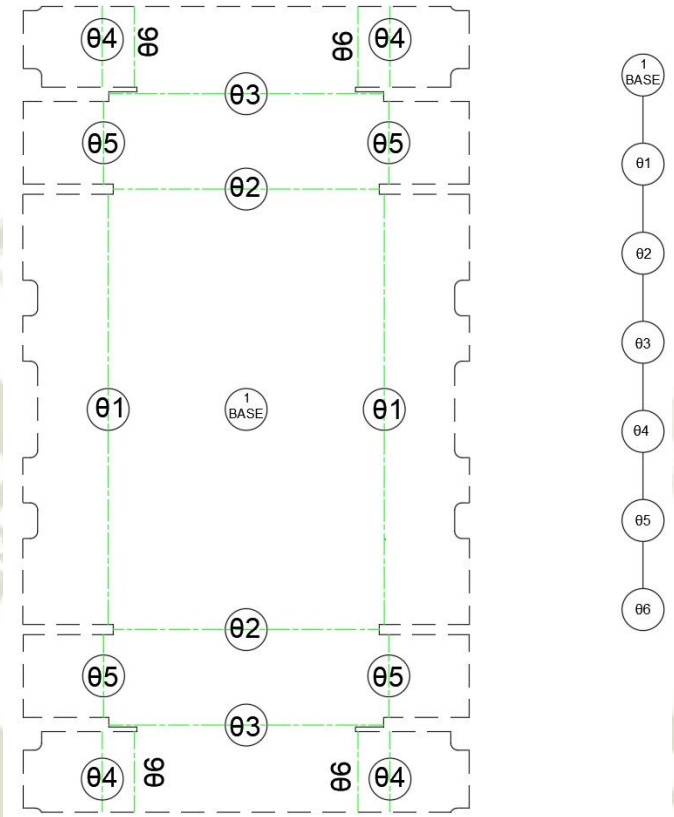


Figura 4.9 Secuencia de pliegues del molde de cartón P-84
Fuente: Elaboración propia

Las líneas de pliegue vienen con una hendidura de troquelación para facilitar el plegado. Todos los moldes de cartón tipo ondulado poseen esta configuración.

Cuando el troquel presiona contra la base, lo primero en plegarse debe ser ϑ_1 a medida que avanza el troquel, se realiza el pliegue ϑ_2, para ese momento se tiene una el molde doblado en sus cuatro extremidades principales y el troquel ha de haber llegado al punto muerto superior y está en proceso de retorno al punto puerto inferior, antes de llegar al punto muerto inferior, empiezan actuar los actuadores neumáticos para plegar los demás dobleces restantes el cual empieza con ϑ_3 y a medida que va plegando, existe una barra fija que colisiona contra el extremo de la aleta transversal interior, plegando el ángulo ϑ_4, antes de terminar de plegar el ángulo ϑ_3 en 180º, procede otro actuador que pliega el ángulo ϑ_5. Cuando ϑ_3 esta completado se pliega también el ángulo ϑ_6 debido a que es el mismo molde y actuador que se encarga de plegar dichos ángulos, finalmente viene otro

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

actuador que prensa la aleta transversal exterior contra la solapa lateral y a su vez contra la aleta transversal interior.

4.1.1.2.2 Matriz de conformación

Se procede entonces a realizar los bosquejos del proyecto preliminar.

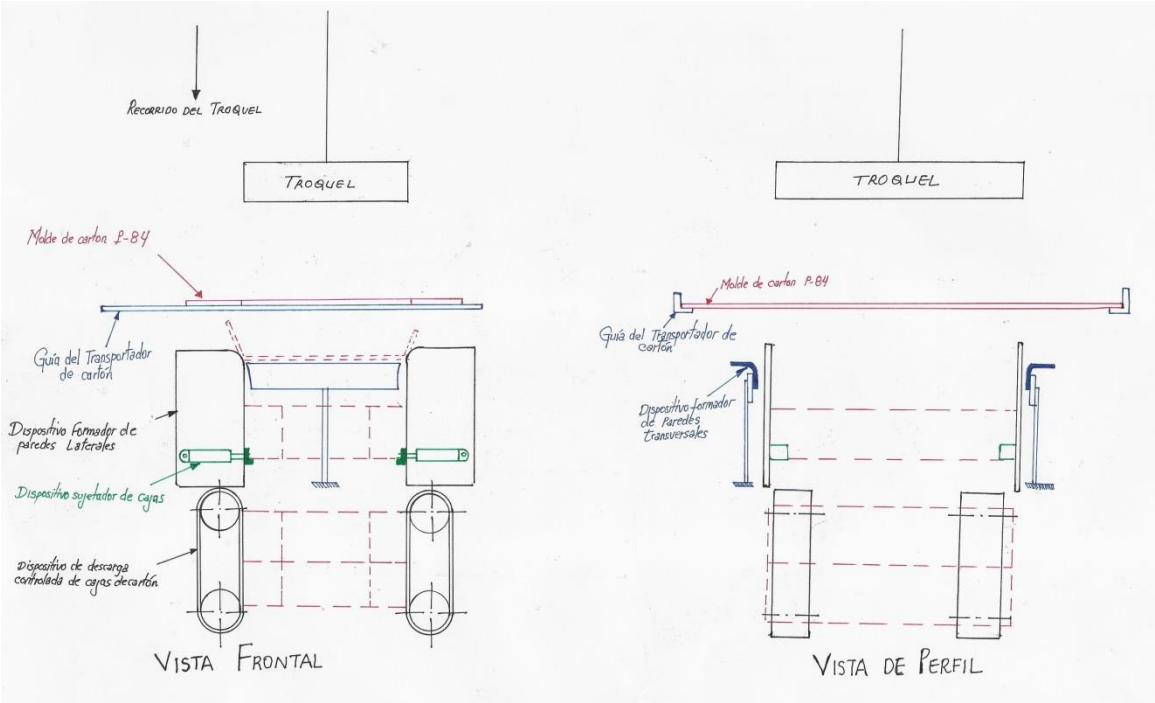


Figura 4.10 Boceto general de la matriz de conformación
Fuente: Elaboración propia

El troquel desciende por medio de un mecanismo biela manivela, el molde de cartón está posicionado para ser presionado por el troquel, estos descienden hacia una cavidad donde el primer elemento en hacer contacto es un *dispositivo formador de paredes laterales* (Vista Frontal), poco después hace contacto con el *dispositivo formador de paredes transversales* (Vista de perfil). El recorrido del troquel empuja el cartón hasta *llegar al dispositivo sujetador de cajas* que vendría a ser el punto muerto superior. De aquí el troquel regresa a su posición inicial e inicia nuevamente el ciclo.

Más abajo se encuentra el *dispositivo de descarga controlada*, su objetivo es apilar las cajas, aplicar presión sobre las solapas recién dobladas y guiar las cajas hasta su expulsión en la faja transportadora.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1.1.2.3 Proyección de funciones parciales

A partir del boceto básico de la matriz de conformación. Se estimara las formas y dimensiones de los elementos que componentes las demás funciones parciales.

4.1.1.2.3.1 Función reposar el molde de cartón

Como se estableció (Figura 3.8), el molde de cartón reposara en una superficie plana, para facilitar su construcción se hará sobre un perfil normalizado de acero inoxidable para evitar cualquier contaminación del cartón. Los elementos numerados corresponden a la Figura 4.3

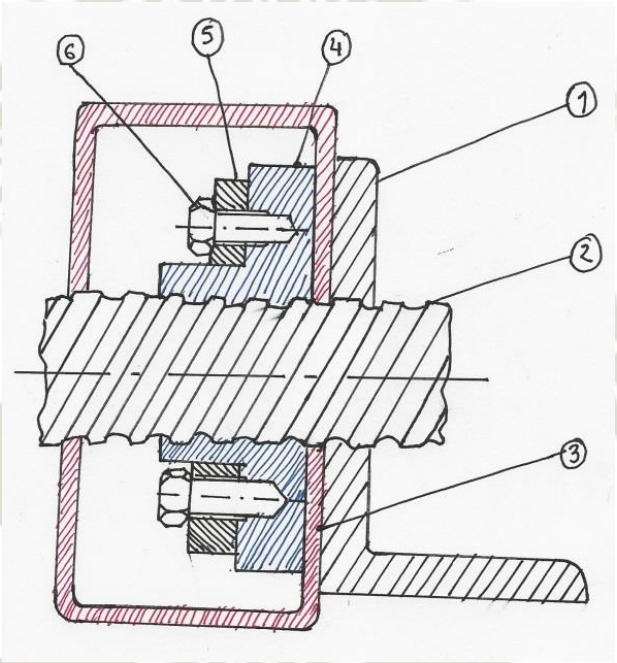


Figura 4.11 Boceto del perfil de reposo para el molde de cartón
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2.3.2 Función conformar solapa laterales

La conformación se hará por medio de un molde o placa deflectora con su refuerzo de plástico, el radio será según el desplazamiento del troquel.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

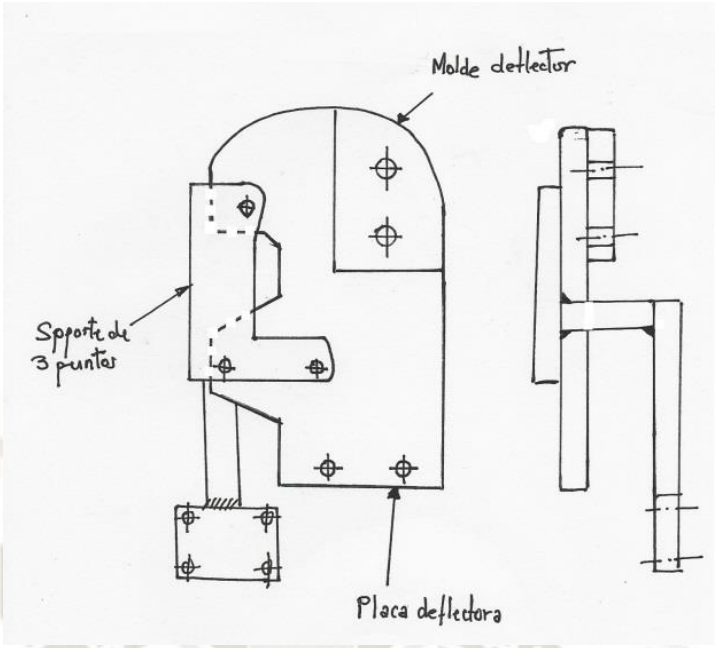


Figura 4.12 Boceto de la placa deflectora
Fuente: elaboración propia

4.1.1.2.3.3 Función conformar solapa transversales

A diferencia de la placa deflectora, este no contiene elementos adicionales de plegado. Por tanto solo será una chapa metálica curvada sujeta a la viga que desplazamiento transversal.

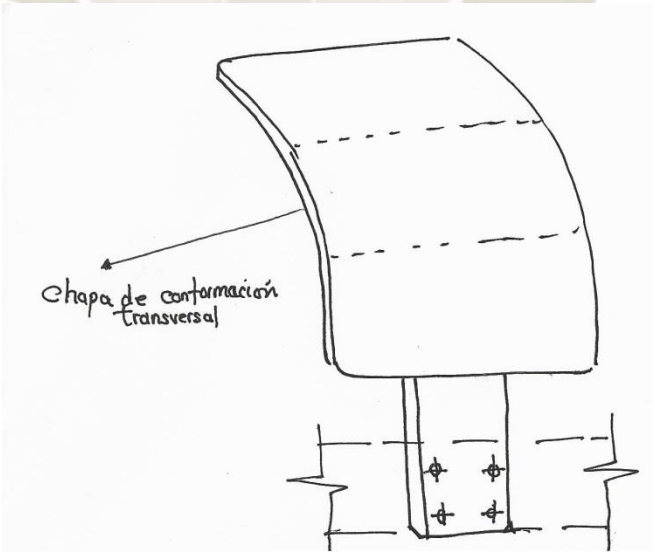


Figura 4.13 Boceto de chapa de conformación de solapa transversales
Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.1.2.3.4 Función preformar refuerzos

El actuador neumático se encarga de plegar la aleta transversal interior, sin embargo no lo hace forma directa, por tanto se apoyara tal pliegue con una barra fija que facilite el pliegue de dicha aleta tal como se muestra en la Figura 4.14

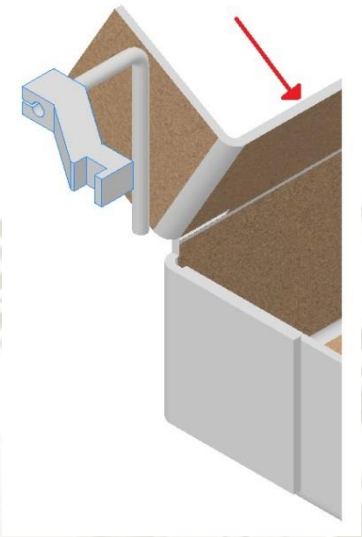


Figura 4.14 Boceto 3D del instante en que actúa la barra de preformación de refuerzos
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2.3.5 Función apilar cajas

El dispositivo que se encarga de realizar esta función se muestra en la Figura 4.10, en cual las cajas son desplazadas por el empuje del troquel y de las cajas de ciclo posterior. La función de la banda entre los dos polines que se muestran es crear fricción y presión sobre las alteas transversales exteriores. El material de dichos elementos es goma u otro cualquier material blando.

4.1.2 Consolidación del proyecto

Para el desarrollo completo del diseño se procederá a realizar la evaluación de los componentes que integran las diferentes funciones parciales el cual son:

4.1.2.1 Diseño del dispositivo de conformación de paredes laterales

La capacidad productiva de la maquina es de 2700 cajas/hora, por tanto el tiempo requerido para conformar una sola caja es de 1.33s, por tanto en el semiciclo positivo de la función seno se realiza el plegado de todas las caras, en el semiciclo negativo, los actuadores neumáticos se encargan del plegado de los refuerzos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las dimensiones del mecanismo del biela - manivela y su ubicación están dadas según la Figura 4.15. Analizaremos el desplazamiento y los ángulos en los que sucede el plegado de las paredes laterales.

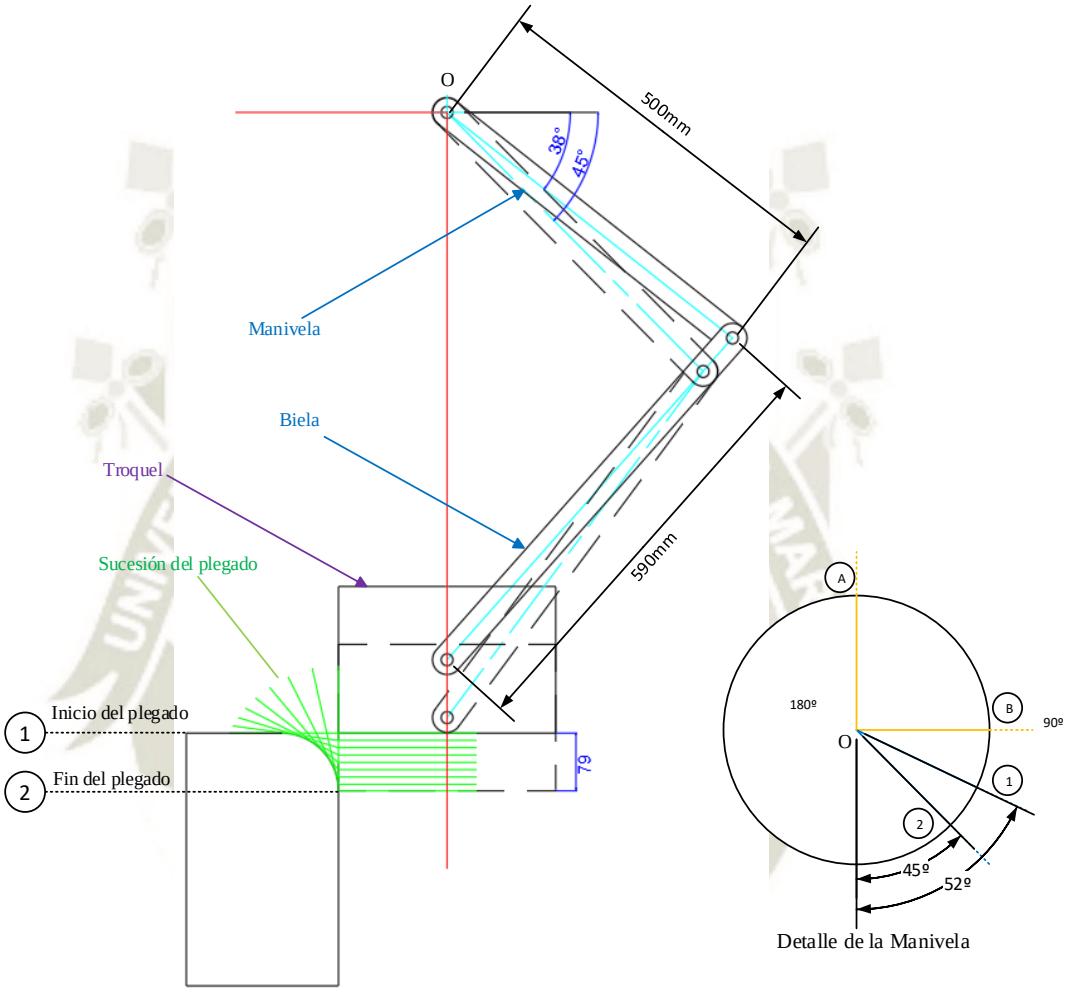


Figura 4.15 Análisis geométrico del desplazamiento del troquel
Fuente: elaboración propia

De

A – B: El troquel inicia desde el punto muerto inferior en A y acelera hasta B.

B – 1: El Molde de cartón está posicionado y reposando en la matriz de conformación, se prepara para realizar el primer plegado

1 – 2: ocurre el doblado de paredes laterales. Cuando la manivela está a 52º con respecto al origen O. el troquel está en contacto con el molde de cartón y este a su vez en el borde de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

la placa deflectora, seguidamente la carrera del mecanismo se encarga de plegar la caras laterales de la caja hasta el punto 2, en esa zona el ángulo de manivela es de 45º con respecto al origen y culmina el plegado lateral.

La ecuación del ángulo de la manivela es la siguiente[8]

$$\theta_m = \pi \sin\left(2.362t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\theta_m = \pi \cos(2.362t)$$

$$t = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{\theta_m}{\pi}\right)}{2.362}$$

Para $\theta_m = 52º$, se tiene:

$$t = 0.54s$$

Para$\theta_m = 45º$, se tiene:

$$t = 0.56s$$

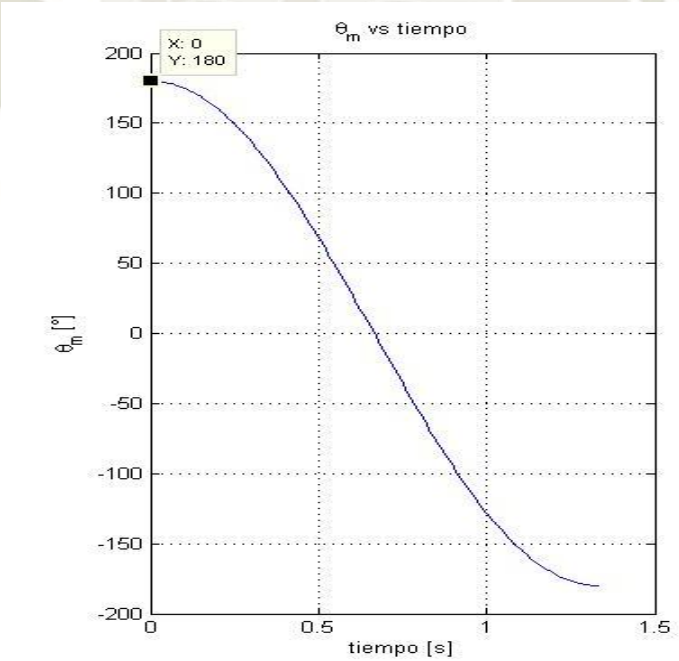


Figura 4.16 Grafica de la función posición angular $\boldsymbol{\theta_m - t}$
Fuente: **(Olivera Apaza, 2019)**

[8] (Olivera Apaza, 2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El plegado de la cara lateral de la caja sucede instantáneamente (t = 0.02s).

El radio de curvatura de la placa deflectora será de: 80 mm

4.1.2.1.1 Análisis de fuerzas que actúan en la placa deflectora

4.1.2.1.1.1 Actuador sujetador de cajas

Elaboramos el DCL de los elementos que interactúan con el pistón sujetador. Para simplificar el cálculo las fuerzas se desarrollaran en el plano x – y, Donde Fp = 120 N [9]

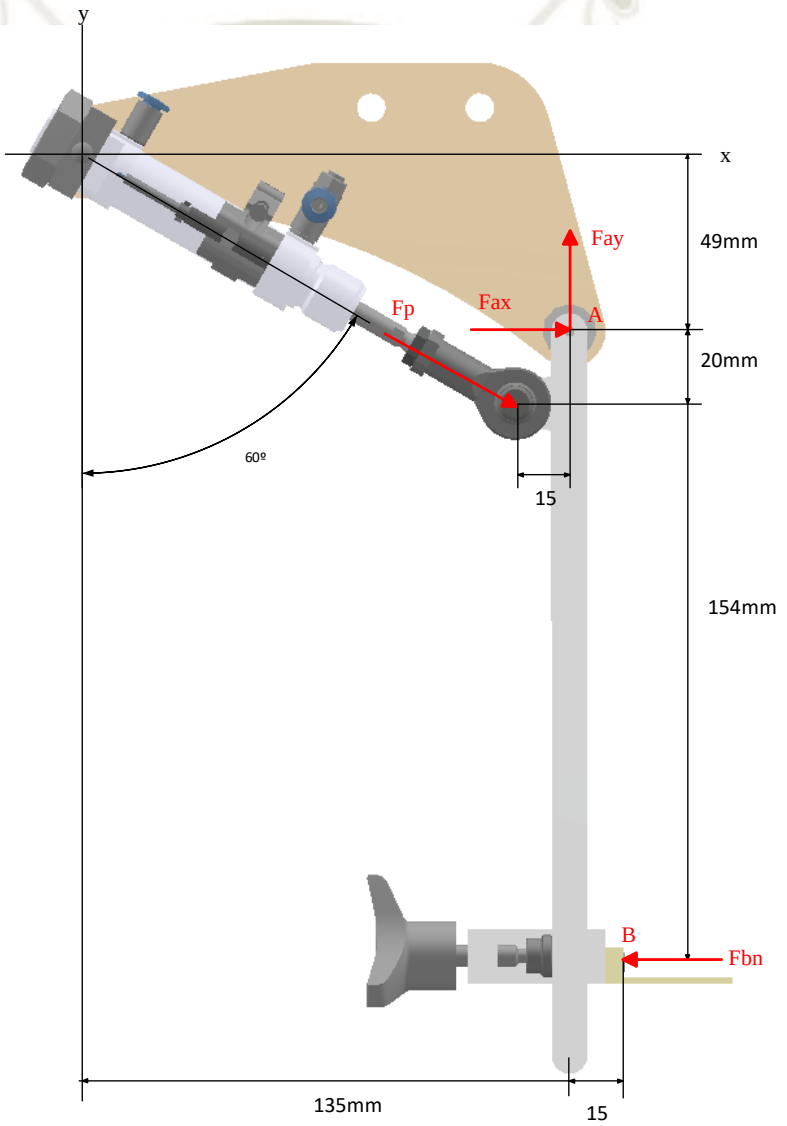


Figura 4.17 DCL del actuador sujetador de cajas
Fuente: elaboración propia

[9] Diámetro de embolo = 16mm; Presión = 6bar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por condición de equilibrio se tiene

$$\sum F_x = Fax - Fbn + Fp\sin(60) = 0$$

$$\sum F_y = Fay - Fp\cos(60) = 0$$

$$\sum M_A = -Fbn * 174 + Fp(\sin(60) * 20 + \cos(60) * 15) = 0$$

Resolviendo se tiene:

$$Fax = 86.8N$$

$$Fay = 60N$$

$$Fbn = 17.12N$$

4.1.2.1.1.2 Análisis de la placa sujetadora

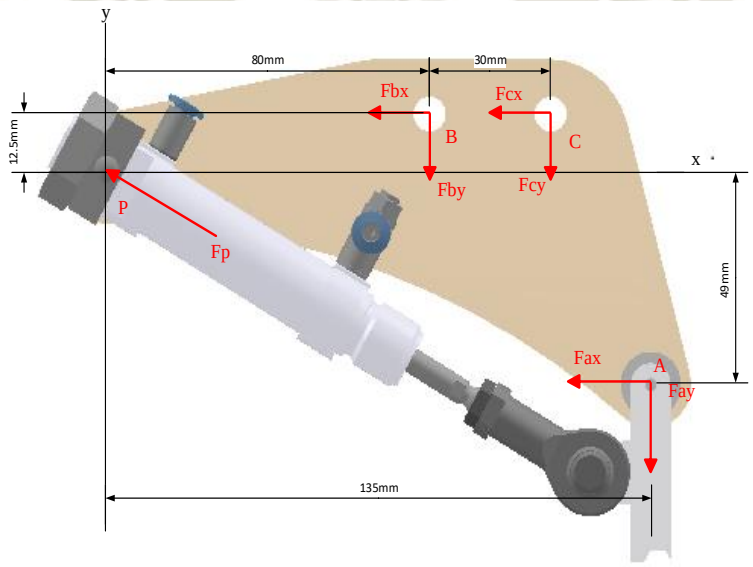


Figura 4.18 DCL de soporte de actuador sujetador
Fuente: elaboración propia

$$\sum F_x = -Fbx - Fcx - Fax - Fpcos30 = 0$$

$$\sum F_y = -Fby - Fcy - Fay + Fpsen30 = 0$$

$$\sum M_P = Fax * 49 - Fay * 135 - Fby * 80 + Fbx * 12.5 - Fcy * 110 + Fcx * 12.5$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por principio de transmisibilidad se tiene que $Fbx = Fcx$ debido a que están en una misma línea de acción.

Por tanto se tiene:

$$Fbx + Fcx = 190.7N$$

$$Fbx = Fcx = 95.35N$$

$$Fby = Fcy = -7.7N$$

4.1.2.1.1.3 Actuador Prensador de solapa lateral

Se presenta el DCL del pistón prensador de solapa (refuerzo), estos elementos interactúan con la placa deflectora.

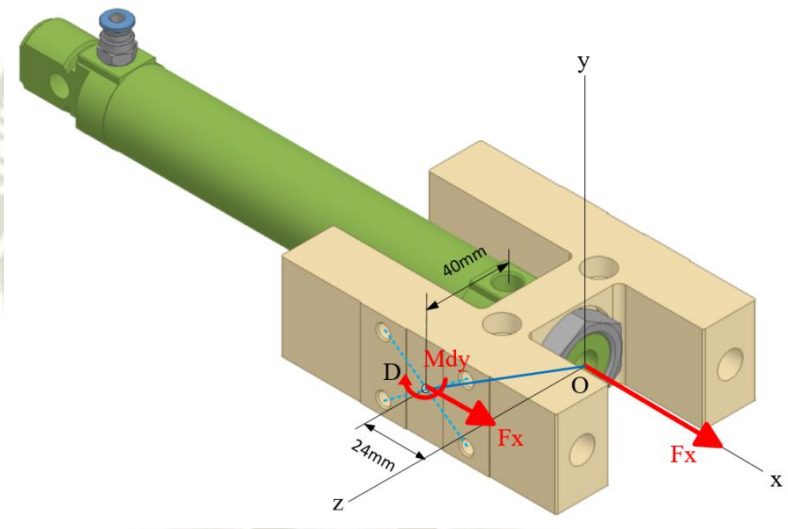


Figura 4.19 DCL de actuador prensador
Fuente: elaboración propia

Donde Fx = 250N. El punto D esta en el mismo plano z – x; donde se desarrolla la fuerza Fx.

Por tanto descomponemos Fx en una Fuerza – Par en el punto D

$$M_{dy} = Fx * 40$$

$$M_{dy} = 10Nm\,\boldsymbol{j}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ahora analizamos la placa de acople hacia el deflector el cual solo necesitamos conocer las fuerzas que se desarrollan en G, que es el punto medio entre dos uniones mecánicas. Por tanto trasladamos el sistema de fuerza – par hacia G

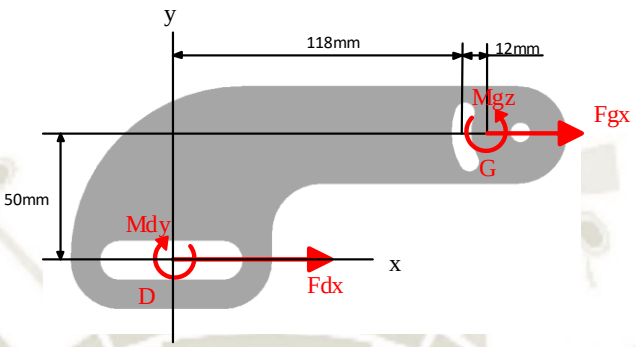


Figura 4.20 DCL de soporte de actuador prensador
Fuente: elaboración propia

$$M_{gz} = Fdx * 50 * 10^{-3}$$

$$M_{gz} = 12.5Nm\ \boldsymbol{k}$$

Las fuerzas anteriormente halladas serán reemplazadas por un sistema de fuerza – par resultante en el punto O (Figura 4.31). En el punto B se sumaran las fuerzas Fby y Fcy (Figura 4.18) como resultante de un punto intermedio entre las conexiones mecánicas de dicho soporte.

4.1.2.1.1.4 Diseño del dispositivo preformador de refuerzos

La fuerza necesaria para plegar la solapa transversal interior del molde de cartón sin superar a su resistencia al aplastamiento es de Fpr=750N (Olivera Apaza, 2019, pág. 147)

La aleta transversal interior se pliega con respecto a los esquineros de polímero (Figura 4.14), el ángulo que se dobla es el θ_6 (Figura 4.9). La posición de tal dispositivo de preformación no requiere ser regulada de forma independiente porque puede ser regulado junto con toda la placa deflectora por medio del tornillo de regulación lateral.

De la Figura 4.21. Se tiene.

$$Fprz = Fpr * \sin 21º = 750 * \sin 21º = 268.8N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por condición de equilibrio y en un tiempo $t = 0s$ se tiene:

$$Fprz + Rpr = Fre$$

$$Fprz = Rpr$$

$$Fre = 537.6N$$

Para una carga distribuida se tiene:

$$Wre = \frac{537.6}{61mm} = 8.81N * mm$$

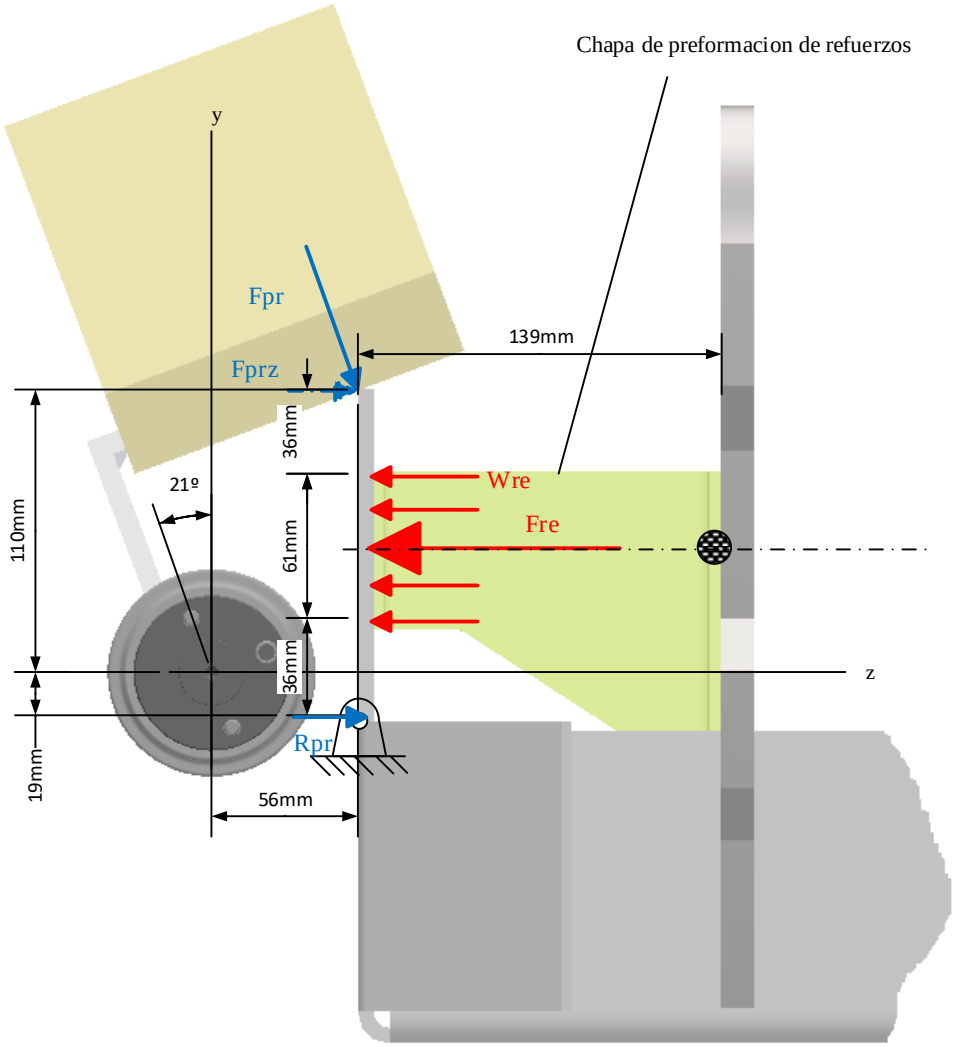


Figura 4.21 DCL del dispositivo preformador de refuerzos
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La chapa de preformación de refuerzos será construida a partir de una plancha de acero inoxidable AISI 304L (Figura B-1) de 4mm de espesor. Analizaremos por medio de una simulación de elementos finitos los esfuerzos causados por la fuerza puntual Fre.

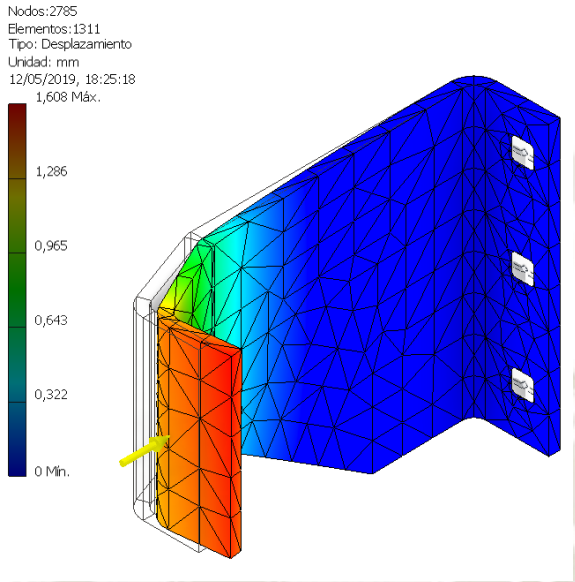


Figura 4.22 Simulación FEM - deformación de chapa preformador de refuerzos
Fuente: Elaboración propia

Para una fuerza puntual Fre que actúa por impacto en un instante (<0.75s) la deformación máxima es de 1.6mm, el cual no afecta al funcionamiento integro de la máquina.

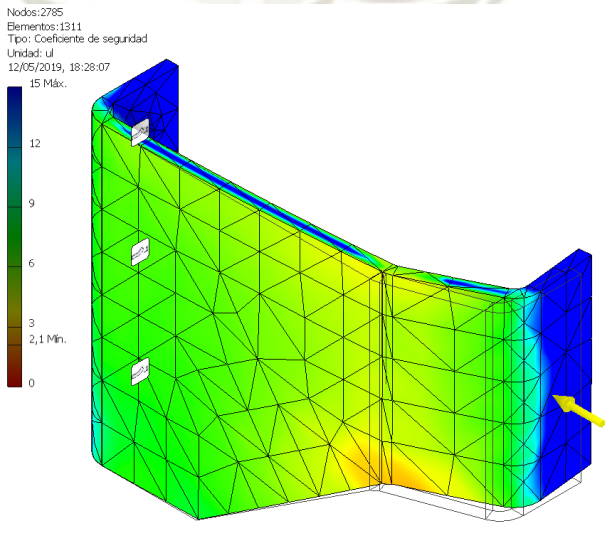


Figura 4.23 Simulación FEM – Factor de seguridad de chapa preformador de refuerzos
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El coeficiente de seguridad es de 2.1 y se observa en la zona inferior del plegado y nos indica que el material no sufrirá falla por carga estática. Por lo tanto se conservara la estimación inicial del material asignado.

El impacto que sucede entre la aleta transversal interior y la chapa de preconformación es en 0.09 s (Figura 4.25) y cada impacto sucede en 0.55s (Figura 4.24) por lo tanto se tiene en la chapa de preconformación un fuerza que fluctúa entre 0N y 537.6N intermitentemente.

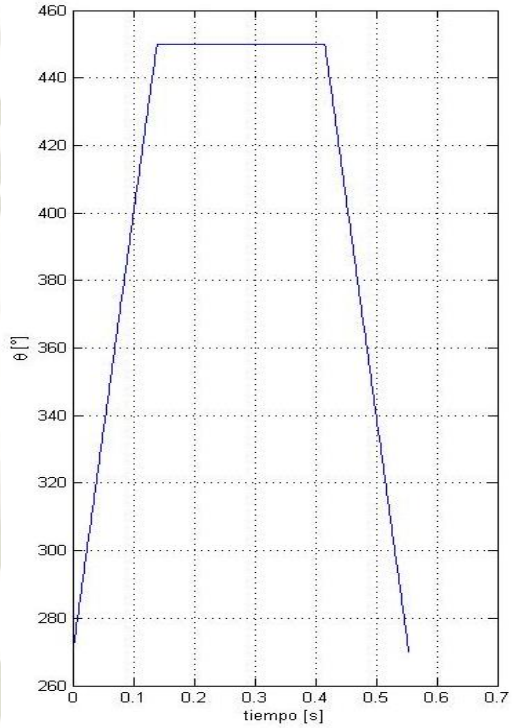


Figura 4.24 Posición – Tiempo del sistema de conformado de aletas transversales
Fuente: **(Olivera Apaza, 2019)**

Según la simulación FEM anterior, el factor de seguridad es aceptable para las condiciones de diseño establecidas, sin embargo una carga dinámica cíclica produce rotura más fácilmente que una carga estática, este fenómeno es la fatiga de los materiales, por tanto se evaluara el componente bajo estas condiciones y posteriormente a validar su diseño.

Se tiene entonces:

$$Fre_{max} = 537.6N$$

$$Fre_{min} = 0N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

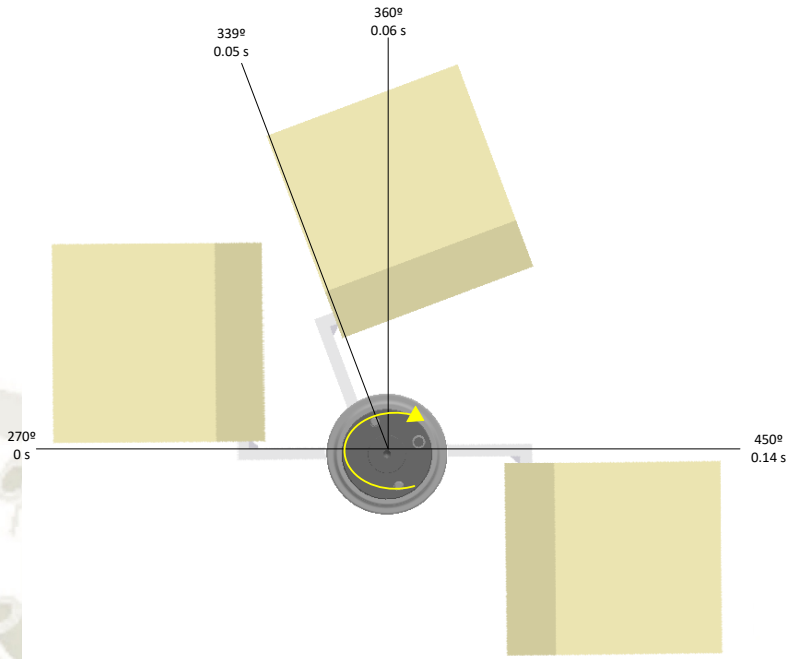


Figura 4.25 Sucesión de movimiento del sistema de plegado de aletas transversales
Fuente: Elaboración propia

La chapa de preconformación se modela como una columna [10]por los siguientes motivos:

- Imperfecciones de fabricación y aplicación específica de la carga, el elemento no se pandea súbitamente sino que primero comienza a flexionarse.
- La carga es excéntrica del centroide de la sección
- La carga aplicada se relaciona con la deflexión en forma no lineal, por lo que el principio de superposición no es aplicable
- El elemento estructural es largo y esbelto[11]

[10] Una columna es un miembro estructural que soporta carga axial de compresión y que tiende a fallar por inestabilidad elástica o pandeo, la inestabilidad elástica es la condición de falla donde la forma de una columna no tiene la rigidez necesaria para mantenerla erguida bajo la carga, si la carga no se reduce la columna se colapsara

[11] El diseño de la columna larga se realiza por medio de la fórmula de Euler, sin embargo para determinar si dicha columna es larga o corta se debe comprobar que la relación de esbeltez real de columna KL/r debe ser mayor que relación de esbeltez de transición C_c, caso contrario se debe aplicar la ecuación de J. B. Johnson.

$$\frac{KL}{r} \geq C_s$$

$$\frac{KL}{r} \geq \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}}$$

$$\frac{2 * 0.129}{1.15 * 10^{-3}} \geq \sqrt{\frac{2\pi^2 193Gpa}{216Mpa}}$$

$$172 \geq 132.8$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

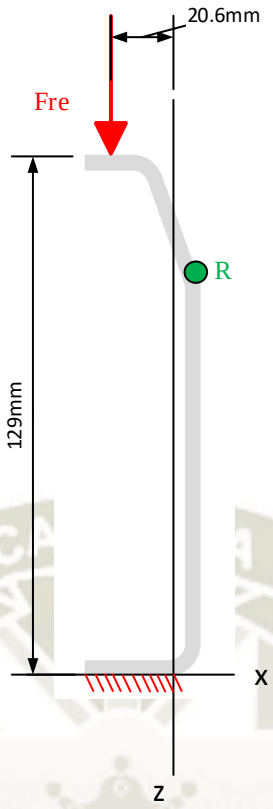


Figura 4.26 DCL tipo columna para chapa de preconformación de refuerzos
Fuente: Elaboración propia

Respecto al eje y-y (perpendicular al plano de la Figura 4.26) se tiene que el factor de longitud efectiva [12] es $K = 2$ por lo tanto:

$$(K * L)_y = 2 * 0.129m = 0.258m$$

Según el análisis de elementos finitos, la zona donde mayor esfuerzo se produce es en el cambio de sección R, las dimensiones de la sección de dicho elemento es 61mm x 4mm. El cálculo del momento de inercia será con respecto al eje y.

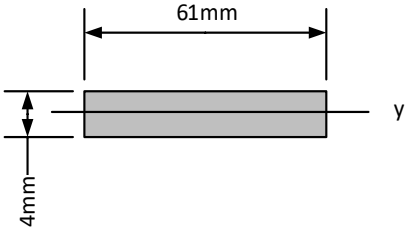


Figura 4.27 Sección transversal punto R
Fuente: Elaboración propia

[12] (Hibbeler R. , Mecanica de Materiales, 2007, pág. 667)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$A = b * h = 0.061 * 0.004 = 2.44 * 10^{-4} m^2$$

$$c = \frac{h}{2} = \frac{0.004}{2} = 2 * 10^{-3} m$$

Iy: momento de inercia con respecto al eje y-y

$$Iy = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0.061 * 0.004^3}{12} = 3.253 * 10^{-10} m^4$$

r: radio de giro

$$r = \sqrt{Iy/A} = \sqrt{3.253 * 10^{-10}/2.44 * 10^{-4}} = 1.15 * 10^{-3} m$$

Dónde:

A: área de la sección

c: Distancia desde eje centroidal a la fibra más alejada de la sección

Iy: momento de inercia con respecto al eje y-y

r: radio de giro

Aplicamos la fórmula de la secante [13] para el cálculo de la cedencia respecto al eje y-y

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A}\left[1 + \frac{e * c}{r^2}\sec\left(\frac{L}{2r}\sqrt{\frac{P}{EA}}\right)\right]$$

Dónde:

σ_{max}: Esfuerzo máximo en la columna, que ocurre en el lado interior cóncavo en el punto medio de la columna. Este esfuerzo es de compresión

P: carga vertical aplicada a la columna.

e: excentricidad de la carga P, medida desde el eje centroidal hasta la línea de acción de P

[13] Ibid., pág. 681

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A: área de la sección

c: Distancia desde eje centroidal a la fibra más alejada de la sección

L: longitud no soportada de la columna en el plano de la flexión. Para el caso anterior se tomara la longitud efectiva Le=KLy

E: módulo de elasticidad, para el caso de un acero inoxidable 304L es: 193Gpa

r: radio de giro respecto al eje de flexión o centroidal

Sustituyendo datos y simplificando se obtiene:

$$\sigma_{max} = \frac{537.6N}{2.44 * 10^{-4}m^2}\left[1 + \frac{0.0206m * 0.002}{(1.15 * 10^{-3}m)^2}\sec\left(\frac{0.258m}{2.3 * 10^{-3}m}\sqrt{\frac{537.6N}{193Gpa * 2.44 * 10^{-4}m^2}}\right)\right]$$

$$\sigma_{max} = 2.28\ MPa$$

Para un P min= $Fre_{min} = 0N$; por tanto se tiene:

$$\sigma_{min} = 0$$

Aplicamos el criterio de fatiga de Goodman[14] por las siguientes condiciones:

- Esfuerzo promedio distinto de cero
- Esfuerzo alterno sobrepuesto al medio

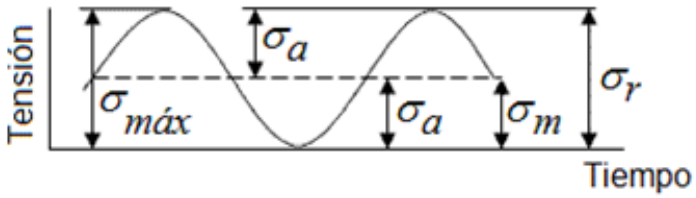


Figura 4.28 Variación de esfuerzo repetido en una dirección
Fuente: **(Mott, 2009)**

El esfuerzo medio es igual al esfuerzo alternante

$$\sigma_m = \sigma_a = \frac{\sigma_{max}}{2} = \frac{2.28\ MPa}{2} = 1.14Mpa$$

[14] Caso G: Esfuerzos normales fluctuantes (Mott, 2009, pág. 196)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Factor de seguridad contra fatiga.

$$\frac{Kt * \sigma_a}{Sn'} + \frac{\sigma_m}{Su} = \frac{1}{N}$$

Dónde:

Kt: factor de concentración de esfuerzo, para el caso presente se tiene en el punto R un factor 1.8[15]

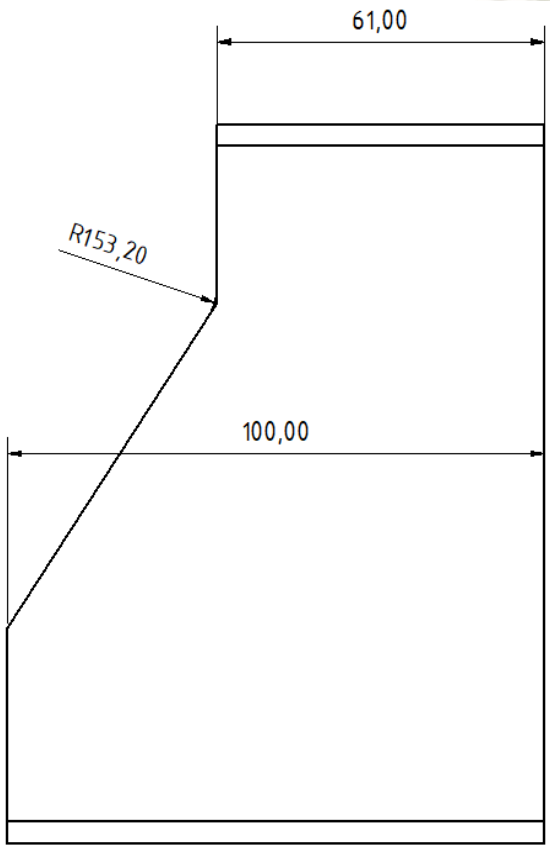


Figura 4.29 Dimensiones de la chapa de preconformación
Fuente: Elaboración propia

Sn': Resistencia a la fatiga real estimada

$$Sn' = Sn * Cm * Cst * Cr * Cs$$

[15] Figura A15-2 Placa escalonada con chaflanes (Mott, 2009)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

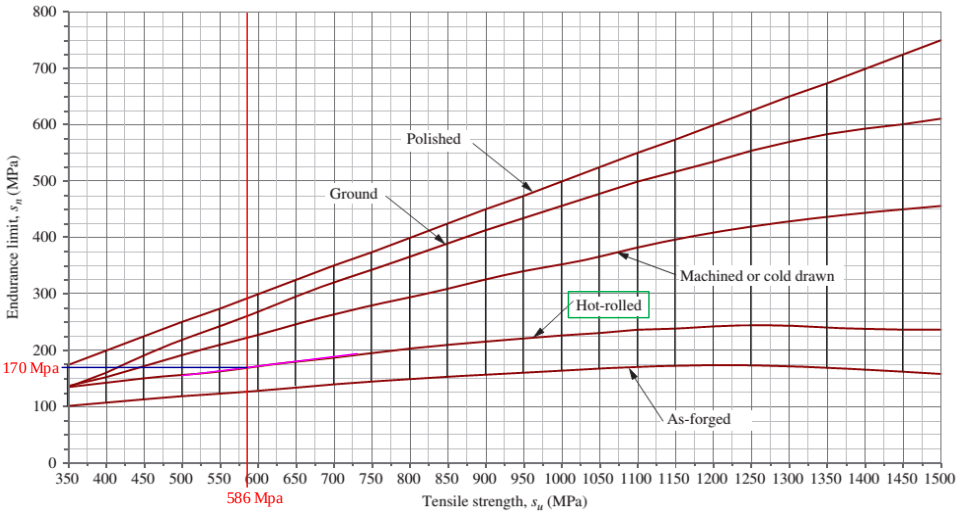


Figura 4.30 Resistencia a la fatiga Sn en función a la resistencia a la tensión
Fuente: **(Mott, 2009, pág. 175)**

Para el acero inoxidable AISI 304L la resistencia ultima a la tensión es Su: 586 Mpa[16], según la Figura 4.30; Sn: 170Mpa

Cm: Factor de material, para acero forjado es 1.0

Cst: Para esfuerzo flexionante se tiene; 1.0

Cr: Factor de confiabilidad: al 90%; se tiene: 0.9

Cs: Factor de tamaño, para el presente caso tomaremos 1.0

$$Sn' = 170Mpa * 1.0 * 1.0 * 0.9 * 1.0$$

$$Sn' = 153\ Mpa$$

Reemplazando datos en la ecuación de Goodman se tiene:

$$\frac{1.8 * 1.14Mpa}{153Mpa} + \frac{1.14Mpa}{586Mpa} = \frac{1}{N}$$

$$N = 65.1$$

El resultado nos indica que no fallara por fatiga del material, por tanto el impacto que sucede en este sistema no influye en el diseño de este elemento y consecutivamente se observara que los elementos que se diseñaran posteriormente no están sometidos a este tipo de esfuerzo fluctuante.

[16] Apéndice 6, Propiedades de los aceros inoxidables (Mott, 2009)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.1.2 Análisis de fuerzas en el soporte de placa deflectora

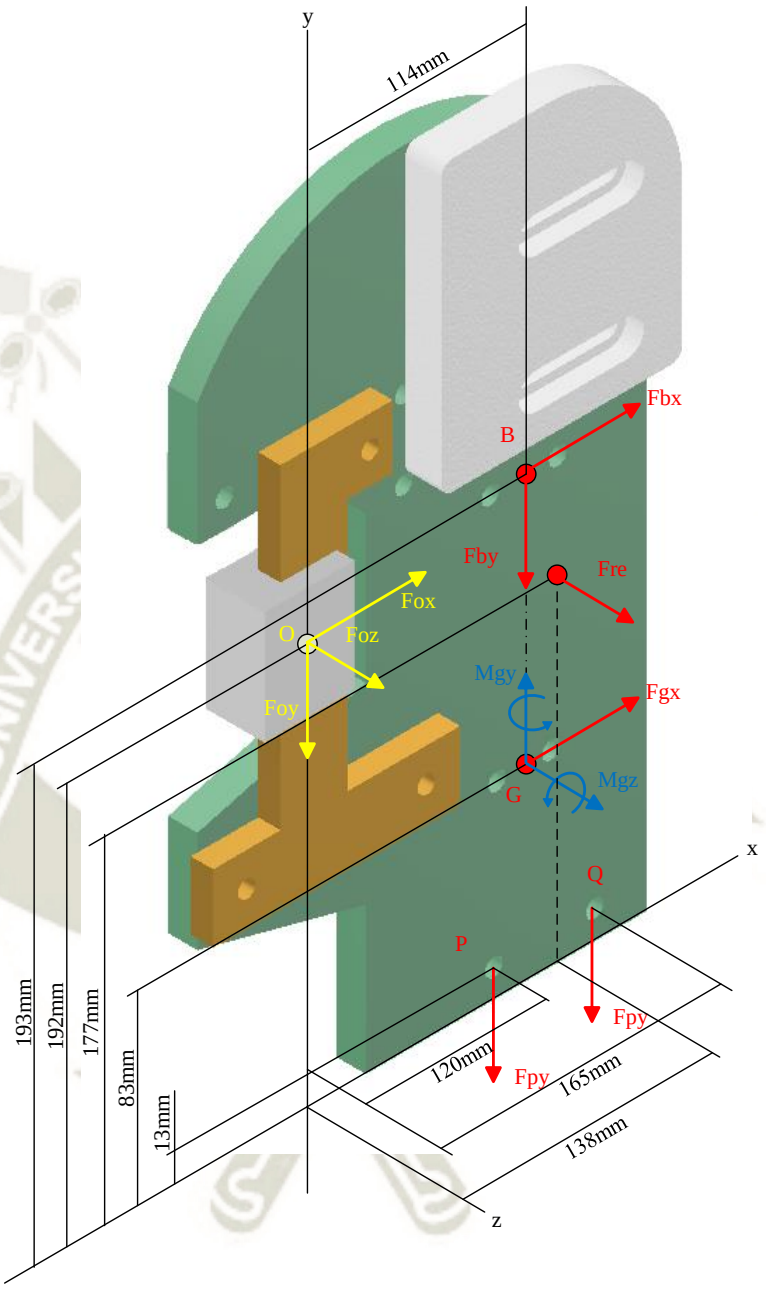


Figura 4.31 DCL de placa deflectora
Fuente: elaboración propia

$$Fox = Fbx + Fgx = 95.4N + 250N = 345.4N$$

$$Foy = -(Fby + 2 * Fpy) = -(15.4N + 100N) = -115.4N$$

$$Foz = Fre = 537.6N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$M_{oy} = -(Fre * 0.138) + Mgy = -(537.6N * 0.138) + 10Nm = -64.2\ Nm$$

$$M_{ox} = -(Fre * 0.015) = 537.6N * 0.015 = -8.1\ Nm$$

$$M_{oz} = -(Fbx * 0.001) + (Fgx * 0.109) - (Fby * 0.114) - (Fpy * 0.120) - (Fpy * 0.165) + Mgz$$

$$M_{oz} = -(95.4 * 0.001)Nm + (250 * 0.109)Nm - (15.4 * 0.114)Nm - (50 * 0.120)Nm - (50 * 0.165) + 12.5Nm = 23.6Nm$$

$$\mathbf{Fo} = 345\mathbf{i} - 115.4\mathbf{j} + 537.6\mathbf{k}\ \text{N}$$

$$\mathbf{Mo} = -8.1\mathbf{i} - 64.2\mathbf{j} + 23.6\mathbf{k}\ \text{Nm}$$

El peso estimado de todos los componentes sujetos a la placa deflectora mediante el software Inventor es aproximadamente 20.6 kg, así mismo su centro de gravedad. El sistema de conformación está inclinado 20º con respecto al plano horizontal, esto es para minimizar el recorrido que realiza el sistema de dosificación para alimentar moldes de cartón hacia la zona de transporte.

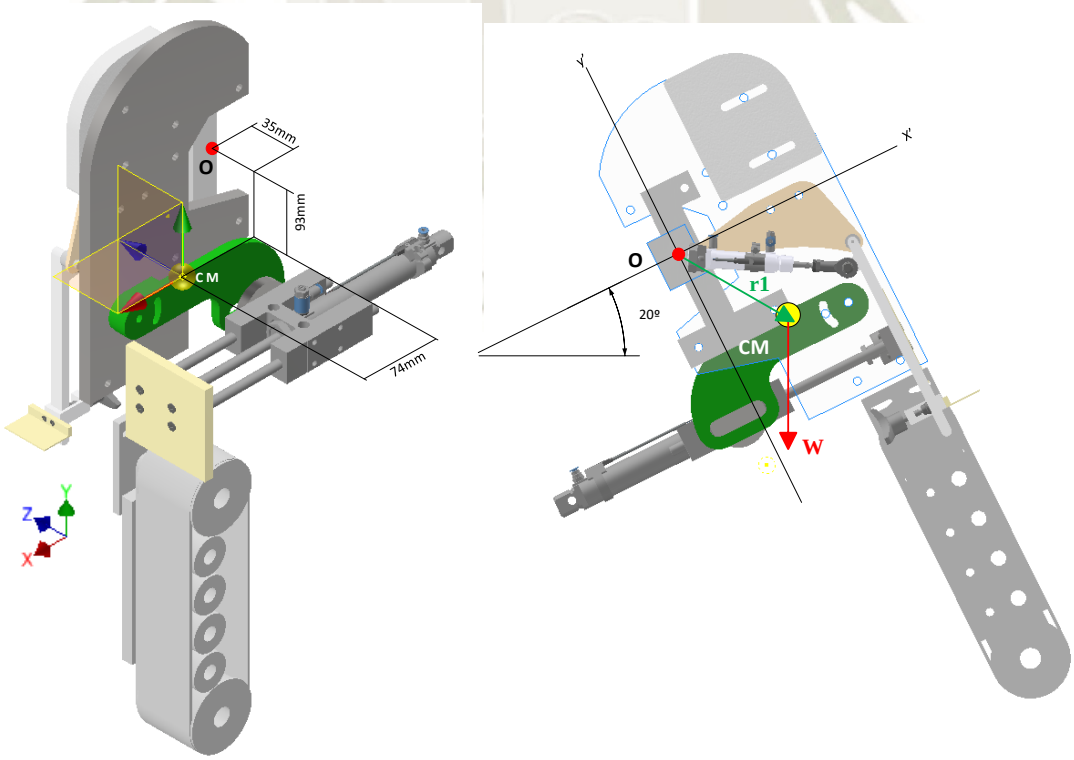


Figura 4.32 DCL de dispositivo de conformación lateral
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El vector posición de la base en O hacia el CM es:

$$\mathbf{r_1} = -74\mathbf{i} + 93\mathbf{j} + 35\mathbf{k}\ \text{Nmm}$$

El vector peso Wd es:

$$\mathbf{W_d} = -(\mathrm{m} * \mathrm{g}) \measuredangle 20º$$

$$\mathbf{W_d} = -(20.6 * 9.81) \measuredangle 20º$$

$$\mathbf{W_d} = -202.1 \measuredangle 20º\ \text{N}$$

$$\mathbf{W_d} = -69.1\mathbf{i} - 189.9\mathbf{j}\ \text{N}$$

Reemplazando por un sistema equivalente fuerza – par en O, se tiene:

$$\mathbf{M_{RO}} = \mathbf{r_1}\ \text{x}\ \mathbf{W_d}$$

$$\mathbf{M_{RO}} = \begin{bmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ -0.074 & 0.093 & 0.035 \\ -69.1 & -190 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M_{RO}} = [(0.093 * 0) - (-190 * 0.035)]\,\mathbf{i} - [(-0.074 * 0) - (0.035 * -69.1)]\boldsymbol{j} + [(-0.074 * -190) - (0.093 * -69.1]\boldsymbol{k}$$

$$\mathbf{M_{RO}} = 6.65\,\mathbf{i} - 2.42\boldsymbol{j} + 20.49\boldsymbol{k}$$

Sumando todos los momentos y fuerzas del sistema se tiene:

$$\sum \mathbf{M_O} = \mathbf{M_o} + \mathbf{M_{RO}}$$

$$\sum \mathbf{M_O} = (-8.1\mathbf{i} - 64.2\mathbf{j} + 23.6\mathbf{k}) + (6.65\,\mathbf{i} - 2.42\boldsymbol{j} + 20.49\boldsymbol{k})$$

$$\sum \mathbf{M_O} = -1.45\,\mathbf{i} + 66.62\mathbf{j} + 44.1\boldsymbol{k}$$

$$\sum \mathbf{F_O} = \mathbf{F_o} + \mathbf{W_d}$$

$$\sum \mathbf{F_O} = (345\mathbf{i} - 115.4\mathbf{j} + 537.6\mathbf{k}) + (-69.1\mathbf{i} - 189.9\mathbf{j})$$

$$\sum \mathbf{F_O} = 276\mathbf{i} - 305.3\mathbf{j} + 537.6\mathbf{k}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

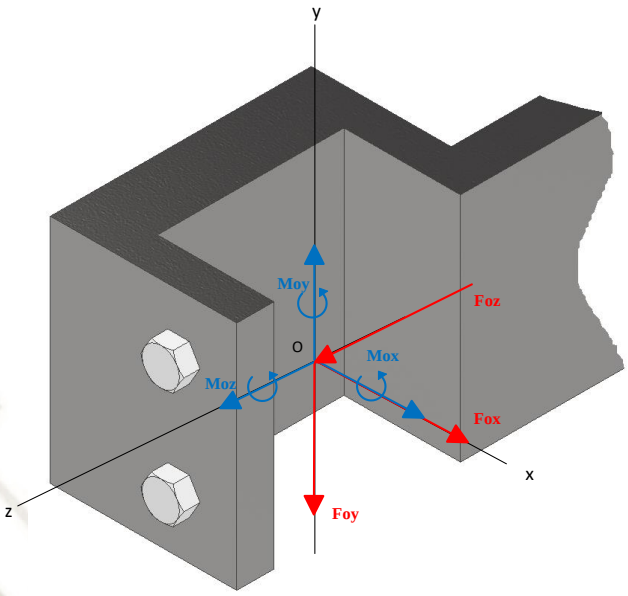


Figura 4.33 DCL en el extremo de viga de acople
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.33 se muestra la conexión de la placa deflectora con la viga, este tipo de conexión es por mordaza, con el objetivo de bajar o subir la placa deflectora en 20mm, independiente de la regulación de la altura por medio de la columna de acople. Por lo tanto analizaremos este elemento para validar sus dimensiones.

Las fuerzas deben ser distribuidas para cada perno en sus respectivos planos ortogonales y por ende se divide entre dos (2 pernos de sujeción). Los momentos serán reemplazados por fuerzas puntuales en los pernos, adicionando o restando a los vectores fuerza.

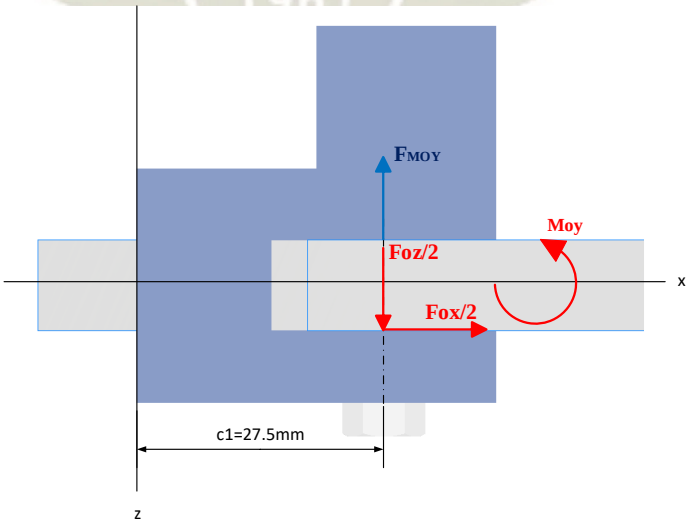


Figura 4.34 Fuerzas desarrolladas en el plano x-z
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El momento Moy ejerce flexión sobre el ensamble, para simplificar la descomposición, se asumirá que la mordaza es un sólido rígido no deformable y que el eje z actúa como fulcro, la distancia c1 es el brazo de palanca (Figura 4.34). Por lo tanto se tiene:

El corte secundario por flexión es:

$$F_{MOY} = \frac{Moy * c_i}{\sum c_i^2} = \frac{66.62 * 0.0275}{0.0275^2} = 2429.82N$$

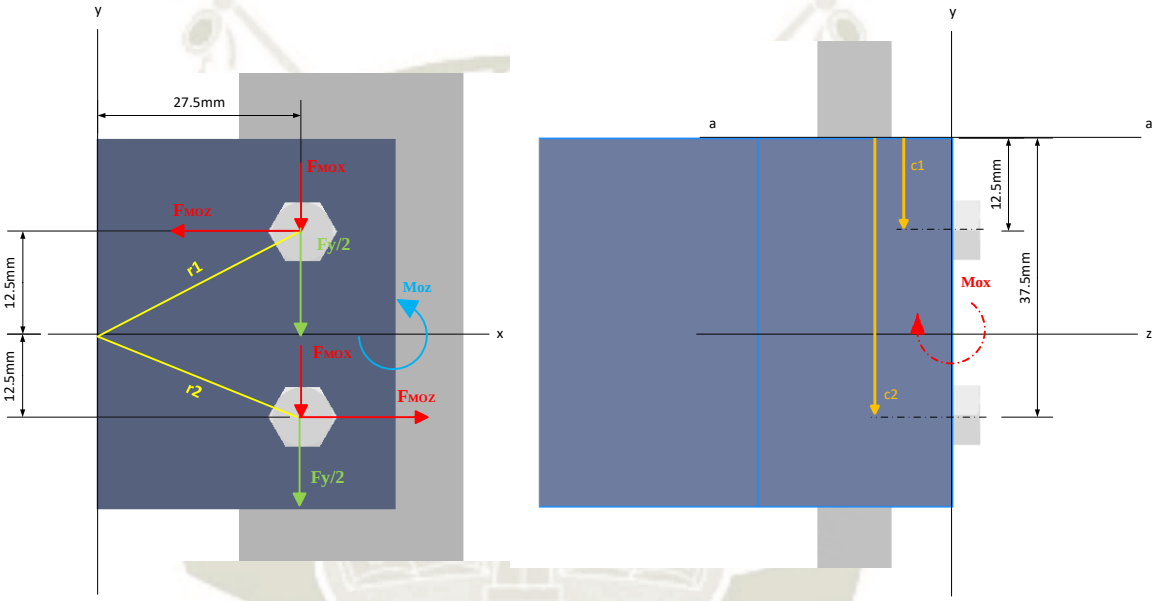


Figura 4.35 Fuerza desarrolladas en el plano x-y / y-z
Fuente: elaboración propia

Se descompone el momento torsor Moz (Figura 4.35) con respecto al eje y, por lo tanto se tiene:

El Corte secundario por torsión es:

$$r1 = r2 = \sqrt{27.5^2 + 12.5^2} = 30.21mm = 0.03021m$$

$$F_{MOZ} = \frac{Moz * r_i}{\sum r_i^2} = \frac{44.1Nm * 0.03021}{(0.03021)^2 * 2} = 729.89N$$

Finalmente se descompone el momento Mox con respecto a la línea a-a, considerando el sólido como no deformable. Por lo tanto se tiene:

$$F_{MOX} = \frac{Mox * c_i}{\sum c_i^2} = \frac{1.45 * 0.0375}{0.0125^2 + 0.0375^2} = 34.8N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Sumando las fuerzas en sus respectivos ejes, se tiene para el perno más crítico en este caso es el 2.

$$Fz = -Fmoy + \frac{Foz}{2} = -2429.82 + \frac{537.6}{2} = -2161.02N$$

$$Fy = -Fmox - \frac{Foy}{2} = -34.8 - \frac{305.3}{2} = -172.8N$$

$$Fx = Fmoz + \frac{Fox}{2} = 729.89 + \frac{276}{2} = 867.89N$$

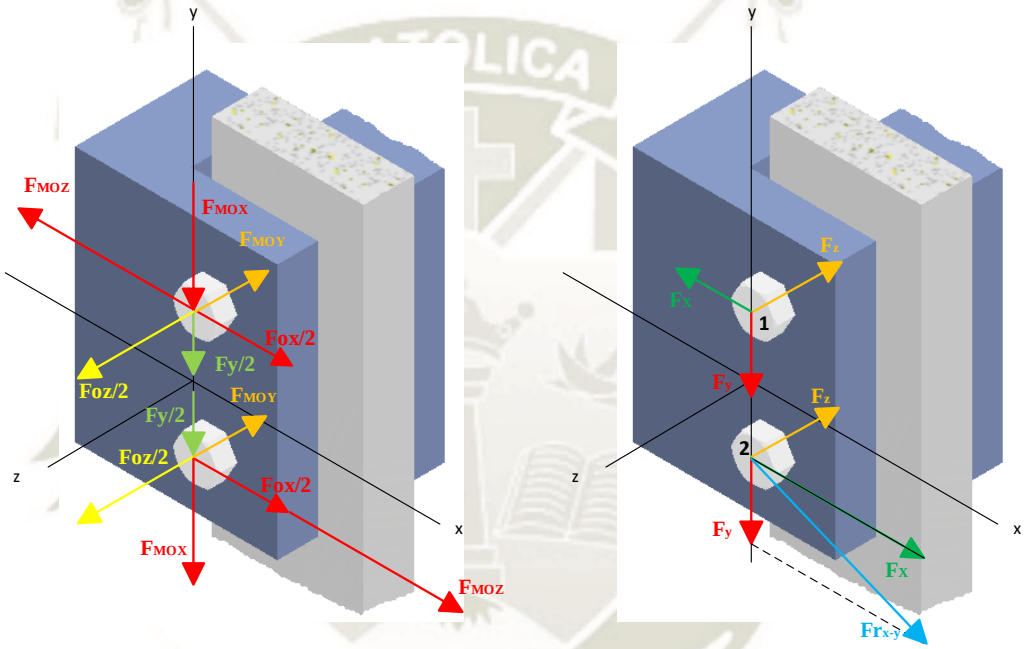


Figura 4.36 Fuerzas ortogonales en los ejes xyz
Fuente: elaboración propia

Para poder obtener qué tipo de perno debe utilizarse y a que torque debe ajustarse para evitar el deslizamiento por las distintas fuerzas, solo es necesario utilizar la resultante F de Fx y Fy, esta fuerza será la máxima y se asumirá que su línea de acción coincide con el eje x, lo cual no es cierto, pero asegurara el cálculo de fricción estática, por lo tanto se tiene:

$$F = \sqrt{Fx^2 + Fy^2} = \sqrt{867.89^2 + 172.8^2} = 884.93N$$

Los tornillos de fijación se comportan como tornillos de potencia (Budynas & Nisbett, 2011), por lo tanto para evitar que la mordaza no resbale cuando actúan las cargas, se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$T_R = \frac{F\, d_m}{2}\left(\frac{l + \pi f d_m \sec\alpha}{\pi d_m - f l \sec\alpha}\right)$$

Dónde:

T_R: Torque requerido para elevar la carga [N.mm]

F: Fuerza actuante sobre el tornillo [N]

d_m: Diámetro medio del tornillo [mm]

l: Paso del tornillo [mm]

f: Coeficiente de fricción en los hilos del tornillo (Tabla A-1)

α: Semiángulo entre hilos del tornillo. Para rosca métrica el ángulo entre hilos es 60°

Esta ecuación es válida para tornillos con rosca ACME o métrica (Budynas & Nisbett, 2011).

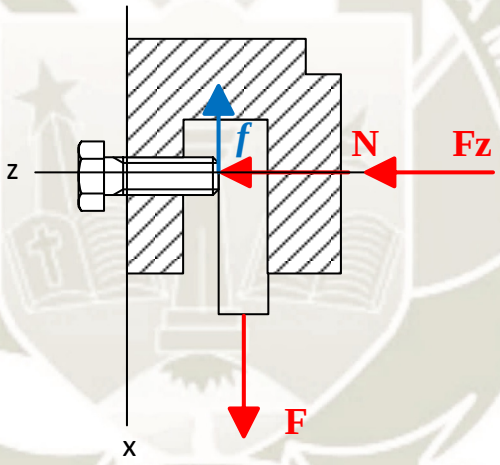


Figura 4.37 Modelo de fricción estática para mordaza
Fuente: elaboración propia

$$\sum F_z = 0$$

$$f - F = 0$$

$$f = F$$

Donde f es la fuerza de fricción entre la mordaza y la placa deflectora. f también representa el coeficiente de fricción estático multiplicado por la fuerza normal sobre la mordaza. Esto es:

$$f \rightarrow \mu_s N = F$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$N = \frac{F}{\mu_s}$$

Esto significa que la fuerza normal N debe ser por lo menos la fuerza que ejerce la placa deflectora de la mordaza dividido entre el coeficiente de fricción estático entre los dos cuerpos. Para $\mu_s = 0.15$ (Tabla A-1Anexo A) se tiene:

$$N = \frac{884.93\text{N}}{0.15} = 5899.53\ N$$

A la fuerza normal N, se le sumara la fuerza de compresión Fz debido a la reacción del perno contra la placa deflectora. Por lo tanto se tiene.

$$N_R = 5899.53\ N + 2161.02N = 8060.55N = 821.7Kg - f$$

En el diseño de la mordaza, N_R representa la fuerza a "levantar" por el tornillo (se asume un perno M6x1.5 SAE GRADO 2) (Tabla A-8) de la mordaza. Hallamos el torque necesario:

$$T_R = \frac{N_R\, d_m}{2}\left(\frac{l + \pi f d_m \sec\alpha}{\pi d_m - f l \sec\alpha}\right)$$

$$T_R = \frac{8060.55\ N \cdot 6\ mm}{2}\left(\frac{1.5\ mm + \pi \cdot 0.15 \cdot 6\ mm \sec 30°}{\pi \cdot 6\ mm - 0.15 \cdot 1.5\ mm \cdot \sec 30°}\right)$$

$$T_R = 6198.13\ \text{Nmm} = 6.2\ N \cdot m$$

Para un perno estándar americano ½" el torque máximo que soporta sin llegar a deformarse por tracción es: 14 kF-m =137.34 Nm

El diámetro del tornillo se calcular con la ecuación de esfuerzo normal en el tornillo (Alva, 2014, pág. 120), el esfuerzo de prueba es: $\sigma_n = 38.7 kgf/mm^2$

$$\sigma_n = \frac{4N_R}{\pi {d_r}^2}$$

Despejando d_r

$${d_r}^2 = \frac{4N_R}{\pi\sigma_n} = \frac{4 * 821.7kg - f}{\pi * 38.7} = 5.2\ mm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por lo tanto un perno M6x1.5 GRADO 2 (bajo y medio % de C) es más que suficiente para sujetar la placa deflectora.

La mordaza soporta la carga Fz=2161.02N que es una fuerza que puede causar falla en la sección a-a (Figura 4.38) se sabe que la grosor es de 50mm, y que esfuerzo permisible es de $\sigma_{perm} = 250\text{Mpa}$ (acero estructural A36) (Aceros Arequipa S.A), se determinara la anchura w para la mordaza.

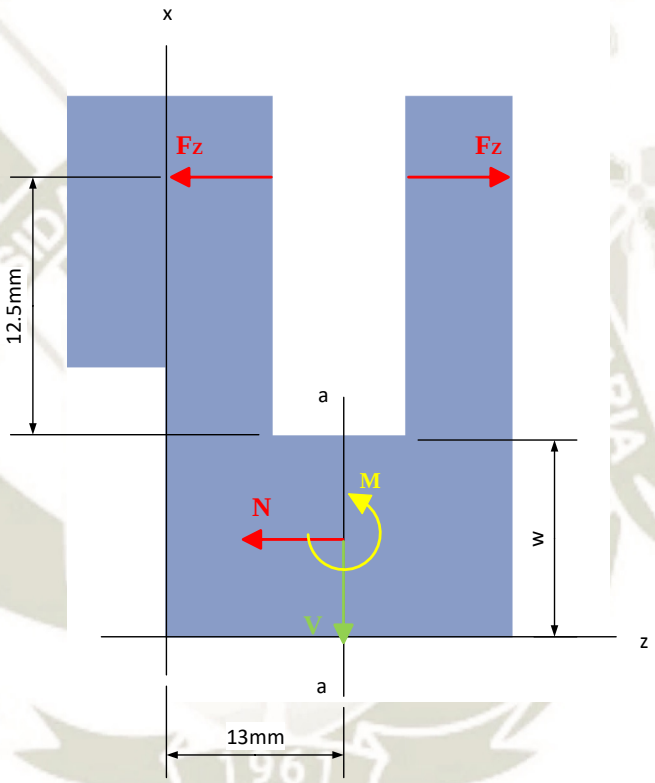


Figura 4.38 Diseño de mordaza
Fuente: elaboración propia

Esfuerzo axial causado por Fz es:

$$\sigma_a = \frac{Fx}{A} = \frac{2161.02}{w * 0.05} = \frac{42420.4}{w}$$

Esfuerzo normal causado por flexión M es:

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{2161.02\left(0.0125 + {}^{w}/_{2}\right)\left({}^{w}/_{2}\right)}{\frac{1}{12}(0.05 * w^3)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\sigma_b = \frac{259322.4\left(0.0125 + {}^{w}/_{2}\right)}{w^2}$$

$$\sigma_{perm} = \sigma_a + \sigma_b$$

$$250 * 10^6 = \frac{42420.4}{w} + \frac{259322.4\left(0.0125 + {}^{w}/_{2}\right)}{w^2}$$

$$250w^2 - 0.1329\text{w} - 0.00324153 = 0$$

$$w = 3.87mm$$

Este cálculo es ideal, no se realizó la transformación del esfuerzo plano ni se aplicó las teorías de falla por carga estática, por lo estableceremos el ancho asignado en un principio de w=15mm, que es 4 veces más el ancho hallado y es el más adecuado.

4.1.2.2 Diseño del dispositivo de conformación de paredes transversales

La zona encerrada con verde (Figura 4.39) se encuentra el ángulo ϑ_2, la ubicación de este ángulo define la altura la caja y a medida que cambia el tamaño de la caja, cambia la posición de dicho ángulo y por lo tanto requiere ser ajustado de forma independiente al tornillo de regulación transversal, con el objetivo de precisar la cavidad y evitar la colisión directa del troquel con el marco de conformación

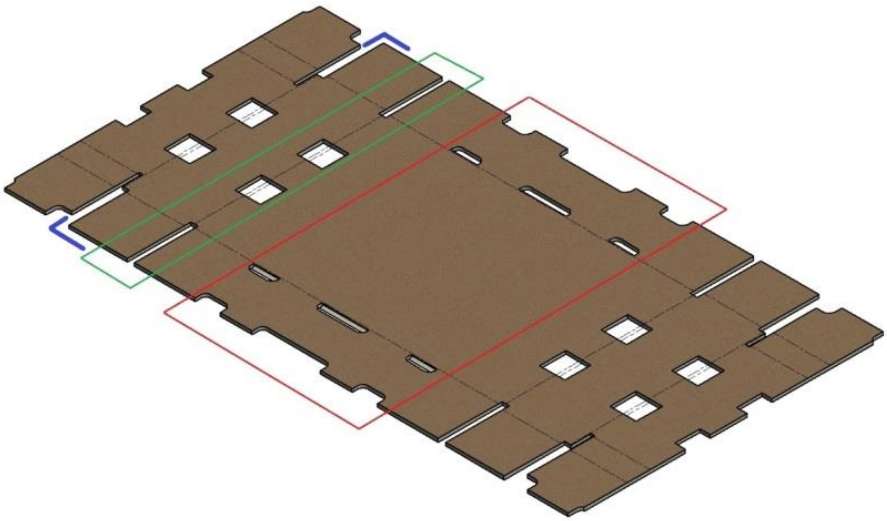


Figura 4.39 Zonas de plegado en molde de cartón P84 de 600 x 400
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La variable P (Figura 4.40), para el caso de un molde de cartón P-84 de 600x400 mm, P = 246mm.

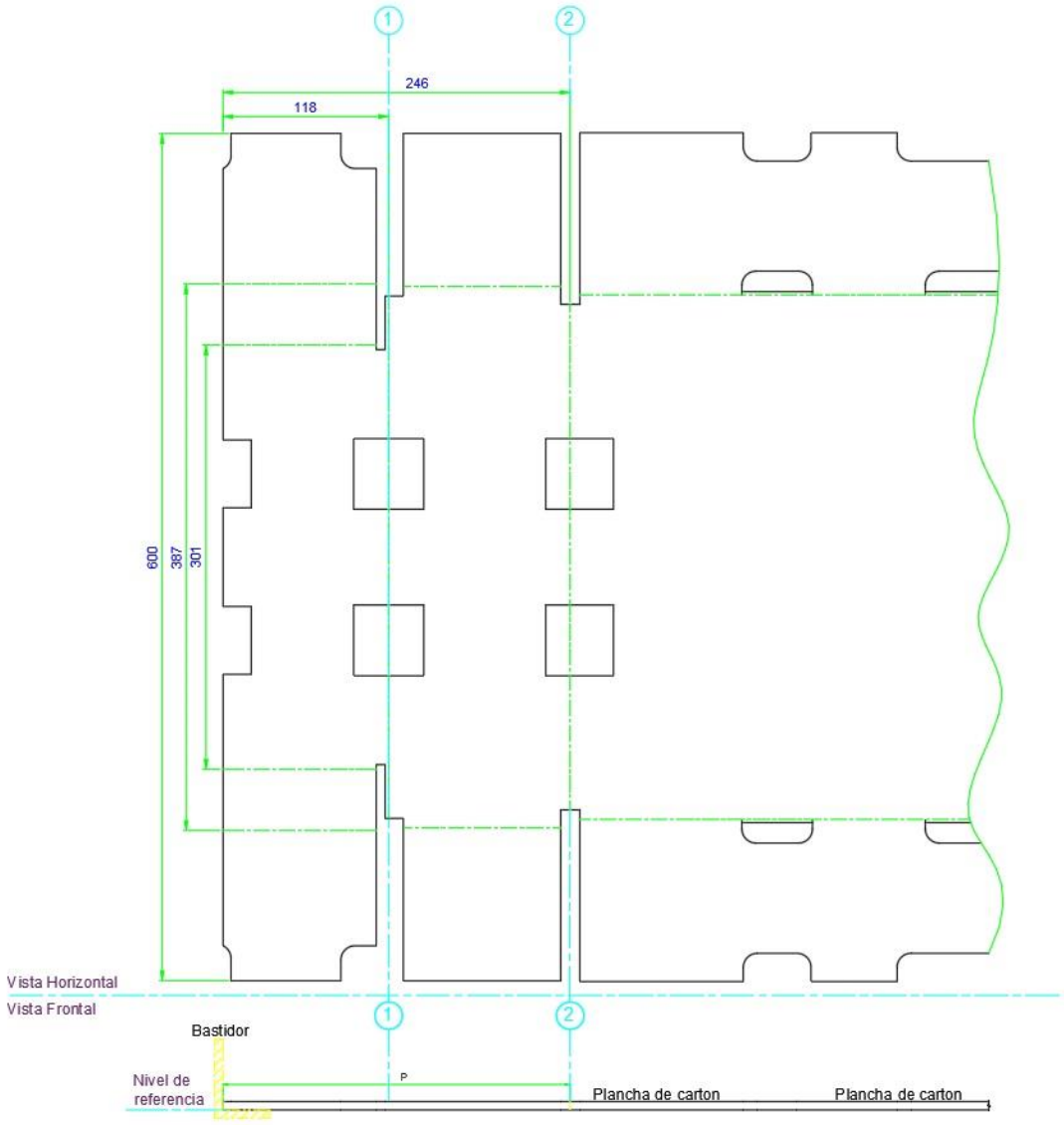


Figura 4.40 Dimensiones del molde cartón P84 de 600x400
Fuente: Elaboración propia

Continuando con el análisis del mecanismo biela – manivela del troquel (Figura 4.15), se completa el ciclo de plegado de los principales dobleces de la caja (Figura 4.41).

2 – 3: cuando el troquel está en el punto 2, se ha completa el dobles de la solapa lateral y comienza enseguida el dobles de la solapa transversal que acaba en el punto 3.

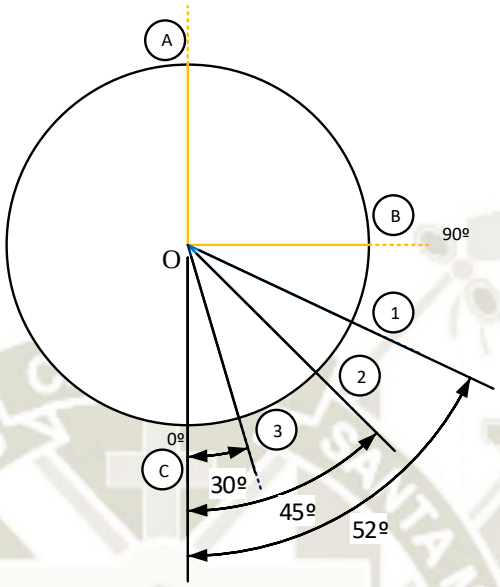
3 – C: en troquel empuja la base de la caja hasta llegar a punto muerto superior, de ahí en adelante el troquel empieza su carrera de regreso hacia el punto muerto inferior durante

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

este recorrido es donde empiezan a actuar los pistones neumáticos para completar los demás pliegues.



Detalle de la Manivela

Figura 4.41 Recorrido de la posición angular de la manivela
Fuente: Elaboración propia

A 30º corresponde una altura con respecto al perfil de reposo de 222 mm, si restamos el radio de curvatura de la placa deflectora se tendrá un radio de 136 mm de chapa de plegado de solapa transversal, dicha chapa debe poder avanzar o retroceder por medio de tornillo de regulación transversal y unas guías independientes para calibrar la altura de la caja.

Si se envasara otros productos de mayor tamaño, entonces aumentaría la variable P (Figura 4.40) debido al cambio de altura de la caja, si simulamos un doblez a escala en un programa CAD habría una colisión entre el molde y el perfil de reposo del molde de cartón, tal como se muestra en el borde rojo de la Figura 4.42.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

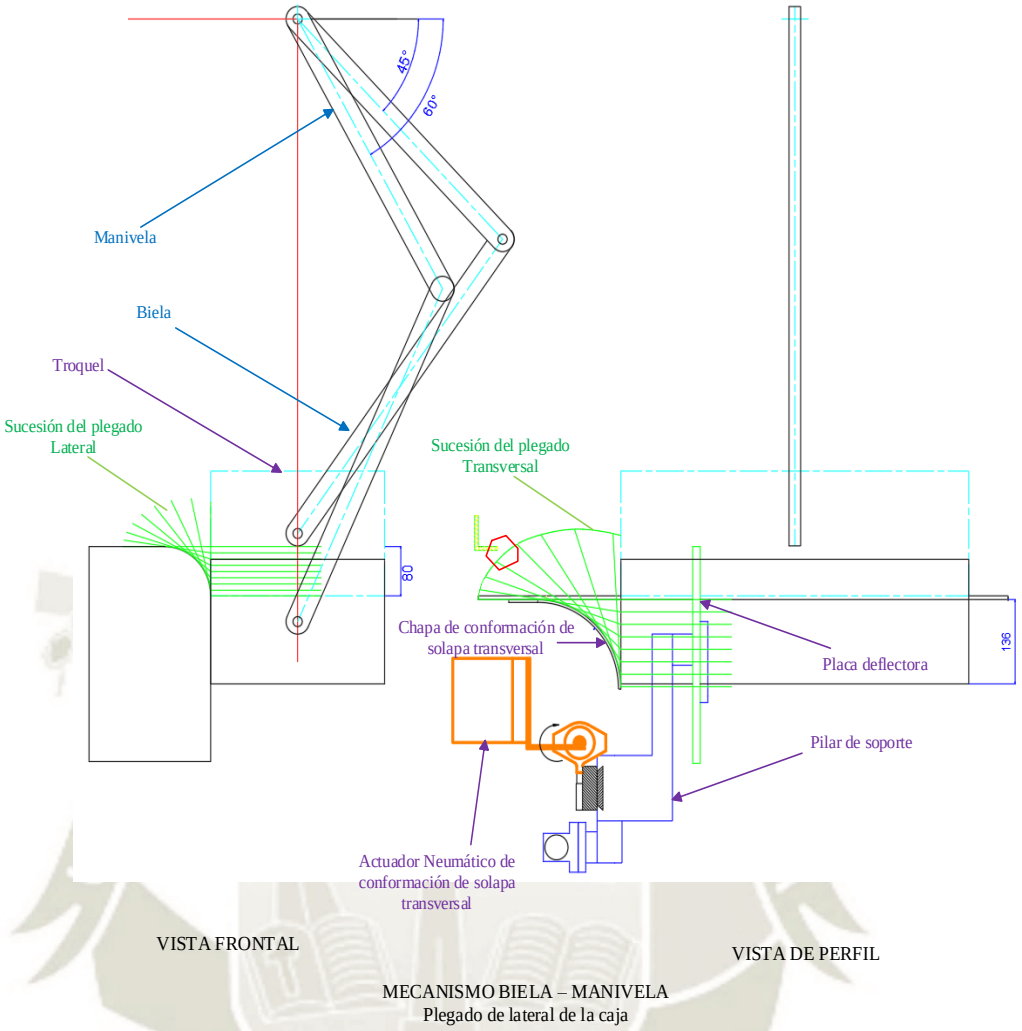


Figura 4.42 Modelo geométrico del plegado de solapa lateral y transversal
Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2.1 Calculo de soportes del actuador plegador de solapa transversal exterior

Este sistema tiene la función de doblar la solapa exterior para que el actuador auxiliar presione la solapa contra la pared de la caja. Como se requiere la acción de otro sistema, el mecanismo a utilizar tiene que extenderse y retraerse de forma rápida. Debido a la configuración geométrica de la matriz de conformado no es posible utilizar un actuador neumático como en el sistema anterior. Para resolver este impedimento, se optó por un sistema articulado de eslabones (Figura 4.43).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

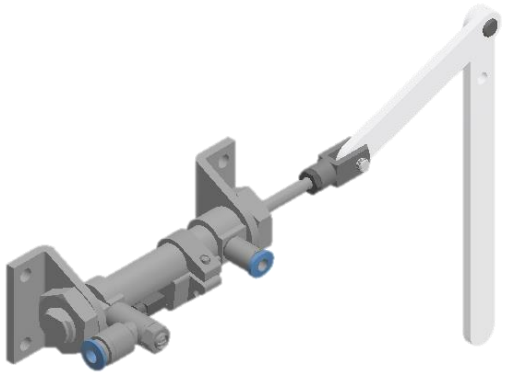


Figura 4.43 Actuador neumático plegador de solapa transversal exterior
Fuente: **(Olivera Apaza, 2019)**

El actuador neumático ejerce una fuerza de 47N[17], se procede entonces a elaborar el DCL del sistema.

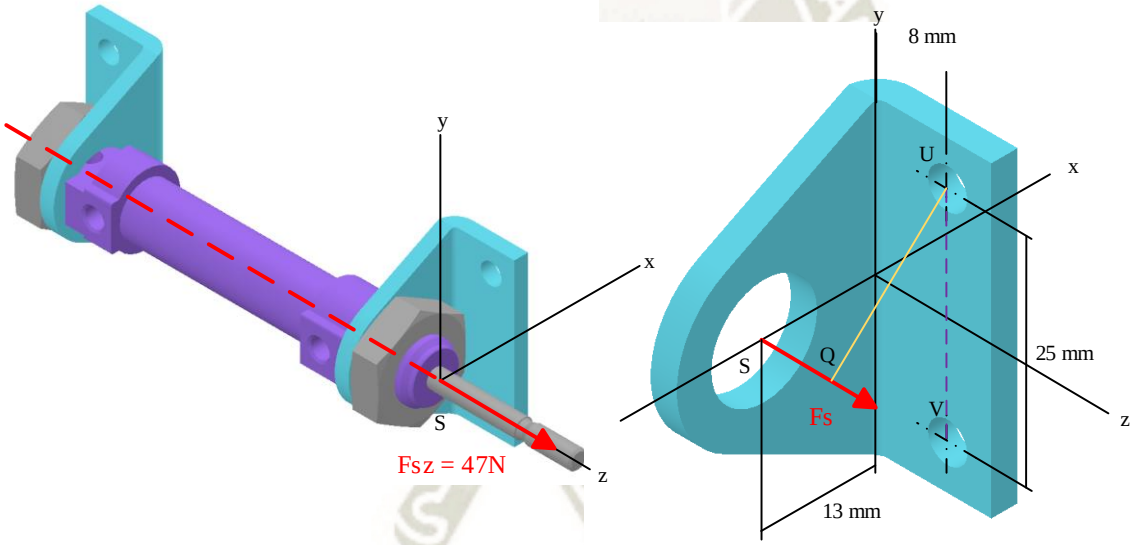


Figura 4.44 DCL de actuador plegador de solapa transversal exterior
Fuente: Elaboración propia

Para simplificar el cálculo debido a que las fuerzas no son grandes, hallaremos el momento que sucede en el eje UV y por tanto la fuerza Fs=47N se trasladara al plano y-z.

$$\mathbf{M_{UV} = \lambda_{UV}.(r_{UQ} \times F_s)}$$

[17] (Olivera Apaza, 2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dónde:

$\mathbf{M_{UV}}$ **:** Momento de Fs con respecto al eje UV

$\boldsymbol{\lambda_{UV}}$: Vector unitario que define la dirección del eje UV

$\mathbf{r_{UQ}}$**:** Vector posición de cualquier punto de UV hasta la línea de Fs

$$\mathbf{M_{UV}} = -1\mathbf{j}.((-0.013\mathbf{i} - 0.0125\mathbf{j}) \times 47\mathbf{k})$$

$$\mathbf{M_{UV}} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -0.013 & 0.0125 & 0 \\ 0 & 0 & 47 \end{bmatrix}$$

Resolviendo la determinante de la matriz se tiene:

$$\mathbf{M_{UV}} = 0.611 \text{ Nm}$$

4.1.2.2.1.1 Diseño del soporte del pistón plegador

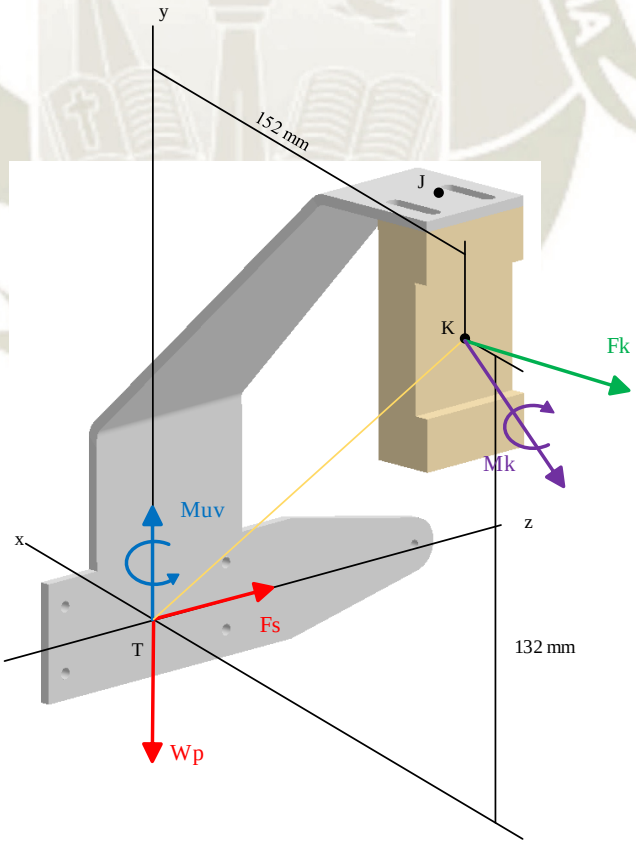


Figura 4.45 DCL de chapa de soporte de pistón plegador
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En el punto J (Figura 4.45) se ubica dos pernos que se ajustan por medio de una agujero chino, el motivo de esto es para poder regular la distancia en el eje x según el calibre del molde de cartón corrugado.

El peso del actuador neumático, el mecanismo de barras, conectores, bases y pernos son aproximadamente:

$$\mathbf{Wp} = \mathbf{m} * \mathbf{g}\ \text{Nm}$$

$$\mathbf{Wp} = \mathbf{3.1}\ \text{kg} * 9.81\ \text{m}/s^2$$

$$\mathbf{Wp} = -30\mathbf{j}\ \text{N}$$

El sistema de fuerzas y momentos que actúan en el punto T serán llevados al punto K, ambas posiciones se encuentran en el mismo plano x-y.

$$Fkz = Fs = 47N$$

$$Fwky = Wp = -30N$$

$$Mkx = -(Fs * 0.132) = -(47N * 0.132m) = -6.2\ Nm$$

$$Mky = -(Fs * 0.152) + Muv = -(47N * 0.152m) + 0.611 = -6.53Nm$$

$$Mkz = -(Wp * 0.152) = -(30N * 0.152m) = -4.56\ Nm$$

Reagrupando en vectores se tiene:

$$\mathbf{Fk} = -30\mathbf{j} + 47\mathbf{k}\ \text{N}$$

$$\mathbf{Mk} = -6.2\mathbf{i} - 6.53\mathbf{j} - 4.56\mathbf{k}\ \text{Nm}$$

Estas fuerzas nos servirán para hallar los esfuerzos ocasionados en los sujetadores y viga de soporte posteriormente.

El soporte será construido con una plancha de 4mm de espesor de acero inoxidable AISI 304L (Figura B-1), la zona más crítica seria el doblez que esta junto a los pernos ya que esta zona soporta la mayor parte del momento flector, será denotada como la sección a-a. Por tanto tenemos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

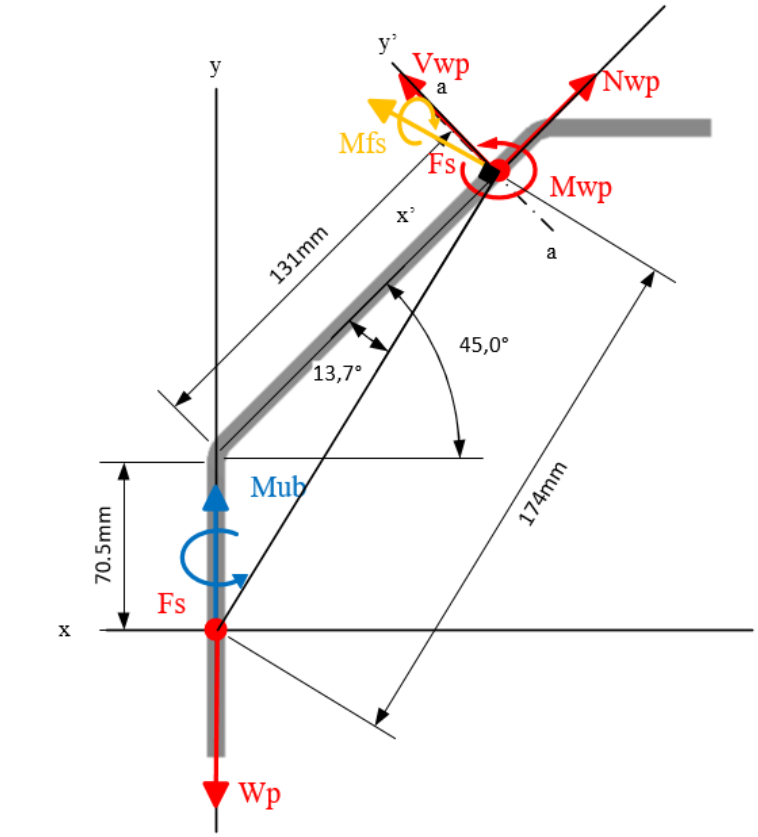


Figura 4.46 DCL x - y de chapa soporte de pistón plegador
Fuente: Elaboración propia

$$\sum F_x = Nwp - Wp * \cos 45º = 0$$

$$Nwp = 21.2\ N$$

$$\sum F_y = Vwp - Wp * \text{sen}\ 45º = 0$$

$$Vwp = 21.2N$$

$$\sum M = Mwp - Wp * (0.131 \cos 45) = 0$$

$$Mwp = 2.8\ \mathbf{k}\ Nm$$

La fuerza Fs actúa perpendicular al plano de la Figura 4.46, esta ejerce un momento en el vector posición del origen de coordenadas hasta el punto medio de la sección.

$$Mfs = 47N * 174mm = 8.18Nm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Si descomponemos el momento en sus componentes y' y x' se tiene:

$$\mathbf{Mfs} = 1.94\mathbf{i} + 7.95\mathbf{j}\ \text{Nm}$$

De la misma manera, descomponemos el momento Mub en los ejes x' – y', se tiene:

$$\mathbf{Mub} = -0.43\mathbf{i} + 0.43\mathbf{j}\ \text{Nm}$$

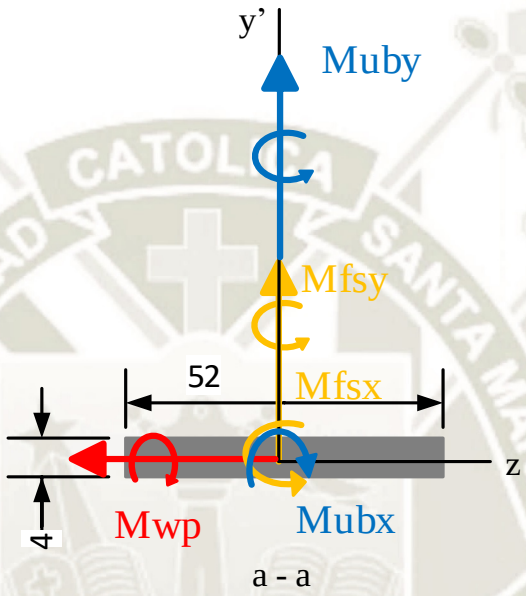


Figura 4.47 DCL de la sección a-a
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.47 se ha representado todos los vectores de momento flexionante y torsor que actúan en la sección a-a. Por lo tanto los esfuerzos serian.

Esfuerzo normal para fuerza normal a la sección:

$$\sigma_N = \frac{Nwp}{A}$$

$$\sigma_N = \frac{21.2N}{0.052mm * 0.004mm}$$

$$\sigma_N = 0.1\ Mpa$$

Esfuerzo normal por momento flexionante en z' es:

$$\sigma_z = \frac{Mwp * c}{I}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\sigma_z = \frac{2.8\ Nm * 0.002m}{\left(\frac{0.052 * 0.004^3}{12}\right)}$$

$$\sigma_z = 20.2\ Mpa$$

Esfuerzo normal por momento flexionante en y' es:

$$\sigma_y = \frac{(Mfsy' + Muby') * c}{I}$$

$$\sigma_y = \frac{(7.95 - (0.611 * sen45)) * 0.026}{\left(\frac{0.004 * 0.052^3}{12}\right)}$$

$$\sigma_y = 4.65\ Mpa$$

Hallar el esfuerzo por momento torsor en un eje rectangular no es posible por medio de la teoría desarrollada por Coulomb[18]. Saint Venant formula una ecuación para ejes rectangular según la teoría de elasticidad. (Hibbeler R. , 2007)

$$\tau_x = \frac{Mt}{\alpha * ab^2}$$

Dónde:

Mt: Momento torsor
α: Función de relación según lados del rectángulo[19]
a – b: lados del rectángulo

a/b	1	1.5	1.75	2	2.5	3	4	6	8	10	∞
α	0.208	0.231	0.239	0.246	0.258	0.267	0.282	0.299	0.307	0.313	0.333
β	0.141	0.196	0.214	0.229	0.249	0.263	0.281	0.299	0.307	0.313	0.333
γ	1.00	0.859	0.820	0.795	0.766	0.753	0.745	0.743	0.742	0.742	0.742

Figura 4.48 Relación de lados para fórmula de torsión
Fuente: **(Curso de Resistencia de materiales, 2012)**

[18] Charles Augustin de Coulomb.- Matemático, físico e ingeniero francés (1736-1806). En su estudio de la mecánica de solidos deformables, desarrollo la teoría del esfuerzo cortante en ejes macizos o huecos con simetría axial. Según su hipótesis se tiene "*la secciones transversales circulares de una pieza permanecen planas durante la torsión, girando como un todo rígido alrededor del eje normal a la sección circular*". Esta formulación no se aplica en ejes no circulares.
[19] (Curso de Resistencia de materiales, 2012, pág. 8)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\tau_x = \frac{Msfx - Mubx}{0.333 * (0.054 * 0.004^2)}$$

$$\tau_x = \frac{1.508\ Nm}{0.333 * (0.054 * 0.004^2)}$$

$$\tau_x = 5.3\ Mpa$$

Para acero inoxidable 304L el $\sigma_{perm} = 210MPa\ (Tension\ y\ cortante)$ (Hibbeler R. , 2007, pág. 866)

El factor de seguridad es:

$$F.S = \frac{\sigma_{perm}}{\sum \sigma_{Max}} = \frac{210Mpa}{(0.1 + 20.2 + 4.65 + 5.3)Mpa}$$

$$F.S = 7$$

Por resistencia de materiales el espesor de plancha y material son adecuados, sin embargo no se estimó la deflexión producida por las fuerzas y momentos, Si realizamos una FEM de la pieza de soporte, tenemos:

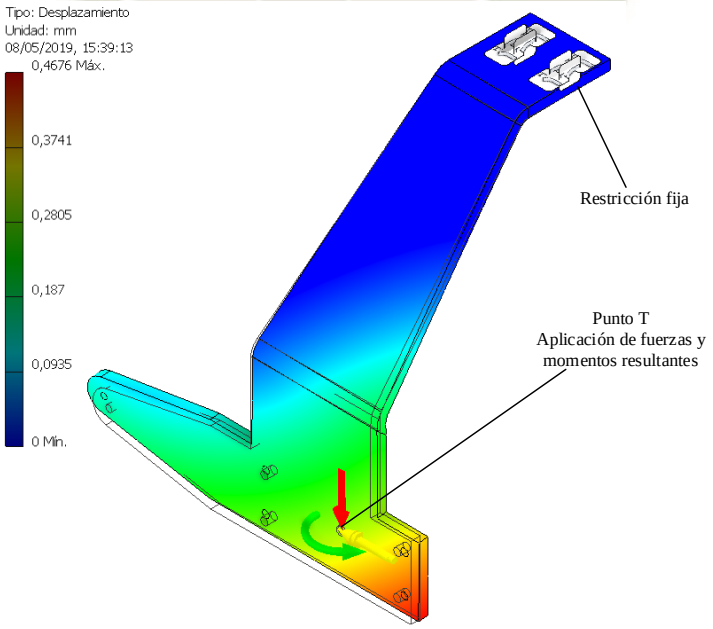


Figura 4.49 Simulación FEM de la pieza de soporte de pistón plegador
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La deformación máxima ocurre en los bordes inferiores del soporte el cual es 0.5 mm. El cual es mínimo. Anteriormente se escogió una plancha metálica de acero inoxidable de 4mm de espesor, la deformación máxima llegaba a 1.2 mm, por tal motivo se aumenta el espesor a 6 mm o en su defecto a ¼".

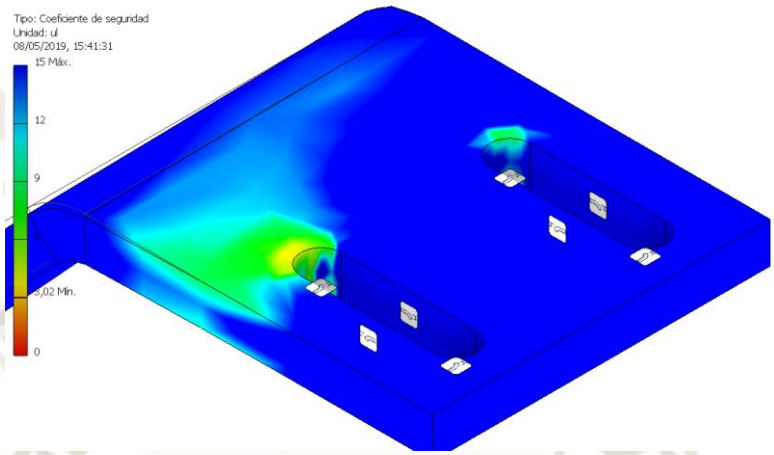


Figura 4.50 Factor de seguridad de pieza soporte de pistón plegador
Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de seguridad para el material elegido en la zona más crítica es 3, el cual nos indica que no sufrirá falla por carga estática.

4.1.2.3 Diseño de dispositivo de apilamiento de cajas (Descarga controlada)

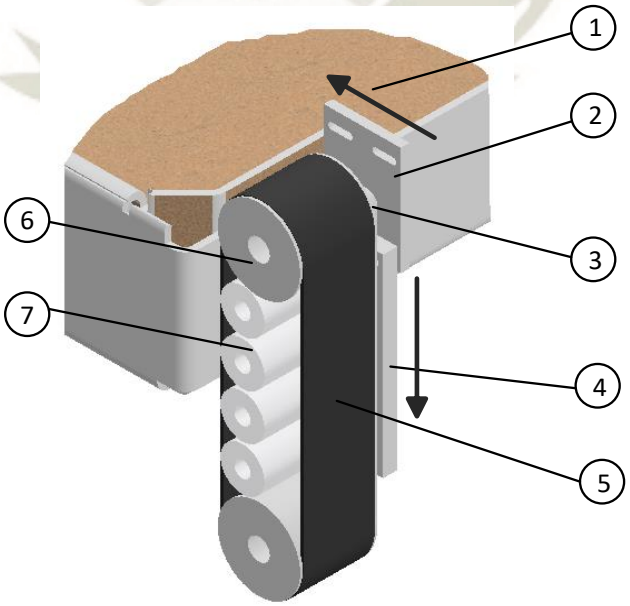


Figura 4.51 Boceto 3D del dispositivo de descarga controlada
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El diseño del presente dispositivo no sufre considerables esfuerzos como para determinar la resistencia mecánica de los elementos, las dimensiones asignadas dependen de la caja modelo P84 600x400mm. A continuación haremos una descripción detallada del motivo de esta configuración.

Tal como puede apreciarse en la Figura 4.51, el dispositivo planteado comprende al menos un elemento de apoyo-retención móvil, que es una banda sinfín 5, la cual está adaptada para presionar contra un lateral de la caja 1, en general por una zona próxima a una de sus esquinas, cuya presión lateral coadyuva en el pegado de dicha solapa, siendo dicha banda sinfín 5 desplazable en descenso para descargar la caja C, al ser empujada hacia abajo por otra caja en formación.

Dicha banda sinfín 5 es preferentemente de un material flexible (parecido a los rodillos de goma de las impresoras) y rodea a dos cilindros giratorios principales 6, de giro libre, situados a diferentes alturas, que mantienen tirante a la banda 5 (con una tirantez que haga que la misma ejerza una presión de goma sobre la caja 1) a la vez que, debido a su giro, permiten su desplazamiento libre al ser arrastrada cuando la caja 1 es empujada hacia abajo.

Para mejorar la superficie de soporte de la caja C cuando la misma se apoya sobre la banda 5, el dispositivo propuesto comprende una serie de cilindros giratorios prensores 7 de giro libre que serán fabricados de polímero, dispuestos entre dichos dos cilindros giratorios principales, de menor diámetro que los mismos, cuyos ejes de giro se encuentran desplazados de los ejes de giro de los cilindros giratorios principales hacia dicha cavidad de moldeo, estando dichos cilindros giratorios prensores adaptados para soportar la cara interior de la banda por las zonas que se desplazan sobre los mismos, asegurando la citada presión lateral.

Los elementos 2, 3 y 4 son elementos de apoyo y regulación tal como indica en la Figura 4.51. Los ejes de dichos cilindros 7 van montados, de manera perpendicular, sobre una placa de soporte 3. Dicha placa de soporte 10 está adaptada para desplazarse y ajustarse en altura respecto al miembro de esquina. Para ello dispone de una serie de agujeros pasantes a lo largo de la misma, a diferentes alturas, en uno de los cuales se introduce un tornillo o espiga (no mostrada) que a su vez atraviesa a una abertura alargada dispuesta en una placa 4 de un respectivo miembro de esquina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Una vez alcanzada la posición, es decir la altura deseada, la placa 2 se encarga de acercar o alejar tal como indica la flecha, esta va sujeto a la placa deflectora. La masa estimada de todos estos componentes es de 5kg.

Los pernos, rodamientos y demás elementos no requieren cálculo de resistencia de materiales por que no son de elevado costo, los detalles constructivos se mostraran en el plano de ensamble del dispositivo (E-DDC-0001).

Se ha finalizado el diseño de las funciones parciales de función principal: Guiar

4.1.2.4 Diseño de los soportes estructurales de los dispositivos de conformación

4.1.2.4.1 Diseño de viga de placa deflectora

La viga que soporta la placa deflectora y los actuadores neumáticos de conformación se modelaron de la siguiente manera.

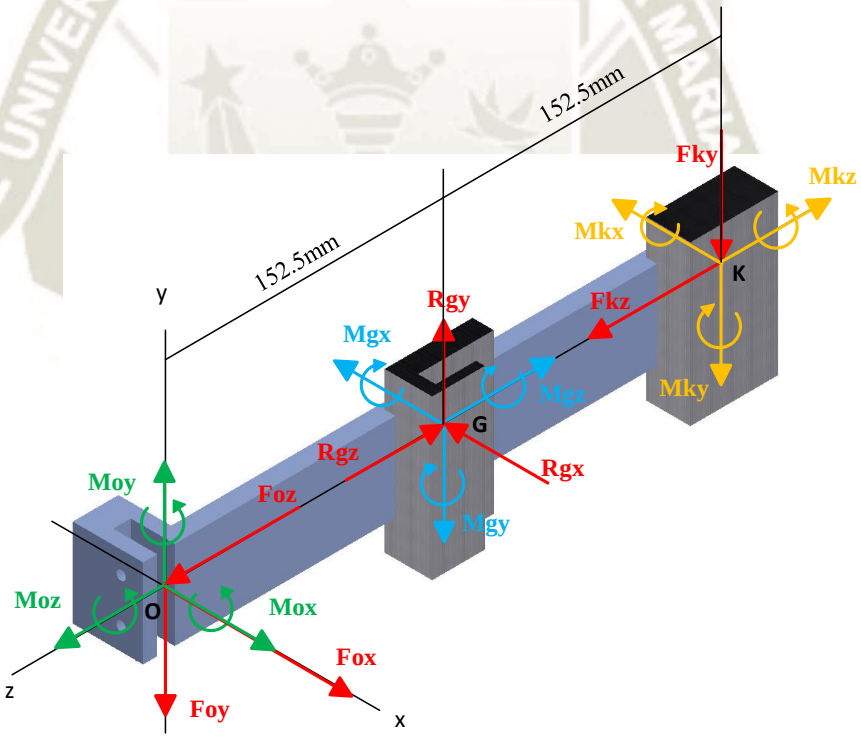


Figura 4.52 DCL de viga acopladora
Fuente: Elaboración propia

Las fuerzas y momentos en los puntos O y K son los siguientes:

$$\mathbf{F_O} = 276\mathbf{i} - 305.3\mathbf{j} + 537.6\mathbf{k}$$

$$\mathbf{M_O} = -1.45\,\mathbf{i} + 66.62\mathbf{j} + 44.1\mathbf{k}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\mathbf{Fk} = -30\mathbf{j} + 47\mathbf{k}\ \mathrm{N}$$

$$\mathbf{Mk} = -6.2\mathbf{i} - 6.53\mathbf{j} - 4.56\mathbf{k}\ \mathrm{Nm}$$

Para el análisis en el plano z-y, elaboramos los diagramas de fuerza cortante y momento flector

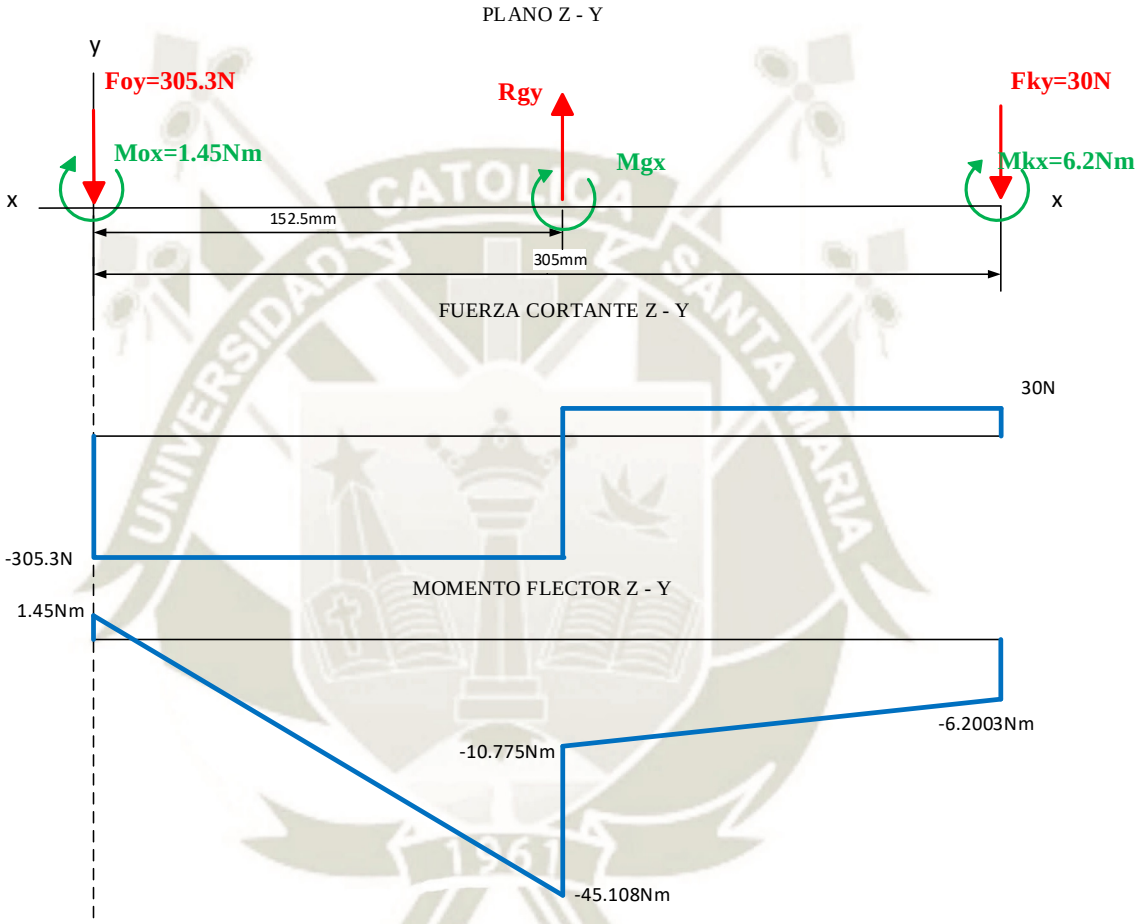


Figura 4.53 Diagrama de fuerza cortante y momento flector en el plano Z – Y
Fuente: elaboración propia

Dónde:

$$Rgy = 335.3N$$

$$Mgx = -34.33Nm$$

El máximo momento flector se encuentra en el punto medio de la viga, por tanto se tiene:

$$Mmax = -45.11Nm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A continuación realizamos el análisis en el plano z-x para ello elaboramos los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

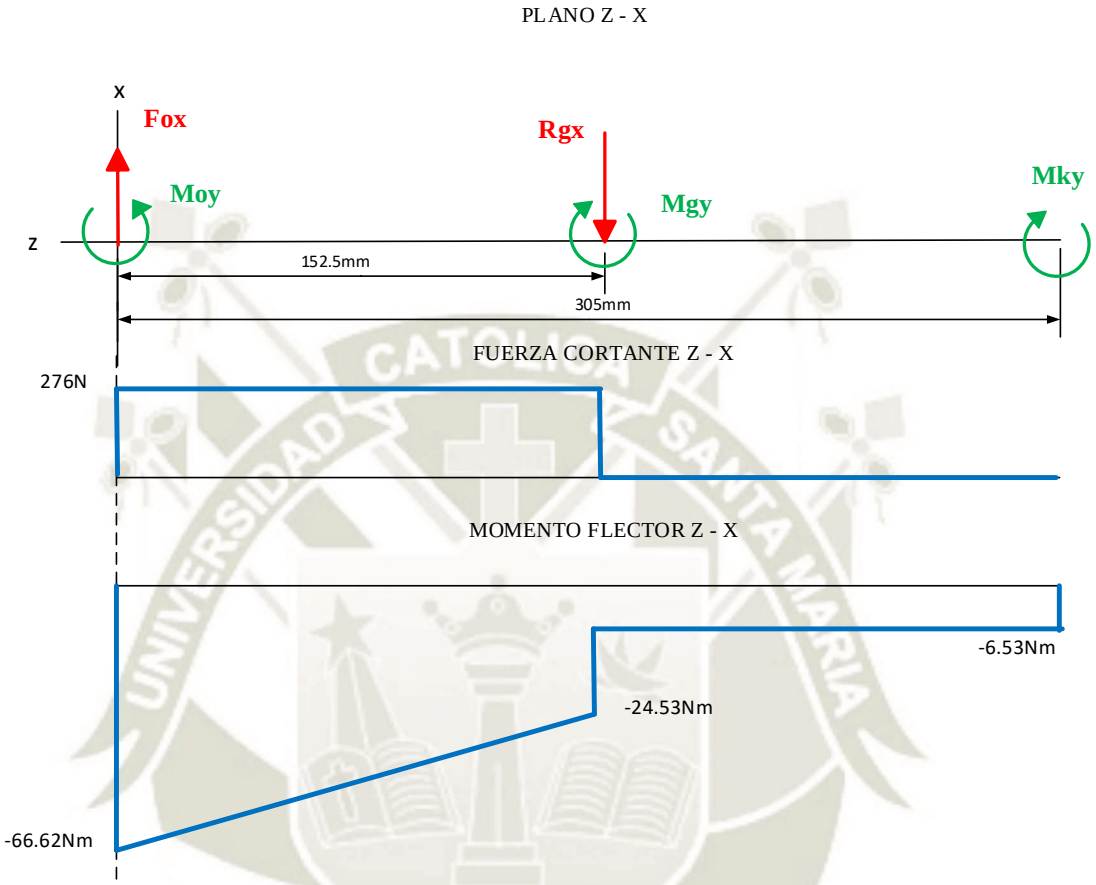


Figura 4.54 Diagrama de fuerza cortante y momento flector en el plano Z – X
Fuente: elaboración propia

Dónde:

$$Rgx = -276N$$

$$Mgy = -18Nm$$

El máximo momento flector se encuentra en el punto inicial de la viga, por tanto se tiene:

$$Mmax = 66.62Nm$$

Combinamos planos ortogonales como vectores para obtener momentos totales

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

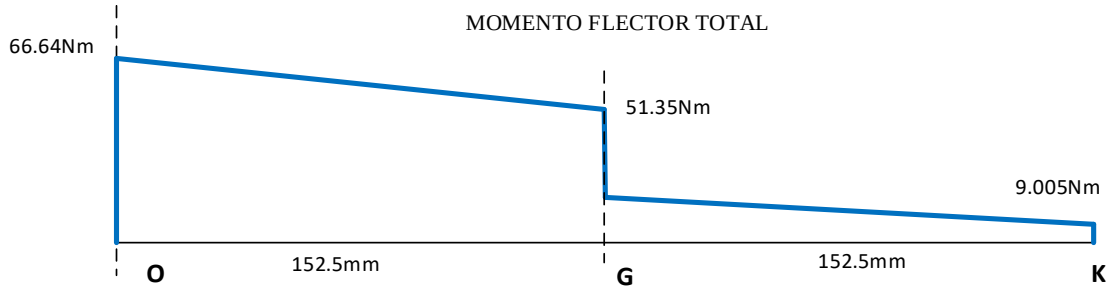


Figura 4.55 Momento flector total
Fuente: Elaboración propia

$$Mo = \sqrt{(1.45)^2 + (-66.62)^2} = 66.64Nm$$

$$Mg = \sqrt{(-45.108)^2 + (-24.53)^2} = 51.35Nm$$

$$Mk = \sqrt{(-6.2003)^2 + (-6.53)^2} = 9.005Nm$$

Hallamos el momento torsor total.

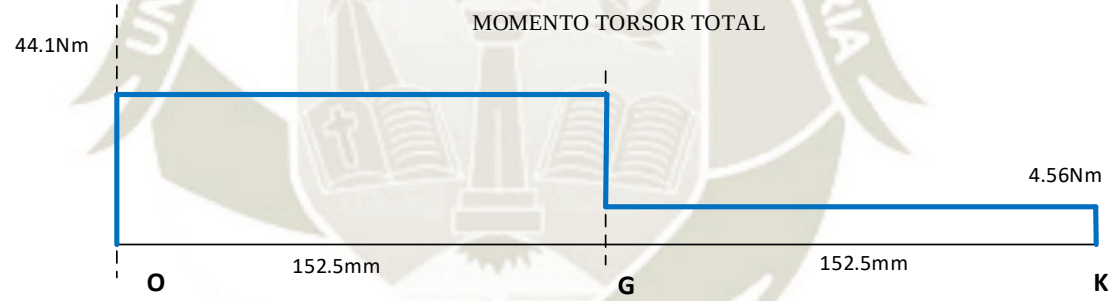


Figura 4.56 Momento torsor total
Fuente: Elaboración propia

Dónde:

$$Mgz = -39.54Nm$$

$$Rgz = -584.6N$$

Escribimos como vectores las reacciones en el punto G:

$$\mathbf{Rg} = (-276\mathbf{i} + 335.3\mathbf{j} - 584.6\mathbf{k})\text{N}$$

$$\mathbf{Mg} = (-34.33\ \mathbf{i} - 18\mathbf{j} - 39.54\mathbf{k})\text{Nm}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De la Figura 4.55 y Figura 4.56 el máximo momento ocurre en el punto O y posteriormente en el punto G, como la viga es uniforme en su totalidad, analizaremos los esfuerzos que se producen en el punto O.

El momento flector en O se determinó anteriormente.

$$Mo = \sqrt{(1.45)^2 + (-66.62)^2} = 66.64Nm$$

$$\tan\theta = \frac{66.62}{1.45}$$

$$\theta = 88.75º$$

Se tomara la resultante del vector momento en O como un ángulo recto, debido al mínimo desfase que tiene.

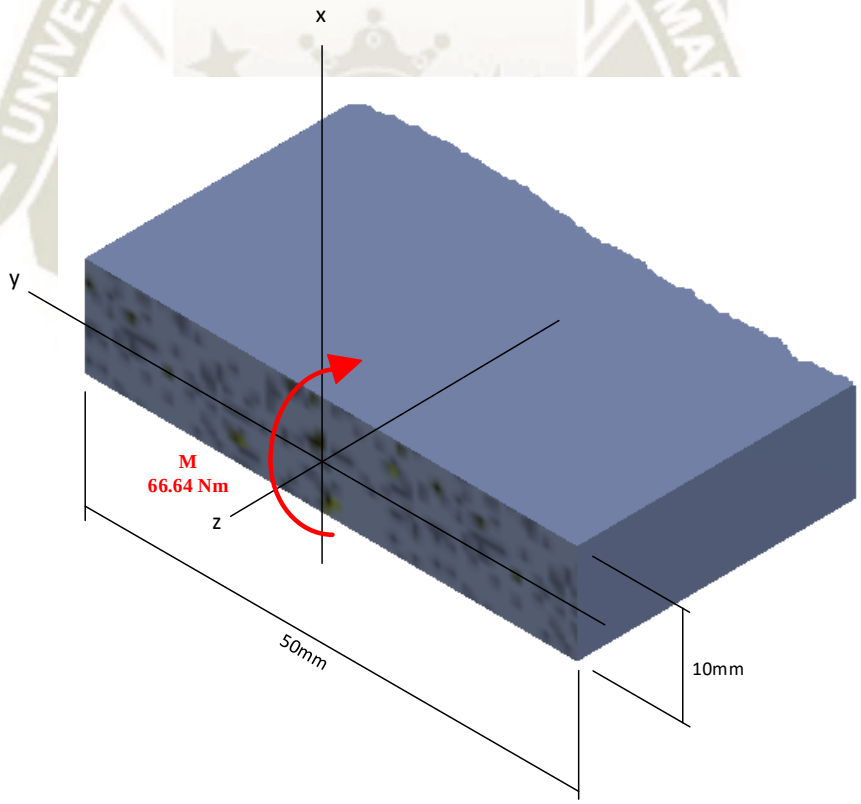


Figura 4.57 Momento flector interno en viga de acople
Fuente: Elaboración propia

Es evidente que el eje neutro esta en centro de la sección transversal (Figura 4.57), por lo que c=5mm, se tiene entonces

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$I = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0.050 * 0.01^3}{12} = 4.167 * 10^{-9} m^4$$

Por lo tanto, el esfuerzo normal máximo es la suma de la fuerza axial y el momento flector.

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A} + \frac{M * c}{I} = \frac{537.6N}{5 * 10^{-4} m^2} + \frac{66.64Nm * 0.005m}{4.167 * 10^{-9} m^4} = 81.04Mpa$$

Hallamos la torsión para ejes no cilíndricos, según la Figura 4.56, se tiene que T=44.1Nm, se sabe que b=50mm y a=10mm de la Figura 4.48, se tiene que α=0.2895

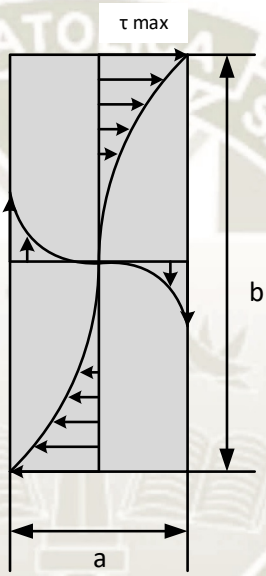


Figura 4.58 Distribución de esfuerzo torsional
Fuente: Elaboración propia

$$\tau_{max} = \frac{T}{\propto \cdot a \cdot b^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{44.1Nm}{0.2895 \cdot 0.05 \cdot 0.01^2}$$

$$\tau_{max} = 30.47Mpa$$

Seleccionamos un elemento prismático de la viga (Figura 4.59) para determinar los esfuerzos principales, donde el estado de esfuerzos en el plano es:

$$\sigma_x = 0Mpa$$

$$\sigma_y = 81.04Mpa$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\tau_{xy} = 30.47Mpa$$

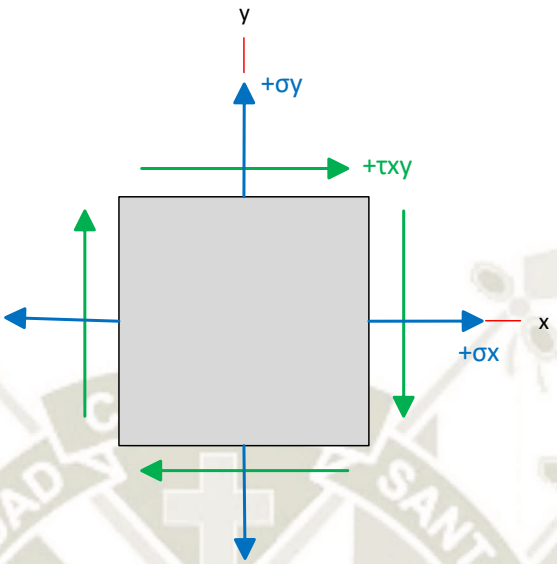


Figura 4.59 Estado general del esfuerzo plano para elemento diferencial de la viga
Fuente: Elaboración propia

Para la transformación del esfuerzo plano[20], utilizaremos el círculo de Mohr[21]

La construcción del círculo de Mohr para el esfuerzo plano se determina según el estado de esfuerzos hallados anteriormente.

El centro del círculo se encuentra en:

$$\sigma_{prom} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} = \frac{0 + 81.04Mpa}{2} = 40.52Mpa$$

El radio del círculo es:

$$R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + {\tau_{xy}}^2}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{0 - 81.04}{2}\right)^2 + 30.47^2} = 50.7$$

[20] Los esfuerzos calculados por la fórmula de la flexión, cortante y torsión son para secciones transversales, es decir perpendiculares a la viga, sin embargo los esfuerzos máximos se desarrollan en secciones inclinadas, este estado de esfuerzos más general es conocido como esfuerzo plano.
[21] Técnica usada para representar gráficamente un tensor simétrico y calcular con ella momentos de inercia, esfuerzos principales y cortantes, tensiones y deformaciones. Desarrollada por el Ing. Alemán Christian Otto Mohr en 1882.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Seguidamente determinamos los esfuerzos principales en el plano **(**Figura 4.60**)**

Los esfuerzos principales se indican mediante las coordenadas de los puntos B y D se tiene entonces $\sigma_1 > \sigma_2$:

$$\sigma_1 = -50.7 + 40.52 = -10.18Mpa$$

$$\sigma_2 = 40.52 + 50.7 = 91.22Mpa$$

El esfuerzo cortante máximo en el plano se identifican en el punto E o F en el círculo, entonces se tiene:

$$\tau_{\max en\ el\ plano} = 50.7Mpa$$

En ángulo $2\theta_{p2}$ se mide en sentido antihorario desde CB hasta CA, esta dirección define la dirección de θ_{p2} de σ_2 y su plano principal asociado. Se tiene:

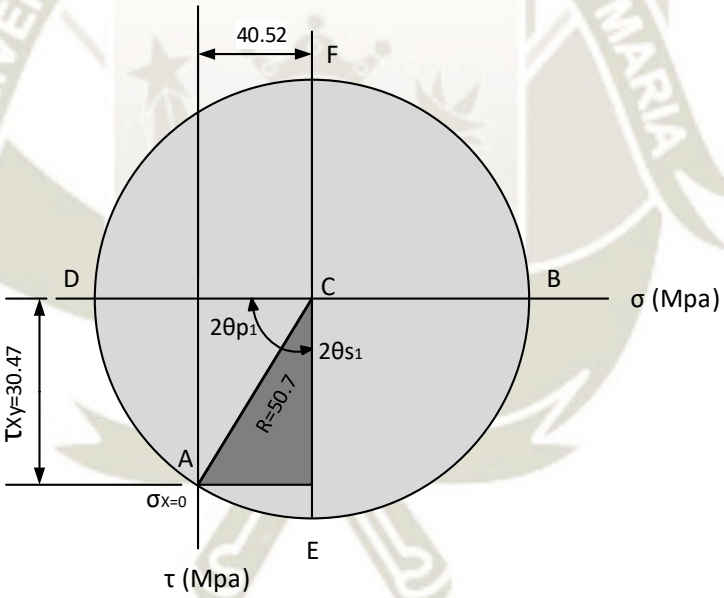


Figura 4.60 Círculo de Mohr para esfuerzos planos
Fuente: Elaboración propia

$$2\theta_{p1} = \tan^{-1}\left(\frac{40.52}{30.47}\right)$$

$$\theta_{p1} = 53.1º$$

$$2\theta_{s1} = \tan^{-1}\left(\frac{30.47}{40.52}\right)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\theta_{s1} = 36.94º$$

El elemento se orienta con respecto a los ángulos hallados como se muestra en la siguiente figura.

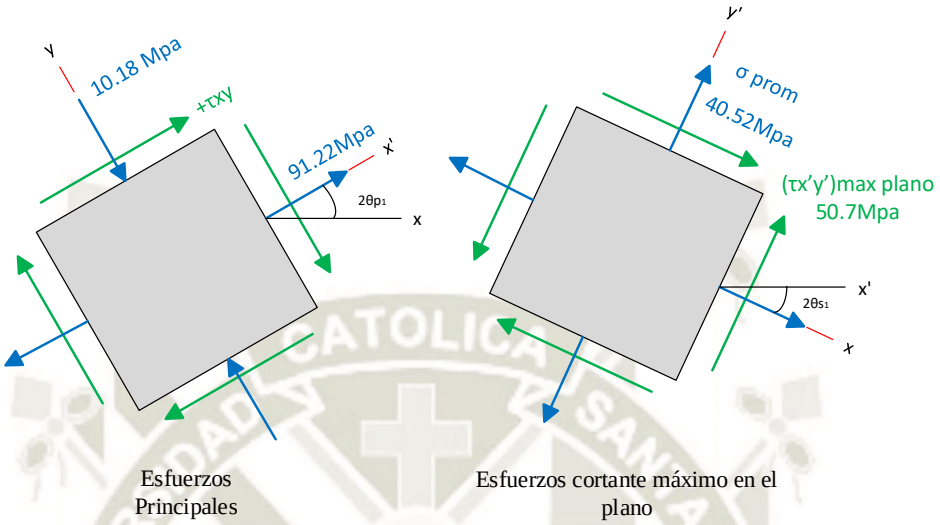


Figura 4.61 Transformación del esfuerzo plano de la viga
Fuente: elaboración propia

Para el análisis de falla por carga estática, aplicaremos la teoría de la energía de la distorsión máxima[22] para materiales dúctiles.

$$\sigma' = ({\sigma_1}^2 - \sigma_1\sigma_2 + {\sigma_2}^2 + 3{\tau_{xy}}^2)^{1/2}$$

Donde σ' es el esfuerzo Von Misses.

Los esfuerzos principales se resumen a continuación.

$$\sigma_1 = -50.7 + 40.52 = -10.18Mpa$$

$$\sigma_2 = 40.52 + 50.7 = 91.22Mpa$$

$$\tau_{\max en\ el\ plano} = 50.7Mpa$$

Reemplazando se tiene:

$$\sigma' = ((-10.18)^2 - (-10.18)(91.22) + 91.22^2 + 3 * 50.7^2)^{1/2}$$

$$\sigma' = 130.63Mpa$$

[22] También llamado el criterio de Von Misses el cual dice que la cedencia de un material dúctil se produce cuando la energía de la distorsión por unidad de volumen es igual o superior la energía de la distorsión por unidad de volumen del mismo material cuando se somete a la cedencia en un ensayo de tracción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El material escogido para la viga es una aleación de aluminio 6061-T6 (Figura B-2) con una resistencia a la fluencia de 207Mpa. En su defecto si se escoge otro material como el acero estructural A36 (Aceros Arequipa S.A) su resistencia a la fluencia es de 250Mpa.

$$\sigma' = \frac{Sy}{N}$$

Donde Sy=270Mpa; el factor de seguridad es:

$$N = \frac{207Mpa}{130.63Mpa} = 1.58$$

El factor de seguridad es de 1.58, Robert L. Mott recomienda lo siguiente:

N=2.5 a 4.0 Para diseño de estructuras estáticas o elementos de maquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente. Para nuestro caso no se realizara ensayos mecánicos a los elementos. La viga es estática pero los picos de fuerza y momento es cuando el troquel conforma la caja, cabe destacar que es un instante de tiempo (0.02s) y se repite constantemente, por lo tanto analizaremos el siguiente diseño con FEM.

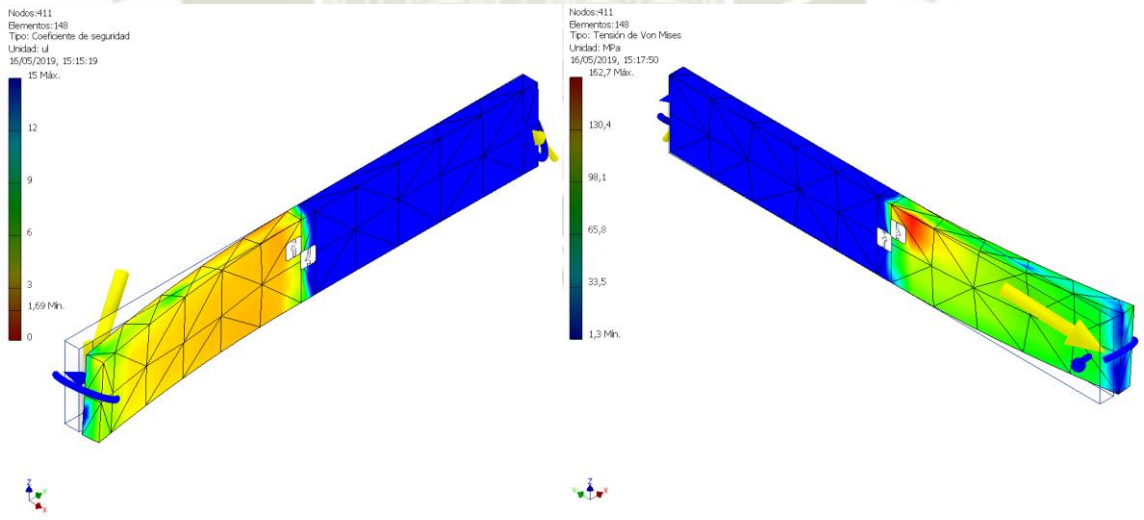


Figura 4.62 Simulación FEM de viga acopladora
Fuente: Elaboración propia

De la Figura 4.62 el esfuerzo Von Misses es 162.7Mpa y ocurre cerca del soporte de columna de la viga, y el factor de seguridad es 1.69, la deformación máxima está en el borde, donde se acopla la placa deflectora (Figura 4.63) y es de 4.2mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

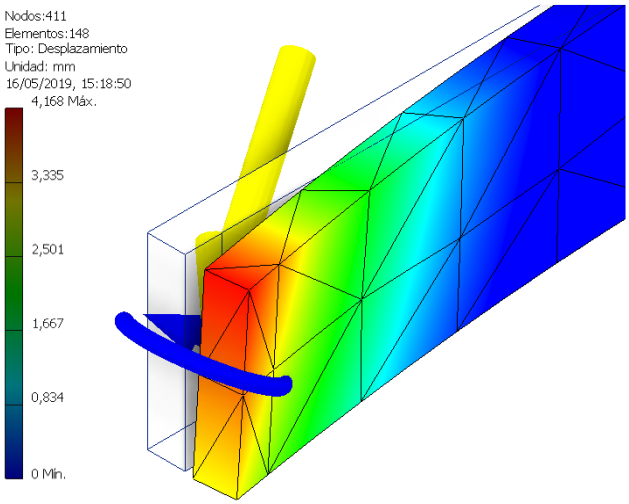


Figura 4.63 Simulación FEM deformación máxima de la viga
Fuente: elaboración propia

Las platinas que se comercializan llegan en la presentación de 125x12mm y 140x20mm, escogeremos la última, este componente solo cumple la función de sostener las carga producidas por la placa deflectora, no hay necesidad de reducir (cepillar) material para ensamblar en la máquina.

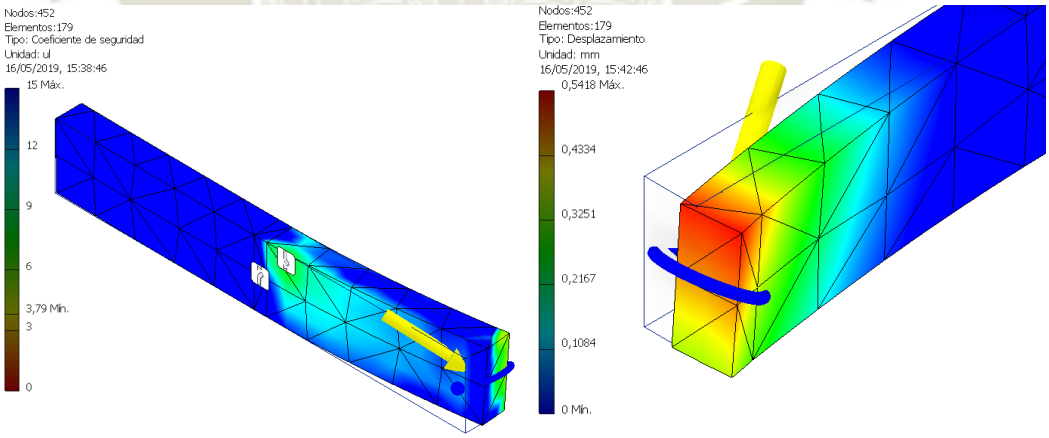


Figura 4.64 Nueva simulación FEM de viga de acople
Fuente: Elaboración propia

En conclusión las dimensiones de la viga son las siguientes. De ancho a=50mm y espesor b=20mm, (Figura 4.58) si fuese acero estructural A36 se tomaran estas mismas dimensiones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.4.2 Diseño de columna para placa deflectora

Se procede entonces a realizar el diseño de la columna de soporte de la viga, el objetivo de esta pieza es conectar la placa deflectora con la viga y tornillo de desplazamiento transversal.

Las fuerzas que se desarrollan en G son las reacciones originadas en la viga, para la columna aplicamos la tercera ley de newton, entonces se tiene:

$$\mathbf{Rg} = (276\mathbf{i} - 335.3\mathbf{j} + 584.6\mathbf{k})\text{N}$$

$$\mathbf{Mg} = (-34.33\ \mathbf{i} - 18\mathbf{j} - 39.54\mathbf{k})\text{Nm}$$

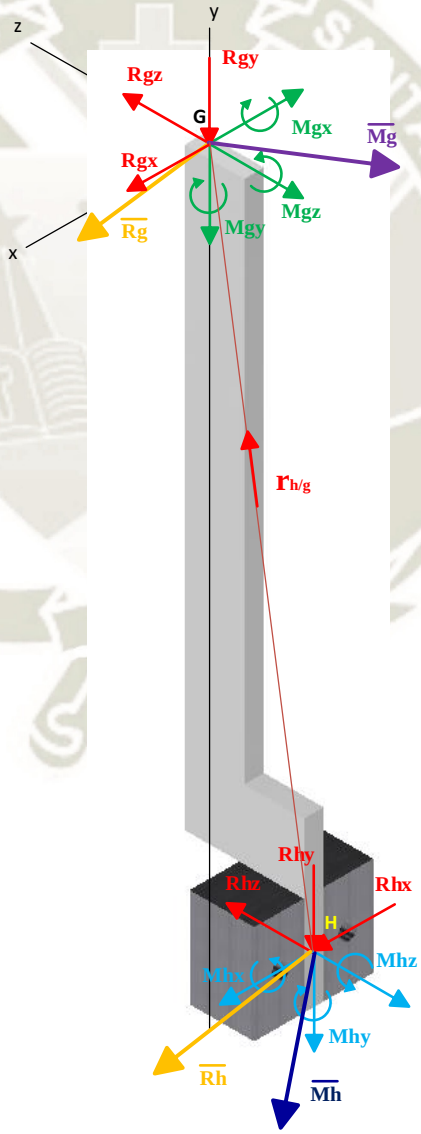


Figura 4.65 DCL de columna de regulación Vista Isométrica
Fuente elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el punto g se sostiene la viga por medio de apriete tipo doble prensa en C con la columna por el siguiente motivo:

La placa deflectora y los dispositivos de prensado de solapa requieren alejarse o acercarse según el tamaño de las aleta, estas dimensiones no varían mucho (10mm – 50mm) pero esta regulación es independiente de la que se hace con el tornillo de regulación lateral. Por tanto la viga actúa con una guía de deslizamiento para calibrar según las dimensiones de las aletas. Para regular la altura de la caja ya sea subir o bajar la placa deflectora, se utiliza la columna como una guía el cual se fija mediante pernos en tipo prensa. De esta forma se obtiene la regulación, sin embargo es independiente y por lo tanto la calibración requiere ser nivelada con respecto a las demás placas deflectoras.

Analizamos las fuerzas y el comportamiento mecánico de la columna en plano y-z.

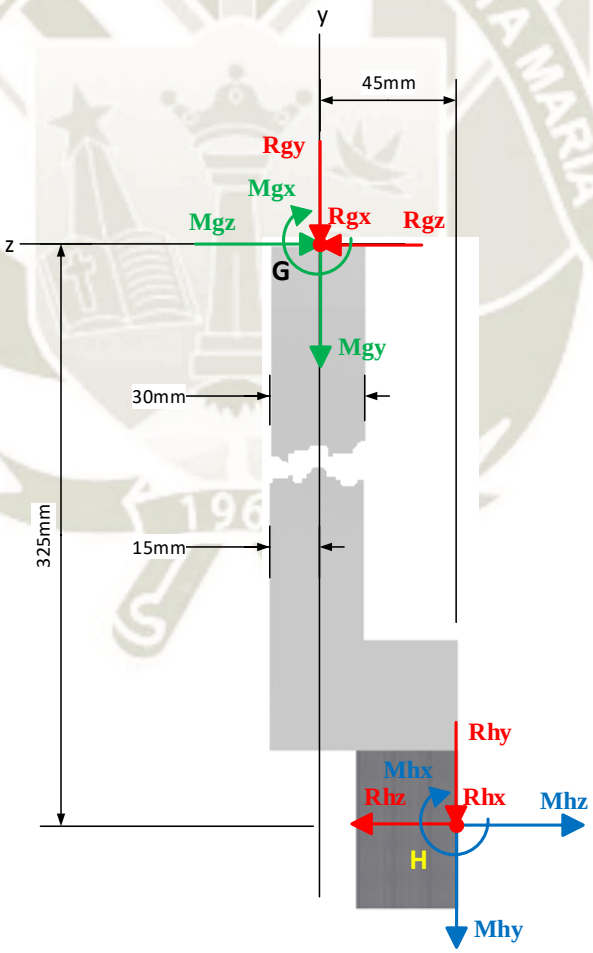


Figura 4.66 DCL de columna en plano z-y
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Trasladamos el sistema de fuerzas hacia la base de sujeción en el punto H.

$$\mathbf{R}_{\mathrm{H}} = (276\mathbf{i} - 335.3\mathbf{j} + 584.6\mathbf{k})\mathrm{N}$$

El vector posición de H hasta G es:

$$\mathbf{r}_{\mathrm{H}/\mathrm{G}} = (0.325\mathbf{j} + 0.045\mathbf{k})\mathrm{m}$$

Momento equivalente en H es:

$$\mathbf{M}_{\mathrm{H}} = (\mathbf{r}_{\mathrm{H}/\mathrm{G}} \times \mathbf{R}_{\mathrm{G}}) + \mathbf{M}_{\mathrm{G}}$$

$$\mathbf{M}_{\mathrm{H}} = \begin{bmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ 0 & 0.325 & 0.045 \\ 276 & -335.3 & 584.6 \end{bmatrix} + ((-34.33\ )\mathbf{i} - (18)\mathbf{j} - (39.54)\mathbf{k})$$

$$\mathbf{M_H} = (205.1\mathbf{i} - 12.42\mathbf{j} - 89.7\mathbf{k}) + ((-34.33\ )\mathbf{i} - (18)\mathbf{j} - (39.54)\mathbf{k})$$

$$\mathbf{M_H} = (170.8\mathbf{i} - 30.42\mathbf{j} - 129.24\mathbf{k})\mathrm{Nm}$$

Los vectores $\mathbf{R_H}$ y $\mathbf{M_H}$ están representados en la Figura 4.65

La columna de soporte está sometida a varios esfuerzos combinados[23], para poder estimar la resistencia mecánica del material analizaremos el elemento en dos partes:

- Elemento mecánico de soporte actúa como viga en voladizo con dos cargas concéntricas **Rgz** y **Rgy** y momentos **Mgx** y **Mgz**
- El elemento soporta torsión por momento **Mgx**
- Compresión de columna por **Rgy**

[23] Son aquellas cargas que actúan simultáneamente y producen esfuerzos del tipo axial, cortante, de flexión y torsión. Cuando esto ocurre se puede usar el principio de superposición. Este principio establece que el esfuerzo o el desplazamiento resultante en un punto puede determinarse mediante la suma algebraica del esfuerzo o desplazamiento causado por cada componente de la carga aplicada por separado al elemento.
Se deben cumplir las siguientes condiciones:
- La carga y el esfuerzo o desplazamiento deben estar relacionados linealmente.
- La carga no debe cambiar significativamente la geometría original del elemento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Realizando el análisis como viga se tiene:

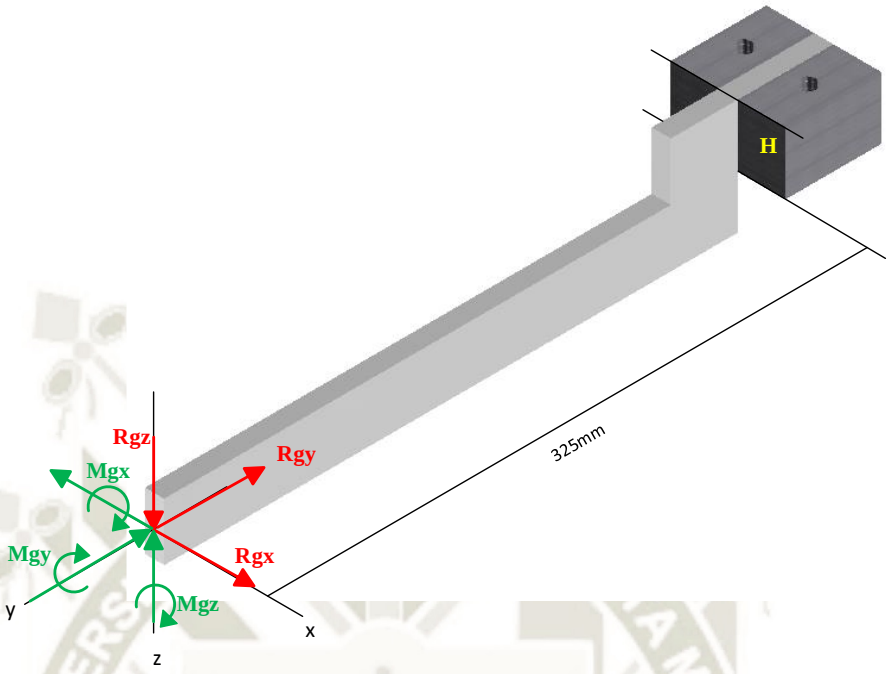


Figura 4.67 DCL de columna de soporte de viga
Fuente: Elaboración propia

Para el análisis en el plano z-y, elaboramos los diagramas de fuerza cortante y momento flector, las reacciones en el empotrado se determina con las ecuaciones de equilibrio estático.

$$\sum F_z = 0 = Rgz - Rh'z$$

$$Rgz = Rh'z = 584.6N$$

$$\sum M_H = 0 = -Mgx + Rgz * 0.325$$

$$-34.33 + (584.6 * 0.325) = Mh'x$$

$$Mh'x = 155.65Nm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

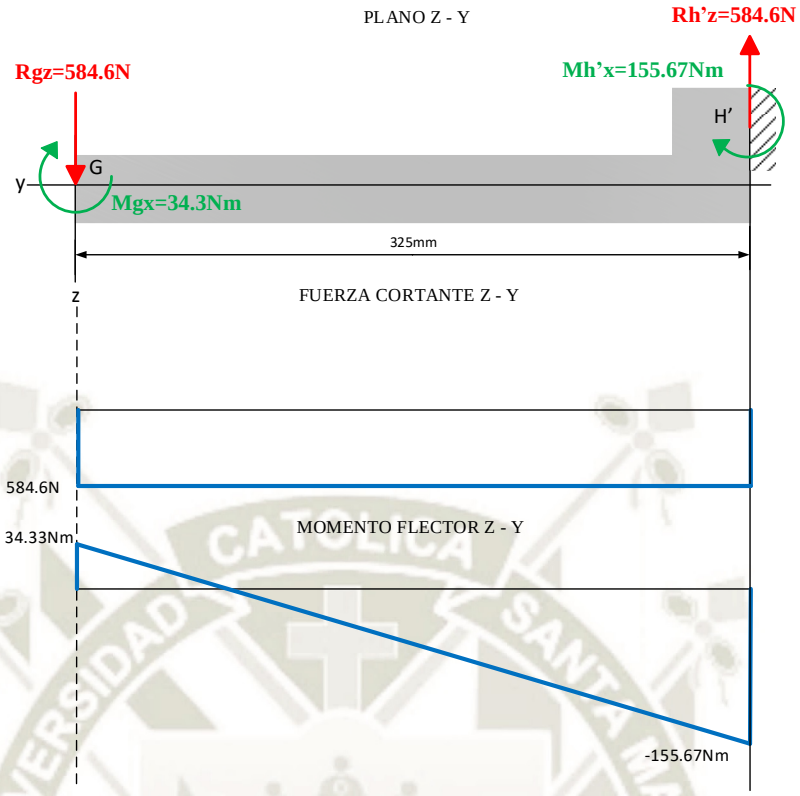


Figura 4.68 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de columna en el plano z-y
Fuente: elaboración propia

Por criterio de diseño[24] se seleccionó la sección a-a como zona de análisis de esfuerzos.

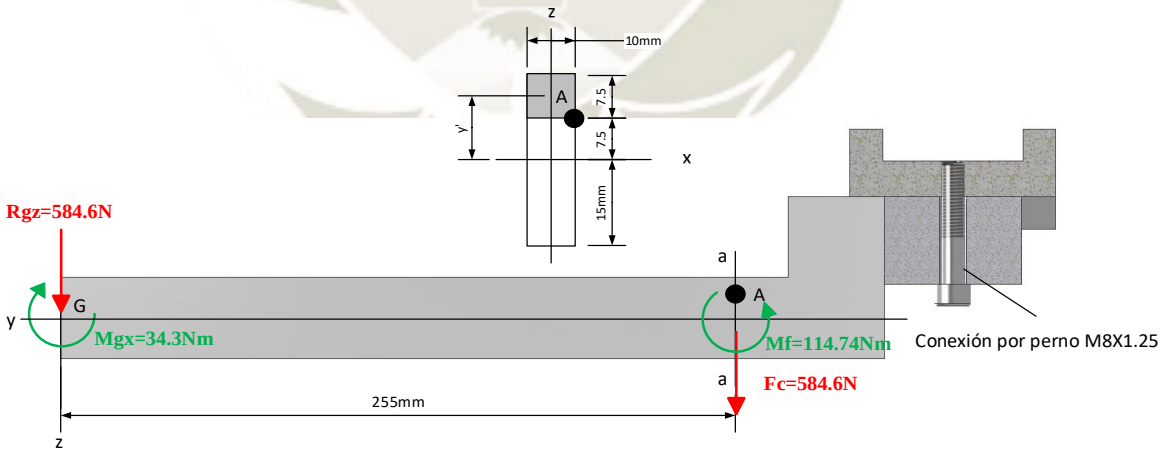


Figura 4.69 Fuerzas internas en la sección a-a de la viga en plano y-z
Fuente: elaboración propia

[24] Cuando se aplica cargas que producen flexión, cortante y torsión, generalmente los esfuerzos máximos se desarrollan en las partes más alejadas de dichas cargas, también se sabe que el cambio de secciones provoca concentración de esfuerzos, la simulación FEM realizada, indica que la zona donde se produce más esfuerzos es la seleccionada, por tanto seleccionamos los puntos de análisis en la sección a-a

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la Figura 4.68 la ecuación del momento flector es:

$$Mf_{z-y} = -584.6y + 34.33$$

Para y=255mm, se tiene:

$$Mf_{z-y} = -114.74Nm$$

El área de la sección transversal es:

$$A = b * h = 0.010 * 0.030 = 3 * 10^{-4}m^2$$

$$c = \frac{h}{2} = \frac{15mm}{2} = 0.0075m$$

El momento estático con respecto al eje neutro es:

$$Q = \overline{y' * A'} = 0.01125 * (0.01 * 0.0075) = 8.4375 \times 10^{-7}m^3$$

Ix: momento de inercia con respecto al eje x-x

$$Ix = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0.01 * 0.03^3}{12} = 2.25 * 10^{-8}m^4$$

El esfuerzo normal es:

$$\sigma_A = \frac{-Rgy}{A} - \frac{M * c}{I} = \frac{-335.3}{3 * 10^{-4}} - \frac{114.74Nm * 0.0075m}{2.25 * 10^{-8}m^4} = -39.36Mpa$$

El esfuerzo cortante es:

$$\tau_{x-z\,max} = \frac{T}{\propto \cdot a \cdot b^2} = \frac{18Nm}{0.267 \cdot 0.03 \cdot 0.01^2} = 22.47Mpa$$

$$\tau_{x-z\,A} = \frac{VQ}{It} = \frac{584.6N * 8.4375 \times 10^{-7}m^3}{2.25 * 10^{-8}m^4 * 0.01m} = 2.19Mpa$$

Por superposición

$$\tau_A = 22.47Mpa + 2.19Mpa = 24.66Mpa$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

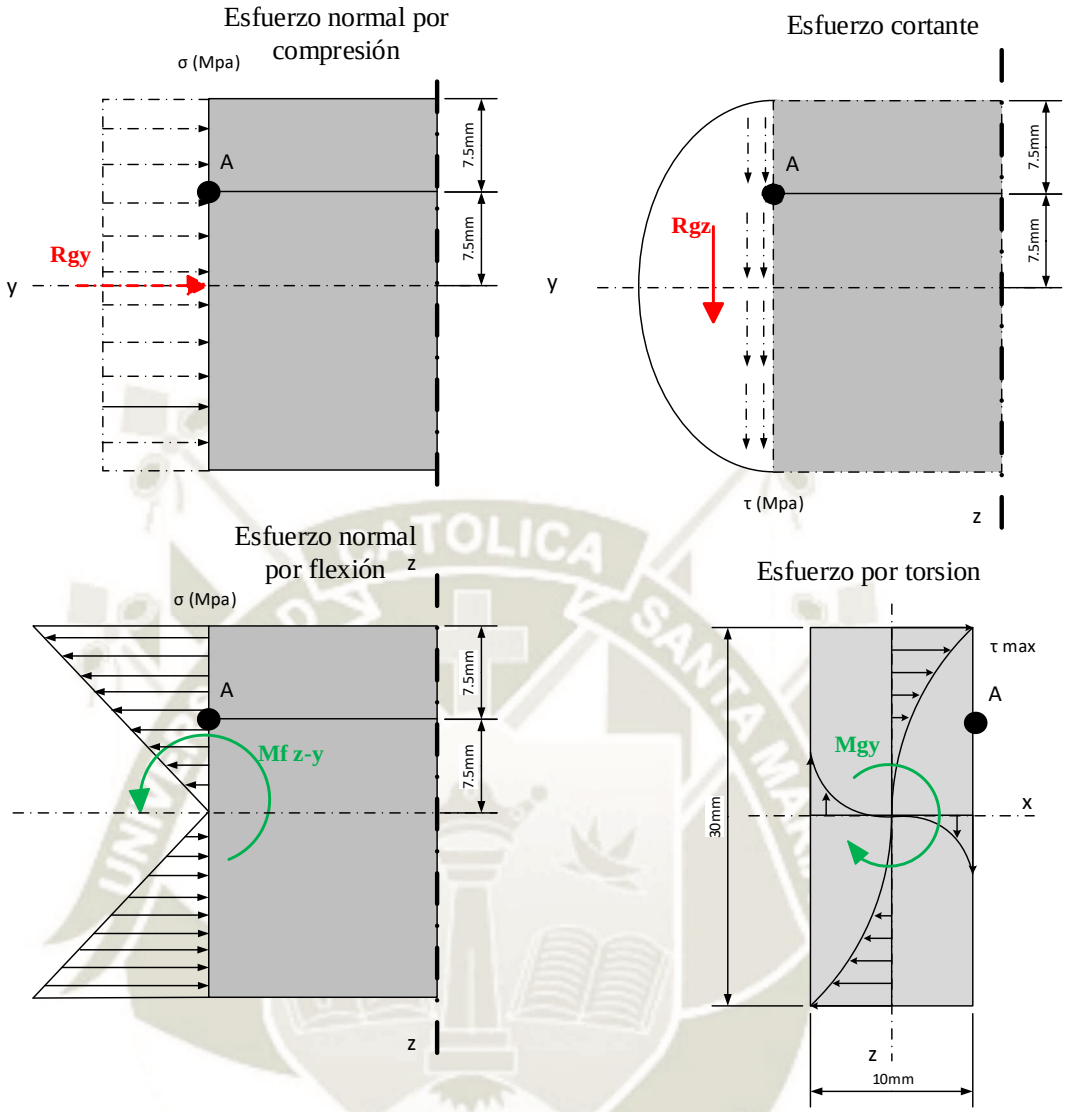


Figura 4.70 Distribución de esfuerzos en el punto A plano y-z
Fuente: elaboración propia

Los esfuerzos en el plano de acuerdo a la convención de signos son:

$$\sigma_x = -39.36\ Mpa$$

$$\tau_{xy} = 24.66\ Mpa$$

Para el análisis en el plano x-y, elaboramos los diagramas de fuerza cortante y momento flector, las reacciones en el empotrado se determina con las ecuaciones de equilibrio estático.

$$\sum F_x = 0 = Rgx - Rh'x$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Rgx = Rh'x = 276N$$

$$\sum M_H = 0 = -Mgz + Rgx * 0.325$$

$$-39.54 + (276 * 0.325) = Mh'z$$

$$Mh'z = 50.16Nm$$

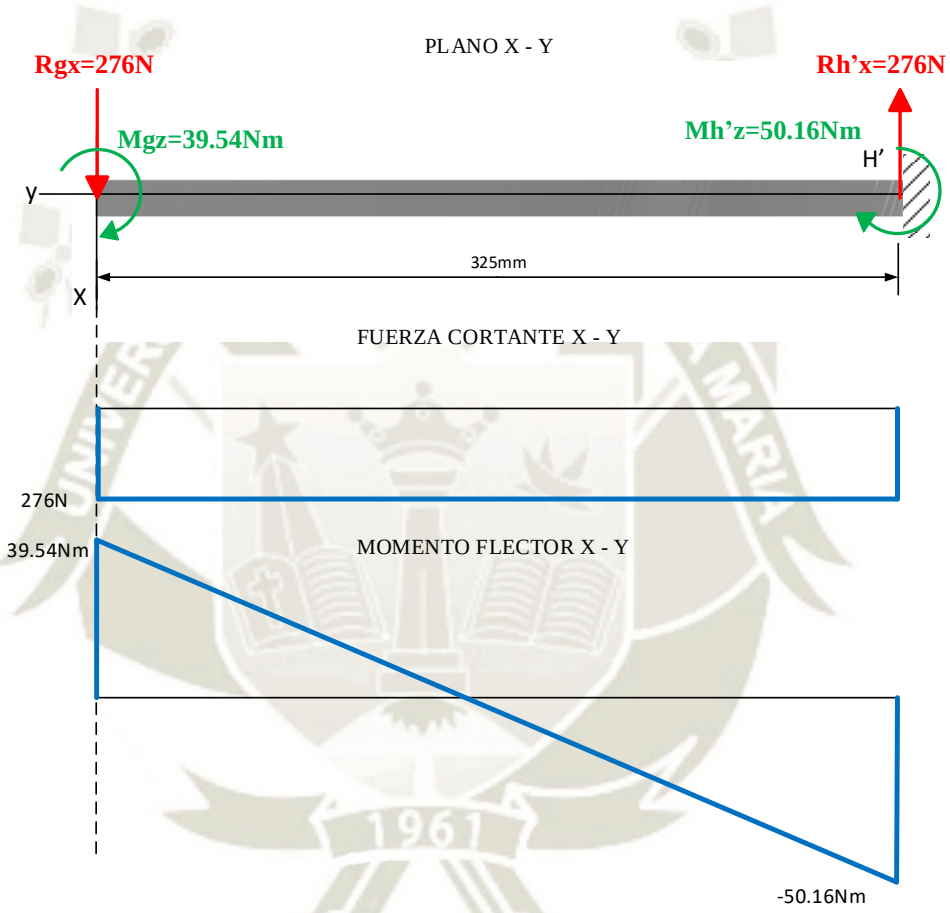


Figura 4.71 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de columna en el plano x-y
Fuente: elaboración propia

Se analiza la sección a-a específicamente en el punto A (Figura 4.72).

A 255mm de distancia del punto de aplicación de la carga se tiene que el momento flector es:

$$Mf_{X-y} = 30.84Nm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

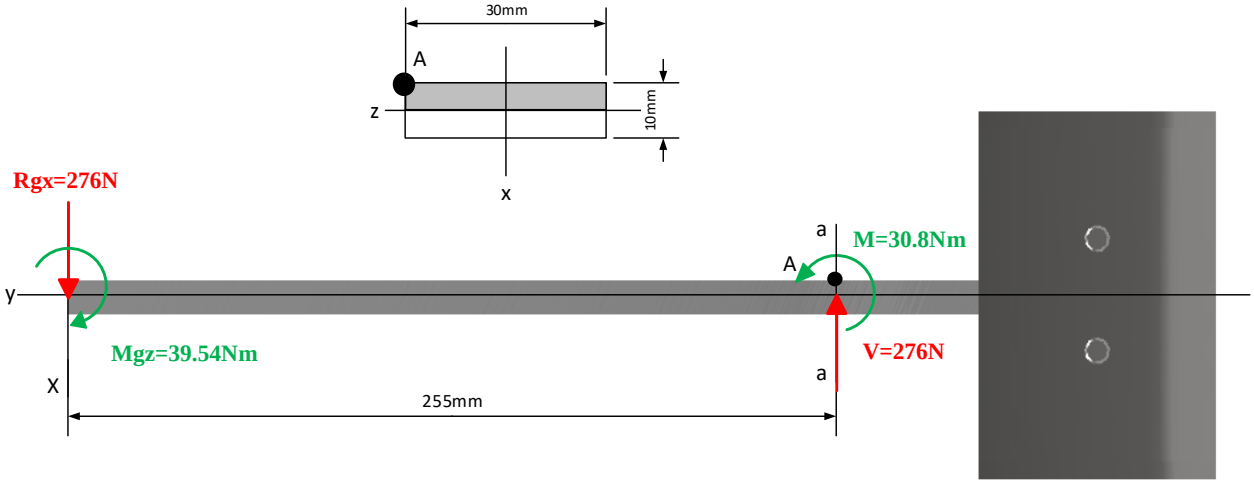


Figura 4.72 Fuerzas internas en la sección a-a plano x-y
Fuente: elaboración propia

El área de la sección transversal es:

$$A = b * h = 0.010 * 0.030 = 3 * 10^{-4} m^2$$

$$c = \frac{h}{2} = \frac{10mm}{2} = 0.005m$$

Ix: momento de inercia con respecto al eje z-z

$$Ix = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0.03 * 0.01^3}{12} = 2.5 * 10^{-9} m^4$$

El esfuerzo normal es:

$$\sigma_A = \frac{-Rgy}{A} + \frac{M * c}{I} = \frac{-335.3}{3 * 10^{-4}} - \frac{30.84Nm * 0.005m}{2.5 * 10^{-9} m^4} = 60.56Mpa$$

El esfuerzo cortante en el punto A es cero, el esfuerzo por torsión se calculó anteriormente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

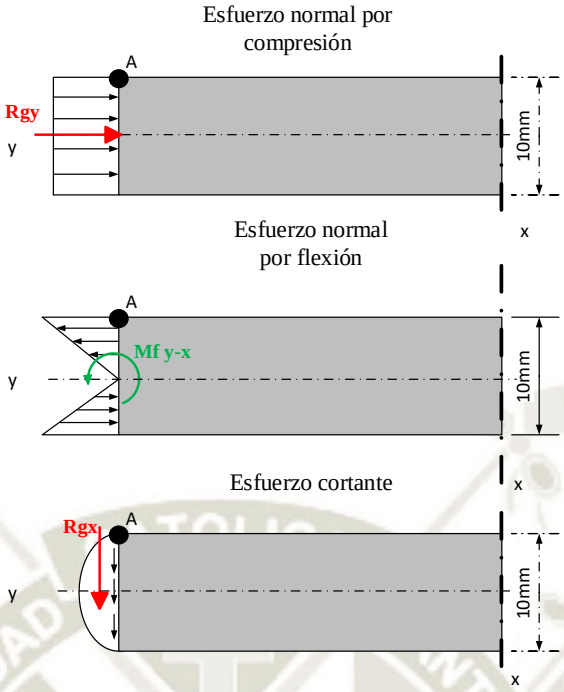


Figura 4.73 Distribución de esfuerzos en el punto A plano y-x
Fuente: elaboración propia

Los esfuerzos en el plano de acuerdo a la convención de signos son:

$$\sigma_y = 60.56\ Mpa$$

Resumiendo, se tiene el siguiente estado de esfuerzos

$$\sigma_x = -39.36\ Mpa$$

$$\sigma_y = 60.56\ Mpa$$

$$\tau_{xy} = 24.66\ Mpa$$

Con el estado de esfuerzos obtenidos realizamos la construcción del círculo de Mohr.

El centro del círculo se encuentra en:

$$\sigma_{prom} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} = \frac{-39.36 + 60.56}{2} = 10.6Mpa$$

El radio del círculo es:

$$R = \sqrt{\left(\frac{-39.36 - 60.56}{2}\right)^2 + 24.66^2} = 55.71$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

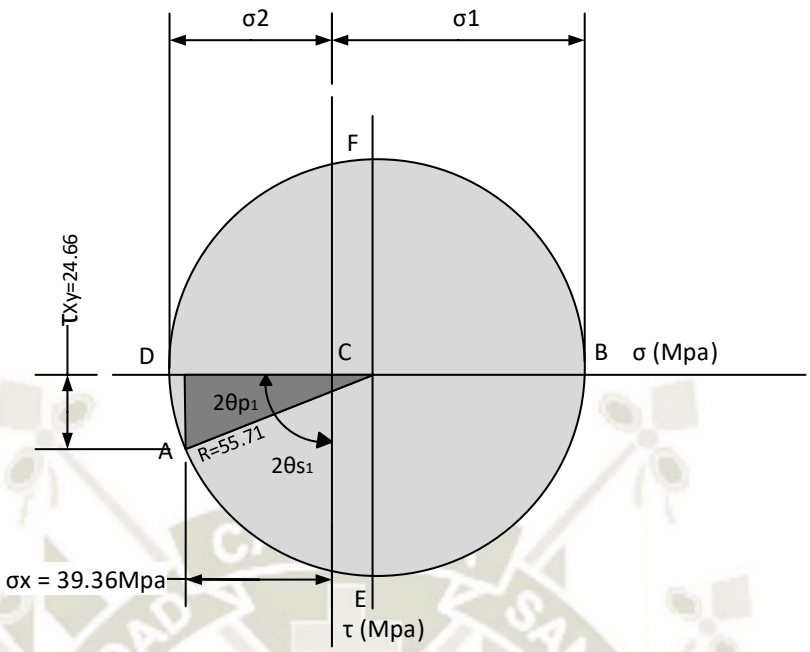


Figura 4.74 Transformación del esfuerzo plano de la columna
Fuente: elaboración propia

Seguidamente determinamos los esfuerzos principales en el plano (Figura 4.74)

Los esfuerzos principales se indican mediante las coordenadas de los puntos B y D se tiene entonces $\sigma_1 > \sigma_2$:

$$\sigma_1 = 10.6 + 55.71 = 66.31Mpa$$

$$\sigma_2 = 10.6 - 55.71 = -45.11Mpa$$

El esfuerzo cortante máximo en el plano se identifican en el punto E o F en el círculo, entonces se tiene:

$$\tau_{\max en\ el\ plano} = 55.71$$

Para el análisis de falla por carga estática, aplicaremos la teoría de la energía de la distorsión máxima para materiales dúctiles.

$$\sigma' = ({\sigma_1}^2 - \sigma_1\sigma_2 + {\sigma_2}^2 + 3{\tau_{xy}}^2)^{1/2}$$

Reemplazando se tiene:

$$\sigma' = ((66.31)^2 - (66.31)(-45.11) + (-45.11)^2 + 3 * 55.71^2)^{1/2}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\sigma' = 136.87Mpa$$

El material escogido para la viga es una aleación de aluminio 6061-T6 con una resistencia a la fluencia de 207Mpa (Figura B.2). En su defecto si se escoge otro material como el acero para maquinaria SAE 1045 laminado en caliente (Figura B.3) su resistencia a la fluencia es de 290 Mpa.

$$\sigma' = \frac{Sy}{N}$$

Donde Sy=207Mpa; el factor de seguridad es:

$$N = \frac{207Mpa}{136.87Mpa} = 1.51$$

Si realizamos una simulación por medio del FEM se tiene que en una zona aproximada a la sección a-a, el factor de seguridad es 1.07 y el mínimo se encuentra justo en el cambio de sección tal como indica la Figura 4.75, siendo este de 0.7

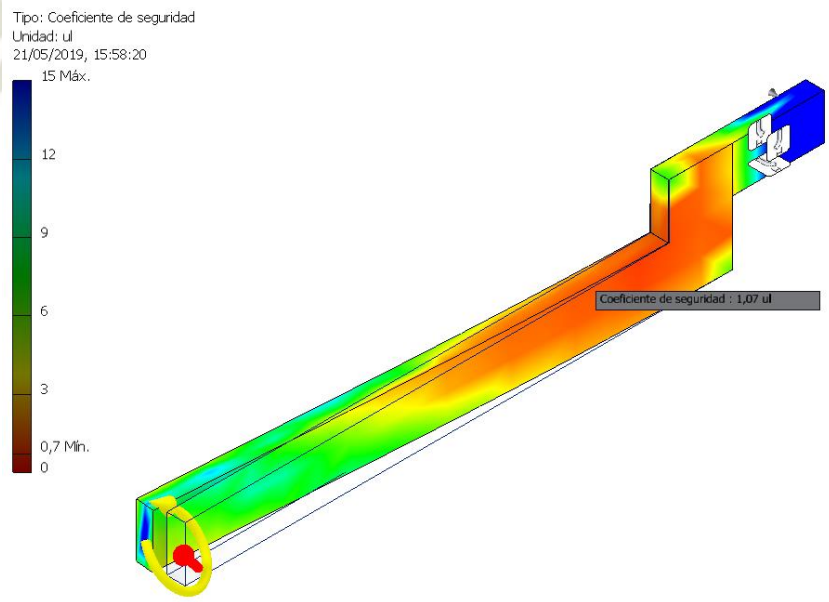


Figura 4.75 Simulación FEM de la columna – Factor de seguridad
Fuente: elaboración propia

Es evidente que el diseño actual no ofrece garantías contra falla por carga estática, por lo tanto se tiene que redimensionar la columna, sin que afecte a las condiciones de entorno del ensamble. Por lo tanto se mantiene el largo y ancho de la columna, aumentamos el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

espesor y suavizamos el cambio de sección, posteriormente se vuelve a realizar la simulación.

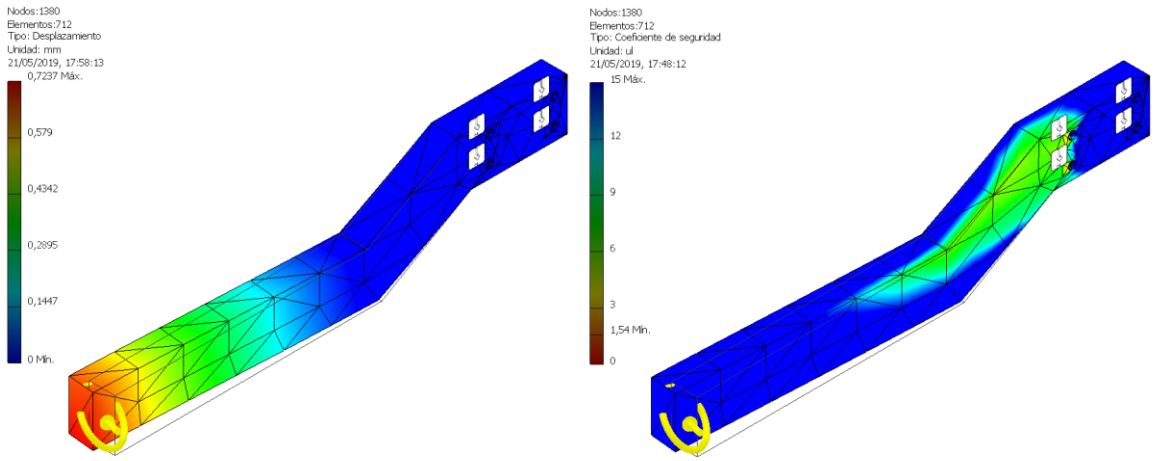


Figura 4.76 Simulación FEM de la columna rediseñada – Deflexión y Factor de seguridad

Fuente: elaboración propia

La unión por medio de un bloque de metal es reemplazada por conexión directa por pernos, el máximo esfuerzo se encuentra en la cercanía de los agujeros pasantes, el material elegido no será de aluminio, debido a que este no ofrece buena resistencia contra la deflexión (bajo módulo de Young), por lo tanto escogemos el acero SAE 1045.

4.1.2.4.2.1 Diseño de la conexión por pernos

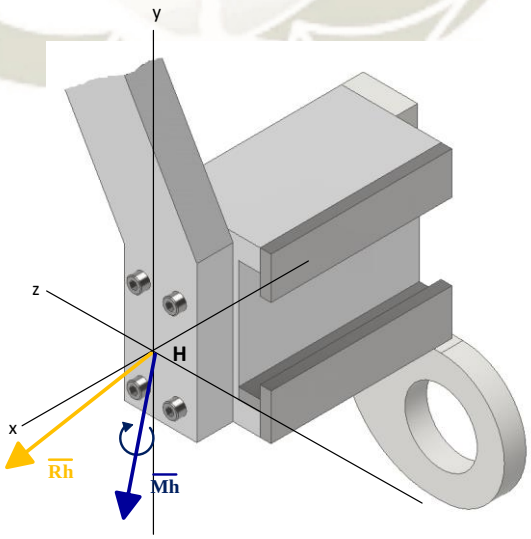


Figura 4.77 Conexión por pernos de la columna

Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los vectores fuerza y momento son:

$$\mathbf{R_H} = (276\mathbf{i} - 335.3\mathbf{j} + 584.6\mathbf{k})\text{N}$$

$$\mathbf{M_H} = (170.8\mathbf{i} - 30.42\mathbf{j} - 129.24\mathbf{k})\text{Nm}$$

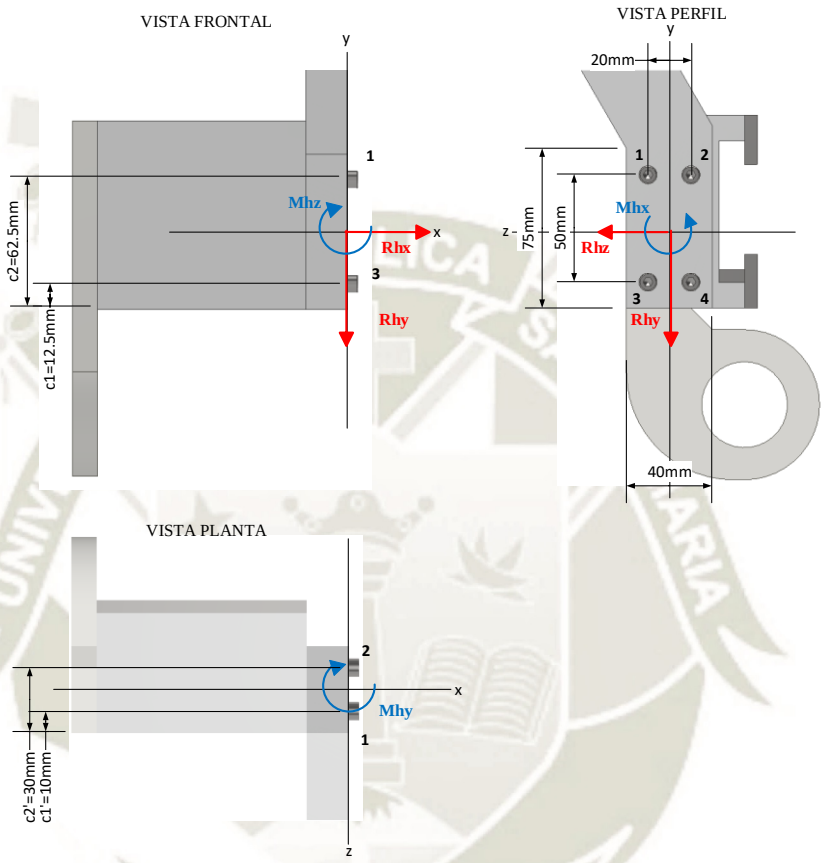


Figura 4.78 Distribución de fuerzas en los componentes xyz
Fuente: elaboración propia

Los tipos de carga son:

$$R_{hy} = 335.3N \rightarrow Corte\ directo\ \{Fso$$

$$R_{hz} = 584.6N \rightarrow Corte\ directo\ \{Fs1$$

$$M_{hx} = 170.8Nm \rightarrow Corte\ secundario\ por\ Torsion\ \{Fs''$$

$$R_{hx} = 276N \rightarrow Corte\ secundario\ \ por\ tension\ \{F't$$

$$M_{hz} = 129.24Nm \rightarrow Tension\ por\ flexion\ \{Ft1$$

$$M_{hy} = 30.42Nm \rightarrow Tension\ por\ flexion\ \{Ft2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las cargas por corte directo son:

$$Fso = \frac{Rhy}{4}\Big|_{4\ pernos} = \frac{335.3N}{4} = 83.825N$$

$$Fs1 = \frac{Rhz}{4}\Big|_{4\ pernos} = \frac{584.6N}{4} = 146.15N$$

El corte secundario por torsión es:

$$r1 = r2 = r3 = r4 = \sqrt{25^2 + 10^2} = 26.93mm = 0.02693m$$

$$Fs'' = \frac{Mhx * r_i}{\sum {r_i}^2} = \frac{170.8Nm * 0.02693}{(0.02693)^2 * 4} = 1585.59N$$

Luego:

$$Fs''V = \frac{Mhx * r_v}{\sum {r_i}^2} = \frac{170.8Nm * 0.01}{(0.02693)^2 * 4} = 588.78N$$

$$Fs''H = \frac{Mhx * r_h}{\sum {r_i}^2} = \frac{170.8Nm * 0.025}{(0.02693)^2 * 4} = 1471.96N$$

Los pernos críticos son el 1 y 2 (Figura 4.79)

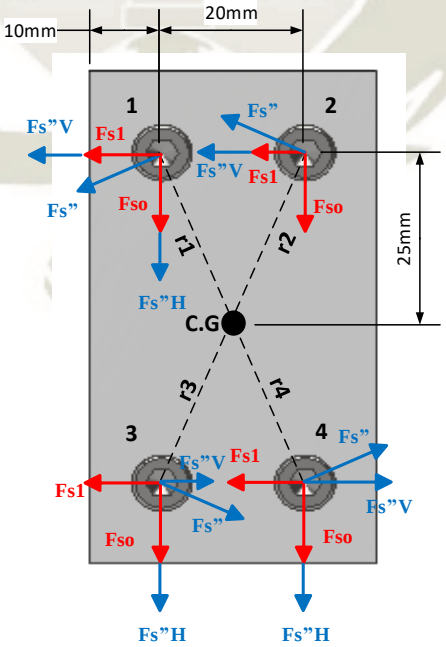


Figura 4.79 Fuerzas que actúan en cada perno
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Luego, la fuerza total de corte en los pernos críticos es:

$$Fs = \sqrt{(Fs''V + Fs1)^2 + (Fso + Fs''H)^2}$$

$$Fs = \sqrt{(588.78 + 146.15)^2 + (83.825 + 1471.96)^2}$$

$$Fs = \sqrt{(588.78 + 146.15)^2 + (83.825 + 1471.96)^2}$$

$$Fs = 1720.64N$$

La tensión por flexión es:

a) Corte secundario por tensión para los 4 pernos es:

$$F't = \frac{Rhx}{4}\Big|_{4\ pernos} = \frac{276}{4} = 69N$$

b) Corte secundario por flexión

De la Figura 4.78 -Vista frontal, se tiene

$${c_1}^2 + {c_2}^2 + {c_3}^2 + {c_4}^2 \Big|_{c2=c4}^{c1=c3}$$

$$0.0125^2 + 0.0625^2 + 0.0125^2 + 0.0625^2 = 0.008125$$

Los pernos críticos son 1 y 2:

$$Ft1 = \frac{Mhz * c_i}{\sum {c_i}^2} = \frac{129.24 * 0.0625}{0.008125} = 994.15N$$

De la Figura 4.78 -Vista planta, se tiene

$${c_1}'^2 + {c_2}'^2 + {c_3}'^2 + {c_4}'^2 \Big|_{c2'=c4'}^{c1'=c3'}$$

$$0.01^2 + 0.03^2 + 0.01^2 + 0.03^2 = 0.002$$

Los pernos críticos son 2 y 3:

$$Ft2 = \frac{Mhy * c_i}{\sum {c_i}^2} = \frac{30.42 * 0.03}{0.002} = 456.3N$$

Finalmente la fuerza total de tensión por flexión es:

$$Ft = F't + Ft1 + Ft2 = 69 + 994.15 + 456.3 = 1519.45N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Con los resultados obtenidos aplicamos los criterios para calcular el diámetro de los pernos (Alva, 2014)[25].

Considerando que el perno tomara la carga de corte por ajuste inadecuado, para esta situación la carga equivalente de tracción será:

Aplicamos el criterio del máximo esfuerzo cortante (conservador) se tiene:

$$Fe = \sqrt{Ft^2 + 4Fs^2} = \sqrt{1519.45^2 + 4 * 1720.64^2} = 3761.8N$$

Calculamos el área de esfuerzo requerido, usando las ecuaciones de Seaton y Routheuwaite[26] (Sy es el esfuerzo de fluencia del material del perno), sin embargo la ecuación es para el sistema de unidades ingles técnico gravitatorio.

$$Fe = 3761.8N * \frac{1\ kg - f}{9.81N} * \frac{2.205\ Lb - f}{1\ kg - f} = 845.54Lb - f$$

Para el presente caso se utilizan pernos de cabeza aboquillada SAE GRADO 5, Material: SAE 1045, Rosca fina (NF) (Tabla A-8) Sy=92000psi [27]

$$As = \left(\frac{6 * Fe}{Sy}\right)^{2/3} = \left(\frac{6 * 845.54}{92000}\right)^{2/3} = 0.1449\ pulg^2 = 93.469\ mm^2$$

Según Tablas de área de esfuerzos para roscas estándar americano y métrica [28] se tiene:

- Perno ½" UNF de 20 hilos/pulg SAE GRADO 5
- Perno M14x1.5 SAE GRADO 5

Se aumentara 10 mm más al largo de la base de sujeción para que exista suficiente espacio para el ensamble de los pernos. Esta conexión es la más crítica en la matriz de conformación, por lo tanto los pernos para las demás conexiones serán mayores a 3/8" o M10.

[25] La unión metal-metal mediante pernos, solo se consideran cargas de tracción Ft y de corte Fs, los pernos pueden calcularse mediante estos dos métodos: Considerando que la fricción existente entre las superficies de contacto toma la carga de corte actuante y considerando que el perno tomara la carga de corte por ajuste inadecuado.
[26] (Alva, 2014, pág. 24)
[27] Ibid pág. 28
[28] Ibid pág. 25

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se finalizó el cálculo de la columna que soporta el peso y las fuerzas de la placa deflectora, la fijación de la columna es directamente con las guías y tornillo de desplazamiento transversal y se analizara a continuación.

4.1.2.4.3 Diseño de la viga de desplazamiento transversal

Las cargas que se desarrollan en la viga son producto del momento con respecto al punto de unión de la columna y la viga de regulación de placa deflectora, anteriormente se analizó estas fuerzas, pero el diseño cambio considerablemente, se tuvo que redimensionar y cambiar los tipos de unión, por lo tanto se vuelve a trasladar el sistema de fuerzas del punto G hasta el punto H.

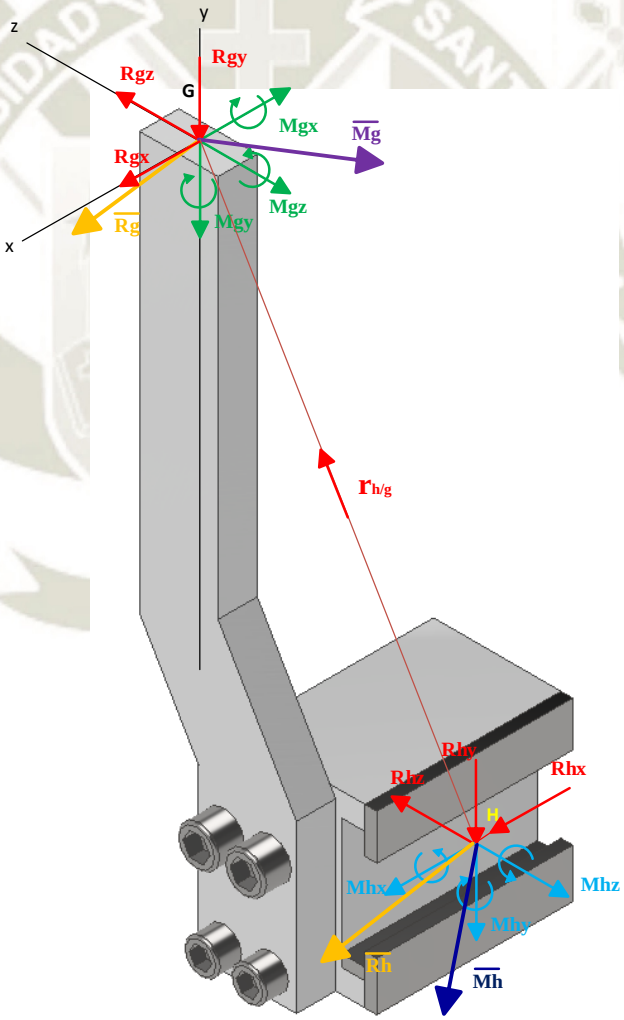


Figura 4.80 Traslación de fuerzas al punto H
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las fuerzas que se desarrollan en G son las reacciones originadas en la viga, para la columna aplicamos la tercera ley de newton, entonces se tiene:

$$\mathbf{Rg} = (276\mathbf{i} - 335.3\mathbf{j} + 584.6\mathbf{k})\text{N}$$

$$\mathbf{Mg} = (-34.33\,\mathbf{i} - 18\mathbf{j} - 39.54\mathbf{k})\text{Nm}$$

El vector fuerza en H es:

$$\mathbf{R}_{\text{H}} = (276\mathbf{i} - 335.3\mathbf{j} + 584.6\mathbf{k})\text{N}$$

El vector posición de H hasta G es:

$$\mathbf{r}_{\text{H}/\text{G}} = (0.06\mathbf{i} + 0.330\mathbf{j} + 0.075\mathbf{k})\text{m}$$

Momento equivalente en H es:

$$\mathbf{M}_{\text{H}} = (\mathbf{r}_{\text{H}/\text{G}} \times \mathbf{R}_{\text{G}}) + \mathbf{M}_{\text{G}}$$

$$\mathbf{M}_{\text{H}} = \begin{bmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ 0.06 & 0.330 & 0.075 \\ 276 & -335.3 & 584.6 \end{bmatrix} + ((-34.33\,)\mathbf{i} - (18)\mathbf{j} - (39.54)\mathbf{k})$$

$$\mathbf{M_H} = (218.07\mathbf{i} - 14.38\mathbf{j} - 111.2\mathbf{k}) + ((-34.33\,)\mathbf{i} - (18)\mathbf{j} - (39.54)\mathbf{k})$$

$$\mathbf{M_H} = (183.74\mathbf{i} - 32.38\mathbf{j} - 150.74\mathbf{k})\text{Nm}$$

Los vectores $\mathbf{R_H}$ y $\mathbf{M_H}$ están representados en la Figura 4.80

La viga de desplazamiento transversal es una guía prismática con excelente acabado superficial que permite el desplazamiento de un carro por medio de un tornillo trapecial, la resistencia debe ser la adecuada y la deflexión debe ser mínima, la distancia entre apoyos es bastante considerable (1382mm) una forma de determinar si las dimensiones del componente es el adecuado es por medio de los esfuerzos principales que se obtienen por la transformación del esfuerzo plano para luego utilizar una teoría de falla por carga estática. Otra forma es utilizando las propiedades geométricas del material para seleccionar una viga que cumpla con los requisitos, este método se utiliza bastante en el cálculo estructural estipulado en el LRFD[29], como el material no se deformara plásticamente y no se aplicara una contraflecha para minimizar la deflexión, se trabajara con las propiedades elásticas del material.

[29] LRFD (Diseño por factores de carga y resistencia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La guía de desplazamiento transversal se construirá a partir de una platina 4”x1/2” de acero SAE 1045 estirado en frio (Figura B-3Anexo B), se maquinara la ranura y posteriormente se rectificara las superficies de guiado.

Las fuerzas que se desarrollan en H son las siguientes:

$$\mathbf{R}_{\mathrm{H}} = (276\mathbf{i} - 335.3\mathbf{j} + 584.6\mathbf{k})\mathrm{N}$$

$$\mathbf{M}_{\mathbf{H}} = (183.74\mathbf{i} - 32.38\mathbf{j} - 150.74\mathbf{k})\mathrm{Nm}$$

En H’ se desarrollan las mismas fuerzas pero son simétricas con respecto a H.

$$\mathbf{R}_{\mathrm{H}}{}' = (276\mathbf{i} - 335.3\mathbf{j} + 584.6\mathbf{k})\mathrm{N}$$

$$\mathbf{M}_{\mathbf{H}}{}' = (183.74\mathbf{i} - 32.38\mathbf{j} - 150.74\mathbf{k})\mathrm{Nm}$$

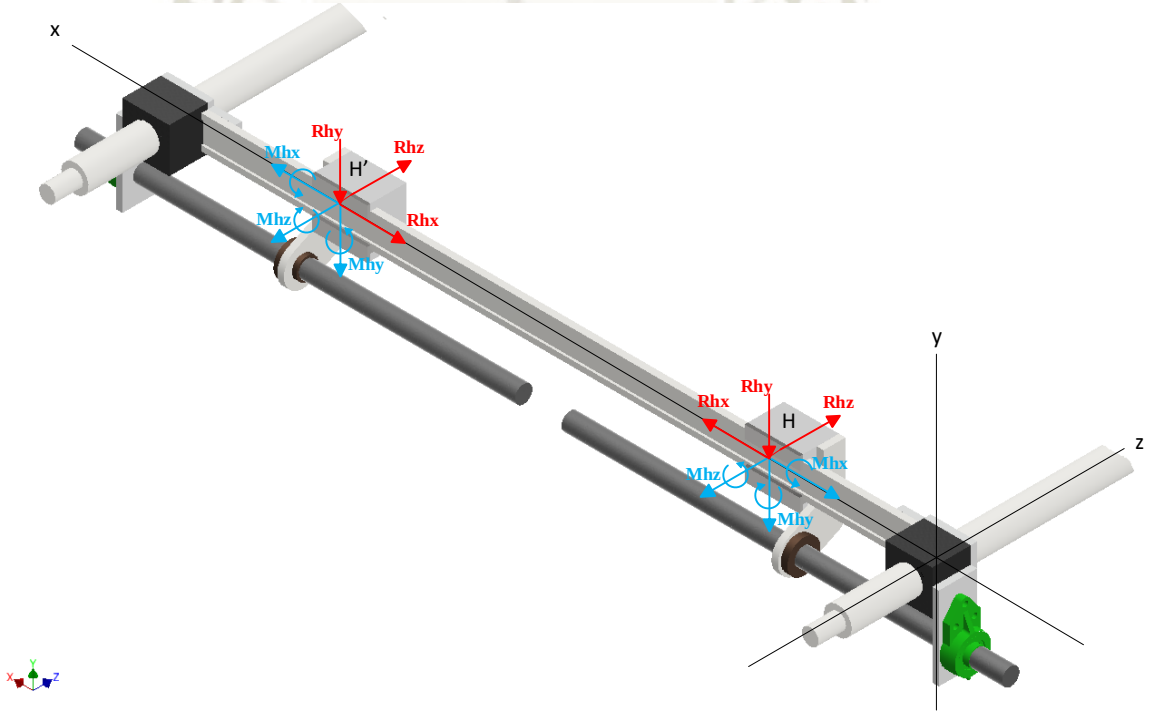


Figura 4.81 Fuerzas en viga de desplazamiento transversal
Fuente: elaboración propia

Se analizara la viga en dos planos distintos como el x-y y x-z.

Por simetría en el plano x-y se tiene el siguiente modelo de cargas en la viga transversal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

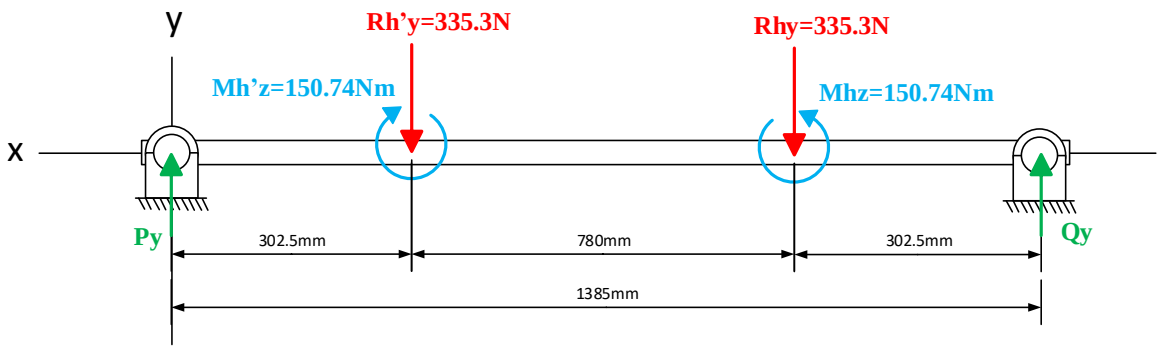


Figura 4.82 DCL de viga de desplazamiento transversal
Fuente: elaboración propia

Dónde:

$$Py = Qy = 335.3N$$

Elaboramos los diagramas de fuerza cortante y momento flector

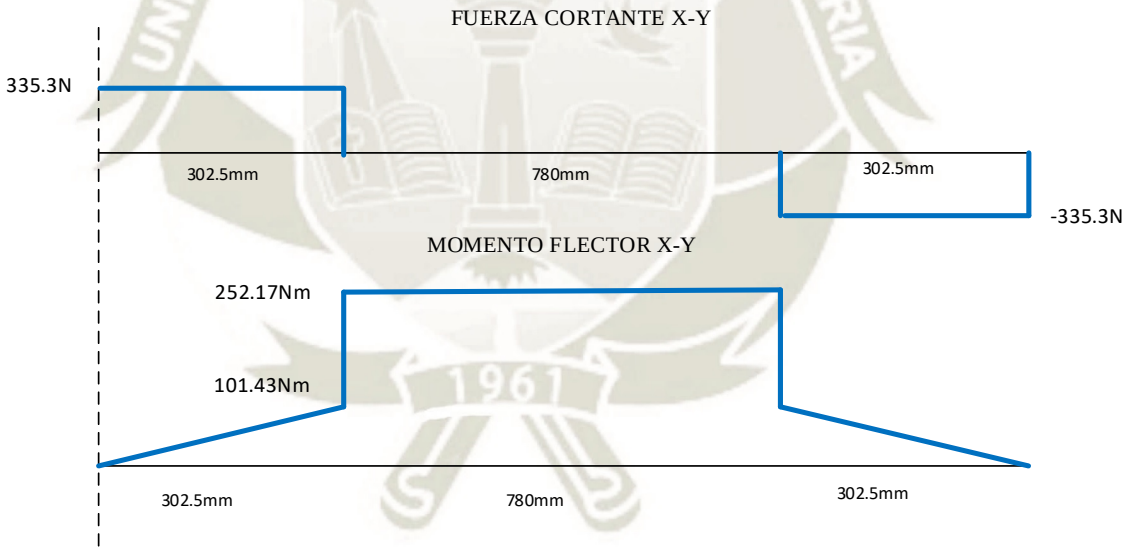


Figura 4.83 Fuerza cortante y momento flector de viga de desplazamiento transversal plano x-y
Fuente: elaboración propia

El momento flector máximo es:

$$Mmax = 252.17Nm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

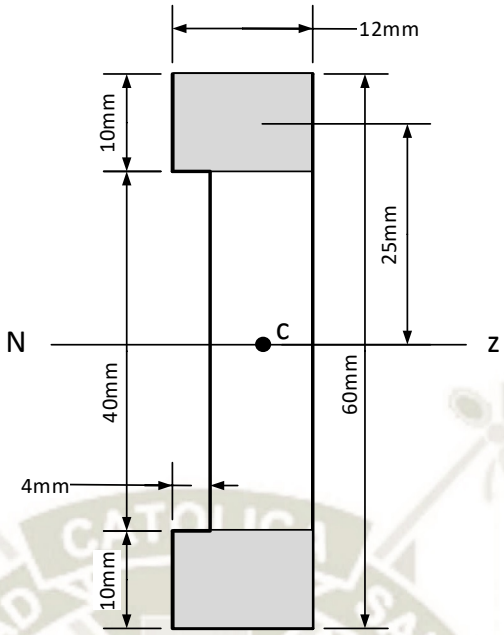


Figura 4.84 Sección de la viga de desplazamiento transversal
Fuente: elaboración propia

Por razones de simetría el eje neutro pasa por el centroide C a la altura media de la viga (Figura 4.84) el área se subdivide en tres partes mostradas y el momento de inercia de cada porción se calcula con respecto al eje neutro y posteriormente se usa el teorema de ejes paralelos, por lo tanto se tiene:

$$I = \sum \left(\bar{I} + Ad^2\right)$$

$$I = 2\left(\frac{1}{12}(0.012)(0.01^3) + (0.012 * 0.01)(0.025^2)\right) + \left(\frac{1}{12}(0.008)(0.04^3)\right)$$

$$I = 1.9467 \times 10^{-7}\ m^4$$

Para el cálculo de la resistencia estructural se hará uso del módulo de la sección elástico[30].

$$S = \frac{I}{c}$$

$$S = \frac{1.9467 \times 10^{-7}\ m^4}{0.030\ m} = 6.489 \times 10^{-6}\ m^3$$

[30] Propiedad geométrica que se usa en el diseño estructural, se define entre el cociente de I/c

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$S_{req} = \frac{M_{max}}{\sigma_{perm}} = \frac{252.17\text{Nm}}{370 * 10^6} = 6.815 * 10^{-7}$$

Por lo tanto se tiene que:

$$S > S_{req} \rightarrow 6.5 * 10^{-6} > 6.9 * 10^{-7}$$

Las condiciones iniciales satisfacen el diseño por flexión.

4.1.2.4.3.1 Diseño por deflexión máxima.

Utilizaremos el método de funciones de discontinuidad para calcular la deflexión máxima de la viga.

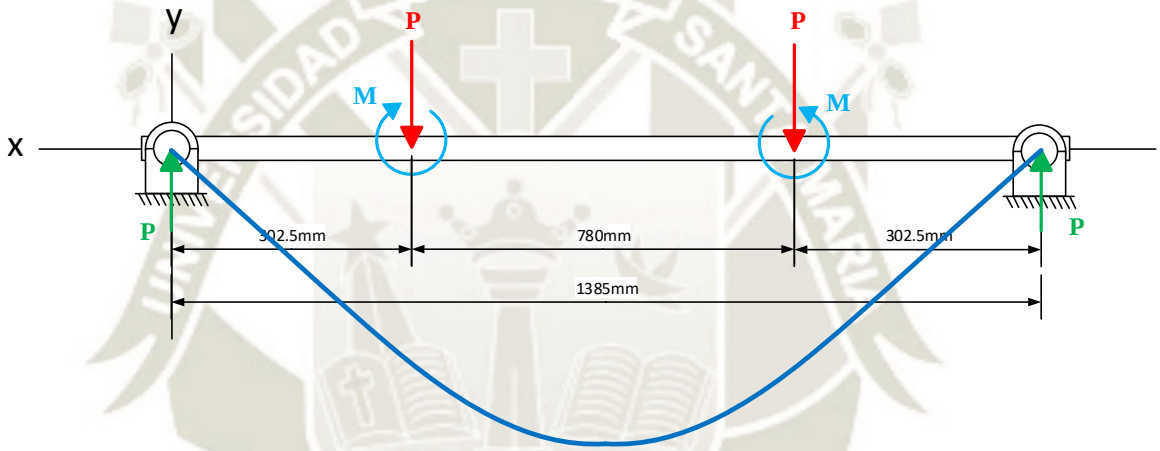


Figura 4.85 Deflexión máxima de la viga
Fuente: elaboración propia

Función de momento

$$M = Px - P(x - 0.3025) - P(x - 1.0825) + M(x - 0.3025)^0 - M(x - 1.0825)^0$$

Ecuación de curva elástica

$$EI\frac{d^2v}{dx^2} = M$$

$$EI\frac{d^2v}{dx^2} = Px - P(x - 0.3025) - P(x - 1.0825) + M(x - 0.3025)^0 - M(x - 1.0825)^0$$

Integramos dos veces la ecuación de curva elástica, se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$EI\int\frac{d^2v}{dx^2}dx=\int[Px-P(x-0.3025)-P(x-1.0825)+M(x-0.3025)^0 - M(x-1.0825)^0]$$

$$EI\frac{dv}{dx}=\frac{Px^2}{2}-\frac{P}{2}(x-0.3025)^2-\frac{P}{2}(x-1.0825)^2+M(x-0.3025) - M(x-1.0825)+C_1 \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

$$EI\int\frac{dv}{dx}dx=\int\left[\frac{Px^2}{2}-\frac{P}{2}(x-0.3025)^2-\frac{P}{2}(x-1.0825)^2+M(x-0.3025) - M(x-1.0825)+C_1\right]$$

$$EIv=\frac{Px^3}{6}-\frac{P}{6}(x-0.3025)^3-\frac{P}{6}(x-1.0825)^3+\frac{M}{2}(x-0.3025)^2 - \frac{M}{2}(x-1.0825)^2+C_1x+C_2 \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

Aplicando las condiciones de frontera se obtiene:

Por simetría se sabe que $\frac{dv}{dx}=0$ cuando $x=0.6925m$ entonces reemplazando en (1) se tiene:

$$EI\frac{dv}{dx}=\frac{Px^2}{2}-\frac{P}{2}(x-0.3025)^2-\frac{P}{2}(x-1.0825)^2+M(x-0.3025) - M(x-1.0825)+C_1$$

$$0=\frac{P(0.6925)^2}{2}-\frac{P}{2}(0.6925-0.3025)^2-\frac{P}{2}(0.6925-1.0825)^2 + M(0.6925-0.3025)-M(0.6925-1.0825)+C_1$$

$$C_1=-\left[\frac{P(0.6925)^2}{2}-\frac{P}{2}(0.6925-0.3025)^2-\frac{P}{2}(0.6925-1.0825)^2 + M(0.6925-0.3025)-M(0.6925-1.0825)\right]$$

$$C_1=-0.08768P-0.78M$$

Si $x=0$ entonces $v=0$, reemplazando en (2) se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$EIv = \frac{Px^3}{6} - \frac{P}{6}(x - 0.3025)^3 - \frac{P}{6}(x - 1.0825)^3 + \frac{M}{2}(x - 0.3025)^2 - \frac{M}{2}(x - 1.0825)^2 + C_1 x + C_2$$

$$0 = 0 - \frac{P}{6}(0 - 0.3025)^3 - \frac{P}{6}(0 - 1.0825)^3 + \frac{M}{2}(0 - 0.3025)^2 - \frac{M}{2}(0 - 1.0825)^2 + 0 + C_2$$

$$C_2 = -0.21603P + 0.54015M$$

Reemplazando en la ecuación (2) se tiene:

$$EIv = \frac{Px^3}{6} - \frac{P}{6}(x - 0.3025)^3 - \frac{P}{6}(x - 1.0825)^3 + \frac{M}{2}(x - 0.3025)^2 - \frac{M}{2}(x - 1.0825)^2 - 0.08768P - 0.78M - 0.21603P + 0.54015M$$

Finalmente la máxima deflexión ocurre cuando que $\frac{dv}{dx} = 0$ y $x = 0.6925m$, entonces reemplazando en (2) se tiene

$$EIv = \frac{Px^3}{6} - \frac{P}{6}(x - 0.3025)^3 - \frac{P}{6}(x - 1.0825)^3 + \frac{M}{2}(x - 0.3025)^2 - \frac{M}{2}(x - 1.0825)^2 - 0.30371P - 0.23985M$$

$$EIv = \frac{P(0.6925)^3}{6} - \frac{P}{6}(0.6925 - 0.3025)^3 - \frac{P}{6}(0.6925 - 1.0825)^3 + \frac{M}{2}(0.6925 - 0.3025)^2 - \frac{M}{2}(0.6925 - 1.0825)^2 - 0.30371P - 0.23985M$$

$$v = \frac{-0.248361P - 0.23985M}{EI}$$

$$v = \frac{-0.248361(335.3) - 0.23985(150.74)}{(200 * 10^9) * (1.9467 * 10^{-7})}$$

$$v = -3.06mm$$

Ahora la deflexión máxima permitida se calcula por medio de la siguiente relación[31]

[31] En calculo estructural, se aplica estas relación experimental para vigas de techo o piso, de esta manera se estima si una viga cede ante una carga por flexión, en mecánica de solidos se aplica la transformación del esfuerzo plano y se verifica por métodos de falla por carga estática.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\Delta permitida = \frac{L}{360} = \frac{1385}{360} = 3.85\text{mm}$$

$$v < \Delta permitda$$

$$3.06 < 3.85 \;\; CUMPLE$$

Calculo por esfuerzo cortante ($\tau_{perm} = \frac{Sy}{2} = \frac{370Mpa}{2} = 185\ Mpa$) para el acero SAE 1045 laminado en frio (Figura B.3).

$$\tau_{max} = \frac{VQ}{It}$$

$$\tau_{max} = \frac{335.3\ N * (0.025)(0.012)(0.01)}{(1.9467 * 10^{-7}) * (0.008)} = 645.9\ KPa < 185Mpa\ CUMPLE$$

De los análisis anteriores, es improbable que falle por fuerza cortante debido a que la resistencia a la cedencia por cortante es del orden de MPa, seguidamente se analizara el otro plano perpendicular para analizar por completo la viga.

Por simetría en el plano x-z se tiene el siguiente modelo de cargas en la viga transversal.

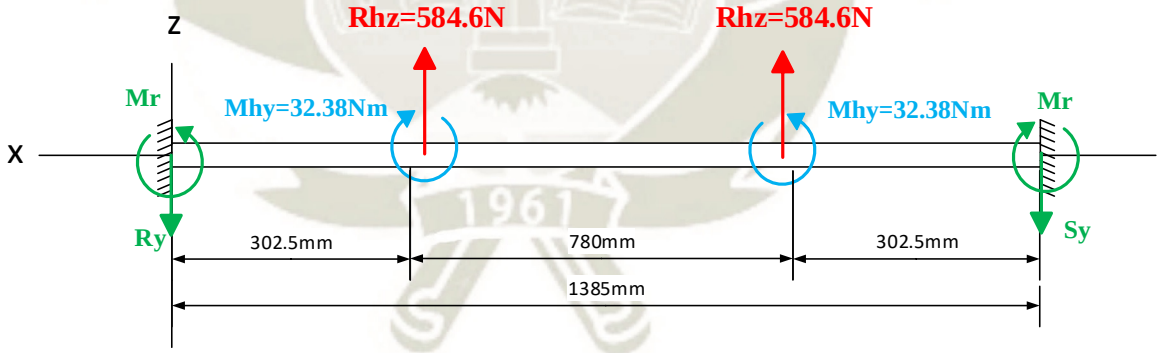


Figura 4.86 DCL de viga de desplazamiento transversal plano x-z
Fuente: elaboración propia

Dónde:

$$Ry = Sy = 584.6N$$

$$Mr = 119.98\ Nm$$

Elaboramos los diagramas de fuerza cortante y momento flector

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

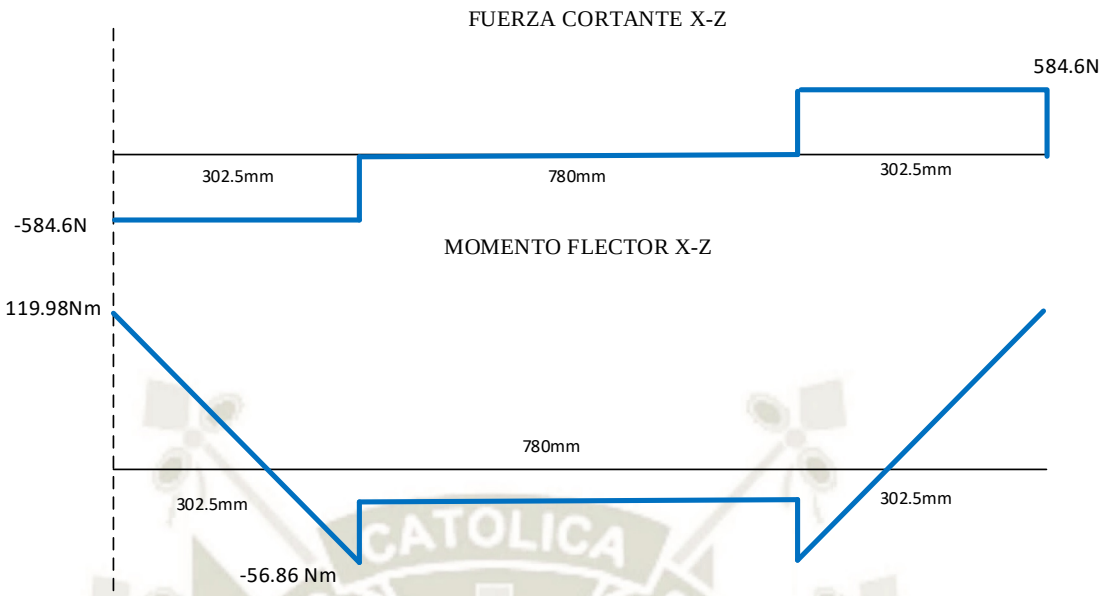


Figura 4.87 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga plano x-z
Fuente: elaboración propia

El momento flector máximo es:

$$Mmax = 119.98\ Nm$$

El centroide de la sección es:

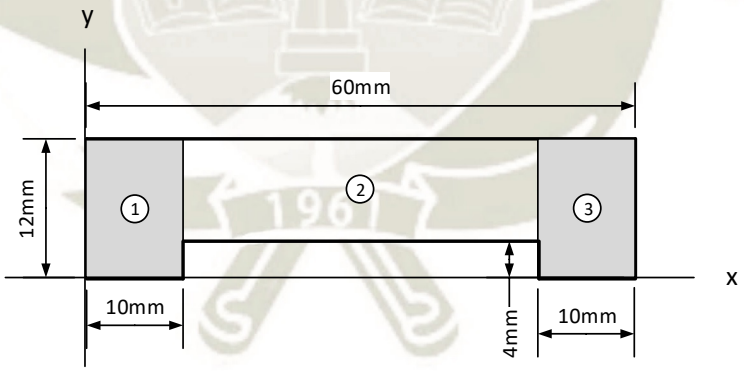


Figura 4.88 Centroide de la sección
Fuente: elaboración propia

	Área (m^2)	$\overline{x}$ **(m)**	$\overline{y}$ **(m)**	$\overline{x}A$ **(m^3)**	$\overline{y}A$ **(m^3)**
1	$0.01 * 0.012$	0.005	0.006	$6 * 10^{-7}$	$720 * 10^{-9}$
2	$0.04 * 0.008$	0.03	0.008	$9.6 * 10^{-6}$	$2.56 * 10^{-6}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3	$0.01 * 0.012$	0.055	0.006	$6.6 * 10^{-6}$	$720 * 10^{-9}$
$\Sigma A = 5.6 * 10^{-4}$				$\Sigma \bar{x} A = 1.68 * 10^{-5}$	$\Sigma \bar{y} A = 4 * 10^{-6}$

$$\bar{X} \Sigma A = \Sigma \bar{x} A$$

$$\bar{X} = \frac{\Sigma \bar{x} A}{\Sigma A} = \frac{1.68 * 10^{-5}}{5.6 * 10^{-4}} = 30\ mm$$

$$\bar{Y} \Sigma A = \Sigma \bar{y} A$$

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma \bar{y} A}{\Sigma A} = \frac{4 * 10^{-6}}{5.6 * 10^{-4}} = 7.143\ mm$$

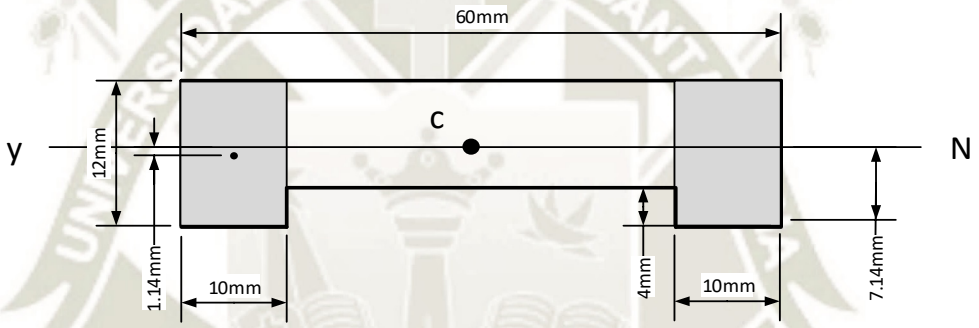


Figura 4.89 Momento de inercia de la sección con respecto al eje y
Fuente: elaboración propia

Por razones de simetría el eje neutro pasa por el centroide C a la altura media de la viga (Figura 4.89), se procede al cálculo del momento de inercia de la sección.

$$I = \sum (\bar{I} + Ad^2)$$

$$I = 2\left(\frac{1}{12}(0.010)(0.012^3) + (0.012 * 0.01)(0.00114^2)\right) + \left(\frac{1}{12}(0.04)(0.008^3) + (0.04 * 0.008)(0.00086^2)\right)$$

$$I = 5.1352 \times 10^{-9}\ m^4$$

Para el cálculo de la resistencia estructural se hará uso del módulo de la sección elástico, se asume un acero SAE 1045 estirado en frio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$S = \frac{I}{c}$$

$$S = \frac{5.1352 \times 10^{-9}\ m^4}{0.00714\ m} = 7.1922 \times 10^{-7}\ m^3$$

$$S_{req} = \frac{M_{max}}{\sigma_{perm}} = \frac{119.98\ Nm}{370 * 10^6\ Pa} = 3.242 * 10^{-7} m^3$$

Por lo tanto se tiene que:

$$S > S_{req}$$

$$7.1922 \times 10^{-7}\ m^3 > 3.242 * 10^{-7} m^3$$

Las condiciones iniciales satisfacen el diseño por flexión para el plano x-z

Para el cálculo de la deflexión se tiene la siguiente ecuación cuando $0.3025 < x < 1.0825$ que es donde ocurre la máxima deflexión de la viga, se tiene:

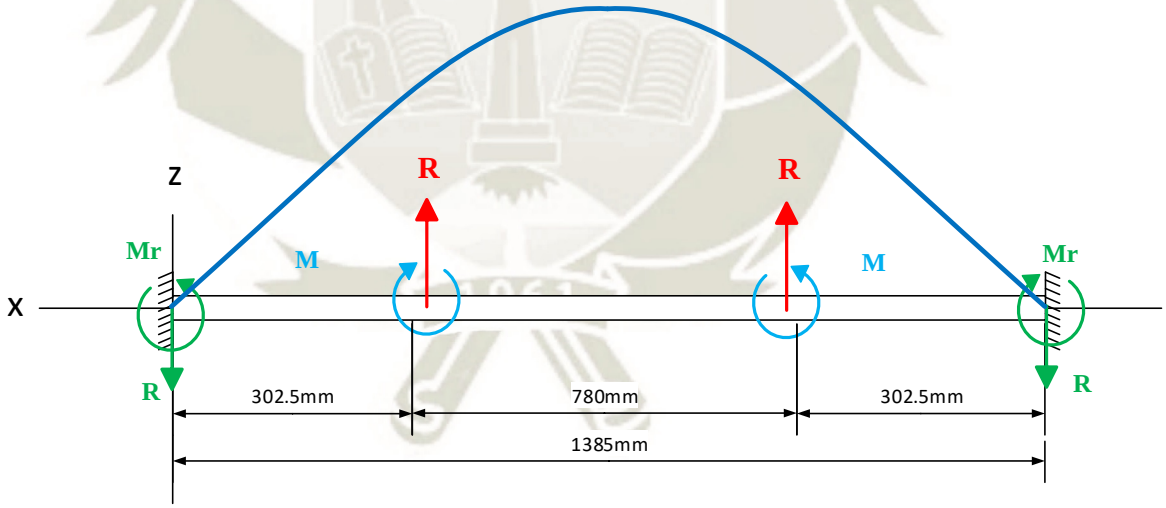


Figura 4.90 Deflexión de la viga en el plano x-z
Fuente: elaboración propia

$$v = \frac{1.3 * 10^{-9} x^3 - 12.24x^2 + 16.95x - 1.2155}{EI}$$

La rigidez de la viga es $EI = (200 * 10^9) * (5.1352 \times 10^{-9}) = 1.02704 \times 10^3$, y para $x = 0.6925$ donde la pendiente es cero se tiene

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$v = \frac{4.65}{1.02704 \times 10^{3}} = 4.53mm$$

Ahora la deflexión máxima permitida se calcula por medio de la siguiente relación

$$\Delta permitida = \frac{L}{360} = \frac{1385}{360} = 3.85\text{mm}$$

$$v < \Delta permitda$$

$$4.53 > 3.85 \;\; NO\ CUMPLE$$

Realizamos el cálculo por esfuerzo cortante:

$$\tau_{max} = \frac{VQ}{It}$$

$$\tau_{max} = \frac{584.6\ N * (0.00114)(0.012)(0.01)}{(5.1352 \times 10^{-9}) * (0.040)} = 389.34\ KPa < 185Mpa\ CUMPLE$$

Hallamos la torsión para ejes no cilíndricos, según la Figura 4.81, se tiene que MHx = T = 183.74 Nm, sin embargo para calcular con la sección de ranura, es muy complejo por lo tanto lo se hará para una sección rectangular que no incluye los resaltes de la guía (Figura 4.91), entonces se sabe que b=8mm y a=60mm y de la Figura 4.48 se tiene que α=0.302

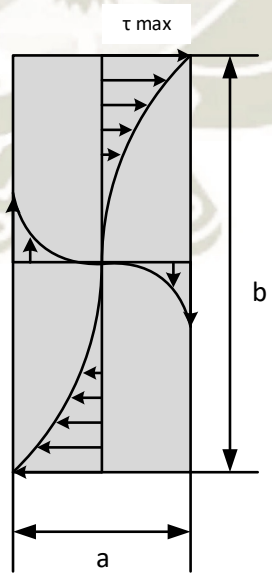


Figura 4.91 Distribución de esfuerzo torsional
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\tau_{max} = \frac{T}{\propto \cdot a \cdot b^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{183.74 \text{ Nm}}{0.302 \cdot 0.06 \cdot 0.008^2}$$

$$\tau_{max} = 159.25\ Mpa$$

Si se conoce el esfuerzo normal y cortante permisible para el material, el tamaño del componente se basa en el uso de estas ecuaciones y la selección de una teoría de la falla adecuada. Por ejemplo, si se sabe qué material es dúctil, entonces puede ser adecuada la teoría del esfuerzo máximo cortante, esta teoría requiere que el **esfuerzo cortante permisible (**Para un acero SAE 1045 es 185Mpa), qué se determina a partir de los resultados de un ensayo de tensión simple, debe ser igual al esfuerzo cortante máximo en el elemento. Si se usa la ecuación para la transformación de esfuerzo se tiene:

$$\tau_{perm} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

El momento máximo resultante de los dos planos ocurre en el punto de aplicación de las cargas, entonces se tiene:

$$M = \sqrt{252.17^2 + 58.86^2} = 263.82\ Nm$$

Los esfuerzos cortantes máximos ocurre en los soportes de la viga, aunque estos no ocasionara falla por corte, se les considerara en la ecuación de máximo esfuerzo cortante junto con la torsión de la viga.

$$\tau_{max} = 645.9KPa + 389.34\ KPa + 159.25\ Mpa = 160.29Mpa$$

Reemplazando se tiene:

$$\tau_{cm} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

$$\tau_{cm} = \sqrt{\left(\frac{Mc}{2I}\right)^2 + {\tau_{max}}^2}$$

Para el plano x-y se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\tau_{cm} = \sqrt{\left(\frac{236.82\ Nm * 0.03}{2 * 1.9467 * 10^{-7}}\right)^2 + (160.29 * 10^6)^2}$$

$$\tau_{cm} = 161.33\ MPa$$

Para el plano x-z (más crítico) se tiene:

$$\tau_{cm} = \sqrt{\left(\frac{236.82\ Nm * 0.00714}{2 * 5.1352 * 10^{-9}}\right)^2 + (160.29 * 10^6)^2}$$

$$\tau_{cm} = 229.78\ MPa$$

Por lo tanto el factor de seguridad es:

$$FS = \frac{\tau_{perm}}{\tau_{cm}} = \frac{185\ MPa}{229.78\ MPa} = 0.805$$

Comparando el módulo de sección hallado por medio de la flexión con el módulo de sección hallado de forma geométrica, se cumple el diseño. Esto indica que la deflexión que sufra el material está dentro de la zona elástica del diagrama esfuerzo – deformación, por lo tanto volverá a recuperar su forma original sin llegar a la cedencia. Las deflexiones halladas son bastante considerables como para omitirse, si es cierto que el material no se deformara permanentemente, estas deflexiones producirán colisiones o atascos cuando se quiera desplazar el conjunto de placa deflectora. El factor de seguridad según el criterio de Tresca[32] señala que ocurrirá falla por carga estática (0.805) en conclusión la viga fallara por carga estática, se tiene que reforzar sobre todo en el plano x-z donde la inercia de la sección no satisface para un diseño a flexión.

Para evitar todas estas dificultades se puede reemplazar la viga prismática por un eje, sin embargo como se verá más adelante, un eje perjudica el ensamble y a las piezas aledañas a esa zona.

[32] El criterio de Tresca es la **teoría de máximo esfuerzo cortante o tensión tangencial máxima** desarrollado por el Ing. Mecánico Francés Henry Tresca en 1845

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

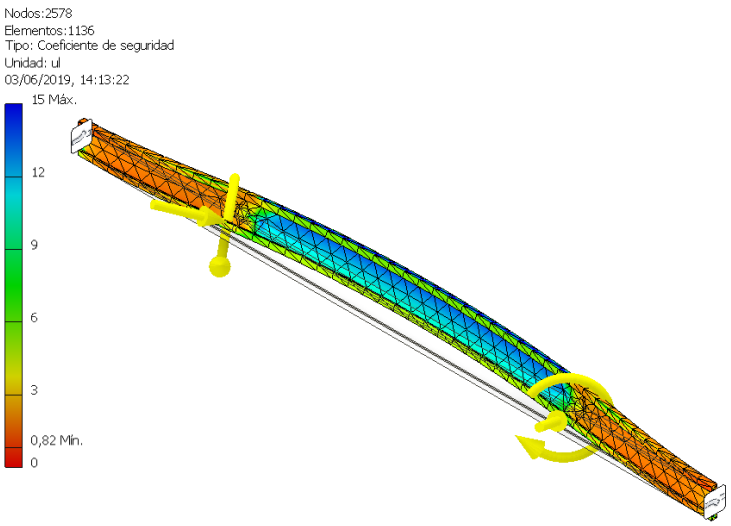


Figura 4.92 Simulación FEM de viga de desplazamiento transversal
Fuente: elaboración propia

La simulación por medio FEM resulta similar a lo calculado, gran parte de la deflexión ocurre en el plano x-z y el factor de seguridad es 0.82. Por lo cual aumentaremos el espesor a 25 mm.

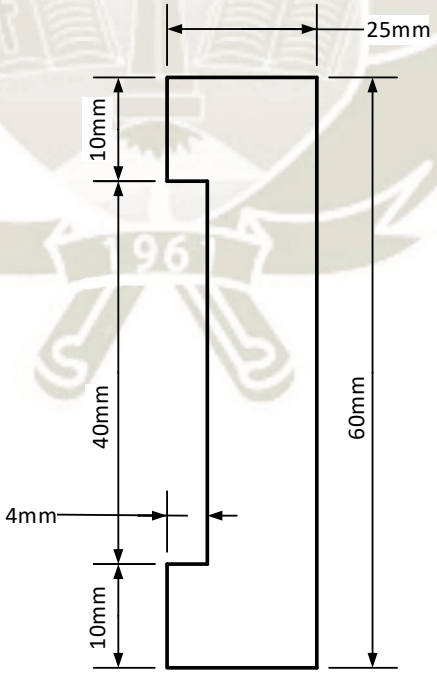


Figura 4.93 Nueva sección de la viga de desplazamiento transversal
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

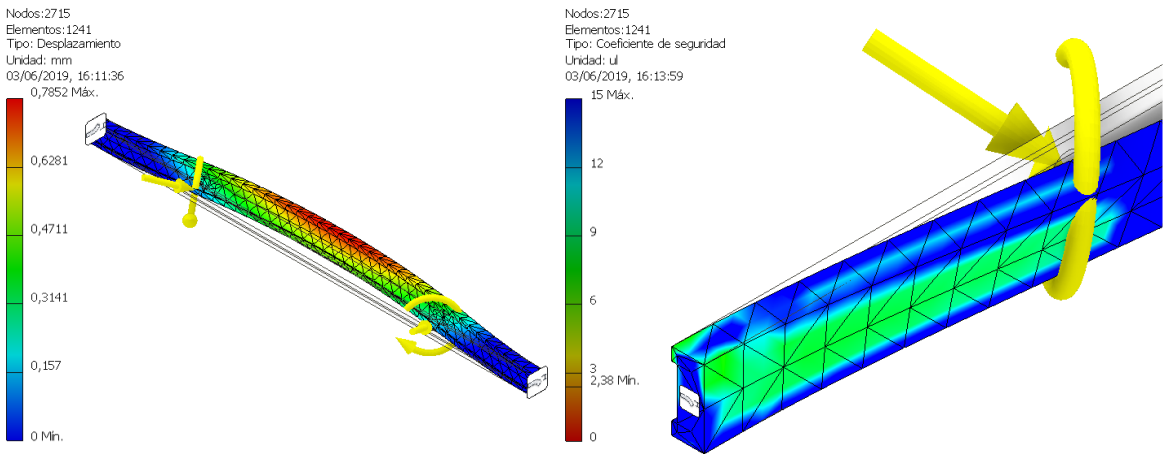


Figura 4.94 Simulación FEM de viga redimensionada
Fuente: elaboración propia

Bajo estas condiciones la viga sufre una deflexión mínima, y el factor de seguridad aumento a 2.38, y como son cargas estáticas, el factor de seguridad es el adecuado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1.2.4.4 Diseño del tornillo de regulación transversal

Este mecanismo se encarga de regular la distancia entre las placas deflectoras el cual depende del ancho de la caja a conformar. Esta regulación se hace con la maquina apagada, por lo tanto no intervienen las fuerzas ocasionadas por los actuadores neumáticos y vibraciones causadas por el motor y el movimiento alternativo del troquel. Las únicas cargas que debe vencer son el peso de los componentes sujetos hasta la viga de desplazamiento transversal y la fricción entre el listón de ajuste y la misma.

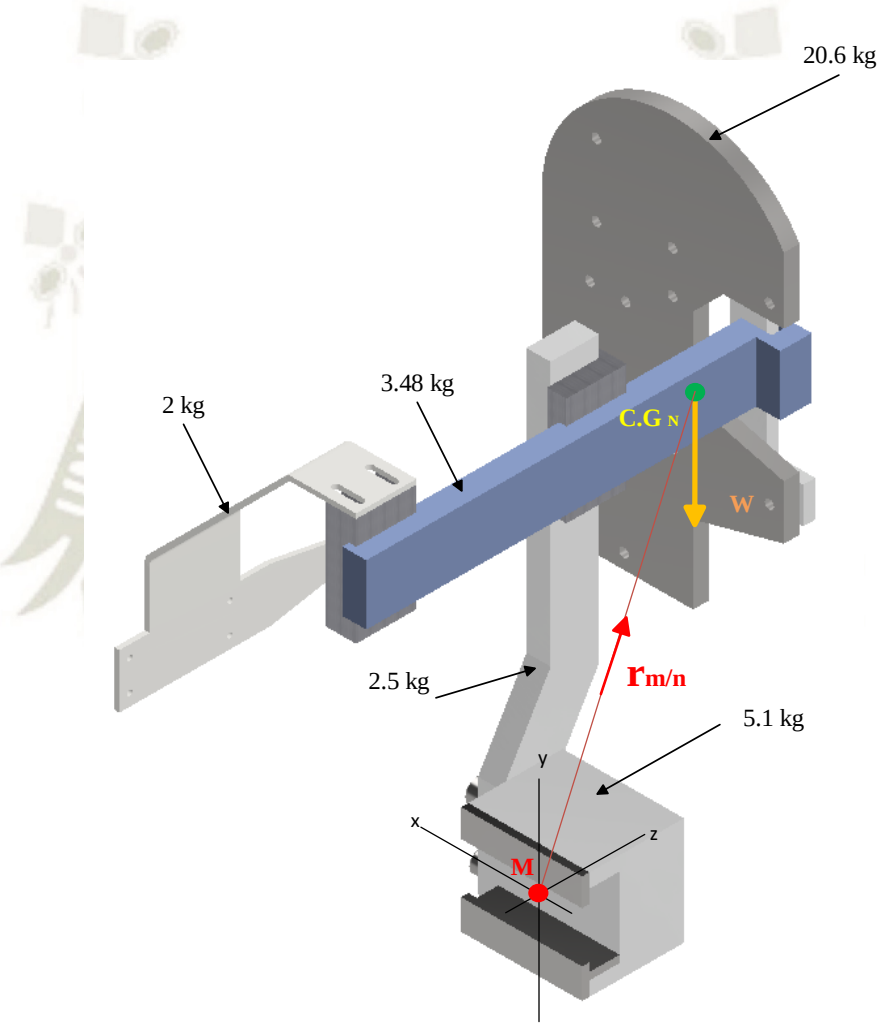


Figura 4.95 Masas de componentes de la esquina de conformación
Fuente: elaboración propia

Las masas presentadas en la Figura 4.95 son aproximaciones por medio del software Inventor según a los materiales asignados, el centro de gravedad está determinado por el mismo software y el vector posición es:

$$\mathbf{r}_{m/n} = (0.080\mathbf{i} + 0.2093\mathbf{j} + 0.1427\mathbf{k})\ \text{m}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

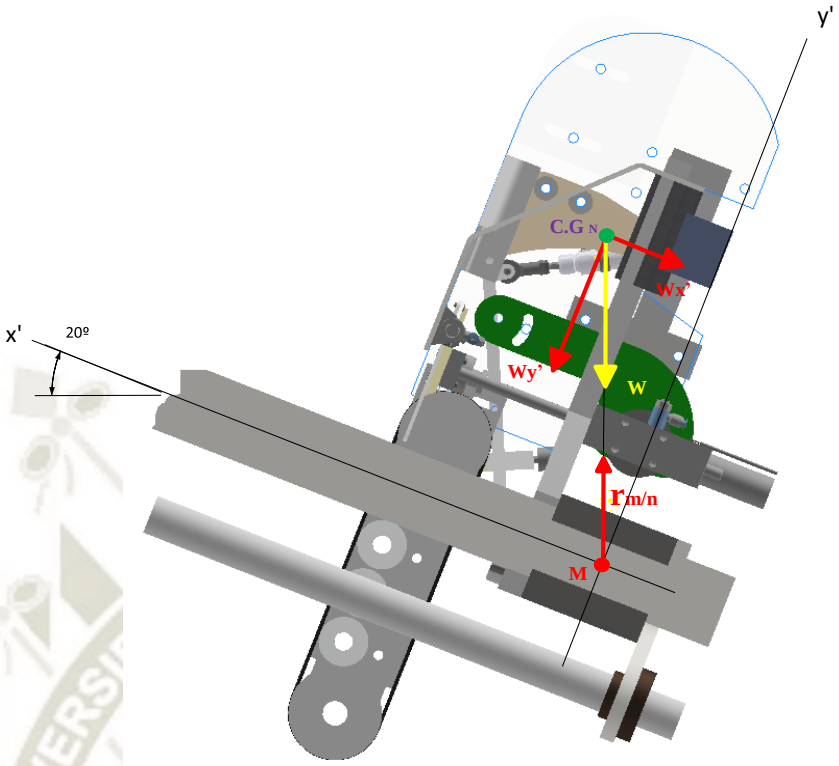


Figura 4.96 DCL según plano x'-y'
Fuente: elaboración propia

El vector peso W es:

$$\mathbf{W} = -\left(\sum \mathrm{m} * \mathrm{g}\right) \measuredangle 20º \ N$$

$$\mathbf{W} = -(5.1 + 2.5 + 2 + 3.48 + 20.6)\mathrm{kg} * 9.81 m/s^2$$

$$\mathbf{W} = 330.4\ \mathbf{N} \measuredangle 20º$$

Descomponiendo en los ejes x' – y' se tiene:

$$\mathbf{W} = -330.4 * \sin 20 - 330.4 \cos 20\ \mathrm{N}$$

$$\mathbf{W} = -113\mathbf{i} - 310.47\mathbf{j}\ \mathrm{N}$$

Reemplazando por un sistema equivalente fuerza – par en O, se tiene:

$$\mathbf{M}_{\boldsymbol{m}} = \mathbf{r}_{m/\mathrm{n}} \times \mathbf{W}$$

$$\mathbf{r}_{m/\mathrm{n}} = (0.080\mathbf{i} + 0.2093\mathbf{j} + 0.1427\mathbf{k})\ \mathrm{m}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$\mathbf{M}_m = \begin{bmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ 0.08 & 0.2093 & 0.1427 \\ -113 & -310.5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M}_m = 44.3\,\mathbf{i} - 16.13\boldsymbol{j} - 1.19\boldsymbol{k}$$

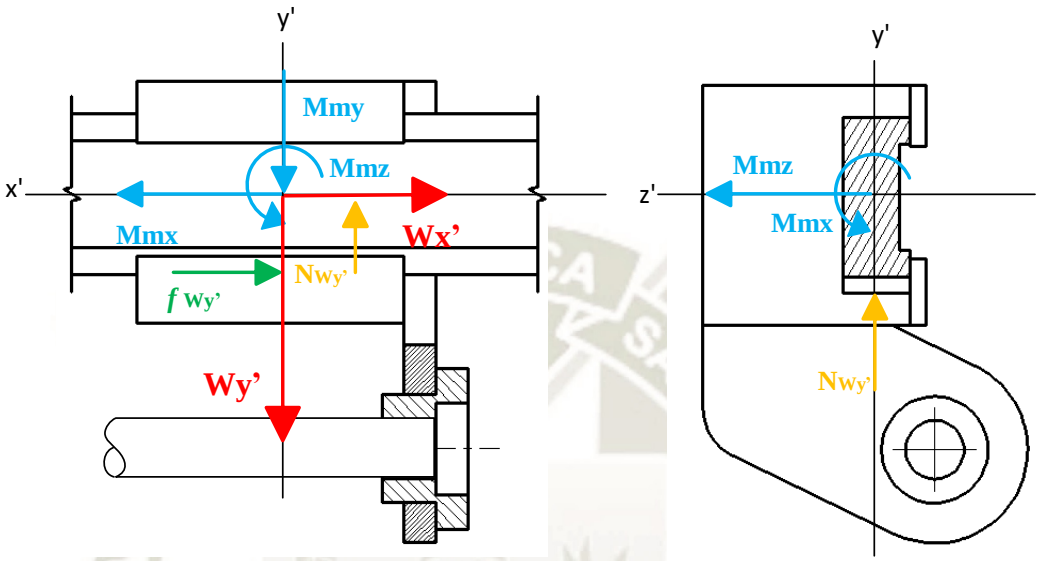


Figura 4.97 Fuerzas desarrolladas en el carro de deslizamiento transversal
Fuente: elaboración propia

El tornillo de potencia se caracteriza por desplazar una carga en una dirección, del sistema equivalente de fuerza-par de la Figura 4.97, los momentos tiene que reemplazarse por fuerzas puntuales para estimar la carga a levantar.

La fuerza de fricción producto del componente y' de la fuerza W ($\mu_s = 0.15$) es:

$$f_{Wy'} = \mu_s * (N_{Wy'} = Wy')$$

$$f_{Wy'} = 0.15 * 310.4\ 7N = 46.57\ N$$

Para el momento Mmx se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

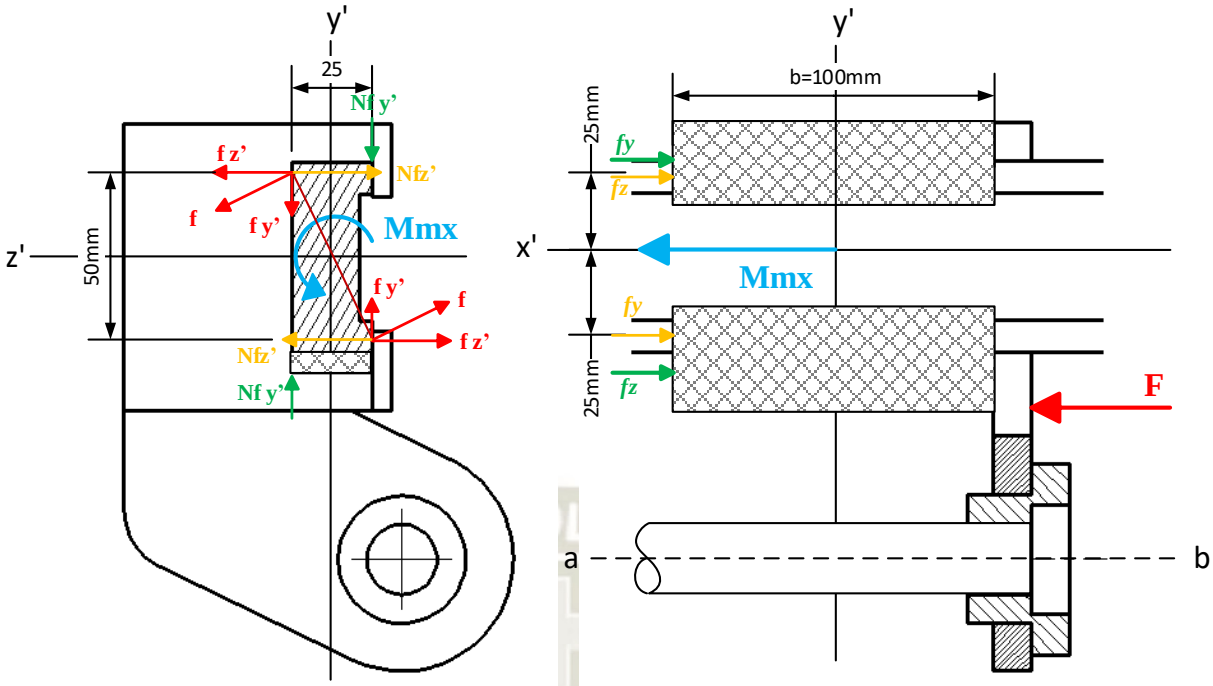


Figura 4.98 DCL de momento torsor Mmx
Fuente: elaboración propia

El momento Mmx ejerce presión contra el carro deslizador y las pletinas ensambladas al carro, para simplificar el cálculo, se tomara fuerzas puntuales en los extremos como reacciones producidas por el par Mmx (Figura 4.98).

$$\mathrm{f} = \frac{Mmx = 44.3\ Nm}{0.025\sqrt{2}} = 1253\ N$$

$$\mathrm{f}'_z = 1253 * \cos 45 = 886\ N$$

$$\mathrm{f}'_y = 1253 * \sin 45 = 886\ N$$

Seguidamente se calcula la fuerza de fricción que se encuentra en el plano x'-y' por la condición movimiento inminente ($\mu_s = 0.15$) en sentido de la fuerza F para ambos componentes de la fuerza f, se tiene:

$$f_z = \mu_s * N_{f'z}$$

$$f_z = \mu_s * \mathrm{f}'_z = 0.15 * 886N = 132.9\ N$$

$$f_y = \mu_s * N_{f'y}$$

$$f_y = \mu_s * N_{f'y} = 0.15 * 886N = 132.9\ N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Sumamos todos los vectores de fuerza de fricción debido al par Mmx del plano x'-y', se tiene:

$$f_{Mmx} = 531.6\ N$$

Para el momento Mmy se tiene:

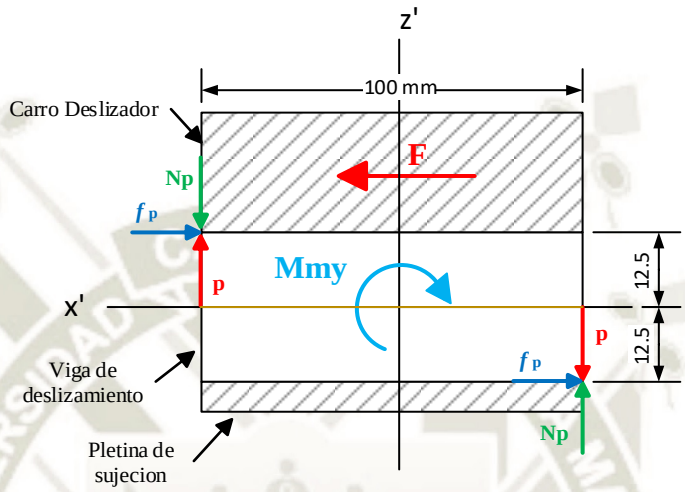


Figura 4.99 DCL de Momento flector Mmy
Fuente: elaboración propia

El momento Mmy ejerce flexión contra el carro y la pletina (Figura 4.99), el punto de aplicación de la fuerza al descomponer el par, será en el eje x debido a que no hay mucha diferencia entre este punto y el máximo que se encuentra en las esquinas. El sentido de movimiento inminente se determina por la fuerza F. descomponiendo el par se tiene:

$$p = Np = \frac{Mmy = 16.13Nm}{0.05\ m}$$

$$p = Np = 322.6\ N$$

La fuerza de fricción estática para una condición movimiento inminente ($\mu_s = 0.15$) en sentido de la fuerza F es:

$$f_p = \mu_s * N_p$$

$$f_p = \mu_s * N_p = 0.15 * 322.6 = 48.39\ N$$

Para las 4 superficies de fricción se tiene

$$f_{Mmy} = 193.56\ N$$

Para el momento Mmz se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

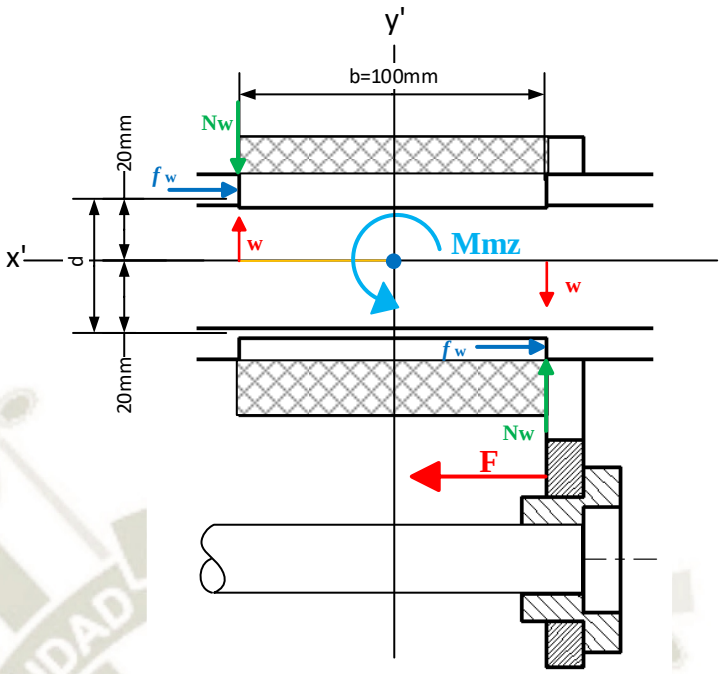


Figura 4.100 DCL de Momento torsor Mmz
Fuente: elaboración propia

El momento ejercido por Mmz no es tan considerable, el cálculo de la fuerza de fricción es similar al anterior.

$$w = Nw = \frac{Mmy = 1.19Nm}{0.05\ m}$$

$$w = Nw = 23.8\ N$$

La fuerza de fricción estática para una condición movimiento inminente ($\mu_s = 0.15$) en sentido de la fuerza F es:

$$f_w = \mu_s * N_w$$

$$f_w = \mu_s * N_w = 0.15 * 23.8 = 3.57\ N$$

Para las 2 superficies de fricción se tiene

$$f_{Mmz} = 7.14\ N$$

Sumando todas las fuerzas de fricción se tiene:

$$f_{Wy'} = 0.15 * 310.4\ 7N = 46.57\ N$$

$$f_{Mmx} = 531.6\ N$$

$$f_{Mmy} = 193.56\ N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$f_{Mmz} = 7.14\ N$$

$$f = f_{Wy'} + f_{Mmx} + f_{Mmy} + f_{Mmz}$$

$$f = 46.57\ N + 531.6\ N + 193.56\ N + 7.14\ N$$

$$f = 778.87\ N$$

A este valor le aumentamos un 20% debido al ajuste que se le dará al listón por medio de un perno debido a la tolerancia de fabricación.

$$f = 934.64\ N$$

Por lo tanto, la fuerza total a mover por la tuerca es:

$$\mathbf{F} = f + Wx'$$

$$\mathbf{F} = 934.64\ N + 113\ N$$

$$\mathbf{F} = -1047.6\ \boldsymbol{i}\ \mathrm{N}$$

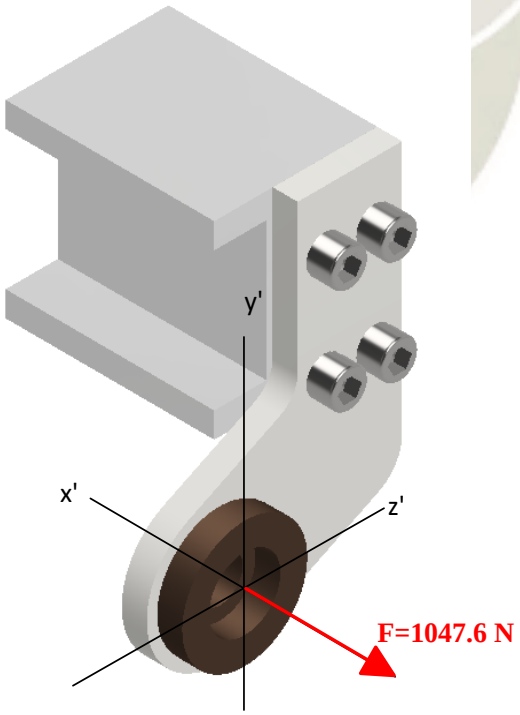


Figura 4.101 Carga a levantar por la tuerca
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El tornillo de regulación se comporta más como el husillo patrón de una máquina herramienta en el cual el operario gira un volante para acercar el carro longitudinal del torno, la mesa transversal de trabajo de una fresadora o para subir y bajar el brazo de un taladro radial. V. Dobrovolski [33] plantea un procedimiento simplificado para estimar el diámetro un tornillo trapezoidal en función de la carga a elevar.

$$d_m = \sqrt{\frac{2P}{\pi * \psi * P_{adm}}}$$

Dónde:

d_m: Diámetro medio del tornillo

P: Carga axial que soporta el tornillo.

ψ: Es una relación entre la altura de la tuerca y el diámetro medio de la rosca, se elige desde 1.2 hasta 2.5 para tuercas de una pieza y 2.5 hasta 3.5 para tuercas partidas

P_{adm}: Presión especifica media, para trasmisiones de husillos de acero y tuercas de bronce maquinados es 120 kG/cm^2.

$$d_m = \sqrt{\frac{2\left(1047.6\ N / 9.81\ m/s^2\right)}{\pi * 1.2 * 120}}$$

$$d_m = 6.87\ mm$$

La longitud del tornillo es de 600mm, esta distancia se debe al marco que forma con los diferentes componentes y el espacio necesario para ensamblar, manipular o mantener la matriz de conformación, a esta longitud se le suma 400 más para el montaje de una chumacera de soporte, piñón de cadena para transmisión simétrica y volante de manipulación.

Maquinar un eje de 1000mm de largo y 10mm de diámetro en un torno, presenta dificultades y posibles errores.

Para evitar problemas de fabricación y ensamble en la máquina, se utilizara un eje de acero SAE 1045 estirado en frio de 1 ½" pulg de diámetro (más comercial).

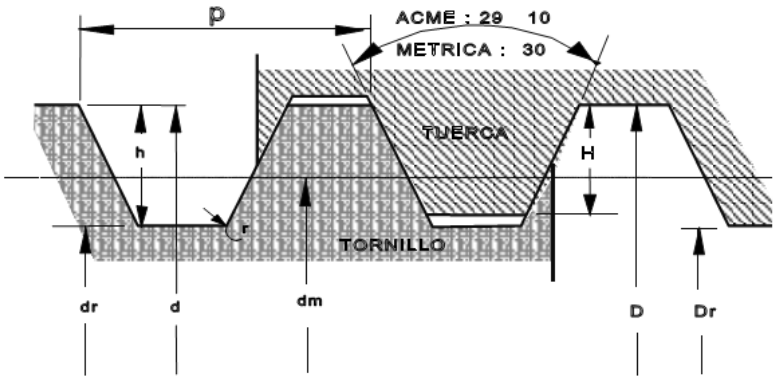
[33] (Dobrovolski, Zablonski, Radchik, & Erlij, 1978)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Según la norma DIN 378, se maquinara un tornillo de 30mm de diámetro externo y 3mm de paso[34].



Tornillo			Tuerca					
d	dr	H	Dr	D	h	p	r	d_m
30	26.5	1.75	27.5	30.5	1.50	3	0.25	28.5

Figura 4.102 Medidas estándar de tornillo trapezoidal fino DIN 378
Fuente: **(Alva, 2014)**

El torque necesario para elevar la carga es:

$$T_R = \frac{F\, d_m}{2}\left(\frac{l + \pi f\, d_m \sec\alpha}{\pi d_m - f l \sec\alpha}\right)$$

Dónde:

T_R: Torque requerido para elevar la carga [N.mm]

F: Fuerza actuante sobre el tornillo [N]

d_m: Diámetro medio del tornillo [mm]

l: Paso del tornillo [mm]

f: Coeficiente de fricción en los hilos del tornillo (Tabla A-1)

α: Semiángulo entre hilos del tornillo. Para rosca métrica el ángulo entre hilos es 60°

[34] **Paso:** es la distancia desde un punto sobre un filete hasta el punto correspondiente sobre el filete adyacente, medida paralelamente al eje.

Avance: Es la distancia que avanzaría el tornillo relativa a la tuerca en una rotación. Para un tornillo de rosca sencilla o una sola entrada, el Avance es igual al paso. Para un tornillo de rosca doble el avance es el doble.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$T_R = \frac{1047.6 * 28.5}{2}\left(\frac{3 + \pi * 0.15 * 28.5 * \sec 60}{\pi * 28.5 - 0.15 * 3 * \sec 60}\right)$$

$$T_R = 5029.24\ Nmm$$

Como no se utilizara la regulación constantemente como en el caso de una máquina herramienta, el volante será por medio de una palanca para encaste de ½" que se acoplara al husillo cuando se requiera regular, la longitud de la palanca será de 60mm en ambos lados, por lo tanto la fuerza manual necesaria para mover el husillo es:

$$F_m = \frac{T_R}{L} = \frac{5029.23}{60} = 83.82\ N$$

Al ser en ambos lados la fuerza necesaria para ejercer el par es de 4 kgF.

Para el cálculo de la longitud de la tuerca, se hará uso de ecuación del esfuerzo de aplastamiento en roscas (Alva, 2014, pág. 120), esfuerzo admisible para tuercas de bronce es $Sa = 15N/mm^2$.

$$\sigma_a = \frac{F * p}{\pi * d_m * h * B} \leq Sa$$

Dónde:

σ_a: Esfuerzo de aplastamiento

F: Carga axial

p: Paso del tornillo

d_m: Diámetro medio de la rosca

h: Altura de la rosca

B: Longitud de la tuerca.

De la Figura 4.102 se obtiene las dimensiones del tornillo y tuerca, entonces reemplazando se tiene:

$$\sigma_a = \frac{F * p}{\pi * d_m * h * B} \leq Sa$$

$$B = \frac{F * p}{\pi * d_m * h * \sigma_a}$$

$$B = \frac{1047.6N * 3mm}{\pi * 28.5mm * 1.5mm * 15N/mm^2}$$

$$B = 1.56\ mm$$

Por cuestiones prácticas, la longitud de la tuerca será de 35mm.

El ensamble parcial del husillo se presenta en la Figura 4.103

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

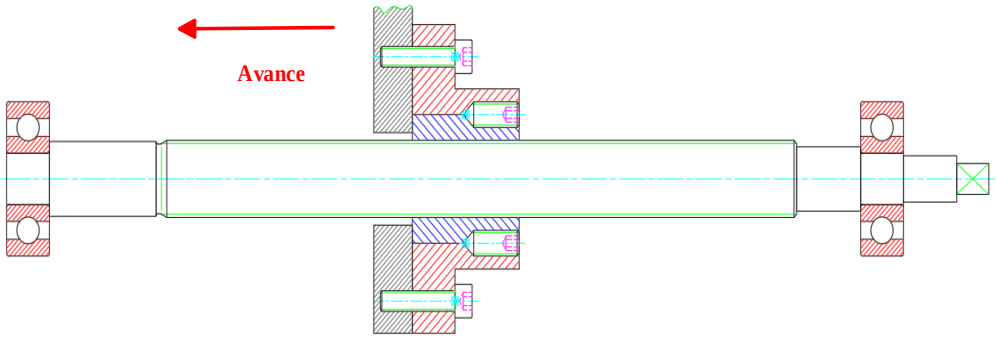


Figura 4.103 Husillo de regulación transversal
Fuente: elaboración propia

El tornillo de regulación está sobredimensionado, por lo tanto los esfuerzo de trabajo está por muy debajo de los admisibles, tampoco habría problemas en cuanto al pandeo.

Los rodamientos o chumaceras que se seleccionaran será de acuerdo a los diámetros en donde encajaran debido a que no habrá problemas por velocidad crítica y cargas elevadas[35], sin embargo por la naturaleza del montaje se requiere de una tolerancia de desalineación, si se montase un rodamiento rígido, los husillos no se podrían alinear, se bloquearían al girar. Las chumaceras admiten desalineación y ofrecen facilidad de montaje, pero el mecanismo de regulación se ubica en una zona poco accesible para el mantenimiento, por lo cual se optara por rodamientos de bolas a rotula para carga radial y desalineación así como rodamiento axial de bolas para carga axial (Figura 4.104). Ambos estarán montados en un bloque de soporte con retenes para contención de grasa, el objetivo de esto es prolongar el tiempo de vida útil de los soportes libres de mantenimiento.

[35] Según el DCL de la Figura 4.97 y la Figura 4.101, la mayor parte de la carga radial es soportada por la viga de deslizamiento transversal, la carga axial provoca esfuerzo solo en el tornillo de regulación lateral.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

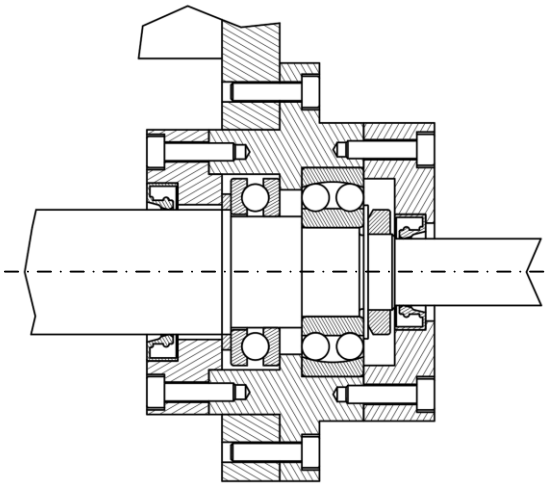


Figura 4.104 Corte del soporte del husillo de regulación transversal
Fuente: elaboración propia

Se ha finalizado el cálculo de la matriz de conformación, todos los componentes anteriormente diseñados forman parte de la esquina de conformación el cual es simétrico en 4 esquinas (Figura 4.105).

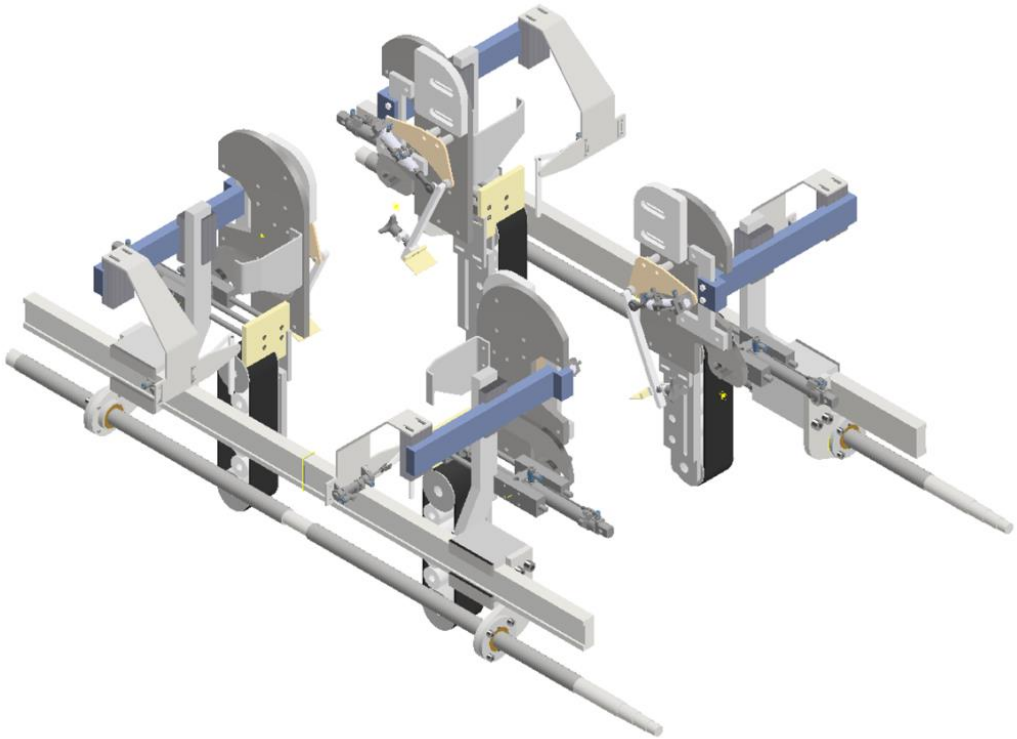


Figura 4.105 Matriz de conformación sin soportes laterales
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.4.4.1 Calculo de eje soporte de los conjuntos transversales

El peso de los componentes de la esquina de conformación a excepción de la viga y el husillo se halló anteriormente y es 38.83 kg, esto se multiplica por 2 debido a que son dos esquinas que están una sola viga. La viga de desplazamiento y el husillo pesan 20 kg, a esto se le añade el peso de chumaceras, soportes, y demás elementos conectados en los bordes que suman 5 kg, por último se agrega el peso del pistón plegador de aletas transversales. El conjunto pesa 13.2 kg y se ubica a lo largo de la viga transversal (Figura 4.107)

Por lo tanto la carga total dos esquinas de conformación, la viga, el tornillo y demás componentes es:

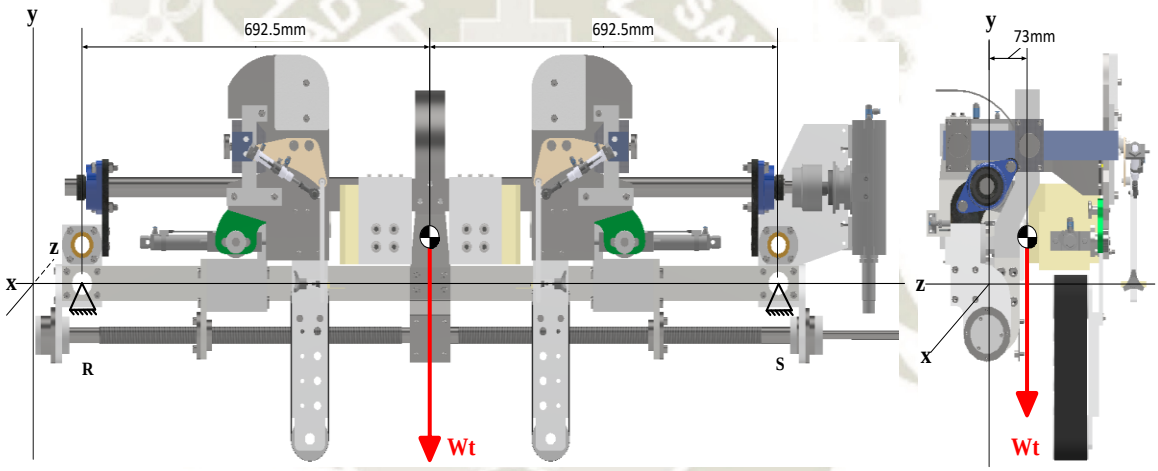


Figura 4.106 Peso transversal de la matriz de conformación
Fuente: elaboración propia

$$\text{Wt} = 38.83kg * 2 + 20kg + 5kg + 13.2kg = 115.86kg$$

$$\mathbf{Wt} = 115.86\ kg * 9.81\ {}^{m}/_{s^2} = -1136.59\ \mathbf{j}\ N$$

El momento causado por **Wt** es:

$$\mathbf{Mwtx} = -1136.59\mathbf{j}\ N * 0.073m = -82.97\mathbf{i}\ Nm$$

El conjunto de pistón plegador ejerce fuerzas dinámicas en los soportes, el máximo esfuerzo se produce cuando los esquineros llegan a su posición de plegado en 0.75s. Por motivos de ensamble en la matriz, se tuvo que ampliar el largo del eje para sujetarlo en el bloque soporte de la viga (Figura 4.107). Las fuerzas de reacción en los soportes siguen

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

siendo las mismas (Olivera Apaza, 2019, pág. 148), pero el momento flector interno aumenta, lo cual solo afecta al diámetro del eje.

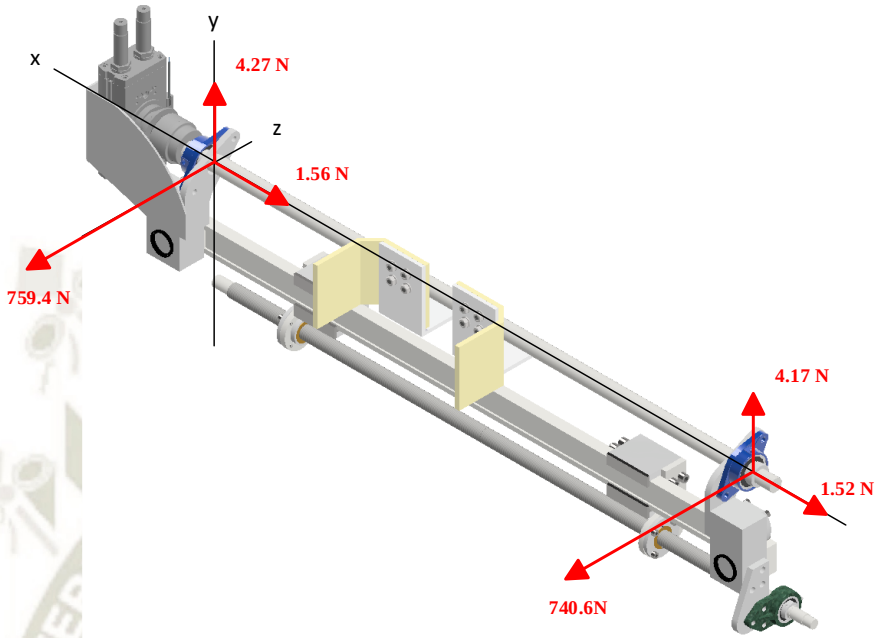


Figura 4.107 DCL de conjunto de pistón plegador sujetos a bloques de soporte de la viga transversal
Fuente: elaboración propia

Por lo tanto para la viga transversal se tiene las siguientes cargas (Figura 4.108) el peso **Wt** se reemplaza por dos cargas equivalentes en los extremos y dos momentos simétricos para producir el mismo efecto[36] de una sola carga puntual en el centro de la viga.

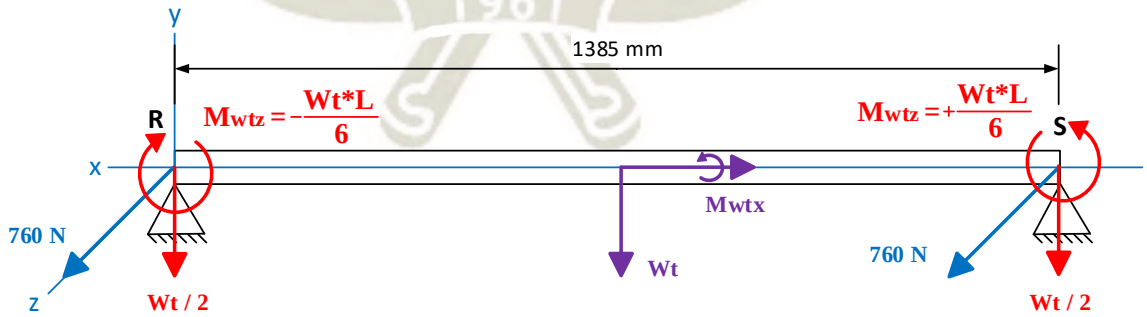


Figura 4.108 Reacciones en los soporte producto del peso puntual en centro de la viga
Fuente: elaboración propia

[36] Para obtener el valor de **Mwtz**, se iguala la deflexión de una carga puntual en el centro de una viga (1) y la deflexión causada por dos momentos equivalentes en los extremos (2).

$$\Delta_{max} = \left(\frac{PL^3}{48EI}\right)_1 = \left(\frac{ML^2}{8EI}\right)_2 \rightarrow M = \frac{PL}{6}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las cargas en los puntos R y S actúan en un bloque deslizante que se desplaza por medio de un tornillo lateral. En la Figura 4.113 se visualiza la viga lateral así como los puntos de carga R y S. Entonces se tiene en la viga lateral en el plano y-z el siguiente modelo.

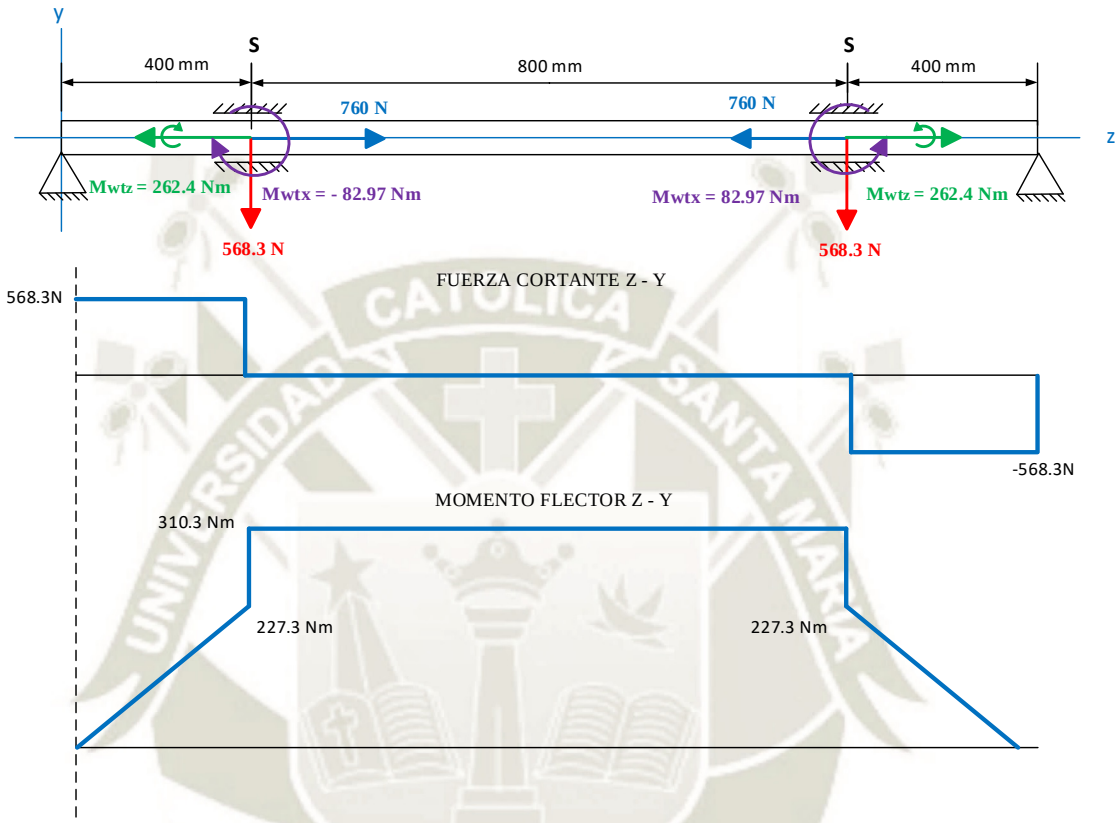


Figura 4.109 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga de desplazamiento lateral
Fuente: elaboración propia

El momento máximo ocurre en los bloques deslizantes y es:

$$M_{max} = 310.3\ Nm$$

El par de torsión máximo en el eje es:

$$T_{max} = 262.4\ Nm$$

La viga será un eje cilíndrico, según la teoría del máximo esfuerzo cortante para ejes sometidos a flexión y torsión estáticas se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$c = \left(\frac{2}{\pi * \tau_{perm}}\sqrt{M^2 + T^2}\right)^{1/3}$$

El esfuerzo cortante permisible para un acero SAE 1045 es 245Mpa

$$c = \left(\frac{2}{\pi * 185 * 10^6}\sqrt{310.3^2 + 262.4^2}\right)^{1/3}$$

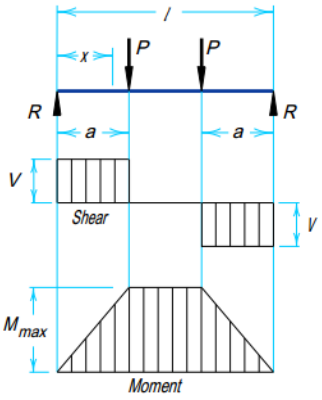
$$c = 11.18\, mm$$

El diámetro es: $2c = 22.36\, mm$

Se tomara como diámetro nominal 23 mm.

La deflexión en el eje debe ser la mínima, debido a que una deflexión mayor produciría que se trabe las guías debido a una mayor fricción en el bloque de deslizamiento. Para el modelo elaborado no hay necesidad de integrar la función de discontinuidad para hallar la deflexión de la viga sino usar el método de superposición con ayuda de los diagramas típicos de vigas del LRFD por tanto se tiene:

9. SIMPLE BEAM—TWO EQUAL CONCENTRATED LOADS SYMMETRICALLY PLACED



Total Equiv. Uniform Load	. . . . .	$= \frac{8Pa}{l}$
$R = V$	. . . . .	$= P$
M_{max}	(between loads)	$= Pa$
M_x	(when $x < a$)	$= Px$
Δ_{max}	(at center)	$= \frac{Pa}{24EI}(3l^2 - 4a^2)$
Δ_x	(when $x < a$)	$= \frac{Px}{6EI}(3la - 3a^2 - x^2)$
Δ_x	(when $x > a$ and $< (l - a)$)	$= \frac{Pa}{6EI}(3lx - 3x^2 - a^2)$

Figura 4.110 Caso Nº 9 de cargas en vigas
Fuente: **(Manual of Steel Construccion LRFD, pág. 558)**

Según la Figura 4.110 la máxima deflexión ocurre en el medio de la viga, entonces se tiene:

$$E = 200 * 10^9\, Pa$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$I = \frac{\pi * R^4}{4} = \frac{\pi * 0.023^4}{4} = 2.198 * 10^{-7}$$

$$\Delta_{max_1} = \frac{Pa}{24EI}(3l^2 - 4a^2)$$

$$\Delta_{max_1} = \frac{568.3 * 0.4}{24(200 * 10^9)(2.198 * 10^{-7})}(3(1.6)^2 - 4(0.4)^2)$$

$$\Delta_{max} = 1.52\ mm$$

La deflexión causada por los momentos **Mwtx** $= 82.97\ Nm$ (Figura 4.109) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta_{max_2} = \frac{3Ml^2}{32EI}$$

$$\Delta_{max_2} = \frac{3(82.97\ Nm) * 1.6^2}{32(200 * 10^9)(2.198 * 10^{-7})}$$

$$\Delta_{max_2} = 0.453\ mm$$

Por superposición se tiene:

$$\Delta_{max_R} = \Delta_{max_1} + \Delta_{max_2}$$

$$\Delta_{max_R} = 1.52\ mm + 0.453\ mm = 1.973\ mm$$

La deflexión resultante producto de las cargas puntuales y los momentos equivalentes no es permisible para el diseño, donde se busca deflexiones máximas de 0.5mm para evitar problemas de montaje, funcionamiento inestable y/o fallas en rodamientos rígidos por desalineamientos. Los diámetros de ejes comerciales son mayormente en pulgadas. Se multiplicara la dimensión estimada por un factor de seguridad de N=1.72 el cual permite maquinar un eje de 1 ¾" para una diámetro de 40mm el acabado deberá ser rectificado y cromado.

Entonces, para un eje de d=40mm se tiene:

$$\Delta_{max} = \frac{568.3 * 0.4}{24(200 * 10^9)\left(\frac{\pi * 0.04^4}{4}\right)}(3(1.6)^2 - 4(0.4)^2) + \frac{3(82.97\ Nm) * 1.6^2}{32(200 * 10^9)\left(\frac{\pi * 0.04^4}{4}\right)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\Delta_{max} = 0.1651\ mm\ CUMPLE$$

4.1.2.4.5 Diseño del tornillo de regulación lateral

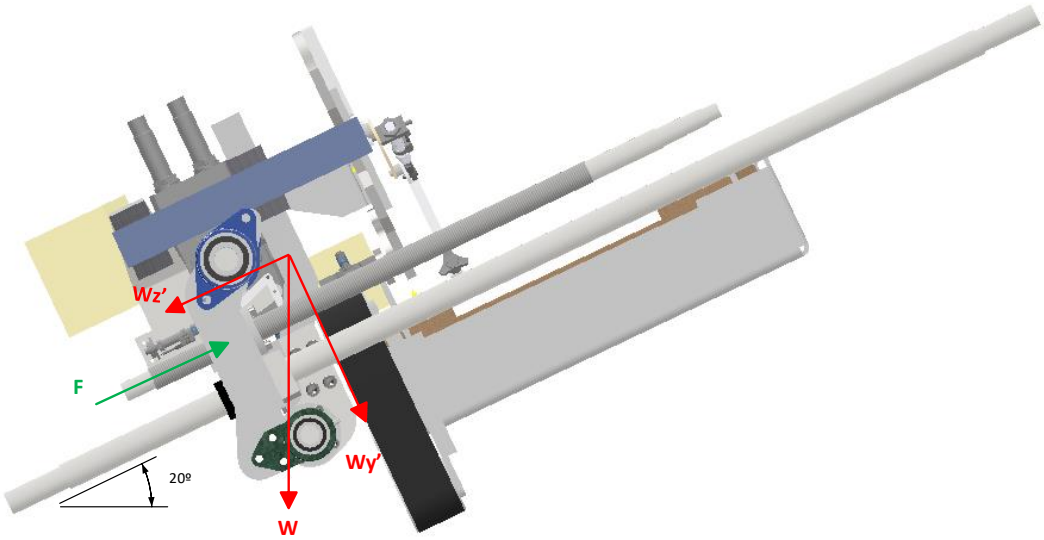


Figura 4.111 DCL de fuerzas que actúan en el tornillo de regulación lateral
Fuente: elaboración propia

El tornillo de regulación lateral se encarga de elevar una carga equilibrada, a diferencia de una que estaba en suspensión (tornillo de regulación transversal). Para el rodamiento no hay cargas dinámicas y velocidades de desplazamiento grandes como para seleccionar en base a esos criterios, simplemente debe encajar en el eje respectivo. Por lo tanto la única fuerza a vencer es el componente Wz' y Wy' del peso total de los componentes sujetos a la viga de desplazamiento transversal que es 115.86 kg-F.

El peso de los componentes sujetos a la viga es:

$$\mathbf{W} = -1136.59\ \mathbf{j}\ N$$

$$\mathbf{W}_z' = -1136.59 \sin 20\ N = 388.74\ N$$

$$\mathbf{W}_y' = -1136.59 \cos 20\ N = 1068.05\ N$$

F es la carga total a levantar por el tornillo de potencia. **Wz'** representa la carga a levantar producto de la componente horizontal respecto a 20º del peso de los componentes, **Wy'**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

produce una reacción normal perpendicular a la superficie de contacto, este valor multiplicado con el coeficiente de fricción nos da la fuerza de fricción. Entonces se tiene:

$$f_{wy'} = \mu_s * N_{wy'}$$

La fuerza de fricción estática para una condición movimiento inminente ($\mu_s = 0.15$) en sentido de la fuerza F es:

$$f_{wy'} = \mu_s * (N_{wy'} = W'_y)$$

$$f_{wy'} = 0.15 * 1068.05$$

$$f_{wy'} = 160.2\ N$$

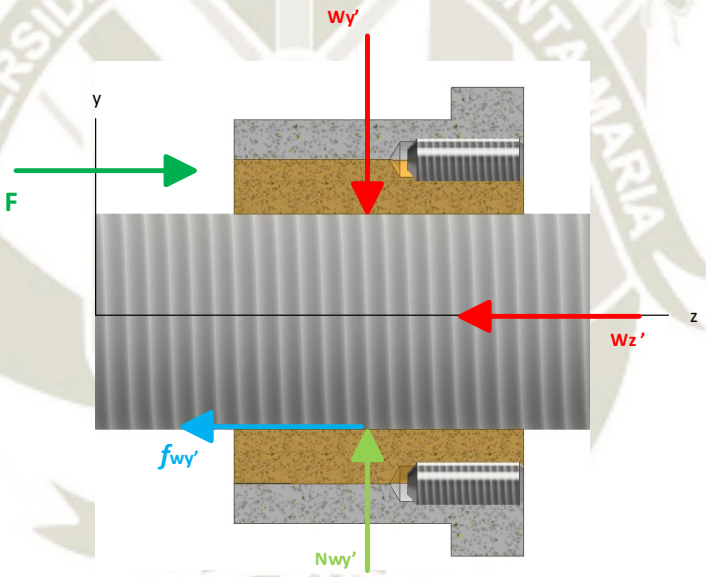


Figura 4.112 DCL de tuerca y husillo de regulación lateral
Fuente: elaboración propia

Sumando las fuerzas del DCL de la figura se tiene:

$$F = W'_z + f_{wy'} = 388.74 + 160.2 = 584.94\ N$$

Las dimensiones del tornillo serán las misma que la del tornillo de regulación transversal, se accionara por medio de una llave de encaste de ½" las especificaciones del tornillo está en la Figura 4.102.

El torque necesario para elevar la carga es:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$T_R = \frac{F\, d_m}{2}\left(\frac{l + \pi f d_m \sec\alpha}{\pi d_m - f l \sec\alpha}\right)$$

$$T_R = \frac{584.94 * 28.5}{2}\left(\frac{3 + \pi * 0.15 * 28.5 * \sec 60}{\pi * 28.5 - 0.15 * 3 * \sec 60}\right)$$

$$T_R = 2808.13\ Nmm$$

Para una longitud de palanca de 60 mm, la fuerza manual debe ser de

$$F_m = \frac{T_R}{L} = \frac{2808.13}{60} = 46.8\ N = 4.8\ kg - F$$

4.1.2.4.5.1 Selección de cadena de transmisión para regulación lateral

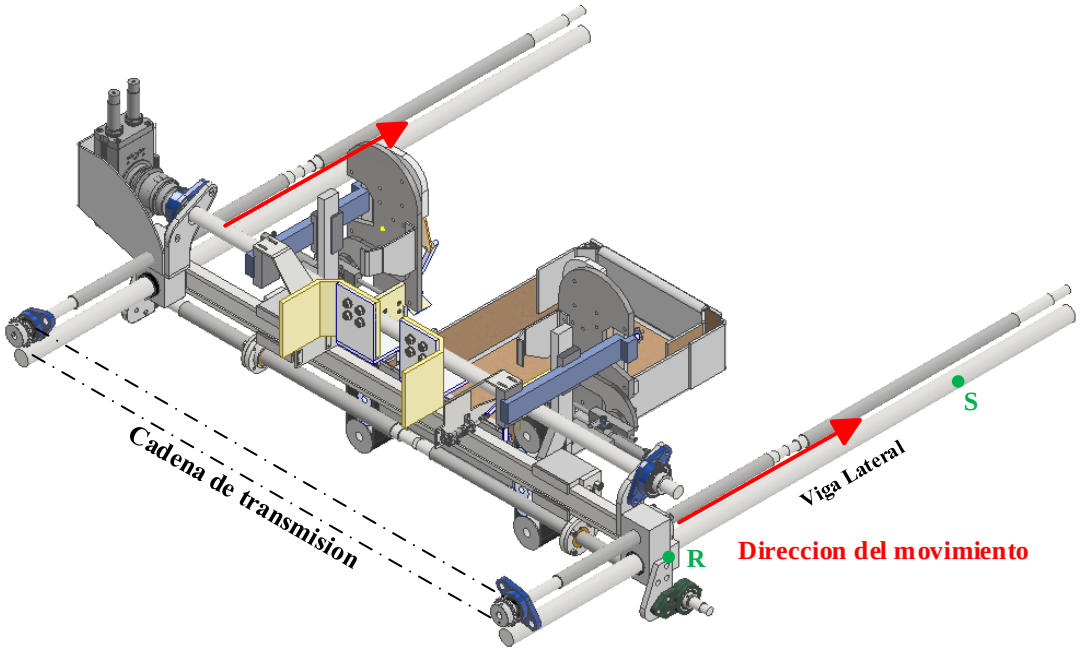


Figura 4.113 Movimiento de regulación de la cadena de trasmisión lateral
Fuente: elaboración propia

La regulación de lateral de la matriz se realiza por medio de una cadena, esta operación se hace cuando la maquina está apagada así como también se realiza las distintas calibraciones necesarias para adaptar a un determinado tamaño de caja. Los parámetros de selección de cadenas son la potencia a trasmitir y la velocidad lineal de operación. Para este caso, la potencia se determina del torque necesario para elevar la carga del tornillo de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

regulación lateral y la velocidad de operación que para este caso se asumirá en 60 RPM, entonces se tiene:

$$P = T\omega$$

$$P = 2808.13\ Nmm * 60RPM$$

$$P = 17.64\ W = 0.024\ HP$$

La relación de trasmisión es de 1:1 el piñón será de 21 dientes.

La potencia hallada es bastante pequeña, la norma ANSI establece el siguiente diagrama de curvas para selección de cadenas normalizadas.

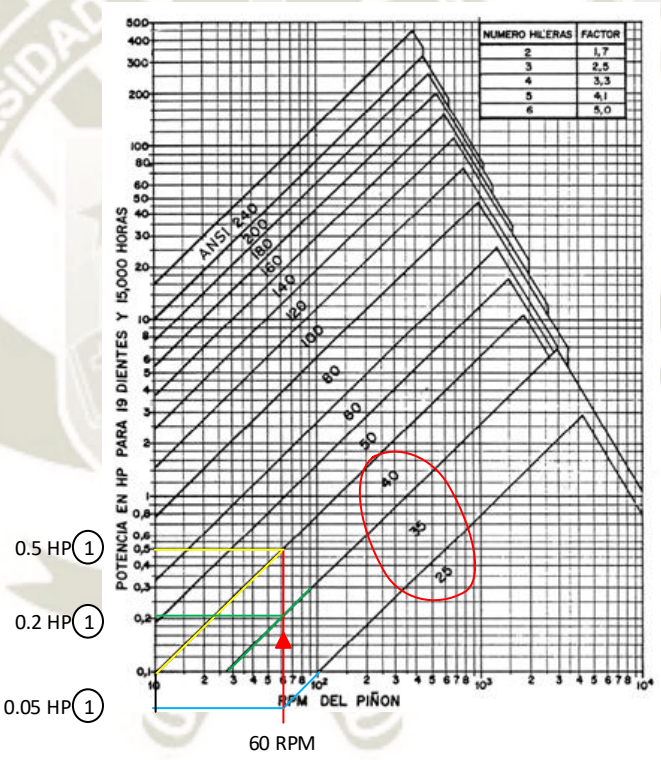


Figura 4.114 Abaco de cadenas ANSI
Fuente: **(Alva, 2014, pág. 95)**

El factor de servicio es 1.0 debido a que es un movimiento uniforme, y la carga que trasmite no produce vibraciones o impactos, según la Figura 4.114 la cadena ANSI Nº25 es más que suficiente para cumplir con el criterio de selección, el paso de la cadena es ¼". Para asegurar cualquier imprevisto y problemas de ensamble se optara por una cadena comercial ANSI Nº35 cuyo paso es 3/8".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1.2.4.5.2 Detalles constructivos de soportes de la matriz de conformación

Los soportes del tornillo lateral serán por medio de rodamiento de rodillos a rotula para soportar carga combinada, se montara en un bloque de soporte con alojamientos para retenes.

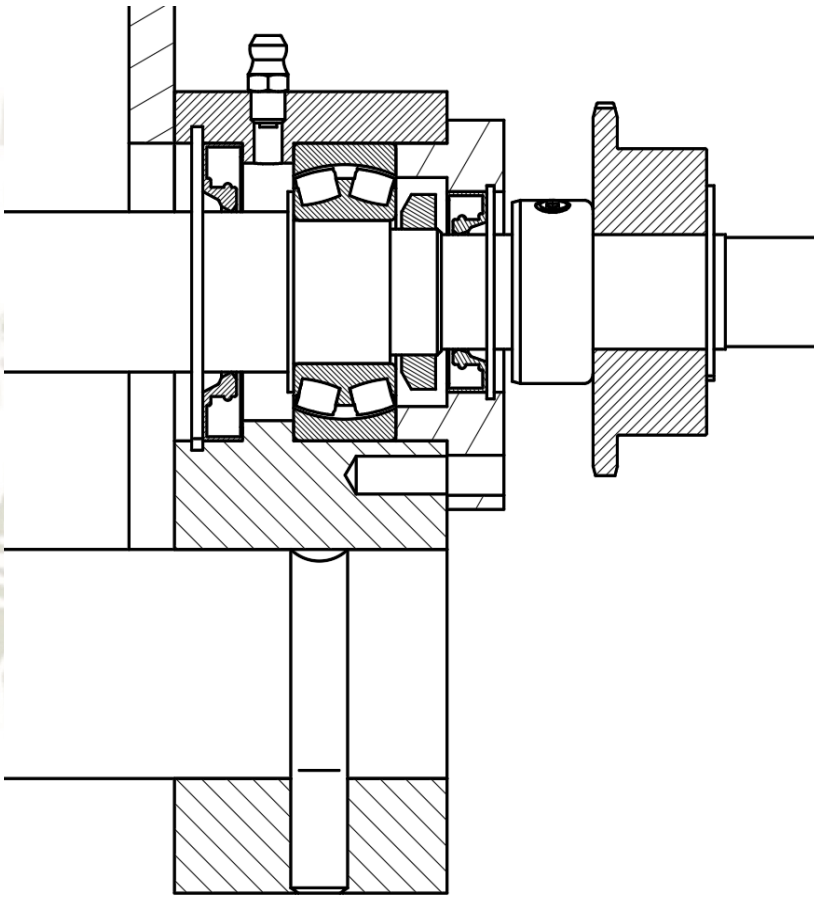


Figura 4.115 Corte seccional de soportes de tornillo y eje guía de regulación lateral
Fuente: elaboración propia

El tornillo de regulación lateral y el eje de deslizamiento se unen al bastidor principal, el montaje de la matriz de conformación se realiza aparte y se monta por los 4 puntos de anclaje por medio de pernos (Figura 4.116).

Se da por finalizado el diseño de la matriz de conformación y con ello la finalización de la función **GUIAR**, a continuación se realizara el diseño de la funciona parcial "**regular longitud lateral del molde**" y "**regulación de los inyectores de adhesivo**". Con eso se finalizaría la función **REGULAR**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

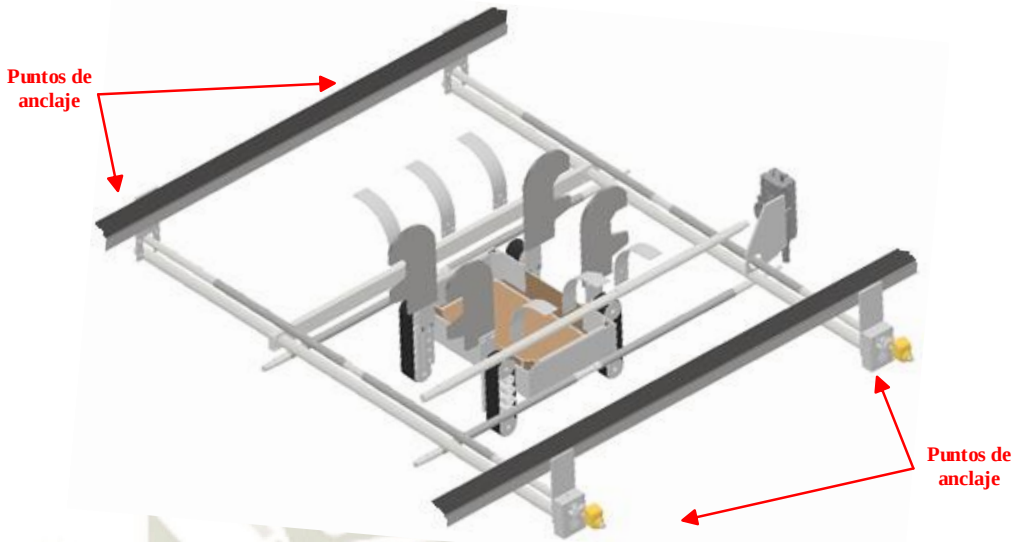


Figura 4.116 Conexión de matriz de conformación a bastidor principal
Fuente: elaboración propia

4.1.2.5 Diseño del mecanismo de regulación lateral del tamaño del molde

De la Figura 4.2 se estableció que serían 3 husillos (P) para poder regular la equidistancia del largo del molde, las guías de apoyo y deslizamiento estarán en las posiciones A y B por motivos de facilidad de montaje en esas posiciones y evitar la flexión lateral del perfil guía por el cual recorre el molde de cartón.

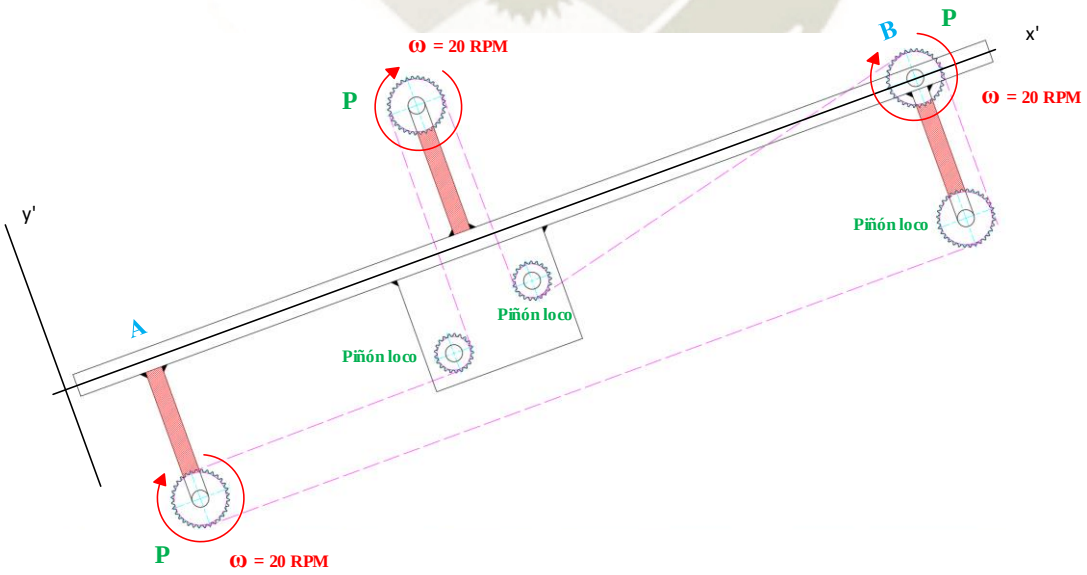


Figura 4.117 Mecanismo de regulación lateral del tamaño del molde
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los piñones P están comunicados por una cadena de transmisión, la relación de transmisión debe ser 1:1, al momento de regular la cadena se estima una velocidad de 20 RPM con el cual el operario calibra según el largo del molde.

Como no existe cargas por velocidad critica, y la potencia de accionamiento es demasiado baja, se usara la cadena ANSI Nº35 cuyo paso es 3/8".

Los piñones locos o de giro libre, tienen por objetivo dirigir el recorrido de la transmisión y tensar la cadena.

Según los cálculos sobre los husillos de regulación de la matriz de conformación, la fricción con las guías de deslizamiento y el peso de los componentes que arrastra estos mismos no producen esfuerzos considerables en tal mecanismo, para el uso que se da en este caso, los esfuerzos son aún más bajos pero la vida del tornillo debe ser extensa, entonces el tornillo de regulación para cada punto de sujeción a las guías, será de tamaño TR20x2 según DIN 378; se maquinara a partir de un eje de acero SAE 1045 de 1 ½" (Figura B-4), se requiere además del roscado helicoidal, escalones y alojamiento para los rodamientos.

4.1.2.6 Diseño del mecanismo de regulación de los inyectores de adhesivo

Debido a que los inyectores de cola no producen esfuerzos considerables, se hará uso del mismo tornillo que se aplica en los mecanismos de regulación lateral. Por lo tanto se utilizara dos tornillos opuestos del tamaño TR20x2 según DIN 378 cuyo material será SAE 1045 (Figura B.3). Adicionalmente se utilizara un perfil cuadrado para que cumpla la función de guía, en ella se soportaran el bloque guía y tuerca, además de los inyectores, válvulas y acople para el sistema de adhesivo.

4.1.2.7 Diseño del Bastidor Estructural

A continuación se realizará el diseño del bastidor estructural, para ello definiremos las funciones que realiza tal componente que a diferencia de las funciones **GUIAR** y **REGULAR**, no hay un orden o secuencia en las funciones que cumple el bastidor, el proceso técnico y la estructura de funciones no son necesarias para realizar el boceto del bastidor. Sin embargo debe estar sujeto a ciertas condiciones que se establecieron en la lista de exigencias (Tabla 3-1)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.7.1 Diseño conceptual

4.1.2.7.1.1 Funciones del bastidor

Las funciones del bastidor son las siguientes

a) Soportar cargas

   El bastidor debe poder soportar el peso y las fuerzas que se desarrollan cuando la maquina esta en movimiento, además debe soportar su propio peso.

b) Permitir el montaje y/o desmontaje de módulos o componentes sobre la propia bancada (flexibilidad)

   Cada subsistema de participa en la conformación (Figura 4.1 y Figura 4.7), debe montarse por separado. Si se requiere realizar alguna modificación (cambio de los esquineros, troquel y actuadores) para realizar otro tipo de caja; o realizar un mantenimiento mayor, estos subsistemas deben poder desmontarse parcial o totalmente de la máquina. El ángulo de 20º en el que se encuentra el bastidor impide ciertas maniobras o intervenciones en la máquina.

c) Permitir la regulación manual o inspección sin dificultad de los sistemas mecánicos o piezas (Fácil acceso)

   El operador de la maquina no debe tener dificultad para realizar ajustes o inspeccionar el funcionamiento de la máquina.

d) Servir de base o referenciación de otros componentes

   El modulo del troquel de conformación y la matriz de conformado, deben estar centrados para evitar colisiones. Las guías donde se desplaza el molde de cartón, el alimentador de moldes deben estar alineados longitudinalmente y transversalmente.

   Para lograr tal precisión lo más adecuado sería realizar un bastidor de fundición o de soldadura por placas y ser maquinado íntegramente, otra forma es por medio de ajuste de pernos en agujeros ranurados, uso de platinas de relleno, tornillos de apriete y bloques deslizantes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

e) Permitir la fijación y/o movimiento del bastidor al suelo

A diferencia de una máquina herramienta, no se requiere cimentación para absorber vibraciones causadas por las cargas existentes. El bastidor de esta máquina debe permitir la fijación al suelo y movimiento de la máquina para cambio de posición.

f) Cubrir los componentes neumáticos, guías de deslizamiento y el molde de cartón corrugado de la contaminación del ambiente exterior.

Las cajas de cartón deben ser entregadas sin contaminación por aceite, grasa o polvo para el almacenamiento de productos agrícolas, las cubiertas también se encargaran de reducir el ruido producto de los actuadores neumáticos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.7.1.2 Matriz morfológica del bastidor

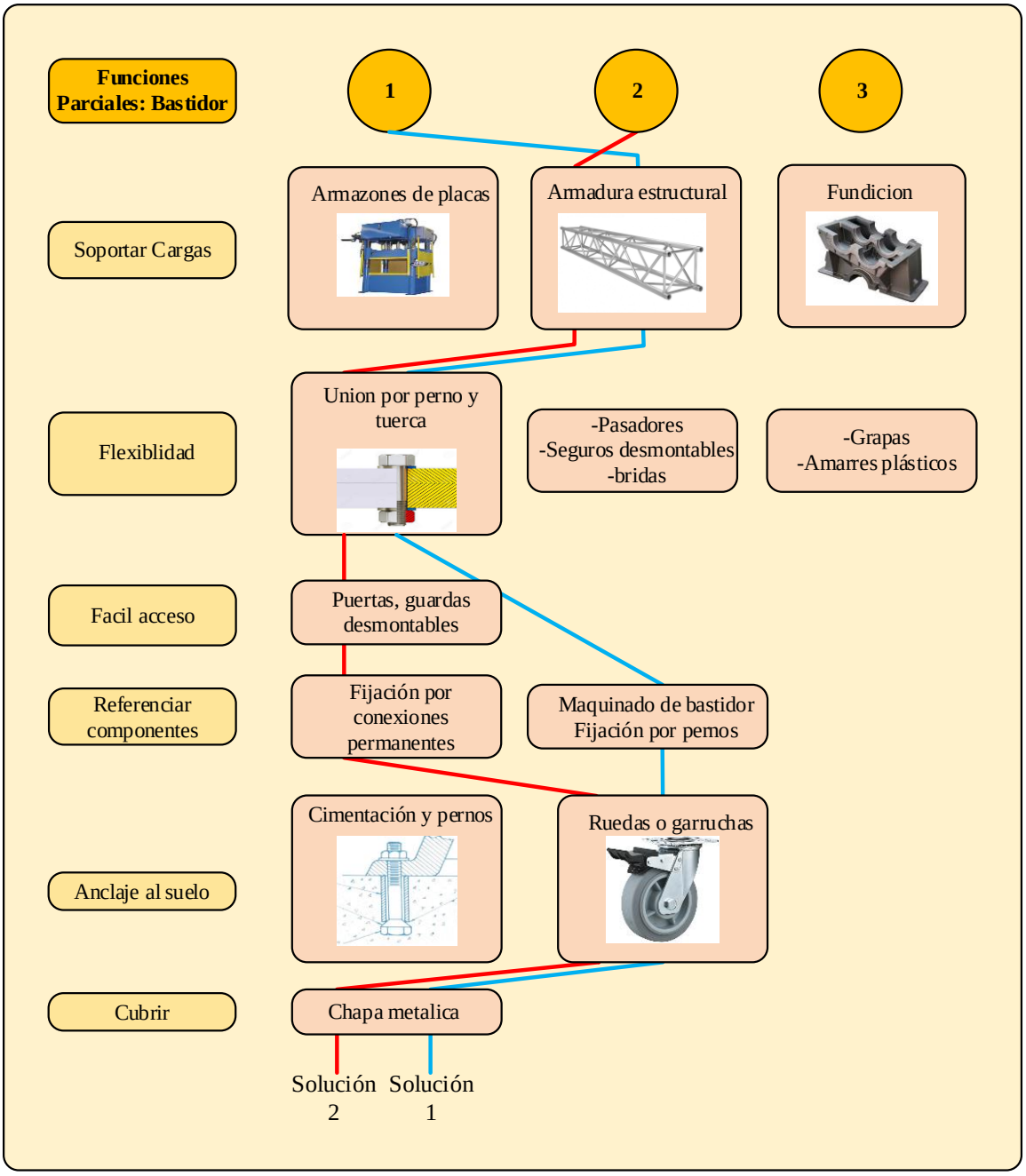


Figura 4.118 Matriz morfológica de las funciones del bastidor
Fuente: elaboración propia

4.1.2.7.1.3 Agrupación de funciones y evaluación del concepto

Solución 1.- El bastidor será construido a partir de perfiles comerciales (Tubos, ángulos, vigas H, C entre otros) y unidos por soldadura, el arreglo de los perfiles es del tipo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

armadura.[37] Los subsistemas de conformación se unirán al bastidor por medio de pernos. El acceso para la inspección o calibración de algún mecanismo será por medio de puertas y guardas desmontables, la situación especial ocurre en el momento de alinear los mecanismos, se explicara a continuación la solución para cada posible evento que ocurra en la máquina.

Centrado del troquel y la matriz de conformación: la matriz de conformación se montara por medio de pernos en el bastidor, los agujeros deben estar a la misma altura. Para centrar el troquel y la matriz, solo será necesario regular las distancias por medio de los tornillos transversales y longitudinales de la matriz. Sin embargo el plano del troquel debe ser perpendicular con el plano de la matriz.

Alineación del dosificador, el transportador y la matriz de conformado: estos tres subsistemas se alinearan por medio del mecanismo de tornillo de la función REGULAR.

Transportador de cadenas: el arrastre de los moldes será por cadena, las ruedas dentadas están dispuestas como se ve en la Figura 4.119 en el corte seccional A-A los soportes son por medio de rodamientos de rodillos. Cuando estos son montados en el bastidor, debe existir una tolerancia de coaxialidad entre sus alojamientos. Si esto no fuera así, existiría dificultades para el montaje del eje. Para permitir desalineamientos, se optaría por chumaceras, sin embargo se pierde el paralelismo de la cadena, y tendería a flexionarse lateralmente con probabilidad de que se bloquee. Al tener varios ejes con rodamientos de rodillos es necesario sujetarlos en una placa homogénea, cuyos alojamientos se maquinaran con mandrinadora, si se utilizara la armadura, se tendría que utilizar varios soportes independiente que serán complejos de alinear posteriormente.

El contacto entre el bastidor y el suelo será por medio de ruedas con frenos normalizadas, esto permitirá ubicar la maquina en diferentes posiciones según se requiera.

La armadura estructural es hueca por su forma constructiva, los ambientes donde se desempeñará la máquina, contaminaran las guías, correderas, vástagos, además de la corrosión el cual contaminara las caja de cartón, por lo tanto se hará uso de cubiertas hechas de chapa metálica y plásticos.

[37] En ingeniería, una armadura es un arreglo estructural que proporciona una solución práctica y económica, consta de elementos rectos que se conectan en nodos. Por tanto, ningún elemento continúa más allá de un nodo, generalmente tienen forma triangular, cuyos tres nodos son no colineales. Las cargas deben aplicarse en los nodos. (Beer, Johnston, Mazurek, & Eisenberg, 2006, pág. 287)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

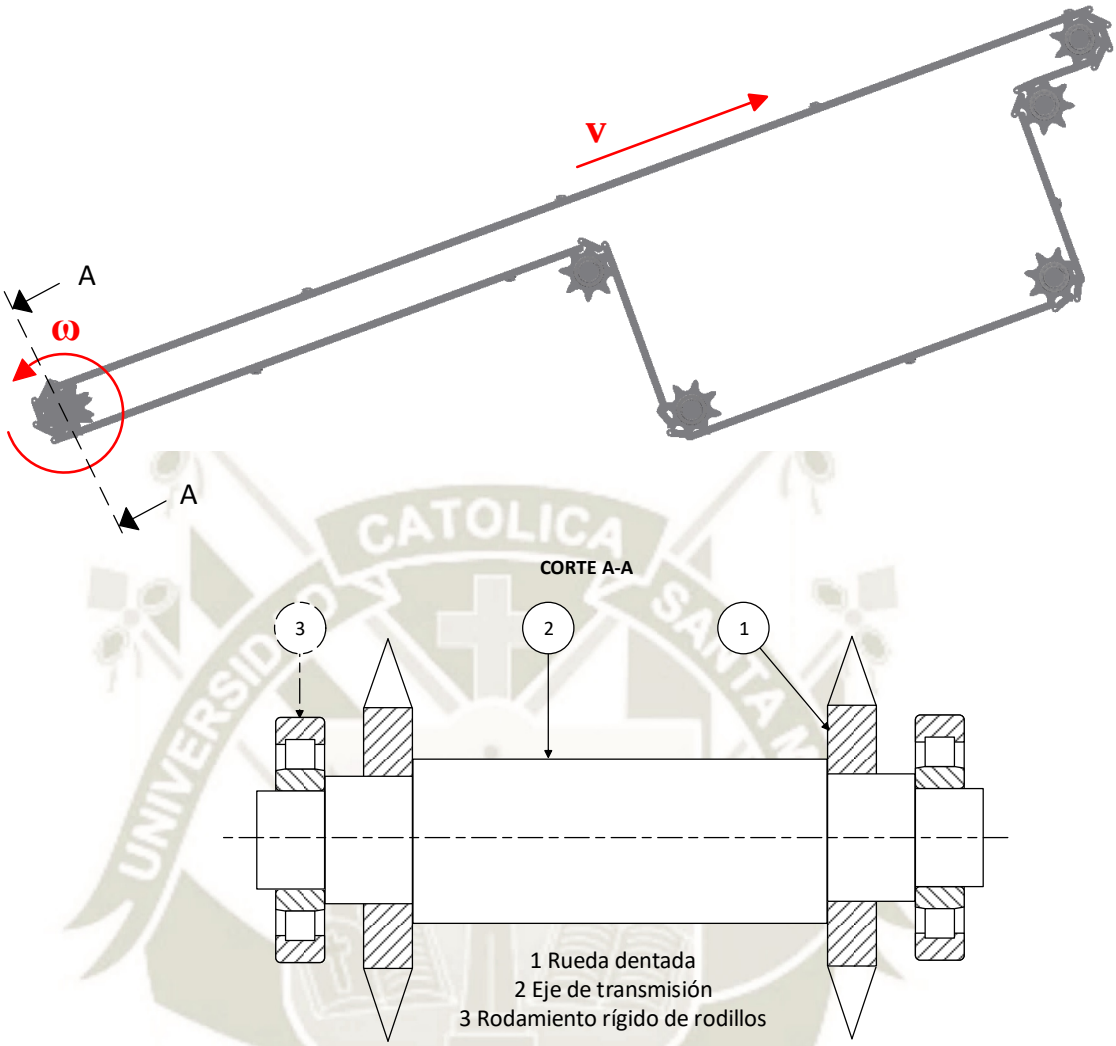


Figura 4.119 Transportador de cadenas
Fuente: Elaboración propia y **(Guzman Abril, 2019)**

Solución 2.- Es muy parecido a la solución 1, a excepción de la forma en que se referenciara lo componentes. El mecanismo de transporte debe ser modificado para ser ensamblado por medio de conexiones permanentes como soldadura o remaches. No obstante esta solución no ofrece flexibilidad a la máquina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Evaluacion del concepto de solucion 1					
Valor tecnico					
0: no satisface			2: suficiente		
1: aceptable a las justas			3: bien		
Variantes de concepto/proyectos			Solucion 1	Solucion 2	Solucion Ideal
Nro	Criterio	g (valor maximo)	P	P	P
1	Manufactura	4	3	2	4
2	Estabilidad	4	3	3	4
3	Rigidez	4	3	3	4
5	Manipulacion	4	2	2	4
6	Simetria	4	3	3	4
7	Flexibilidad	4	2	1	4
8	complejidad	4	3	0	4
Puntaje Maximo		28	19	14	28
Valor tecnico		p/g	0,679	0,500	1,000

Evaluacion del concepto de solucion 2					
Valor economico					
0: no satisface			2: suficiente		
1: aceptable a las justas			3: bien		
Variantes de concepto/proyectos			Solucion 1	Solucion 2	Solucion Ideal
Nro	Criterio	g (valor maximo)	P	P	P
1	Numero de piezas	4	2	1	4
2	Facilidad de montaje	4	3	0	4
3	costos diversos	4	0	2	4
4	pocos desperdicios	4	3	1	4
Puntaje Maximo		16	8	4	16
Valor tecnico		p/g	0,500	0,250	1,000

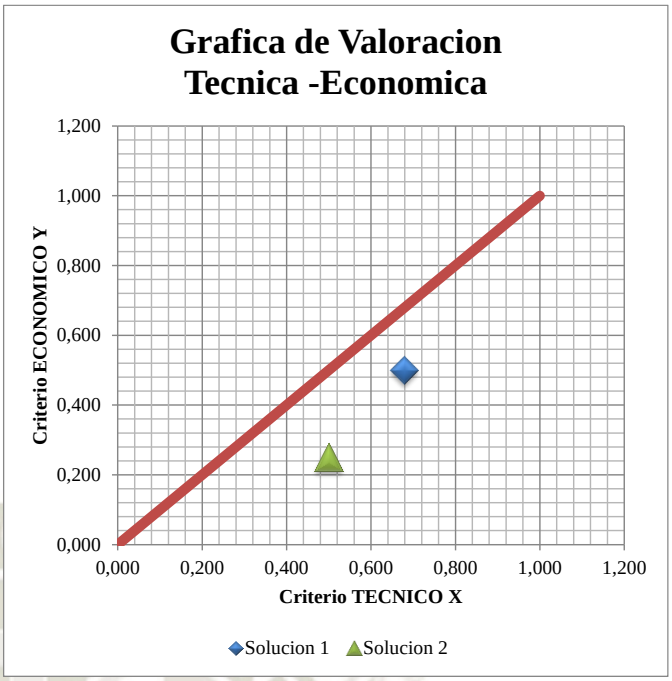


Figura 4.120 Ponderación de alternativas según VDI 2221
Fuente: elaboración propia

La **solución 1** es la más indicada a pesar que aumentara el peso de la máquina y el costo debido al uso de planchas para los soportes de los rodamientos del transportador de cadenas.

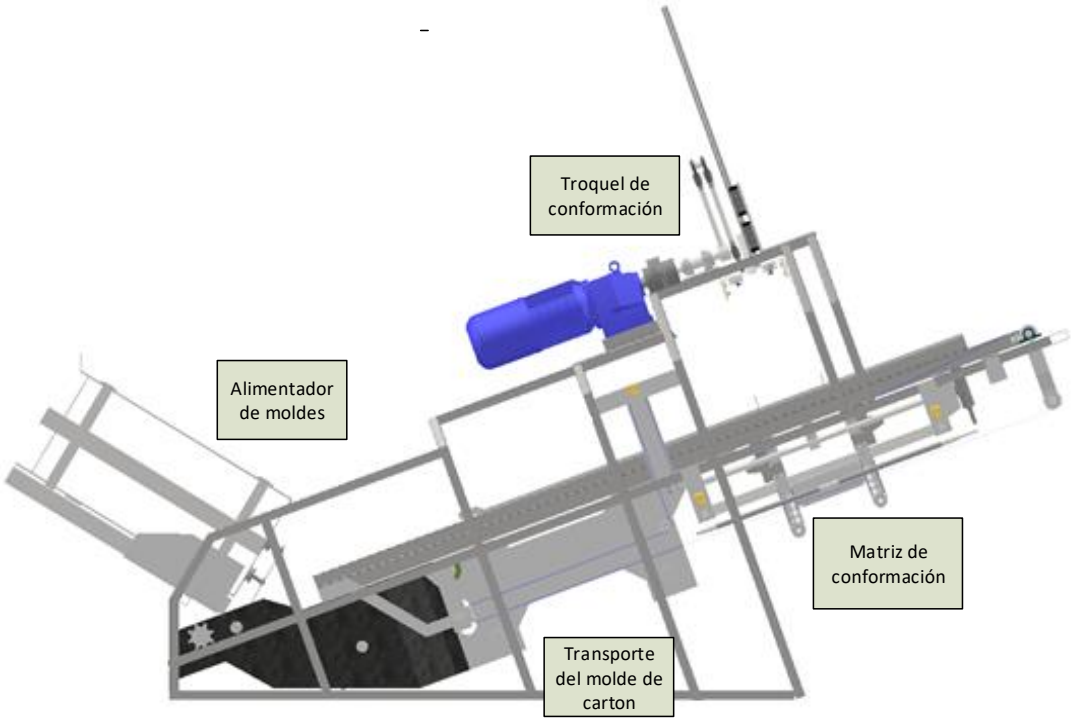


Figura 4.121 Boceto 3D del bastidor estructural
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.7.2 Diseño del bastidor superior

Primero se empezara con el diseño del pórtico que soporta al motor y el mecanismo de biela manivela. Las fuerzas que actúan son las siguientes:

a) Peso del motorreductor

El motorreductor seleccionado es de la marca NORD DRIVESYSTEMS, el peso neto del componente es 167 kg-F, se aumentara el 40% debido a vibraciones y sobrecarga.

$$Wmr = 167(1 + 40\%)kg * \frac{9.81m}{s^2} = 2293.58N$$

$$Wmry' = 2293.58 * \cos 20º = 2155.26\ N$$

$$Wmrx' == 2293.58 * \text{sen}\ 20º = 784.45\ N$$

GETRIEBEBAU NORD
Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group

NORD DRIVESYSTEMS

AGXPPM - Page 1 / 2

myNORD - Guest Global

Technical Data Sheet

Number|Date	AGXPPM.0 | 15/07/2018
Customer Account No.	
Created by	
Created on	15/07/2018
Field representative	-
Phone	+49(0)4532/289-0
Email	info@nord.com

Pos.	Description	Material
1	Helical Inline Gearmotor SK 52 - 160MH/4 BRE250 IG12 TF - TH-D	
	Incremental Encoder	Incremental Optical 1024PPR / HTL(10-30VDC) / 10-30VDC Supply / Quad / Diff / Marker
	Incremental Encoder Termination	directly wired to inverter
	Lubricant	Mineral oil CLP 220 (Standard)
	Lubricant Qty	2.50 l
	Paint Coating	F 2.0 Standard: For indoor installation (Standard) - C2*
	Paint Color	RAL 7031 Bluegrey
	Weight	167 kg
	Enclosure	IP 55
	Frequency Characteristic	60 Hz
	Requested Delivery Date	Standard

Figura 4.122 Ficha técnica del motoreductor de 11kW
Fuente: **(Olivera Apaza, 2019)**

b) Fuerzas resultantes por el mecanismo de biela manivela

Los esfuerzos máximos ocurren cuando el ángulo de la biela es 91.23º con respecto al plano vertical del troquel, donde ocurre la máxima aceleración del sistema y por lo tanto la mayor inercia rotacional del mecanismo (Olivera Apaza, 2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las reacciones R1 y R2 (Figura 4.123) son las que soportan la mayor parte de la carga y estas se fijan al bastidor, por lo tanto para el análisis estructural se tomaran en cuenta dichas reacciones.

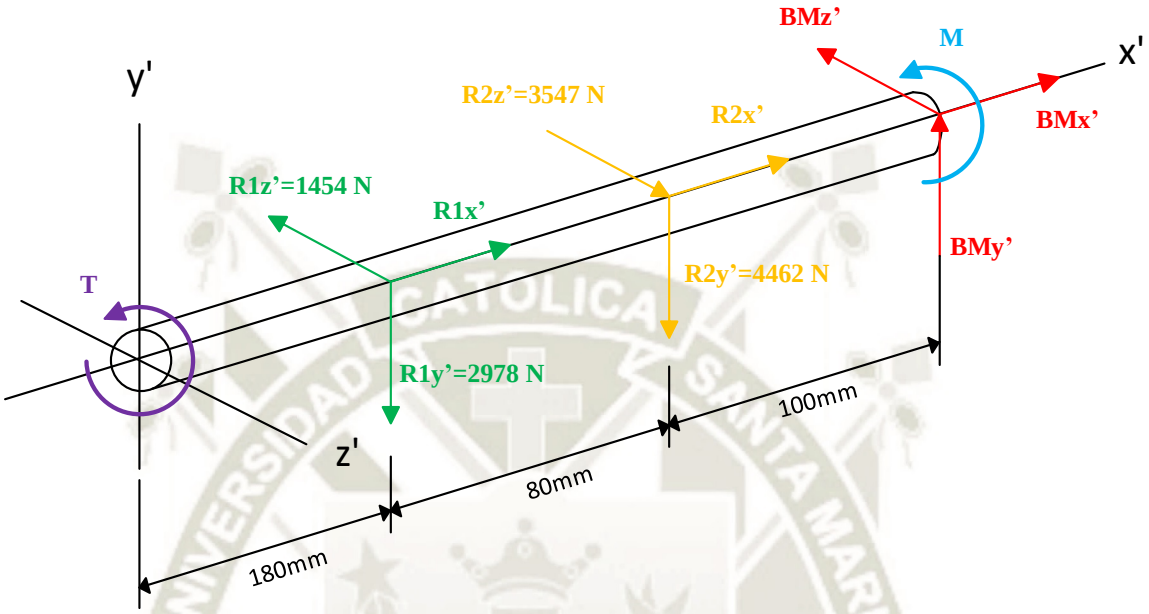


Figura 4.123 Fuerzas en el eje de trasmisión del mecanismo biela manivela
Fuente: **(Olivera Apaza, 2019, pág. 218)**

Como las fuerzas están a corta distancia entre sí, se tomara una resultante entre las reacciones R1 y R2. El cual es:

$$R12y' = -2978N - 4462N = -7440N$$

$$R12z' = -1454n + 3547N = 2093N$$

c) Fuerzas resultantes en las guías de deslizamiento

Las cargas en los carros de las guías lineales son:

$$Fy = Fcaz' = 2057\ N$$

$$Fz = Fcax' = 134.2\ N$$

$$Mx = Mcay' = 82.26\ Nm$$

$$My = Mz = 0$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

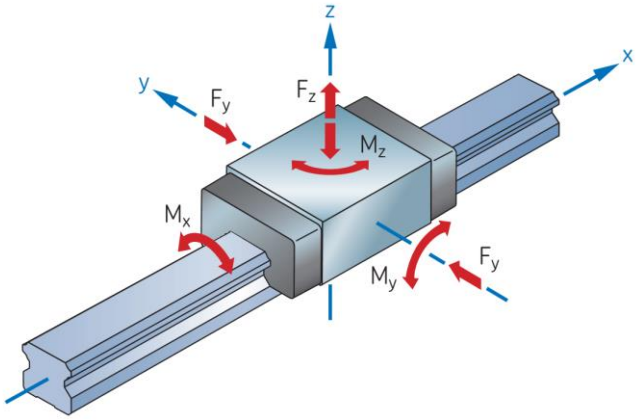


Figura 4.124 Fuerzas actuantes sobre el carro LLT
Fuente: **(Olivera Apaza, 2019, pág. 192)**

Para el modelo presente se tomara las fuerzas como cargas puntuales que actúan en los nodos, a excepción de las reacciones causadas por las chumaceras en el eje, esa zona debe estar abierta para la inspección.

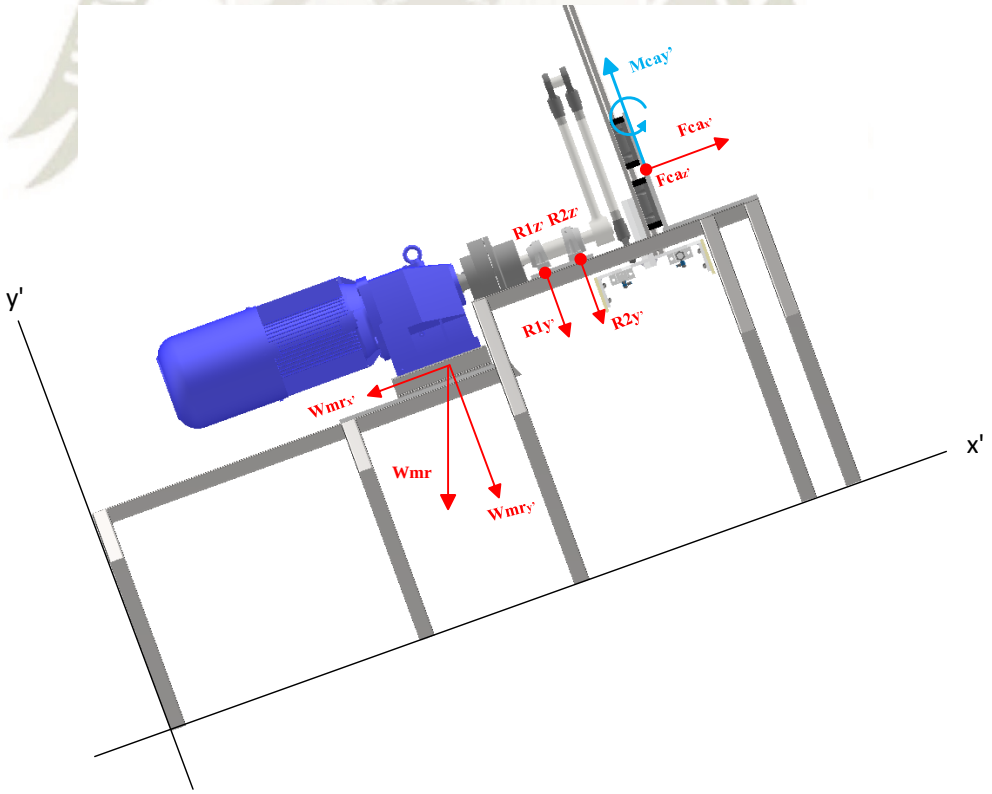


Figura 4.125 DCL del bastidor superior
Fuente: elaboración propia

Las cargas puntuales, actúan en el centro del bastidor, por lo tanto se debe trasladar dichas cargas a los extremos (nodos) para simplificar el cálculo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

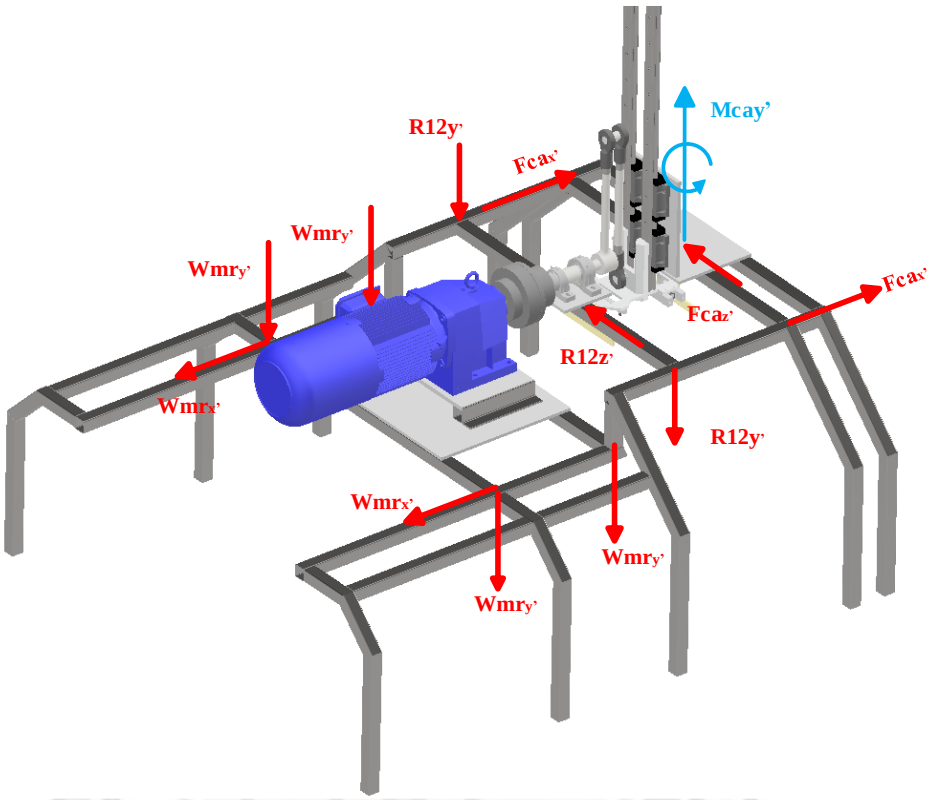


Figura 4.126 DCL en 3D del bastidor superior
Fuente: elaboración propia

Dividiendo las cargas entre los respectivos nodos se tiene:

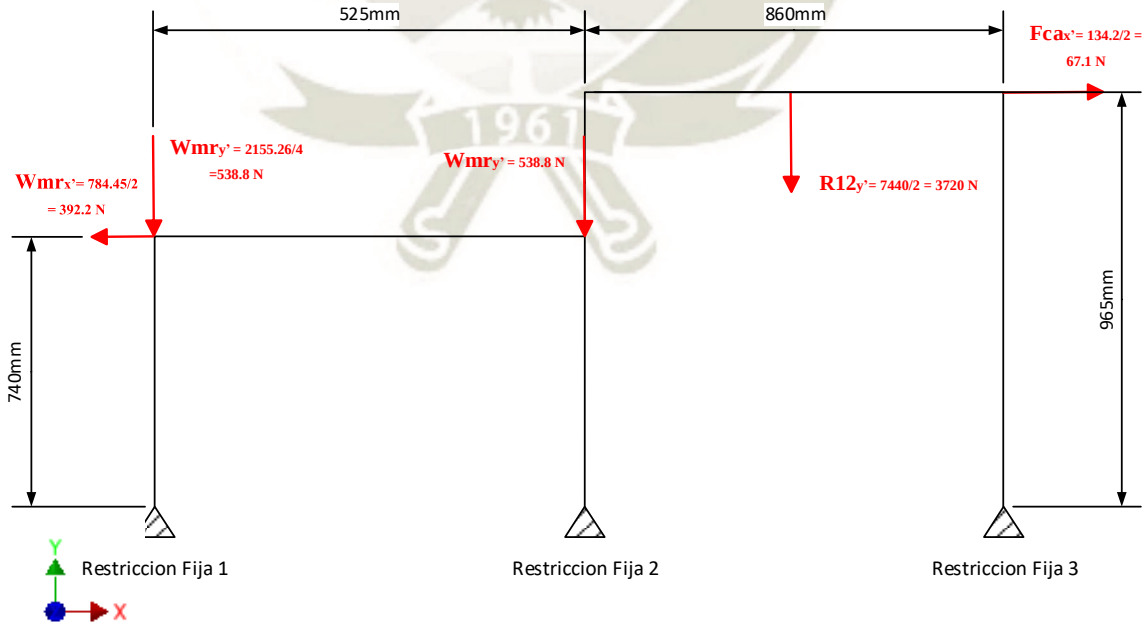


Figura 4.127 DCL del marco de columnas del bastidor superior
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se hará uso del complemento de análisis estructural de inventor para determinar las reacciones y las fuerzas internas en la armadura.

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componentes (Fx, Fy, Fz)	Magnitud	Componentes (Mx, My, Mz)
Restricción fija:1	717,552 N	226,613 N	100179,753 N mm	-0,000 N mm
		680,829 N		-0,000 N mm
		-0,000 N		-100179,753 N mm
Restricción fija:2	2446,388 N	461,159 N	157917,019 N mm	-0,000 N mm
		2402,530 N		-0,000 N mm
		-0,000 N		-157917,019 N mm
Restricción fija:3	1929,400 N	-362,672 N	107097,315 N mm	-0,000 N mm
		1895,008 N		0,000 N mm
		-0,000 N		107097,315 N mm

Figura 4.128 Fuerza y pares de reacción en restricciones
Fuente elaboración propia

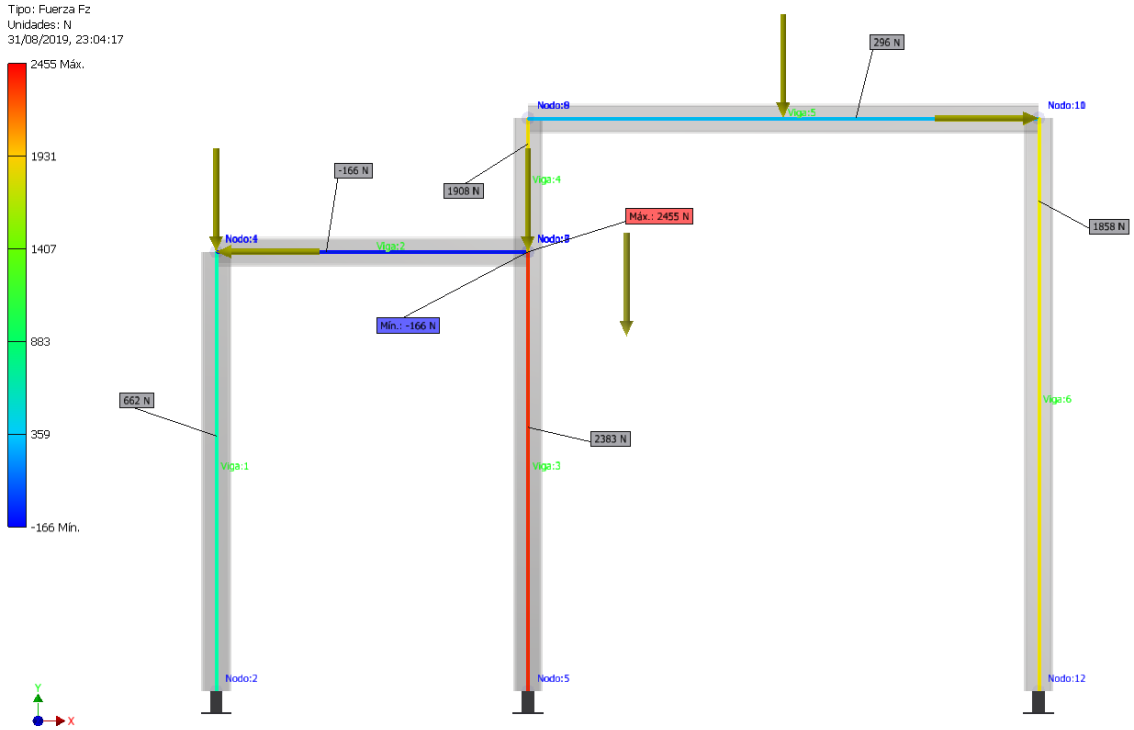


Figura 4.129 Fuerzas axiales en el bastidor superior
Fuente: elaboración propia

De la Figura 4.129, la carga máxima es del tipo compresión en la viga Nº3 (rojo) siendo el valor máximo de 2455 N, la cual condicionara la selección del perfil adecuado, la carga de tensión es despreciable.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la tabla C-2 del LRFD se tiene el caso (a) cuyo factor de longitud efectiva es $K = 0.5$.

En la tabla 3-36 del LRFD se tiene los esfuerzos de diseño de miembros a compresión para el acero A-36. Tomaremos el máximo valor para la relación $\frac{KL}{r} = 200$

El parámetro de esbeltez para miembros sometidos a comprensión inelástica es:

$$\lambda = \frac{KL}{r} = 200$$

$$r = \frac{KL}{\lambda}$$

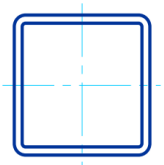
$$r = \frac{0.5 * 740mm\left(\frac{1pulg}{25.4mm}\right)}{200}$$

$$r = 0.0728\, pulg$$

El radio de giro es muy pequeño en comparación con los perfiles estructurales estándares. Para simplificar la construcción se usara perfiles de tubo cuadrado, donde las cargas se aplicaran al centroide del mismo. El pandeo que produzca en los miembros a comprensión será en un solo eje a diferencia de vigas H, C y ángulos.

Perfil HSS 2x2x1/8" (mínimo)

STRUCTURAL TUBING
Square
Dimensions and properties



Dimensions				Properties**					
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per ft	Area	*I*	*S*	*r*	*J*	*Z*
in.	in.		lb	in.^{2}	in.^{4}	in.^{3}	in.	in.^{4}	in.^{3}
2×2	0.3125	5/16	6.32	1.86	0.815	0.815	0.662	1.49	1.11
	0.2500	1/4	5.41	1.59	0.766	0.766	0.694	1.36	1.00
	0.1875	3/16	4.32	1.27	0.668	0.668	0.726	1.15	0.840
	0.1250	1/8	3.05	0.897	0.513	0.513	0.756	0.846	0.621

Figura 4.130 Propiedades de perfiles estructural tubo cuadrado
Fuente: **(American Institute of Steel Construccion, 2009)**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\lambda = \frac{KL}{r} = \frac{0.5 * 30}{0.756} = 19.84$$

El parámetro de esbeltez más próximo es: $\lambda = 20$

De la tabla 3-36 del LRFD el esfuerzo de diseño para miembros en compresión es:

$$\phi_c F_{cr} = 29.96\ ksi$$

La carga máxima permitida es:

$$P = \phi_c F_{cr} * A_g$$

$$P = 29.96 * 0.897 = 26.874\ kips = 120kN$$

$$120kN \leq 2455N$$

El tubo cuadrado de 2x2x1/8" es más que suficiente para soportar las cargas en el bastidor superior.

4.1.2.7.2.1 Análisis del marco frontal del bastidor superior.

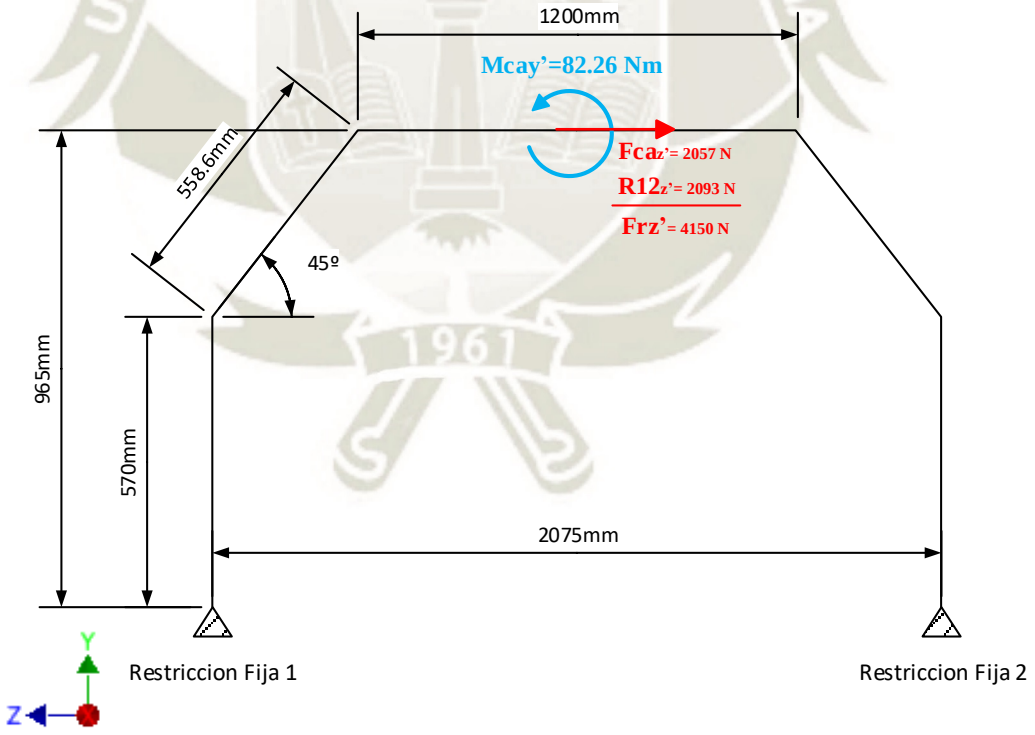


Figura 4.131 DCL del marco frontal del bastidor superior
Fuente: elaboración propia

Haciendo uso del complemento de análisis estructural de inventor se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componentes (Fx, Fy, Fz)	Magnitud	Componentes (Mx, My, Mz)
Restricción fija:2	2282,548 N	-40,533 N	1025680,638 N mm	1025258,419 N mm
		943,726 N		-932,025 N mm
		2077,923 N		29412,204 N mm
Restricción fija:1	2277,228 N	40,533 N	1021684,945 N mm	1021261,089 N mm
		-943,726 N		-914,217 N mm
		2072,077 N		-29412,204 N mm

Figura 4.132 Fuerza y pares de reacción en restricciones de marco frontal
Fuente elaboración propia

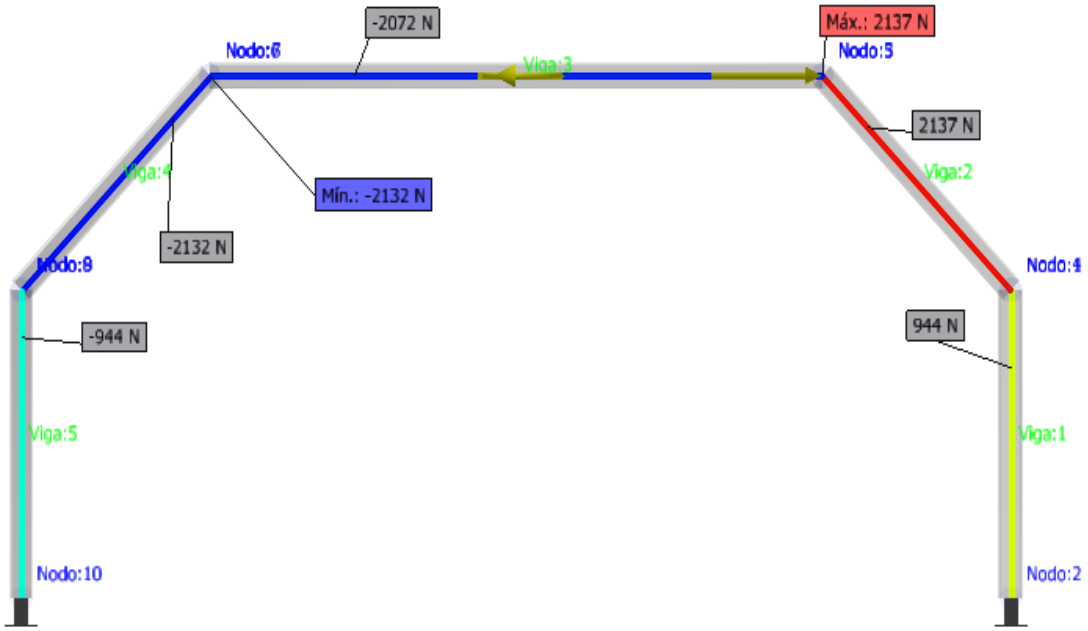


Figura 4.133 Fuerzas internas en el marco frontal del bastidor superior
Fuente: elaboración propia

De la Figura 4.129, la carga máxima es del tipo compresión en la viga Nº2 (rojo) siendo el valor máximo de 2137 N, la máxima carga de tensión se encuentra en la viga Nº4 (azul) cuyo es de 2132 N.

Diseño de miembros sometidos a compresión.

De la tabla C-2 del LRFD se tiene el caso (a) cuyo factor de longitud efectiva es $K = 0.5$.

Se utilizara perfil HSS 2x2x1/8", de la Figura 4.130 se tiene:

$$\lambda = \frac{KL}{r} = \frac{0.5 * 22}{0.756} = 14.55$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El parámetro de esbeltez más próximo para el acero A36 es: $\lambda = 15$

De la tabla 3-36 del LRFD el esfuerzo de diseño para miembros en compresión es:

$$\phi_c F_{cr} = 30.24ksi$$

La carga máxima permitida es:

$$P = \phi_c F_{cr} * A_g$$

$$P = 30.24 * 0.897 = 27.13\ kips = 120.8kN$$

$$120.8kN \leq 2137N$$

Diseño de miembros sometidos a tensión en el cual se tiene:

Para el elemento barra se aplicara la ecuación de esfuerzo normal.

$$\sigma = \frac{F}{A * \phi_t}$$

Para el acero estructural A36 se tiene el esfuerzo para el diseño por fluencia donde:

$$\sigma_t = 36000\ {}^{lb}/_{pulg^2}$$

Utilizaremos un factor para flujo plástico $\phi_t = 0.9$

La carga de tensión es: 2132 N = 217.3 kg-F

$$A = \frac{F}{\phi_t * \sigma_t}$$

$$A = \frac{217.3\ kg}{0.9 * 36000\ \frac{lb}{pulg^2}} \times \frac{2.2lb}{1kg} = 0.015\ pulg^2$$

Para el tubo cuadrado HSS de 2x2x1/8" se tiene A = $0.897 \leq 0.015$ pulg² CUMPLE

El bastidor superior será construido a partir de perfiles de tubo cuadrado, la estimación inicial indica que el perfil seleccionado es el tubo cuadrado de 2x2 pulg. Sin embargo no se ha analizado la flexión de las vigas que sostienen el peso y soportan las cargas producto de la inercia del mecanismo de biela manivela. Se realizara una simulación del bastidor superior en 3 dimensiones para observar dichos eventos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

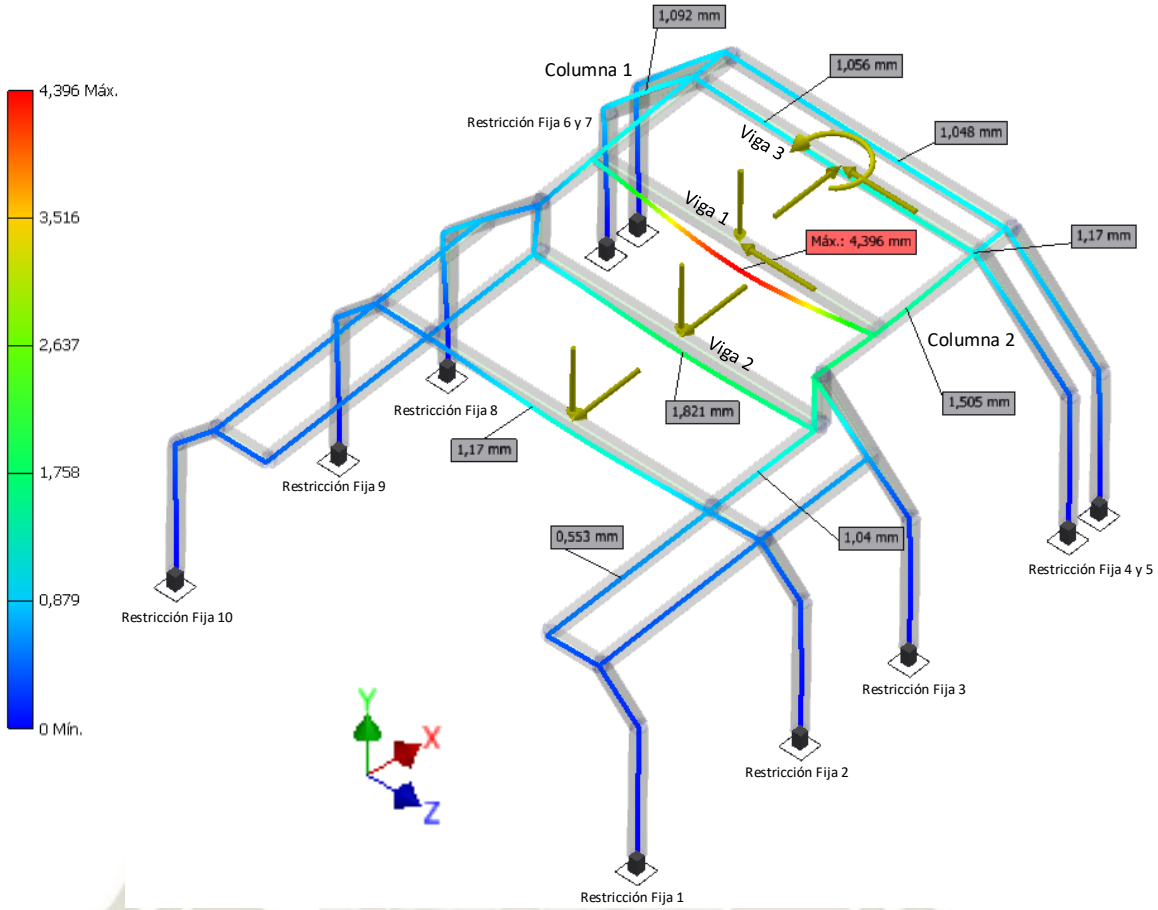


Figura 4.134 Simulación de deflexión en elementos del bastidor superior
Fuente: elaboración propia

De la Figura 4.134 la deflexión máxima ocurre en la viga Nº1, esta se encarga de soportar las fuerzas de sacudimiento del mecanismo biela manivela. La viga Nº 2, resiste el peso del motor. La viga Nº3 sostiene los carros de deslizamiento de las guías, estos mismos provocan deflexión en las columnas 1 y 2. Permitir estos valores, causaría dificultades en el funcionamiento del troquel así como desalineación y centrado del mismo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A continuación se realiza el diseño de la viga Nº1para carga por flexión.

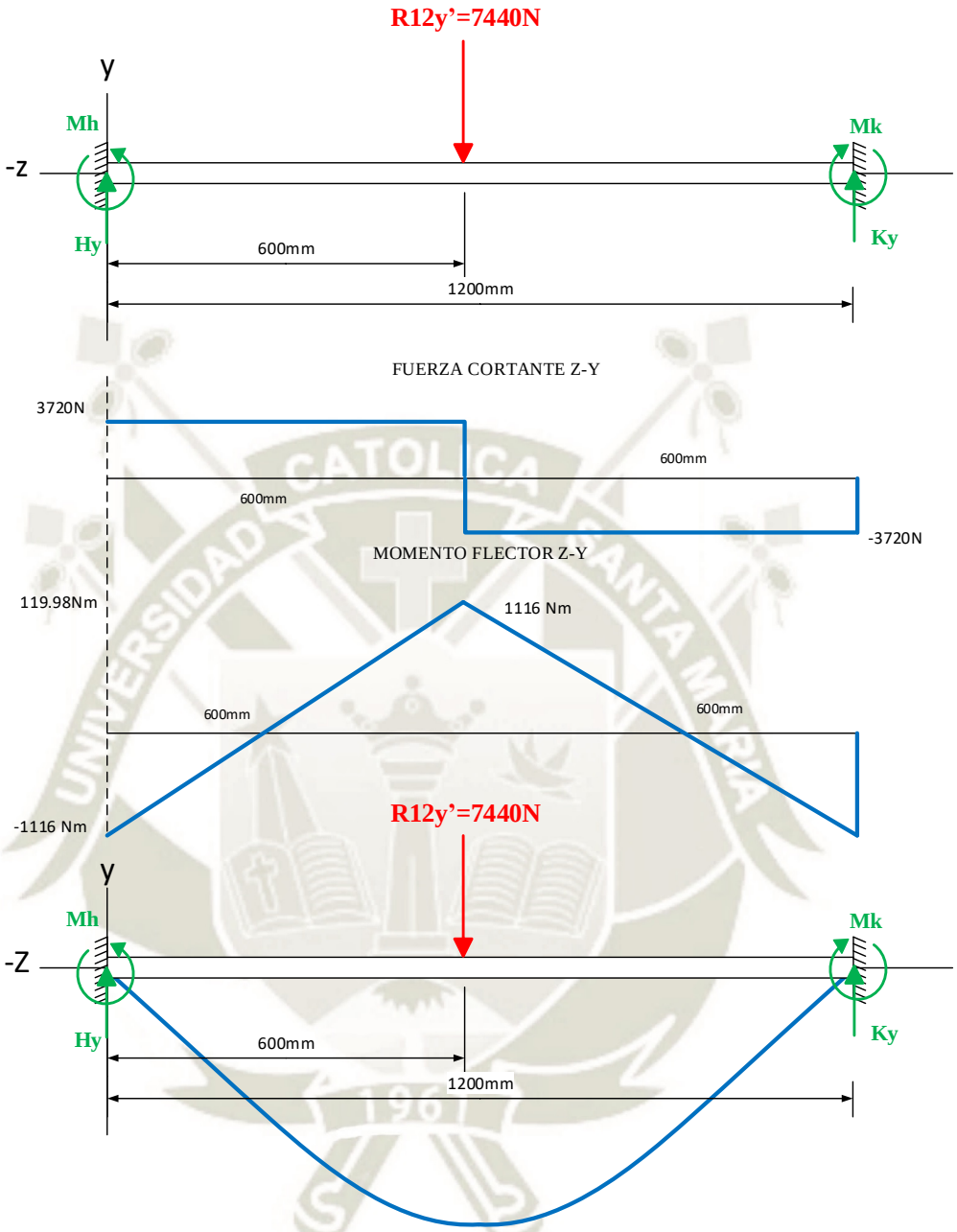


Figura 4.135 Diagramas de fuerza cortante y momento flector en viga Nº1
Fuente: elaboración propia

Utilizaremos la ecuación del módulo de la sección tal como lo presenta el método de factores LRFD[38].

[38] En cálculo estructural se emplea el módulo de la sección plástica, quiere decir que los elementos se deforman permanentemente. Para contrarrestar esta situación se curva la viga en dirección contraria a la carga (contraflecha) y se monta en la estructura. La ecuación del módulo elástico se utiliza para la primera zona de la curva de esfuerzo vs deformación, el cual se asume un comportamiento lineal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$S = \frac{M}{0.6Fy}$$

Dónde:

S: Modulo de la sección elástico $pulg^3$

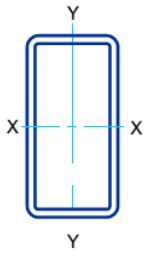
M: Momento flector $lb - pulg$ (1116 Nm = 9877.43 lb.pulg)

Fy: Esfuerzo de fluencia (Para el acero A36 el $Fy = 36000\ lb/pulg^2$

$$S = \frac{M}{0.6Fy} = \frac{9877.43\ lb - pulg}{0.6 * 36000\ lb/pulg^2} = 0.457\ pulg^3$$

Existen limitaciones para el perfil que se puede montar en esa zona, debido a que el troquel puede colisionar con la esa viga. El acople que está del otro lado; impide también el tamaño de la viga (Figura 4.126).

Se escogió el siguiente perfil 4x2x1/8”



STRUCTURAL TUBING
Rectangular
Dimensions and properties

Dimensions				Properties**									
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J
					I	S	Z	r	I	S	Z	r	
in.	in.		lb	$in.^2$	$in.^4$	$in.^3$	$in.^3$	in.	$in.^4$	$in.^3$	$in.^3$	in.	$in.^4$
4×2	0.3750	3/8	12.17	3.58	5.75	2.87	4.00	1.27	1.83	1.83	2.39	0.715	4.97
	0.3125	5/16	10.58	3.11	5.32	2.66	3.60	1.31	1.71	1.71	2.17	0.743	4.58
	0.2500	1/4	8.81	2.59	4.69	2.35	3.09	1.35	1.54	1.54	1.88	0.770	4.01
	0.1875	3/16	6.87	2.02	3.87	1.93	2.48	1.38	1.29	1.29	1.52	0.798	3.26
	0.1250	1/8	4.75	1.40	2.82	1.41	1.77	1.42	0.954	0.954	1.09	0.826	2.34

Figura 4.136 Propiedades del perfil estructural tubo rectangular
Fuente: **(American Institute of Steel Construccion, 2009)**

$$S = 1.41\ in^3$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La deflexión de la viga es:

$$\Delta máx = \frac{Pl^3}{192EI} = (7440\text{N} = 1.668\ \text{kips}) * \frac{47.2\ ^3\ pulg}{192 * 29000\ \text{ksi} * 2.82}$$

$$\Delta máx = 0.011\ pulg = 0.3mm$$

$\Delta permitda = \frac{L}{360} = \frac{47.2}{360} = 0.13pulg\ < 0.011pulg$ CUMPLE

Seguidamente se realiza el diseño de la viga Nº2 sometida a flexión es dos planos.

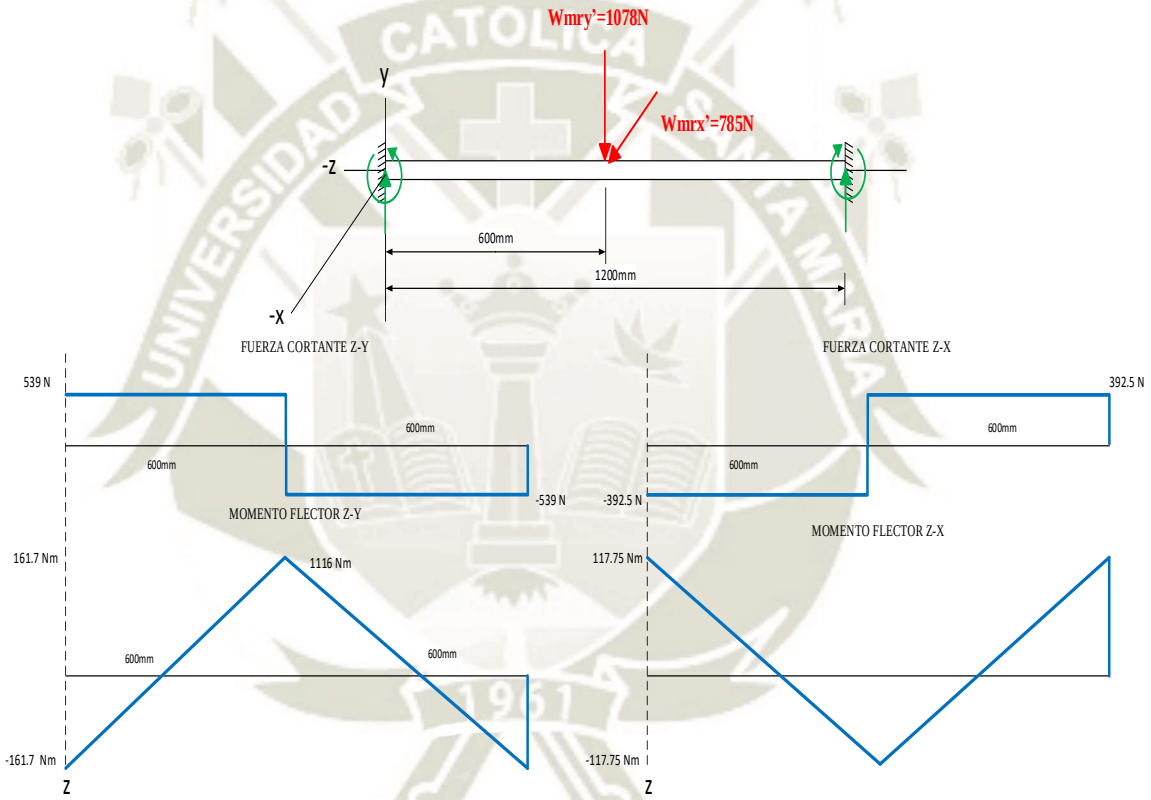


Figura 4.137 Diagrama de fuerza cortante y momento flector en viga Nº2
Fuente: elaboración propia

Fuerza cortante resultantes es:

$$Fr = \sqrt{Fzy^2 + Fzx^2} = \sqrt{539^2 + 392.5^2} = 666.8\ N$$

El momento flector resultante es:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Mr = \sqrt{Mfzy^2 + Mfzx^2}$$

$$Mr = \sqrt{161.7^2 + 117.75^2}$$

$$Mr = 200.03\ Nm = 1770.4\ lb - pulg$$

$$\mathrm{S} = \frac{M}{0.6Fy} = \frac{1770.4\ lb - pulg}{0.6 * 36000\ lb/pulg^2} = 0.08196\ pulg^3$$

Para un perfil HSS 2x2x1/8" (Figura 4.130) se tiene:

$$S = 0.513\ \mathrm{in}^3$$

$$I = 0.513\ \mathrm{in}^4$$

La carga resultante es: $P = \sqrt{1078^2 + 785^2} = 1333.5\ N = 0.3\ kips$

La deflexión de la viga es:

$$\Delta máx = \frac{Pl^3}{192EI} = (0.3\ \mathrm{kips}) * \frac{47.2\ ^3\ pulg}{192 * 29000\ \mathrm{ksi} * (0.513\ in^4)}$$

$$\Delta máx = 0.011\ pulg = 0.28mm$$

$\Delta permitda = \frac{L}{360} = \frac{47.2}{360} = 0.13pulg\ < 0.011pulg$ CUMPLE

$$\tau_{máx} = \frac{V}{Acorte}$$

$$Acorte = \frac{(666.8\ \mathrm{N} = 149.53\ \mathrm{lbF})}{0.4(Fy = 36000\ lb/pulg^2)} = 0.0103pulg^2$$

$Acorte\ Tubo\ HSS\ 2x2x1/8" = 0.897\ pulg^2$ CUMPLE

Los perfiles seleccionados permiten una desviación de 0.1 mm de tolerancia axial. Si se escogiese otros perfiles, la desviación aumentaría y por lo tanto produciría dificultades en el alineamiento del motor y el eje, el cual ocasionaría el descentrado del mecanismo biela manivela y la falta de paralelismo entre el troquel y la matriz de conformación.

En la viga Nº2 se utilizara tubo rectangular de 4x2x1/8"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las columnas serán reforzadas con chapa metálica de 2mm de espesor para suplir las cargas por pandeo (Ver Plano E-CHMB-0001).

4.1.2.7.3 Diseño del bastidor inferior

El bastidor inferior se encarga de soportar todos los pesos y cargas existentes en la máquina. Entre ellas se tiene:

a) Peso del bastidor superior

Peso de los perfiles del bastidor superior = 145.2 kgF

Peso de la chapa metálica = 30 kgF

Peso total del bastidor = 175.2 kgF

b) Reacciones causadas en el bastidor superior

Las restricciones del bastidor superior son fijas, por lo tanto el vector reacción es en tres dimensiones, así como los momentos.

Fuerza y pares de reacción en restricciones

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente Fz,Fy,-Fx	Magnitud	Componentes Mz, My, -Mx
Restricción fija:10	958,435 N	825,289 N	362473,322 N mm	34398,486 N mm
		464,326 N		-2828,710 N mm
		147,977 N		-360826,346 N mm
Restricción fija:9	2121,253 N	1419,170 N	539642,098 N mm	64501,172 N mm
		1560,259 N		-1751,005 N mm
		226,414 N		-535770,591 N mm
Restricción fija:8	3332,392 N	1786,115 N	603048,739 N mm	-214526,528 N mm
		2768,195 N		-16889,469 N mm
		-501,726 N		-563347,935 N mm
Restricción fija:7	1317,300 N	908,562 N	370675,884 N mm	-218293,836 N mm
		788,570 N		-9468,619 N mm
		-536,612 N		-299430,722 N mm
Restricción fija:6	520,490 N	244,112 N	197623,127 N mm	-181783,124 N mm
		213,815 N		-4940,056 N mm
		-406,943 N		-77365,314 N mm
Restricción fija:5	367,249 N	330,945 N	207964,741 N mm	40838,348 N mm
		-35,709 N		9627,868 N mm
		155,151 N		-203688,161 N mm
Restricción fija:4	953,836 N	-170,599 N	90911,442 N mm	67555,259 N mm
		910,938 N		9011,210 N mm
		225,587 N		-60166,231 N mm
Restricción fija:3	2375,210 N	-835,924 N	154874,434 N mm	-110204,289 N mm
		2203,800 N		-6500,538 N mm
		-293,453 N		108622,503 N mm
Restricción fija:2	761,373 N	-246,184 N	101279,708 N mm	-99091,505 N mm
		666,768 N		-15305,252 N mm
		-272,953 N		-14289,931 N mm
Restricción fija:1	218,143 N	-111,485 N	75539,581 N mm	-73167,298 N mm
		55,038 N		-18130,561 N mm
		-179,243 N		4904,844 N mm

Figura 4.138 Reacciones en restricción fijas del bastidor superior

Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la Figura 4.137 y la Figura 4.134 la máxima reacción está en el punto N°8 y el N°3. El cálculo del par de torsión en una viga de sección cuadrática se realiza por medio de la teoría de elasticidad. Como se utilizara chapas metálicas de refuerzo y cubierta de la máquina. Se omitirá el momento torsor de las restricciones.

Las restricciones N°1, 2, 4, 5 y 10 las cargas a las que están sometidas son despreciables, para uniformizar el análisis de la armadura se sumaran todas fuerzas en sus respectivos ejes.

$$\sum R_X = 1435.8\ N$$

$$\sum R_Y = 9526\ N = 971.04\ kgF$$

$$\sum R_Z = 4150\ N = 423.04\ kgF$$

Rx es despreciable en comparación con los otros ejes.

c) Peso de la matriz de conformación

De la Figura 4.106 se representó el peso de la viga transversal y todos sus componentes, la matriz contiene dos vigas transversales.

$$\mathrm{Wt} = 115.86kg * 2 = 231.72\ kgF$$

El peso de las vigas laterales y sus respectivos tornillos y rodamientos es:

$$\mathrm{Wt}' = 26kgF$$

El peso total de la matriz de conformación = 257.72 kgF

d) Peso de las guías de transporte de los moldes de cartón

Peso de las guías y perfiles sujetadores = 30 kgF

e) Peso del sistema de transporte

Peso de planchas sujetadoras de los ejes de trasmisión de potencia = 232.9 kgF

Motor eléctrico del sistema de transporte = 86 kgF

Ejes, rodamientos, cadena y ruedas dentadas = 30 kgF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fuerzas y reacciones = 30% del peso total del sistema de trasnporte

Peso total del sistema de transporte = 453.57 kgF

f) Peso del subsistema de alimentación.

La masa de un molde cartón es 0.815 kg (Olivera Apaza, 2019, pág. 62). El magazine tiene una capacidad para 200 moldes.

Peso de los moldes = 163 kgF

Peso de la estructura de metal = 38 kgF

Peso total del subsistema de alimentación = 201 kgF

Según el diseño conceptual se tiene el siguiente modelo estructural de la armadura del bastidor inferior.

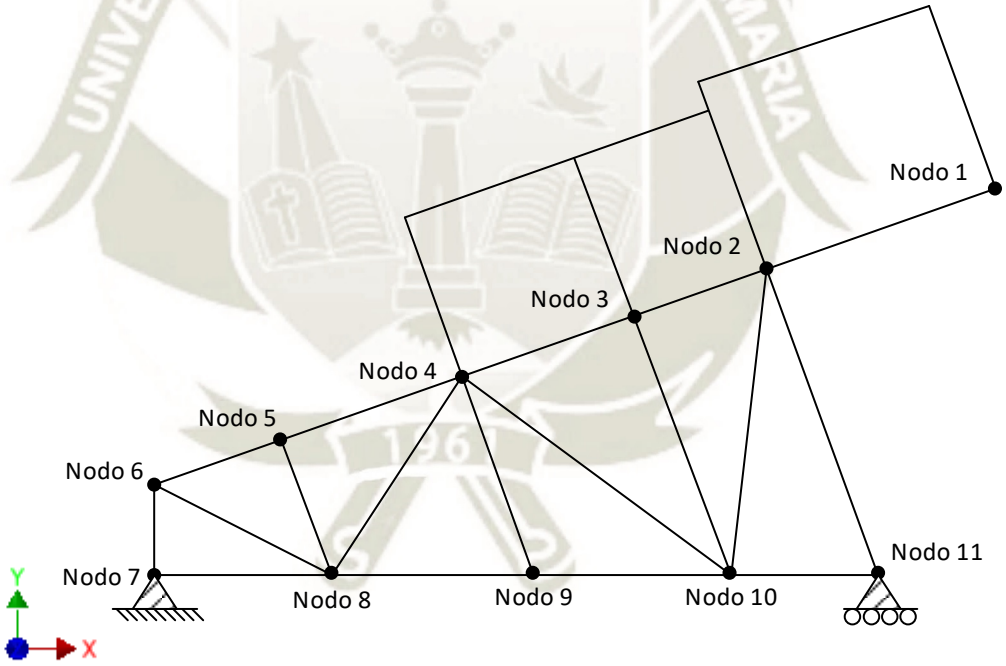


Figura 4.139 Armadura del bastidor inferior
Fuente: elaboración propia

Todas las cargas se aplican a los nodos superiores, sin embargo no todos los pesos que se sujeta en el bastidor actúan uniformemente en los nodos superiores, por ejemplo; el bastidor superior solo ejerce presión sobre los nodos 1, 2, 3 y 4; la plancha de sujeción para los rodamientos del sistema de transporte solo se apoya en los nodos 3, 4 y 6.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se tiene que tener en cuenta que son dos extremos. Por lo tanto cada carga por nodo se reduce a la mitad.

Tabla 4-4
Distribución de cargas en la armadura del bastidor inferior

Denominación	Peso (kg-F) (Eje y)	Nodos de aplicación	Carga por nodo (kgF) x 2 extremos
Armadura bastidor superior	175.2	1, 2, 3 y 4	21.9
Reacciones del bastidor superior	Ry = 971.04 Rz = 423.04	1, 2, 3 y 4	R'y = 121.38 R'z = 52.9
Matriz de conformación	257.72	1 y 2	64.43
Guías del molde	30	1 y 4	7.5
Sistema de transporte	453.57	3, 4 y 6	75.6
Magazine de moldes	201	5 y 6	50.25

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto se tiene para cada nodo

$$Nodo\ 1 = 21.9 + 121.38 + 64.43 + 7.5 = 215.21\ kgF = 2111.2\ N$$

$$Nodo\ 2 = 21.9 + 121.38 + 64.43 = 207.71\ kgF = 2037.6\ N$$

$$Nodo\ 3 = 21.9 + 121.38 + 75.6 = 218.88\ kgF = 2147.2\ N$$

$$Nodo\ 4 = 21.9 + 121.38 + 7.5 = 150.78\ kgF = 1479.2\ N$$

$$Nodo\ 5 = 50.26\ kgF = 493.1\ N$$

$$Nodo\ 6 = 75.6 + 50.25 = 125.85\ kgF = 1234.6\ N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

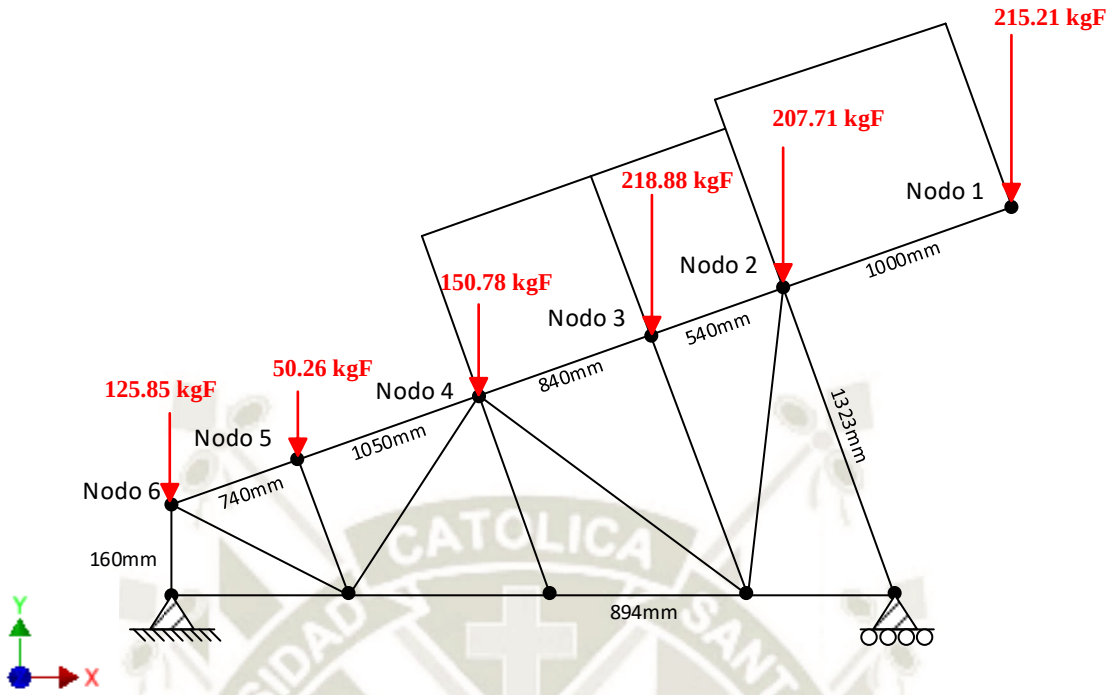


Figura 4.140 Cargas aplicadas a la armadura del bastidor inferior
Fuente: elaboración propia

Realizando simulación se obtiene las fuerzas internas.

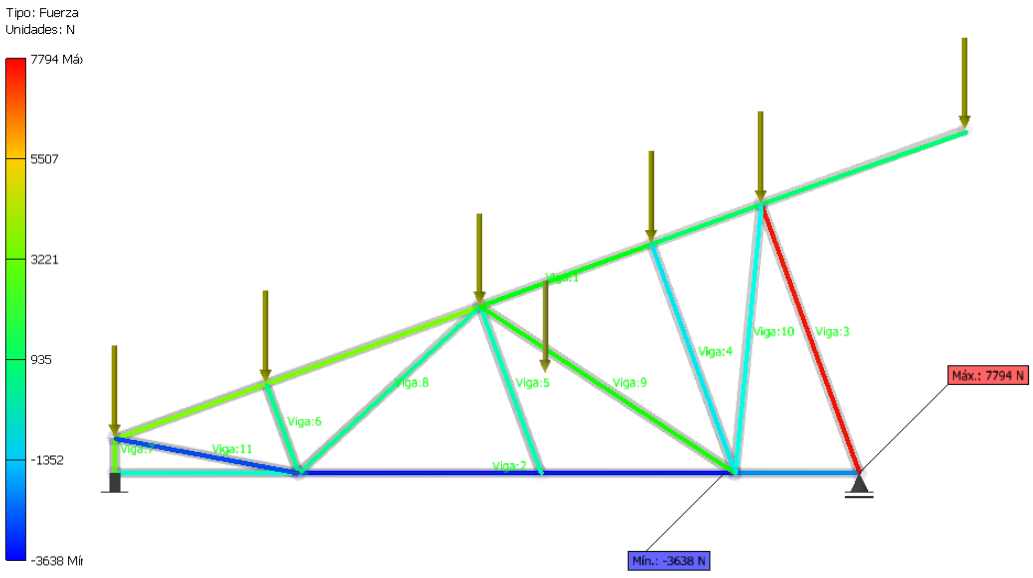


Figura 4.141 Simulación FEM de armadura de bastidor inferior
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las máximas fuerzas internas se desarrollan en los elementos tipo barra Nº3=7794 N y Nº2=-3638 N (rojo y azul) que están sometidos a compresión y tensión. Por lo tanto se seleccionara el perfil adecuado para estos elementos.

Diseño de miembros sometidos a compresión.

De la tabla C-2 del LRFD se tiene el caso (c) cuyo factor de longitud efectiva es $K = 1$

$$\lambda = \frac{KL}{r} = 200$$

Esta relación del parámetro de esbeltez, para un acero A36 indica las condiciones mínimas que debe cumplir un perfil sometido a un esfuerzo de compresión. Esta relación permite obtener un radio de giro tentativo para seleccionar el perfil que cumplirá las condiciones de diseño.

$$r = \frac{KL}{200} = \frac{1 * 52.1pulg}{200} = 0.2605$$

El perfil HSS o ángulo estructural más mínimo, existente en el mercado tiene un radio de giro superior a 0.5 pulg. No es práctico seleccionar perfiles de tales dimensiones, debido que se requiere de ciertas dimensiones para montar los demás miembros del bastidor inferior.

Se escogerá tentativamente el perfil HSS 4x2x1/8”

$$\lambda = \frac{KL}{r} = \frac{1 * 52.1pulg}{0.826\,pulg} = 63.08$$

El parámetro de esbeltez más próximo para el acero A36 es: $\lambda = 63$

De la tabla 3-36 del LRFD el esfuerzo de diseño para miembros en compresión es:

$$\phi_c F_{cr} = 24.83\ ksi$$

La carga máxima permitida es:

$$P = \phi_c F_{cr} * A_g$$

$$P = 24.83\ ksi * 1.40\ pulg^2 = 34.762\ \ kips = 155\ kN$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$155\ kN \leq 7794N \text{ CUMPLE}$$

Diseño de miembros sometidos a tensión.

Para el elemento barra se aplicara la ecuación de esfuerzo normal

$$\sigma = \frac{F}{A * \phi_t}$$

Para el acero estructural A36 se tiene el esfuerzo para el diseño por fluencia donde:

$$\sigma_t = 36000\ {}^{lb}/_{pulg^2}$$

Utilizaremos un factor para flujo plástico $\phi_t = 0.9$

La carga de tensión es: 3638 N = 370.8 kg-F

$$A = \frac{F}{\phi_t * \sigma_t}$$

$$A = \frac{370.8\ kg}{0.9 * 36000\ \frac{lb}{pulg^2}} \times \frac{2.2lb}{1kg} = 0.025\ pulg^2$$

Para el tubo rectangular HSS 4x2x1/8" se tiene $A = 1.40 \leq 0.025 \text{pulg}^2$ CUMPLE

De la Figura 4.139 existe una carga en voladizo que se analizara como una viga.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

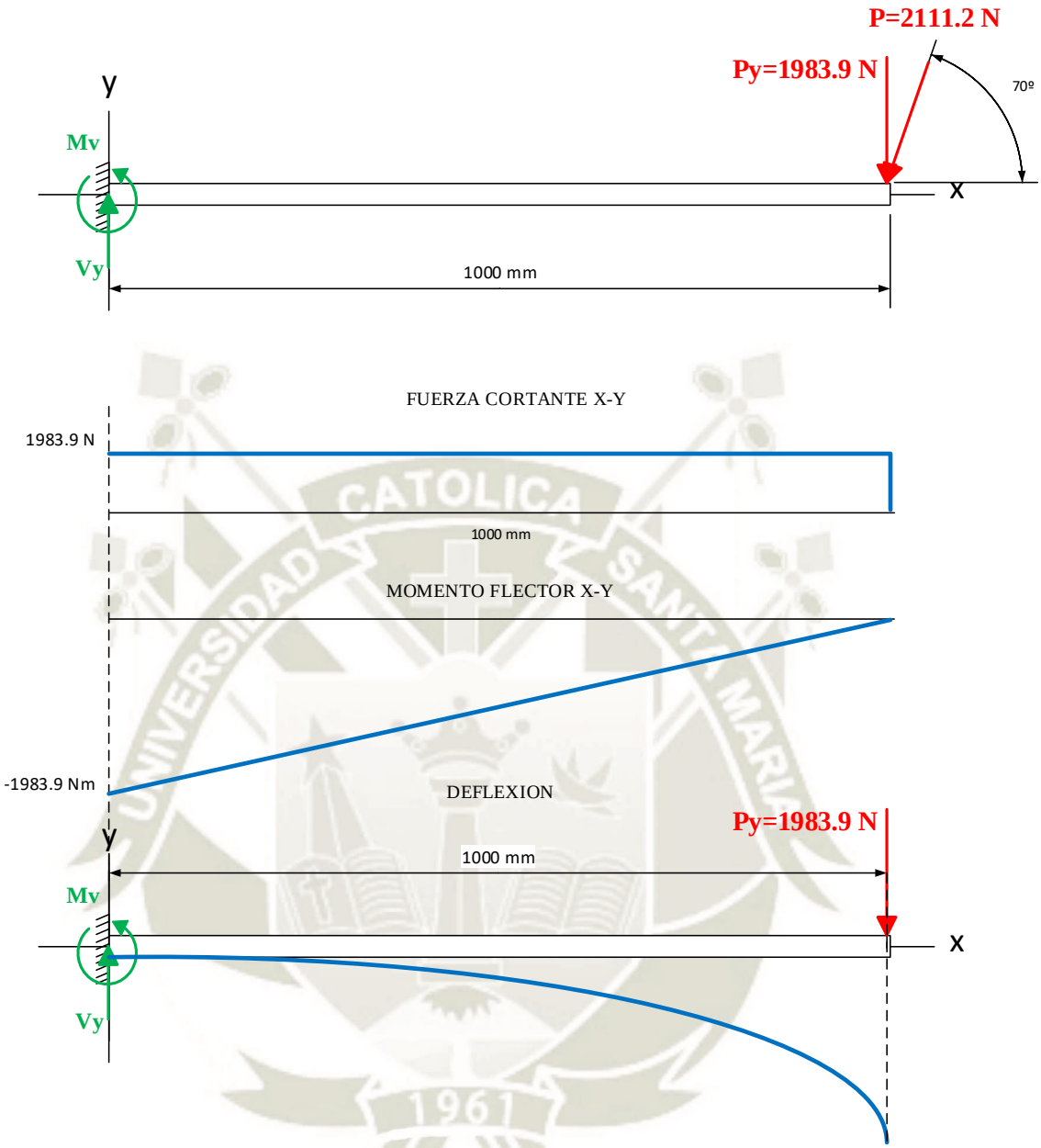


Figura 4.142 Diagrama de fuerza cortante y momento flector de viga en voladizo
Fuente: elaboración propia

$$Mmax = 1983.9\ Nm = 17558.99\ lb - pulg$$

$$S = \frac{M}{0.6Fy} = \frac{17559\ lb - pulg}{0.6 * 36000\ lb/pulg^2} = 0.8129\ pulg^3$$

El perfil superior de la armadura; constructivamente, no está cortado en cada nodo de unión, sino es uno solo hasta la parte en voladizo. Para uniformizar la construcción y facilitar su armado se utilizara un perfil HSS 4x2x1/8". Este perfil soportara la carga de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

forma transversal, quiere decir en el eje Y (menor inercia) debido a que se requiere de una superficie mayor para montar chumaceras de los tornillos reguladores.

De la Figura 4.136 se tiene para un perfil HSS4x2x1/8" se tiene:

$$S = 0.954\ in^3$$

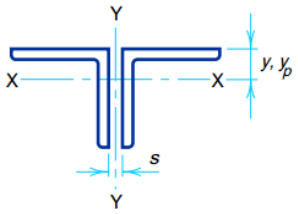
$$I = 0.954\ in^4$$

La deflexión de la viga es:

$$\Delta máx = \frac{Pl^3}{3EI} = (1983.9\ \text{N} = 0.445\ \text{kips}) * \frac{39.4^{\,3}\ pulg}{3 * 29000\ \text{ksi} * (0.954\ in^4)}$$

$$\Delta máx = 0.328\ pulg = 8.33\ mm$$

La deflexión es muy elevada. Los perfiles de mayor espesor a 1/8" son escasos, se utilizara refuerzos que conste de dos perfiles L 2x2x1/8 para reforzar dicha zona.



DOUBLE ANGLES
Two equal leg angles
Properties of sections

Designation	Wt. per ft 2 Angles	Area of 2 Angles	Axis X-X					
			I	*S*	*r*	*y*	*Z*	y_p
	lb	$in.^2$	$in.^4$	$in.^3$	in.	in.	$in.^3$	in.
L2×2×3/8	9.40	2.72	0.958	0.702	0.594	0.636	1.27	0.340
5/16	7.84	2.30	0.832	0.681	0.601	0.614	1.08	0.288
1/4	6.38	1.88	0.695	0.494	0.609	0.592	0.890	0.234
3/16	4.88	1.43	0.545	0.381	0.617	0.569	0.686	0.179
1/8	3.30	0.960	0.380	0.261	0.626	0.546	0.471	0.121

Figura 4.143 Propiedades de la sección doble ángulo
Fuente: **(American Institute of Steel Construccion, 2009)**

De la Figura 4.136 y Figura 4.143 se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4-5
Centroide de la sección compuesta

Sección	Área , in^2	$\overline{y}$, in	$\overline{y} * A, in^2$
HSS 2x2x1/8”	1.40	3	4.2
2 L 2x2x1/8”	0.962	1.454	1.398748
	$\sum A = 2.362$		$\sum \overline{y}A = 5.598748$

Fuente: elaboración propia

$$\overline{Y}\Sigma A = \Sigma \overline{y}A$$

$$\overline{Y}(2.362) = 5.598748$$

$$\overline{Y} = 2.37 \text{ pulg}$$

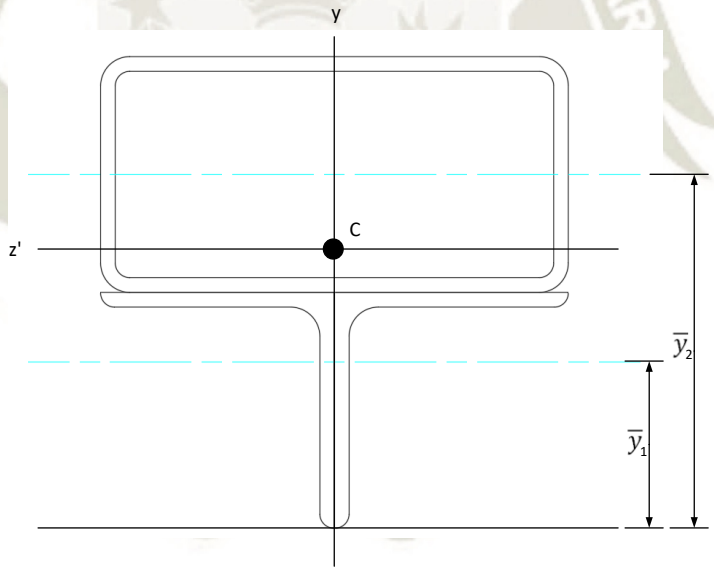


Figura 4.144 Sección compuesta
Fuente: elaboración propia

$$I = \sum (\overline{I} + Ad^2)$$

$$I = (0.380 + (0.962)(2.37 - 1.454)^2) + (0.954 + (1.40)(3 - 2.37)^2)$$

$$I = 2.6968\, pulg^4$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Recalculando la deflexión se tiene:

$$\Delta máx = \frac{Pl^3}{3EI} = (1983.9\ \text{N} = 0.445\ \text{kips}) * \frac{39.4^{\ 3}\ pulg}{3 * 29000\ \text{ksi} * (2.6968\ in^4)}$$

$$\Delta máx = 0.1186\ pulg = 3.01\ mm$$

El bastidor inferior será reforzado con chapa metálica de 2mm de espesor para evitar deflexión en la zona de conformado y transporte. La inercia de esta sección es aproximadamente de: 12.5 pulg^4 (Ver Plano E-CHMB-0001).

Se tiene entonces una deflexión máxima:

$$\Delta máx = \frac{Pl^3}{3EI} = 0.025\ \text{pulg} = 0.63\ \text{mm}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2.7.4 Calculo de uniones soldadas

Realizando una simulación FEM del bastidor completo se obtiene los nodos de unión más críticos.

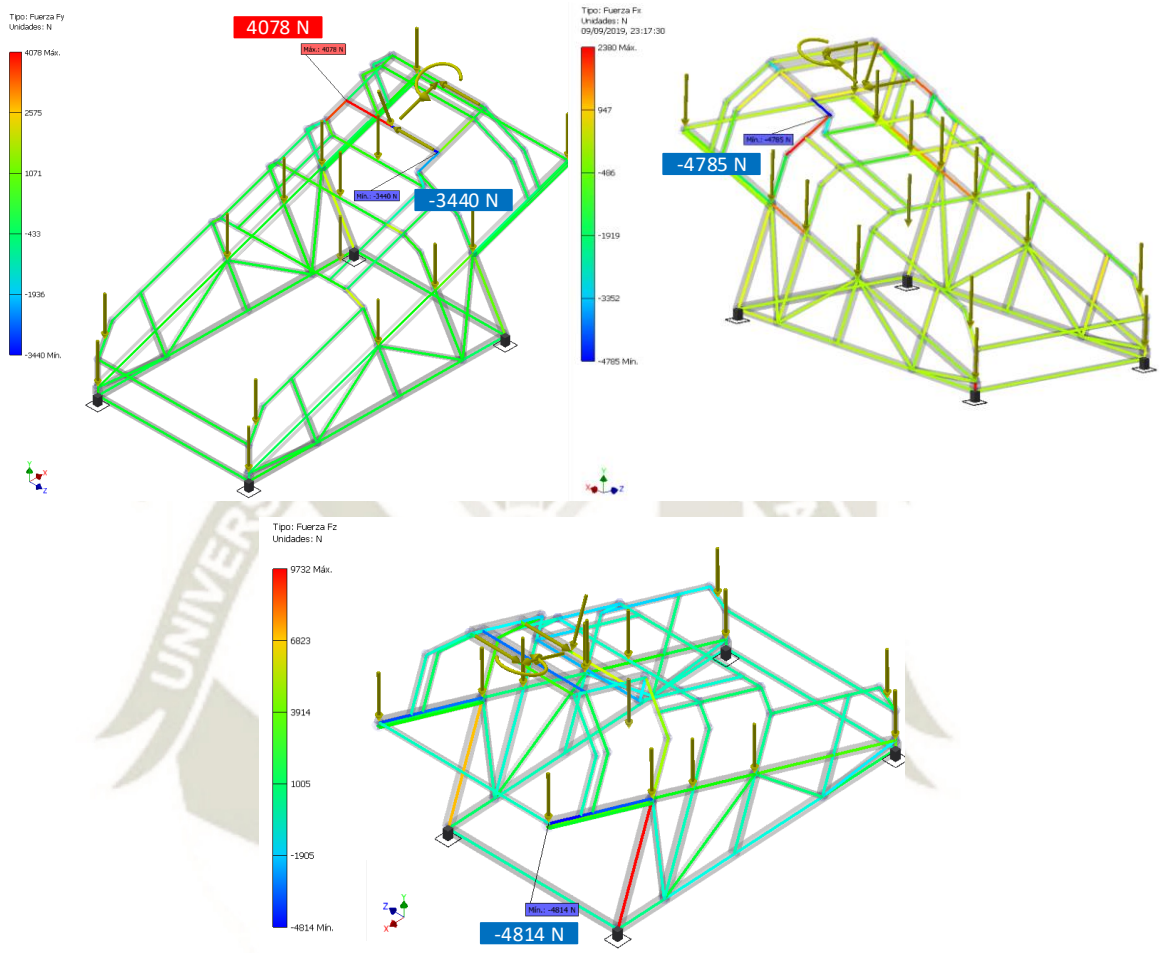


Figura 4.145 Simulación FEM de bastidor completo
Fuente: elaboración propia

En la Figura 4.145 se muestra los nodos con máximas cargas, generalmente son en los elementos tipo viga que soportan el peso del motor y el mecanismo biela manivela. Debido a que estos producen los mayores esfuerzos en el bastidor, en nodo 1 se trata de una viga empotrada en ambos extremos, y el nodo 2 es una unión plana sometida a tensión.

4.1.2.7.4.1 Calculo de soldadura en vigas transversales

El máximo esfuerzo se da en la viga Nº2 (Figura 4.134) modelando se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

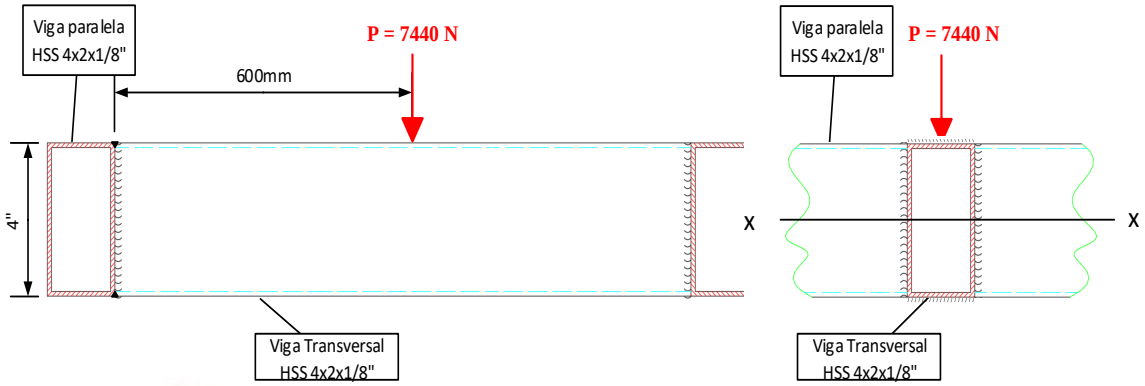


Figura 4.146 Soldadura de filete en viga transversal
Fuente: elaboración propia

La carga en la viga produce tensión por flexión en la soldadura.

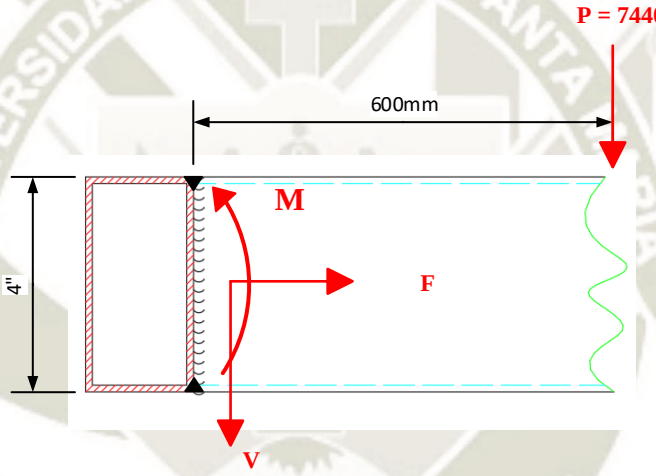


Figura 4.147 Fuerzas internas en la unión por soldadura
Fuente: elaboración propia

$$M = 7440\ N * 0.6m = 4464\ Nm = 39509.7\ lbF - pulg$$

$$F = 0N$$

$$V = -7440\ N = 1668.5\ lbF$$

El cordón de soldadura está sometido a corte directo y flexión. Por lo tanto se tiene

Módulo de línea en flexión (Tabla A-2) con respecto al eje x-x

$$Z_w = bd + \frac{d^2}{3} = 4 * 2 + \frac{(4\ pulg)^2}{3} = 13.3\ pulg^2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las fuerzas actuantes son:

Corte directo $f'w$

$$f'w = \frac{P}{L_w} = \frac{1668.5\ lbF}{12\ pulg} = 139.04\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

Corte producido por momento flector $f''w$

$$f''w = \frac{M}{Zw}$$

$$f''w = \frac{39509.7\ lbF - pulg}{13.3\ pulg^2} = 2970.65\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

La carga de corte resultante es:

$$fw = \sqrt{f'w^2 + f''w^2} = \sqrt{139.04^2 + 2970.65^2} = 2973.9\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

El tamaño del cordón de soldadura de filete es:

$$W = \frac{fw}{Sw}$$

Dónde:

W: Espesor del cordón de soldadura (pulg)

fw: Carga resultante en el cordón de soldadura (lbF)

Sw: Esfuerzo permisible en cordón de soldadura de filete (psi)

Se asume que no se dispone de un soldador calificado para la realización de la unión, por recomendación se tomara el $Sw = 13600\ psi$ que corresponde a un electrodo E60XX (Alva, 2014, pág. 35).

$$W = \frac{2973.9\ {}^{lbF}/_{pulg}}{13600\ {}^{lbF}/_{pulg^2}} = 0.219 pulg\ \approx 1/4"$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La carga en esta viga es del tipo alternante; siendo la carga mínima de P=3700 N[39], que es aproximadamente la mitad de la carga principal, como las ecuaciones de corte y momento flector son lineales y proporcionales, los esfuerzos se reducen a la mitad (K=0.5), [40]debido a la naturaleza del mecanismo biela manivela. Por lo tanto la unión está sometida a fatiga.

Se asume una vida de $2 \times 10^6 ciclos$

De la Tabla A-3 según AWS D2.0 se tiene:

$$S_s = \frac{8000}{1 - 0.83K} = \frac{8000}{1 - 0.83(0.5)} = 13675.21\ psi$$

$$W = \frac{fw}{Ss} = \frac{2973.3\ {}^{lbF}/_{pulg}}{13675.2\ {}^{lbF}/_{pulg^2}} = 0.217\ pulg\ \leq 1/4"$$

Para estas condiciones, el cordón de soldadura soportara la carga.

Debido a que el tamaño de la soldadura es superior al espesor del perfil, la viga 1 (Figura 4.134). Se aumentara el espesor a 1/4". Por lo tanto se utilizara el perfil HSS 4x2x1/4" en la viga Nº1 y sus largueros a los cual esta soldado dicha viga.

4.1.2.7.4.2 Calculo de soldadura en columnas

De la Figura 4.145 se tiene:

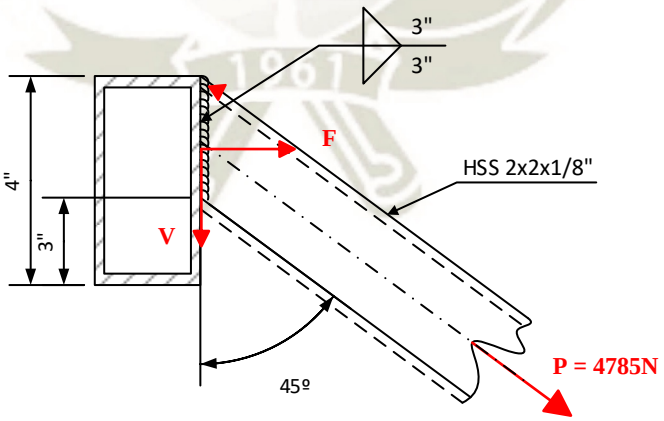


Figura 4.148 Fuerzas internas en la junta a compresión
Fuente: elaboración propia

[39] Resultante de las cargas mínimas aplicadas en los puntos A y B (1200N y 3500N) (Olivera Apaza, 2019, pág. 219)
[40] Relación entre la carga de corte por unidad de longitud mínima y máxima.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$V = 4785 * \cos 45º = 3383.5\ N = 758.8\ lbF$$

$$F = 4785 * \sin 45º = 3383.5\ N$$

Corte directo $f'w1$ y $f'w2$

$$f'w1 = \frac{V}{L_w} = \frac{758.8\ lbF}{6\ pulg} = 126.5\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

$$f'w2 = \frac{F}{L_w} = \frac{758.8\ lbF}{6\ pulg} = 126.5\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

Carga de corte resultante

$$fw = \sqrt{f'w1^2 + f''w2^2} = \sqrt{126.5^2 + 126.5^2} = 178.9\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

El tamaño del cordón de soldadura de filete es:

$$W = \frac{fw}{Sw}$$

$$W = \frac{178.9\ {}^{lbF}/_{pulg}}{13600\ {}^{lbF}/_{pulg^2}} = 0.013 pulg\ < 1/8"$$

La carga a compresión no compromete la unión soldada tipo filete, se utilizara el tamaño comercial mínimo de 1/8”

4.1.2.7.4.3 Calculo de soldadura en vigas en voladizo

La zona en voladizo produce corte directo por tensión y flexión, la carga a tensión es de 4814 N (Figura 4.145) sin embargo para la carga a flexión; a diferencia del primer caso de diseño de soldadura, el esfuerzo dependen de varias cargas, por lo tanto detallando la simulación FEM obtenemos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

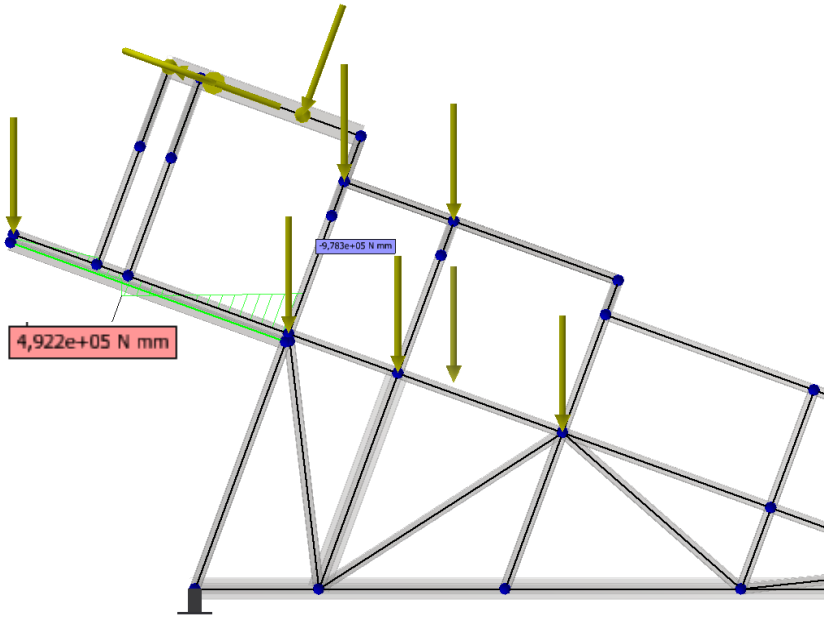


Figura 4.149 Diagrama de momento flector de viga en voladizo
Fuente: elaboración propia

$$P = 4814\ N = 1080\ lbF$$

$$Mmax = 492200\ Nmm = 4356.34\ lbF - pulg$$

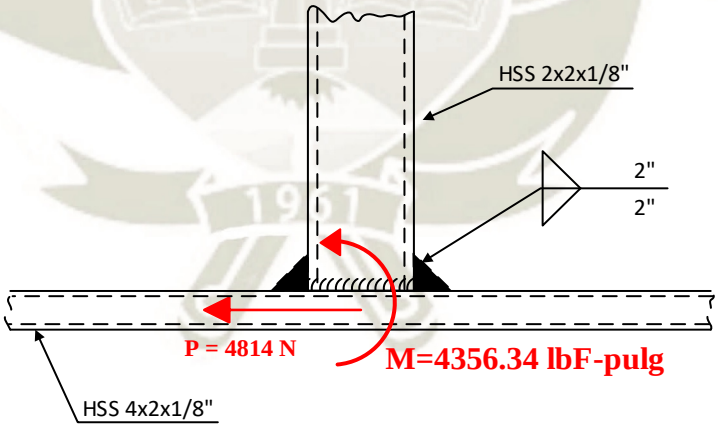


Figura 4.150 Fuerzas internas de viga en voladizo
Fuente: elaboración propia

Módulo de línea en flexión (Tabla A-2) con respecto al eje x-x

$$Z_w = bd + \frac{d^2}{3} = 2 * 2 + \frac{(2\ pulg)^2}{3} = 5.33\ pulg^2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las fuerzas actuantes son:

Corte directo $f'w$

$$f'w = \frac{P}{L_w} = \frac{1080\ lbF}{8\ pulg} = 135\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

Corte producido por momento flector $f''w$

$$f''w = \frac{M}{Zw}$$

$$f''w = \frac{4356.34\ lbF - pulg}{5.33\ pulg^2} = 817.32\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

La carga de corte resultante es:

$$fw = \sqrt{135^2 + 817.32^2} = 828.39\ {}^{lbF}/_{pulg}$$

El tamaño del cordón de soldadura de filete es:

$$W = \frac{fw}{Sw}$$

$$W = \frac{828.39\ {}^{lbF}/_{pulg}}{13600\ {}^{lbF}/_{pulg^2}} = 0.061\ pulg\ < 1/8"$$

Se utilizara el tamaño comercial mínimo de 1/8”

4.1.2.7.5 Diseño del bastidor del sistema de transporte

El bastidor del sistema de transporte será construido con planchas estructurales de acero ASTM A36, el objetivo de este arreglo es facilitar el montaje de los componentes y asegurar el funcionamiento correcto de la transmisión, evitando atascos por deflexión, desalineación de ruedas dentadas y/o defectos de coaxialidad entre alojamientos.

El diseño propuesto (Figura 4.151) consta de dos planchas principales (delantero y posterior), las planchas de refuerzo son perpendiculares y encierran el bastidor de transporte. Para la sujeción al bastidor estructural inferior se dispone de planchas de arriostre, esta unión será mecánica. Los agujeros son alojamientos para rodamientos, guías y demás elementos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

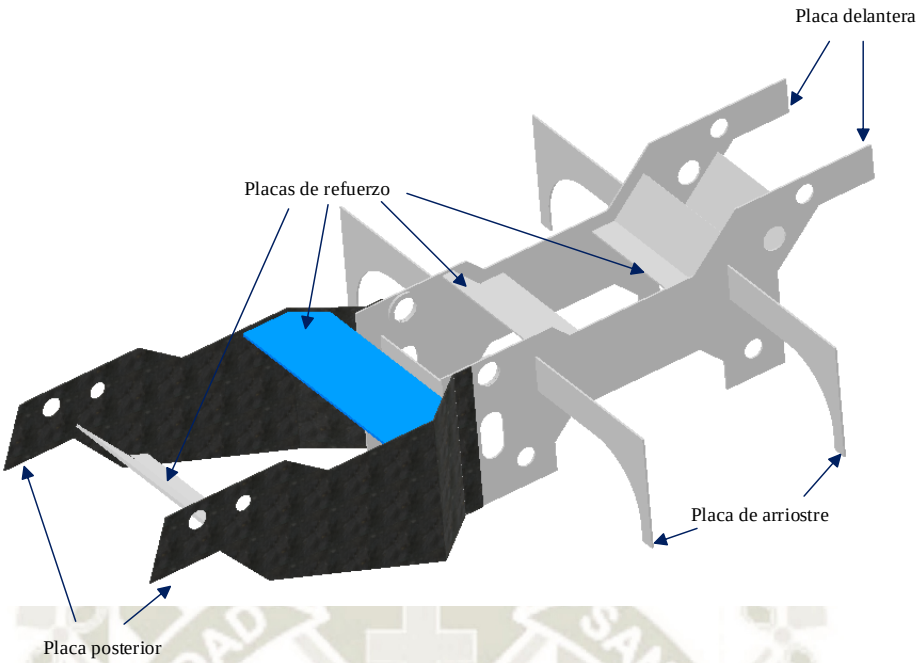


Figura 4.151 Bastidor del sistema de transporte
Fuente: elaboración propia

El bastidor de transporte utilizara según sea pertinente, un motor asíncrono jaula de ardilla o un servomotor, ambos con control electrónico debido a la sincronización con el sistema biela manivela de la zona de conformación. La potencia de diseño es 3.5 HP (Guzman Abril, 2019). El sistema de transporte no utiliza relaciones de transmisión, el paso diametral y número de dientes son iguales. Por lo tanto las fuerzas del sistema son iguales y equivalentes entre si para mantener el sistema en equilibrio.

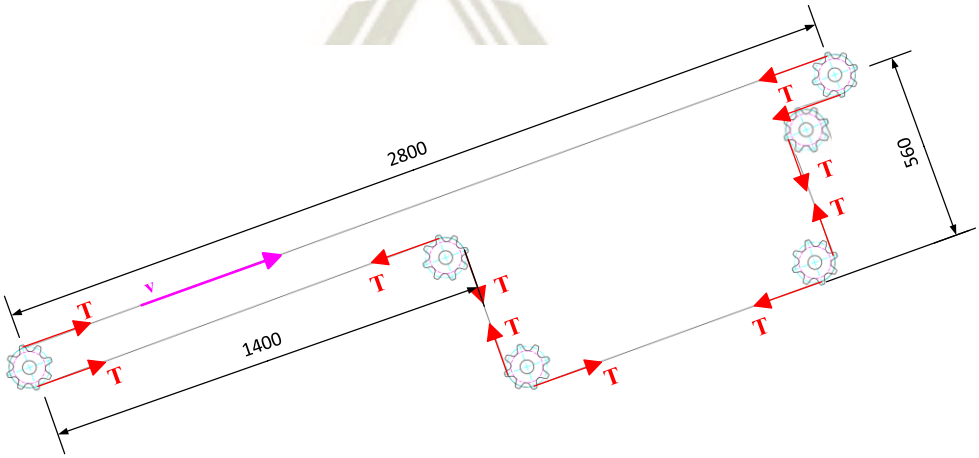


Figura 4.152 DCL del sistema de transporte de moldes
Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La diferencia entre el lado tensor y flojo es mínima, para el cálculo de la resistencia del bastidor, las fuerzas de tensión en la cadena serán las mismas (Guzman Abril, 2019). Por lo tanto se tiene.

$$\mathrm{v} = 3.5\frac{m}{s} = 689\ ppm$$

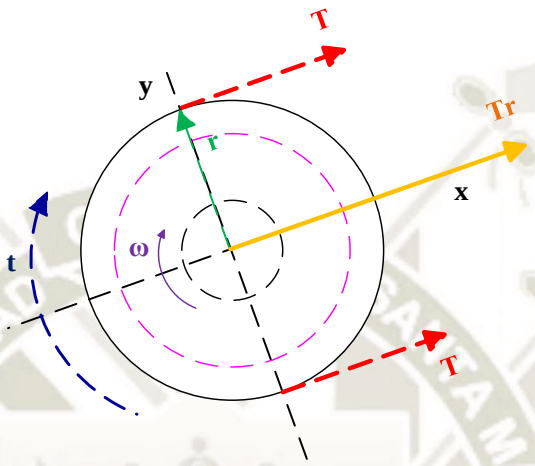


Figura 4.153 DCL Rueda motriz de la cadena de transporte
Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{P}_{diseño} = 3.5\ HP$$

Factor modificatorio de la potencia a transmitir, para 11 dientes se tiene (Tabla A-10):

$$fr = 1.73$$

La potencia de transmisión es:

$$P_{tr} = {}^{3.5\ HP}/_{1.73} = 2.02\ HP$$

Por lo tanto la fuerza de tensión es:

$$T = \frac{33000 * P_{tr}}{v} = \frac{33000 * 2.02}{689\ ppm} = 95.8\ lbF = 426.1N$$

La fuerza resultante es:

$$T_r = 2 * T = 2 * 426.1\ N = 852.2\ N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En las primeras propuestas se inició con planchas de ½" de espesor. Sin embargo en las simulaciones siguientes, se optimizo el diseño y se redujo los espesores, así como también se realizó la reducción de material sin perjudicar la rigidez del bastidor.

Figura 4.154 Modelo FEM del bastidor del sistema de transporte
Fuente: elaboración propia

Las fuerzas en los soportes (Tr = 852.2 N) se modelaron como cargas de rodamiento en dirección resultante de las fuerzas de tensión de la cadena. Se consideró carga por gravedad debido al peso del bastidor y el motor. En la Figura 4.155 se observa que la estructura no fallara por carga estática, las fuerzas dinámicas no son considerables y no ameritan un análisis de fatiga. Las cuestiones de soldadura se modelaron como unión fija y se observa que no existe esfuerzo considerable en dichas áreas. Por lo tanto el espesor de soldadura será: $w = 1/8"$ y electrodo E60XX.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

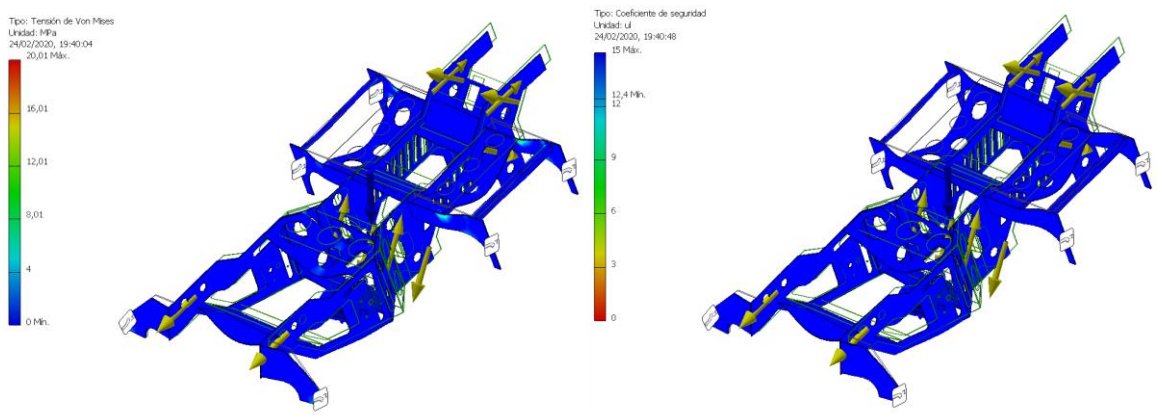


Figura 4.155 Esfuerzo Von Misses y coeficiente de seguridad del bastidor
Fuente: elaboración propia

El objetivo del bastidor es mantener dentro de las tolerancias, las desalineaciones y deflexiones de los ejes del sistema de transporte, por lo tanto se tiene:

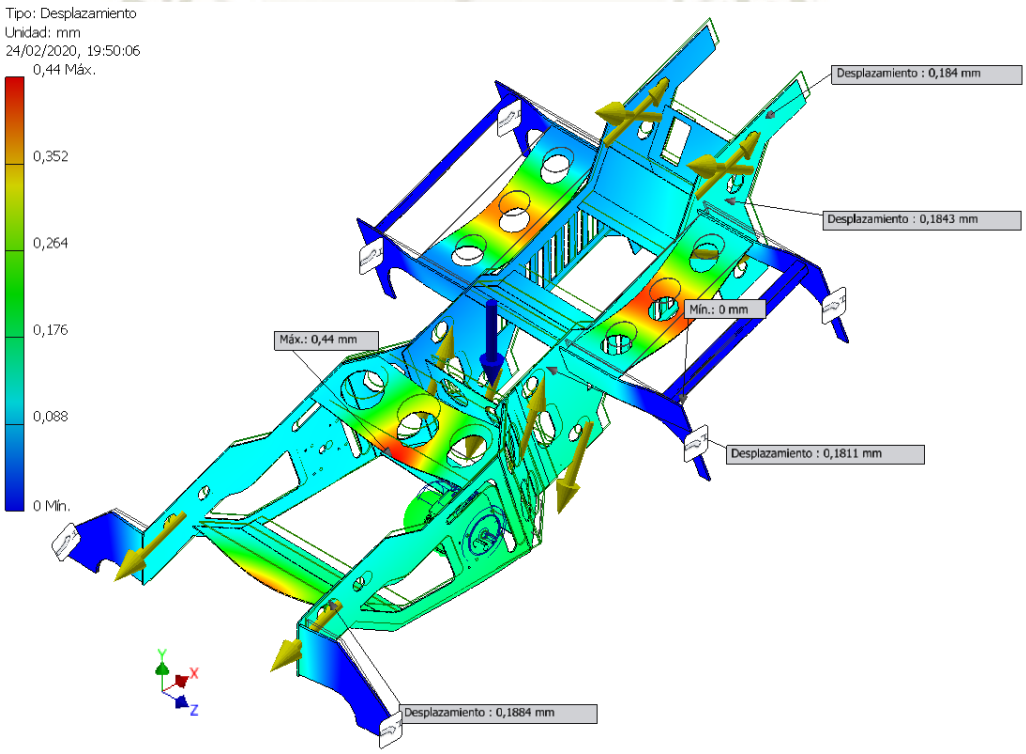


Figura 4.156 Simulación de desplazamiento FEM del bastidor de trasporte
Fuente: elaboración propia

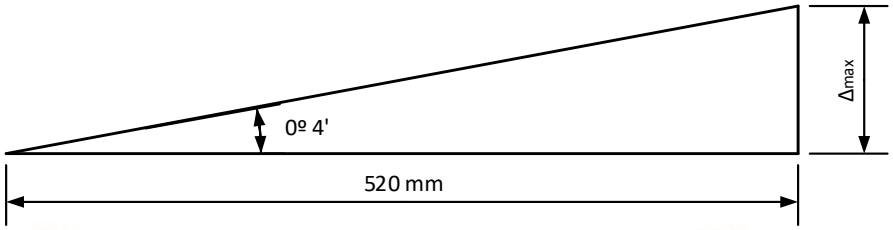
El máximo desplazamiento se da en la placa de refuerzo de la zona posterior en dirección del eje x. El promedio del desplazamiento en los alojamientos de rodamiento es 0.185mm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

(eje x). Los rodamientos rígidos de bolas tienen un tolerancia de 0º 4'de juego radial (SKF Company, 2006). Si entre soportes existe 520 mm de distancia, entonces se tiene:



$$0° \, 4' = 0.0667 \, °$$

$$\Delta_{max} = 520 \, mm * \tan 0.0669° = 0.61 \, mm \geq 0.44mm \quad \text{CUMPLE}$$

4.1.2.7.6 Detalles finales sobre el bastidor

4.1.2.7.6.1 Pintura

El objetivo del recubrimiento por medio de pintura es darle mejor aspecto a la maquinaria, señalizar aspectos, así como proteger de la corrosión, humedad, aceites, grasas, ácidos y abrasivos.

Para la maquina armadora de cajas se requiere protegerse la integridad del bastidor estructural en su totalidad. Las partes móviles como regulación, guías, actuadores y demás elementos en contacto con la caja no estarán recubiertas por pintura.

Los ambientes de operación de esta máquina son lugares semicerrados, con presencia de humedad y polvo. Muchas partes móviles requieren lubricación diaria, por tanto se debe protege la estructura de aceites y grasas. En resumen la pintura debe proteger de la corrosión y los lubricantes.

Sin una previa preparación de superficie, el revestimiento por pintura se verá significativamente afectado. La norma EN ISO 8551[41] establece que los principales factores que afectan a este aspecto son:

- Presencia de óxido y calamina
- Presencia de contaminantes: sales, polvo, aceites y grasas
- Perfil de superficies

[41] Protección anticorrosiva de estructuras de acero mediante pintura.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El bastidor estructural será preparado por el método de chorro abrasivo a fondo en grado Sa 2 ½. (Figura B-6). Con esta preparación se eliminaran casi toda la cascarilla de laminación, la herrumbre y demás contaminantes. Posteriormente se debe limpiar la superficie con una aspiradora, aire comprimido seco y limpio, cepillos y paños.

Después de la preparación de la superficie, se debe cubrir con una capa de imprimación o pretratamiento, dentro del mismo día. Finalizando el secado se aplicara la capa de acabado.

Según al tipo de exposición y los contaminantes con el cual estará en contacto se aplicara el siguiente procedimiento según especificaciones.

Tabla 4-6 Especificaciones de pintura
Especificaciones de pintura

Proceso	Producto	Numero de capas	Espesor	Color
Imprimación	Esmalte epóxico autoimprimante	2	2-4mills	Blanco RAL 9003
Acabado	Esmalte poliuretano de 2 componentes	1	2-4mills	Verde maquina RAL 6017

Fuente: elaboración propia

Los recubrimientos por pintura a la chapa metálica de la máquina, serán siguiendo el mismo procedimiento.

4.1.2.7.6.2 Garruchas

El peso de los sistemas de la maquina armadora de cajas es: 2087 kg-F (Tabla 4-4), el peso de la estructura metálica es: 208 kg-F (Ver plano E-BE-0001). Aumentado un 5% debido al peso de las chapas metálicas, los moldes de cartón en el magazine, la maquina inyectora de pegamento, tableros eléctricos y neumáticos, se tiene:

$$W_{maq} = 2415kg - F$$

Como son 4 soportes se tiene por cada garrucha una carga de: 604 kg-F

Se escoge una rueda industrial de poliamida con soporte y freno. A continuación se mostraran especificaciones aproximadas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

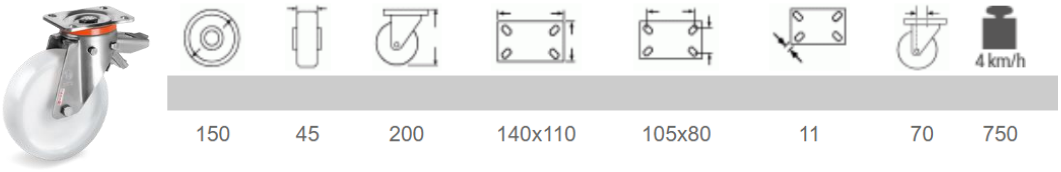


Figura 4.157 Dimensiones para garrucha de carga pesada (mm)
Fuente: Tellure Rota – Serie 68P

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE PLANOS Y COSTOS

El presente proyecta tiene dos tipos de planos y son:

Ensamble: tienen por objetivo comprobar la compatibilidad de las piezas entre sí mismos y con el sistema en general y hacer posible el montaje y desmontaje. Se ha de tener en cuenta todas las cuestiones de normalización, grosores de línea, escalas, vistas y secciones. Las piezas del ensamble son marcadas para su posterior identificación y desarrollo. Las vistas principales de los ensambles tienen cotas dimensionales para su comprobación al realizar el montaje, se añadirá notas o especificaciones técnicas que faciliten el orden y ajuste del montaje.

Despiece: tiene por objetivo mostrar una pieza en detalle (dimensiones, material, acabado superficial, ajustes y tolerancias) para su posterior fabricación.

5.1 Planos de ensamble

Cada plano de ensamble esta codificado según su tipo (ensamble, subensamble), su denominación parcial y su numeración correspondiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5-1
Lista de planos de ensamble

Ítem	TIPO	CÓDIGO	DENOMINACIÓN PARCIAL
1	ENSAMBLE	E-MAC-0001	Maquina armadora de cajas
2	ENSAMBLE	E-MC-0001	Matriz de conformación
3	SUBENSAMBLE	SE-MC-EC-0001	Esquina de conformación
4	SUBENSAMBLE	SE-MC-MR-0001	Marco de conformación
5	ENSAMBLE	E-DDC-0001	Dispositivo de descarga controlada
6	ENSAMBLE	E-TC-0001	Troquel de conformación
7	ENSAMBLE	E-TM-0001	Transportador de moldes
8	ENSAMBLE	E-RG-0001	Regulador de guías
9	ENSAMBLE	E-RCI-0001	Regulador de cabezales
10	ENSAMBLE	E-BE-0001	Bastidor estructural
11	ENSAMBLE	E-CHMB-0001	Chapa metálica del bastidor

Fuente: elaboración propia

5.2 Planos de despiece

Los planos de despiece están codificados según su tipo (fabricación), la denominación parcial del ensamble (Tabla 5-1) y su numeración correspondiente.

Tabla 5-2
Lista de planos de despiece

Ítem	TIPO	CÓDIGO	DENOMINACIÓN PARCIAL
1	FABRICACION	F-MC-EC-0001	Paca deflectora
2	FABRICACION	F-MC-EC-0004	extensión
3	FABRICACION	F-MC-EC-0005	soporte de pistón sujetador
4	FABRICACION	F-MC-EC-0006	pin de pistón sujetador
5	FABRICACION	F-MC-EC-00019	soporte de pistón plegador
6	FABRICACION	F-MC-EC-0002	soporte
7	FABRICACION	F-MC-EC-0007	tapa de sujetador
8	FABRICACION	F-MC-EC-0008	barra de acople
9	FABRICACION	F-MC-EC-0009	bloque ranurado
10	FABRICACION	F-MC-EC-0003	Base soporte de pistón prensador
11	FABRICACION	F-MC-EC-00010	columna
12	FABRICACION	F-MC-EC-00011	guía transversal móvil
13	FABRICACION	F-MC-EC-00012	Base
14	FABRICACION	F-MC-EC-00013	collarín
15	FABRICACION	F-MC-EC-00014	Anillo de ajuste

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

16	FABRICACION	F-MC-EC-00014	bulón de regulación
17	FABRICACION	F-MC-EC-00015	Tapa de sujetador II
18	FABRICACION	F-MC-EC-00015	Bloque ranurado II
19	FABRICACION	F-MC-EC-00019	Chapa deflectora exterior
20	FABRICACION	F-MC-EC-00016	Pin voladizo para pistón plegador
21	FABRICACION	F-MC-EC-00017	Separador
22	FABRICACION	F-MC-EC-00013	Tuerca transversal
23	FABRICACION	F-MC-EC-00018	Sujetador I
24	FABRICACION	F-MC-EC-00018	Sujetador II
25	FABRICACION	F-MC-EC-00018	listón de ajuste
26	FABRICACION	F-MC-MR-0001	Tornillo transversal izquierdo
27	FABRICACION	F-MC-MR-0001	Tornillo transversal derecho
28	FABRICACION	F-MC-MR-0002	Guía transversal fija
29	FABRICACION	F-MC-MR-0004	Sujetador de cabecera
30	FABRICACION	F-MC-MR-0003	Viga sujetadora de cabecera
31	FABRICACION	F-MC-MR-0003	Deflector transversal
32	FABRICACION	F-MC-MR-0004	Cabecera transversal
33	FABRICACION	F-MC-MR-0005	Buje de acople
34	FABRICACION	F-MC-MR-0006	Tornillo lateral izquierdo
35	FABRICACION	F-MC-MR-0006	Tornillo lateral derecho
36	FABRICACION	F-MC-MR-0006	Guía lateral fija
37	FABRICACION	F-MC-MR-0007	Bloque sujetador de viga IZQ
38	FABRICACION	F-MC-MR-0008	Sujetador de chumacera
39	FABRICACION	F-MC-MR-0008	Placa de unión de soporte de rodamiento
40	FABRICACION	F-MC-MR-0008	Buje
41	FABRICACION	F-MC-MR-0008	Manguito
42	FABRICACION	F-MC-MR-0008	Tapa de soporte IZQ
43	FABRICACION	F-MC-MR-0009	Soporte de rodamientos IZQ
44	FABRICACION	F-MC-MR-0009	Contratapa de soporte IZQ
45	FABRICACION	F-MC-MR-0007	Bloque sujetador de viga DER
46	FABRICACION	F-MC-MR-0009	Soporte de rodamientos DER
47	FABRICACION	F-MC-MR-0009	Tapa de soporte DER
48	FABRICACION	F-MC-MR-0010	Soporte de actuador giratorio
49	FABRICACION	F-MC-MR-0010	Placa de soporte
50	FABRICACION	F-MC-MR-0011	Bloque del marco
51	FABRICACION	F-MC-MR-0012	Chapa de sujeción
52	FABRICACION	F-MC-MR-0012	Tapa de fijación DER
53	FABRICACION	F-MC-MR-0012	Tapa de fijación IZQ
54	FABRICACION	F-DDC-0001	Polines
55	FABRICACION	F-DDC-0001	Placa de agujeros
56	FABRICACION	F-DDC-0001	Placa ranurada
57	FABRICACION	F-DDC-0001	Polea loca mayor
58	FABRICACION	F-DDC-0001	Placa de agujeros chinos
59	FABRICACION	F-DDC-0001	Banda flexible

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

60	FABRICACION	F-DDC-0001	Bastidor
61	FABRICACION	F-DDC-0001	Eje
62	FABRICACION	F-TM-0001	Placa delantera
63	FABRICACION	F-TM-0001	Placa posterior
64	FABRICACION	F-TM-0002	Placa de arriostre
65	FABRICACION	F-TM-0003	Placa de refuerzo 1
66	FABRICACION	F-TM-0003	Placa de refuerzo 2
67	FABRICACION	F-TM-0003	Placa de refuerzo 3
68	FABRICACION	F-TM-0003	Placa de refuerzo 4
69	FABRICACION	F-TM-0003	Placa de refuerzo 5
70	FABRICACION	F-TM-0004	Placa de refuerzo 6
71	FABRICACION	F-TM-0004	Placa de refuerzo 7
72	FABRICACION	F-TM-0004	Placa de refuerzo A
73	FABRICACION	F-TM-0004	Rigidizador
74	FABRICACION	F-TM-0004	Refuerzo para soporte de rodamiento
75	FABRICACION	F-TM-0005	Soldadura de bastidor de placas
76	FABRICACION	F-RG-0001	Soporte de tornillo
77	FABRICACION	F-RG-0002	Buje
78	FABRICACION	F-RG-0002	Tuerca
79	FABRICACION	F-RG-0003	Tornillo de regulación Molde IZQ
80	FABRICACION	F-RG-0003	Tornillo de regulación Molde DER
81	FABRICACION	F-RG-0003	Acople de tornillos
82	FABRICACION	F-RG-0004	Base de deslizador de guía
83	FABRICACION	F-RG-0005	Bloque deslizador guía
84	FABRICACION	F-RG-0006	Bloque posterior deslizador guía
85	FABRICACION	F-RG-0007	Guía prismática
86	FABRICACION	F-RG-0008	Bloque fijo guía
87	FABRICACION	F-RG-0008	Bloque posterior fijo guía
88	FABRICACION	F-RG-0009	Soporte en voladizo
89	FABRICACION	F-RG-0009	Eje en voladizo
90	FABRICACION	F-RG-0011	Chapa de soporte
91	FABRICACION	F-RG-0011	Segunda base de deslizador guía
92	FABRICACION	F-RG-0010	Soporte de tuerca
93	FABRICACION	F-RG-0003	Tornillo de regulación IZQ
94	FABRICACION	F-RG-0003	Tornillo de regulación DER
95	FABRICACION	F-RG-0012	Tercera base de deslizador guía
96	FABRICACION	F-RG-0013	Soporte de tuerca II
97	FABRICACION	F-RG-0013	Tapa de soporte de tuerca II
98	FABRICACION	F-RG-0013	Soporte de barra prismática
99	FABRICACION	F-RG-0013	Tapa de soporte
100	FABRICACION	F-RG-0014	Barra prismática
101	FABRICACION	F-RG-0014	Segunda chapa de soporte
102	FABRICACION	F-RG-0014	Base tensora
103	FABRICACION	F-CHMB-0001	Chapas del bastidor

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

104	FABRICACION	F-RCI-0001	Soporte de mecanismo de cabezales
105	FABRICACION	F-RCI-0001	Bloque de rodamientos y guía
106	FABRICACION	F-RCI-0001	Sujetador inferior
107	FABRICACION	F-RCI-0002	Guía de cabezales
108	FABRICACION	F-RCI-0002	Tornillo de cabezales DER
109	FABRICACION	F-RCI-0002	Tornillo de cabezales IZQ
110	FABRICACION	F-RCI-0003	Tapa tipo I
111	FABRICACION	F-RCI-0003	Tapa tipo II
112	FABRICACION	F-RCI-0003	Tapa delantera de bloque
113	FABRICACION	F-RCI-0003	Separador
114	FABRICACION	F-RCI-0003	Bloque móvil de cabezales
115	FABRICACION	F-RCI-0003	Sujetador inferior móvil
116	FABRICACION	F-RCI-0004	Acople

Fuente: elaboración propia

5.3 Análisis de costos

Para realizar el presupuesto del proyecto se considerara el costo de materiales de fabricación, costo de componentes normalizados, costos de manufactura y costos de diseño y desarrollo.

Tabla 5-3 Presupuesto de conexiones mecánicas normalizadas

Presupuesto de conexiones mecánicas normalizadas

ITEM	DESCRIPCION	TAMAÑO	P. U. (S/.)	CANT.	TOTAL (S/.)
1	Arandela DIN 125	A 5.3	0,025	12	0,3
2	Arandela DIN 125	A 6.4	0,03	16	0,48
3	Arandela DIN 125	A 8.4	0,08	40	3,2
4	Arandela DIN 125	A 10.5	0,15	60	9
5	Arandela DIN 125	A 13	0,2	24	4,8
6	Pasador cónico ISO 2339	A - 4 x 26	1,2	12	14,4
7	Pasador hendido DIN 94	1 x 8	0,7	4	2,8
8	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M2 x 6	0,028	16	0,448
9	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M4 x 10	0,045	20	0,9
10	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M4 x 16	0,047	30	1,41
11	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M5 x 16	0,056	12	0,672
12	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M5 x 20	0,069	20	1,38
13	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M6 x 16	0,073	16	1,168
14	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M6 x 20	0,085	36	3,06
15	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M6 x 35	0,095	24	2,28
16	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M6 x 40	0,1	12	1,2
17	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M6 x 45	0,12	10	1,2
18	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M8 x 16	0,15	32	4,8
19	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M8 x 20	0,18	90	16,2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

20	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M8 x 25	0,2	32	6,4
21	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M8 x 30	0,22	32	7,04
22	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M8 x 80	0,65	12	7,8
23	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M10 x 20	0,3	10	3
24	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M10 x 30	0,35	16	5,6
25	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M10 x 50	0,38	20	7,6
26	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M12 x 30	0,4	20	8
27	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M12 x 60	0,42	20	8,4
28	Tornillo de cabeza cilíndrica DIN 912	M14 x 35	0,5	20	10
29	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M5 x 0.8 x 16	0,052	16	0,832
30	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M6 x 1 x 20	0,078	16	1,248
31	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 35	0,2	8	1,6
32	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 40	0,25	16	4
33	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 20	0,18	20	3,6
34	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M10 x 1.5 x 40	0,32	16	5,12
35	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M10 x 1.5 x 20	0,1	32	3,2
36	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M10 x 1.5 x 35	0,18	8	1,44
37	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M12 x 1.75 x 55	0,8	8	6,4
38	Tornillo hex ANSI B18.2.3.2M	M12 x 1.75 x 35	0,5	14	7
39	Tornillo de cabeza hex. bridada dentada	M6 x 1 x 8	0,077	4	0,308
40	Tornillo de cabeza hex. bridada dentada	M6 x 1 x 30	0,096	8	0,768
41	Tornillo de cabeza hex. bridada dentada	M12 x 1.75 x 16	0,12	4	0,48
42	Tornillo de cabeza hex. bridada dentada	M8 x 60	0,5	6	3
43	Tuerca hexagonal	DIN 934 - M8	0,0065	8	0,052
44	Tuerca hexagonal	M5 x 0.8	0,0045	8	0,036
45	Tuerca hexagonal	M10 x 1.5	0,0072	12	0,0864
46	Tuerca hexagonal	ISO 4035 - M6	0,0068	12	0,0816
47	Tuerca hexagonal	M12 x 1.75	0,032	26	0,832
48	Tuerca hexagonal	M8 x 1.25	0,027	16	0,432
49	Tuerca hexagonal	M6 x 1	0,023	12	0,276
50	Tuerca hexagonal	M10 x 1.5	0,03	26	0,78
51	Tuerca hexagonal con remate de cúpula	DIN 986 - M8	0,025	4	0,1
52	Tornillo especial Moleteado DIN 464	M12 x 25	1,5	4	6
53	Tornillo especial Moleteado DIN 464	M8 x 22	1,2	8	9,6
54	Tornillo cabeza plana avellanada	M4 x 0,7 X 10	0,045	12	0,54
55	Tornillo cabeza plana avellanada	M5 x 0,8 x 16	0,062	18	1,116
56	Tornillos de cabeza con cara ranurada	DIN 921 M4 x 12	0,032	12	0,384
57	Tornillos de cabeza con cara ranurada	DIN 921 M6 x 14	0,044	8	0,352
58	Perno hexagonal embridado DIN 6921	M10 x 70	1,1	4	4,4
59	Tornillo de forma hex con brida	M12 x 1.25 x 30	1,6	4	6,4
60	Tornillo con cabeza cilíndrica cruzado	M8 x 1.25 x 25	0,12	8	0,96
61	Tornillo con cabeza cilíndrica cruzado	M4 x 0.7 x 10	0,022	18	0,396
62	Tornillo con cabeza cilíndrica cruzado	M4 x 0.7 x 20	0,025	8	0,2
63	Tornillo tapon DIN 910	M12 x 1.5	1,1	4	4,4
64	Boquilla lubricante DIN 71412	CM 8 x 1	0,7	6	4,2
65	Tornillo de ajuste de boquilla hexagonal	M6 x 12	0,098	10	0,98

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

66	Tornillo de ajuste de boquilla hexagonal	M6 x 16	0,092	16	1,472
67	Tornillo de ajuste de boquilla hexagonal	M6 x 20	0,1	12	1,2
68	Tornillo de ajuste de boquilla hexagonal	M10 x 25	0,12	6	0,72
				TOTAL	**218.53**

Fuente: elaboración propia

Tabla 5-4
Presupuesto de elementos de transmisión normalizados

ITEM	DESCRIPCION	TAMAÑO	P. U. (S/.)	CANT.	TOTAL (S/.)
1	Cadena simple ASA 35-1	ASA 35 - 3/8" (mts)	11,23	20	224,6
2	Piñon ASA 35	21 dientes	45	8	360
3	Chumacera tipo brida	SKF-E2.YAR 206-2F	67,94	6	407,64
4	Chumacera tipo pedestal	SKF-E2.YAR 204-2F	52,3	4	209,2
5	Rodamiento lineal	SKF-LBBR 40	86,34	4	345,36
6	Rodamiento de bolas a rotula	1204	65,78	4	263,12
7	Rodamiento de bolas a rotula	2205	75,6	4	302,4
8	Rodamiento axial de bolas	51105	35,02	4	140,08
9	Rodamiento de bolas de contacto angular	7205B	28,66	4	114,64
10	Rodamiento de bolas	6004	8,33	12	99,96
11	Rodamiento de bolas	6005	9,58	2	19,16
12	Rodamiento de bolas	61804	34,21	4	136,84
13	Rodamiento de bolas	6205	10,49	4	41,96
14	Reten ANSI B93.98M - Tipo4	25 x 40 x 7	4,09	2	8,18
15	Reten ANSI B93.98M - Tipo4	28 x 40 x 7	4,29	2	8,58
16	Reten ANSI B93.98M - Tipo4	15 x 26 x 7	3,4	2	6,8
17	Reten ANSI B93.98M - Tipo4	28 x 52 x 7	4,29	4	17,16
18	Reten ANSI B93.98M - Tipo4	20 x 35 x 7	3,75	2	7,5
19	Reten ANSI B93.98M - Tipo4	22 x 40 x 7	3,74	2	7,48
20	Reten ANSI B93.98M - Tipo4	30 x 52 x 7	4,32	2	8,64
21	Separador DIN 988	30 x 42 x 1.8	6,32	4	25,28
22	Separador DIN 988	25 x 35 x 2	5,34	8	42,72
23	Separador DIN 988	25 x 35 x 1	5,38	4	21,52
24	Tuerca de bloqueo ranurada DIN 981	KM 3	9,31	4	37,24
25	Tuerca de bloqueo ranurada DIN 981	KM4.4	12,7	4	50,8
26	Arandela de bloqueo DIN 5406	KM3	1,36	4	5,44
27	Arandela de bloqueo DIN 5406	KM4.4	1,58	4	6,32
28	Chaveta paralela DIN 6885	A 6 x 6 x 16	0,58	2	1,16
29	Anilla de ajuste DIN 705	A20	8,72	4	34,88
				TOTAL	**2954.66**

Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5-5
Presupuesto de perfiles estructurales

ITEM	DESCRIPCION	TAMAÑO	P. U. (S/.)	CANT.	TOTAL (S/.)
1	Angulo L 2x2x1/8" - 6m	ASTM A36	43,2	1	43,2
2	Tubo HSS 2x2x1/8" - 6m	ASTM A36	85,4	8	683,2
3	Tubo HSS 4x2x1/8" - 6m	ASTM A36	140,2	2	280,4
4	Tubo HSS 4x2x1/4" - 6m	ASTM A36	210,3	5	1051,5
				TOTAL	**2058.3**

Fuente: elaboración propia

Tabla 5-6
Presupuesto de consumibles

ITEM	DESCRIPCION	TAMAÑO	P. U. (S/.)	CANT.	TOTAL (S/.)
1	E7018 - 1/8" y 1/4"	AWS	5	40	200
2	E6011 - 1/8" y 1/4"	AWS	5	35	175
3	Disco de corte 4 1/2"x 3/64"	DWALT	5	6	30
4	Disco de corte 14" x 3/32"	DWALT	1	40	40
5	Disco de desbaste 4 1/2" x 1/4"	DWALT	2	8	16
6	Rueda abrasiva de óxido de aluminio 6"-Grano 80	NORTON	1	25	25
7	Rueda abrasiva de carburo de silicio 6"-Grano 240	NORTON	1	38	38
8	Grasa LGMT 2	SKF	0,25	80	20
9	Aceite para guías deslizantes	Shell TonnaS2	0,25	250	62,5
				TOTAL	**606.5**

Fuente: elaboración propia

Tabla 5-7
Presupuesto para detalles y acabados

ITEM	DESCRIPCION	TAMAÑO	P. U. (S/.)	CANT.	TOTAL (S/.)
1	Pintura Esmalte epóxico autoimprimante	Blanco RAL 9003	1	100	100
2	Esmalte poliuretano de 2 componentes	Verde maquina RAL6017	1	150	150
3	Disolvente	Galón	2	14	28
4	Garrucha 200mm de diámetro	Capacidad: 600 kg	4	250	1000
5	Contador mecánico de 4 dígitos	ELESA	3	120	360
6	Etiquetas de información y seguridad	Graphic Desing	20	3	60
				TOTAL	**1698**

Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 5-8
Presupuesto de material base y manufactura

ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	PESO (kg)	Material base Plancha. Bloque o Barra	Proceso de Manufactura	CANT.	(S/.)/kg	Maq, (S/.)	Costo total (S/.)
1	Placa deflectora	Acero INOX 304L	5,44	PL: 1/2" - 13mm	Corte	4	13,056	23	376,10
2	Extensión	Nylon Ertalon 6PLA	0,25	PL: 20 mm	Mecanizado	4	58,7	12	106,70
3	Soporte de pistón sujetador	Acero INOX 304L	0,22	PL: 3/16" - 4mm	Corte	4	13,056	6	35,49
4	Pin del pistón sujetador	SAE/AISI 1020	0,14	Ø: 1/2" x 35mm	Mecanizado	4	2,959	10	41,66
5	Soporte de pistón plegador	Acero INOX 304L	0,73	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	4	13,056	32	166,12
6	Soporte	Acero INOX 304L	0,77	PL: 1/2" - 13mm	Corte y mecanizado	4	13,056	12	88,21
7	Tapa de sujetador	SAE/AISI 1020	1,28	PL: 1 1/2"	Mecanizado	4	4,85	42	192,83
8	Barra de acople	SAE/AISI 1020	2,84	PL: 1 3/4"	Mecanizado	4	5,62	63	315,84
9	Bloque ranurado	SAE/AISI 1020	0,97	PL: 2"	Mecanizado	4	7,23	72	316,05
10	Base soporte de pistón prensador	Acero INOX 304L	0,73	PL: 1/2" - 13mm	Corte	4	13,056	23	130,12
11	Columna	SAE/AISI 1045	2,78	PL: 1"	Mecanizado	4	7,32	20	161,40
12	Guía transversal móvil	SAE/AISI 1045	4,04	BL: 100 x 100 x 120 mm	Mecanizado	4	7,52	103	533,52
13	Base	SAE/AISI 1020	0,75	PL: 1/2" - 13mm	Mecanizado	4	3,2	32	137,60
14	Collarín	SAE/AISI 1020	0,28	Ø: 3 1/4" x 60mm	Mecanizado	4	9,5	20	90,64
15	Anillo de ajuste	SAE/AISI 1020	0,16	Ø: 1 3/4" x 20mm	Mecanizado	4	4,51	12	50,89
16	Bulón de regulación	SAE/AISI 1020	0,24	Ø: 2 1/4" x 45mm	Mecanizado	4	8,2	16	71,87
17	Tapa de sujetador II	SAE/AISI 1020	1,28	PL: 1 1/2"	Mecanizado	4	4,85	42	192,83
18	Bloque ranurado II	SAE/AISI 1020	1,28	PL: 1 3/4"	Mecanizado	4	5,62	72	316,77
19	Chapa deflectora exterior	Acero INOX 304L	0,32	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	4	13,056	18	88,71
20	Pin voladizo para pistón plegador	SAE/AISI 1020	0,01	Ø: 1/2" x 35mm	Mecanizado	4	2,959	10	40,12
21	Separador	ASTM A36	0,02	Ø: 1" x 25mm	Mecanizado	8	3,11	6	48,50
22	Tuerca Transversal	Bronce SAE 65	0,23	Ø: 1" x 30mm	Mecanizado	4	98,3	12	138,44
23	Sujetador I	Bronce SAE 65	0,62	Ø: 1 1/2" x 60 mm	Mecanizado	4	98,3	25	343,78
24	Sujetador II	Bronce SAE 65	0,62	Ø: 1 1/2" x 60 mm	Mecanizado	4	98,3	25	343,78

25	Listón de ajuste	Bronce SAE 65	0,62	Platina 1" X 1/2"	Mecanizado	4	98,3	25	343,78
26	Tornillo transversal izquierdo	SAE/AISI 1045	4,04	Ø: 1 1/4" x 800mm	Mecanizado	2	7,24	220	498,50
27	Tornillo transversal derecho	SAE/AISI 1045	4,3	Ø: 1 1/4" x 1000mm	Mecanizado	2	7,24	220	502,26
28	Guía transversal fija	SAE/AISI 1045	14,97	Platina 2 1/2" x 1" x 3m	Mecanizado	2	7,35	185	590,06
29	Sujetador de cabezera	Acero INOX 304L	0,58	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	2	13,056	20	55,14
30	Viga sujetadora de cabezera	Acero INOX 304L	0,84	PL: 3/16" - 4mm	Corte	2	13,056	12	45,93
31	Deflector transversal	Acero INOX 304L	0,42	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	6	13,056	26	188,90
32	Cabezera transversal	Nylon Ertalon 6PLA	2,59	PL: 20 mm	Mecanizado	2	58,7	10	324,07
33	Buje de acople	Bronce SAE 65	0,23	Ø: 1 1/2" x 60 mm	Mecanizado	4	98,3	12	138,44
34	Tornillo lateral izquierdo	SAE/AISI 1045	5,68	Ø: 1 1/4" x 1100mm	Mecanizado	2	7,24	280	642,25
35	Tornillo lateral derecho	SAE/AISI 1045	6,02	Ø: 1 1/4" x 1250mm	Mecanizado	1	7,24	280	323,58
36	Guía lateral fija	SAE/AISI 1045	21,5	Ø: 1 3/4" x 2200mm	Mecanizado	2	7,51	80	482,93
37	Bloque sujetador de viga IZQ	SAE/AISI 1020	3,25	PL: 2 1/2"	Mecanizado	2	7,23	185	417,00
38	Sujetador de chumacera	ASTM A36	0,9	PL: 1/2" - 13mm	Corte y mecanizado	4	2,877	25	110,36
39	Placa de unión de soporte de rodamiento	ASTM A36	1,16	PL: 1/2" - 13mm	Corte y mecanizado	4	2,877	32	141,35
40	Buje	SAE/AISI 1020	0,39	Ø: 3 1/4" x 60mm	Mecanizado	4	9,5	20	94,82
41	Manguito	Bronce SAE 65	0,3	Ø: 1" x 30mm	Mecanizado	4	98,3	25	217,96
42	Tapa de soporte IZQ	SAE/AISI 1020	0,25	Ø: 2 3/4" x15mm	Mecanizado	2	8,2	6	16,10
43	Soporte de rodamientos IZQ	SAE/AISI 1020	1,18	Ø: 3 3/4" x 30mm	Mecanizado	1	10,2	65	77,04
44	Contratapa de soporte IZQ	SAE/AISI 1020	0,25	Ø: 2 3/4" x15mm	Mecanizado	1	8,2	6	8,05
45	Bloque sujetador de viga DER	SAE/AISI 1020	3,25	PL: 2 1/2"	Mecanizado	2	7,23	185	417,00
46	Soporte de rodamientos DER	SAE/AISI 1020	1,18	Ø: 3 3/4" x 30mm	Mecanizado	2	10,2	65	154,07
47	Tapa de soporte DER	SAE/AISI 1020	0,25	Ø: 2 3/4" x15mm	Mecanizado	2	8,2	6	16,10
48	Soporte de actuador giratorio	Aluminio 6061-T	0,84	PL: 3/8" - 10mm	Corte y mecanizado	2	27,401	12	70,03
49	Placa de soporte	Aluminio 6061-T	0,24	PL: 3/8" - 10mm	Corte y mecanizado	4	27,401	18	98,30
50	Bloque del marco	SAE/AISI 1020	3,67	PL: 2 1/2"	Mecanizado	4	7,23	60	346,14
51	Placa de sujeción	ASTM A36	1,23	PL: 1/2" - 13mm	Corte y mecanizado	4	2,877	12	62,15
52	Tapa de fijación DER	SAE/AISI 1020	0,3	Ø: 2 3/4" x15mm	Mecanizado	2	8,2	12	28,92
53	Tapa de fijación IZQ	SAE/AISI 1020	0,27	Ø: 2 3/4" x15mm	Mecanizado	2	8,2	6	16,43

54	Polines	Nylon Ertalon 6PLA	0,14	Ø: 1 3/4" x 60mm	Mecanizado	16	58,7	15	371,49
55	Placa de agujeros	Aluminio 6061-T	0,41	PL: 3/8" - 10mm	Corte y mecanizado	4	27,401	25	144,94
56	Placa ranurado	Nylon Ertalon 6PLA	0,22	PL: 1/2" - 13mm	Corte y mecanizado	4	58,7	22	139,66
57	Polea loca mayor	Nylon Ertalon 6PLA	0,46	Ø: 3" x 70mm	Mecanizado	8	58,7	20	376,02
58	Placa de agujeros chinos	Nylon Ertalon 6PLA	0,32	PL: 3/8" - 10mm	Corte y mecanizado	4	58,7	18	147,14
59	Eje	Aluminio 6061-T	0,16	Ø: 1" x 60mm	Mecanizado	24	46,3	12	465,79
60	Placa delantera	ASTM A36	33,4	PL: 1/4" - 6mm	Corte	2	2,877	70	332,18
61	Placa posterior	ASTM A36	27,1	PL: 1/4" - 6mm	Corte y doblado	2	2,877	85	325,93
62	Placa de arriostre	ASTM A36	8,32	PL: 5/16" - 8mm	Corte	4	2,877	15	155,75
63	Rigidizador	ASTM A36	6,23	PL: 3/16" - 4mm	Corte	2	2,877	18	71,85
64	Placa de refuerzo 1	ASTM A36	5,91	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	1	2,877	20	37,00
65	Placa de refuerzo 2	ASTM A36	4,93	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	1	2,877	22	36,18
66	Placa de refuerzo 3	ASTM A36	5	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	1	2,877	20	34,39
67	Placa de refuerzo 4	ASTM A36	5,45	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	1	2,877	25	40,68
68	Placa de refuerzo 5	ASTM A36	6,1	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	1	2,877	20	37,55
69	Placa de refuerzo 6	ASTM A36	11,18	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	1	2,877	20	52,16
70	Placa de refuerzo 7	ASTM A36	10,08	PL: 5/16" - 8mm	Corte y doblado	1	2,877	20	49,00
71	Placa de refuerzo A	ASTM A36	4,26	PL: 3/16" - 4mm	Corte	1	2,877	15	27,26
72	Refuerzo para soporte de rodamiento	ASTM A36	0,32	PL: 1/2" - 13mm	Mecanizado	10	2,877	10	109,21
73	Soporte de tornillo	ASTM A36	0,53	PL: 3/16" - 4mm	Mecanizado	2	2,877	35	73,05
74	Buje	SAE/AISI 1020	0,57	Ø: 2 3/4" x15mm	Mecanizado	1	8,2	25	29,67
75	Tuerca	Bronce SAE 65	0,31	Ø: 1" x 30mm	Mecanizado	1	98,3	20	50,47
76	Tornillo de regulación Molde IZQ	SAE/AISI 1045	2,36	Ø: 1" x 1000mm	Mecanizado	1	6,27	180	194,80
77	Tornillo de regulación Molde DER	SAE/AISI 1045	2,31	Ø: 1" x 1000mm	Mecanizado	1	6,27	180	194,48
78	Acople de tornillos	Bronce SAE 65	0,14	Ø: 1 1/2" x 60 mm	Mecanizado	4	98,3	10	95,05
79	Base de deslizador de guía	SAE/AISI 1020	0,35	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	15	33,93
80	Bloque deslizador guía	SAE/AISI 1020	0,85	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	40	89,55
81	Bloque posterior deslizador guía	SAE/AISI 1020	0,85	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	28	65,55
82	Guía prismática	SAE/AISI 1020	9,46	Barra: 1"x1" x 2100mm	Mecanizado	4	4,81	50	382,01

83	Bloque fijo guía	SAE/AISI 1020	1,16	PL: 1 3/4"	Mecanizado	4	5,62	40	186,08
84	Bloque posterior fijo guía	SAE/AISI 1020	0,35	PL: 1 3/4"	Mecanizado	4	5,62	30	127,87
85	Soporte en voladizo	SAE/AISI 1020	0,92	PL: 3/16" - 4mm	Mecanizado	4	3,16	22	99,63
86	Eje en voladizo	SAE/AISI 1020	0,28	Ø: 1" x 35mm	Mecanizado	4	3,11	20	83,48
87	Chapa de soporte	ASTM A36	2,34	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	4	2,877	12	74,93
88	Segunda base de deslizador guía	ASTM A36	2,65	PL: 1/2" - 13mm	Mecanizado	4	2,877	40	190,50
89	Soporte de tuerca	ASTM A36	2,12	PL: 2"	Mecanizado	1	3,34	25	32,08
90	Tornillo de regulación IZQ	SAE/AISI 1045	2,12	Ø: 1" x 1000mm	Mecanizado	2	6,27	180	386,58
91	Tornillo de regulación DER	SAE/AISI 1045	2,18	Ø: 1" x 1000mm	Mecanizado	2	6,27	180	387,34
92	Tercera base de deslizador guía	SAE/AISI 1020	4,63	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	40	132,04
93	Soporte de tuerca II	SAE/AISI 1020	1,94	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	25	71,81
94	Tapa de soporte de tuerca II	SAE/AISI 1020	0,26	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	10	22,92
95	Soporte de barra prismática	SAE/AISI 1020	2,41	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	35	97,09
96	Tapa	SAE/AISI 1020	0,23	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	10	22,59
97	Barra prismatice	SAE/AISI 1020	7,03	Platina 2 1/2"x1/2"x1,3m	Mecanizado	1	3,16	50	72,21
98	Segunda chapa de soporte	ASTM A36	2,56	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	1	2,877	12	19,37
99	Base tensora	ASTM A36	1,85	PL: 1/2" - 13mm	Corte	1	2,877	10	15,32
100	Soporte de mecanismo de cabezales	ASTM A36	2,34	PL: 3/16" - 4mm	Corte y doblado	2	2,877	45	103,46
101	Bloque de rodamientos y guía	Aluminio 6061-T	4	BL: 250 x 150 x 100 mm	Mecanizado	2	35,2	65	411,60
102	Sujetador inferior	Aluminio 6061-T	1,68	BL: 100 x 150 x 50 mm	Mecanizado	2	35,2	25	168,27
103	Guía de cabezales	SAE/AISI 1045	3,62	Barra: 1"x1" x 2100mm	Mecanizado	1	7,12	50	75,77
104	Tornillo de cabezales DER	SAE/AISI 1045	2,83	Ø: 1" x 1000mm	Mecanizado	1	6,27	180	197,74
105	Tornillo de cabezales IZQ	SAE/AISI 1045	2,72	Ø: 1" x 1000mm	Mecanizado	1	6,27	180	197,05
106	Tapa tipo I	SAE/AISI 1020	0,25	PL: 1 3/4"	Mecanizado	1	5,62	15	16,41
107	Tapa tipo II	SAE/AISI 1020	0,32	PL: 1 3/4"	Mecanizado	1	5,62	12	13,80
108	Tapa delantera de bloque	SAE/AISI 1020	0,42	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	20	44,72
109	Separador	SAE/AISI 1020	0,15	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	10	21,69
110	Bloque móvil de cabezales	SAE/AISI 1020	1,56	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	45	107,53
111	Sujetador inferior móvil	SAE/AISI 1020	0,58	PL: 1 3/4"	Mecanizado	2	5,62	25	56,52

112	Acople	Bronce SAE 65	0,68	Ø: 1 1/2" x 60 mm	Mecanizado	1	98,3	15	81,84
113	Tuerca TR20x2	Bronce SAE 65	0,63	Ø: 1" x 30mm	Mecanizado	2	98,3	25	173,86
114	Chapa de bastidor 1	ASTM A36	9,68	PL: 5/67" - 2mm	Corte y doblado	1	2,877	25	52,85
115	Chapa del bastidor 2	ASTM A36	12,3	PL: 5/67" - 2mm	Corte y doblado	2	2,877	20	110,77
116	Chapa del bastidor 3	ASTM A36	6,55	PL: 5/67" - 2mm	Corte y doblado	2	2,877	25	87,69
117	Chapa del bastidor 4	ASTM A36	6,78	PL: 5/67" - 2mm	Corte y doblado	2	2,877	20	79,01
118	Chapa del bastidor 5	ASTM A36	22,3	PL: 5/67" - 2mm	Corte y doblado	2	2,877	22	172,31
119	Chapa del bastidor 6	ASTM A36	12,7	PL: 5/67" - 2mm	Corte y doblado	2	2,877	23	119,08
120	Chapa del bastidor 7	ASTM A36	16,5	PL: 5/67" - 2mm	Corte y doblado	2	2,877	24	142,94
121	Placa de refuerzo A	ASTM A36	3,07	PL: 1/2" - 13mm	Corte	2	2,877	10	37,66
122	Soporte de garrucha delantero	ASTM A36	6,32	PL: 1/2" - 13mm	Corte y mecanizado	2	2,877	35	106,37
123	Placa de refuerzo B	ASTM A36	2,74	PL: 1/2" - 13mm	Corte	2	2,877	10	35,77
124	Soporte de garrucha posterior	ASTM A36	6,32	PL: 1/2" - 13mm	Corte y mecanizado	2	2,877	35	106,37
125	Soporte de Magazine	ASTM A36	23,5	PL: 1/2" - 13mm	Corte y mecanizado	1	2,877	38	105,61
								TOTAL	**19766.93**

Fuente: elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5-9
Presupuesto de diseño y desarrollo

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UND.	Tiempo	Salario (S/.)	TOTAL (S/.)
1,0	**INGENERIA**					
	Diseño, planos y costos	1	12	MES	2000	24000
	Supervisor de montaje y pruebas	1	1	MES	2500	2500
					SUBTOTAL	26500
2,0	**PERSONAL TECNICO**	**1**				
	Maestro soldador 3G/4G	1	1	MES	2800	2800
	Maestro mecánico montajista	1	1	MES	3200	2500
	Ayudante mecánico	1	1	MES	1800	1800
	Maestro armador calderero	1	3	DIAS	80	240
	Técnico en automatización	1	3	DIAS	100	300
					SUBTOTAL	7100
3,0	**SEGURIDAD**					
	Implementos de seguridad	6	1	MES	150	900
	Seguro SCTR	6	1	MES	60	360
					SUBTOTAL	1260
	ALQUILER DE EQUIPOS					
4,0	Amoladora angular 670W - 4 1/2"	1	1	MES	80	80
	Esmeril de banco 2,2kW - 6"	1	1	MES	60	60
	Tronzadora	1	1	MES	20	20
	Máquina de soldar MILLER XMT 450	1	1	MES	120	120
	Taladro de columna REXON 1HP - 1"	1	1	MES	50	50
	Pórtico y polipasto CAP. 1TON	1	1	MES	60	60
	Compresor de pistón 80 GAL.	1	1	MES	60	60
	Barrenador portátil 2HP	1	1	DIA	300	300
	Herramientas de pulido	1	1	MES	80	80
	Herramientas de izaje liviano	1	1	MES	10	10
	Herramientas manuales para mecánico	1	1	MES	20	20
	Herramientas de pintado y acabados	1	1	MES	20	20
					SUBTOTAL	880
					TOTAL	**35740**

Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De los presupuestos anteriores se realiza un resumen general. El cual representa el costo necesario para el desarrollo del proyecto. Los sistemas de dosificación, transporte y conformado se analizan según las estimaciones realizadas en trabajos anteriores.

Tabla 5-10
Presupuesto total del bastidor estructural y los mecanismos de regulación

ITEM	DESCRIPCION	Costo (S/.)
1	Conexiones mecánicas	218,53
2	Elementos de transmisión	2954,6
3	Perfiles estructurales	2058,3
4	Consumibles	606,5
5	Detalles y acabados	1698
6	Componentes de fabricación	19766,93
7	Diseño y desarrollo	35740
	TOTAL	**63042,86**

Fuente: elaboración propia

Tabla 5-11 Presupuesto total de la maquina armadora de cajas
Presupuesto total de la maquina armadora de cajas

ITEM	DESCRIPCION	Costo (S/.)
1	Sistema de dosificación y transporte	38000.0
2	Sistema de conformación	34620.2
3	Bastidor estructural y reguladores	63042.86
	TOTAL	**135663.1**

Fuente: elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

- Se desarrolló el bastidor estructural con sus respectivos mecanismos de regulación dividiéndose en tres funciones principales que se diseñaron según el orden especificado, como guiar, regular y soportar.
- Por medio de la evaluación técnica – económica se estableció una matriz de conformación a partir de componentes prismáticos, el sistema de regulación se realizó por medio de tornillos de potencia y cadenas de transmisión que son simétricos entre sí, el bastidor estructural se formó a partir de perfiles estructurales y planchas metálicas.
- Las cargas a las que están sometidas los elementos de la matriz de conformación, por si solas son despreciables y causan pocos esfuerzos, pero al considerar el conjunto completo como el peso de los componentes, el ángulo de inclinación, las fuerzas de los actuadores neumáticos, la velocidad del troquel de conformación. Los esfuerzos se hacen considerables, surgen deformaciones imprevistas y los ensambles se vuelven inadecuados.
- Para el diseño de componentes sometidos a cargas que no cumplen funciones de transmisión, unión o almacenamiento de energía, se utilizan las ecuaciones básicas de la mecánica de materiales, la transformación del esfuerzo plano permite obtener las condiciones máximas de esfuerzos que son evaluadas por criterios de falla de carga estática, finalmente se realiza una simulación de elementos finitos para determinar quizá lo más importante, la deformación. Las deflexiones elevadas causadas por las cargas, perjudicaran los procesos de dosificación, transporte y conformación. El resultado de la simulación permite comprobar tolerancias y ajustes para garantizar un ensamble adecuado.
- Los componentes de regulación así como los que participan en la conformación, están diseñados para una vida larga. El mantenimiento para estos sistemas estáticos es reducido debido a la consideración de los otros aspectos de la maquina como los sistemas neumáticos y electrónicos que necesitan supervisión regular.
- El bastidor estructural y sus mecanismos de regulación son la parte final de un diseño que inicio con el desarrollo del sistema de dosificación de moldes de cartón P84 y el sistema de conformación para obtener cajas. Los planos de ensamble muestran estos conjuntos integrados en el bastidor estructural y completando así la maquina en su totalidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Institute of Steel Construccion. (2009). *Manual of Steel Construccion LRFD.* USA.

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2009). *Guia para Envases y Embalajes.* Lima.

Aceros Arequipa S.A. (s.f.). *Catalogo de productos y servicios.* Recuperado el 28 de 02 de 2020, de www.acerosarequipa.com

Alva, F. D. (2014). *Diseño de elementos de Maquinas I.* Lima: San Marcos.

Avallone A., E., Baumeister, T., & Sadheg, A. (Edits.). (2007). *Marks' Standar Handbook of Mechanical Engineers* (Onceava ed.). New York: McGRAW-Hill.

Beer, Johnston, Mazurek, & Eisenberg. (2006). *Mecanica Vectorial para Ingenieros ESTATICA.* Mexico DF: Mc Graw Hill.

Boix Maquinaria. (2018). *Boix Maquinaria Company*. Recuperado el 05 de 12 de 2018, de https://www.boix.es/

Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). *Shigley's Mechanical Engineering Design* (Ninth ed.). New York: McGraw Hill. Recuperado el 2017

CARTONAJES ARREGUI. (2018). Recuperado el 20 de 12 de 2018, de http://www.cartonajesarregui.es/informacion-tecnica-2/

Catedra del curso Diseño de Maquinas. (2016). Diseño de Maquinas. Arequipa: UCSM.

Chandrupatla, T. R., & Belegundu, A. D. (1999). *Introducción al estudio de elemento finito en ingeniería* (Segunda Edicion ed.). Mexico: Pearson.

Dobrovolski, V., Zablonski, K., Radchik, A., & Erlij, L. (1978). *Elementos de Maquina.* Mexico DF: MIR.

FEFCO. (2018). *FEFCO Corrugated Packaging*. Recuperado el 5 de 12 de 2018, de http://www.fefco.org/circular-by-nature

Gerling, H. (2013). *Alrededor de las maquinas herramientas.* Barcelona: Reverte S.A.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Guzman Abril, G. P. (2019). *Diseño de un Magazine de planchas de carton P84.* Arequipa: UCSM.

Hall, A., Holowenco, A., & Laughlin, H. (1971). *Diseño de Maquinas.* Bogota: McGRAW-HILL.

Hibbeler, R. (2007). *Mecanica de Materiales.* Mexico DF: Pearson.

Hibbeler, R. (2011). *Ingenieria Mecanica, Estatica.* Mexico D.F.: Pearson.

Huapaya, A., Zavaleta, J., & Echevarria, M. (1986). *Diseño mecanico.* Lima: EDUNI.

Interempresas. (2018). *Interempresas, Envase y embalaje*. Recuperado el 10 de 12 de 2018, de http://www.interempresas.net/Envase/Articulos/36837-El-estandar-internacional-CF1-y-CF2-se-convierte-en-la-norma-UNE137005.html

Ivette, M. S. (2009). *Carton corrugado Pruebas de producto terminado.* Mexico DF: Instituto Politecnico Nacional.

Mondragón, V. (15 de mayo de 2015). *Empaque, embalaje y rotulado para la agroexportación.* Recuperado el Diciembre de 2018, de Slideshare: https://es.slideshare.net/martinmondragongutierrez/empaque-embalaje-y-rotulado-para-la-agroexportacin

Mott, R. L. (2009). *Diseño de elementos de Maquina.* Mexico DF: Pearson.

Olivera Apaza, E. A. (2019). *Diseño de un sistema de conformado de cajas de carton para frutas para una maquina formadora de 2700 cajas/hora".* Arequipa: Universidad Catolica de Santa Maria.

Organismo Internacional de Estandarizacion ISO. (2007). *Norma EN ISO 8501-1.*

Orlov, P. (1985). *Ingenieria de diseño* (Segunda ed., Vol. III). Barcelona: MIR.

Paredes Nuñez, J. (2013). *Manual para la investigacion cientifica.* Arequipa: Universidad Catolica de Santa Maria.

Prisicoblog. (2018). *Priscoblog*. Recuperado el 10 de 12 de 2018, de http://prunuspersicaprisco.blogspot.com/2009/07/une-137005-norma-de-estandar-de-medidas.html

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PROMPERU. (2018). *Informe Ejecutivo de ferias FRUIT LOGISTICA.* Berlin.

Reshetov, D., Beliaev, V., Bogatirev, I., Bulanzhe, A., & Vibornov, P. (1985). *Atlas de elementos de maquinas y mecanismo.* Barcelona: CEAC.

Rivera Cabezas, O. P. (2011). *Evaluación de capacidades de envases de cartón para el enfriamiento rápido de uvas de mesa de exportación.* Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Mecánica. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de ciencias fisicas y matematicas. Recuperado el febrero de 2018

Rodriguez, R. M. (2014). *Estudio y Simulacion de elementos finitos del comportamiento de discos ceramicos.* Universidad Politecnica de Catalunya.

Schrock, J. (1981). *Montaje, Ajuste, verficacion de elementos de maquina.* Barcelona: Reverte S.A.

SKF Company. (2006). *Catalogo general de productos para la industria.* Suecia: SKF.

UFSC. (2019). *Proyecto de Maquinas*. Recuperado el 02 de 01 de 2019, de https://sites.google.com/site/emc5301skatemotorizado/projeto-preliminar/simulacao

Universidad Nacional del Nordeste. (2012). *Curso de Resistencia de materiales.* Recuperado el 08 de 05 de 2019, de Curso de Resistencia de materiales: http://ing.unne.edu.ar/mecap/Apuntes/Estabilidad_2/Cap05-Torsion.pdf

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo A

Tabla A-1: Coeficiente de fricción entre tornillo de potencia y collarín

Table 8–6

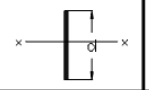
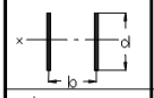
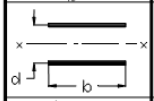
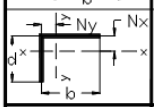
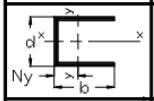
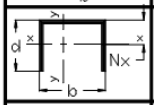
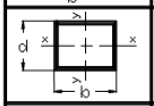
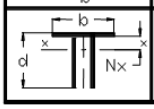
Thrust-Collar Friction Coefficients

Source: H. A. Rothbart and T. H. Brown, Jr., *Mechanical Design Handbook*, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 2006.

Combination	Running	Starting
Soft steel on cast iron	0.12	0.17
Hard steel on cast iron	0.09	0.15
Soft steel on bronze	0.08	0.10
Hard steel on bronze	0.06	0.08

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2011)

Tabla A-2: Propiedades del cordón de soldadura tratado como línea

SECCION	Nx , Ny	FLEXION Zw respecto x-x	TORSION Jw
	$Nx=\frac{d}{2}$	$\frac{d^2}{6}$	$\frac{d^3}{12}$
	$Nx=\frac{d}{2}$	$\frac{d^2}{3}$	$\frac{d(3b^2+d^2)}{6}$
	$Nx=\frac{d}{2}$	bd	$\frac{b(3d^2+b^2)}{6}$
	$Ny=\frac{b^2}{2(b+d)}$ $Nx=\frac{d^2}{2(b+d)}$	$\frac{4bd+d^2}{6}$ (sup.) $\frac{d^2(4b+d)}{6(2b+d)}$ (inf)	$\frac{(b+d)^4-6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$Ny=\frac{b^2}{2b+d}$	$bd+\frac{d^2}{6}$	$\frac{(2b+d)^3}{12}-\frac{b^2(b+d)^2}{2b+d}$
	$Nx=\frac{d^2}{2d+b}$	$\frac{2bd+d^2}{3}$ (sup.) $\frac{d^2(2b+d)}{3(b+d)}$ (inf)	$\frac{(b+2d)^3}{12}-\frac{d^2(b+d)^2}{b+2d}$
	$Nx=\frac{d}{2}$	$bd+\frac{d^2}{3}$	$\frac{(b+d)^3}{6}$
	$Nx=\frac{d^2}{b+2d}$	$\frac{2bd+d^2}{3}$ (sup.) $\frac{d^2(2b+d)}{3(b+d)}$ (inf)	$\frac{(b+2d)^3}{12}-\frac{d^2(b+d)^2}{b+2d}$

Fuente: (Alva, 2014, pág. 40)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla A-3: Esfuerzos permisibles de fatiga según AWS D2.0

ESFUERZOS PERMISIBLES DE FATIGA AWS D2. 0 – 69 (KPSI)

LOCALIZACIÓN	TIPO DE CARGA	≤ 100000 CICLOS	> 100000 A 500000 CICLOS	> 500000 A 2000000 CICLOS
En metal base de conexiones a la alma con cordón de soldadura de filete	Tracción	$\frac{20,5}{1-0,49K}$	$\frac{20,5}{1-0,55K}$	$\frac{20,5}{1-0,55K}$
En metal de aporte y en metal base adyacente a cordones longitudinales soldados a tope	Compresión	$\frac{19,8}{1-0,49K}$	$\frac{19,8}{1-0,49K}$	$\frac{19,8}{1-0,49K}$
En material de aporte y en metal base adyacente a cordones de soldadura soldados a tope.	Tracción	$\frac{20,5}{1-0,55K}$	$\frac{17,2}{1-0,62K}$	$\frac{15,0}{1-0,67K}$
	Compresión	$\frac{19,8}{1-0,49K}$	$\frac{19,8}{1-0,87K}$	$\frac{19,8}{1-1,20K}$
En metal base unidos con soldadura de filete	Tracción ó compresión	$\frac{15,0}{1-0,70K}$	$\frac{10,5}{1-0,80K}$	$\frac{8,0}{1-0,83K}$
Metal de aporte	Corte	$\frac{12,0}{1-0,5K}$	$\frac{10,8}{1-0,55K}$	$\frac{9,0}{1-0,62K}$

NOTA: Los esfuerzos de fatiga no deben exceder los esfuerzos permisibles bajo carga estática. Los valores dados en la tabla son para $S_y = 36\,000$ PSI

Fuente: (Alva, 2014, pág. 42)

Tabla A-4: Especificaciones de roscas metricas

AREAS DE ESFUERZOS DE ROSCAS METRICAS PREFERIBLES

PASO BASTO			PASO MEDIO		PASO FINO	
DESIG-NACION	PASO mm	A_s mm²	DESIGNACION Día X paso	A_s mm²	DESIGNACION Día X paso	A_s mm²
M4	0,7	8,65	M4	8,65	M4 x 0,5	9,69
M5	0,8	13,99	M5	13,99	M5 x 0,5	16,00
M6	1,0	19,84	M6	19,84	M6 x 0,5	23,87
M8	1,25	36,13	M8	36,13	M8 x 1,0	38,77
M10	1,5	57,26	M10	57,26	M10 x 1,0	63,98
M12	1,75	83,24	M12	83,24	M12 x 1,5	87,23
M16	2,0	155,1	M16	155,1	M16 x 1,5	166,0
M20	2,5	242,3	M20 x 2	255,9	M20 x 1,5	269,9
M24	3,0	348,9	M24 x 2	381,9	M24 x 1,5	399,0
M30	3,5	555,3	M30 x 2	618,0	M30 x 1,5	639,7
M36	4,0	555,3	M36 x 3	859,3	M36 x 1,5	936,9
M42	4,5	1111	M42 x 3	1199	M42 x 1,5	1291
M48	5,0	1462	M48 x 3	1596	M48 x 1,5	1701
			M56 x 4	2132	M56 x 2,0	2295
			M64 x 4	2837	M64 x 2,0	3024
			M72 x 4	3643	M72 x 2,0	3854
			M80 x 4	4549	M80 x 2,0	4785
			M90 x 4	5823	M90 x 2,0	6089
			M100 x 4	7254	M100 x 2,0	7551

Fuente: (Alva, 2014, pág. 26)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla A-5: Valores de factor K, para determinadas uniones

VALORES DE LA CONSTANTE DE LA UNION, K, PARA CIERTOS TIPOS DE UNIONES

TIPO DE UNION	K
Empaquetadura blanda con espárragos	1,00
Empaquetadura blanda con pernos pasantes	0,75
Empaquetadura de asbestos con pernos pasantes	0,60
Empaquetadura de cobre suave con pernos pasantes	0,50
Empaquetadura de cobre duro con pernos pasantes	0,25
Uniones metal a metal	0,00

Fuente: (Alva, 2014, pág. 27)

Tabla A-6: Factor de concentración de esfuerzos Kf

VALORES DE LOS FACTORES DE CONCENTRACION DE ESFUERZOS, K_F, EN PERNOS SOMETIDOS A CARGAS DE TRACCIÓN

TIPO DE ROSCA	RECOCIDO		TRATADO TERMICAMENTE (Templado y revenido)	
	LAMINADA	MECANIZADA	LAMINADA	MECANIZADA
Americana	2,2	2,8	3,0	3,8
Whitworth	1,4	1,8	2,6	3,3

Fuente: (Alva, 2014, pág. 27)

Tabla A-7: Especificaciones SAE para pernos según clase

ESPECIFICACIONES MÉTRICAS PARA PERNOS Y TORNILLOS

CLASE SAE (mm)	TAMAÑO	Carga de Prueba S_p (MPa)	Límite de Fluencia S_y (MPa)	Límite de Rotura S_u (MPa)	Material
4.6	M5-M36	225	240	400	Acero de mediano o bajo carbono
4.8	M1.6-M16	310	340	420	Acero de mediano o bajo carbono
5.8	M5-M24	380	420	520	Acero de mediano o bajo carbono
8.8	M16-M36	600	660	830	Acero de mediano o bajo carbono, T y R
9.8	M1.6-M16	650	720	900	Acero de mediano o bajo carbono, T y R
10.9	M5-M36	830	940	1 040	Acero de mediano o bajo carbono, T y R
12.9	M1.6-M36	970	1 100	1 220	Acero de aleación, T y R

Fuente: (Alva, 2014, pág. 28)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla A-8: Especificaciones SAE según marca y grado

ESPECIFICACIONES SAE PARA MATERIALES DE PERNOS

MARCA DE IDENTIFI-CACION	DESIGNA-CION SAE GRADO	TIPO DE ACERO	DIAMETRO Pulg	CARGA DE PRUEBA * kgs/mm²	ESFUERZO DE * ROTURA kgs/mm²	DUREZ A BHN	OBSERVACIONES
	0	--	1/4 - 1 ½	--	--	--	SAE: 1010, 1012, 1015, 1018
	1	Bajo % C	1/4 -1 ½	--	38,7	207 máx	SAE: 1010, 1015, 1018 ASTM A307 grado B
	2	Bajo y medio % C	1/4 - 1 1/2 9/16 - 3/4 7/8 - 1 ½	38,7 36,6 19,7	48,6 45,1 38,7	241 máx 241 máx 207 máx	SAE: 1015, 1018, 1020
	3	Medio % C Trabajado en frío	1/4 - 1/2 9/16 - 5/8	59,9 56,3	77,5 70,4	207/269 207/269	SAE: 1030, 1035, 1038
	5	Medio % C Templado y revenido	1/4 - 3/4 7/8 - 1 1 - 1 ½	59,9 54,9 52,1	84,5 81,0 73,9	241/302 235/302 223/285	SAE: 1035, 1038, 1040, 1045 ASTM A449, A325
	6	Medio %C Templado y revenido.	1/4 - 5/8 9/16 - 3/4	77,5 73,9	98,6 93,7	285/331 269/331	
	7	Aleado. Templado y revenido.	1/4 - 1 ½	73,9	93,7	269/321	Rosca laminada después del tratamiento térmico.
	8	Aleado. Templado y revenido.	1/4 - 1 ½	84,5	105,6	302/352	SAE: 8635, 8640, 4140,4037 ASTM A354 grado BD, A490

* Valores de esfuerzos mínimos.

Fuente: (Alva, 2014, pág. 28)

Tabla A-9: Especificaciones para las cadenas de rodillo ANSI

ANSI N°	PASO Pulgs	CARGA DE ROTURA Lbs.	PESO PROMEDIO EN lbs/pie.	VELOCIDAD MAXIMA, PIES/MIN		
				TIPO DE LUBRICACION		
				MANUAL	GOTEO	SALPICADURA
25	1/4	875	0,09	500	2 500	3 500
35	3/8	2 100	0,21	370	1 700	2 800
40	1/2	3 700	0,42	300	1 300	2 300
50	5/8	6 100	0,68	250	1 000	2 000
60	3/4	8 500	1,00	220	850	1 800
80	1	14 500	1,73	170	650	1 500
100	1 1/4	24 000	2,50	150	520	1 300
120	1 1/2	34 000	3,69	130	430	1 200
140	1 3/4	46 000	5,00	115	370	1 100
160	2	58 000	6,50	100	330	1 000
180	2 1/4	76 000	9,06	95	300	950
200	2 ½	95 000	10,65	85	260	900

Fuente: (Alva, 2014, pág. 92)

Tabla A-10: Factor Modificatorio de la potencia a transmitir

NUMERO DE DIENTES	FACTOR	NUMERO DE DIENTES	FACTOR	NUMERO DE DIENTES	FACTOR
11	1,73	19	1,00	27	0,68
12	1,64	20	0,95	28	0,66
13	1,51	21	0,90	29	0,63
14	1,39	22	0,85	30	0,61
15	1,29	23	0,81	31	0,59
16	1,20	24	0,78	32	0,57
17	1,13	25	0,74	33	0,55
18	1,06	26	0,71	34	0,53

Fuente: (Alva, 2014, pág. 92)

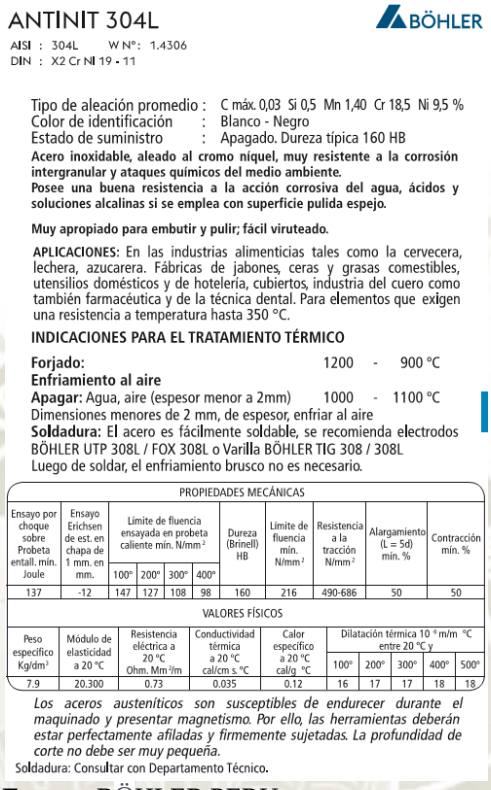
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo B

Figura B-1: Acero SAE AISI 304L



ANTINIT 304L

BÖHLER

AISI : 304L W Nº: 1.4306
DIN : X2 Cr Ni 19 - 11

Tipo de aleación promedio : C máx. 0,03 Si 0,5 Mn 1,40 Cr 18,5 Ni 9,5 %
Color de identificación : Blanco - Negro
Estado de suministro : Apagado. Dureza típica 160 HB

Acero inoxidable, aleado al cromo níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y ataques químicos del medio ambiente.
Posee una buena resistencia a la acción corrosiva del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida espejo.

Muy apropiado para embutir y pulir; fácil viruteado.

APLICACIONES: En las industrias alimenticias tales como la cervecera, lechera, azucarera. Fábricas de jabones, ceras y grasas comestibles, utensilios domésticos y de hotelería, cubiertos, industria del cuero como también farmacéutica y de la técnica dental. Para elementos que exigen una resistencia a temperatura hasta 350 °C.

INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjado: 1200 - 900 °C
Enfriamiento al aire
Apagar: Agua, aire (espesor menor a 2mm) 1000 - 1100 °C
Dimensiones menores de 2 mm, de espesor, enfriar al aire
Soldadura: El acero es fácilmente soldable, se recomienda electrodos BÖHLER UTP 308L / FOX 308L o Varilla BÖHLER TIG 308 / 308L
Luego de soldar, el enfriamiento brusco no es necesario.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Ensayo por choque sobre Probeta entall. mín. Joule	Ensayo Erichsen de est. en chapa de 1 mm. en mm.	Límite de fluencia ensayada en probeta caliente mín. N/mm²				Dureza (Brinell) HB	Límite de fluencia mín. N/mm²	Resistencia a la tracción N/mm²	Alargamiento (L = 5d) mín. %	Contracción mín. %
		100°	200°	300°	400°					
137	-12	147	127	108	98	160	216	490-686	50	50

VALORES FÍSICOS

Peso específico Kg/dm³	Módulo de elasticidad a 20 °C	Resistencia eléctrica a 20 °C Ohm. Mm²/m	Conductividad térmica a 20 °C cal/cm s. °C	Calor específico a 20 °C cal/g °C	Dilatación térmica 10⁻⁶ m/m °C entre 20 °C y				
					100°	200°	300°	400°	500°
7.9	20.300	0.73	0.035	0.12	16	17	17	18	18

Los aceros austeníticos son susceptibles de endurecer durante el maquinado y presentar magnetismo. Por ello, las herramientas deberán estar perfectamente afiladas y firmemente sujetadas. La profundidad de corte no debe ser muy pequeña.

Soldadura: Consultar con Departamento Técnico.

Fuente: BÖHLER PERU

Figura B-2: Características del Aluminio 6061 T6

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO
PRODUCTO: PERFILES DE EXTRUSIÓN

ALEACIÓN	% SI	% Fe	% Cu	% Mn	% Mg	% Cr	% Ti	% Zn	otros	% Al
6061	0.4 – 0,8	0.70	0.150.40	0.15	0.8 - 1.2	0.040 0.35	0.15	0.25	0.05	remanen
6063	0.20 -0.6	0.35	0.10	0.10	0.45 -0.9	0.10	0.10	0.10	0.05	remanen
6261	0.40-0.7	0.4	0.150.40	0.2 -0.35	0.7 – 1.0	0.10	0.10	0.20	0.05	remanen

PROPIEDADES MECÁNICAS

ALEACION Y TEMPLE	DIAMETRO Ó ESPE. mm	AREA Mm2	RESIS. A LA TRAC. (psi) MIN	LIM ELAST. MIN (psi)	% ELONG. EN 50mm. MIN
6061 O	todos	todos	Max. 22000	16000	16
6061 T6	Hasta 6.32	todos	38000	35000	8
	>6.33	todos	38000	35000	10
6063 O	todos	todos	Max 19000	--------	18
6063 T4	Hasta 12.7	todos	19000	10000	14
	12.7 a 25.4	todos	18000	9000	14
6063 T5	Hasta 12.7	todos	22000	16000	8
	12.7 a 25.4	todos	21000	15000	8
6063 T6	Hasta 3.15	todos	30000	25000	8
	3.15 a 15.4	todos	30000	25000	10
6261 T6	todos	todos	38000	35000	10

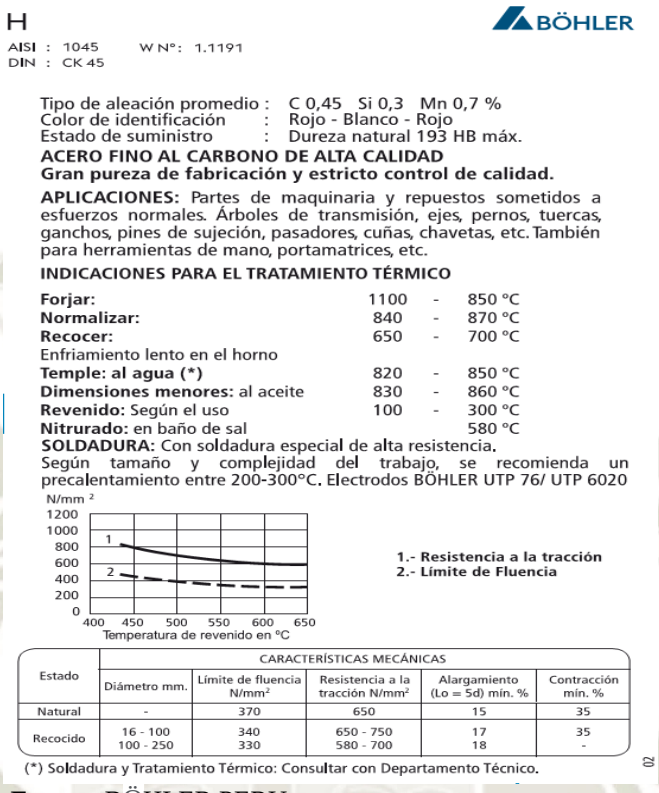
Fuente: Aluminio Laminados del Perú S.A.C

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura B-3: Acero SAE AISI 1045



H

BÖHLER

AISI : 1045 W N°: 1.1191
DIN : CK 45

Tipo de aleación promedio : C 0,45 Si 0,3 Mn 0,7 %
Color de identificación : Rojo - Blanco - Rojo
Estado de suministro : Dureza natural 193 HB máx.

ACERO FINO AL CARBONO DE ALTA CALIDAD
Gran pureza de fabricación y estricto control de calidad.

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos sometidos a esfuerzos normales. Árboles de transmisión, ejes, pernos, tuercas, ganchos, pines de sujeción, pasadores, cuñas, chavetas, etc. También para herramientas de mano, portamatrices, etc.

INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjar:	1100	-	850 °C
Normalizar:	840	-	870 °C
Recocer:	650	-	700 °C
Enfriamiento lento en el horno			
Temple: al agua (*)	820	-	850 °C
Dimensiones menores: al aceite	830	-	860 °C
Revenido: Según el uso	100	-	300 °C
Nitrurado: en baño de sal			580 °C

SOLDADURA: Con soldadura especial de alta resistencia.
Según tamaño y complejidad del trabajo, se recomienda un precalentamiento entre 200-300°C. Electrodos BÖHLER UTP 76/ UTP 6020

Estado	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS				
	Diámetro mm.	Límite de fluencia N/mm²	Resistencia a la tracción N/mm²	Alargamiento (Lo = 5d) mín. %	Contracción mín. %
Natural	-	370	650	15	35
Recocido	16 - 100 100 - 250	340 330	650 - 750 580 - 700	17 18	35 -

(*) Soldadura y Tratamiento Térmico: Consultar con Departamento Técnico.

02

Fuente: BÖHLER PERU

Figura B-4: Acero SAE AISI 1020

ACERO SAE 1020

DIN	CK - 20
UNI	C - 20
AFNOR	XC - 20
SAE	1020

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

Acero al carbono que puede utilizarse en estado cementado, templado y revenido o simplemente en estado calibrado. Por su contenido de carbono estos aceros se utilizan para la fabricación de piezas estructurales o de maquinaria de mediana resistencia con una gran tenacidad. Es fácilmente soldable con soplete ó al arco.

COMPOSICION QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.18 0.23	0.3 0.6	0.04	0.05	0.15 0.3

Estado de suministro: Recocido
Dureza de suministro: 150 - 190 HB

PROPIEDADES MECÁNICAS

Estado de suministro	Resistencia a la tracción MPa	Límite elástico MPa	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza Brinell aprox.
Laminado en caliente	441	196	25	45	140 / 180
Normalizado	490 - 588	343	30	55	150
Recocido	441 - 539	294	35	60	130 / 150
Calibrado	539 - 686	441	10	35	180 / 220
Cementado, templado y rev.	686 - 833	441	15	45	-----

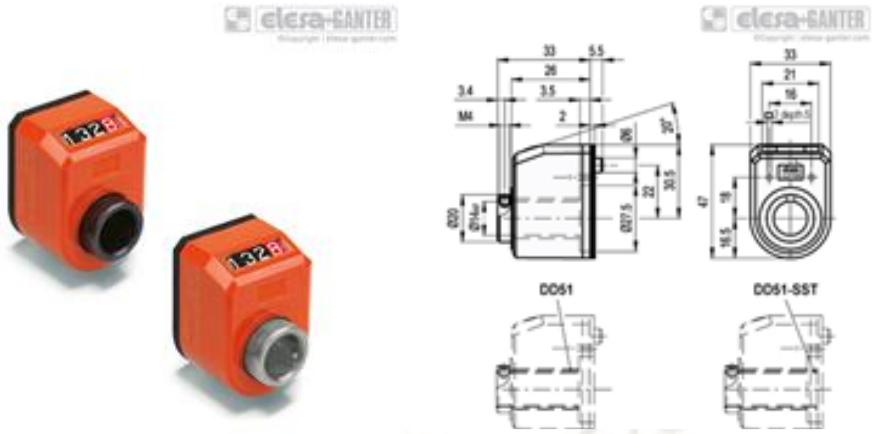
Fuente: Aceros Comerciales S.C.R.L

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

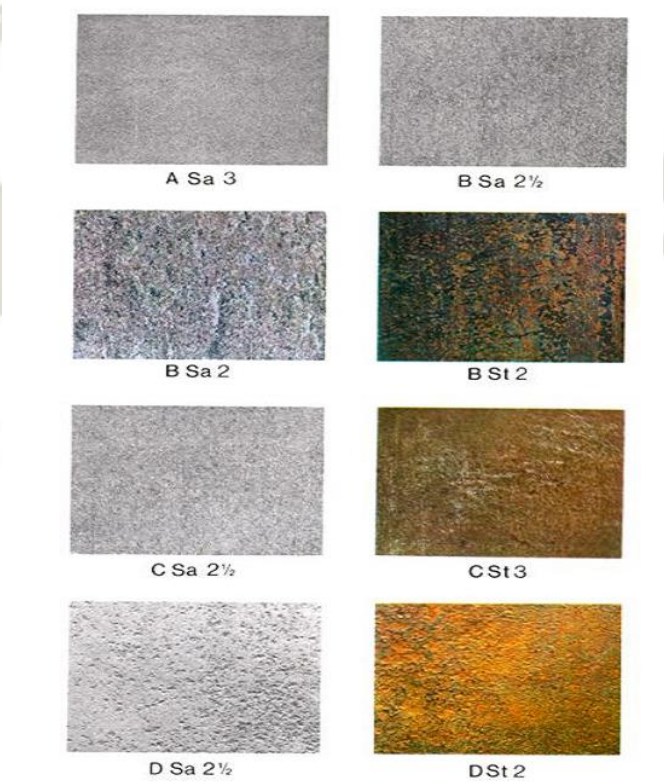
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura B-5: Contador mecánico de 4 dígitos



Fuente: Elesa CE:84153

Figura B-6: Patrones fotográficos de los grados de preparación de superficie



Fuente: (Norma EN ISO 8501-1, 2007)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura B-7: Especificaciones Electrodo SMAW E6011

SMAW

Aceros de Bajo Carbono

OERLIKON

CELLOCORD AP

Electrodo revestido de tipo celulósico, con penetración profunda, diseñado para uso con corriente alterna o continua.
Su arco potente y muy estable produce depósitos de muy buena calidad.
Es aconsejable para la ejecución de pases de raíz y multipase en aceros de bajo contenido de carbono.
Para la soldadura de unión en cualquier posición, en especial para vertical ascendente y sobrecabeza.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E6011

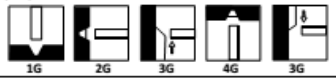
Aprobaciones	Grados
ABS	3
LR	3m
GL	3

Análisis Químico del Metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,07	0,55	0,30	máx. 0,020	máx. 0,020	-	-	-	-	-

Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V (-20°C) [J]
Sin tratamiento	450 - 550 (62 250 - 79 750)	mín. 360 (52 200)	22 30	mín. 60

Conservación del Producto	Posiciones de Soldadura
• Mantener en un lugar seco y evitar humedad. • No requiere almacenamiento bajo horno.	P, H, Sc, Vd. 

Parámetros de Soldeo Recomendados

Para corriente alterna (AC) o continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo		30	50	80	110	140	180
Amperaje máximo		45	70	120	150	200	250

Aplicaciones

- Soldadura recomendable para aceros no templables (aceros dulces) con un máximo de 0,25% de carbono.
- Para soldar aceros de bajo carbono, cuando se desea penetración profunda, poca escoria, cordones no abultados y alta calidad del depósito de soldadura.
- Estructura metálica liviana.
- Para la soldadura de todas las uniones a tope que requieren una buena penetración en el primer pase.
- En la fabricación de construcciones navales, tanques, reservorios y uniones de tubos de acero de bajo carbono.

Fuente: Soldexa S.A

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura B-8: Especificaciones Electrodo SMAW E7018

SMAW

Aceros al Carbono y Baja Aleación

OERLIKON

SUPERCITO 100 PLUS

Electrodo revestido del tipo básico, el metal depositado contiene un bajo nivel de hidrógeno difusible, presenta excelente apariencia, arco muy estable, con bajos niveles de salpicaduras. Sus excelentes propiedades mecánicas hacen que este electrodo sea apropiado para aplicaciones críticas en las industrias como la off-shore, energía nuclear, recipientes criogénicos y de alta presión, así como en la industria de la construcción. Dentro de su categoría presenta la máxima resistencia a la absorción de humedad, aún estando expuesto a la intemperie hasta por 9 horas mantiene sus bajos niveles de hidrógeno difusible.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018-1 H4R

Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,06	1,56	0,33	máx. 0,020	máx. 0,020	-	0,12	0,02	0,025	-

Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

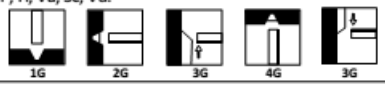
Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V [°C (°F)] [J (Ft-Lbf)]
Sin tratamiento	mín. 500 (72 500)	mín. 400 (58 000)	mín. 23	[-45°C (-50°F)] mín. 100 (74)

Conservación del Producto

- Mantener en un lugar seco y evitar humedad.
- Almacenamiento en horno: 125 - 150°C.
- Resecado de 400°C a 450°C por 2 horas.

Posiciones de Soldadura

P, H, Va, Sc, Vd.



Hidrógeno Difusible

Menor a 4,00ml/100g.

Parámetros de Soldeo Recomendados

Para corriente continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo		-	60	90	110	-	-
Amperaje máximo		-	85	150	210	-	-

Aplicaciones

- Soldadura recomendable para aceros de alta resistencia sometidas a condiciones extremas de baja temperatura.
- Materiales ASME tipo: SA 516 Gr. 60; SA 516 Gr. 70; SA 106 Gr. B; SA 537 Cl 1, etc.
- Fabricación de estructuras en las industrias off-shore, energía nuclear, recipientes a bajas temperaturas y de alta presión.
- En la fabricación de construcciones navales, tanques, reservorios y uniones de tubos de acero de bajo carbono.

Nota: El precalentamiento está en función al tipo y espesor del material a soldar.

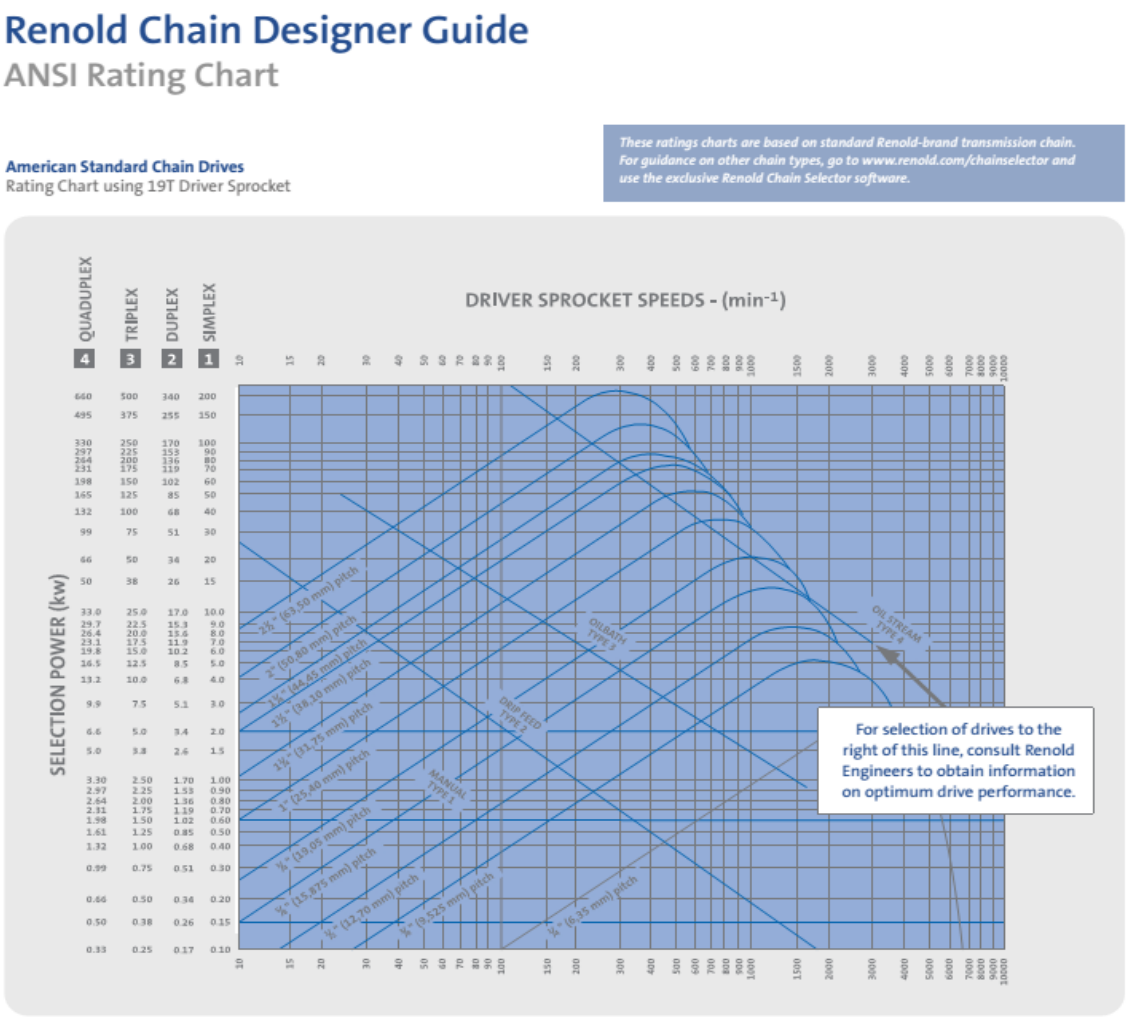
Fuente: Soldexa S.A

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

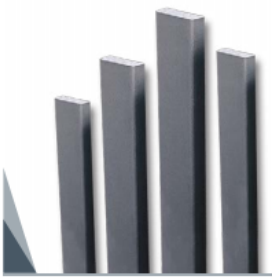
Figura B-9: Abaco de selección de cadena ANSI



Fuente: RENOLD CHAIN CATALOG

Figura B-10: Platina de acero ASTM A36

Platinas



DIMENSIONES Sistema Inglés (pulgadas)			
1/8 x 1/2	3/16 x 1 1/2	1/4 x 4	1/2 x 3
1/8 x 5/8	3/16 x 2	3/8 x 1	1/2 x 4
1/8 x 3/4	3/16 x 2 1/2	3/8 x 1 1/2	5/8 x 4
1/8 x 1	3/16 x 3	3/8 x 2	3/4 x 4
1/8 x 1 1/4	1/4 x 3/4	3/8 x 2 1/2	1 x 4
1/8 x 1 1/2	1/4 x 1	3/8 x 3	
1/8 x 2	1/4 x 1 1/4	3/8 x 4	
3/16 x 1/2	1/4 x 1 1/2	1/2 x 1 1/2	
3/16 x 5/8	1/4 x 2	1/2 x 2	
3/16 x 3/4	1/4 x 2 1/2	1/2 x 2 1/2	
3/16 x 1	1/4 x 3		
3/16 x 1 1/4			

USOS:
Estructuras metálicas de todo tipo: construcción de puertas, portones, cercos, marcos de ventanas, rejas de protección y decorativas, barandas, carpintería metálica artística, muebles, mesas, sillas, adornos.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo	=	2,530 kg/cm²
Resistencia a la Tracción	=	4,080 - 5,620 kg/cm²
Alargamiento en 200 mm:		
1/8" y 3/16"	=	15.0% mínimo
1/4"	=	17.5% mínimo
5/16, 3/8", 5/8", 3/4" y 1"	=	20.0% mínimo
Doblado a 180°	=	Bueno
Soldabilidad	=	Buena

NORMAS TÉCNICAS:
Composición Química y Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M
Tolerancias Dimensionales : ISO 1035/4

PRESENTACIÓN:
Se producen en barras de 6 metros de longitud. Se suministran en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetes de 1 TM c/u.

Fuente: Aceros Arequipa S.A

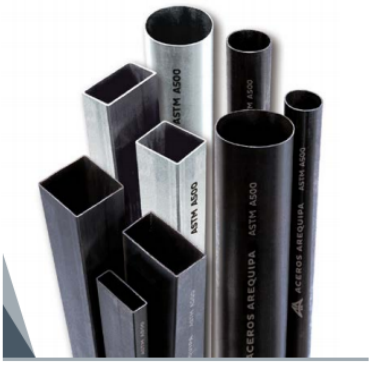
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura B-11: Tubo LAC Acero ASTM A500

Tubo LAC ASTM A500



DESIGNACIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m

	Designación Nominal pulgadas	Dimensión exterior (mm)	Espesores (mm) 1.5	1.8	2	2.5	3	4	4.5	6
REDONDO DIAM. NOMINAL	1/2	21.3		0.866	0.952	1.159				
	3/4	26.7		1.105	1.218	1.492				
	1	33.4		1.403	1.549	1.905	2.249			
	1 1/4	42.2		1.793	1.983	2.448	2.900			
	1 1/2	48.3		2.064	2.284	2.824	3.351			
	2	60.3		2.597	2.876	3.564	4.239			
	2 1/2	73.0			3.502	4.347	5.179			
	3	88.9			4.285	5.327	6.355			
	4	114.3			5.539	6.892	8.234			
CUADRADO L.E.	-	25x25	1.061		1.460					
	-	30x30	1.300		1.700					
	-	40x40	1.770		2.244		3.320			
	-	50x50	2.250		3.122	3.872	4.316			
	2	50.8			3.122	3.872	4.316			
	-	75x75			4.500	5.560	6.810			
	4	101.6					9.174	12.133	13.594	
	-	100x100			6.165	7.675	9.174	12.133	13.594	16.980
RECTANGULAR L.E.	-	20x40	1.354		1.700					
	-	25x50	1.650		2.261					
	-	40x60	2.260		3.033	3.600	4.250			
	-	40x80	2.710		3.660	4.390	5.190			
	-	50x75					5.423			
	-	50x100			4.500	5.560	6.600	8.590		
	-	50x150			6.165	7.676	9.174	11.730		

Negro y Galvanizado

NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN:

Las dimensiones, pesos y espesores se fabrican según la Norma ASTM A500.

DESCRIPCIÓN:

Tubo fabricado con acero al carbono laminado en caliente (LAC), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

Las secciones de fabricación son redondas, cuadradas y rectangulares.

PRESENTACIÓN:

Longitud

Redondos	:	6.40 y 6 m.
Cuadrados	:	6 m.
Rectangulares	:	6 m.

Otras longitudes a pedido.

Acabado de extremos: Refrentado (plano), limpio de rebordes.
Recubrimiento : NegroGalvanizado (mínimo 120 gr / m^2)

USOS:

Estructuras livianas y pesadas diversas, tijerales, postes, cercos perimétricos, carrocerías, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Redondo:

	Grado A	Grado B
Resistencia a la Tracción (Mpa)	310	400
Límite de Fluencia (Mpa)	230	290

Cuadrado y Rectangular:

	Grado A	Grado B
Resistencia a la Tracción mín. (Mpa)	310	400
Límite de Fluencia mín. (Mpa)	270	315

Fuente: Aceros Arequipa S.A

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura B-12: Proforma de Maquina armadora de cajas

BOIX®

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTA MARIA

FACTURA PROFORMA

PERÚ

San Isidro, 22/08/2018

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Importe Neto
1,00	Máquina modelo Q2400 con tanque Melton con molde Columna y P84	65.400,00	65.400,00
1,00	Apilador AR5	8.780,00	8.780,00
1,00	Compresor Boge	7.240,00	7.240,00
1,00	Macho adicionale de P84	980,00	980,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
1,00	Transporte hasta Puerto Callao (Perú)	3.480,00	3.480,00
1,00	Seguro de la mercancía hasta Puerto Callao (Perú)	170,00	170,00
	OPCIONAL		0,00
	Puesta en marcha y capacitacion durante 4 dias 2500$ USD		0,00
	TOTAL CIF Puerto Callao - Perú (DOLARES)		86.050,00

- Garantía: Un año, según nuestra carta de garantía.
- Puesta en marcha. NO Incluida
- Transporte: Incluido
- Seguro mercancía: Incluido
- Plazo de entrega: 8-12 semanas (Validez del plazo de entrega 15 días).
- Condiciones de Pago: 30% anticipo y 70% Antes del envio de la mercancia.
- Validez de los precios: 30 días.

« OBSERVACIONES »

Página 1 / 1

BOIX MAQUINARIA SPAIN, S.L.U. CIF B-54960786

Polígono Industrial "La Granadina" Calle Dinamarca S/N (Fase 1) - 03349 - San Isidro (Alicante) España

Ventas / Sales: ☎(+34) 96 60 60 140 (+34) 96 60 60 149 ventas@boix.es sales@boix.es www.boix.es

Fuente: BOIX MAQUINARIA

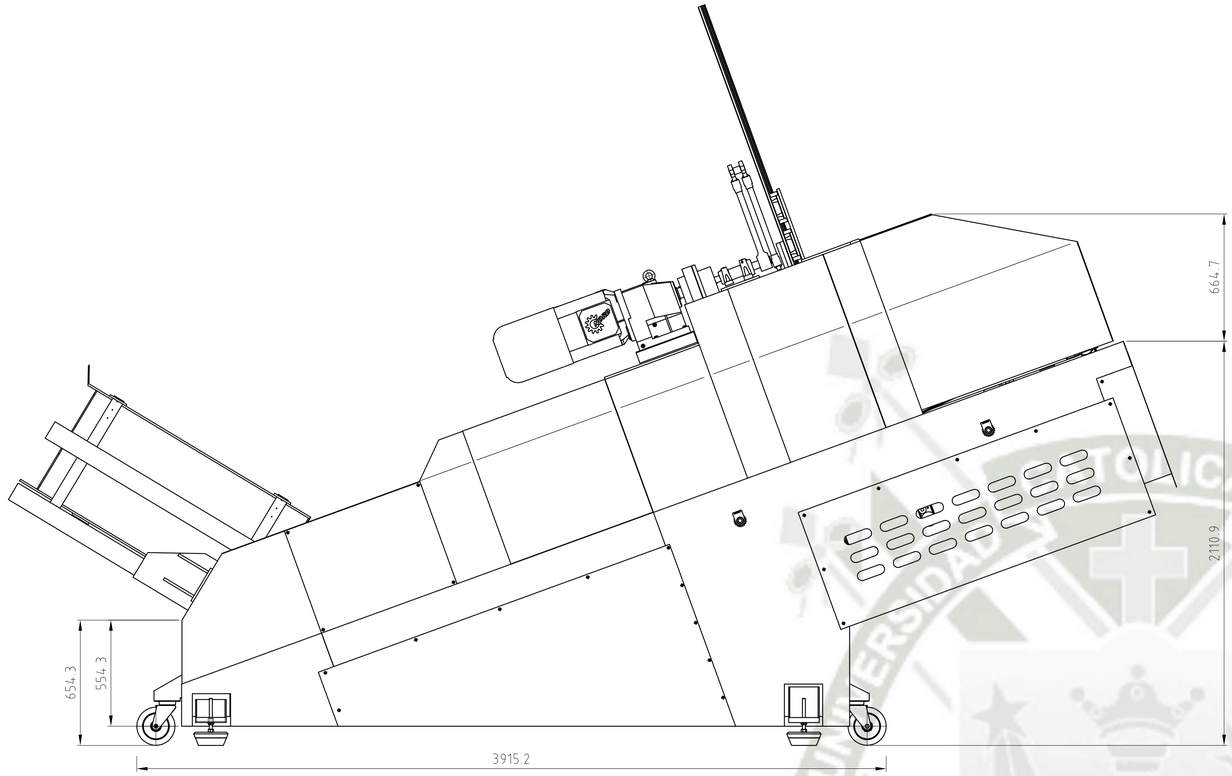
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

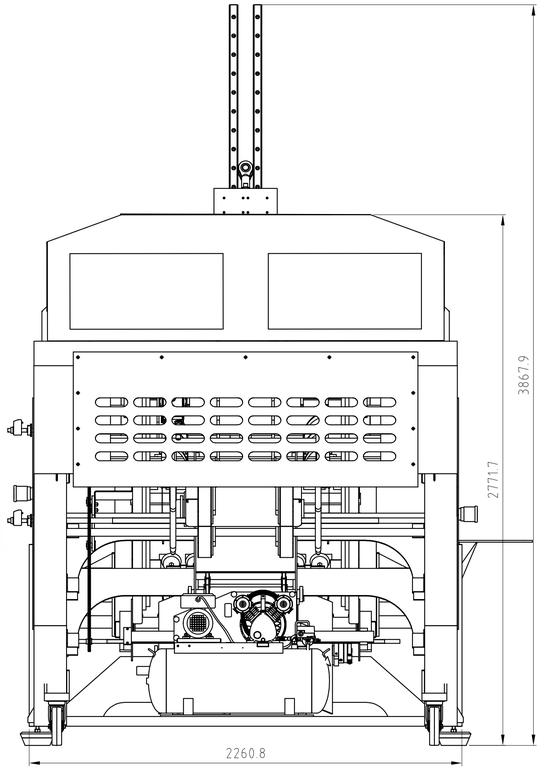
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PLANOS

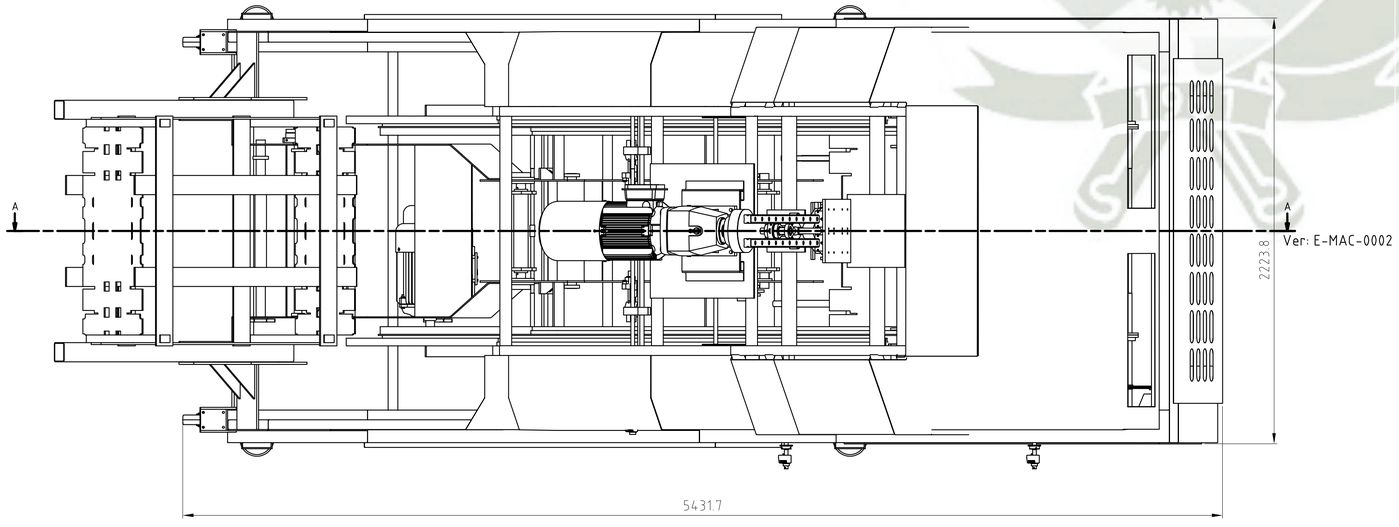
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



VISTA DE PERFIL



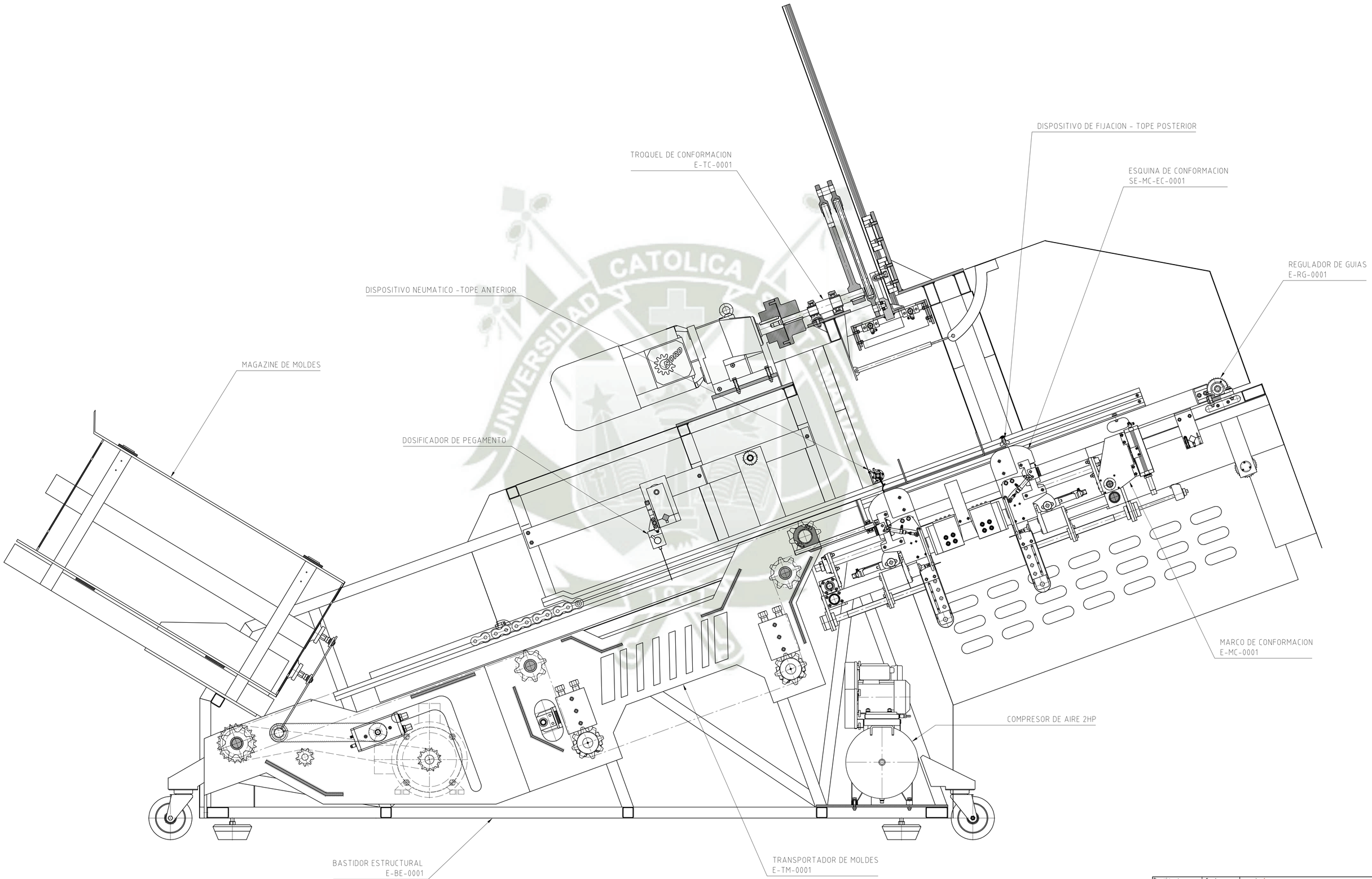
VISTA FRONTAL



VISTA DE PLANTA

VISTA ISOMETRICA

Proyeccion: ISO E		Escala: 1:20	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-MAC-0001 — REV.: 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2019	Ing. M. Carpio	
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorización previa, está prohibido			
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS — Página: 1/2



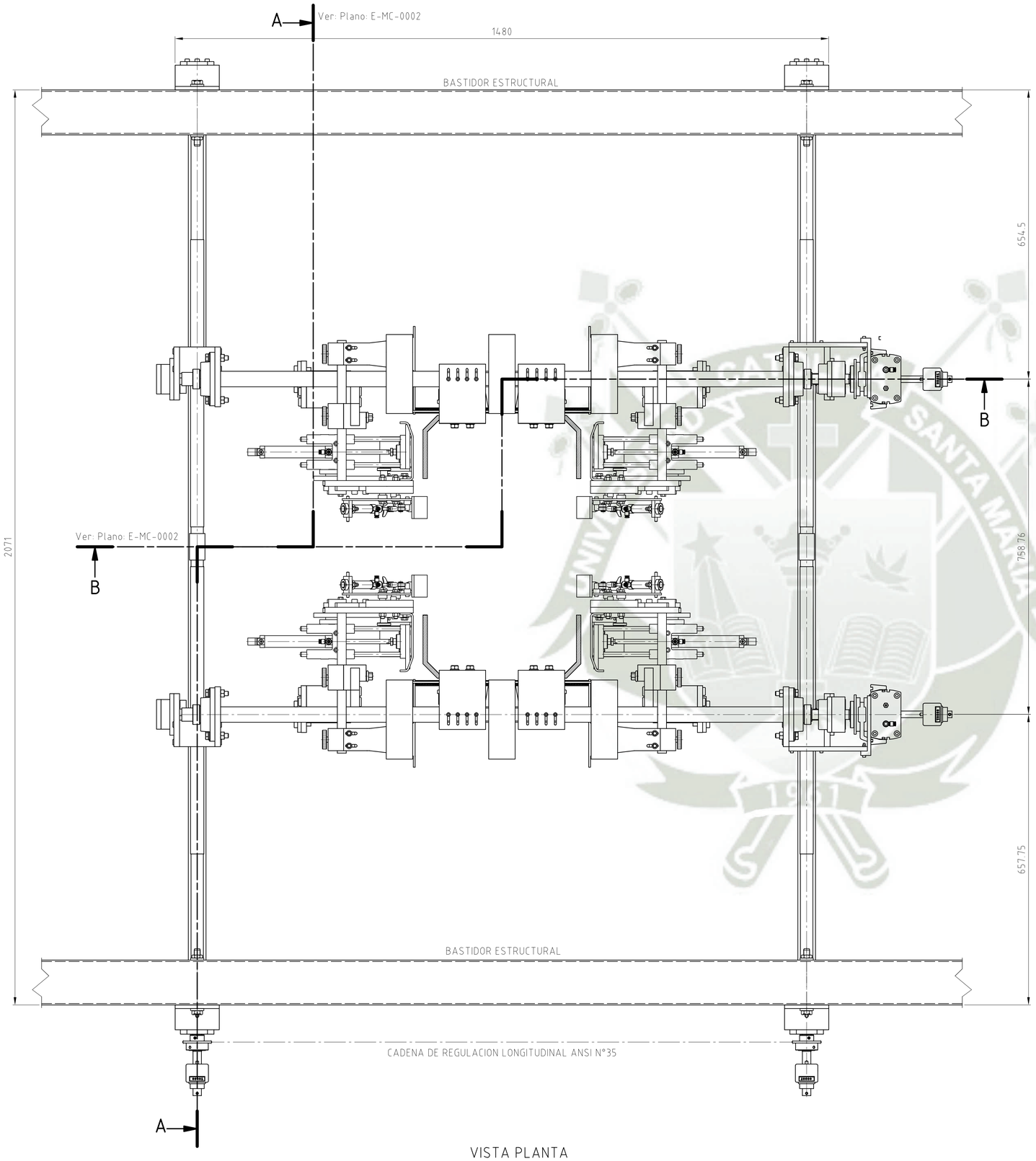
SECCION A-A
Esc 1:10

Proyección: ISO E		Escala: 1:10	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-MAC-0002 / REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2019	Ing. M. Carpio	

Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorización prevía, está prohibido

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS | Página 2/2



VISTA PLANTA

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS
2. EL PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LA MATRIZ DE CONFORMACIÓN ES EL SIGUIENTE:
   - 2.1. SE PROCEDE AL ENSAMBLE DE LAS ESQUINAS DE CONFORMACIÓN TAL COMO SE MUESTRA EN EL PLANO SE-MC-EC-0001/0002
   - 2.2. POSTERIORMENTE SE REALIZA EL ENSAMBLE DEL MARCO DE CONFORMACIÓN (SE-MC-MR-0001/0002/0003/0004), PREVIO ENCAJE DE LAS ESQUINAS DE CONFORMACIÓN (SE-MC-EC-0001/0002) EN SUS RESPECTIVAS GUÍAS DE DESLIZAMIENTO Y TORNILLOS DE REGULACIÓN.
   - 2.3. ANTES DEL MONTAJE EN EL BASTIDOR ESTRUCTURAL SE DEBE PRECISAR LA SIMETRIA DE LAS ESQUINA CON RESPECTO A LAS MISMAS Y BLOQUEAR SU MOVIMIENTO POR MEDIO DE LOS TORNILLO DE PRESION EN CADA BLOQUE DE DESLIZAMIENTO LATERAL.
   - 2.4. LA MATRIZ DE CONFORMACIÓN COMPLETA SE MONTA EN EL BASTIDOR ESTRUCTURAL INTRODUCIÉNDOLO POR LA PARTE DE ABAJO COMO SE MUESTRA EN EL PLANO E-MAC-0002 Y SE SUJETA POR MEDIO DE PERNOS SEGUN EL PLANO E-MC-0002.
   - 2.5. EL BASTIDOR ESTRUCTURAL DEBE CONTAR CON EL MECANISMO MOTOR BIELA – MANIVELA (TROQUEL DE CONFORMACIÓN) PARA PODER CENTRAR EL TROQUEL CON LA CAVIDAD DE LA MATRIZ, CUANDO SE FINALICE ESTA OPERACIÓN SE DEBE MONTAR LA CADENA DE REGULACIÓN LONGITUDINAL ANSI N°35 Y PONER EN CERO EL MARCADOR DE LOS CONTADORES DE VUELTAS DE LOS TORNILLOS TRANSVERSALES.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. DISEÑO
   - 1.1. METODOLOGIA DE DISEÑO DE PRODUCTOS Y SISTEMAS TECNICOS SEGUN VDI 2221

2. MATERIALES DE PIEZAS PRISMÁTICAS Y DE REVOLUCIÓN SOMETIDOS A ESFUERZOS LEVES YMEDIANOS
   - 2.1. ACEROS AL CARBONO
     - 2.1.1. SISTEMA DE DESIGNACION DE ACEROS AISI x x x x

       AISI X X XX
       - Contenido de carbono
       - Aleación especifica del grupo
       - Grupo de aleación: indica los principales elementos aleantes

     - 2.1.2. ACERO AISI 1020: PIEZAS DE USO GENERAL, EN FORMA DE BARRAS, PLATINAS, CUÑAS, BLOQUES,ESLABONES ENTRE OTROS.
     - 2.1.3. ACERO AISI 1045: GUIAS DE DESLIZAMIENTO, TORNILLOS DE REGULACIÓN, EJE DE TRANSMISIÓN.
   - 2.2. ACEROS INOXIDABLES
     - 2.2.1. PARA EL PROPÓSITO DE ESTA MÁQUINA SE UTILIZARA ACERO INOXIDABLE AUSTENITICOS DE LA SERIE 300. SON DE USO GENERAL, CON RESISTENCIA MODERADA, LA MAYOR PARTE DE ELLOS NO SE PUEDEN TRATAR TÉRMICAMENTE. ESTAS ALEACIONES NO SON MAGNÉTICAS Y SE EMPLEAN EN EQUIPOS TÍPICOS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS. LAS PIEZAS QUE ESTARÁN EN CONTACTO CON LAS CAJAS DE CARTÓN SE FABRICARAN CON ESTE MATERIAL Y OTROS A BASE DE PLÁSTICOS ABS, PET.
   - 2.3. ACEROS ESTRUCTURALES
     - 2.3.1. SE UTILIZARA EL ACERO ASTM A36
       - Límite de fluencia: 36 ksi (248 MPa)
       - Esfuerzo de rotura: 58 ksi (400Mpa)
       - Densidad: 7860 kg/m^3
   - 2.4. ALUMINIOS
     - 2.4.1. SE UTILIZARA ALUMINIO 6061 (Aleación con magnesio y silicio) RESISTENTE A LA CORROSIÓN Y FACILIDAD PARA SOLDADURA.
   - 2.5. BRONCE
     - 2.5.1. SE UTILIZARA BRONCE SAE 65

3. TRATAMIENTOS TÉRMICOS
   - 3.1. RECOCIDO: SE APLICA AL CALENTAR EL ACERO POR ENCIMA DE LA TEMPERATURA CRITICA SUPERIOR, PARA MANTENERLA ASÍ HASTA QUE LA COMPOSICIÓN SEA UNIFORME, DESPUÉS SE ENFRÍA CON MUCHA LENTITUD EN EL HORNO A MENOS DE LA TEMPERATURA CRITICA INFERIOR. EL ENFRIAMIENTO LENTO HASTA LA TEMPERATURA AMBIENTE, FUERA DEL HORNO, COMPLETA EL PROCESO. ESTE TRATAMIENTO PRODUCE UN MATERIAL SUAVE Y DE BAJA RESISTENCIA, SIN ESFUERZOS INTERNOS APRECIABLES.ES USADO FRECUENTEMENTE DESPUÉS DE REALIZAR TRABAJOS DE SOLDADURA.
   - 3.2. NORMALIZADO: SE PRODUCE EN FORMA PARECIDA LA RECOCIDO PERO A MAYOR TEMPERATURA, MEJORA LA MAQUINABILIDAD Y LA TENACIDAD RESPECTO AL ESTADO DEL RECOCIDO.
   - 3.3. ENDURECIMIENTO DIRECTO Y ENFRIAMIENTO POR INMERSIÓN Y TEMPLE: EL ENDURECIMIENTO DIRECTO SE PRODUCE AL CALENTAR EL ACERO POR ARRIBA DEL INTERVALO DE TRANSFORMACIÓN DONDE FORMA LA AUSTENITA Y ENTONCES SE ENFRÍA RÁPIDAMENTE EN MEDIO DE TEMPLE. EN ENFRIAMIENTO RÁPIDO PROVOCA LA FORMACIÓN DE LA MARTENSITA, LA FORMA DURA Y RESISTENTE DEL ACERO. EL TEMPLADO SE SUELE PRODUCIR INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y CONSISTE EN VOLVER A CALENTAR EL ACERO A UNA TEMPERATURA DE ENTRE 200°C – 700°C, PARA DESPUÉS ENFRIARLO LENTAMENTE AL AIRE HASTA LA TEMPERATURA AMBIENTE
   - 3.4. ENDURECIMIENTO SUPERFICIAL: TAMBIÉN CONOCIDO COMO CEMENTACIÓN, EL CUAL DOTA A LA SUPERFICIE DE UNA GRAN DUREZA PARA RESISTIR EL DESGASTE SIN ALTERAR INTERIORMENTE EL MATERIAL. LOS PROCESOS DE CEMENTACIÓN POR FLAMA Y POR INDUCCIÓN SON LOS MAS USADOS.

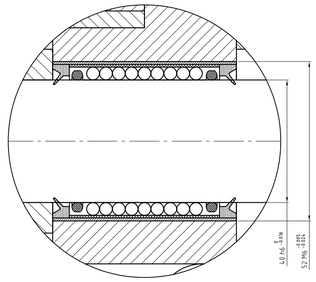
4. DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A ESFUERZOS COMBINADOS.
   - 4.1. FACTOR DE SEGURIDAD: 2.5 – 4. PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS ESTÁTICAS O ELEMENTOS DE MÁQUINA BAJO CARGAS DINÁMICAS CON INCERTIDUMBRE ACERCA DE LAS CARGAS, PROPIEDADES DE LOS MATERIALES, ANÁLISIS DE ESFUERZOS O EL AMBIENTE.
   - 4.2. DISEÑO DE ELEMENTOS PARA PREDICCION DE FALLA EN CARGA ESTATICA SEGUN:
     - 4.2.1. TEORIA DEL ESFUERZO CORTANTE MAXIMO O CRITERIO DE TRESCA PARA LA CEDENCIA
     - 4.2.2. TEORIA DE LA MAXIMA ENERGIA DE DISTORSION O CRITERIO DE VON MISSES.
     - 4.2.3. DISEÑO POR FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA (LRFD) SEGUN LA AISC – 15TH EDITION
   - 4.3. DISEÑO DE ELEMENTOS PARA PREDICCIÓN DE FALLA EN CARGA DINAMICA SEGÚN:
     - 4.3.1. ESFUERZOS NORMALES FLUCTUANTES, CRITERIO DE FATIGA DE GOODMAN
     - 4.3.2. ESTANDAR ANSI B106.1M–1985 DESIGN OF TRANSMISION SHAFTING

5. TOLERANCIAS Y AJUSTES
   - 5.1. ACOPLAMIENTO ENTRE RODAMIENTOS CON ALOJAMIENTOS Y EJES
     LOS RODAMIENTOS DE CARGA RADIAL SON FABRICADOS SEGÚN ESTANDAR ISO Y POSEEN UNA TOLERANCIA MEDIA ARITMÉTICA DE:
     - CALIDAD DE LA TOLERANCIA: IT6
     - POSICIÓN EXTERIOR: h
     - POSICIÓN INTERIOR (ANILLO): H

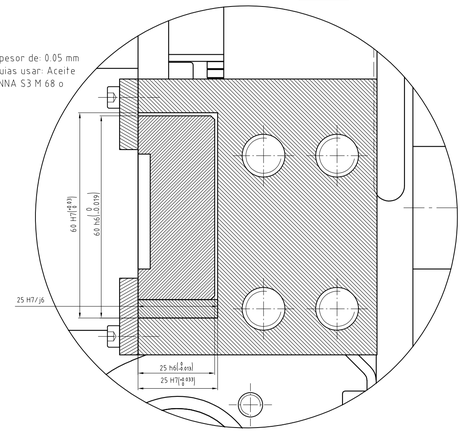
     TODOS LOS AJUSTES SON DE APRIETE CON MAZO.
     LA TOLERANCIA PARA ALOJAMIENTOS EN EL PRESENTE PROYECTO ES GENERALMENTE: M6
     LA TOLERANCIA PARA EJES EN EL PRESENTE PROYECTO ES GENERALMENTE: k6 – k7
   - 5.2. ACOPLAMIENTO ENTRE CON ALOJAMIENTOS Y EJES
     AJUSTES GENERALES RECOMENDADOS:
     - AJUSTES DE JUEGO: H8/f7 (Juego libre, sin lubricación)
     - AJUSTES INDETERMINADOS: H7/k6 (Ajuste sin probabilidad de giro, no requiere seguro)
     - AJUSTES DE APRIETE: H7/s6 (Ajuste de interferencia, requiere montaje en prensa)

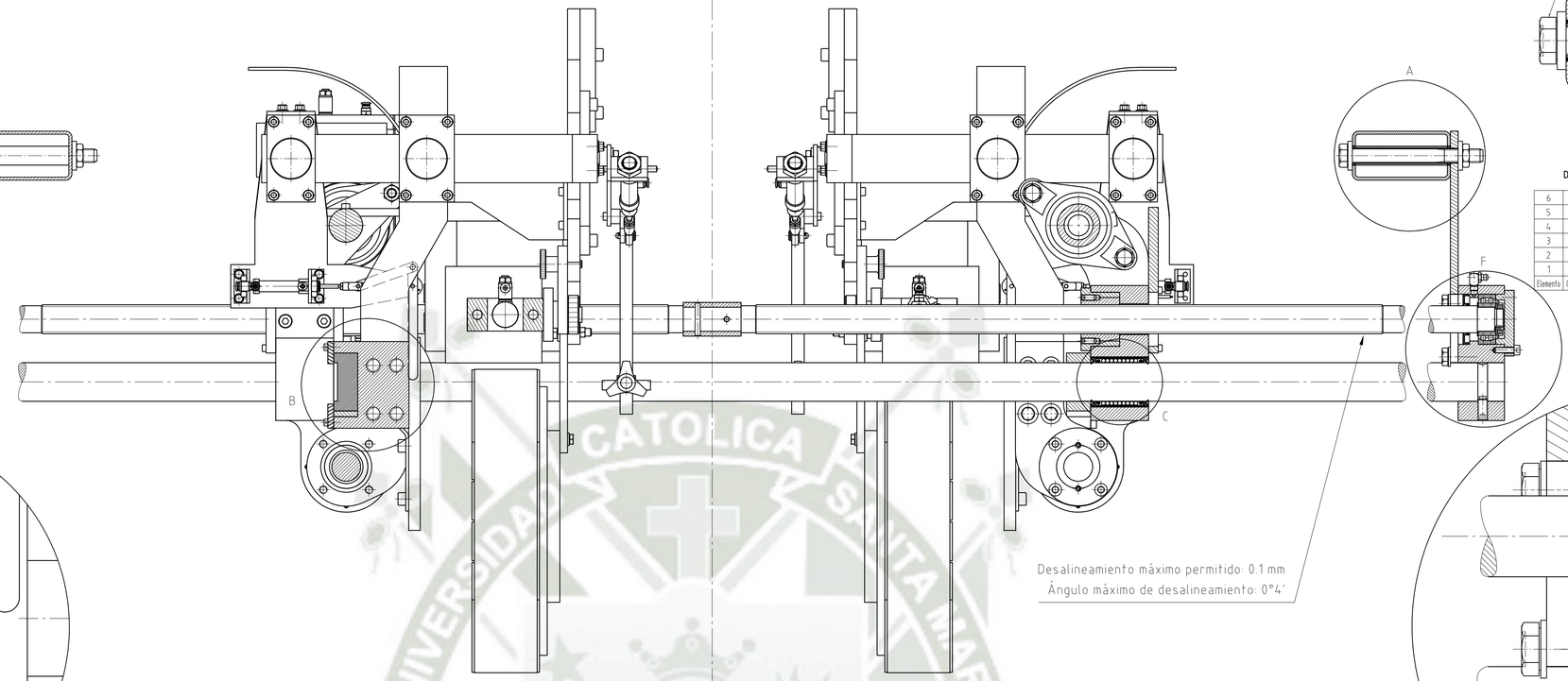
Proyección: ISO E	Escala: 1:5	Universidad Católica de Santa María	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-MC-0001	REV.: 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL	
Dibujante	02/03/2020 / Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: MATRIZ DE CONFORMACION	
Revisado	10/04/2020 / Ing. M. Carpio		
Aprobado	18/04/2020 / Ing. M. Carpio		
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorización previa, está prohibido			
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página: 1/2

C 2:1

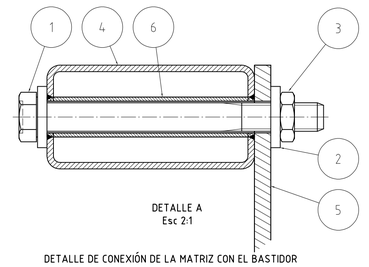


B 2:1





SECCION A-A
Esc: 1:2

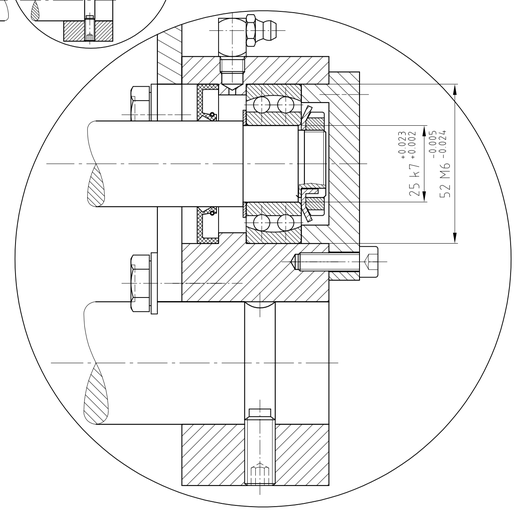


DETALLE A
Esc 2:1

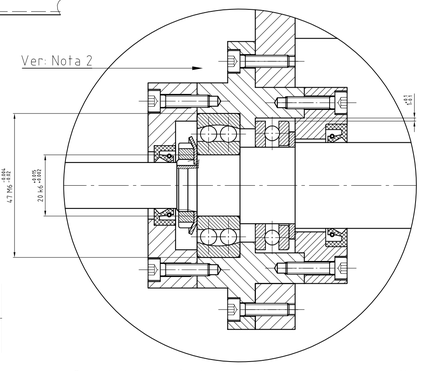
DETALLE DE CONEXIÓN DE LA MATRIZ CON EL BASTIDOR

Elemento	Cant	Descripción	Material
6	4	Casquillo separador	SAE 1020
5	1	Matriz de conformacion	Varios
4	1	Bastidor Estructural (Ver Nota 3)	ASTM A36
3	1	Tuerca de apriete hex <= M16	M14 x 2
2	1	Arandela circular	IFI 542 - 14
1	1	Tornillo de forma hex Métrico	SAE 10.9 - M14 x2 x 140

F 2:1



D 2:1



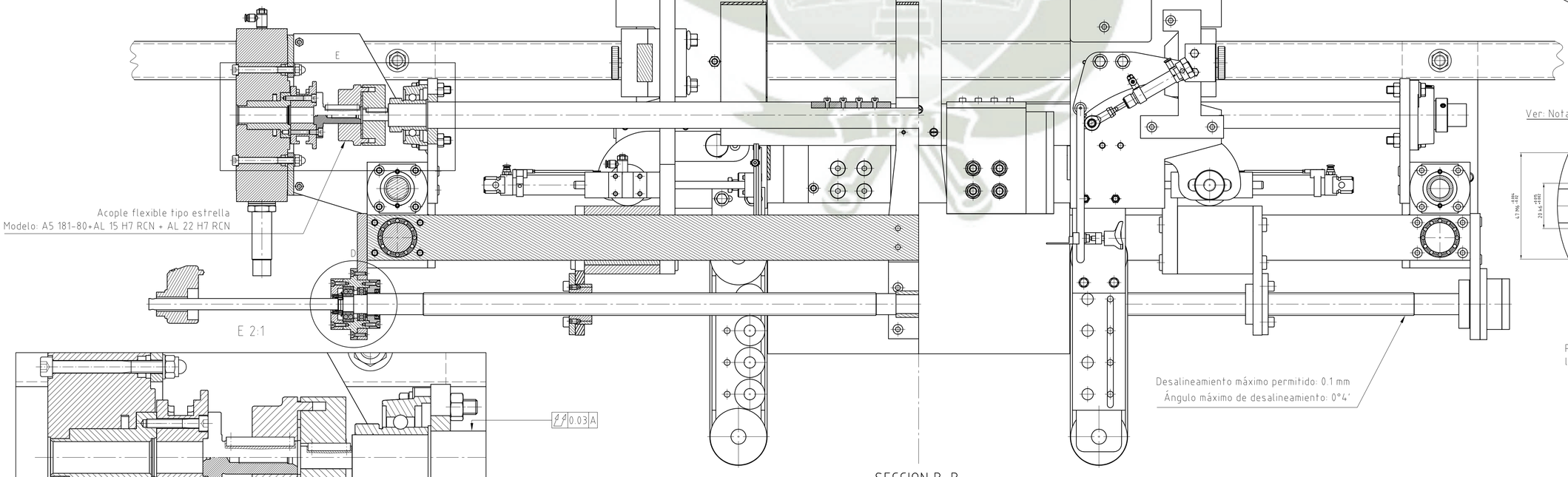
Para la lubricación de la unidad de rodamientos realizar los siguiente:

1.- Retirar la tapa y contratapa del soporte de rodamientos
2.- Aplicar grasa : SKF LGMT 2 de base litio, larga duración
3.- Este ensamble de rodamiento esta diseñado para larga vida y reengrase, el cambio de grasa debe hacerse cada 5 años.

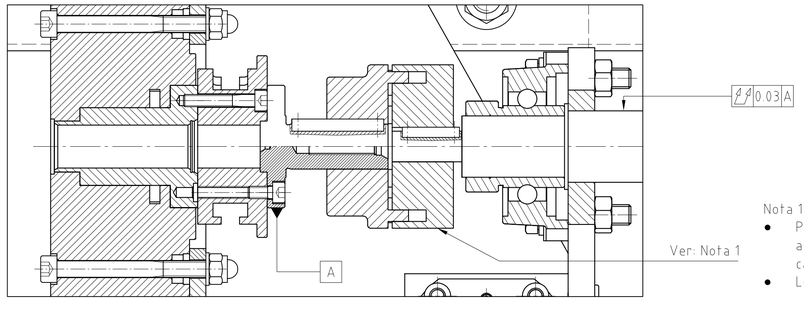
Desalineamiento máximo permitido: 0.1 mm
Ángulo máximo de desalineamiento: 0°4'

Acople flexible tipo estrella
Modelo: A5 181-80+AL 15 H7 RCN + AL 22 H7 RCN

E 2:1



Desalineamiento máximo permitido: 0.1 mm
Ángulo máximo de desalineamiento: 0°4'



SECCION B-B
Esc: 1:2

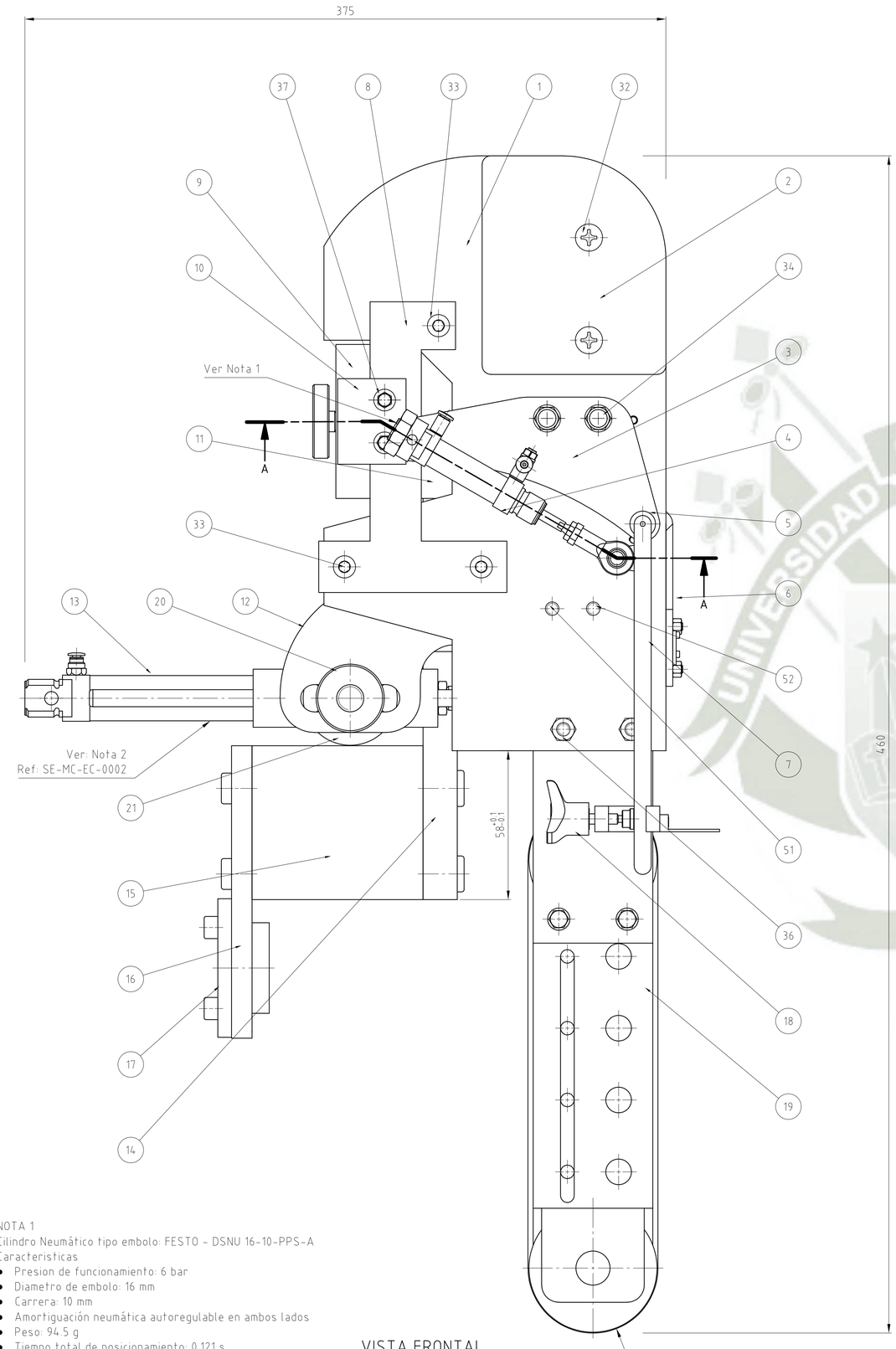
Nota 1

- Para la alineacion de ejes del actuador neumatico y el eje de plegado de cabezera se debe asegurar la tolerancia de 0.03 mm en la superficie indicada (eje del plegador de cabezera)con reloj comparador.
- Los tornillos de ajuste y agujeros de ranura se detallan en:
  Observacion 1: Ajuste en el plano y (Ver: SE-MC-MR-0001)
  Observacion 2: Ajuste en el plano x (Ver: SE-MC-MR-0002/VISTA P)

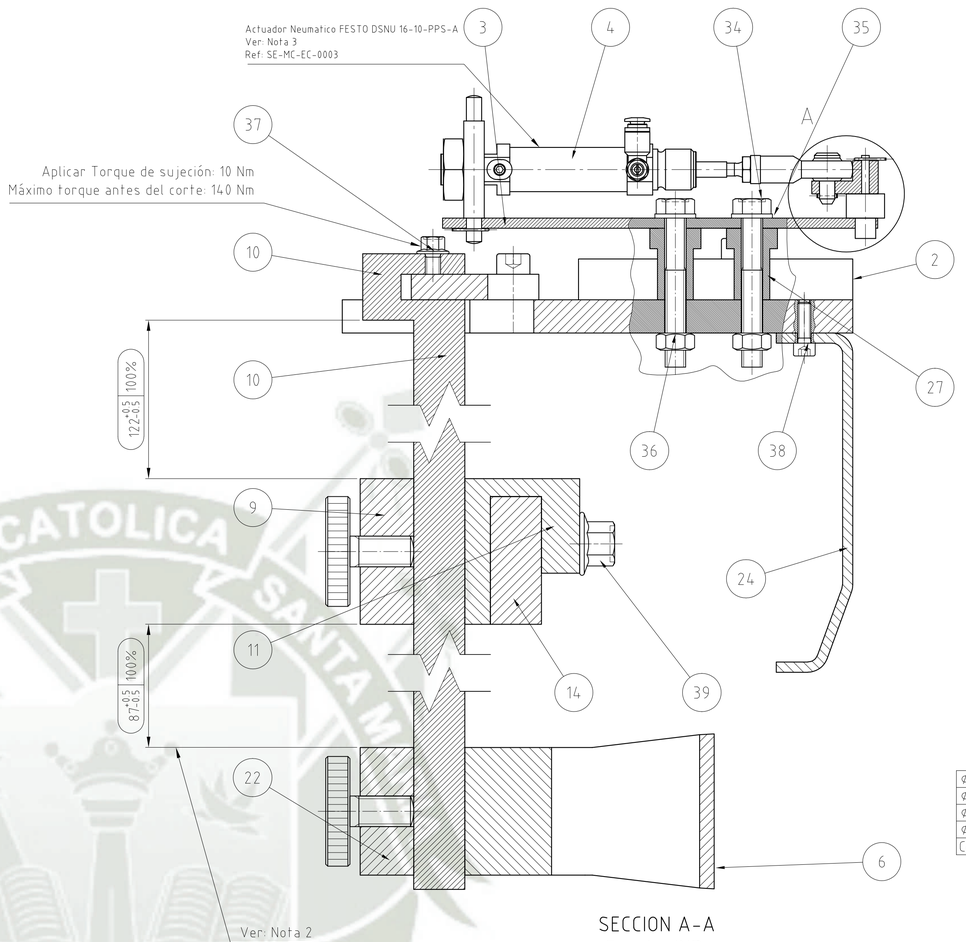
Nota 2
Los soportes del tornillo de regulación transversal son de montaje fijo, si por algún motivo se requiere cambiar los rodamientos o aplicar nueva grasa se tiene que desmontar desde la base que lo sujeta, desajustar el acople de los tornillos de regulación y retirar todo el conjunto

Nota 3
Ver plano E-BE-0001. Para el montaje de la matriz se tiene que fijar provisionalmente la placa de sujeción (Elemt. 31 /SE-MC-MR-0003) hasta que la matriz quede totalmente centrada y paralela al troquel de conformación (E-TC-0002), después perforar los agujeros y asegurar los pernos.

Proyeccion: ISO E		Escala: IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-MC-0002 — REV.: 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: MATRIZ DE CONFORMACION
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2019	Ing. M. Carpio	
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, no debe ser reproducido sin autorización previa, esta prohibido			DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS — Página: 2/2
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			



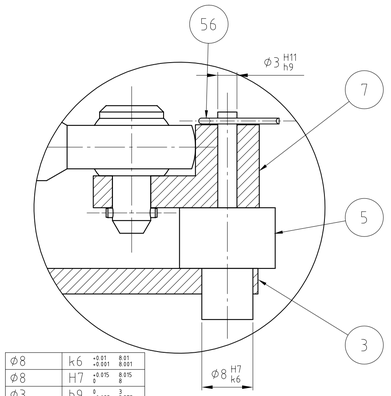
VISTA FRONTAL
Esc: IND.



SECCION A-A
Escala: IND.

NOTA 2
- Distancias recomendadas para el formado de caja modelo P84-doble ondulado de 600x400 mm
- el ajuste simétrico del tamaño de la caja requiere hacer el uso de los tornillos de regulación transversal y longitudinal

DETALLE A
Escala 2:1.



Ø8	k6	+0.01 +0.001 / 8.01 8.001
Ø8	H7	+0.015 0 / 8.015 8
Ø3	h9	0 -0.025 / 3 2.975
Ø3	H11	+0.06 0 / 3.06 3
Cota	Ajuste	

Elemento	Cfdad	Descripción	Norma	Material	Elemento	Cfdad	Descripción	Norma	Material
					31	4	Liston de ajuste		ASTM A36
57	6	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M4 x 10	30	4	Sujetador II		ASTM A36
56	4	Pasador hendido	DIN 94	1 x 8	29	4	Sujetador I		ASTM A36
54	8	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 35	28	4	Tuerca Transversal		SAE 68
53	16	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M6 x 16	27	8	Separador		ASTM A36
52	4	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M10 x 1.5 x 20	26	4	Pin voladizo para piston plegador		SAE 1020
51	4	Tornillo estriado	DIN 464	M8 x 22	25	4	Conjunto de piston plegador		
50	12	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M2 x 0,5x 6	24	4	Chapa deflectora exterior		Acero inox 304L
49	16	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M5 x 0.8	23	4	Bloque ranurado II		SAE 1020
48	16	Arandela	DIN 125	A 5.3	22	4	Tapa desujetador II		SAE 1020
47	16	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M5 x 0.8 x 16	21	4	Bulon de regulacion		SAE 1020
46	8	Tornillo de ajuste de boquilla hexagonal	Unbrako	M6 x 12	20	4	Anillo de ajuste		SAE 1020
45	16	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M14 x 2 x 35	19	4	Dispositivo de descarga controlada		
44	16	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M12 x 1.75 x 30	18	4	Dispositivo de tope		
43	16	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M6 x 1 x 40	17	4	Collarin		SAE 1020
42	8	Tornillo para maquinaria de cabeza hex. bridada dentada	ANSI B 18.6.7 M / IFI 513	M6 x 1 x 10	16	4	Base		SAE 1020
					15	4	Guia transversal movil		SAE 1045
41	8	Tornillo estriado	UNI 6048	M12 x 25	14	4	Columna		SAE 1045
40	16	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M6 x 1 x 35	13	4	Piston prensador		
39	8	Tornillo para maquinaria de cabeza hex. bridada dentada	ANSI B 18.6.7 M / IFI 513	M12 x 1.75 x 16	12	4	Base soporte de piston prensador		SAE 1020
					11	4	Bloque ranurado		SAE 1020
38	12	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M5 x 16	10	4	Barra de acople		SAE 1020
37	8	Tornillo para maquinaria de cabeza hex. bridada dentada	ANSI B 18.6.7 M / IFI 513	M6 x 1 x 8	9	4	Tapa de sujetador		SAE 1020
					8	4	Soporte		SAE 1020
36	4	Tuerca hexagonal	DIN 934	M8	7	4	Barra de apoyo		SAE 1020
35	16	Arandela	DIN 125	A 8.4	6	4	Soporte de piston plegador		Acero INOX 304L
34	8	Tornillo para maquinaria de cabeza hex. dentada	ANSI B 18.6.7 M / IFI 513	M8 x 60	5	4	Pin del piston sujetador		SAE 1020
					4	4	Piston sujetador		
33	12	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M8 x 1.25 x 20	3	4	Soporte de piston sujetador		Acero INOX 304L
32	8	Tornillo para maquinaria con cabeza cilíndrica y cavidad cruzada - Tipo I - Métrico	ANSI B18.6.7M	M8 x 1.25 x 25	2	4	Extension		Nylon Ertalon 6PLA
					1	4	Placa deflectora		Acero INOX 304L

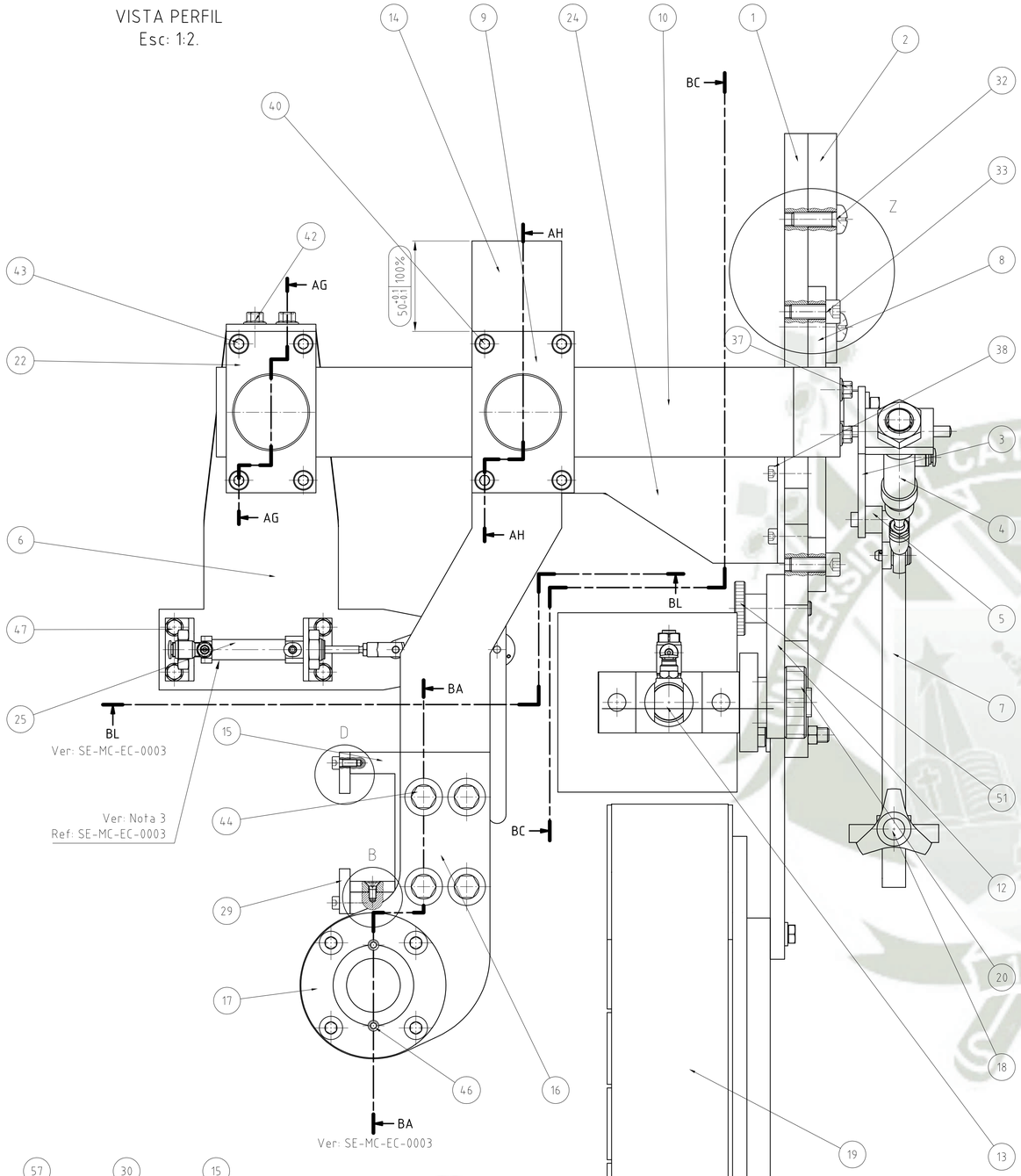
Lista de piezas

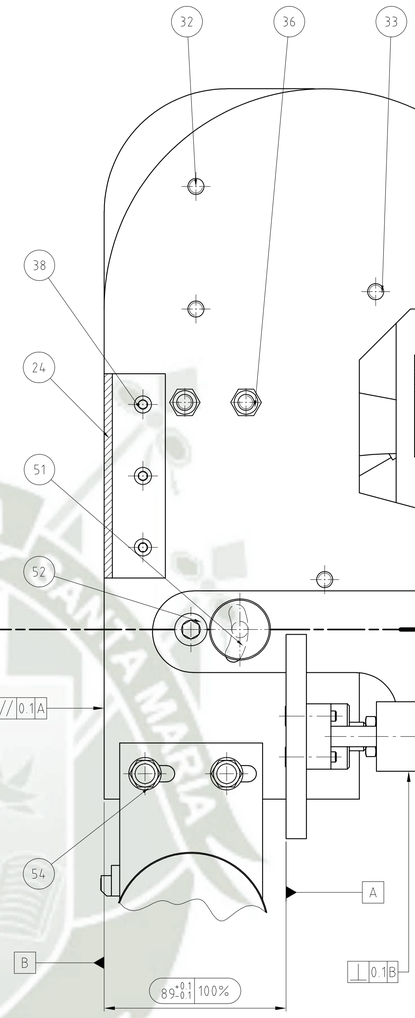
NOTA 1
Cilindro Neumático tipo embolo: FESTO - DSNU 16-10-PPS-A
Caracteristicas
- Presion de funcionamiento: 6 bar
- Diametro de embolo: 16 mm
- Carrera: 10 mm
- Amortiguación neumática autoregulable en ambos lados
- Peso: 94.5 g
- Tiempo total de posicionamiento: 0.121 s
- Velocidad de impacto: 0.026 m/s
- Energia dinamica de impacto: 0.000 J

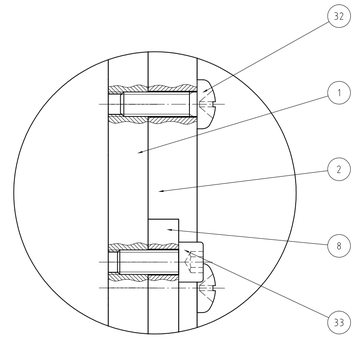
Accesorios
1. Racores de conexión M5
2. Detección externa de posiciones por sensor de proximidad inductivo

Proyección ISO E		Escala 1:2	Universidad Católica de Santa María
Tolerancia General: DIN 7168		Formato A1 - ISO 216	REFERENCIA SE-MC-EC-0001 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL MATRIZ DE CONFORMACION
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio	
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorizacion previa, esta prohibido		NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS	DENOMINACION GENERAL MAQUINA ARMADORA DE CAJAS Página 1/3

VISTA PERFIL
Esc: 1:2.

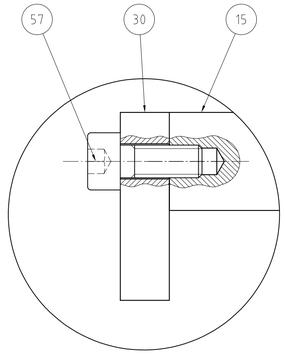




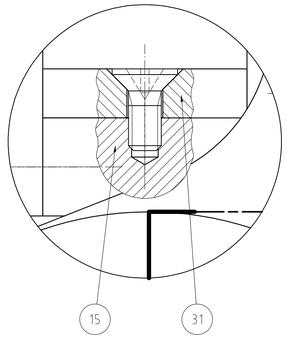


DETALLE Z
Esc: 4:1

SECCION BC-BC
Escala: 1:2.



DETALLE D
Esc: 4:1



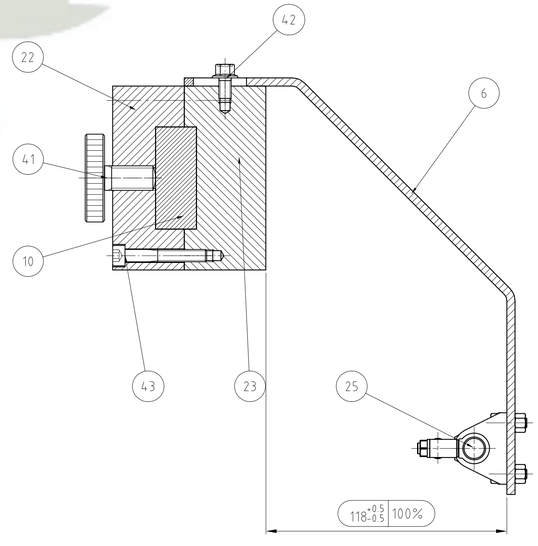
DETALLE B
Esc: 4:1

NOTA 2
Cilindro Neumático tipo embolo: FESTO - DSNU 25-100-PPS-A
Caracteristicas

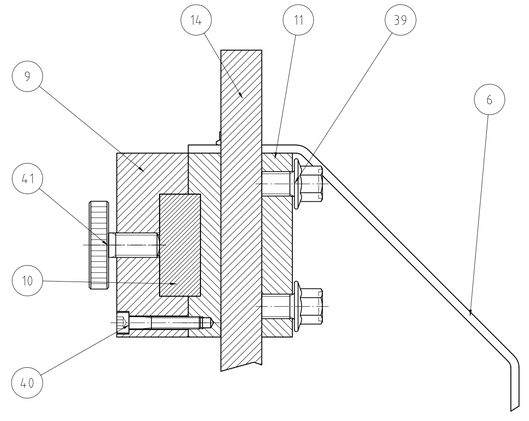
- Presion de funcionamiento: 6 bar
- Diametro de embolo: 25 mm
- Carrera: 100 mm
- Amortiguación neumática autoregulable en ambos lados
- Peso: 348 g
- Tiempo total de posicionamiento: 0.160 s
- Velociad de impacto: 0.028 m/s
- Energia dinamica de impacto: 0.000 J

Accesorios

1. Racores de conexión G 1/8
2. Detección externa de posiciones por sensor de proximidad inductivo
3. Bloque de montaje para recorrido con guías integradas

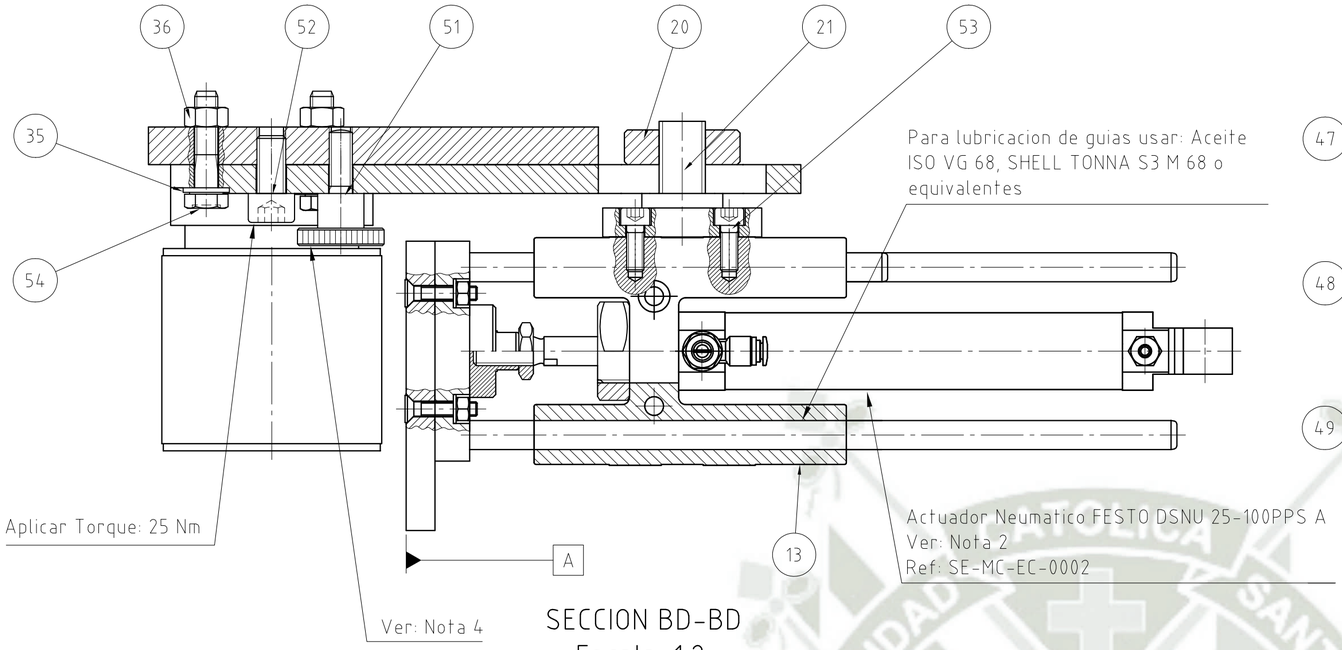


SECCION AG-AG
Escala: 1:2.

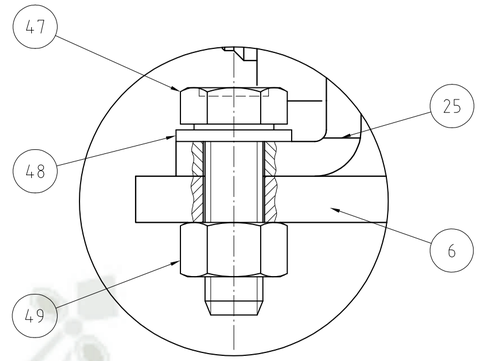


SECCION AH-AH
Escala: 1:2.

Proyeccion ISO E		Escala IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato A1 - ISO 216	REFERENCIA SE-MC-EC-0002 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL MATRIZ DE CONFORMACION
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2019	Ing. M. Carpio	
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, no esta permitido su reproducción sin autorización previa, esta prohibido			
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			DENOMINACION GENERAL MAQUINA ARMADORA DE CAJAS Página 2/3



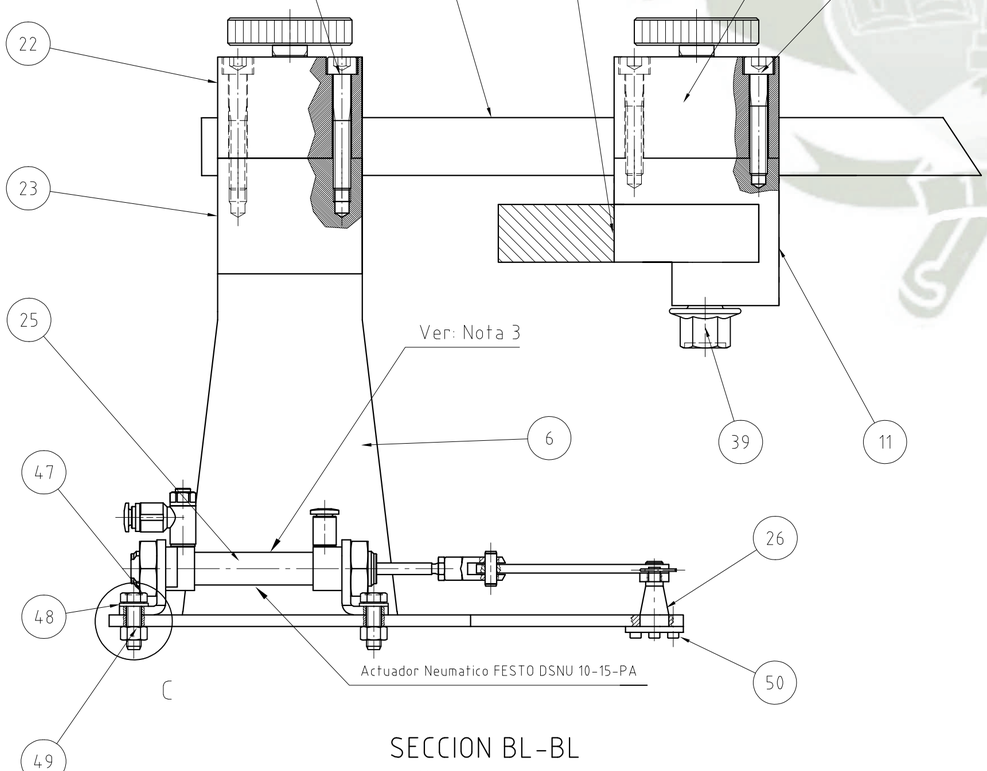
SECCION BD-BD
Escala: 1:2.



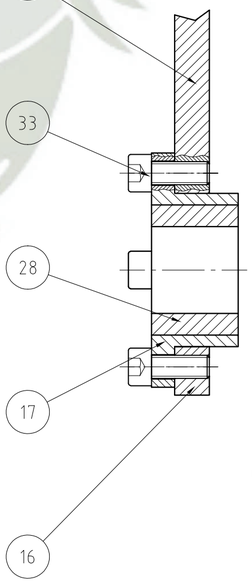
DETALLE C
Esc: 4:1

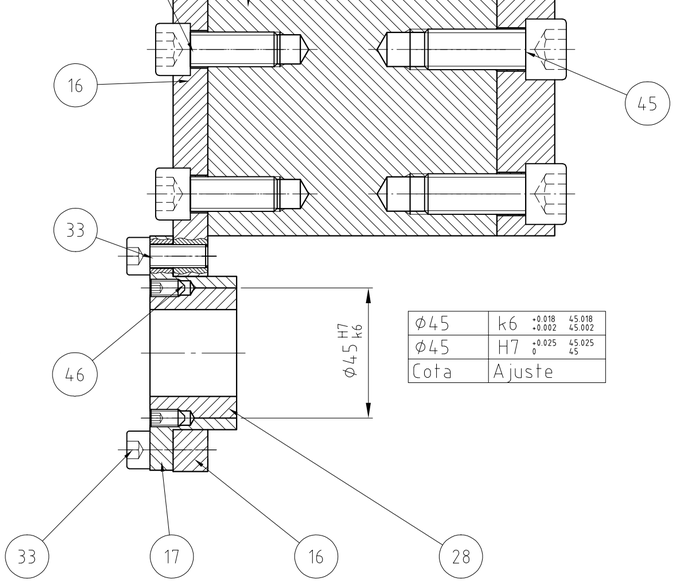
NOTA 3
Cilindro Neumático tipo embolo: FESTO - DSNU 10-15-P-A
Caracteristicas
- Presion de funcionamiento: 6 bar
- Diametro de embolo: 16 mm
- Carrera: 10 mm
- Amortiguación por anillos y discos en ambos lados
- Peso: 68.3 g
- Tiempo total de posicionamiento: 0.087 s
- Velociad de impacto: 0.051 m/s
- Energia dinamica de impacto: 0.000 J

Accesorios
1. Racores de conexión M5
2. Detección externa de posiciones por sensor de proximidad inductivo



SECCION BL-BL
Escala: 1:2.





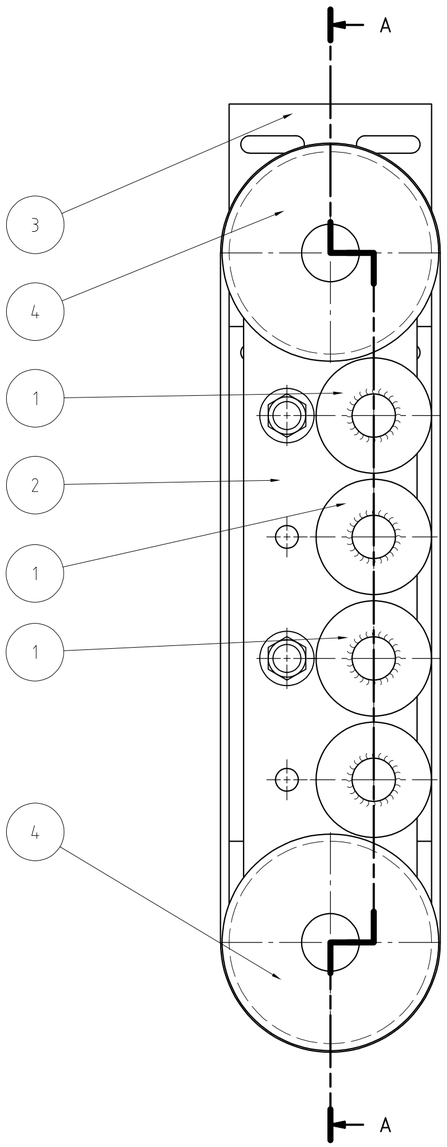
ϕ45	k6	+0.018 +0.002 / 45.018 45.002
ϕ45	H7	+0.025 0 / 45.025 45
Cota	Ajuste	

SECCION BA-BA
Escala: 1:2.

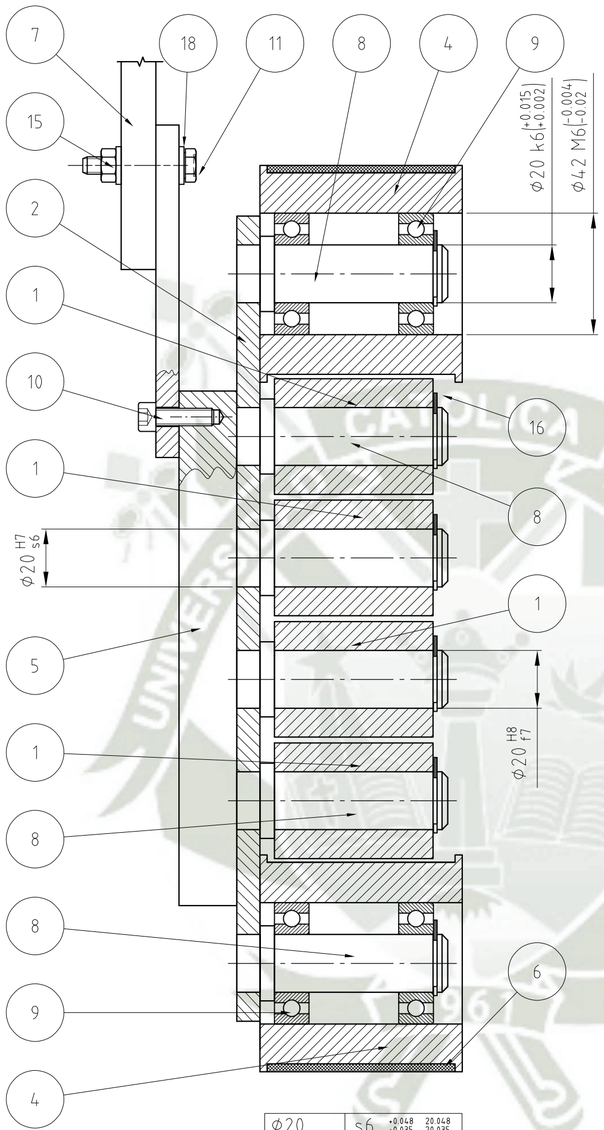
NOTA 4
El objetivo del tornillo de ajuste M8x22, es regular la posición del cilindro prensador de refuerzos, la placa sujeta al cilindro tiene que estar paralelo a la superficie A (Ref: SE-MC-EC-0002 /Sección BC-BC) de deslizamiento de las caras de la caja para garantizar el prensado y la unión de los refuerzos por adhesivo.

Proyeccion: ISO E		Escala: IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato: A2 - ISO 216	REFERENCIA: SE-MC-EC-0003 — REV.: 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: MATRIZ DE CONFORMACION
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio	
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS — Página: 3/3

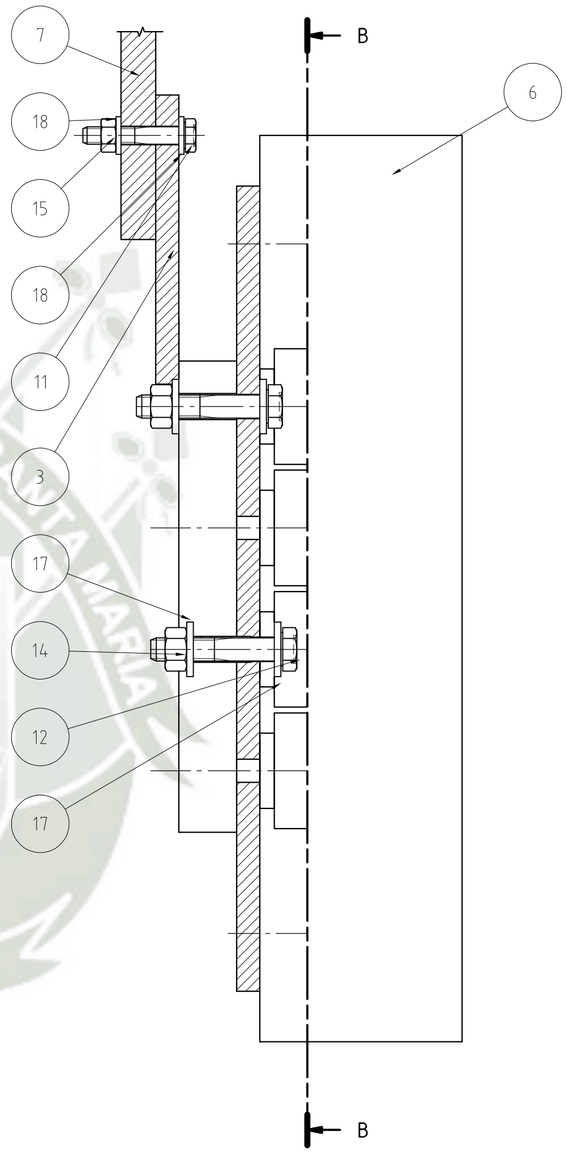
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, está prohibidos



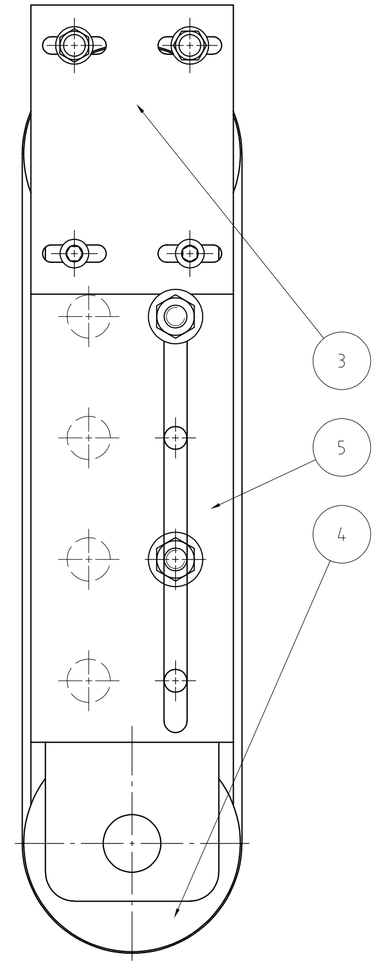
SECCION A-A
Esc: 1:2



Φ20	s6	+0.048 +0.035 20.048 20.035
Φ20	f7	-0.02 -0.041 19.98 19.959
Φ20	H8	+0.033 0 20.033 20
Φ20	H7	+0.021 0 20.021 20
Cota	Ajuste	



SECCION B-B
Esc: 1:2



Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material	Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
18	4	Arandela plana	ANSI B18.22 M	6 N	9	4	Rod. bolas, acanalado profundo	BS 292 Part 1 - 6004	20 x 42 x 12
17	4	Arandela plana	ANSI B18.22 M	8 N	8	24	Eje		SAE/AISI 1020
16	6	Anillo E externo - Tipo 3CM	ANSI B27.7	20	7	4	Bastidor		Acero INOX 304L
15	2	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M6 x 1	6	4	Banda flexible		Caucho
14	1	Tuerca hexagonal - Estilo 2 <= M16	ANSI B18.2.4.2M	M8 x 1.25	5	4	Placa de agujeros chinos		Nylon Ertalon 6PLA
13	1	Tuerca hexagonal - Estilo 2 <= M16	ANSI B18.2.4.2M	M8 x 1.25	4	8	Polea loca mayor		Nylon Ertalon 6PLA
12	2	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 45	3	4	Placa ranurada		Nylon Ertalon 6PLA
11	2	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M6 x 1 x 35	2	4	Placa de agujeros		Alumnio 6061-T
10	1	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M6 x 1 x 20	1	16	Polines		Nylon Ertalon 6PLA

Lista de piezas

Proyeccion: ISO E		Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato A2 - ISO 216	REFERENCIA E-DDC-0001 / REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: DISPOSITIVO DESC. CONTROLADA
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio	

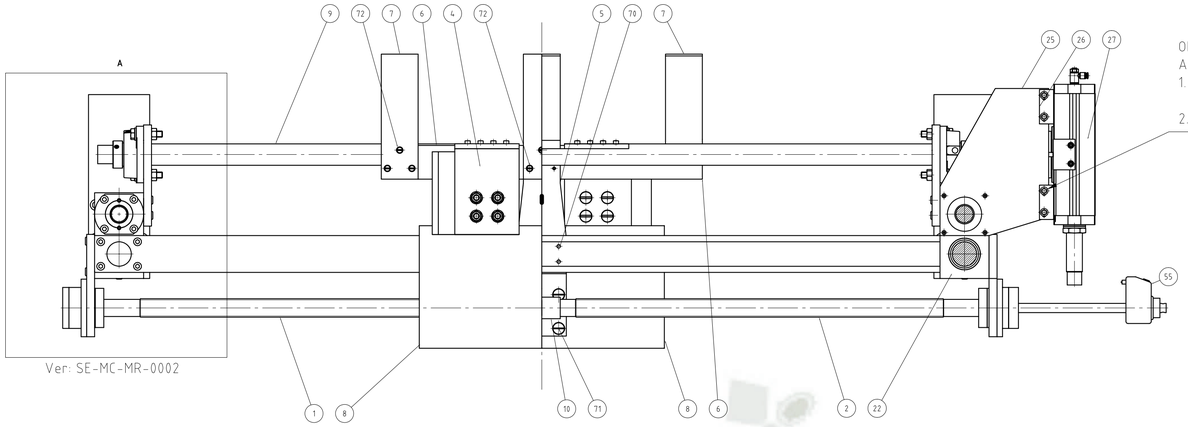
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorizacion previa, está prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

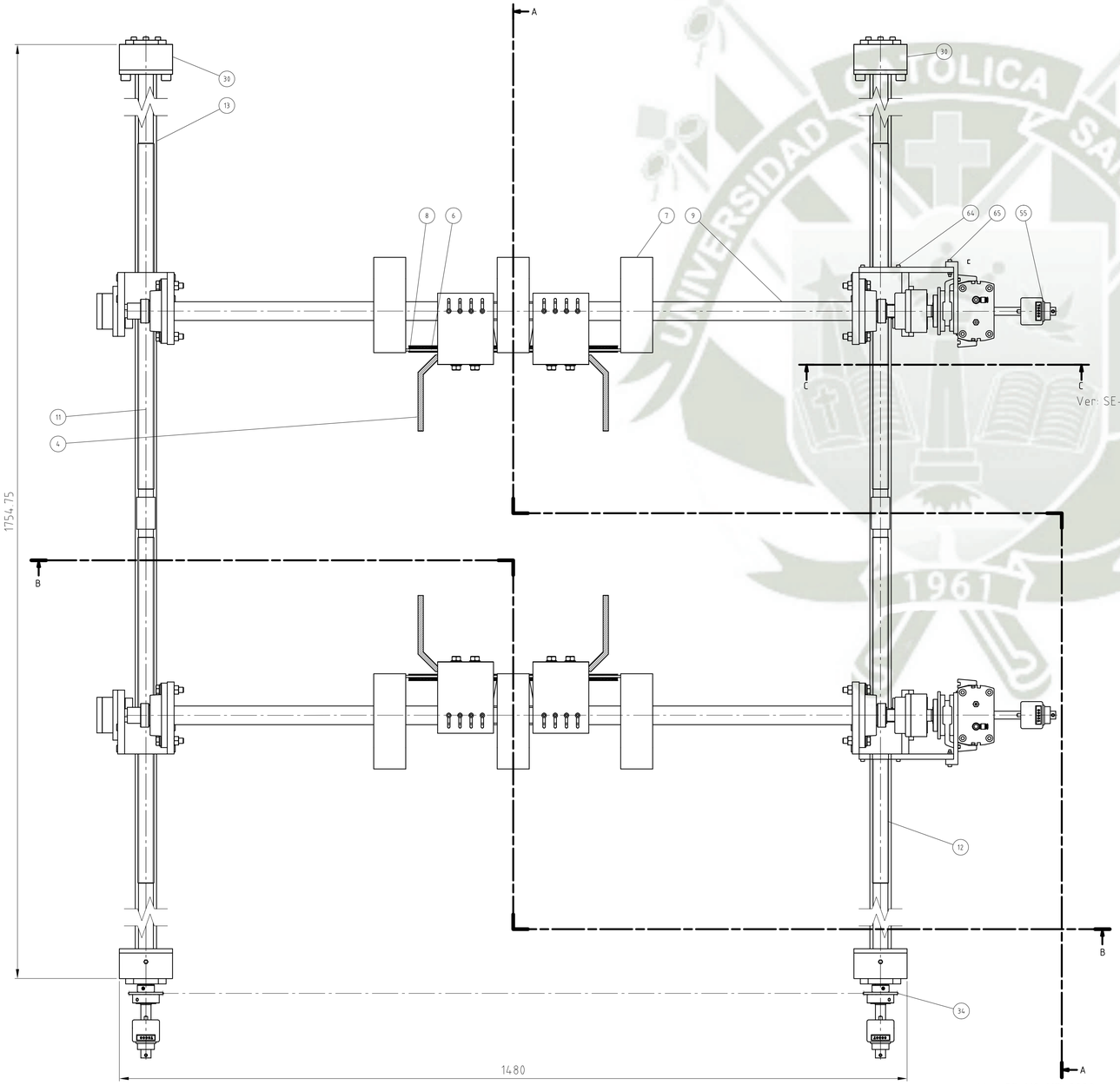
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

Página 1/1

SECCION B-B



Observación 1
Agujero de ranura por fresado para alineamiento de ejes
1. Consultar tolerancia de descentrado total
(Ver: EC-MC-0002/Detalle E)
2. Permite desplazamiento en el plano y de 6mm



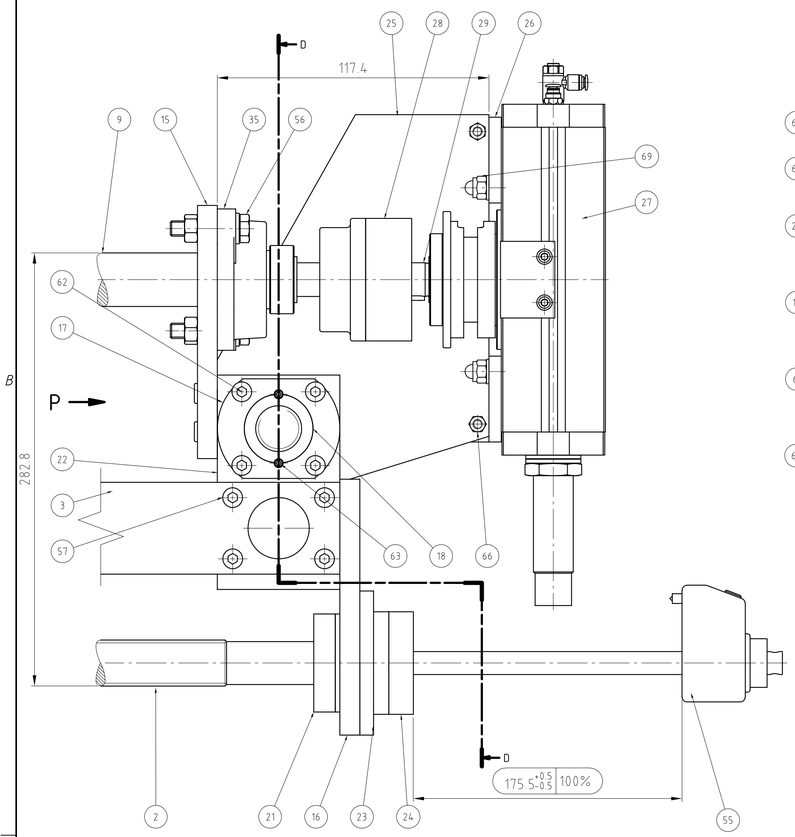
Elemento	Cfdad	Descripción	Norma	Material
77	4	Boquilla lubricante, cónico Tipo C	DIN 71412	CM 8 x 1 cónico corto
76	16	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M4 x 16
75	6	Tornillos de cabeza de cara con cavidad	ISO 7045 M4	M4 x 12 - 4.8 - H
74	4	Tornillo de ajuste de boquilla hexagonal	Unbrako	M10 x 25
73	12	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M6 x 1 x 20
72	18	Tornillo para maquinaria de cabeza plana avellanada ranurada	Estilo A - Metrico	M5 x 0,8 x 16
71	8	Tornillos de cabeza con cara ranurada	DIN 921	M6 x 14
70	8	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M6 x 20
69	4	Tuerca hexagonal con remate de cúpula	DIN 986	M8
68	4	Arandela	DIN 125	A 8.4
67	4	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M8 x 1.25 x 80
66	8	Tuerca hexagonal	ISO 4035	M6
65	8	Tornillo para maquinaria de cabeza hex. bridada dentada	ANSI B 18.6.7 M / IFI 513	M6 x 1 x 30
64	8	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M4 x 16
63	8	Tornillo de ajuste de boquilla hexagonal	Unbrako	M6 x 16
62	16	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M8 x 1.25 x 25
61	32	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M8 x 16
60	8	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M10 x 1.5
59	24	Arandela	DIN 125	A 10.5
58	16	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M10 x 1.5 x 20
57	16	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M8 x 1.25 x 30
56	8	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M10 x 1.5 x 40
55	8	Contador		
54	2	Anilla de ajuste	DIN 705	A20
53	2	Anillo E externo - Tipo 3CM	ANSI B27.7	- 20
52	2	Chaveta paralela	DIN 6885	A 6 x 6 x 16
51	4	Arandela de bloqueo	ANSI/AFBMA	std 8.1 KM4.4
50	4	Arandela de bloqueo	DIN 5406	MB3
49	4	Tuerca redonda ranurada	ANSI/AFBMA	std 8.1 KM4.4
48	4	Tuerca redonda ranurada	DIN 981	KM 3
47	4	Anilla de relleno	DIN 988	25 x 35 x 1
46	8	Anilla de soporte	DIN 988	S 25 x 35
45	4	Anillo de relleno	DIN 988	30 x 42 x 1.8
44	2	Anilla de junta para eje	ANSI B93.98M - Tipo4	20 x 35 x 7
43	4	Anilla de junta para eje	ANSI B93.98M - Tipo4	28 x 52 x 7
42	2	Anilla de junta para eje	ANSI B93.98M - Tipo4	15 x 26 x 7
41	2	Anilla de junta para eje	ANSI B93.98M - Tipo4	28 x 40 x 7
40	2	Anilla de junta para eje	ANSI B93.98M - Tipo4	25 x 40 x 7
39	4	Rodamiento de bolas autoalineado	DIN 630 - 2205	25 x 52 x 18
38	4	Empuje rodam. bolas	DIN 711 - 511 05 -	25 x 42 x 11
37	4	Rodamiento de bolas autoalineado	DIN 630 - 1204	20 x 47 x 14
36	4	Rodamiento lineal	SKF - LBBR 40	
35	4	Chumacera tipo brida	SKF - E2.YAR 206-2F	
34	1	Rueda dentada	Nº rueda dentada = 21	
33	2	Tapa de fijacion IZQ		SAE/AISI 1020
32	2	Tapa de fijacion DER		SAE/AISI 1020
31	4	Placa de sujecion		ASTM A36
30	4	Bloque del marco		SAE/AISI 1020
29	1	Eje de salida		
28	2	Acople		
27	1	Actuador giratorio		
26	4	Placa de soporte		Alumnio 6061-T
25	2	Soporte de actuador giratorio		Alumnio 6061-T
24	2	Tapa de soporte DER		SAE/AISI 1020
23	2	Soporte de rodamientos DER		SAE/AISI 1020
22	2	Bloque sujetador de viga DER		SAE/AISI 1020
21	1	Contratapa de soporte IZQ		SAE/AISI 1020
20	1	Soporte de rodamientos IZQ		SAE/AISI 1020
19	2	Tapa de soporte IZQ		SAE/AISI 1020
18	4	Manguito		Bronce SAE 65
17	4	Buje		SAE/AISI 1020
16	4	Placa de union de soporte de rodamiento		ASTM A36
15	4	Sujetador de chumacera		ASTM A36
14	2	Bloque sujetador de viga IZQ		SAE/AISI 1020
13	2	Guia lateral fija		SAE/AISI 1045
12	1	Tornillo lateral derecho		SAE/AISI 1045
11	2	Tornillo lateral izquierdo		SAE/AISI 1045
10	4	Buje de acople		Bronce SAE 65
9	2	Eje plegador		SAE/AISI 1045
8	2	Cabezera transversal		Nylon Ertalon 6PLA
7	6	Deflector transversal		Acero INOX 304L
6	2	Viga sujetadora de cabezera		Acero INOX 304L
5	2	Sujetador de cabezera		Acero INOX 304L
4	2	Mecanismo de plegado de cabezera		SAE/AISI 1045
3	2	Guia transversal fija		SAE/AISI 1045
2	2	Tornillo transversal derecho		SAE/AISI 1045
1	2	Tornillo transversal izquierdo		SAE/AISI 1045

IMPORTANTE

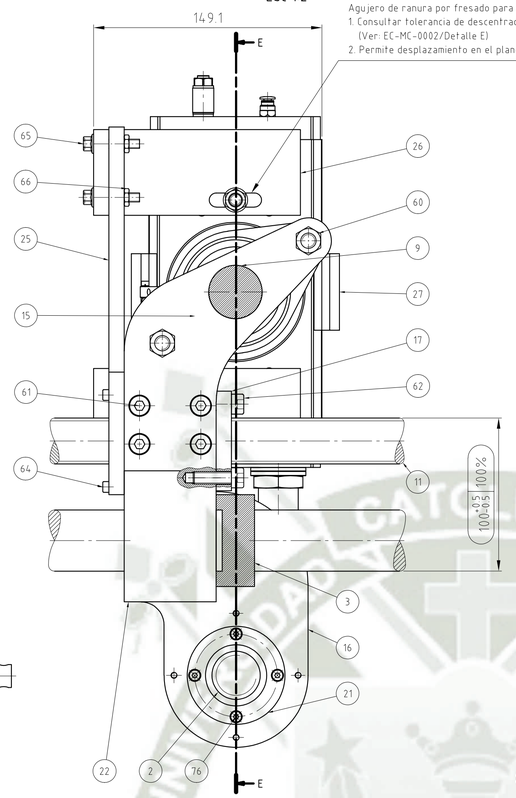
- Antes de realizar el ensamble del marco de conformación, Se debe tener listas las esquinas de conformación y montarlas en sus respectivos tonillos de regulación y guías de deslizamiento.
- Disponer de las esquinas de forma equidistante con respecto a su mismas, para ello llevar todas al centro y poner el marcador de vueltas en cero en ambos tornillos
- Para mas detalles Ver: E-MC-0001

Proyeccion: ISO E	Escala: 1:5	Universidad Católica de Santa Maria	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: SE-MC-MR-0001	REV.: 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: SUBENSAMBLE	
Dibujante: 02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: MARCO DE CONFORMACION	
Revisado: 10/04/2020	Ing. M. Carpio		
Aprobado: 18/04/2020	Ing. M. Carpio		
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, no usar y reproducción sin autorización previa, esta prohibida		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página: 1/3
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			

SECCION C-C
Esc: 1:2

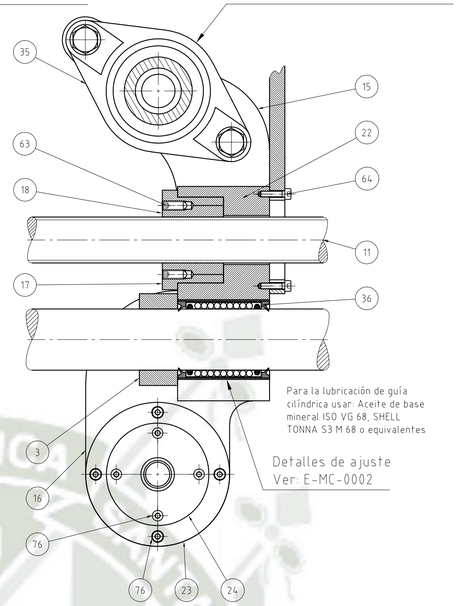


VISTA P
Esc 1:2

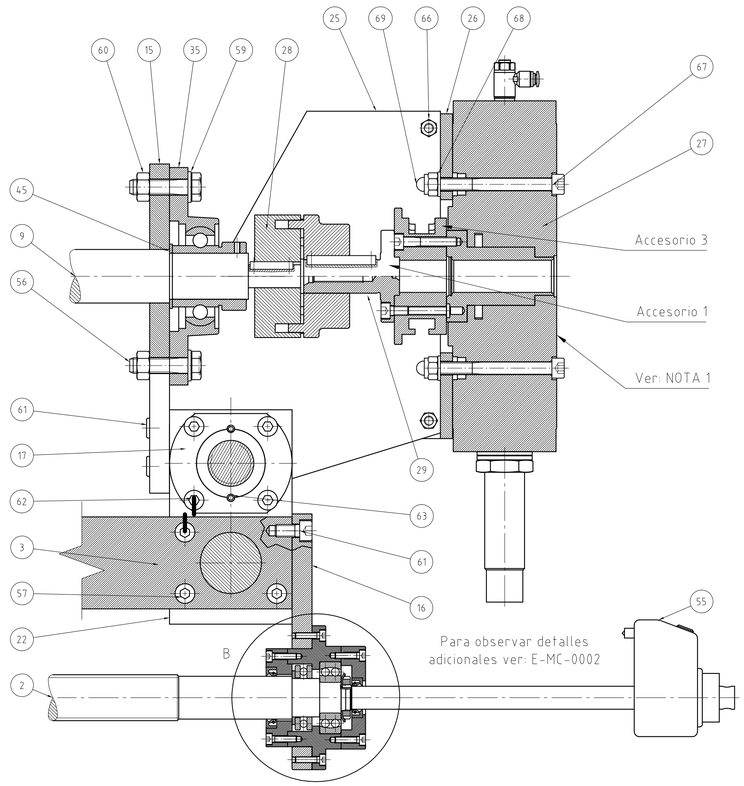


Observación 2
Agujero de ranura por fresado para alineamiento de ejes
1. Consultar tolerancia de descentrado total
(Ver: EC-MC-0002/Detalle E)
2. Permite desplazamiento en el plano x de 25mm

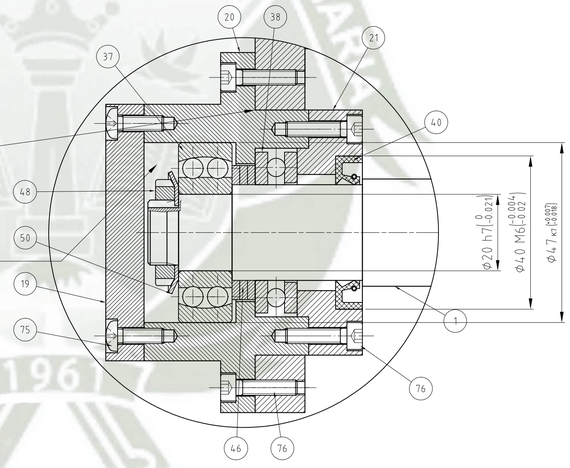
SECCION D-D
Esc: 1:2



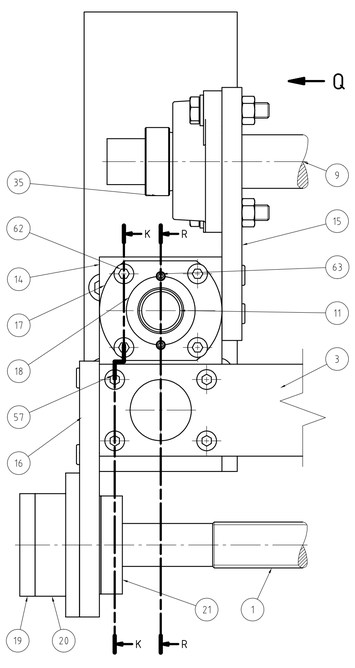
SECCION E-E
Esc: 1:2



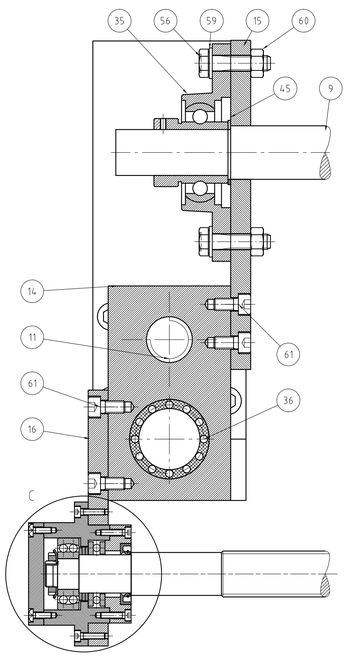
DETALLE C
Esc: 2:1



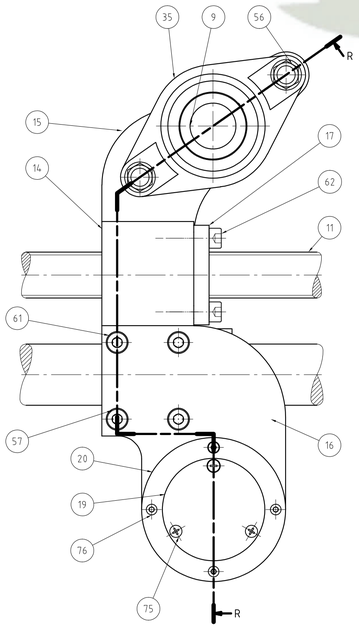
DETALLE A
Esc: 1:2



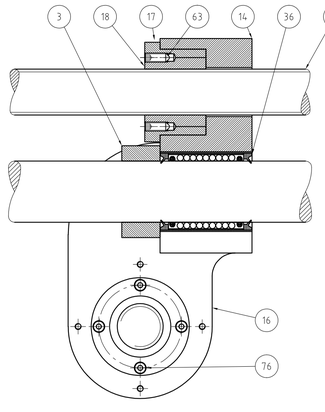
DETALLE A
SECCIONADO
Esc: 1:2



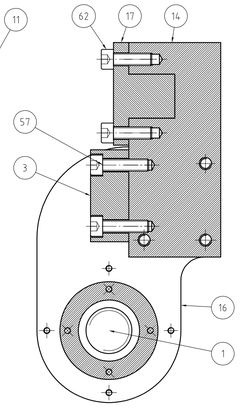
VISTA Q
Esc 1:2



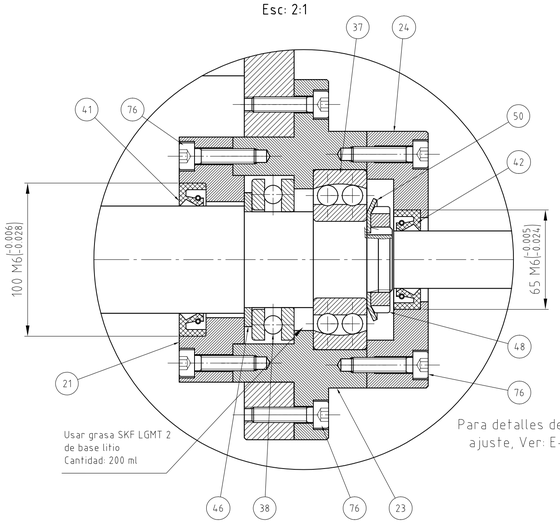
SECCION R-R
Esc: 1:2



SECCION K-K
Esc: 1:2



DETALLE B
Esc: 2:1

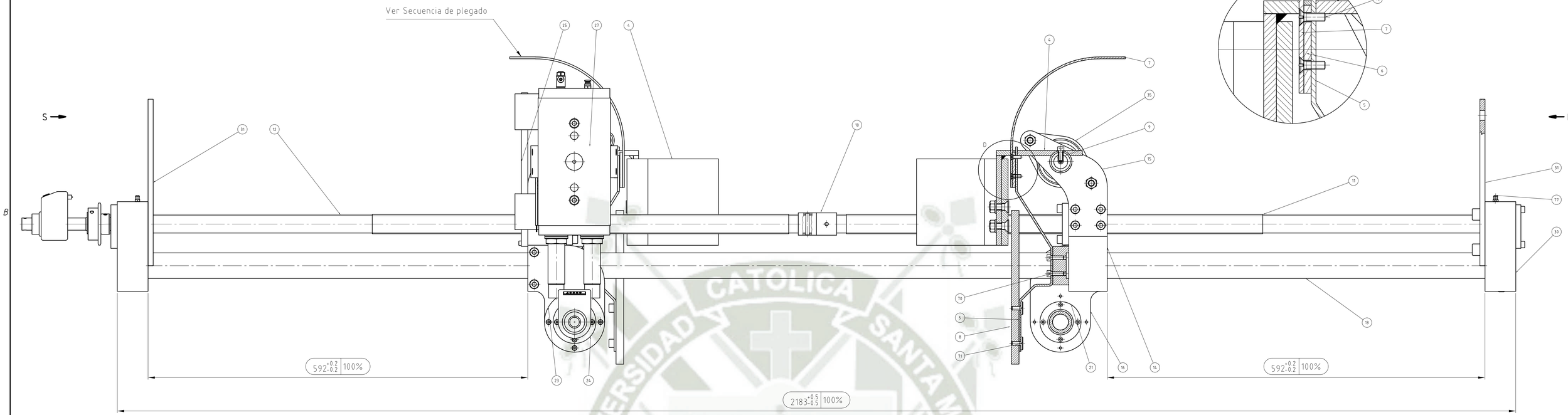


NOTA 1
Actuador giratorio tipo embolo: FESTO - DRRD 40R
Caracteristicas
- Presion de funcionamiento: 6 bar
- Torque maximo: 24.1 Nm
- Angulo de giro: 0-180 deg
- Tiempo de giro: 0.75 s
- Velocidad de impacto: 331 deg/s
- Energia dinamica de impacto: 0.597 J

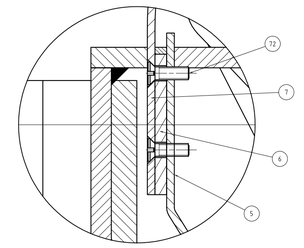
Accesorios
1. Amortiguación con posición metal elástica (P)
2. Manguito de acoplamiento
3. Detección externa de posiciones por sensor de proximidad inductivo

Proyección: ISO E	Escala: IND.	Universidad Católica de Santa Maria	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: SE-MC-MR-0002	REV: 01
Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: SUBENSAMBLE	
Dibujante: 02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: MARCO DE CONFORMACION	
Revisado: 10/04/2020	Ing. M. Carpio		
Aprobado: 18/04/2020	Ing. M. Carpio		
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorización previa, está prohibido		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página 2/3
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			

SECCION A-A
Esc: 1:2

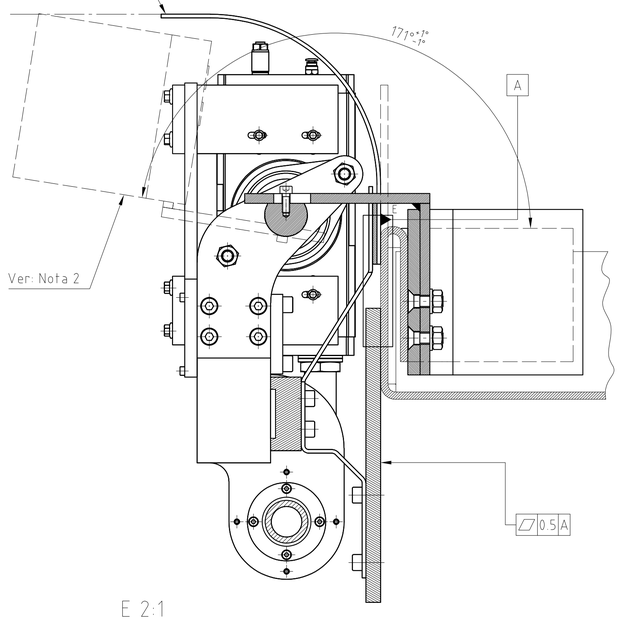


DETALLE D
Esc: 2:1

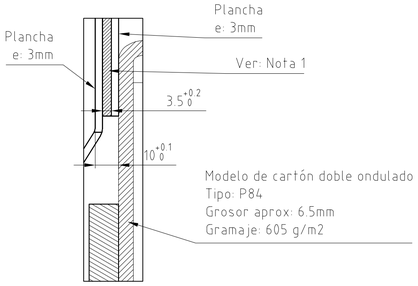


Componente: B

Secuencia de Plegado
CORTE PARCIAL A-A
Esc: 2:1

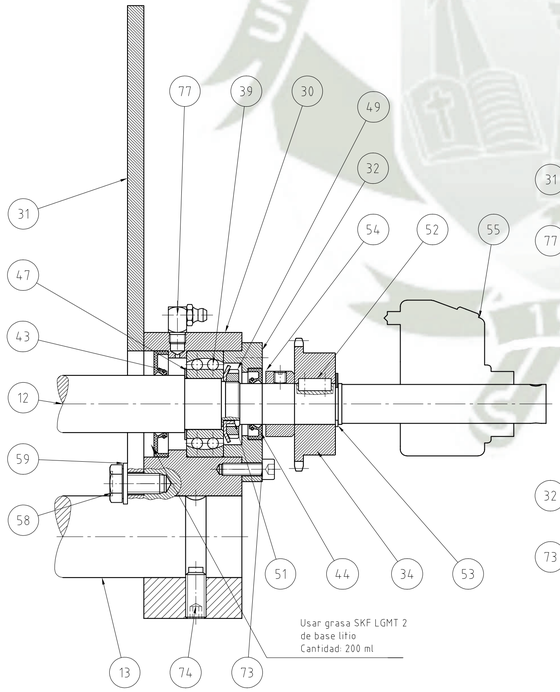


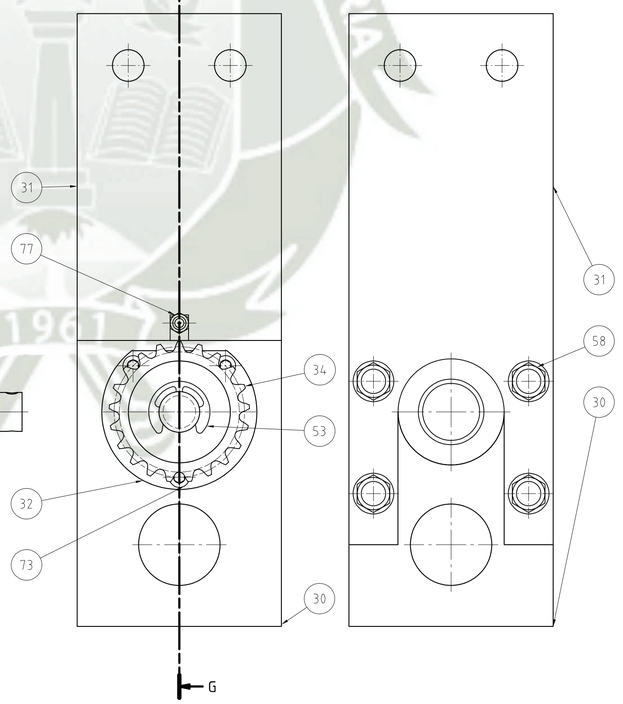
E 2:1



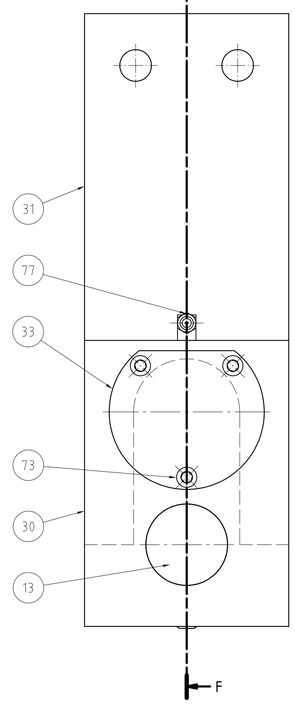
Modelo de cartón doble ondulado
Tipo: P84
Grosor aprox: 6.5mm
Gramaje: 605 g/m2

SECCION G-G
Esc: 1:1.5

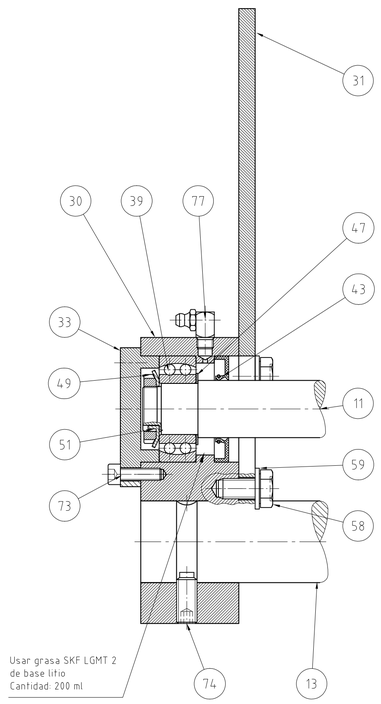




VISTA S
Esc: 1:1.5



VISTA R
Esc: 1:1.5

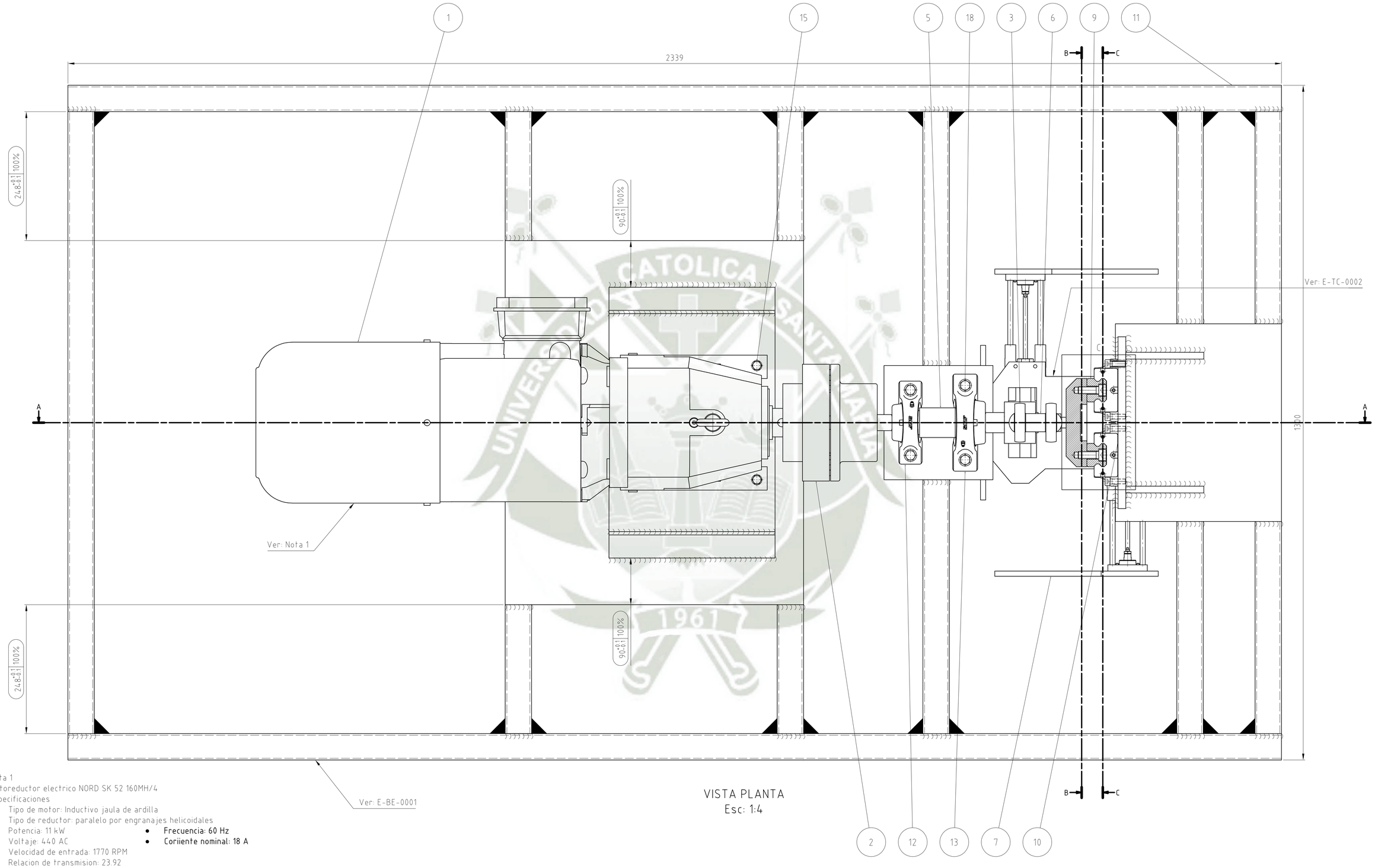


SECCION F-F
Esc: 1:1.5

NOTA 1
- Usar lainas de relleno para obtener la medida solicitada
- Se debe cumplir la tolerancia de planicidad entre las superficies señaladas para evitar la cizalladura de las cabeceras de la caja

NOTA 2
- Configurar el actuador neumático giratorio para el ángulo propuesto (171°), con el objetivo de disminuir el tiempo de posicionamiento (t: 0.11 s)
- Parametros iniciales:
  Tiempo de posicionamiento: 0.14 s
  Angulo predeterminado de fabrica: 180°
- El dispositivo señalado no debe estar por encima del componente B (Deflector transversal)

Proyección: ISO E	Escala: 1:2	Universidad Católica de Santa Maria	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: SE-MC-MR-0003	REV.: 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: SUBENSAMBLE	
Dibujante	02/03/2020 / Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: MARCO DE CONFORMACION	
Revisado	10/04/2020 / Ing. M. Carpio		
Aprobado	18/04/2020 / Ing. M. Carpio		
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorización previa, está prohibido.		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página: 3/3
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			



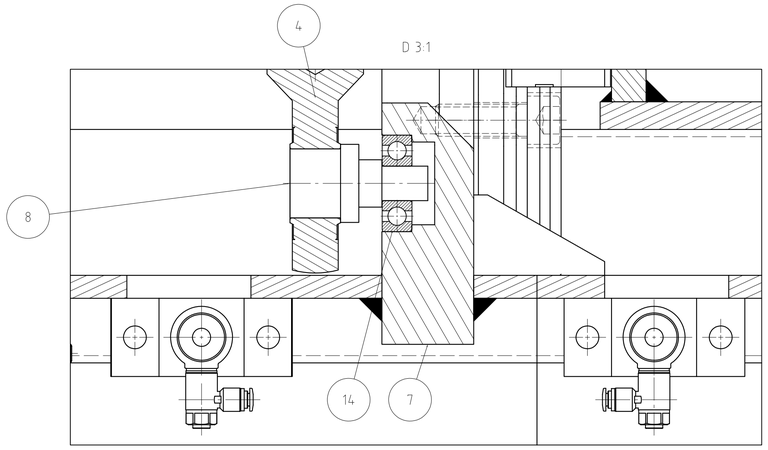
VISTA PLANTA
Esc: 1:4

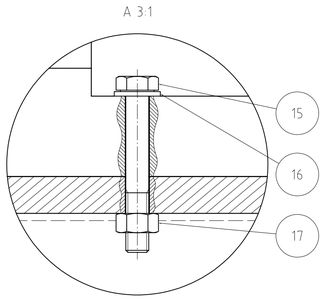
Nota 1
Motoreductor electrico NORD SK 52 160MH/4
Especificaciones

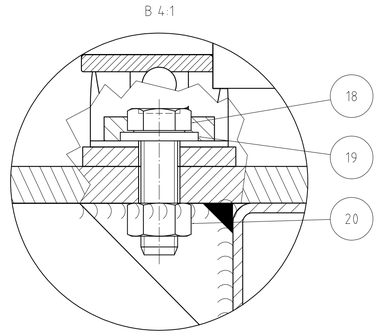
- Tipo de motor: Inductivo jaula de ardilla
- Tipo de reductor: paralelo por engranajes helicoidales
- Potencia: 11 kW
- Voltaje: 440 AC
- Velocidad de entrada: 1770 RPM
- Relacion de transmision: 23.92
- Velocidad de salida: 74 RPM
- Torque de Salida: 1422 Nm
- Peso neto: 167 kg
- Frecuencia: 60 Hz
- Coriiente nominal: 18 A

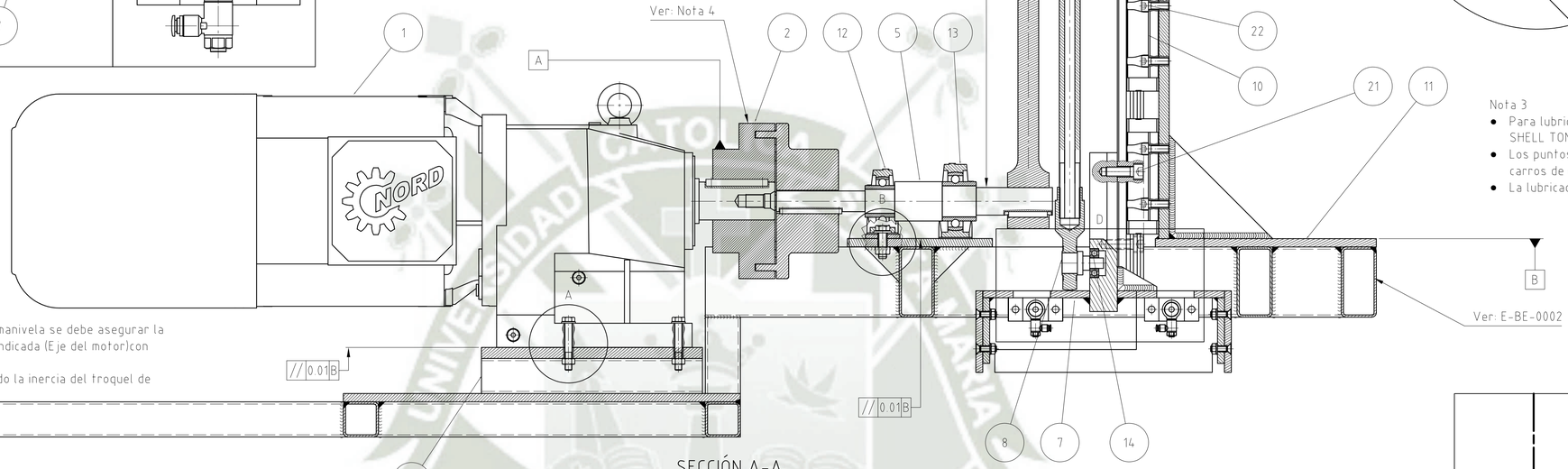
Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material	Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material	Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
22	16	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M10 x 30	15	4	Tornillo de forma hex	ANSI B18.2.3.2M	M10 x 1.5	7	1	Conjunto Troquel		
21	4	Tornillo de cabeza cilíndrica	DIN 912	M14 x 40	14	1	Rod. bolas, acanalado profundo	DIN 625 T1 - 6302	15 x 42 x 13	6	1	Bulon		
20	4	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M12 x 1.75	13	1	Chumacera tipo pedestal	SKF - E2.YAR 209-2F		5	1	Eje principal		
19	4	Arandela plana	ANSI B18.22 M	12 N	12	1	Chumacera tipo pedestal	SKF - E2.YAR 207-2F		4	1	Biela		
18	4	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M12 x 1.75 x 40	11	1	Bastidor Superior			3	1	Manivela		
					10	4	Carro de deslizamiento			2	1	Acople		
17	4	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M10 x 1.5	9	2	Guia prismatica			1	1	Motoreductor		

Proyección: ISO E	Escala: 1:4	Universidad Católica de Santa Maria	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-TC-0001	REV: 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: TROQUEL DE CONFORMACION
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio	
Este plano y su información contenida en él, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorización previa, está prohibido			
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página 1/2

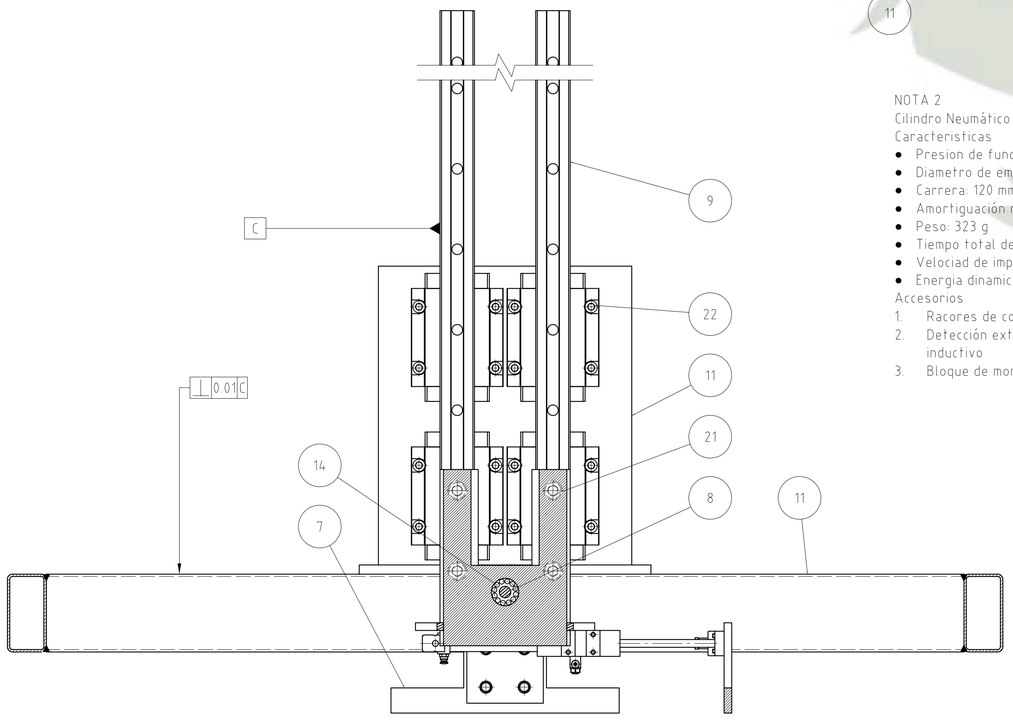




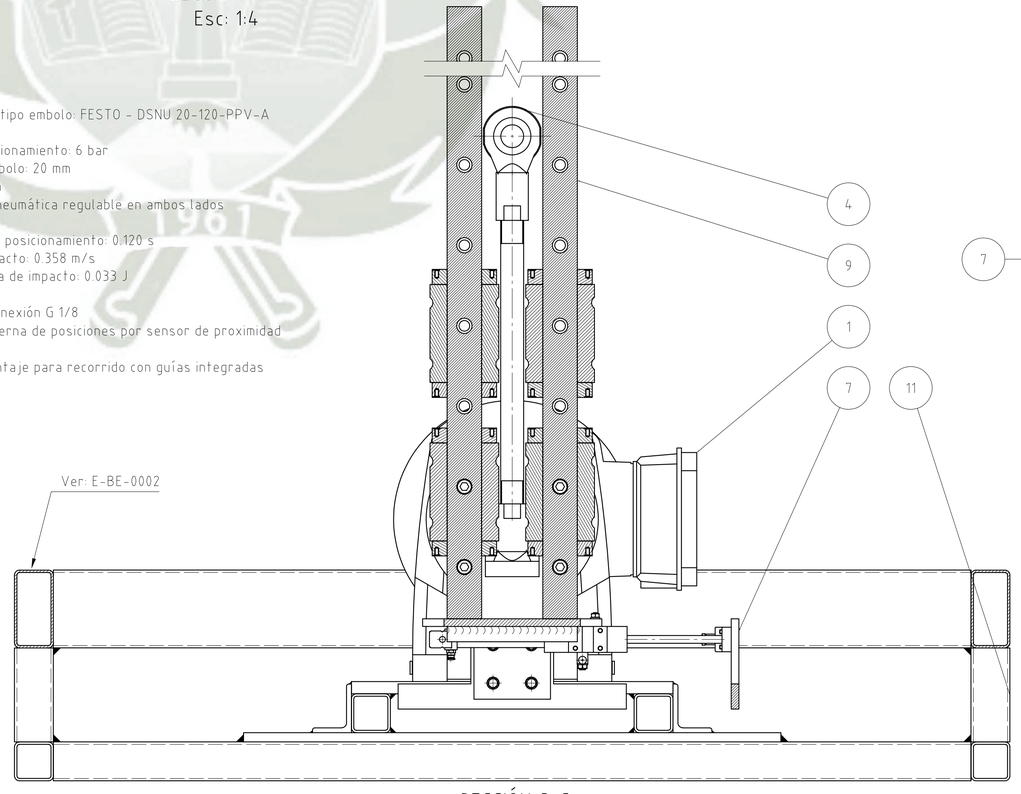




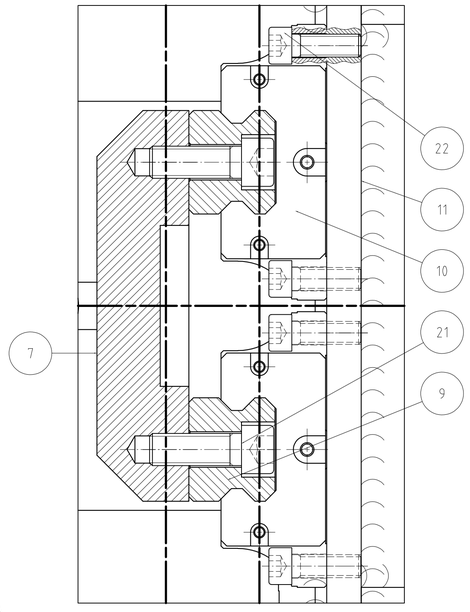
SECCIÓN A-A
Esc: 1:4



SECCIÓN B-B
Esc: 1:4



SECCIÓN C-C
Esc: 1:4



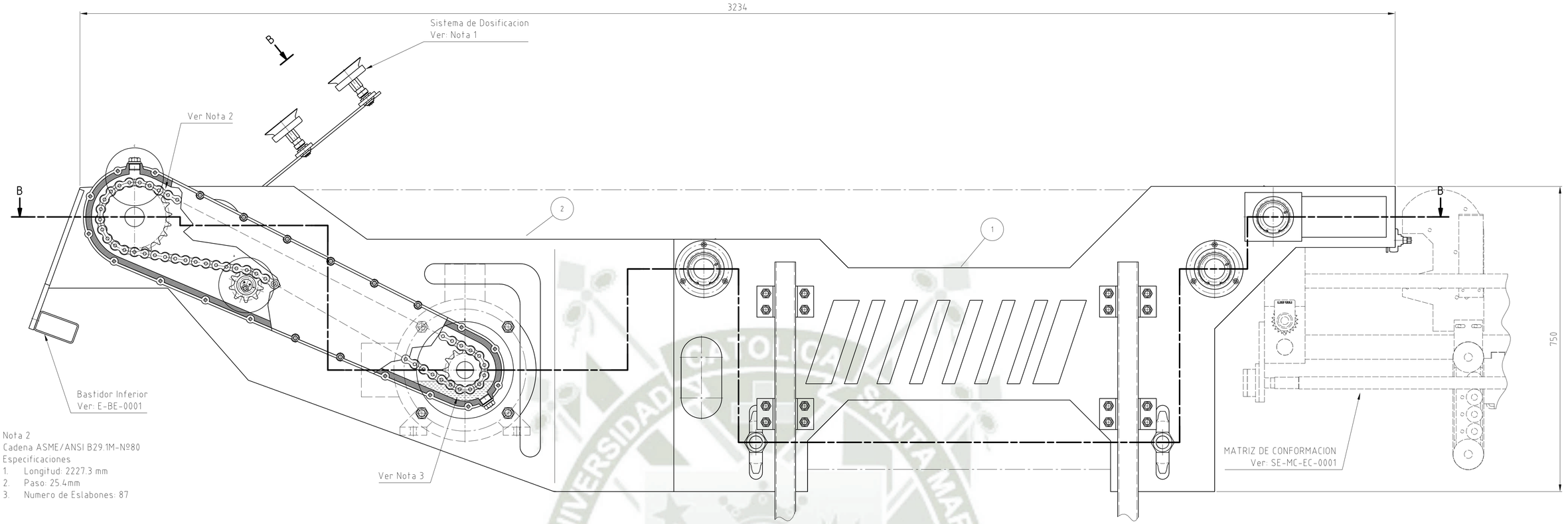
Nota 3
- Para lubricación de guías usar: Aceite ISO VG 68, SHELL TONNA S3 M 68 o equivalentes
- Los puntos de lubricación se encuentra en los carros de deslizamiento (Elemento 10)
- La lubricación debe ser diaria.

Nota 4
- Para la alineación de ejes del motor y el mecanismo de biela-manivela se debe asegurar la tolerancia de oscilación radial total: 0.01 mm en la superficie indicada (Eje del motor)con reloj comparador.
- El incorrecto ajuste, hará inestable el bastidor superior debido la inercia del troquel de conformación.

NOTA 2
Cilindro Neumático tipo embolo: FESTO - DSNU 20-120-PPV-A
Caracteristicas
- Presion de funcionamiento: 6 bar
- Diametro de embolo: 20 mm
- Carrera: 120 mm
- Amortiguación neumática regulable en ambos lados
- Peso: 323 g
- Tiempo total de posicionamiento: 0.120 s
- Velocidad de impacto: 0.358 m/s
- Energia dinamica de impacto: 0.033 J

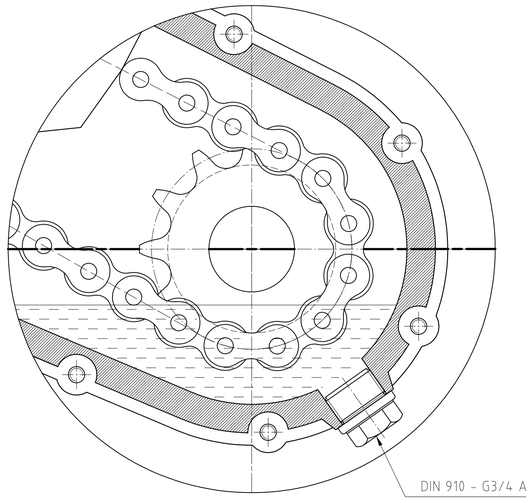
Accesorios
1. Racores de conexión G 1/8
2. Detección externa de posiciones por sensor de proximidad inductivo
3. Bloque de montaje para recorrido con guías integradas

Proyeccion: ISO E	Escala 1:5	Universidad Católica de Santa Maria	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato A1 - ISO 216	REFERENCIA E-TC-0002	REV. 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO ENSAMBLE GENERAL	
Dibujante	02/03/2020 Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL TROQUEL DE CONFORMACION	
Revisado	10/04/2020 Ing. M. Carpio		
Aprobado	18/04/2020 Ing. M. Carpio		
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducion sin autorizacion previa, esta prohibido		DENOMINACION GENERAL MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página 2/2
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			



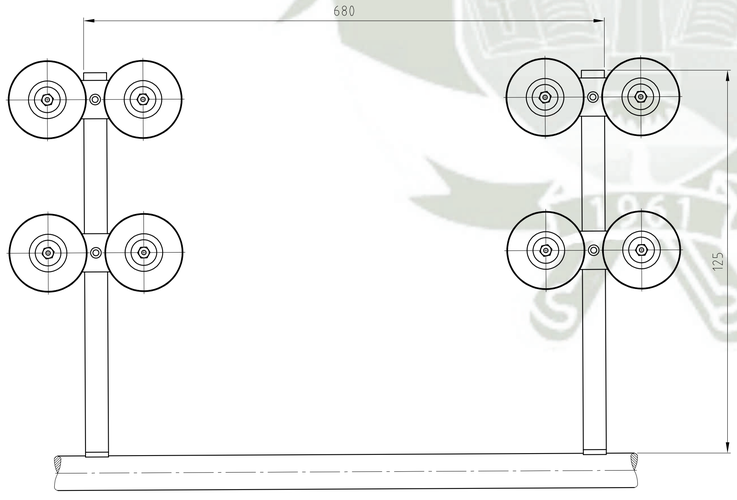
Nota 2
Cadena ASME/ANSI B29.1M-Nº80
Especificaciones
1. Longitud: 2227.3 mm
2. Paso: 25.4mm
3. Numero de Eslabones: 87

VISTA FRONTAL
Esc: 1:5

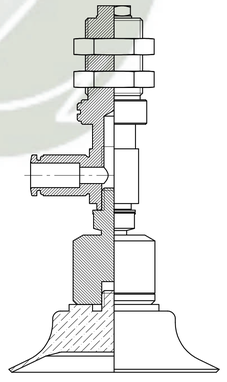


DETALLE B
Esc: 2:1

Nota 3
Lubricación por baño de aceite
Tapón de drenaje
Especificación
- Aceite ISO VG 46
- Cantidad: 1/4 Galón



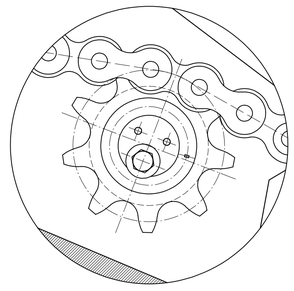
VISTA B
Esc: 1:5



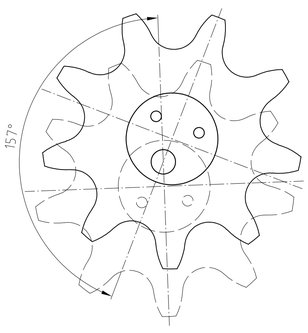
DETALLE DE VENTOSA
Esc: 2:1

Nota 1
Especificaciones Técnicas
Ventosa por vacío redonda ESG - 50 - FESTO
- Presión de funcionamiento: 6 bar
- Diámetro de Ventosa: 50 mm
- Forma: Redonda estándar
- Material: Goma de nitrilo butadieno (NBR)
- Retenedor: Rosca exterior con 2 tuercas, conexión neumática lateral y compensador de altura.
- Boquilla enchufable

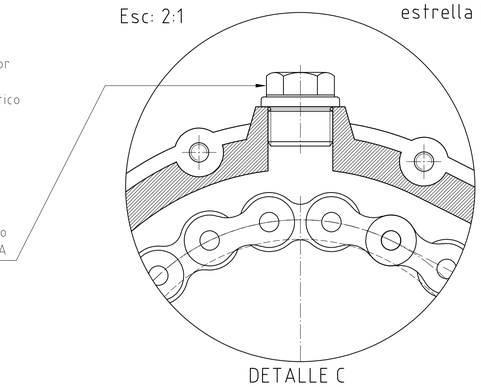
Accesorios
1. Filtro de vacio
2. Detección externa de posiciones por sensor de proximidad inductivo
3. Generador de vacilo electroneumatico
   3.1. Tobera laval: 0.95mm
   3.2. Conexión Q5 metrico
   3.3. Silenciador abierto



DETALLE A
Estrella tensora
Esc: 2:1



Posición de reposo y tensión de estrella tensora



DETALLE C
Esc: 2:1

Lista de piezas

Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
18	1	Arandela	DIN 125 - A 10.5	
17	1	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M - M10 x 1.5 x 35	
16	1	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M - M10 x 1.5	
15	16	Arandela de muelle	DIN 128 - A14	
14	16	Perno de cabeza-hex	DIN 933 - M14 x 30	
13	16	Tuerca hexagonal	DIN 555-5 - M14	

Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
12	8	Perfil conector	L1 3/4 x 1 3/4 x 3/16	ASTM A36
11	10	Refuerzo para soporte de rodamiento		ASTM A36
10	1	Placa de refuerzo 7		ASTM A36
9	1	Placa de refuerzo 6		ASTM A36
8	1	Placa de refuerzo 5		ASTM A36
7	1	Placa de refuerzo 4		ASTM A36

Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
6	1	Placa de refuerzo 3		ASTM A36
5	1	Placa de refuerzo 2		ASTM A36
4	1	Placa de refuerzo 1		ASTM A36
3	4	Placa de arriostre		ASTM A36
2	2	Placa posterior		ASTM A36
1	2	Placa delantera		ASTM A36

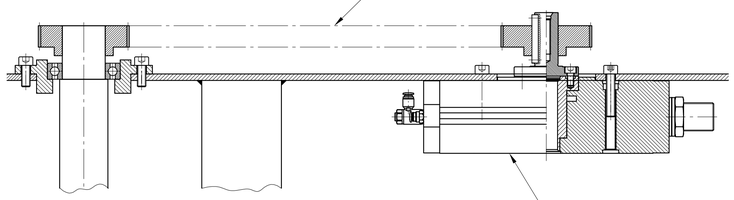
Proyección: ISO E		Escala: IND	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-TM-0001 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: TRANSPORTADOR DE MOLDES
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio	

La información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, queda prohibida su publicación, parcial, total o prestada

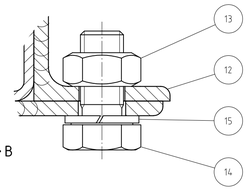
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

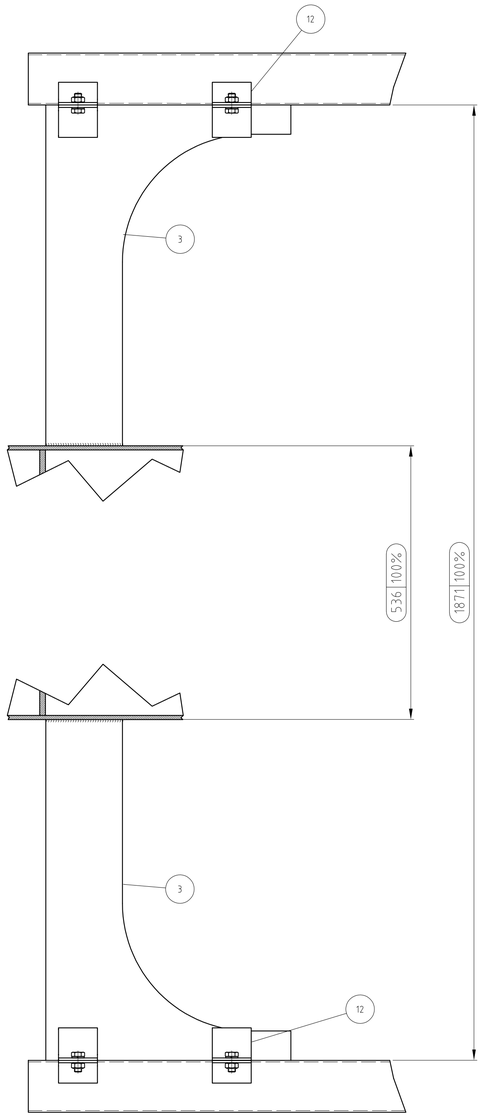
DETALLE A
Esc 1:2

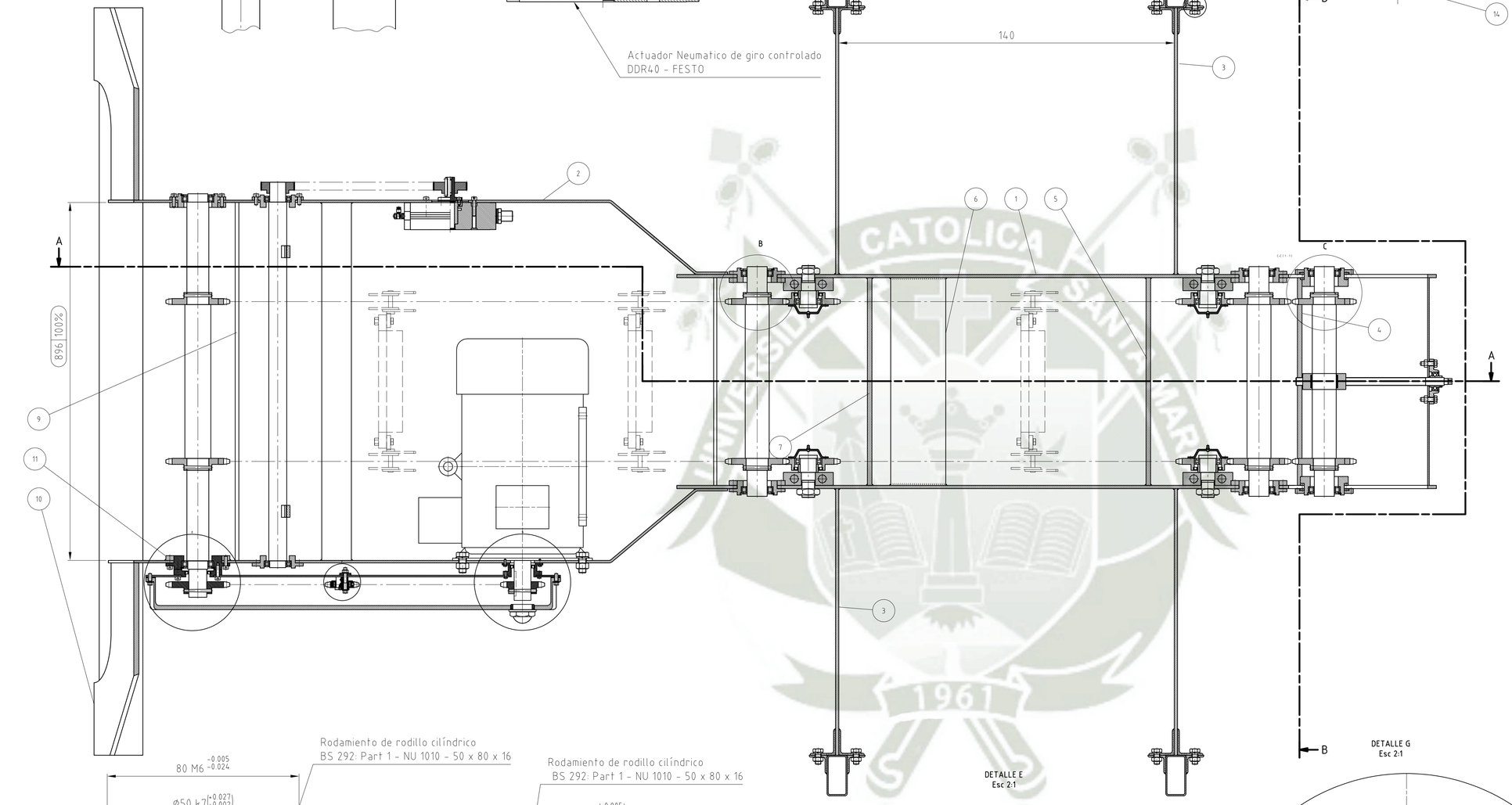


DETALLE D
Esc: 1:1

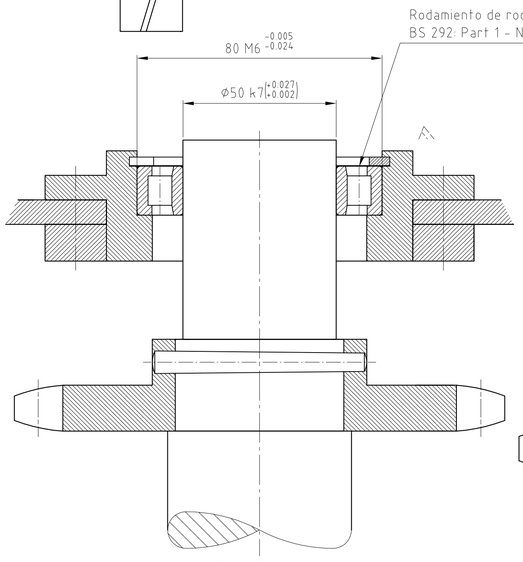


SECCION B-B
Esc 1:5

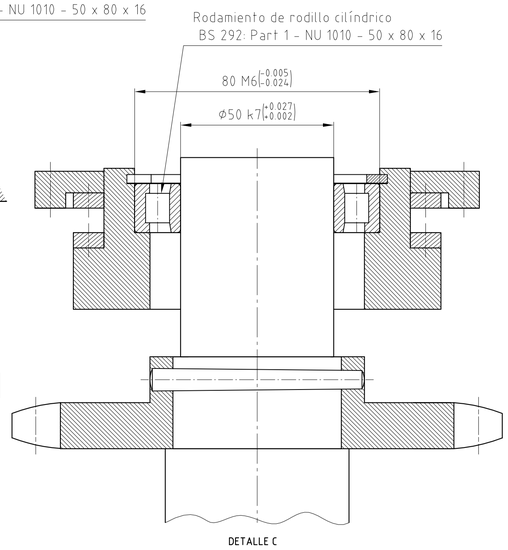




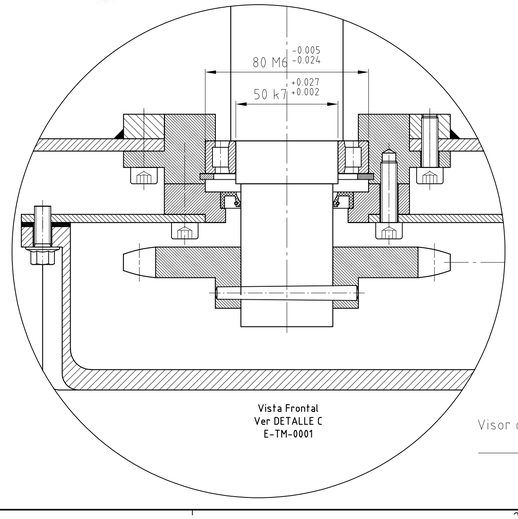
DETALLE B
Esc: 1:2



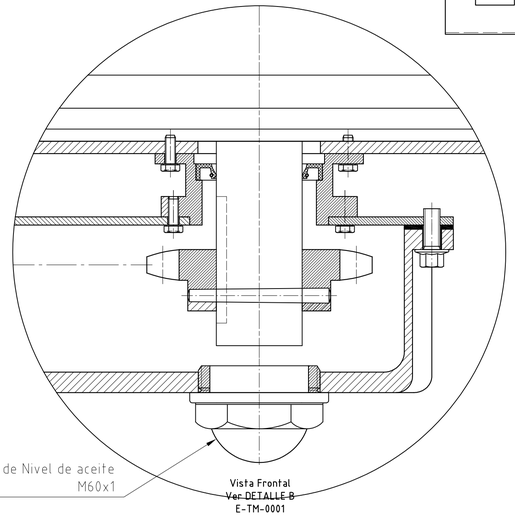
DETALLE C
Esc:1:2



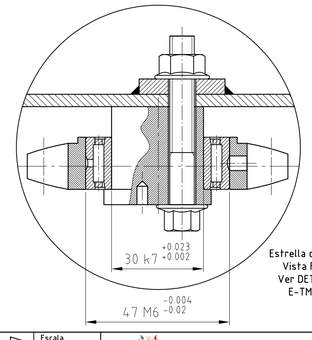
DETALLE E
Esc 2:1



DETALLE G
Esc 2:1

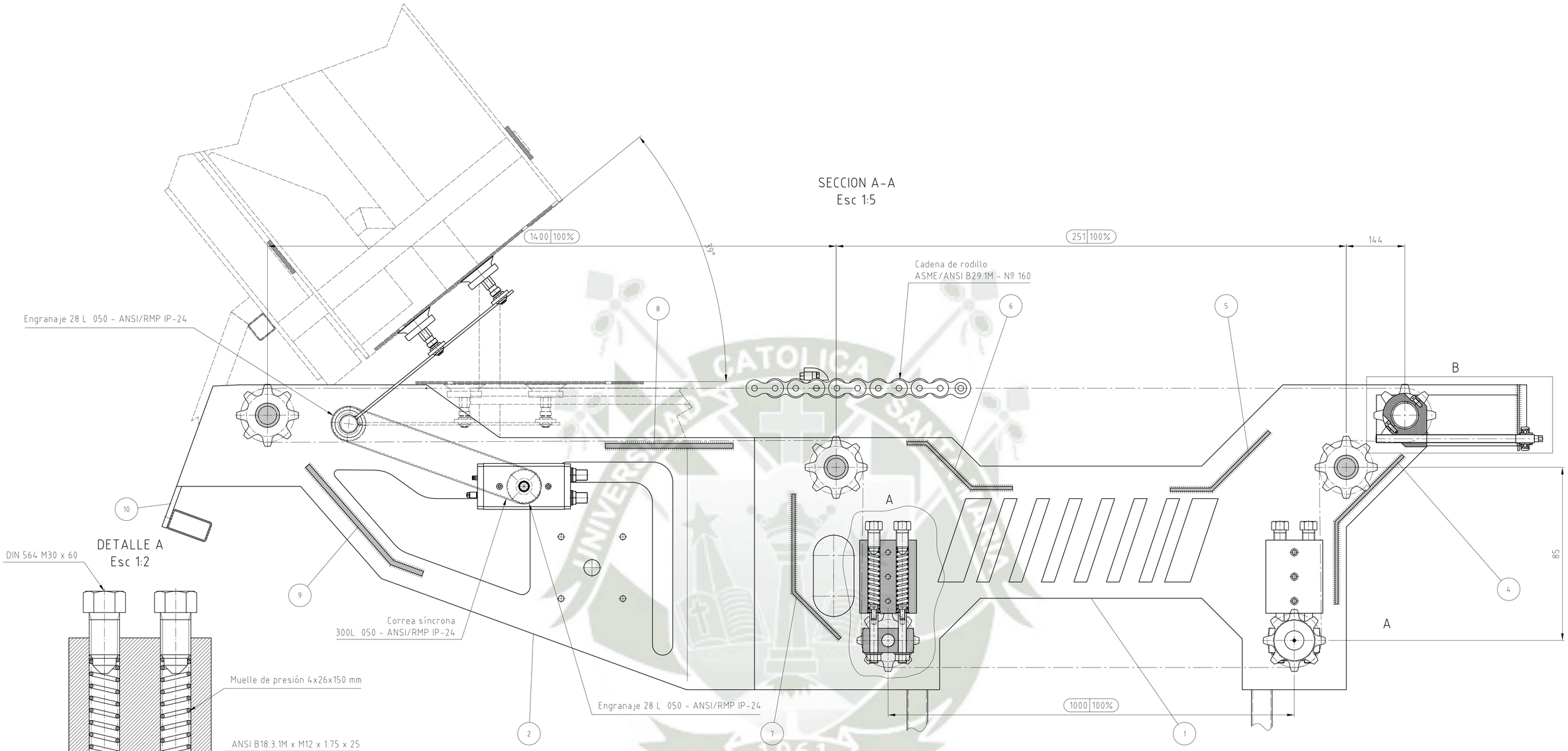


DETALLE F
Esc 2:1

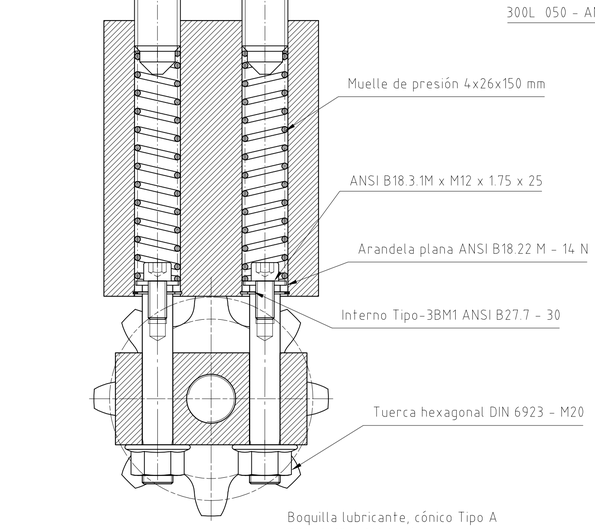


Proyeccion ISO E		Escala IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato A1 - ISO 216	REFERENCIA E-TM-0002 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL TRANSPORTADOR DE MOLDES
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio	
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorizacion previa, esta prohibido			
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			DENOMINACION GENERAL MAQUINA ARMADORA DE CAJAS Página 2/3

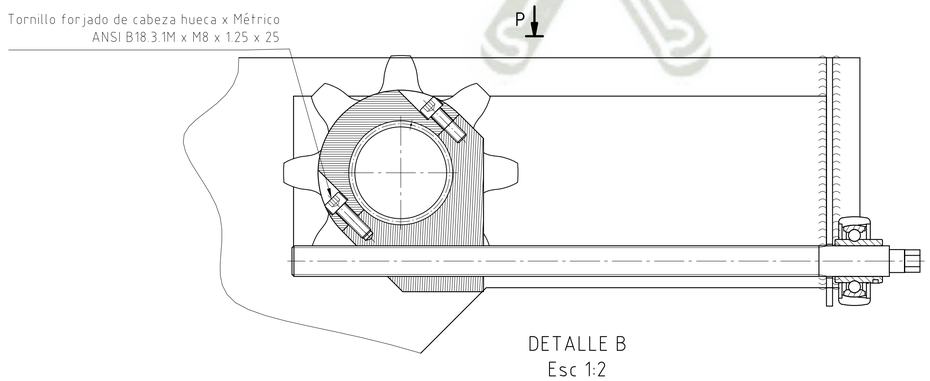
SECCION A-A
Esc 1:5



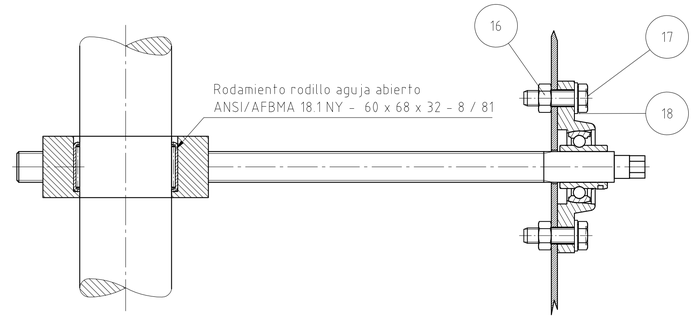
DETALLE A
Esc 1:2

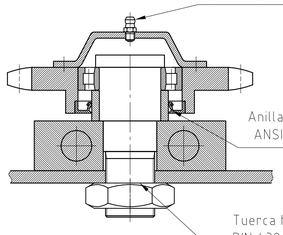


VISTA P
Esc 1:2



DETALLE B
Esc 1:2





Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
18	1	Arandela	DIN 125 - A 10.5	
17	1	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M - M10 x 1.5 x 35	
16	1	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M - M10 x 1.5	
15	16	Arandela de muelle	DIN 128 - A14	
14	16	Perno de cabeza-hex	DIN 933 - M14 x 30	
13	16	Tuerca hexagonal	DIN 555-5 - M14	
12	8	Perfil conector	L1 3/4 x 1 3/4 x 3/16	ASTM A36
11	10	Refuerzo para soporte de rodamiento		ASTM A36
10	1	Placa de refuerzo 7		ASTM A36

Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
9	1	Placa de refuerzo 6		ASTM A36
8	1	Placa de refuerzo 5		ASTM A36
7	1	Placa de refuerzo 4		ASTM A36
6	1	Placa de refuerzo 3		ASTM A36
5	1	Placa de refuerzo 2		ASTM A36
4	1	Placa de refuerzo 1		ASTM A36
3	4	Placa de arriostre		ASTM A36
2	2	Placa posterior		ASTM A36
1	2	Placa delantera		ASTM A36

Proyección: ISO E
Escala: IND
Tolerancia General: DIN 7168
Formato: A1 - ISO 216

Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA: E-TM-0003
REV.: 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio

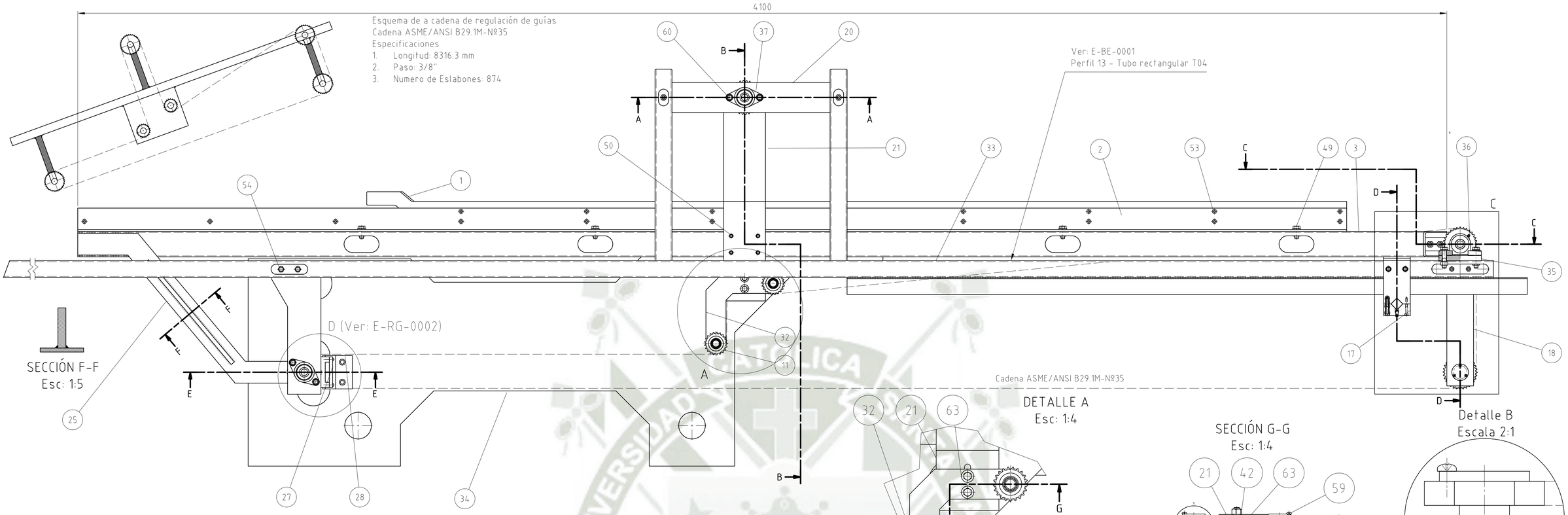
Este diseño y su información contenida en él, es propiedad de Carlos Yana, queda prohibida su publicación sin autorización previa, vera y probada

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
DENOMINACION PARCIAL: TRANSPORTADOR DE MOLDES
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

Página: 3/3

Esquema de a cadena de regulación de guías
Cadena ASME/ANSI B29.1M-Nº35
Especificaciones
1. Longitud: 8316.3 mm
2. Paso: 3/8"
3. Numero de Eslabones: 874

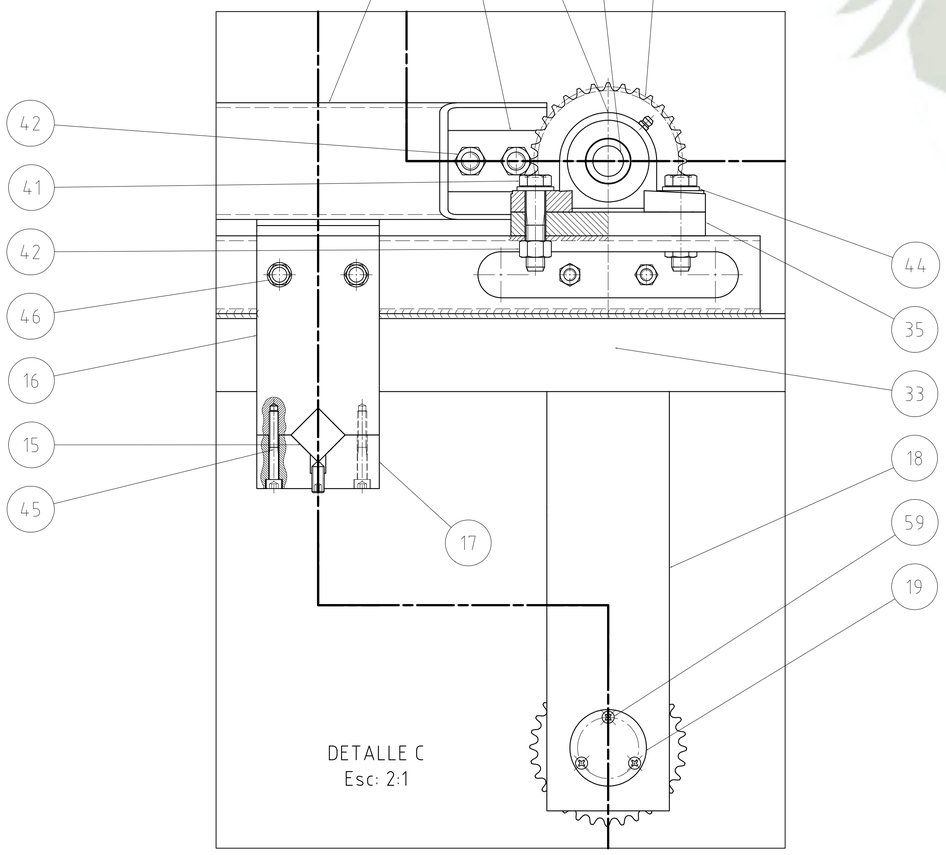


SECCIÓN F-F
Esc: 1:5

DETALLE A
Esc: 1:4

SECCIÓN G-G
Esc: 1:4

Detalle B
Escala 2:1



DETALLE C
Esc: 2:1

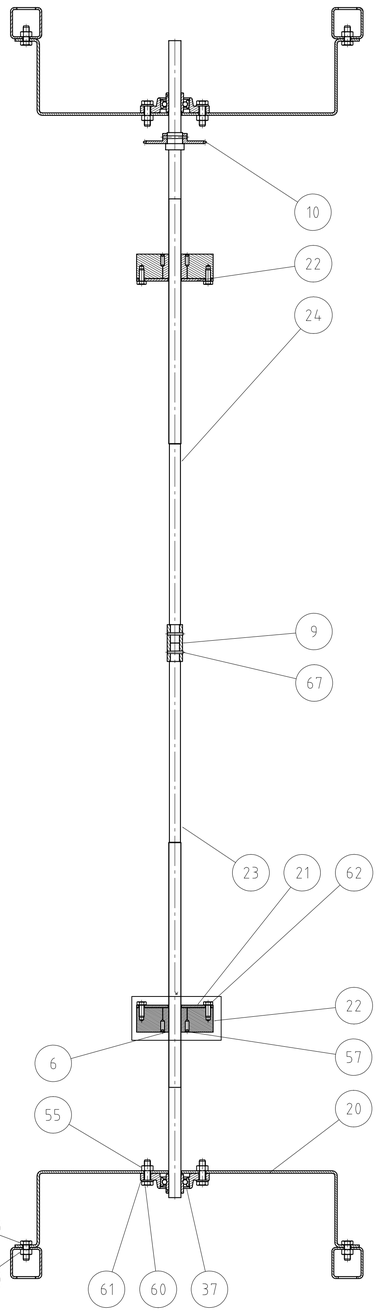
Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material	Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
2	2	Perfil L 70 x 50 x 6 - 2000	DIN EN 10056	Acero al carbono	36	2	Chumacera tipo pedestal	SKF - E2.YAR 204-2F	
1	2	Guia del carton		Acero al carbono	35	2	Relleno		ASTM A36
67	6	Pasador cónico	ISO 2339	A - 4 x 26	34	1	Bastidor Inferior		ASTM A36
66	4	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 20	33	1	Bastidor estructural		ASTM A36
65	4	Tornillo forjado de cabeza de botón hexagonal hueca - Métrico	ANSI B18.3.4M	M5 x 0.8 x 20	32	1	Base tensora		ASTM A36
					31	1	Segunda chapa de soporte		ASTM A36
64	4	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M10 x 1.5 x 30	30	1	Barra prismatica		SAE/AISI 1020
63	4	Tornillo de forma hex con brida	ANSI B18.2.3.2M	M12 x 1.25 x 30	29	2	Tapa		SAE/AISI 1020
62	16	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 20	28	2	Soporte de barra prismatica		SAE/AISI 1020
61	8	Arandela	DIN 125	A 10.5	27	2	Tapa de soporte de tuerca II		SAE/AISI 1020
60	4	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M10 x 1.5 x 35	26	2	Soporte de tuerca II		SAE/AISI 1020
59	18	Tornillo para maquinaria con cabeza cilíndrica y cavidad cruzada - Tipo I - Métrico	ANSI B18.6.7M	M4 x 0.7 x 10	25	2	Tercera base de deslizador guia		SAE/AISI 1020
					24	2	Tornillo de regulacion DER		SAE/AISI 1045
58	4	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 20	23	2	Tornillo de regulacion IZQ		SAE/AISI 1045
57	12	Tornillo de ajuste de boquilla hexagonal	NF E 27-181	M6 x 20	22	1	Soporte de tuerca		SAE/AISI 1020
56	4	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M5 x 0.8 x 20	22	16	Segunda base de deslizador guia SIM		ASTM A36
55	16	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M10 x 1.5	21	4	Segunda base de deslizador guia		ASTM A36
54	16	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M10 x 1.5 x 25	20	4	Chapa de soporte		ASTM A36
53	40	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M8 x 1.25 x 20	19	4	Eje en voladizo		SAE/AISI 1020
52	8	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M6 x 1	18	4	Soporte en voladizo		SAE/AISI 1020
51	8	Arandela	DIN 125	A 6.4	17	4	Bloque posterior fijo guia		SAE/AISI 1020
50	8	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M6 x 1 x 20	16	4	Bloque fijo guia		SAE/AISI 1020
49	10	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M12 x 1.75 x 30	15	4	Guia prismatica		SAE/AISI 1020
48	16	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M8 x 1.25	14	2	Bloque posterior deslizador guia		SAE/AISI 1020
47	8	Arandela	DIN 125	A 8.4	13	2	Bloque deslizador guia		SAE/AISI 1020
46	8	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M8 x 1.25 x 40	12	2	Base de deslizador de guia		SAE/AISI 1020
45	4	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M	M6 x 1 x 45	11	2	Rueda dentada	ASME/ANSI B29.1M - Nº 35	Nº rueda dentada = 21
44	14	Arandela	DIN 125	A 13	10	4	Rueda dentada	ASME/ANSI B29.1M - Nº 35	Nº rueda dentada = 32
43	4	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M12 x 1.75 x 35	9	4	Acople de tornillos		SAE 65
42	25	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M	M12 x 1.75	8	1	Tornillo de regulacion Molde DER		SAE/AISI 1045
41	4	Tornillo de forma hex (Rosca regular - Métrico)	ANSI B18.2.3.2M	M12 x 1.75 x 55	7	1	Tornillo de regulacion Molde IZQ		SAE/AISI 1045
40	2	Eje de piñon loco			6	1	Tuerca		SAE 65
39	2	Rod. bolas, acanalado profundo	DIN 625 T1 - 61804	20 x 32 x 7	5	1	Buje		SAE/AISI 1020
38	1	Rod. bolas, acanalado profundo	DIN 625 T1 - 6005	25 x 47 x 12	4	2	Soporte de tornillo		ASTM A36
37	3	Chumacera tipo brida ovalada	SKF - E2.YAR 204-2F		3	1	PerfiL HSS Tubo rectangular	AISC 3 x 2 x 1/8 - 40	Acero al carbono

Lista de piezas

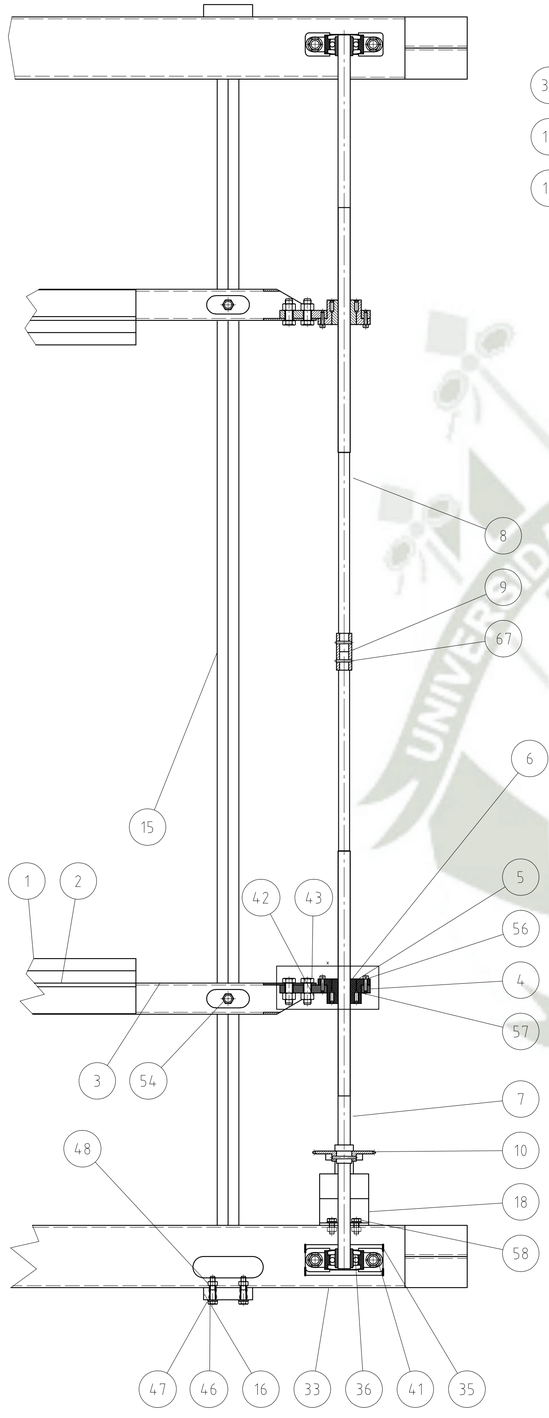
Proyeccion: ISO E	Escala: IND.	Universidad Católica de Santa Maria	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-RG-0001	REV.: 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL	
Dibujante	02/03/2020 / Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: REGULADOR DE GUIAS	
Revisado	10/04/2020 / Ing. M. Carpio		
Aprobado	18/04/2020 / Ing. M. Carpio		
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página 1/2

Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorización previa, está prohibido

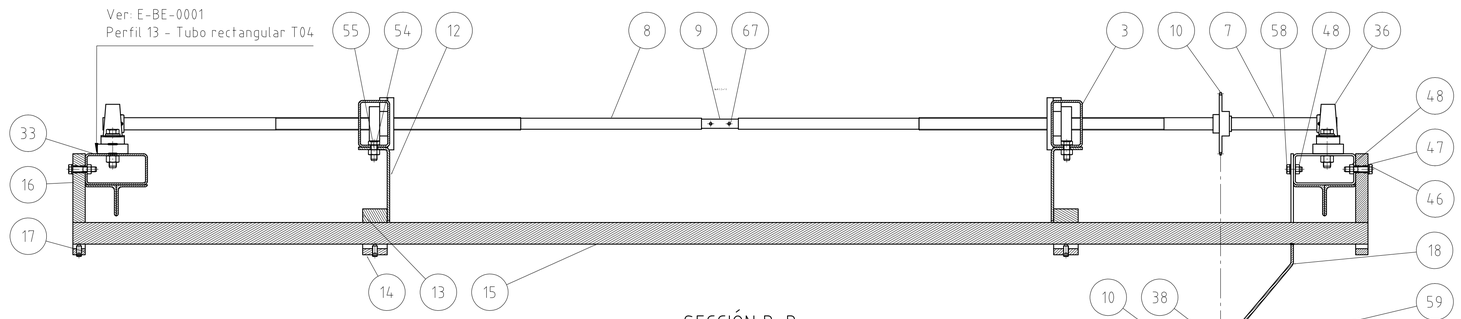
SECCIÓN A-A
Esc: 1:5



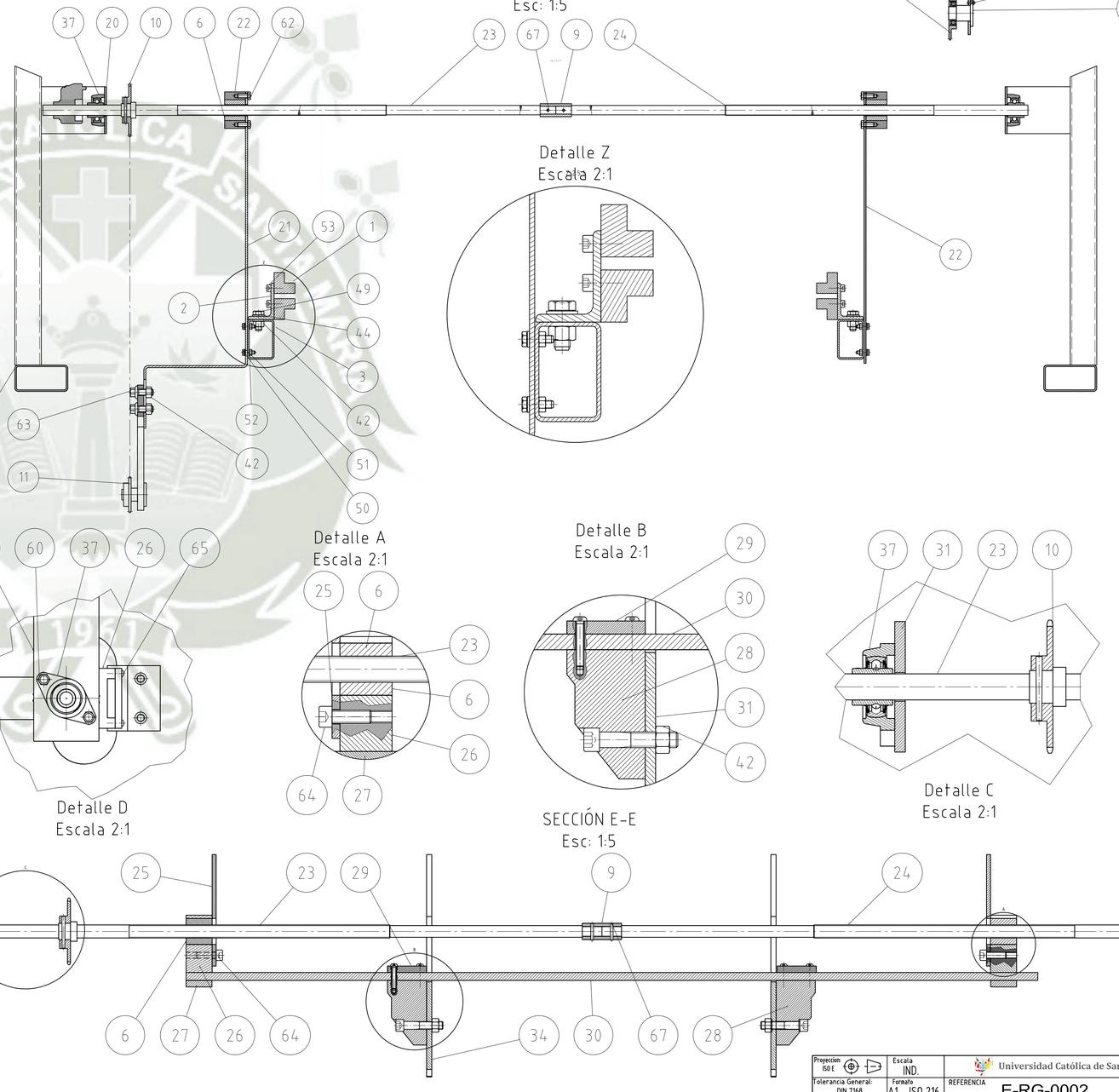
SECCIÓN C-C
Esc: 1:5



SECCIÓN D-D
Esc: 1:5

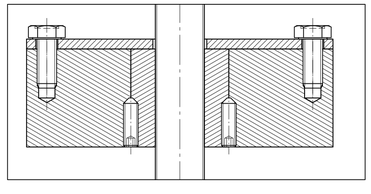


SECCIÓN B-B
Esc: 1:5

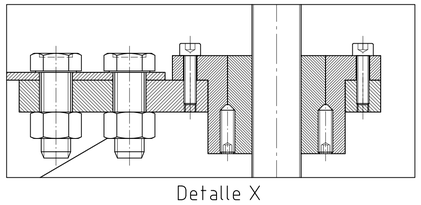


Detalle Z
Escala 2:1

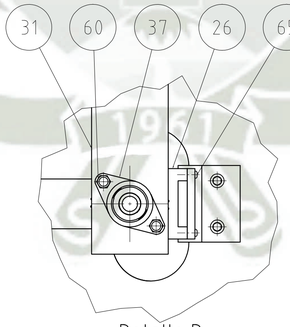
Detalle W
Escala 2:1



Detalle X
Escala 2:1



Detalle D
Escala 2:1



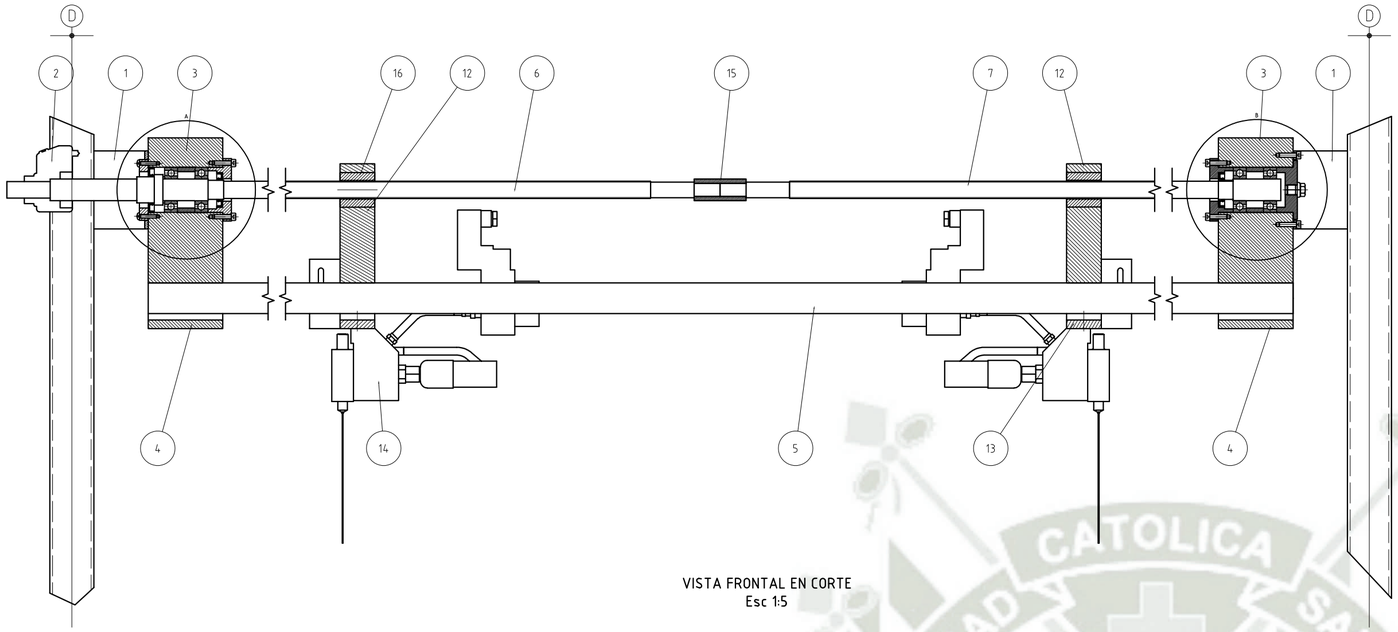
Detalle A
Escala 2:1

Detalle B
Escala 2:1

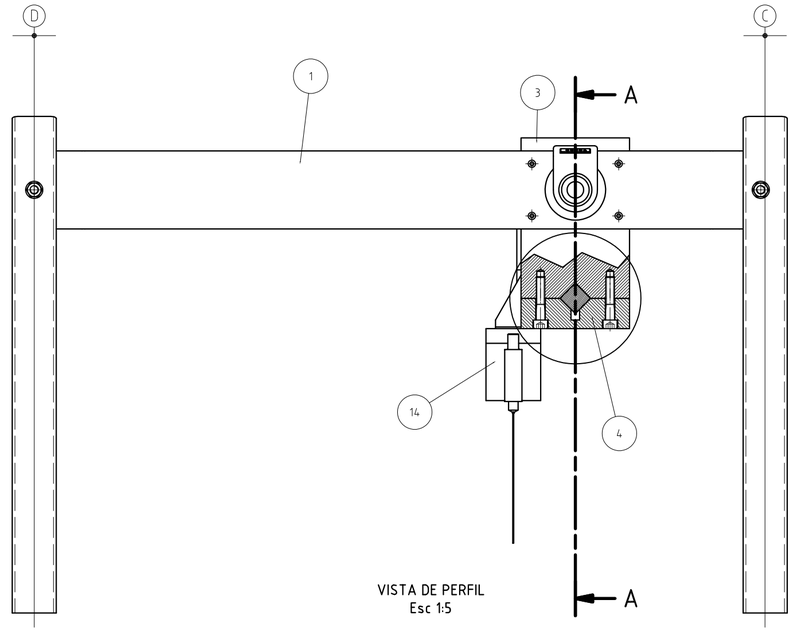
Detalle C
Escala 2:1

SECCIÓN E-E
Esc: 1:5

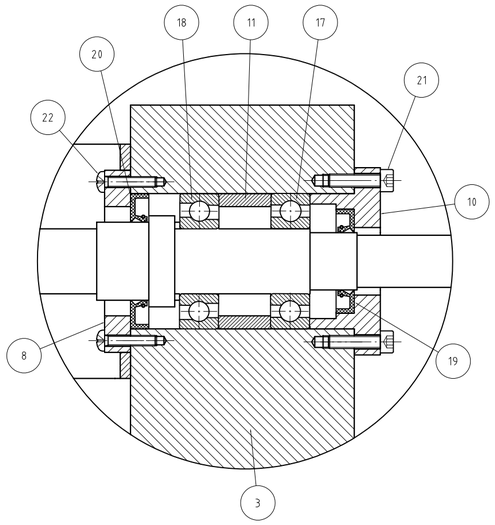
Proyección: ISO E	Escala: IND.	Universidad Católica de Santa María	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-RG-0002	REV.: 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL	
Dibujante	02/03/2020 Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: REGULADOR DE GUIAS	
Revisado	10/04/2020 Ing. M. Carpio		
Aprobado	18/04/2020 Ing. M. Carpio		
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, no usar y reproducir sin autorización previa, esta prohibido		NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS	
		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página: 2/2



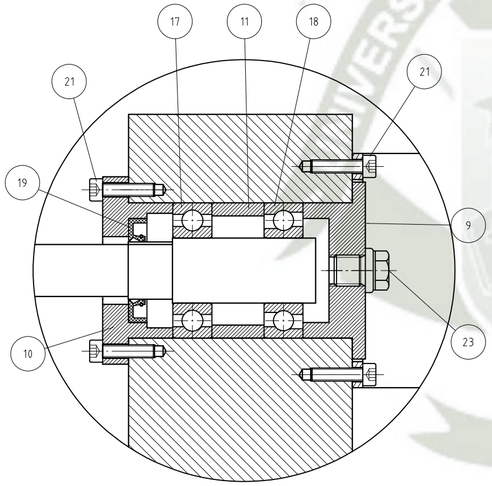
VISTA FRONTAL EN CORTE
Esc 1:5



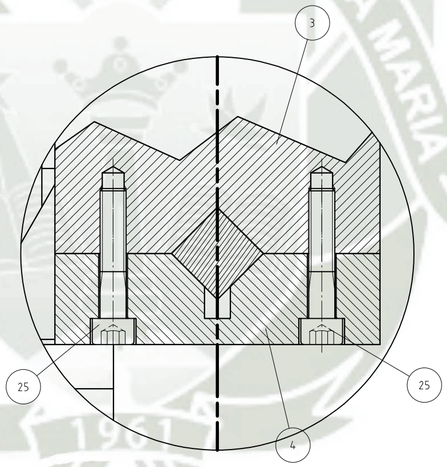
VISTA DE PERFIL
Esc 1:5



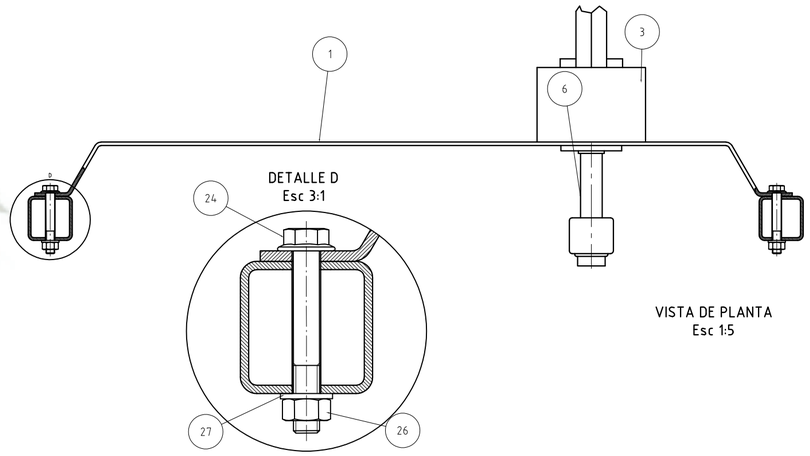
DETALLE A
Esc 3:1



DETALLE B
Esc 3:1



DETALLE C
Esc 3:1



DETALLE D
Esc 3:1

VISTA DE PLANTA
Esc 1:5

Notas:

X

Ver: Plano E-BE-0001

Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material
20	1	Anilla de junta para eje	ANSI B93.98M - Tipo4 30 x 52 x 7	
25	4	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M x M10 x 1.5 x 50	
27	2	Arandela	DIN 125 - A 10.5	
26	2	Tuerca hexagonal	ANSI B 18.2.4.1 M - M10 x 1.5	
24	2	Perno hexagonal embridado	DIN 6921 - M10 x 70	
23	1	Tornillo	DIN 910 - M12 x 1.5	
22	2	Tornillo para maquinaria con cabeza cilíndrica y cavidad cruzada - Tipo I - Métrico	ANSI B18.6.7M - M4 x 0.7 x 20	
21	6	Tornillo forjado de cabeza hueca x Métrico	ANSI B18.3.1M x M5 x 0.8 x 20	
19	2	Anilla de junta para eje	ANSI B93.98M - Tipo4 22 x 40 x 7	
18	2	Rodamiento de bolas, contacto angular	DIN 628 T1 - 7205B - 25 x 52 x 15	
17	2	Rod. bolas, acanalado profundo	DIN 625 T1 - 6205 - 25 x 52 x 15	
16	2	Tuerca TR20x2		SAE 65
15	1	Acople		SAE 65
14	2	Conjunto cabezal de adhesivo		
13	2	Sujetador inferior movil		SAE/AISI 1020
12	2	Bloque movil de cabezales		SAE/AISI 1020
11	2	Separador		SAE/AISI 1020
10	2	Tapa delantera de bloque		SAE/AISI 1020
9	1	Tapa tipo II		SAE/AISI 1020
8	1	Tapa tipo I		SAE/AISI 1020
7	1	Tornillo de cabezales IZQ		Aluminio 6061-T
6	1	Tornillo de cabezales DER		Aluminio 6061-T
5	1	Guia de cabezales		Aluminio 6061-T
4	2	Sujetador inferior		Aluminio 6061-T
3	2	Bloque de rodamientos y guia		Aluminio 6061-T
2	1	Contador		
1	2	Soporte de mecanismo de cabezales		ASTM A36

Proyeccion: ISO E		Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168		Formato A1 - ISO 216	REFERENCIA E-RCI-0001 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO SUBENSAMBLE
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL REGULACION DE CABEZALES
Revisado	10/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio	

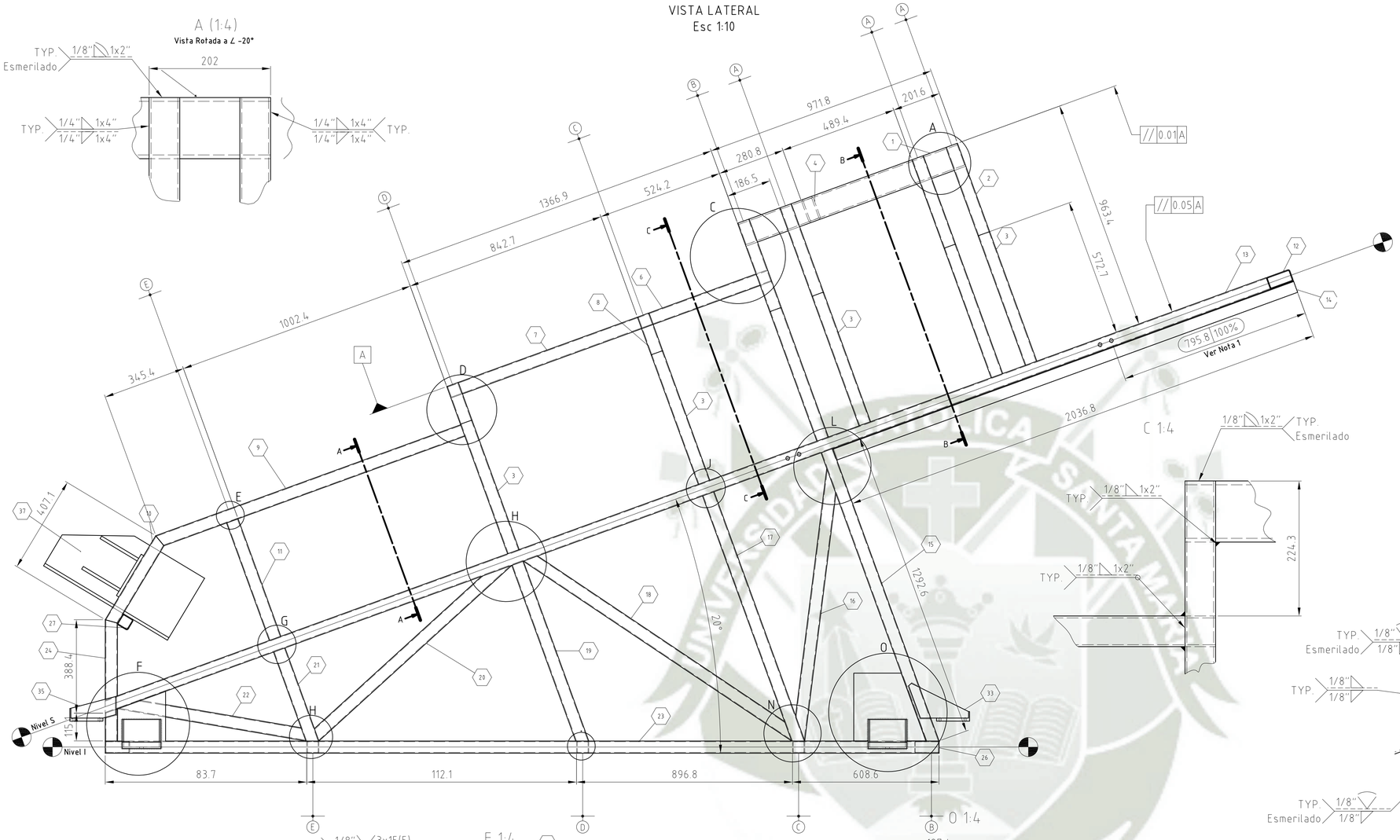
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

DENOMINACION GENERAL MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

Página 1/1

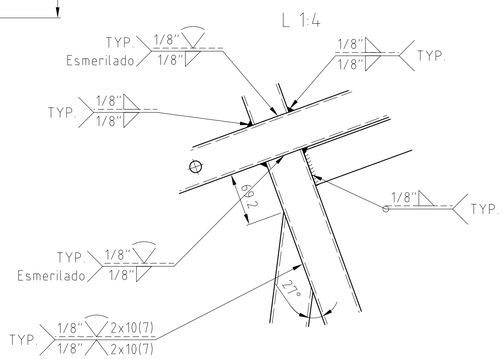
VISTA LATERAL
Esc 1:10



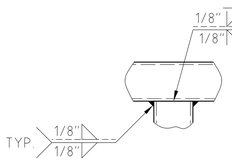
A (1:4)
Vista Rotada a ∠ -20°

C 1:4

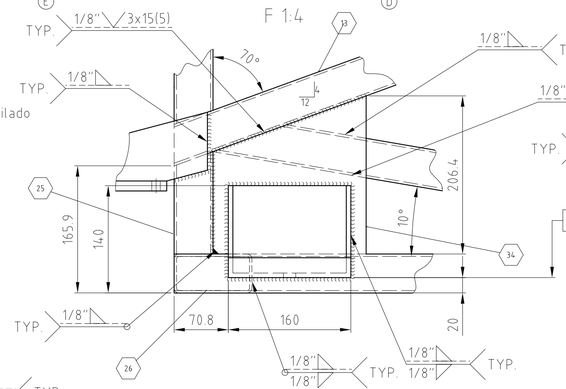
L 1:4



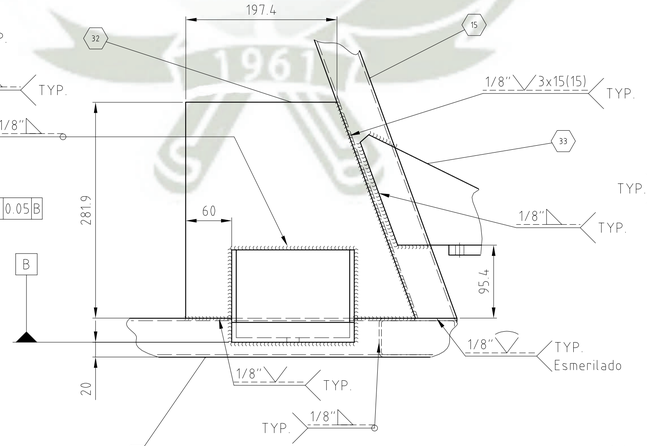
E 1:4
Vista Rotada a ∠ -20°



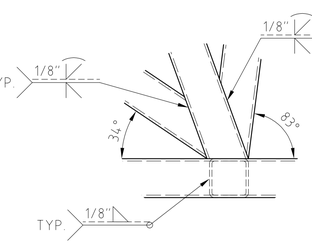
F 1:4



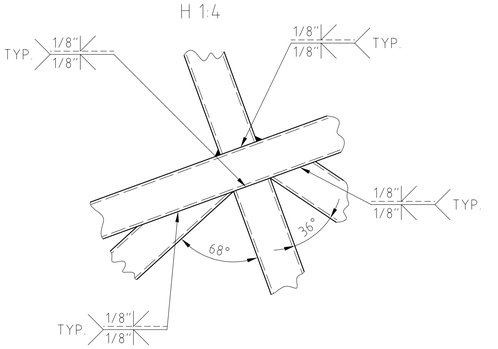
O 1:4



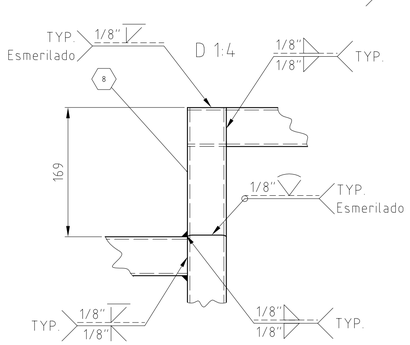
N 1:4



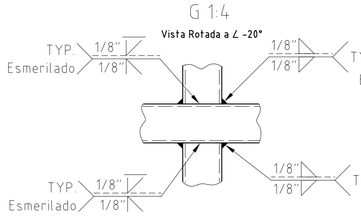
H 1:4



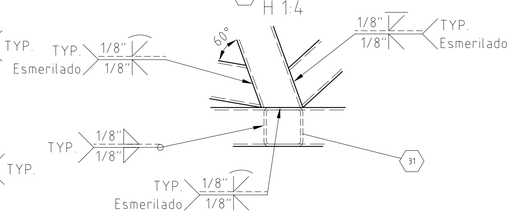
D 1:4



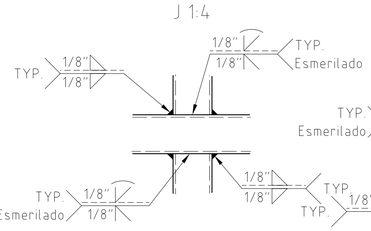
G 1:4
Vista Rotada a ∠ -20°



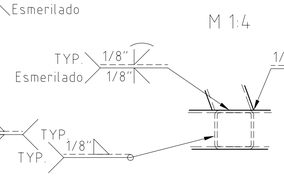
H 1:4



J 1:4



M 1:4



Elemento	Cfdad	Descripción	Norma	Material	Medida	Unidades	Masa
37	1	Soporte de Magazine	PL - 1/2"	ASTM A36		ea	
35	2	Soporte de garucha posterior	PL - 1/4"	ASTM A36		ea	
34	2	Placa de refuerzo B	PL - 1/4"	ASTM A36		ea	
33	2	Soporte de garucha delantero	PL - 1/4"	ASTM A36		ea	
32	2	Placa de refuerzo A	PL - 1/4"	ASTM A36		ea	
31	3	Tubo Cuadrado C20	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1870.800	mm	8.490
30	6	Tubo Cuadrado C19	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	220.600	mm	1.000
29	2	Tubo Cuadrado C18	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1367.000	mm	6.200
28	3	Tubo Cuadrado C17	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1198.000	mm	5.440
27	1	Tubo Cuadrado C16	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	2074.000	mm	9.410
26	1	Tubo Cuadrado C15	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1871.000	mm	8.490
25	2	Tubo Rectangular T10	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	134.000	mm	0.950
24	2	Tubo Cuadrado C14	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	335.000	mm	1.520
23	2	Tubo Rectangular T09	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	3463.000	mm	24.480
22	2	Tubo Cuadrado C13	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	794.000	mm	3.600
21	2	Tubo Rectangular T08	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	412.000	mm	2.910
20	2	Tubo Cuadrado C12	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1084.000	mm	4.920
19	2	Tubo Rectangular T07	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	795.000	mm	5.620
18	2	Tubo Cuadrado C11	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1342.000	mm	6.090
17	2	Tubo Rectangular T06	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	1102.000	mm	7.790
16	2	Tubo Cuadrado C10	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1120.000	mm	5.080
15	2	Tubo Rectangular T05	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	1292.400	mm	9.140
14	4	Angulo A01	Perfil L 2x2x1/8	ASTM A36	2036.800	mm	5.000
13	2	Tubo Rectangular T04	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	5135.000	mm	36.300
12	1	Tubo Rectangular T03	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	2074.000	mm	14.660
11	2	Tubo Cuadrado C09	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	520.000	mm	2.360
10	2	Tubo Cuadrado C08	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	404.000	mm	1.830
9	2	Tubo Cuadrado C07	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1400.000	mm	6.350
8	4	Tubo Cuadrado C06	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	230.000	mm	1.040
7	1	Tubo Cuadrado C05	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	792.000	mm	3.590
6	2	Tubo Cuadrado C04	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	473.400	mm	2.150
5	2	Tubo Cuadrado C03	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	122.700	mm	0.560
4	4	Tubo Rectangular T02	Tubo HSS 4x2x1/4	ASTM A500	1198.400	mm	8.470
3	12	Tubo Cuadrado C02	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	572.600	mm	2.600
2	8	Tubo Cuadrado C01	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	552.500	mm	2.510
1	2	Tubo Rectangular T01	Tubo HSS 4x2x1/4	ASTM A500	1372.800	mm	9.700

Simbologia

Nivel S / Nivel I — Nivel de referencia entre bastidor superior e inferior

X — Eje de columna de referencia

Soldadura (TYP.)

1. Para proceso SMAW, utilizar electrodo E60XX
2. Para proceso GMAW utilizar alambre ER70S-6 de 0.8mm
3. Algunas superficies requieren esmerilado tal como se indica en el plano

Tratamiento Superficial

1. Arenado
2. Limpieza con solventes de grasa
3. Recubrimiento de fisuras: Masilla plástica
4. Recubrimiento base: Pintura anticorrosiva
5. Recubrimiento final: 2 capas de 2mills de pintura epoxica color verde máquina

Especificación de Materiales

1. Tubo Rectangular HSS 4x2x1/8" - ASTM A 36
2. Tubo Cuadrado HSS 2x2x1/8" - ASTM A 36
3. Angulo L 2x2x1/8" - ASTM A36
4. Planchas ASTM A36 Espesor 5/8"

Nota 1
Antes de perforar los agujeros M14, se debe asegurar el centrado y paralelismo de la matriz y el troquel de conformación (Ver: E-MC-0002 /Nota 3)

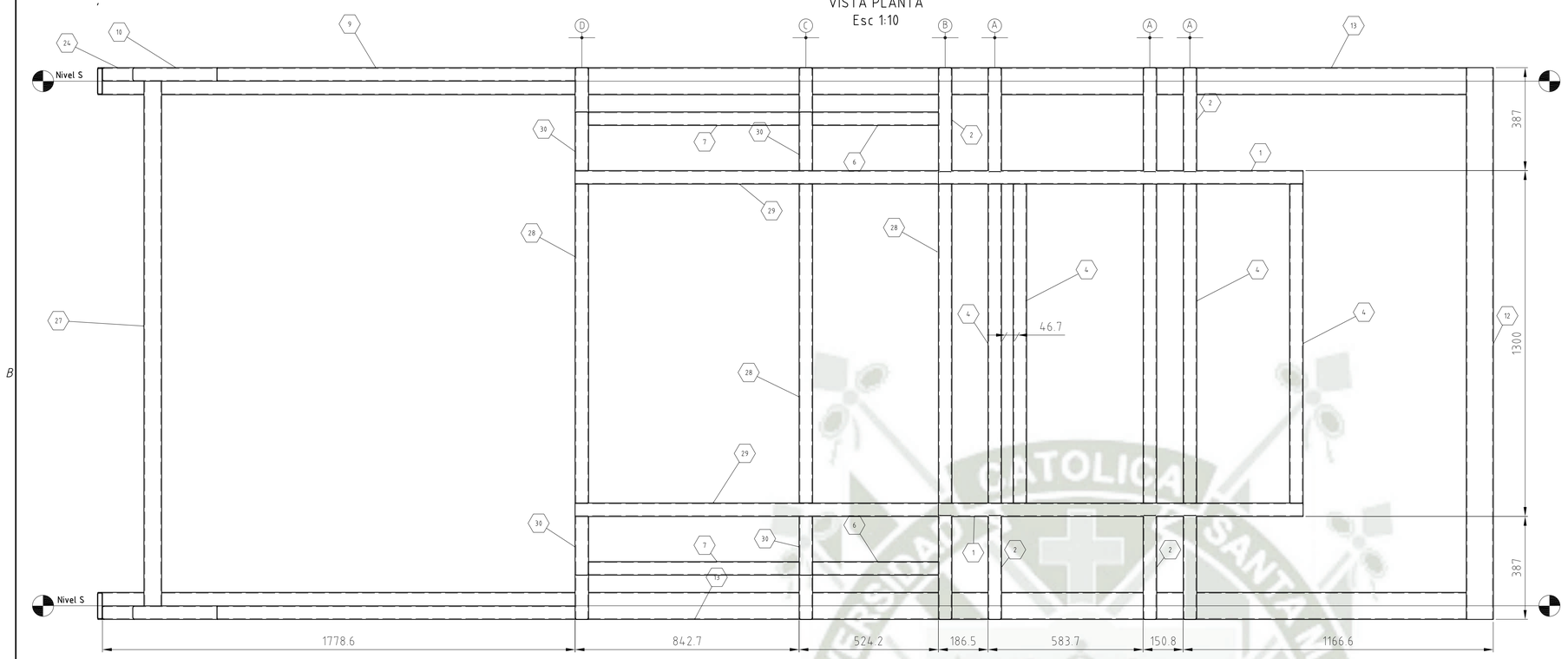
Proyección: ISO E	Escala: IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-BE-0001 — REV.: 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	04/03/2020 Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: BASTIDOR ESTRUCTURAL
Revisado	16/04/2020 Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020 Ing. M. Carpio	

La información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, queda prohibido su publicación sin autorización previa, escrita y gráficas

NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

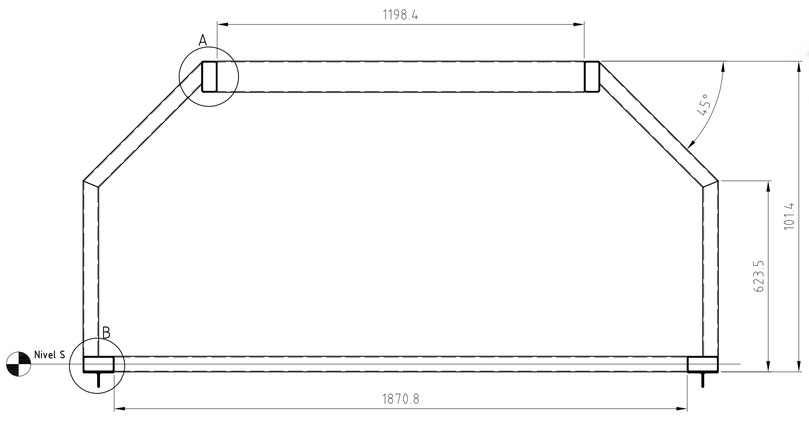
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS — Página 1/3

VISTA PLANTA
Esc 1:10

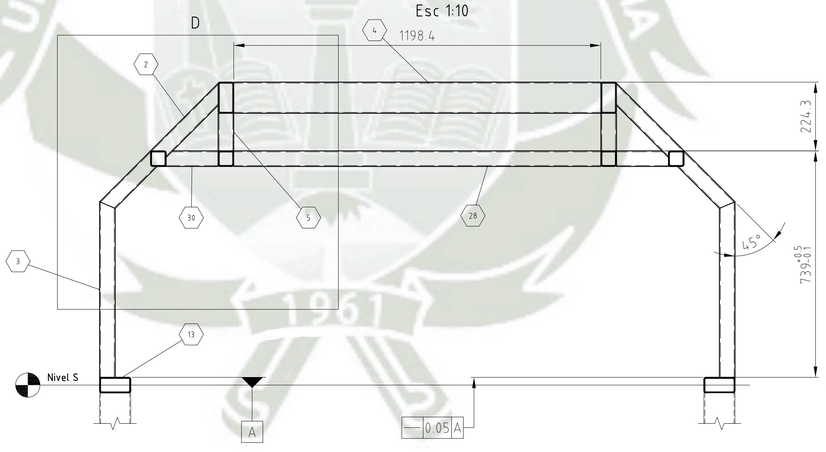


Elemento	Cfdad	Descripción	Norma	Material	Medida	Unidades	Masa
37	1	Soporte de Magazine	PL - 1/2"	ASTM A36		ea	
35	2	Soporte de garucha posterior	PL - 1/4"	ASTM A36		ea	
34	2	Placa de refuerzo B	PL - 1/4"	ASTM A36		ea	
33	2	Soporte de garucha delantero	PL - 1/4"	ASTM A36		ea	
32	2	Placa de refuerzo A	PL - 1/4"	ASTM A36		ea	
31	3	Tubo Cuadrado C20	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1870.800	mm	8.490
30	6	Tubo Cuadrado C19	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	220.600	mm	1.000
29	2	Tubo Cuadrado C18	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1367.000	mm	6.200
28	3	Tubo Cuadrado C17	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1198.000	mm	5.440
27	1	Tubo Cuadrado C16	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	2074.000	mm	9.410
26	1	Tubo Cuadrado C15	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1871.000	mm	8.490
25	2	Tubo Rectangular T10	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	134.000	mm	0.950
24	2	Tubo Cuadrado C14	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	335.000	mm	1.520
23	2	Tubo Rectangular T09	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	3463.000	mm	24.480
22	2	Tubo Cuadrado C13	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	794.000	mm	3.600
21	2	Tubo Rectangular T08	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	412.000	mm	2.910
20	2	Tubo Cuadrado C12	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1084.000	mm	4.920
19	2	Tubo Rectangular T07	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	795.000	mm	5.620
18	2	Tubo Cuadrado C11	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1342.000	mm	6.090
17	2	Tubo Rectangular T06	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	1102.000	mm	7.790
16	2	Tubo Cuadrado C10	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1120.000	mm	5.080
15	2	Tubo Rectangular T05	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	1292.400	mm	9.140
14	4	Angulo A01	Perfil L 2x2x1/8	ASTM A36	2036.800	mm	5.000
13	2	Tubo Rectangular T04	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	5135.000	mm	36.300
12	1	Tubo Rectangular T03	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	2074.000	mm	14.660
11	2	Tubo Cuadrado C09	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	520.000	mm	2.360
10	2	Tubo Cuadrado C08	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	404.000	mm	1.830
9	2	Tubo Cuadrado C07	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1400.000	mm	6.350
8	4	Tubo Cuadrado C06	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	230.000	mm	1.040
7	1	Tubo Cuadrado C05	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	792.000	mm	3.590
6	2	Tubo Cuadrado C04	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	473.400	mm	2.150
5	2	Tubo Cuadrado C03	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	122.700	mm	0.560
4	4	Tubo Rectangular T02	Tubo HSS 4x2x1/4	ASTM A500	1198.400	mm	8.470
3	12	Tubo Cuadrado C02	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	572.600	mm	2.600
2	8	Tubo Cuadrado C01	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	552.500	mm	2.510
1	2	Tubo Rectangular T01	Tubo HSS 4x2x1/4	ASTM A500	1372.800	mm	9.700

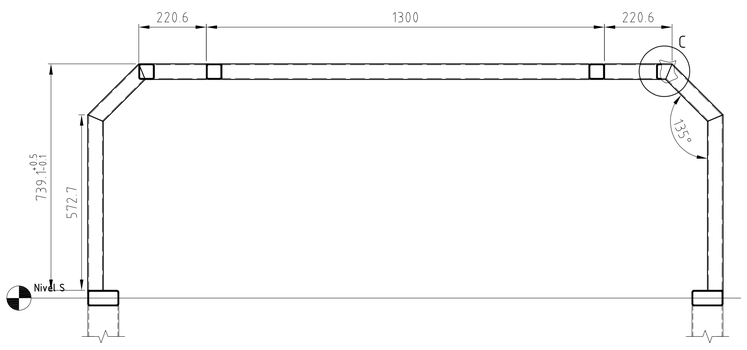
SECCIÓN B-B
Esc 1:10



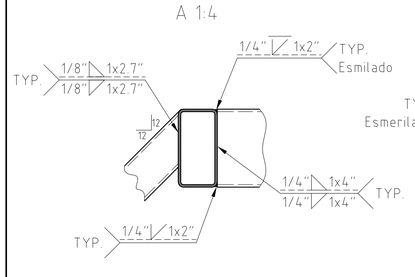
SECCIÓN C-C
Esc 1:10



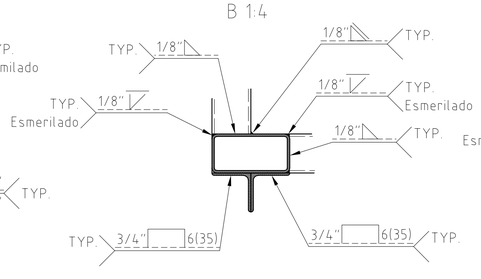
SECCIÓN A-A
Esc 1:10



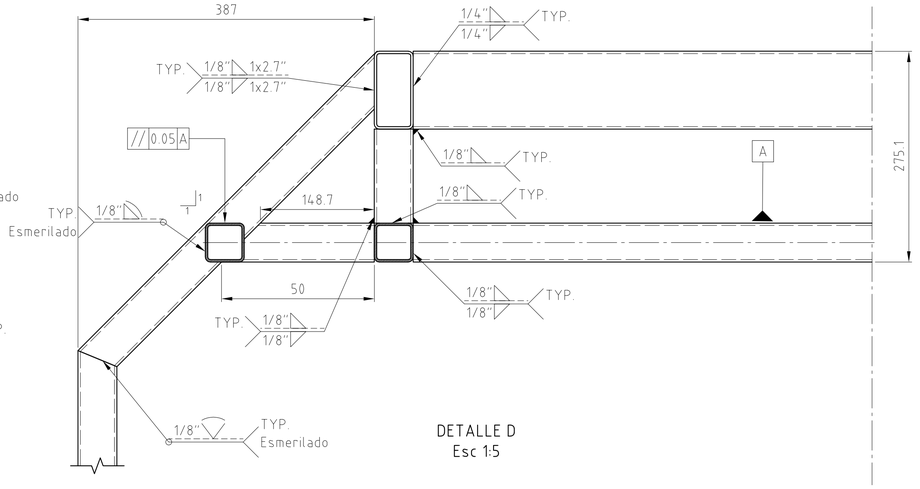
A 1:4



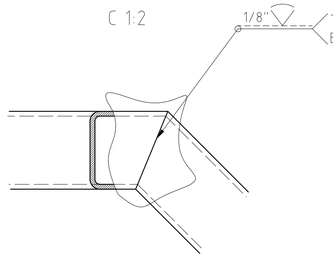
B 1:4



DETALLE D
Esc 1:5



C 1:2



Simbologia

Nivel S / Nivel T — Nivel de referencia entre bastidor superior e inferior

X — Eje de columna de referencia

Soldadura (TYP.)

1. Para proceso SMAW, utilizar electrodo E60XX
2. Para proceso GMAW utilizar alambre ER70S-6 de 0.8mm
3. Algunas superficies requieren esmerilado tal como se indica en el plano

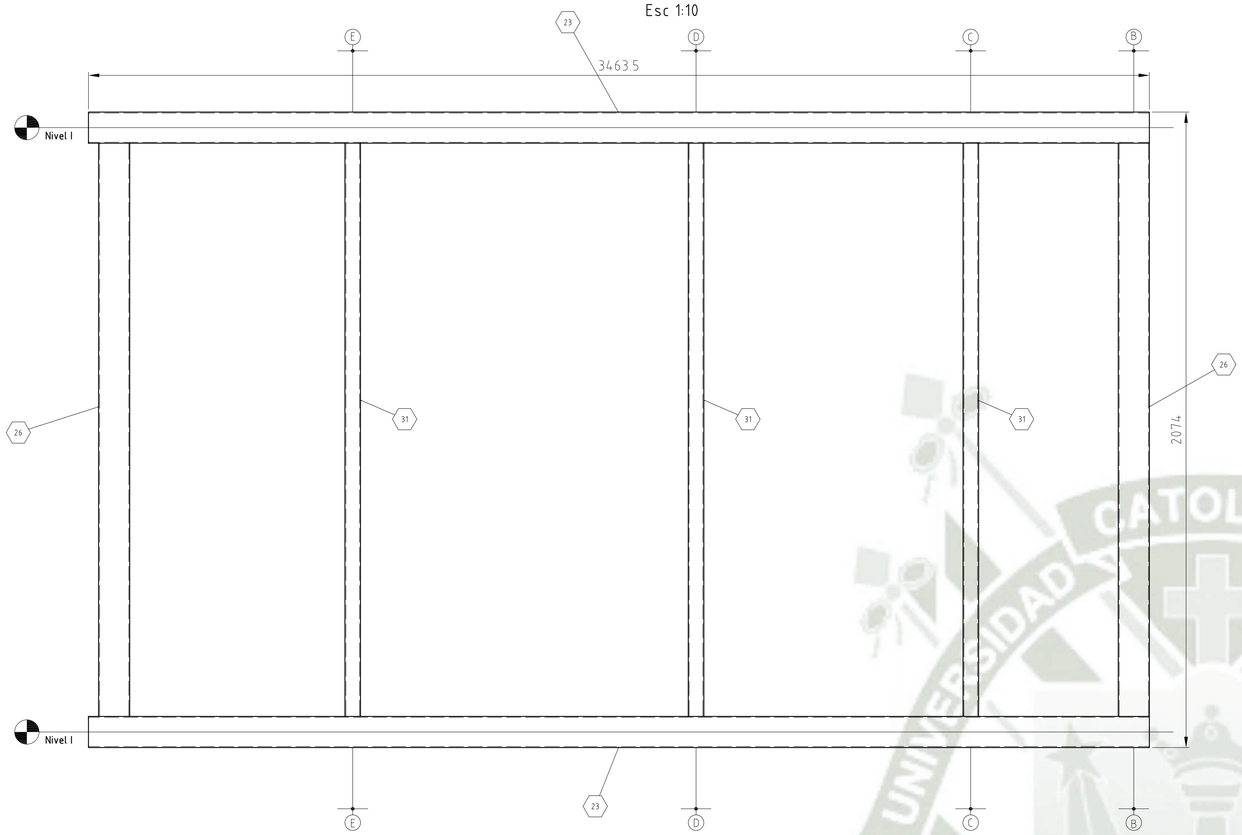
Tratamiento Superficial

1. Arenado
2. Limpieza con solventes de grasa
3. Recubrimiento de fisuras: Masilla plástica
4. Recubrimiento base: Pintura anticorrosiva
5. Recubrimiento final: 2 capas de 2mills de pintura epoxica color verde máquina

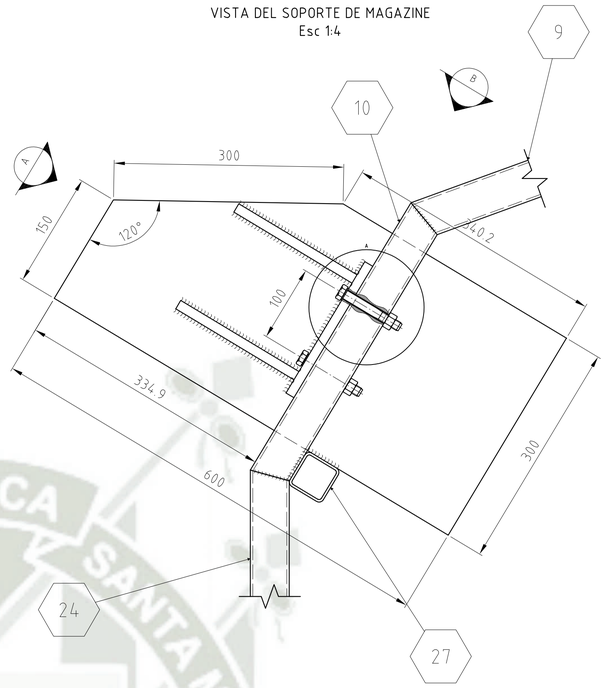
Proyección: ISO E	Escala: IND.	Universidad Católica de Santa Maria	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-BE-0002	REV: 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
Dibujante	06/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: BASTIDOR ESTRUCTURAL
Revisado	16/04/2020	Ing. M. Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio	
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS — Página 2/3

Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, no son reproducción sin autorización previa, está prohibido

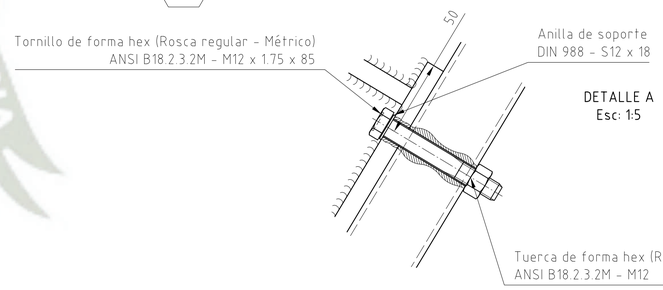
VISTA DE LA BASE DEL BASTIDOR
Esc 1:10



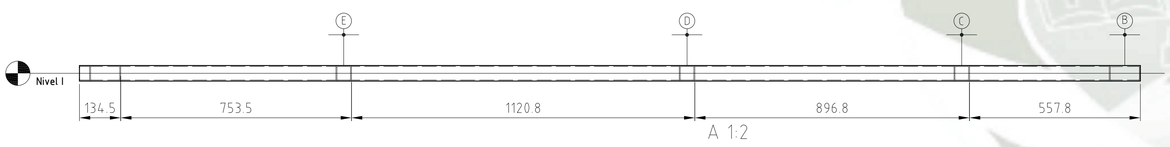
VISTA DEL SOPORTE DE MAGAZINE
Esc 1:4



Elemento	Ctdad	Descripción	Norma	Material	Medida
37	1	Soporte de Magazine	PL - 1/2"	ASTM A36	
35	2	Soporte de garucha posterior	PL - 1/4"	ASTM A36	
34	2	Placa de refuerzo B	PL - 1/4"	ASTM A36	
33	2	Soporte de garucha delantero	PL - 1/4"	ASTM A36	
32	2	Placa de refuerzo A	PL - 1/4"	ASTM A36	
31	3	Tubo Cuadrado C20	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1870.800
30	6	Tubo Cuadrado C19	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	220.600
29	2	Tubo Cuadrado C18	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1367.000
28	3	Tubo Cuadrado C17	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1198.000
27	1	Tubo Cuadrado C16	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	2074.000
26	1	Tubo Cuadrado C15	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1871.000
25	2	Tubo Rectangular T10	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	134.000
24	2	Tubo Cuadrado C14	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	335.000
23	2	Tubo Rectangular T09	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	3463.000
22	2	Tubo Cuadrado C13	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	794.000
21	2	Tubo Rectangular T08	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	412.000
20	2	Tubo Cuadrado C12	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1084.000
19	2	Tubo Rectangular T07	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	795.000
18	2	Tubo Cuadrado C11	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1342.000
17	2	Tubo Rectangular T06	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	1102.000
16	2	Tubo Cuadrado C10	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1120.000
15	2	Tubo Rectangular T05	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	1292.400
14	4	Angulo A01	Perfil L 2x2x1/8	ASTM A36	2036.800
13	2	Tubo Rectangular T04	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	5135.000
12	1	Tubo Rectangular T03	Tubo HSS 4x2x1/8	ASTM A500	2074.000
11	2	Tubo Cuadrado C09	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	520.000
10	2	Tubo Cuadrado C08	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	404.000
9	2	Tubo Cuadrado C07	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	1400.000
8	4	Tubo Cuadrado C06	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	230.000
7	1	Tubo Cuadrado C05	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	792.000
6	2	Tubo Cuadrado C04	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	473.400
5	2	Tubo Cuadrado C03	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	122.700
4	4	Tubo Rectangular T02	Tubo HSS 4x2x1/4	ASTM A500	1198.400
3	12	Tubo Cuadrado C02	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	572.600
2	8	Tubo Cuadrado C01	Tubo HSS 2x2x1/8	ASTM A500	552.500
1	2	Tubo Rectangular T01	Tubo HSS 4x2x1/4	ASTM A500	1372.800

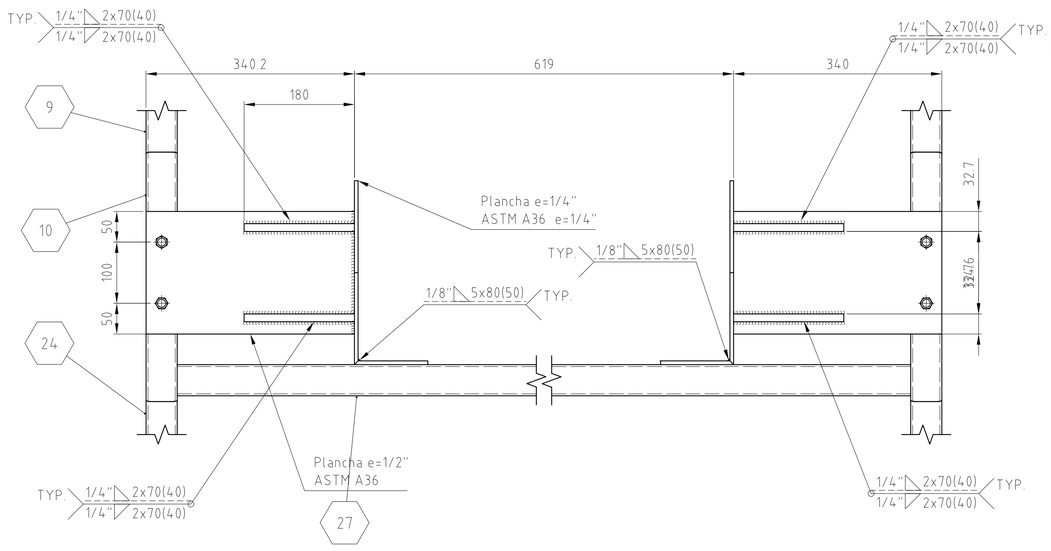


DETALLE A
Esc: 1:5

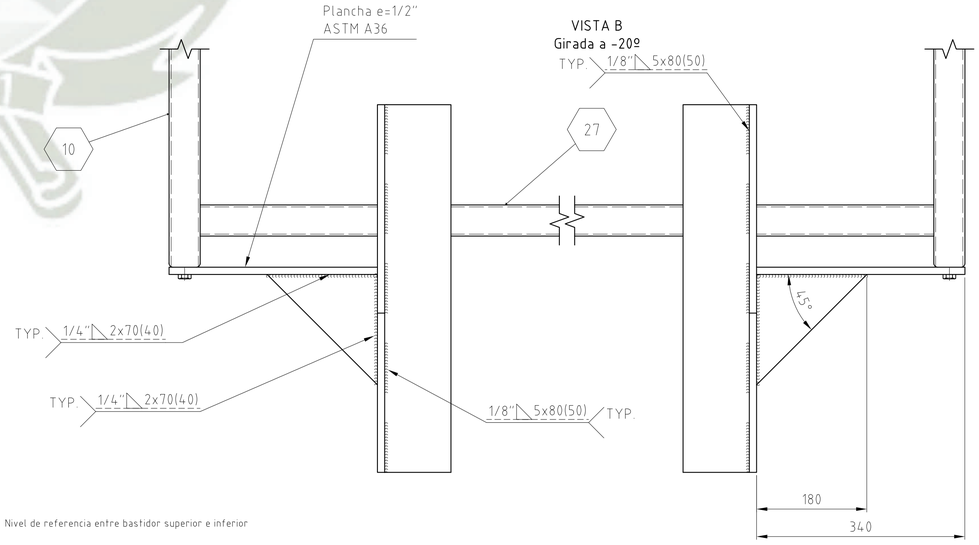


A 1:2

VISTA A
Girada a -20º



VISTA B
Girada a -20º



Simbologia

Nivel S / Nivel I — Nivel de referencia entre bastidor superior e inferior

Eje de columna de referencia

Soldadura (TYP.)

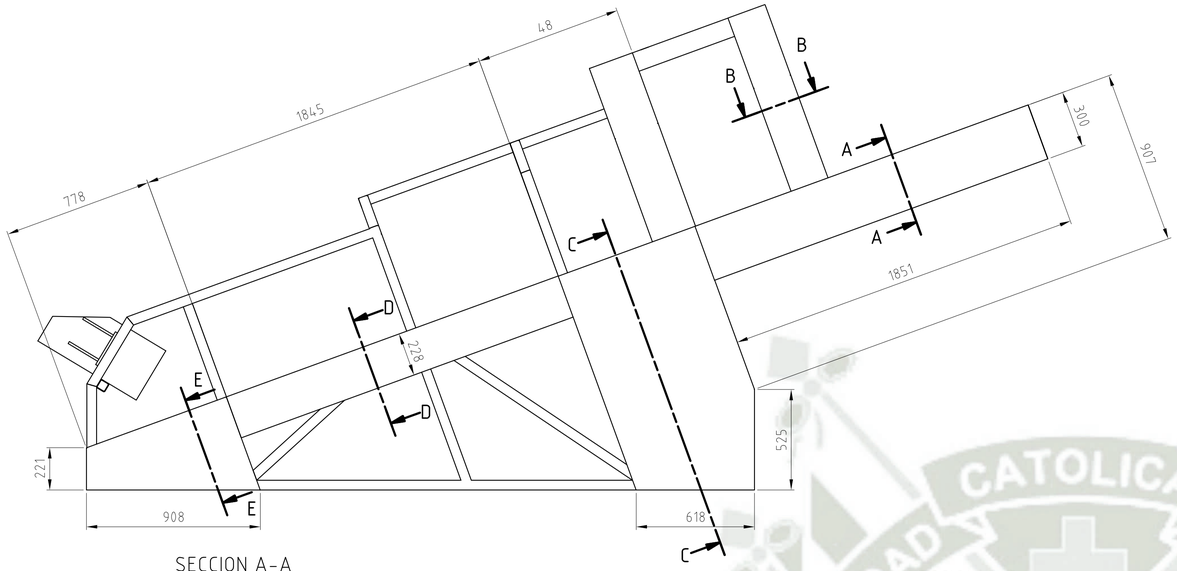
1. Para proceso SMAW, utilizar electrodo E60XX
2. Para proceso GMAW utilizar alambre ER70S-6 de 0.8mm
3. Algunas superficies requieren esmerilado tal como se indica en el plano

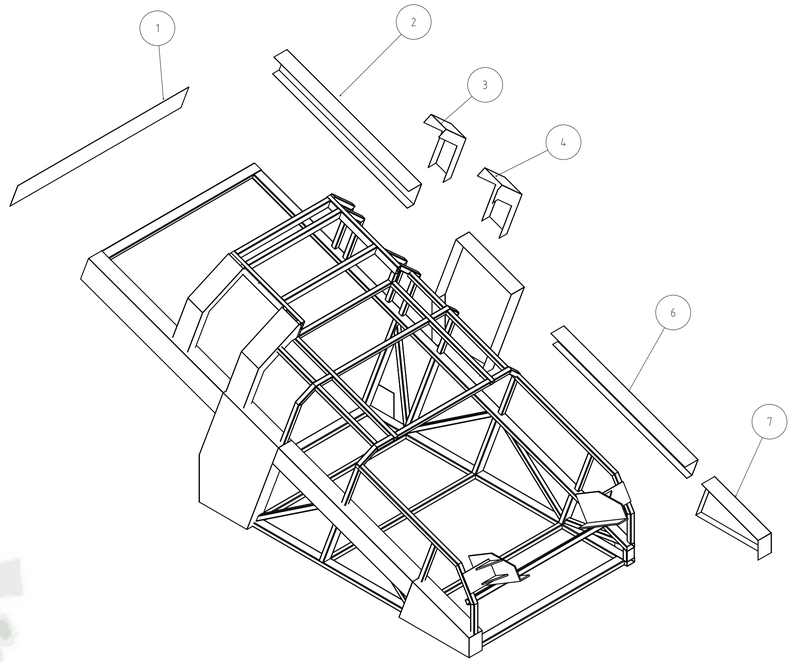
Tratamiento Superficial

1. Arenado
2. Limpieza con solventes de grasa
3. Recubrimiento de fisuras: Masilla plástica
4. Recubrimiento base: Pintura anticorrosiva
5. Recubrimiento final: 2 capas de 2mills de pintura epoxica color verde máquina

Proyección: ISO E	Escala: IND.	Universidad Católica de Santa María	
Tolerancia General: DIN 7168	Formato: A1 - ISO 216	REFERENCIA: E-BE-0003	REV.: 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL	
Dibujante	06/03/2020 Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: BASTIDOR ESTRUCTURAL	
Revisado	16/04/2020 Ing. M. Carpio		
Aprobado	18/04/2020 Ing. M. Carpio		
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, toda reproducción sin autorizacion previa, esta prohibida		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS	Página: 3/3
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			

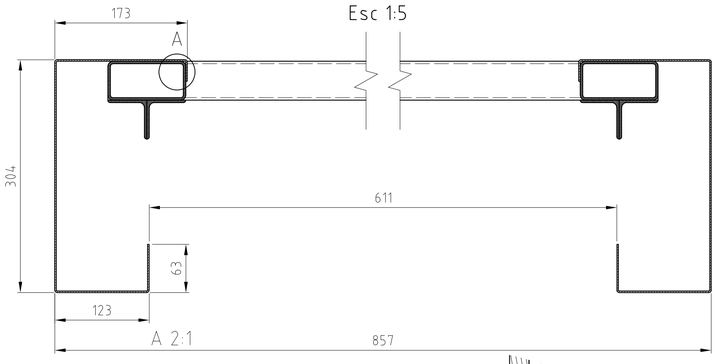
VISTA FRONTAL
Esc 1:10





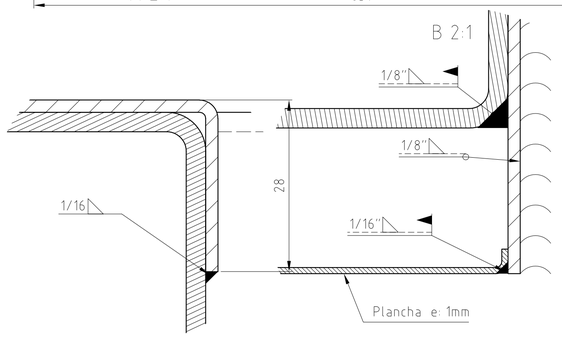
VISTA EXPLOSIONADA

SECCION A-A
Esc 1:5

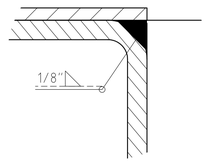


A 2:1

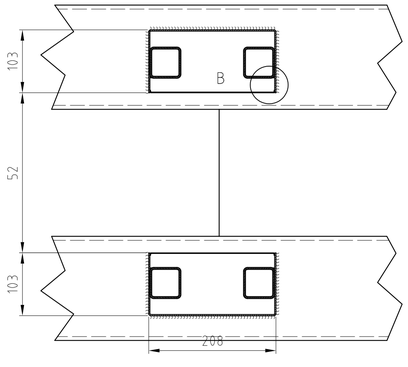
B 2:1



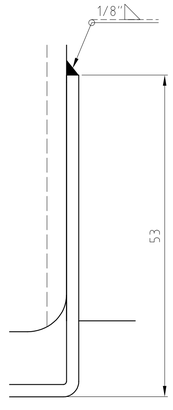
C 2:1



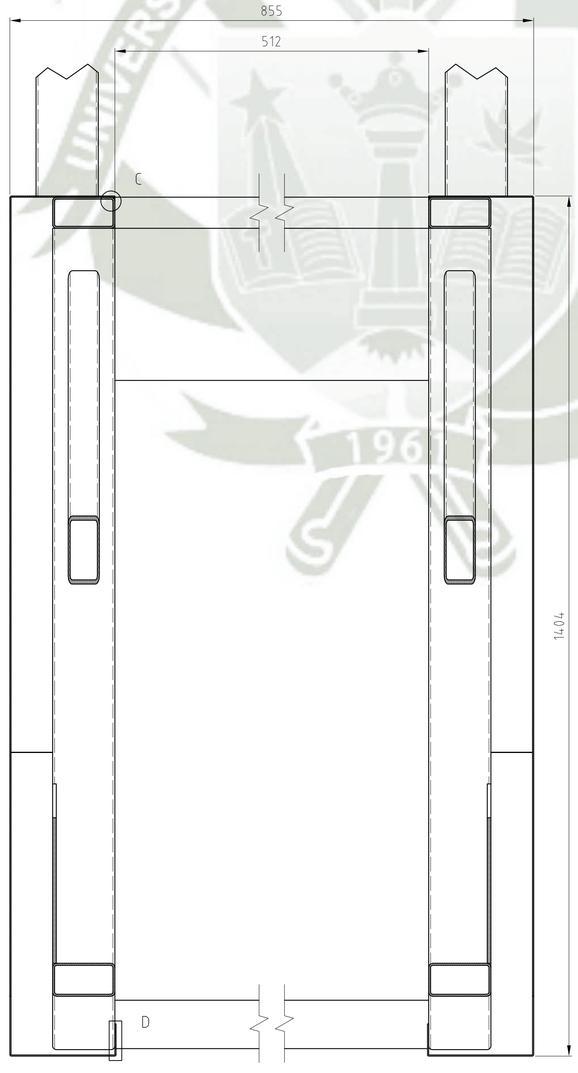
SECCION B-B
Esc 1:5



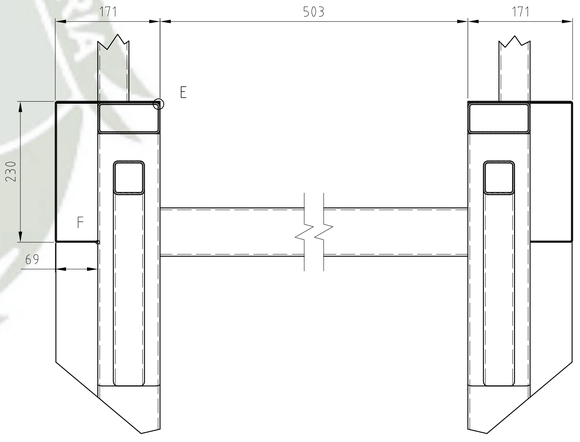
D 2:1



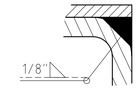
SECCION C-C
Esc 1:5



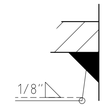
SECCION D-D
Esc 1:5



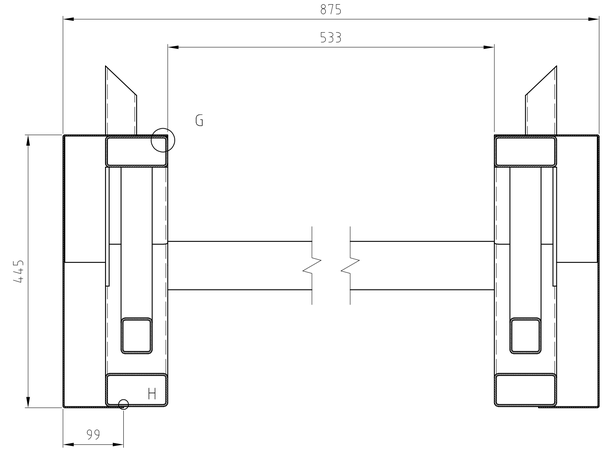
E 2:1



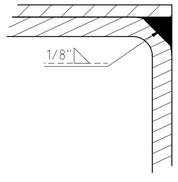
F 5:1



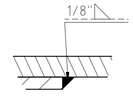
SECCION E-E
Esc 1:5



G 2:1



H 2:1



Elemento	Ctdad	Descripción	Material	Medida	Unidades
7	2	Chapa del bastidor 7	ASTM A36	2.000	mm
6	2	Chapa del bastidor 6	ASTM A36	2.000	mm
5	2	Chapa del bastidor 5	ASTM A36	2.000	mm
4	2	Chapa del bastidor 4	ASTM A36	2.000	mm
3	2	Chapa del bastidor 3	ASTM A36	2.000	mm
2	2	Chapa del bastidor 2	ASTM A36	2.000	mm
1	1	Chapa de bastidor 1	ASTM A36	2.000	mm

Lista de piezas

Proyeccion: ISO E
Escala: IND
Tolerancia General: DIN 7168
Formato: A1 - ISO 216

Universidad Católica de Santa Maria

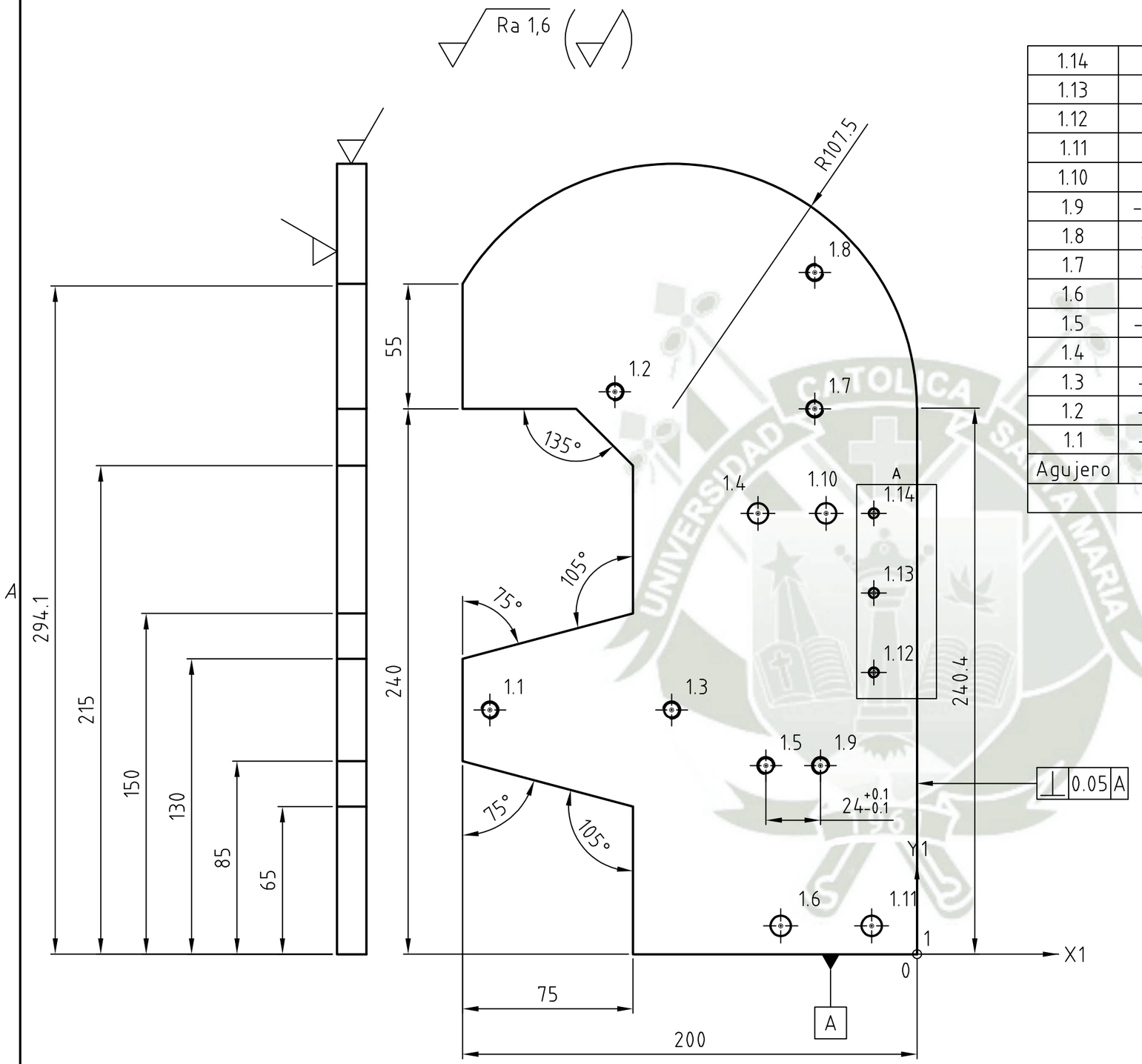
REFERENCIA: E-CHMB-0001
REV.: 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	06/03/2020	Carlos Yana
Revisado	16/04/2020	Ing. M. Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio

Esta plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproducción sin autorizacion previa, está prohibidos

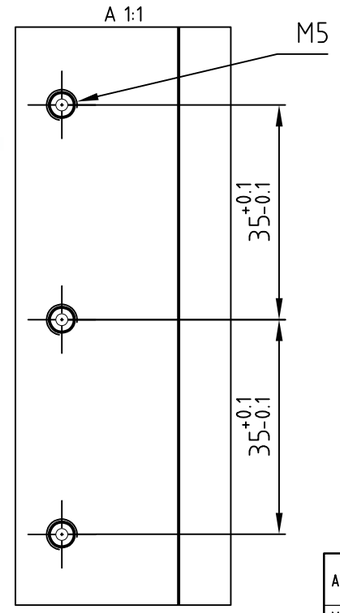
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: ENSAMBLE GENERAL
DENOMINACION PARCIAL: CHAPA METALICA DEL BASTIDOR
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
Página: 1/1



1.14	-19	194	ϕ4.13	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M5
1.13	-19	159	ϕ4.13	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M5
1.12	-19	124	ϕ4.13	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M5
1.11	-20	12.5	ϕ9	Juego	DIN EN 20273 - M8 H13
1.10	-40	194	ϕ9	Juego	DIN EN 20273 - M8 H13
1.9	-42.5	83	ϕ6.65	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M8
1.8	-45	300	ϕ6.65	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M8
1.7	-45	240	ϕ6.65	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M8
1.6	-60	12.5	ϕ9	Juego	DIN EN 20273 - M8 H13
1.5	-66.5	83	ϕ6.65	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M8
1.4	-70	194	ϕ9	Juego	DIN EN 20273 - M8 H13
1.3	-108	107.5	ϕ6.65	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M8
1.2	-133	247.5	ϕ6.65	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M8
1.1	-188	107.5	ϕ6.65	Rosca de métrica-ISO	DIN 13 T1 - M8
Agujero	X	Y	ϕ	Descripción	Norma

Lista de coordenadas



ACABADO SUP.	UNE 1 - 037	PESO
		5.44 kg
MATERIAL	ACERO INOX AISI 304L	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

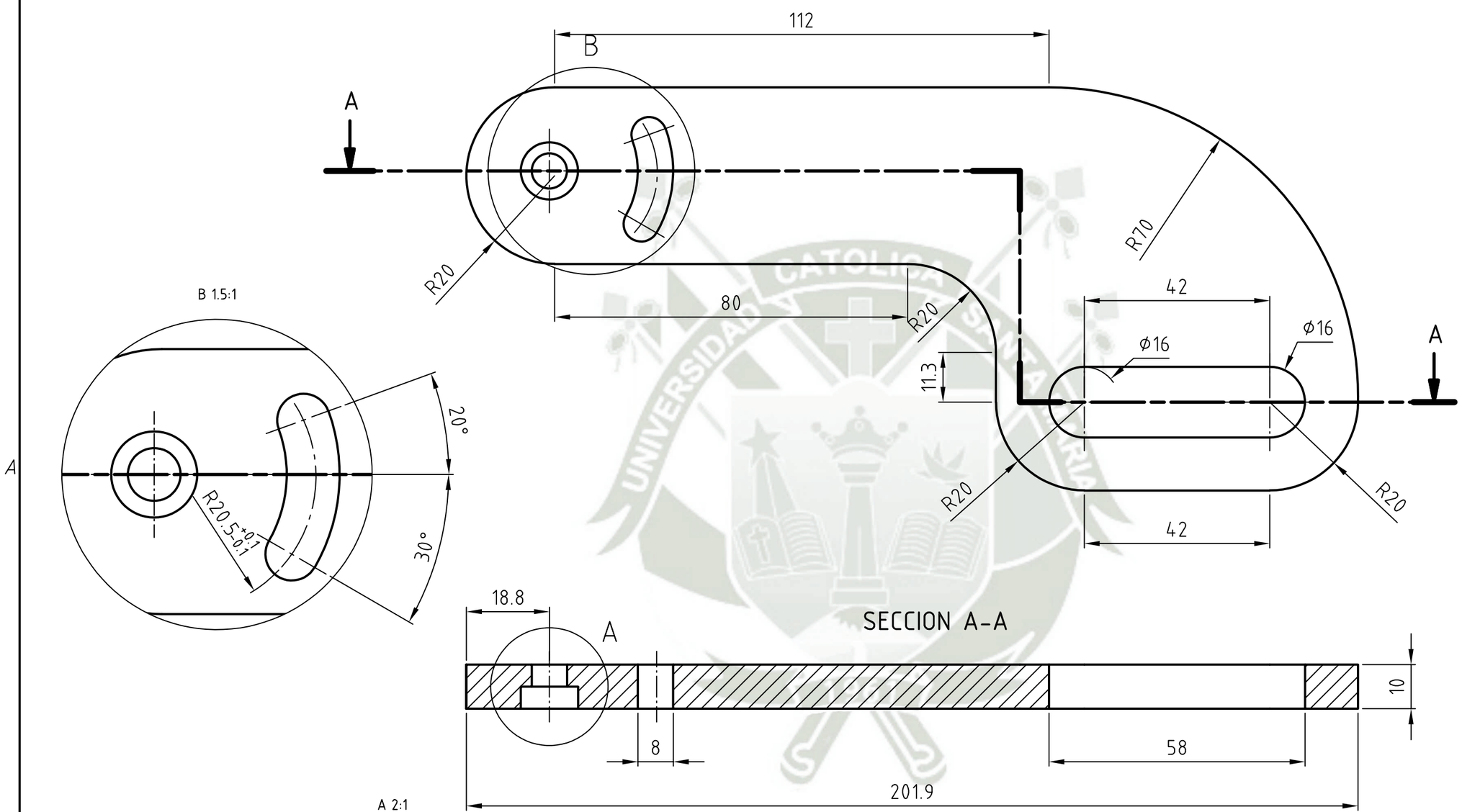
Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-MC-EC-0001 | REV. 01

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Placa deflectora

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

Ra 1,6



ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.77 kg
MATERIAL	ACERO INOX AISI 304L	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0003 REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

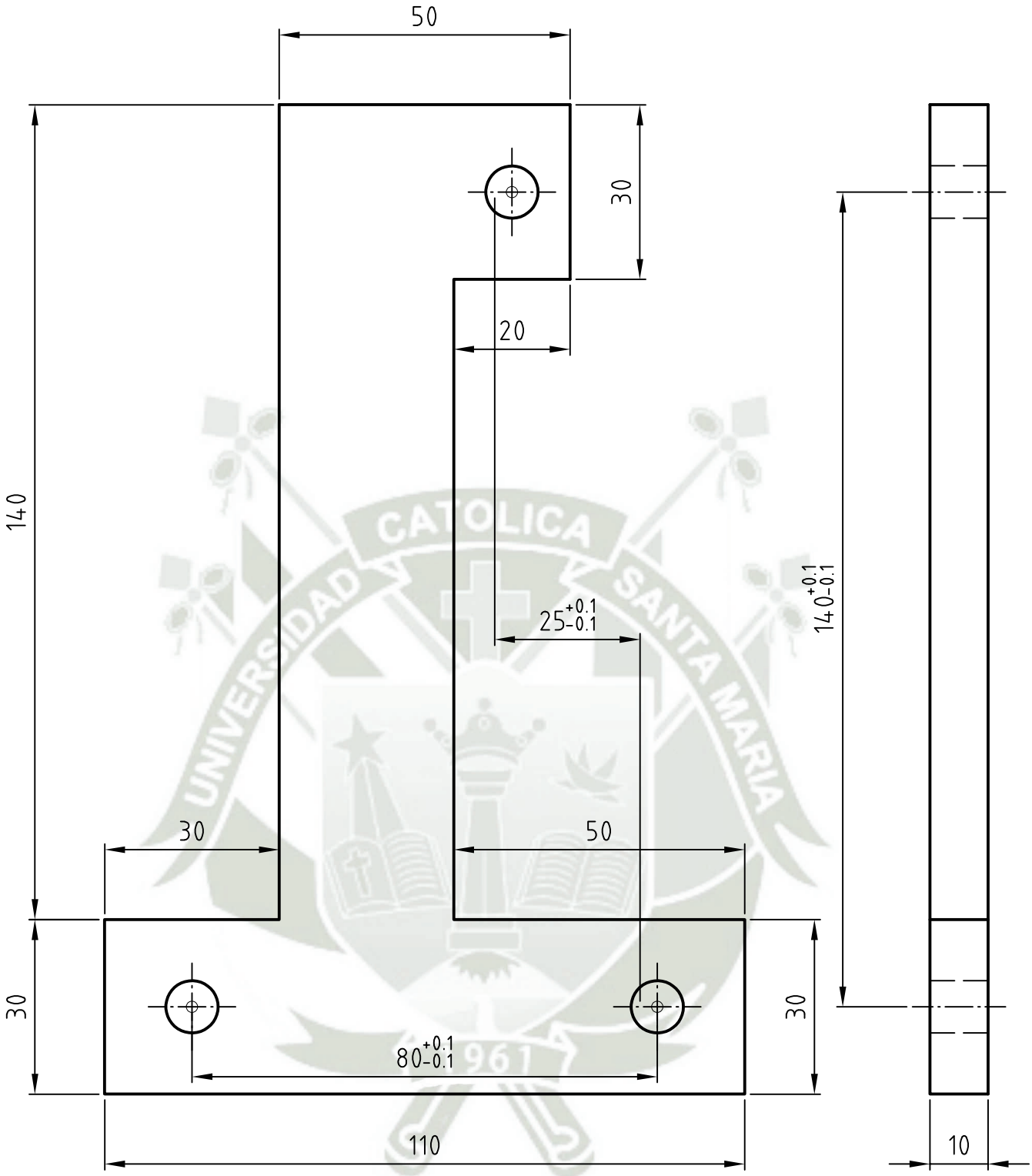
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Base soporte del piston prensador

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.73 kg
MATERIAL	ACERO INOX AISI 304L	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0002 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

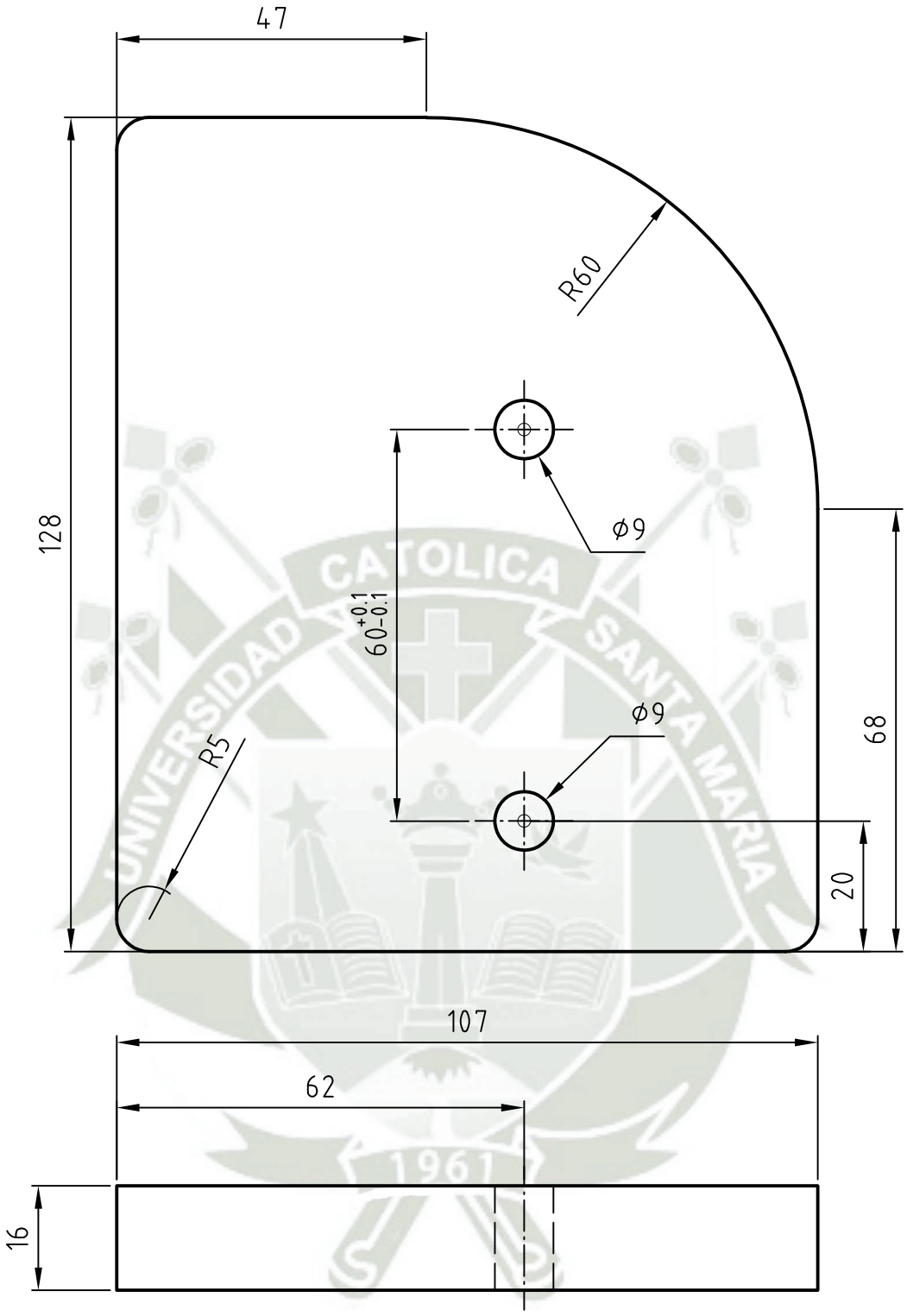
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL: Soporte

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.25 kg
MATERIAL	Nylon Ertalon 6PLA	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	BLANCO PERLA	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0004 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

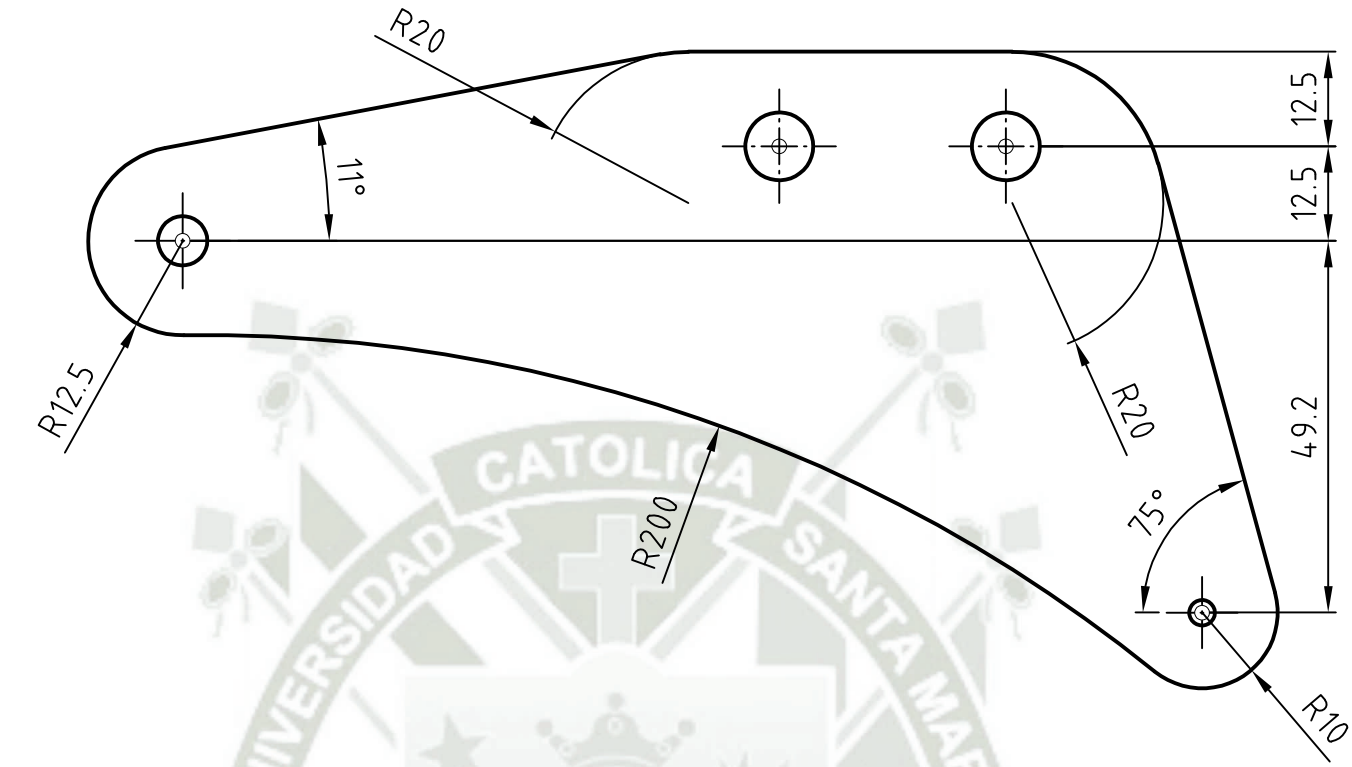
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

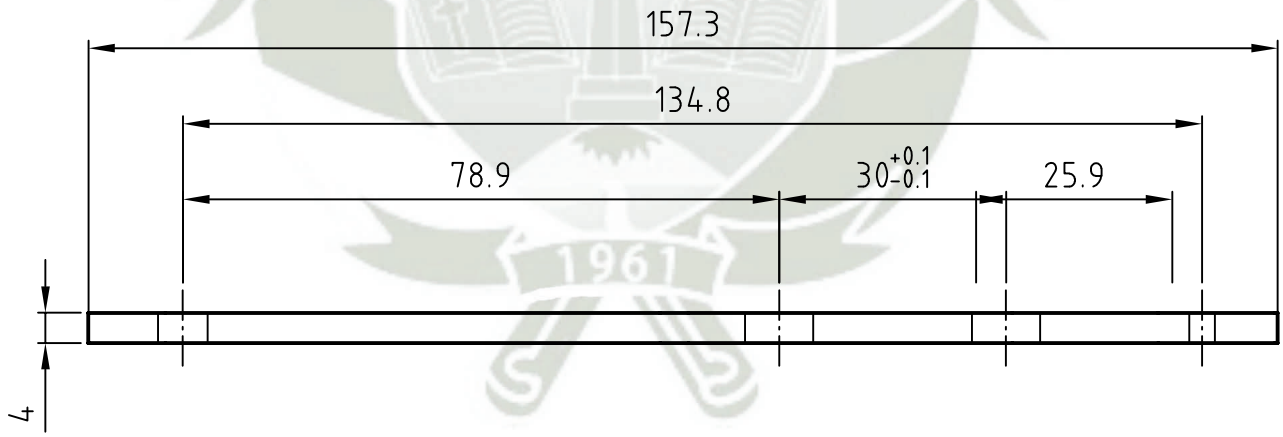
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL: EXTENSION

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS





ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.22 kg
MATERIAL	ACERO INOX AISI 304L	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0005 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

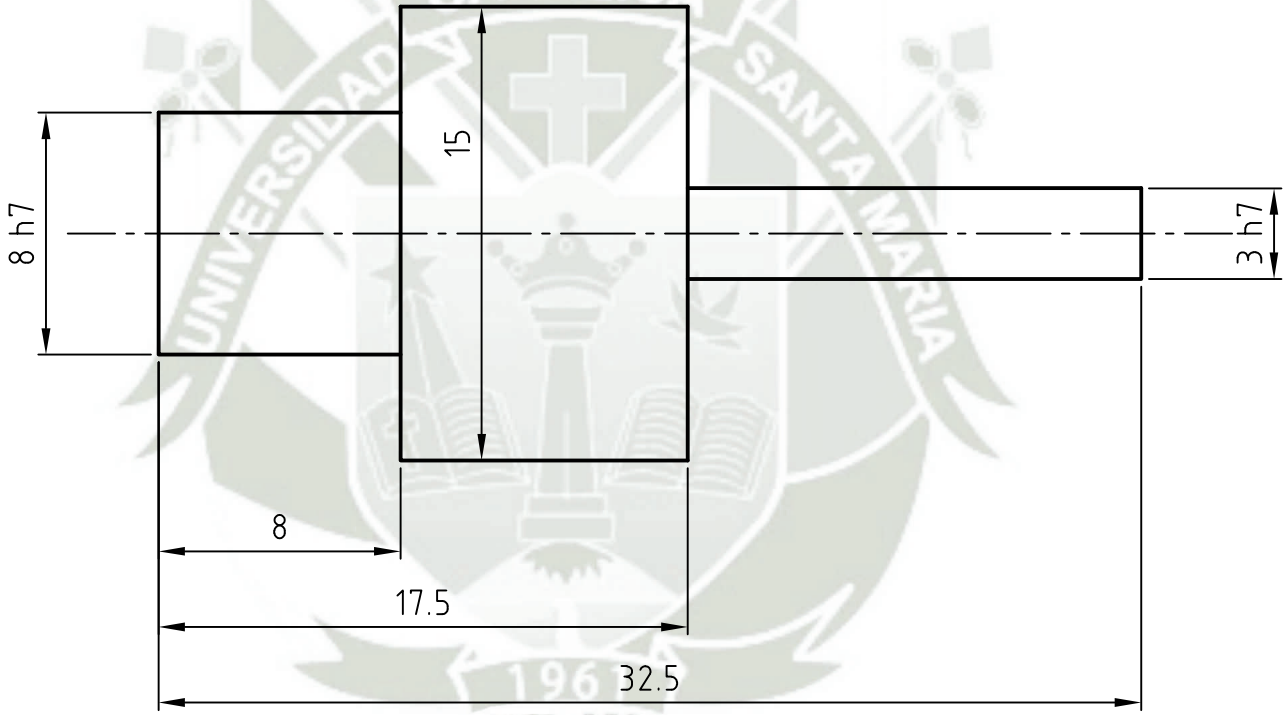
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Soporte de piston plegador

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.14 gr
MATERIAL	SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0006 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

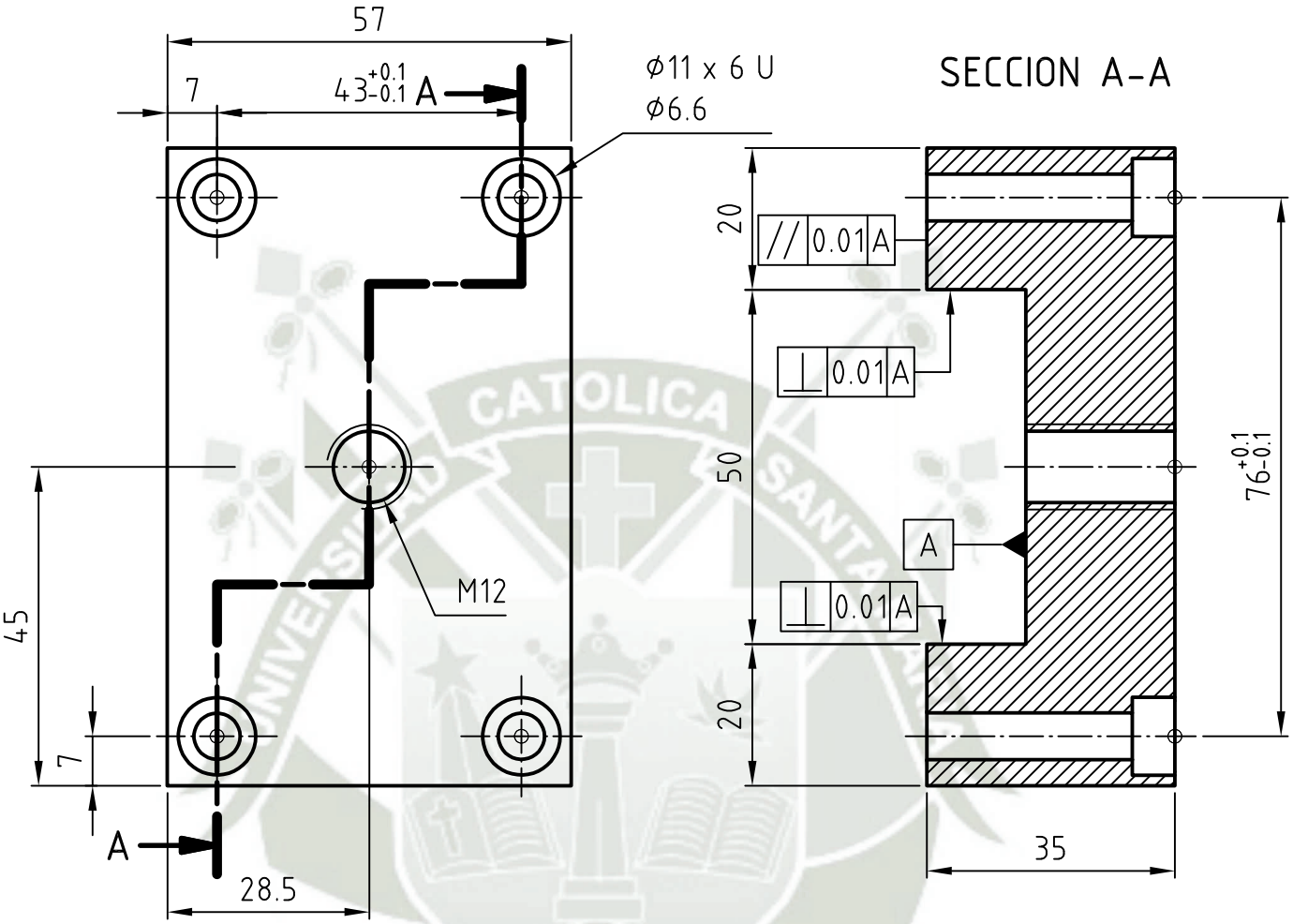
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL: Pin del piston sujetador

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037		PESO 1.28 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020		UNE 36011
TRAT. TERMICO	-		ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-		
TRAT. SUPERFICIAL	-		

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0007 / REV. 01

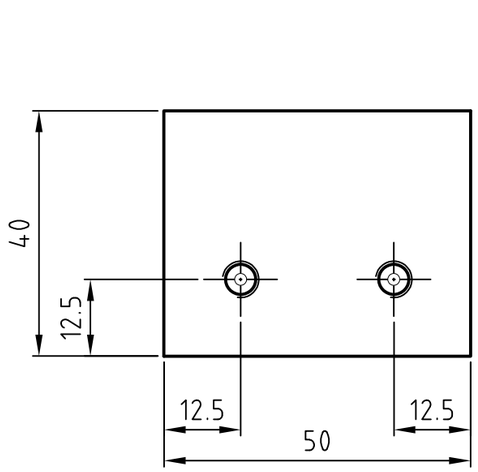
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

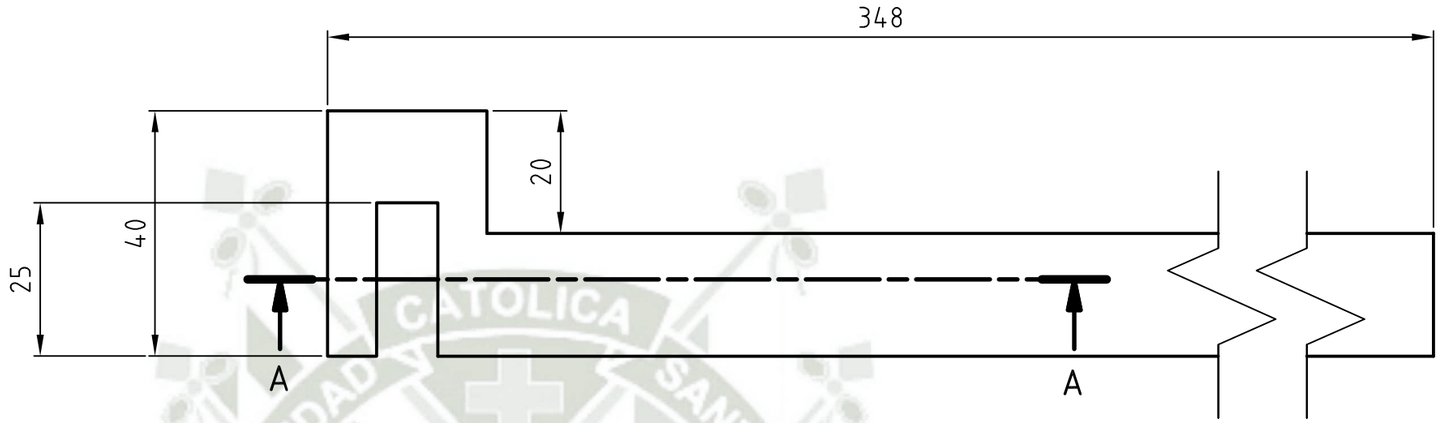
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

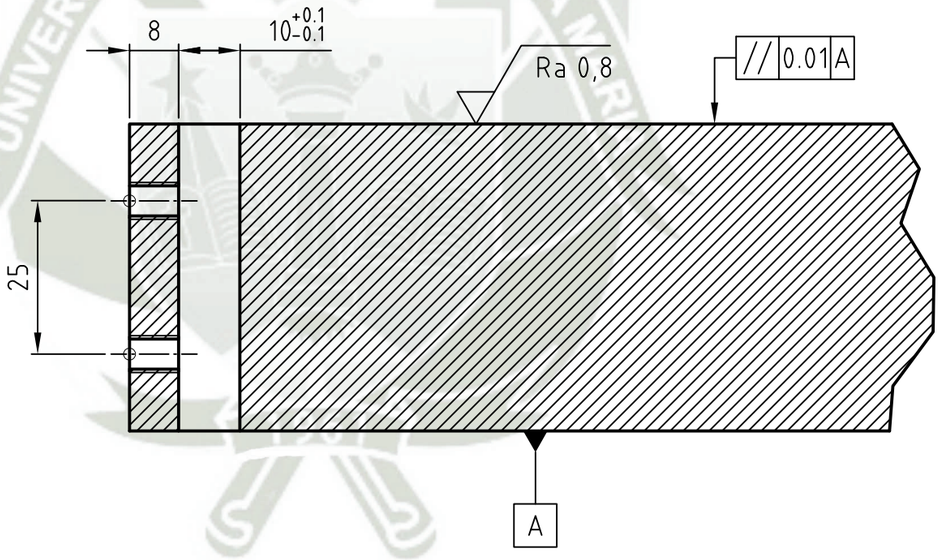
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Tapa de sujetador I

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS







ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.84 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	PULIDO	

Proyeccion: ISO E		Escala 1:2
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

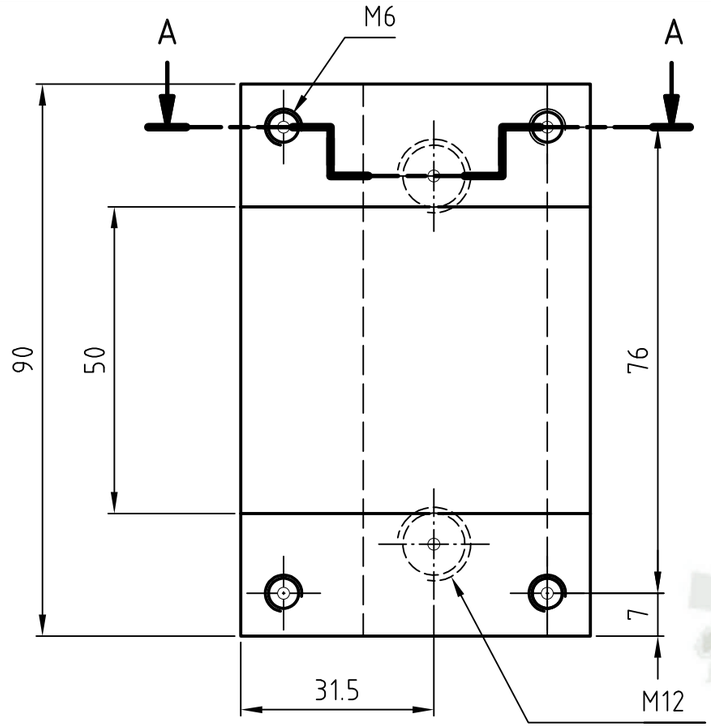
Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-MC-EC-0008 | REV. 01

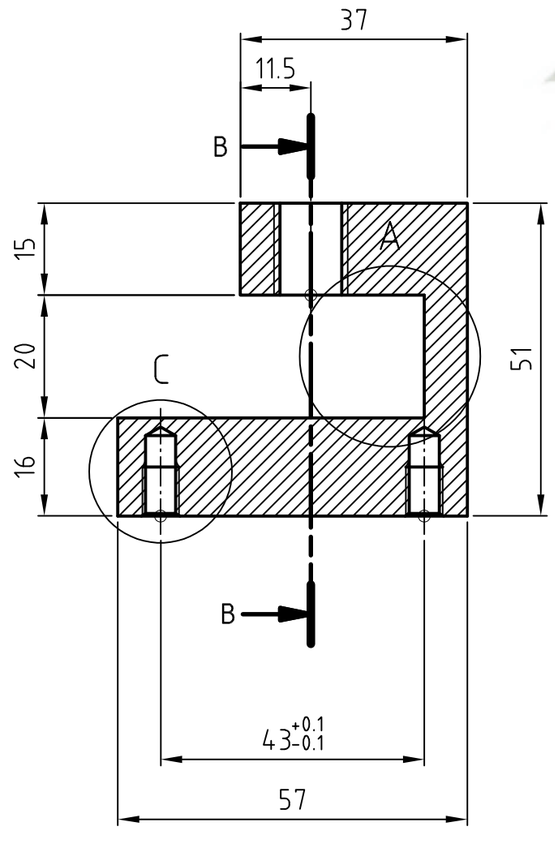
TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Barra de acople

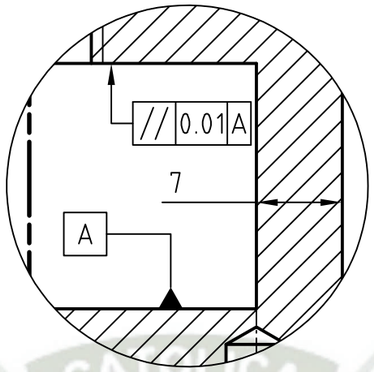
DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



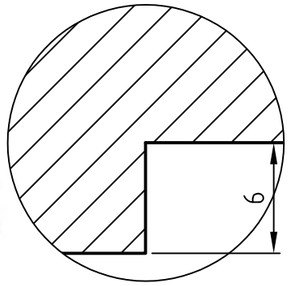
SECCION A-A



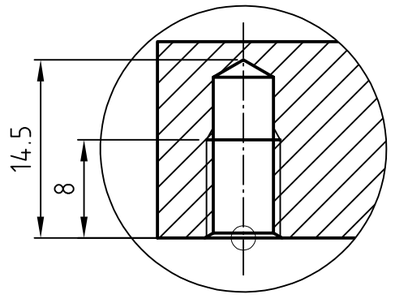
A 2:1



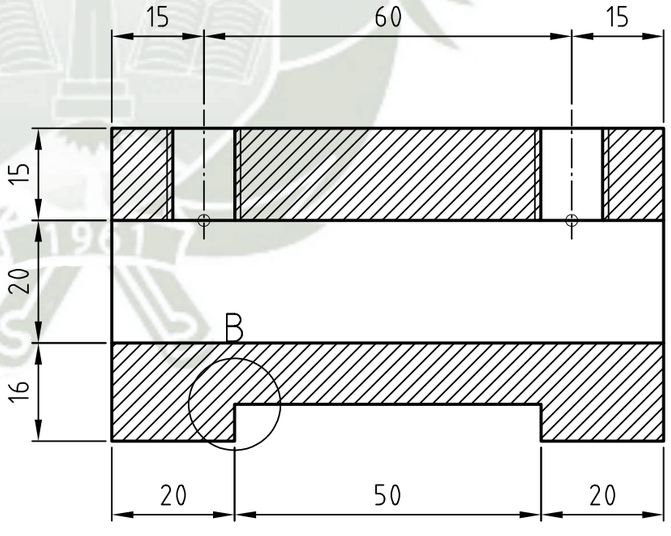
B 3:1



C 2:1



SECCION B-B



NOTAS

1.- **Las roscas corresponden a la norma DIN 911 - Rosca metrica regular**

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.97 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0009 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

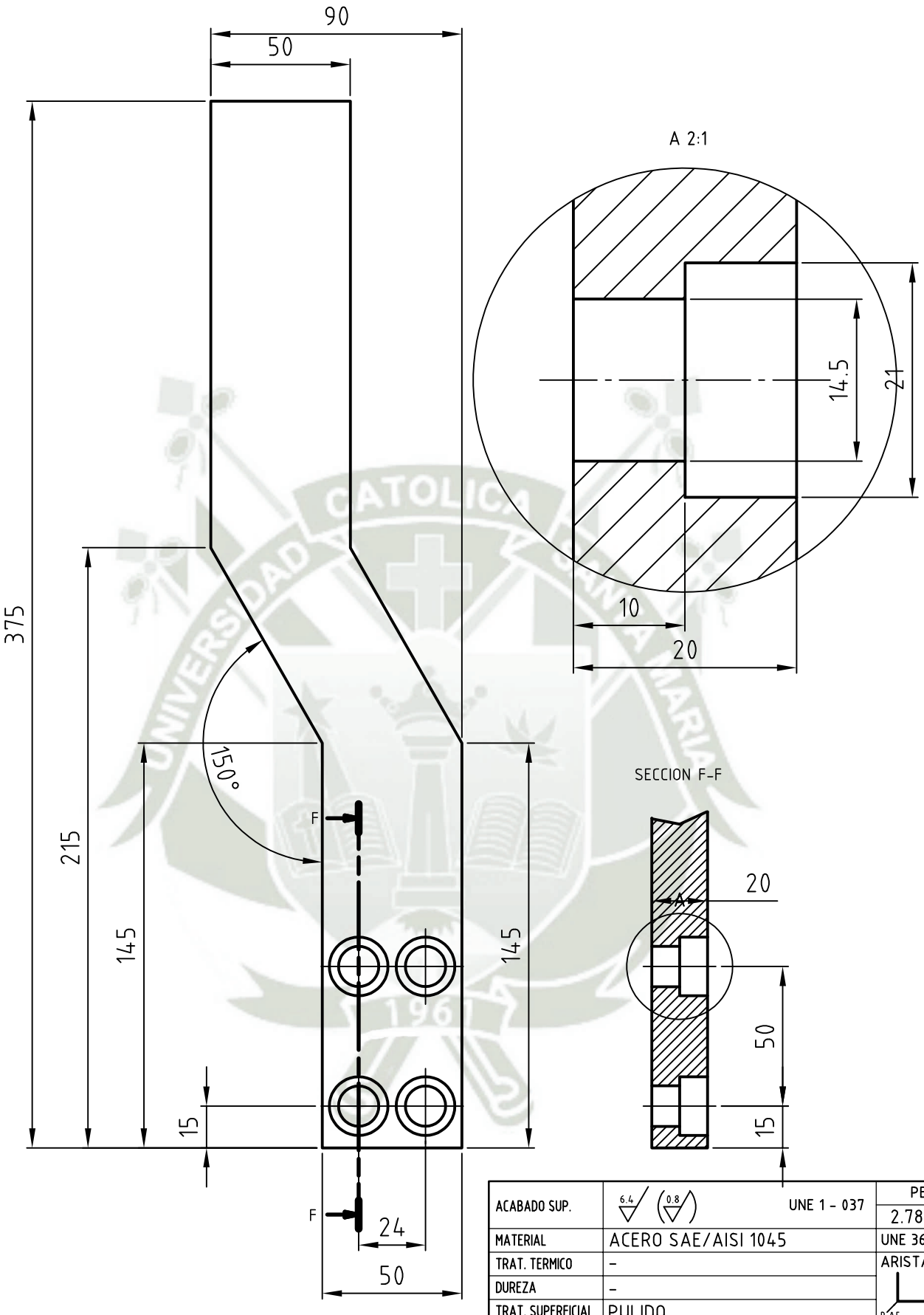
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL: Bloque ranurado

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.78 kg
MATERIAL	ACERO SAE/AISI 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	PULIDO	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0010 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

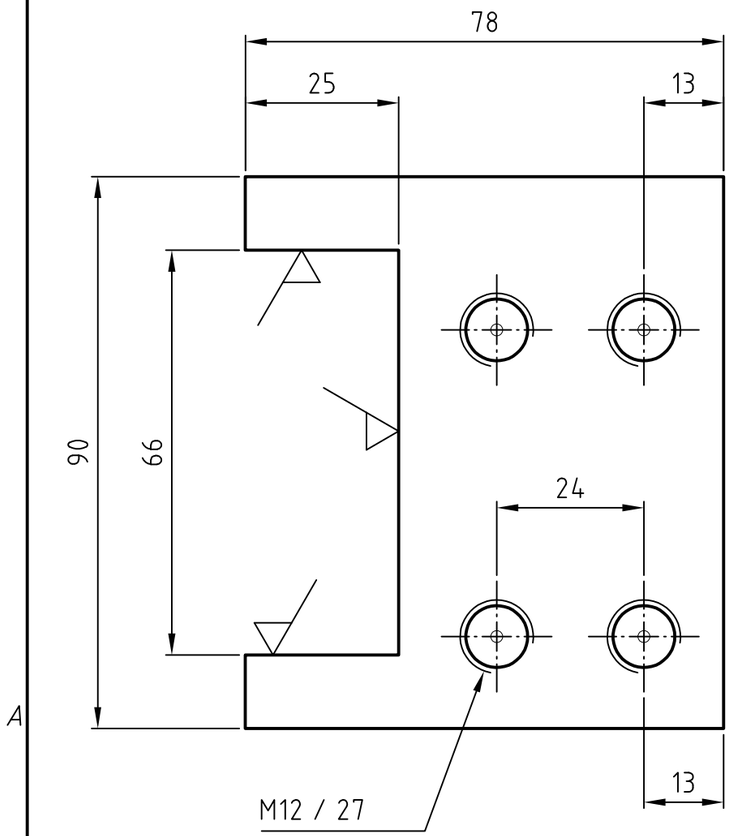
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

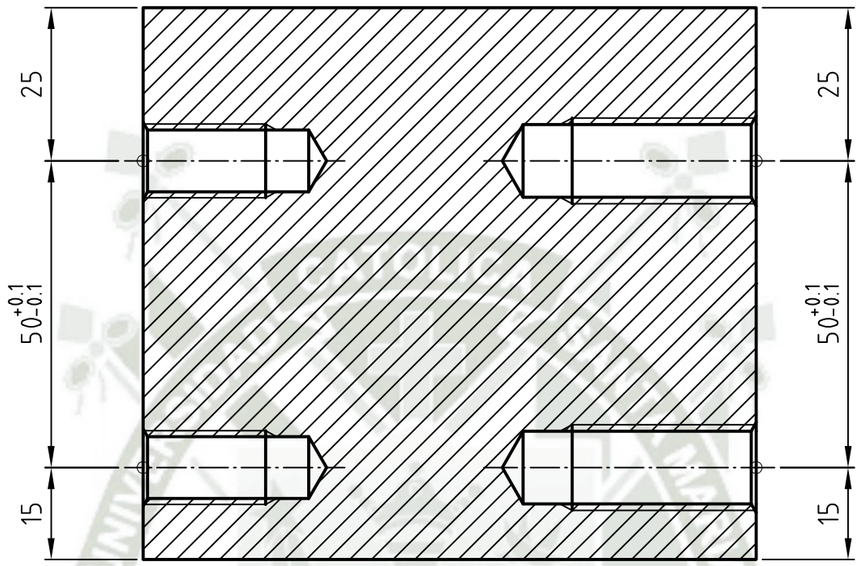
TIPO DE PLANO: FABRICACION

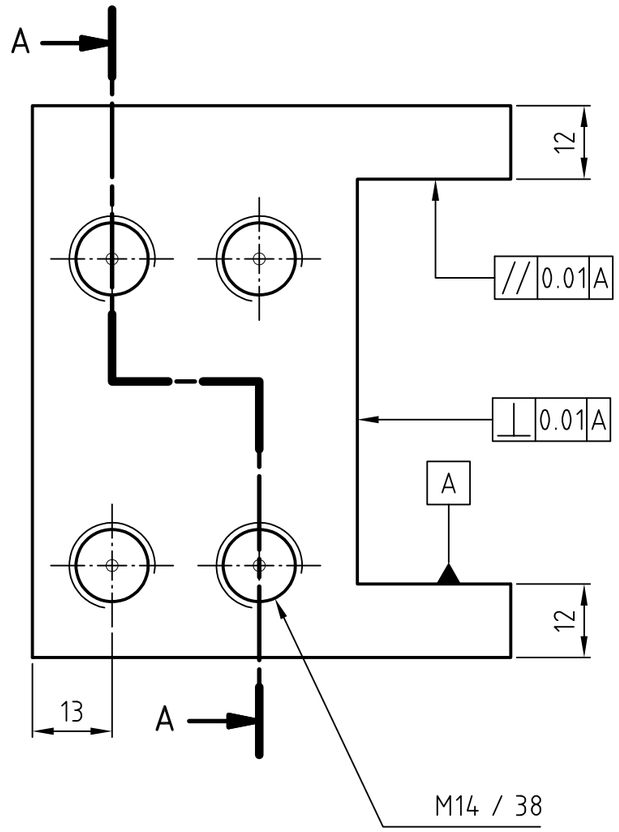
DENOMINACION PARCIAL: Columna

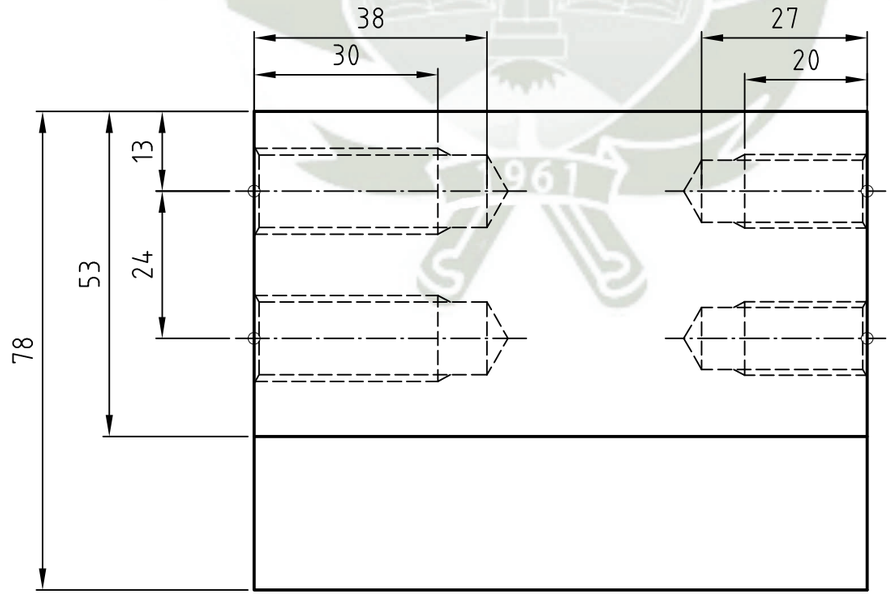
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



SECCION A-A







ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.02 kg
MATERIAL	ACERO SAE/AISI 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	PULIDO	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0011 / REV. 01

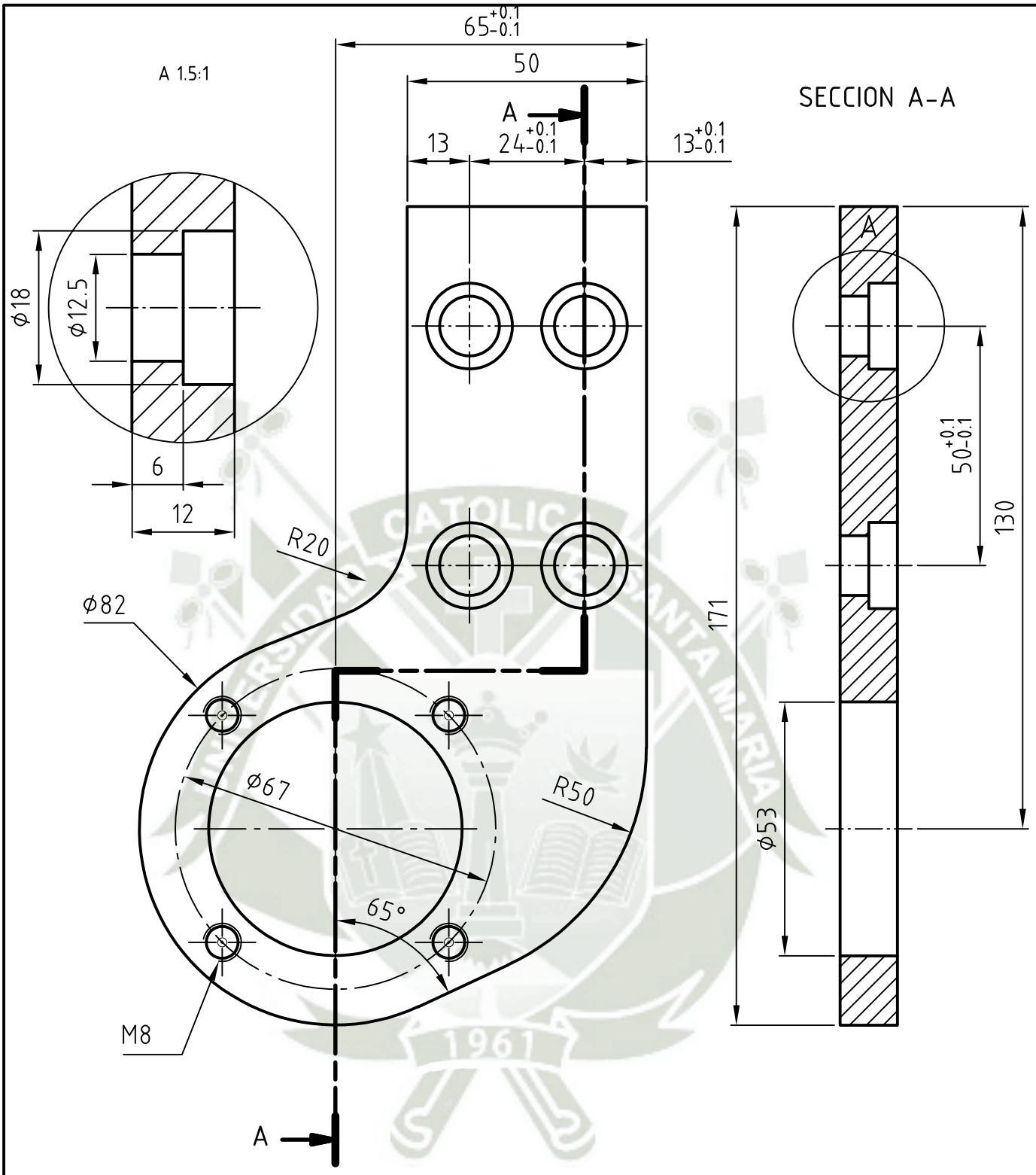
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL: Guia transversal movil

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / 0.8 UNE 1 - 037	PESO 0.75 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0012 REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

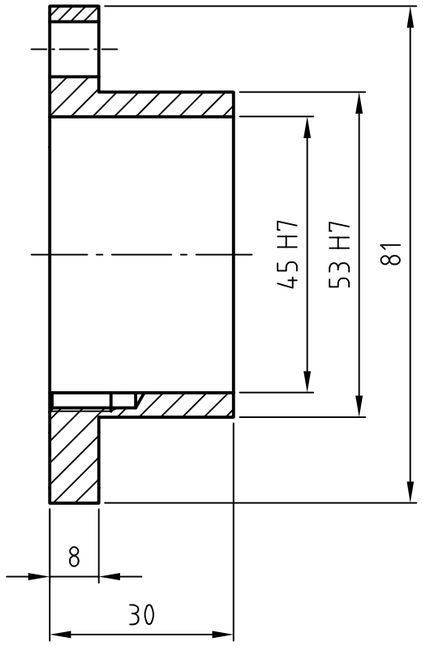
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

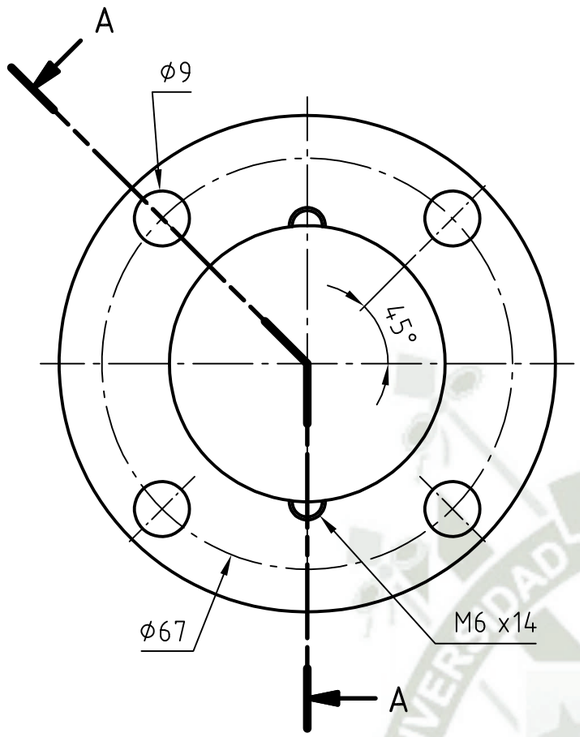
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Base

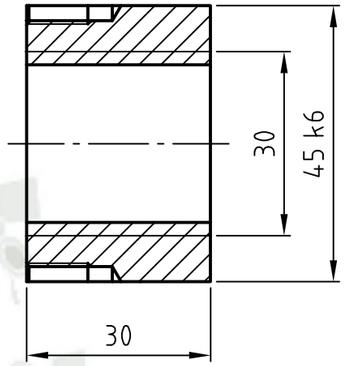
DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

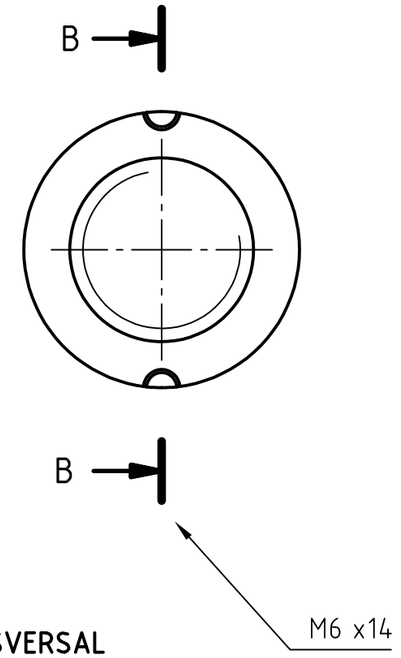
SECCION A-A





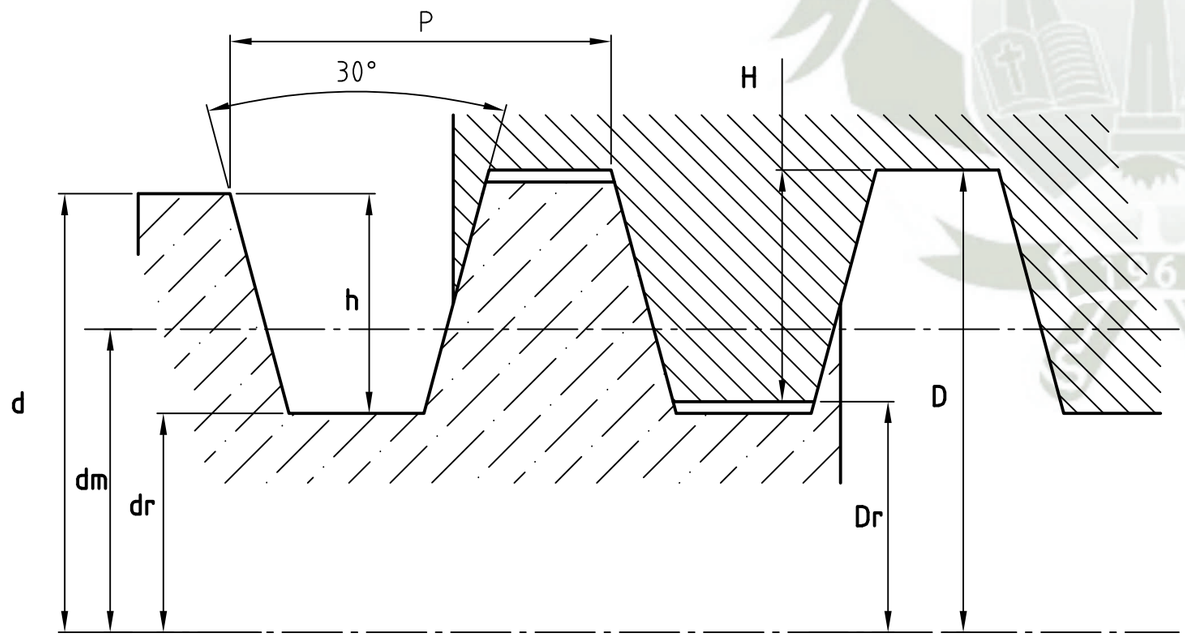
SECCION B-B





TUERCA TRANSVERSAL
Esc 1:2

COLLARIN
Esc 1:2



ROSCA TRAPEZIAL FINA DIN 378								
TORNILLO			TUERCA			p	r	dm
d	dr	h	Dr	D	H			
30	26,5000	1,7500	27,5000	30,5000	1,5000	3	0,2500	28,5000

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.23 kg
MATERIAL	BRONCE SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.28 kg
MATERIAL	ACERO SAE/AISI 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E | Escala 1:2

Tolerancia General: DIN 7168-m-S | Formato A3 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

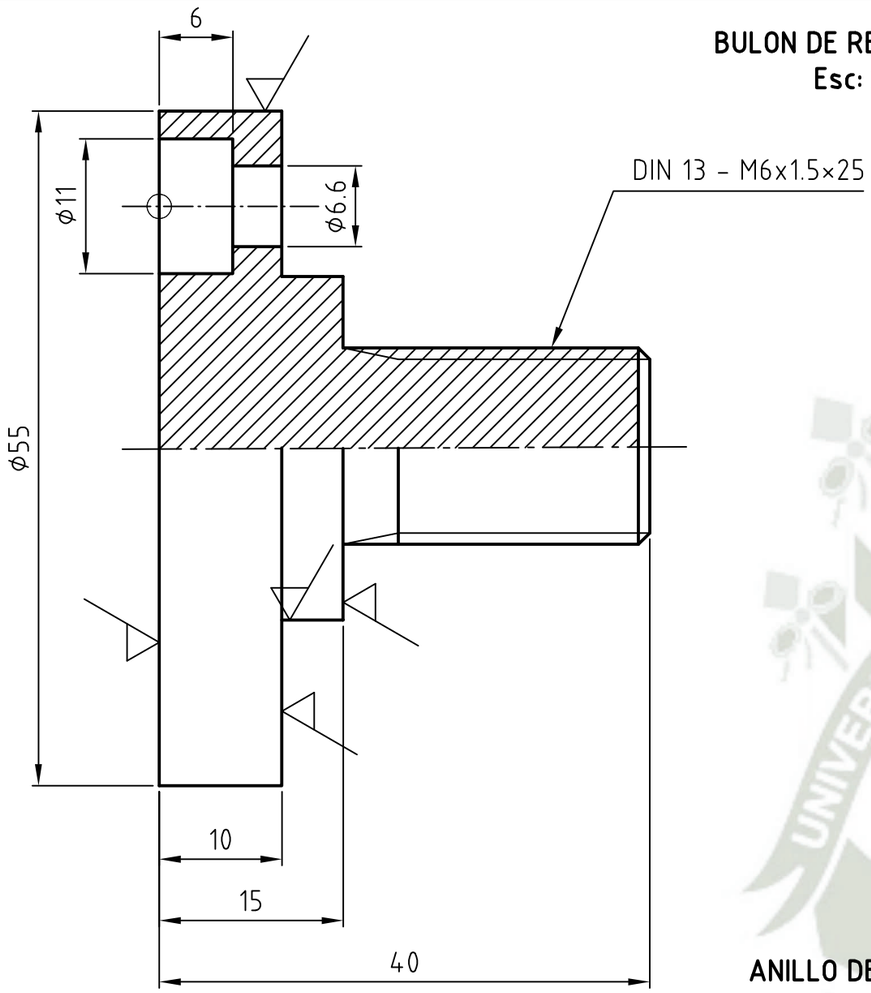
Universidad Católica de Santa Maria

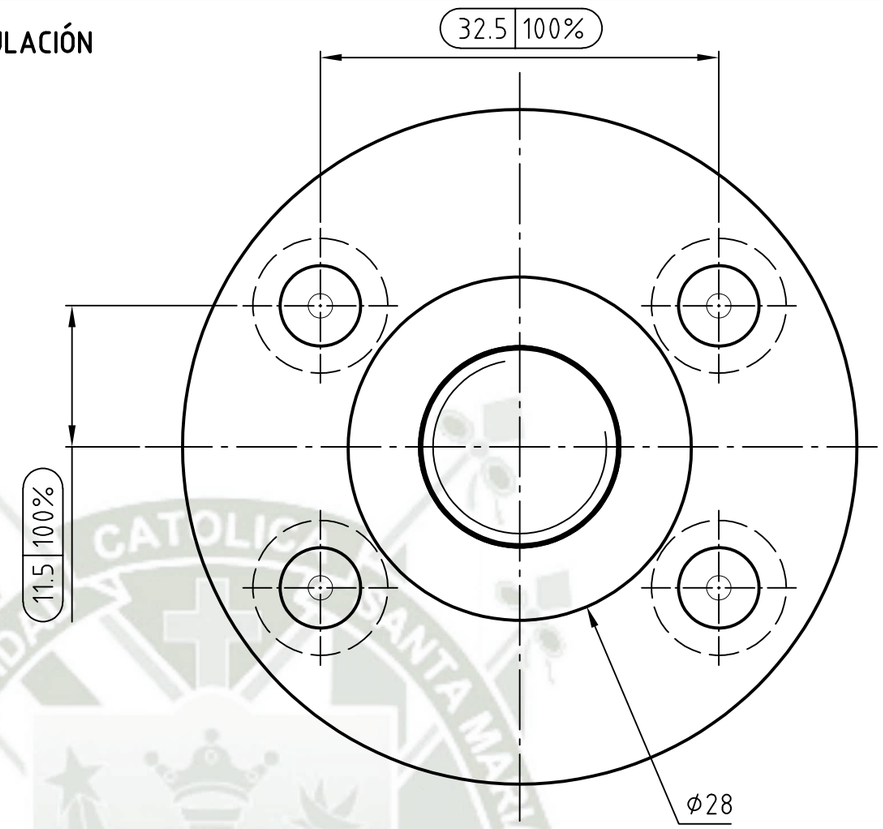
REFERENCIA F-MC-EC-0013 | REV. 01

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Collarin - Tuerca transversal

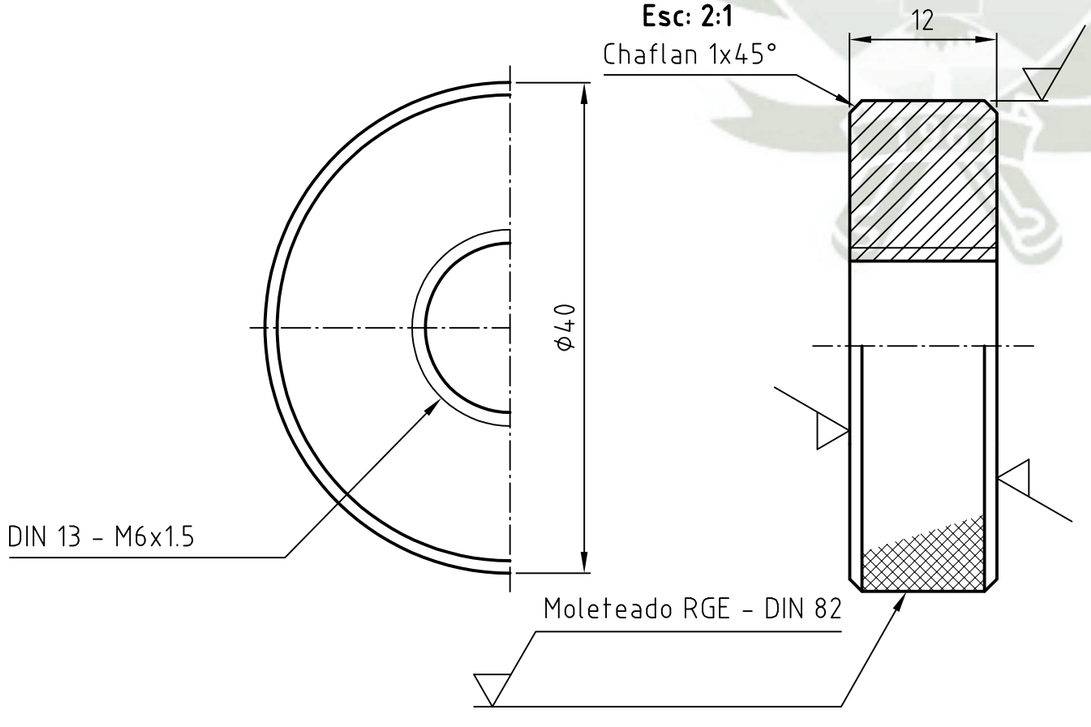
DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

BULON DE REGULACIÓN
Esc: 2:1





ANILLO DE AJUSTE
Esc: 2:1



ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 – 037	PESO 0.24 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 – 037	PESO 0.16 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

Proyeccion: ISO E		Escala 2:1
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 – ISO 216
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

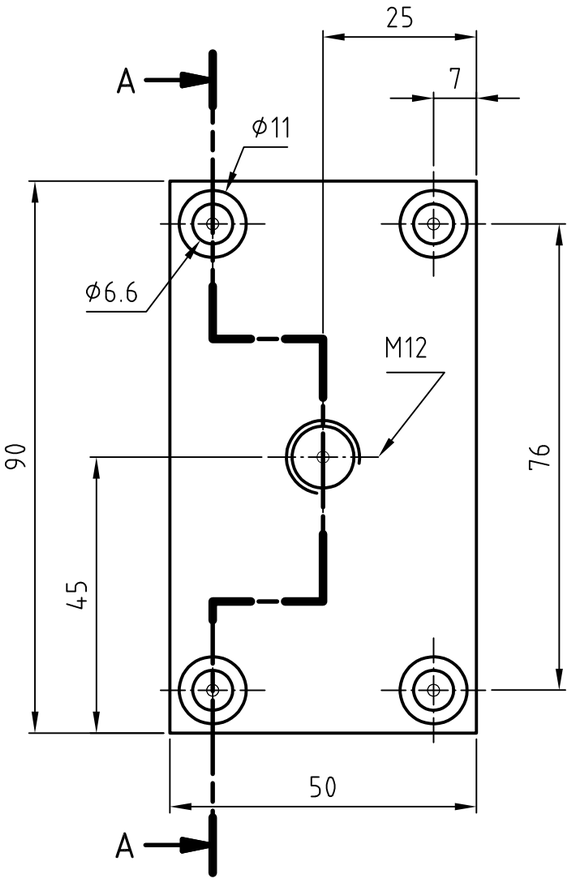
Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-MC-EC-0014 | REV. 01

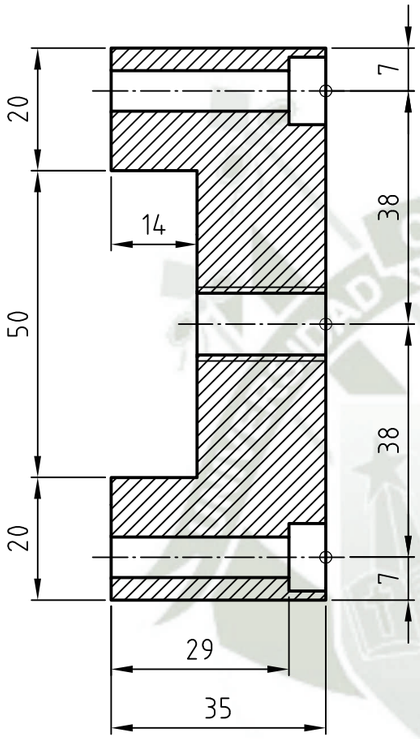
TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Bulon de regulacion – Anillo ajuste

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

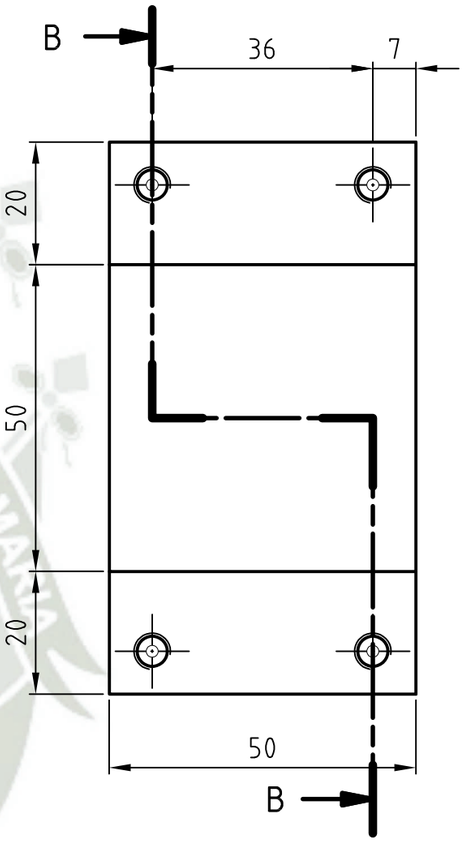
TAPA DE SUJETADOR II
Esc: 2:1



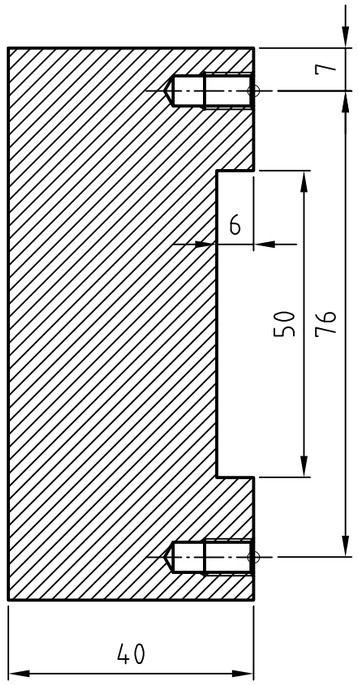
SECCION A-A



BLOQUE RANURADO II
Esc: 2:1



SECCION B-B



ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 1.28 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

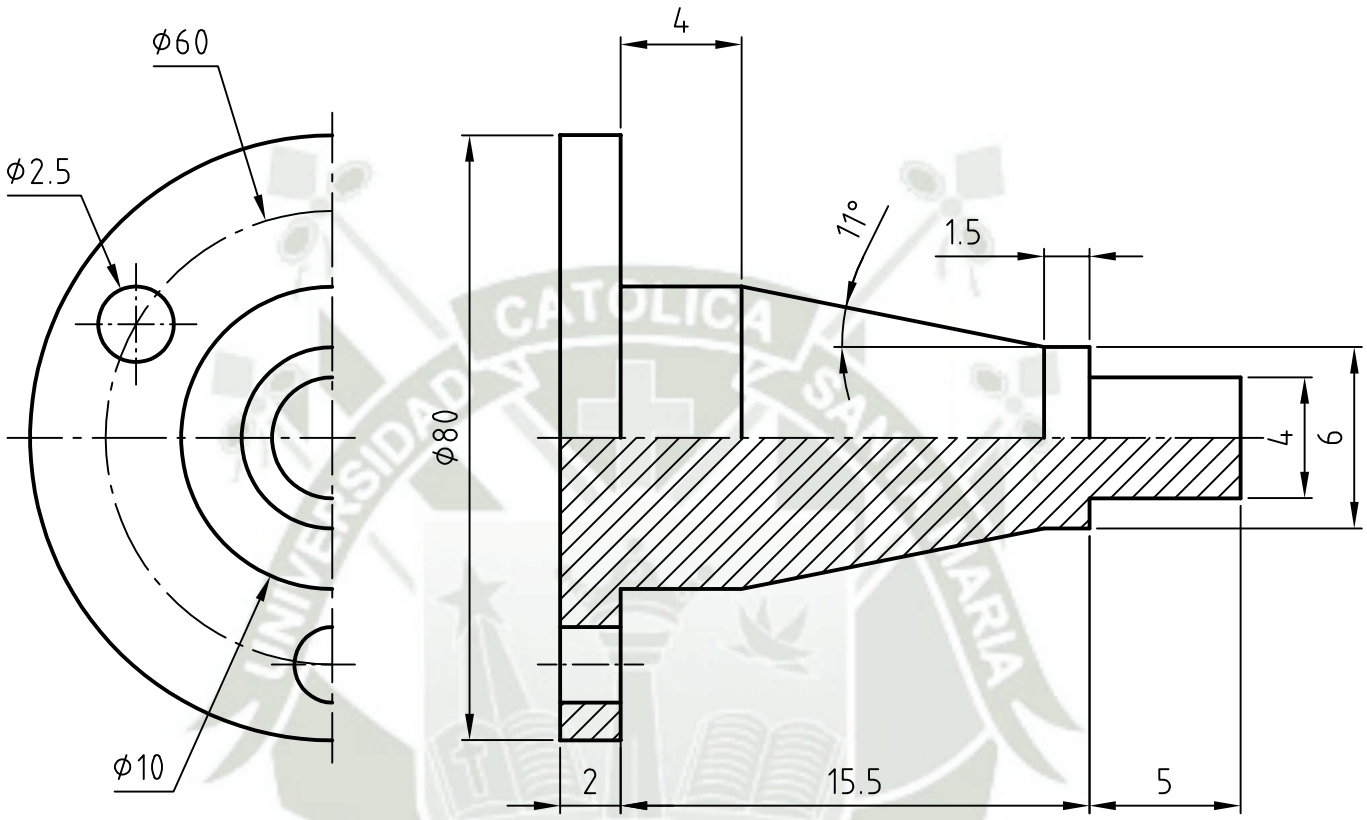
Proyeccion: ISO E	Escala 2:1	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0015 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL: Bloque sujetador II -Tapa II
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
Página 15/19



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.012 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0016 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

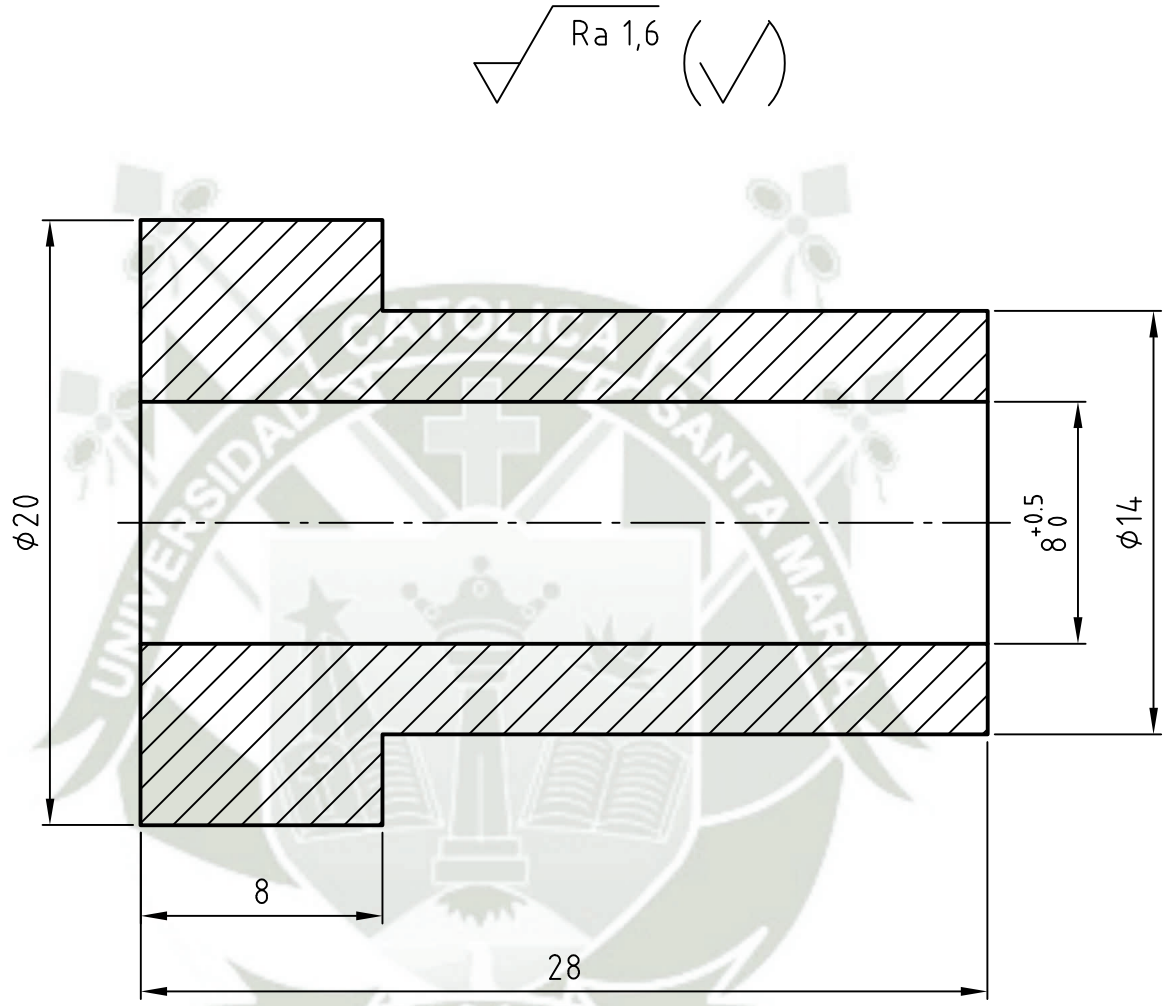
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Pin voladizo de piston plegador

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / 0.8 UNE 1 - 037	PESO 0.02 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0017 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

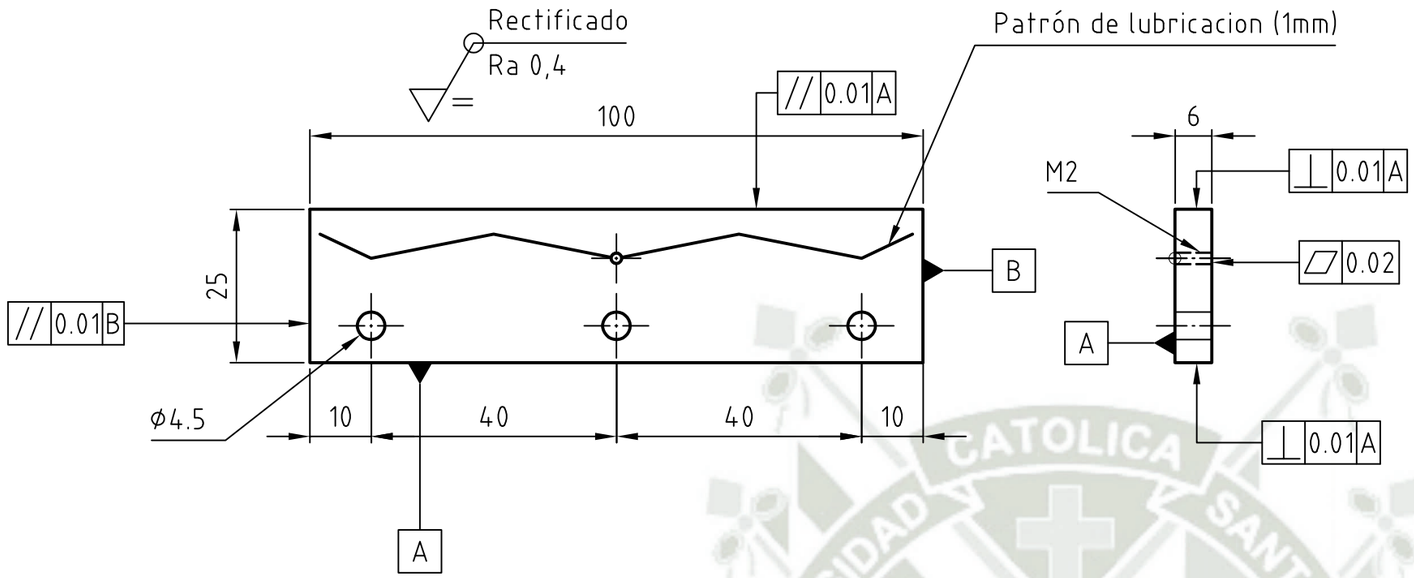
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO: FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL: Separador

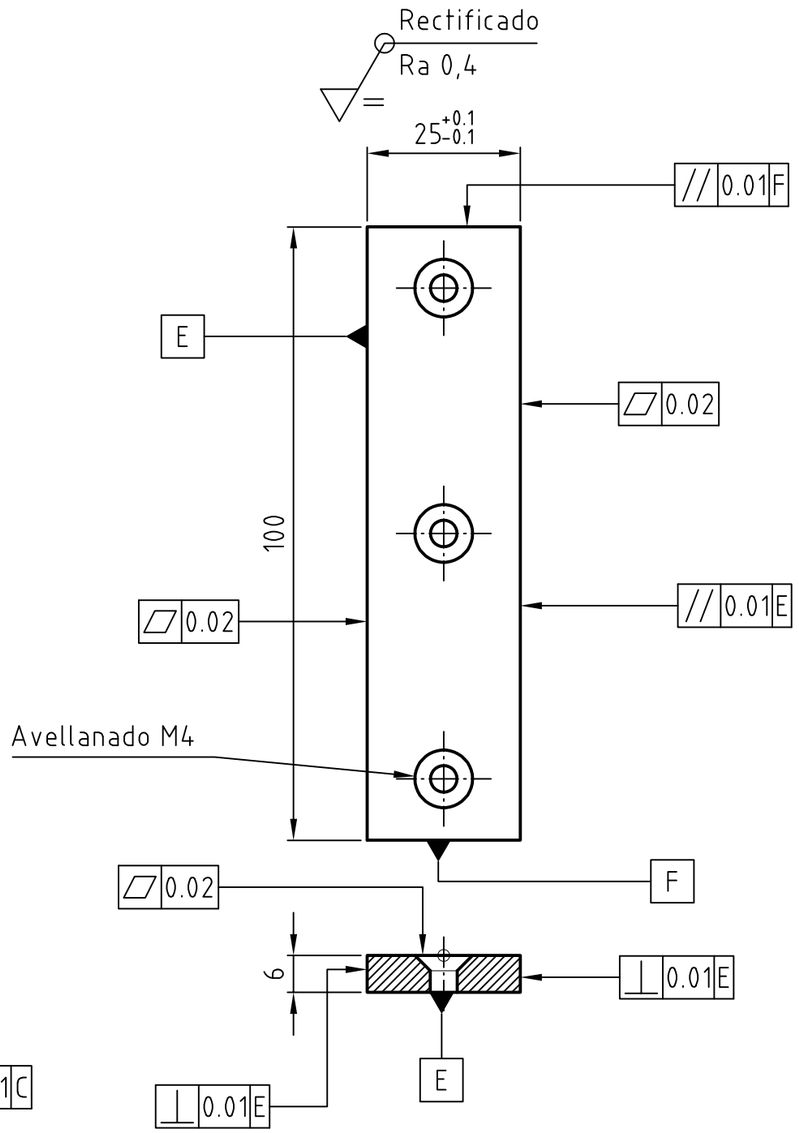
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

SUJETADOR II
Esc: 2/1



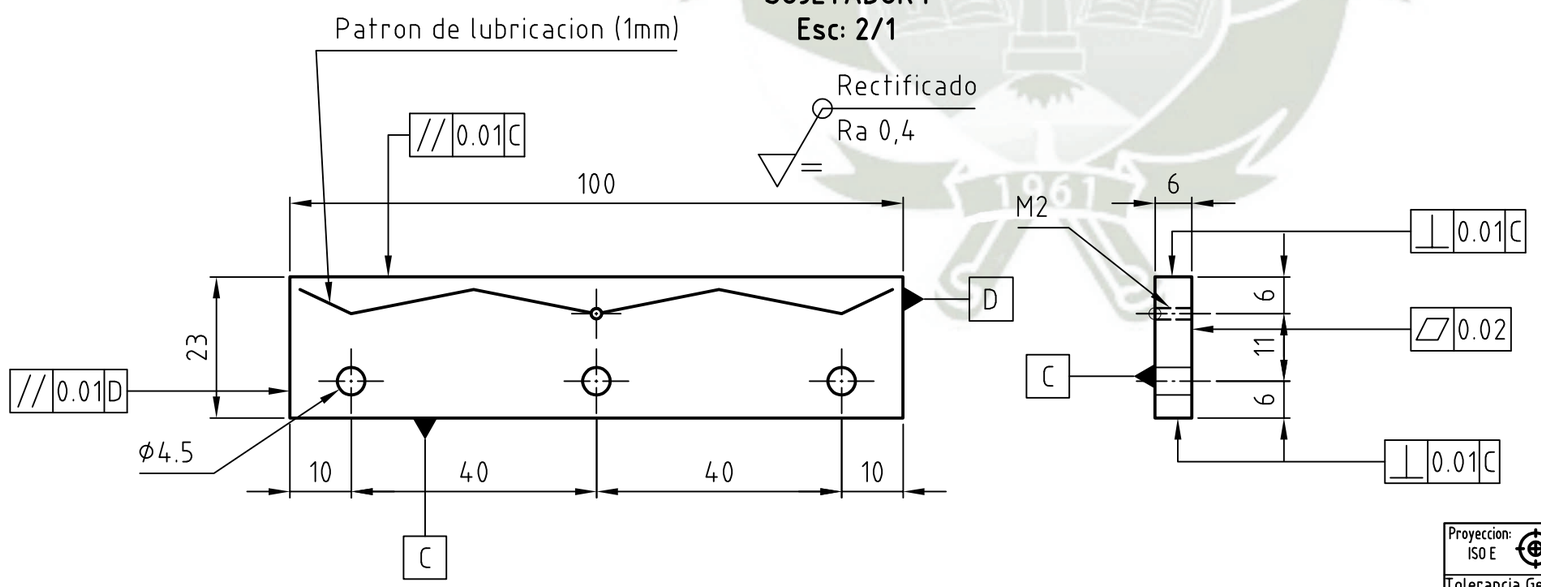
ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.62 kg
MATERIAL	BRONCE SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	PULIDO	R=0.5 R=0.5 ISO 13715

LISTÓN DE AJUSTE
Esc: 2/1



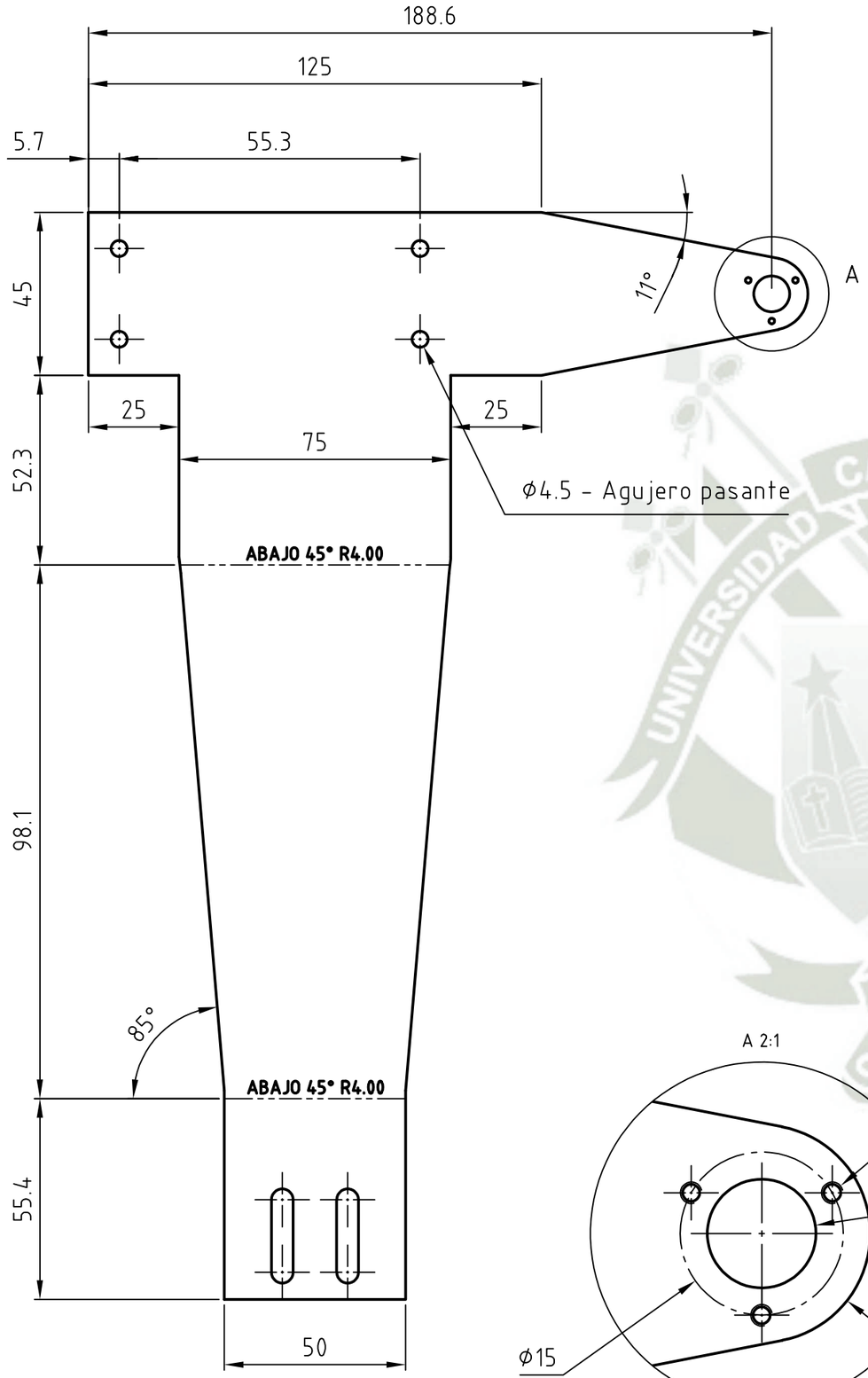
ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.62 kg
MATERIAL	BRONCE SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	PULIDO	R=0.5 R=0.5 ISO 13715

SUJETADOR I
Esc: 2/1

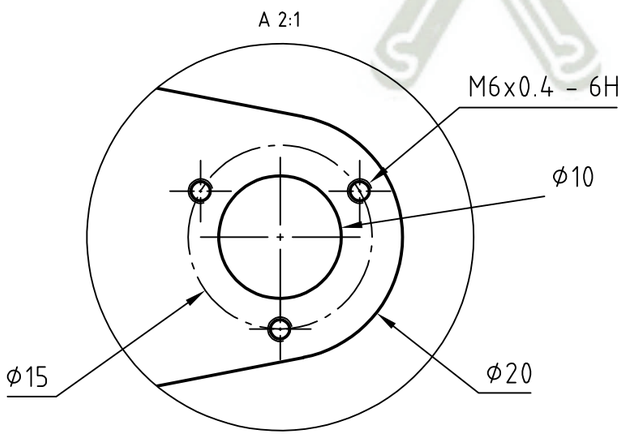


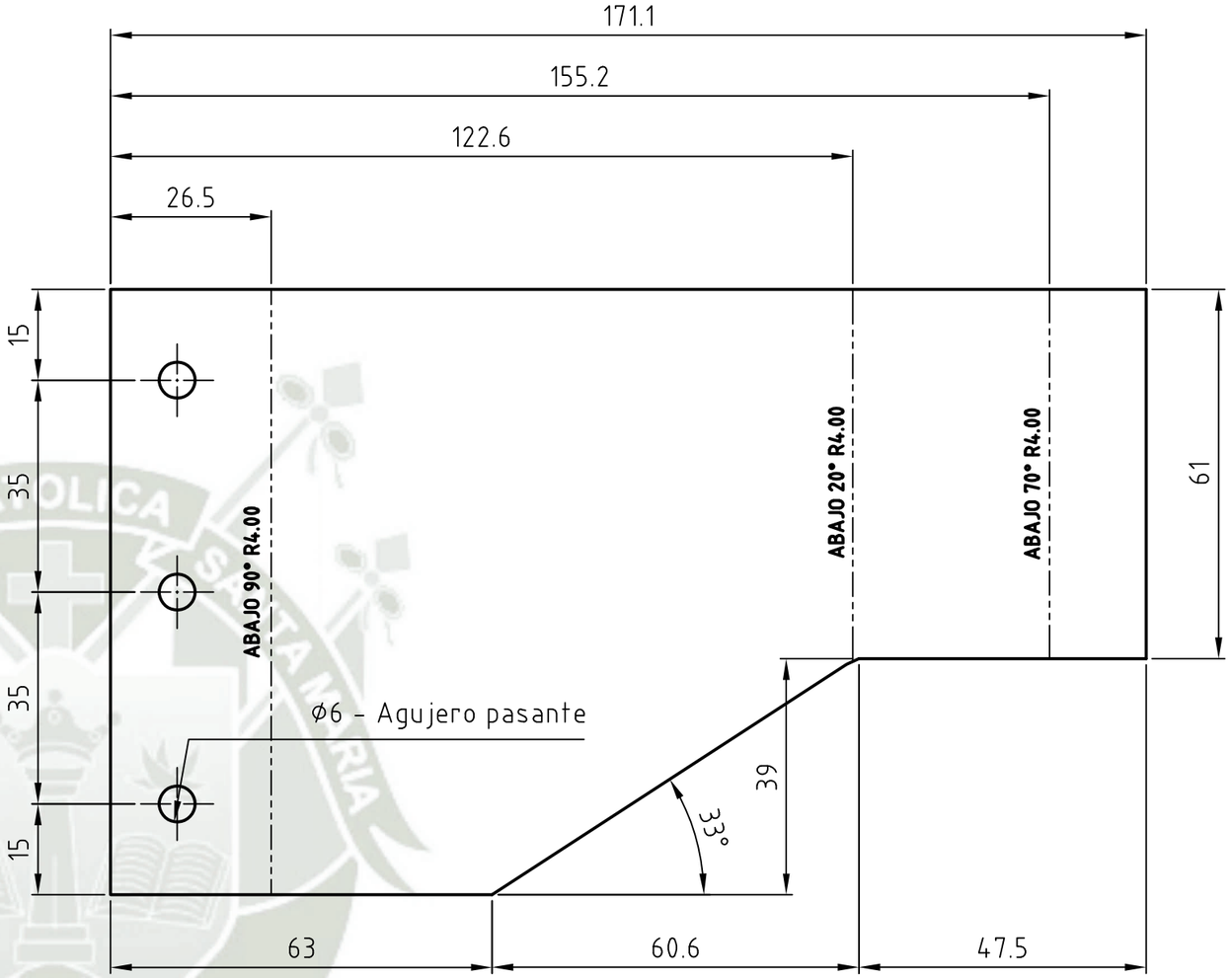
ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.62 kg
MATERIAL	BRONCE SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	PULIDO	R=0.5 R=0.5 ISO 13715

Proyeccion: ISO E		Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0001 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL Listones de ajuste
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos			DENOMINACION GENERAL MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			Página 18/19



SOPORTE DE PISTON PLEGADOR
Esc: 2/1





CHAPA DEFLECTORA EXTERIOR
Esc: 2/1

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.73-0.32 kg
MATERIAL	ACERO INOX AISI 304L	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-EC-0001 REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

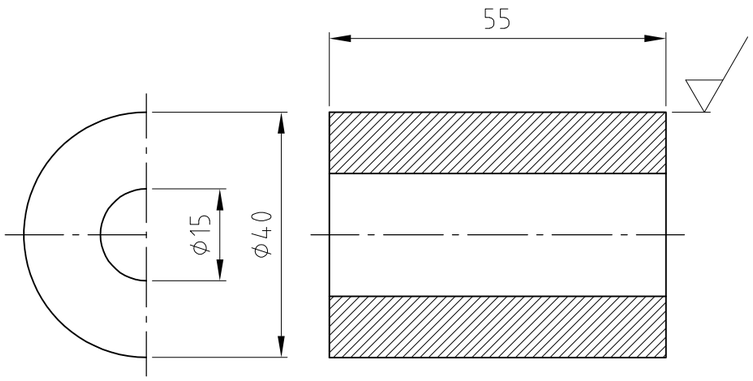
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

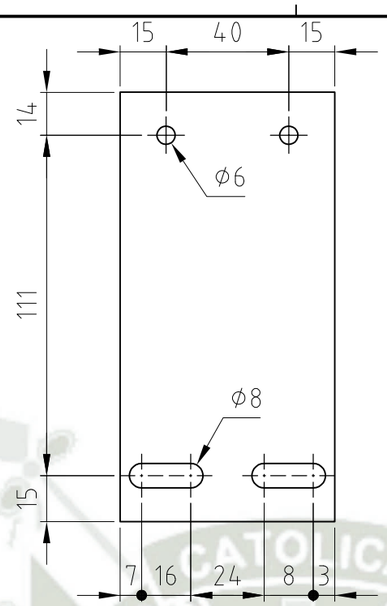
TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Chapas de acero inoxidable

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

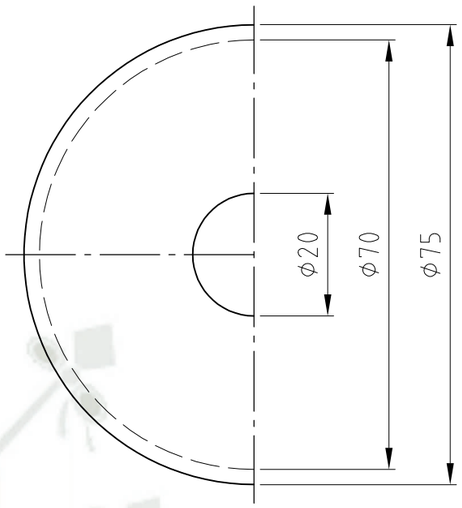
Página 19/19

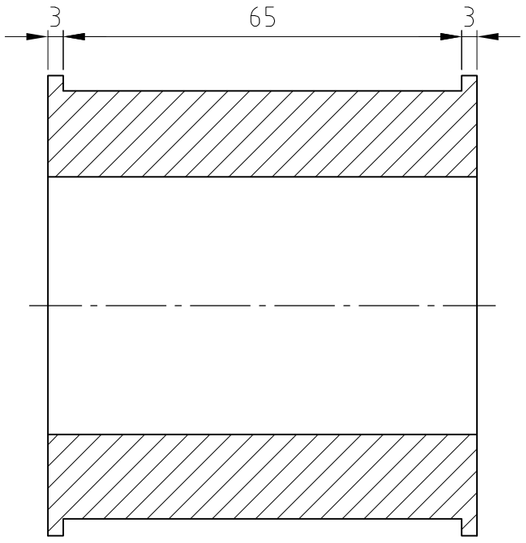


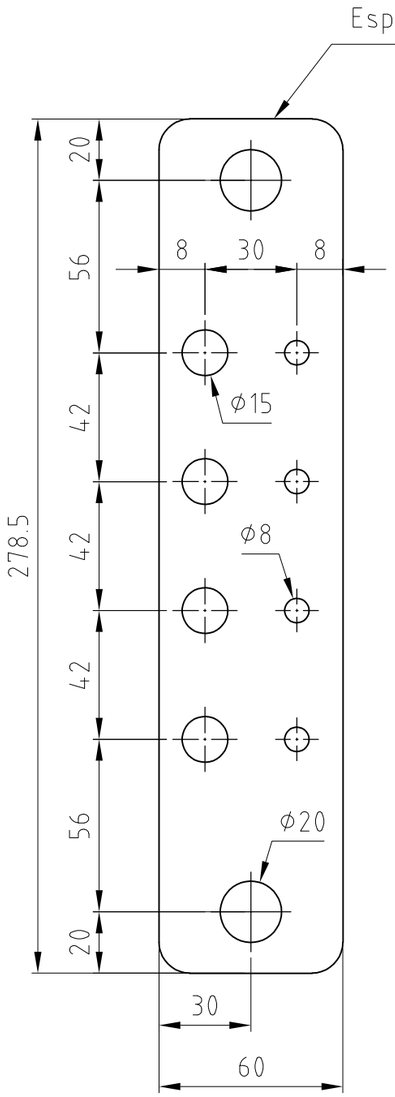
Polines
Esc 1:1



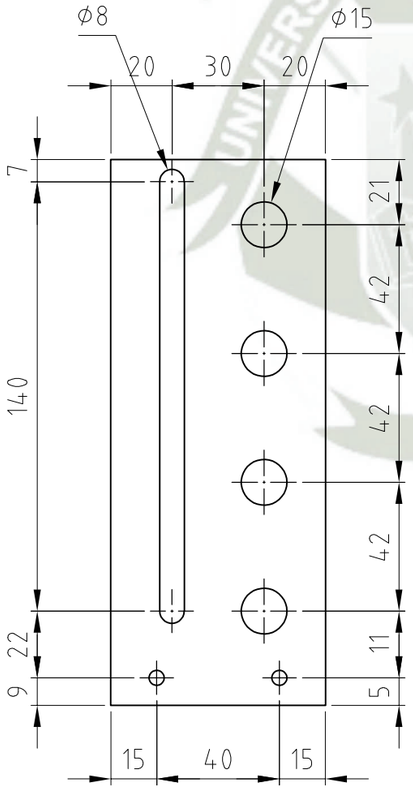
Placa ranurada
Espesor: 8mm -3/8"
Esc 1:2



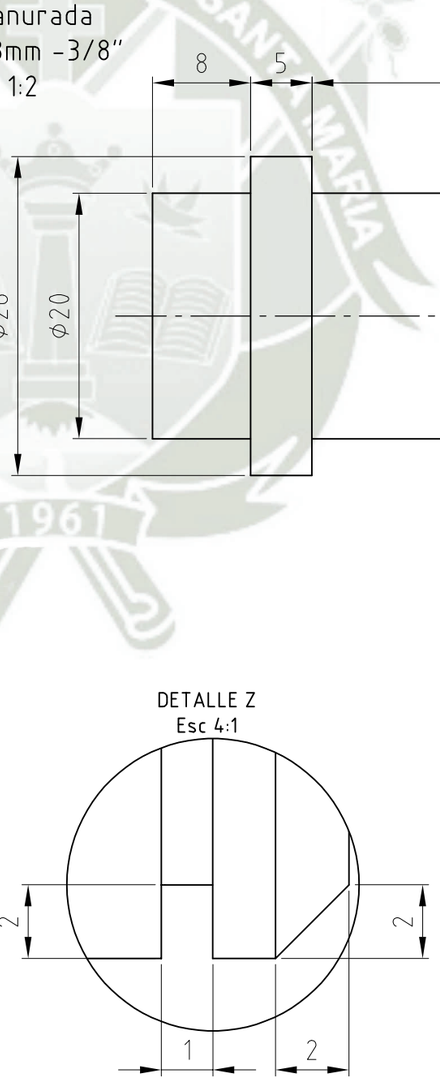




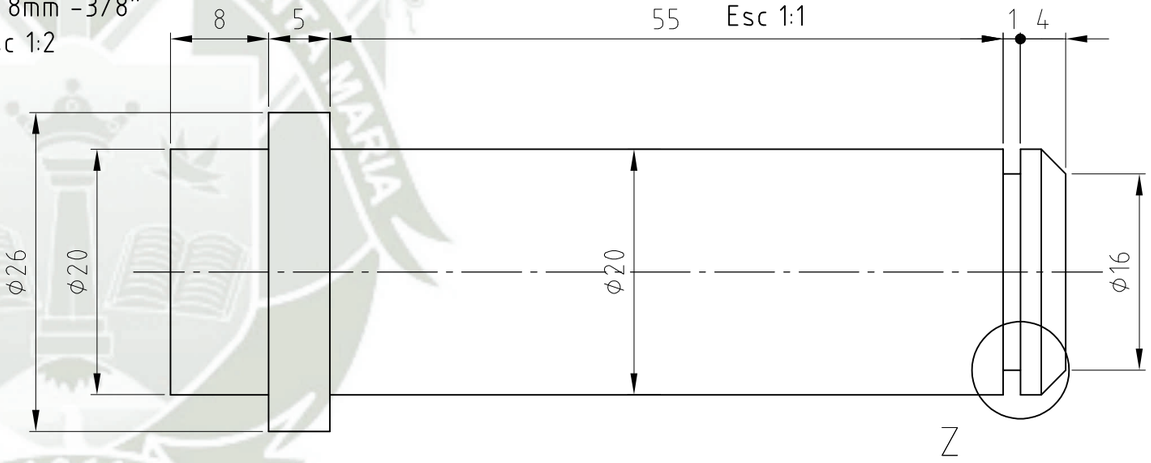
Placa de agujeros
Esc 1:2



Placa agujeros chinos
Espesor: 8mm -3/8"
Esc 1:2



Polea loca mayor
Esc 1:1

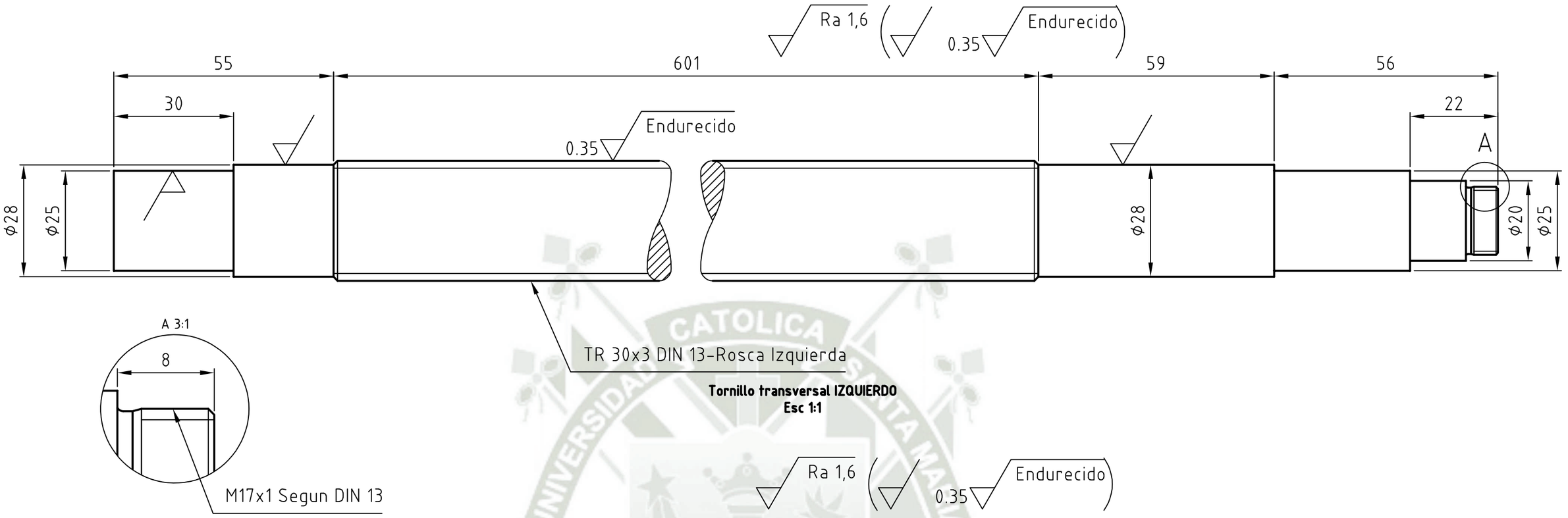


Eje
Esc 1:1

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO: Varios
MATERIAL	Nylon Ertalon 6PLA	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO: Varios
MATERIAL	Alumnio 6061-T	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala: IND	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato: A3 - ISO 216	REFERENCIA: F-DDC-0001 / REV. 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: FABRICACION
Dibujante	02/03/2020 Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: PIEZAS VARIAS
Revisado	10/04/2020 Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020 Ing. M.Carpio	
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS / Página 1/1
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS		



ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 4.1 - 4.4 kg
MATERIAL	ACERO SAE/AISI 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.25mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:1	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-MR-0001 REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

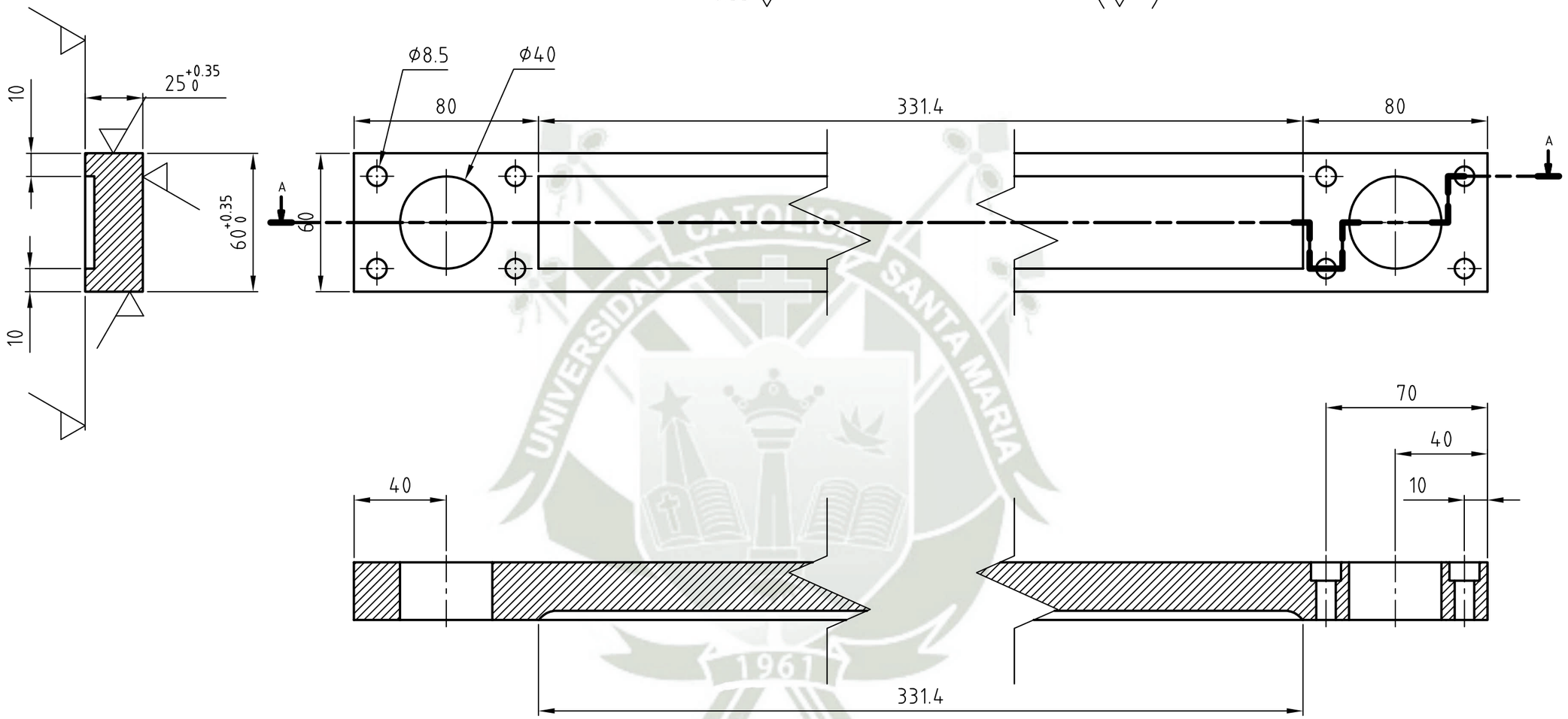
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Tornillos transversales

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

Página 1/12

Rectificado
Endurecimiento superficial
Ra 0,4
0.35



ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 14.97 kg
MATERIAL	ACERO SAE/AISI 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.25mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

Proyeccion: ISO E

Escala 1:2

Tolerancia General: DIN 7168-m-S

Formato A3 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

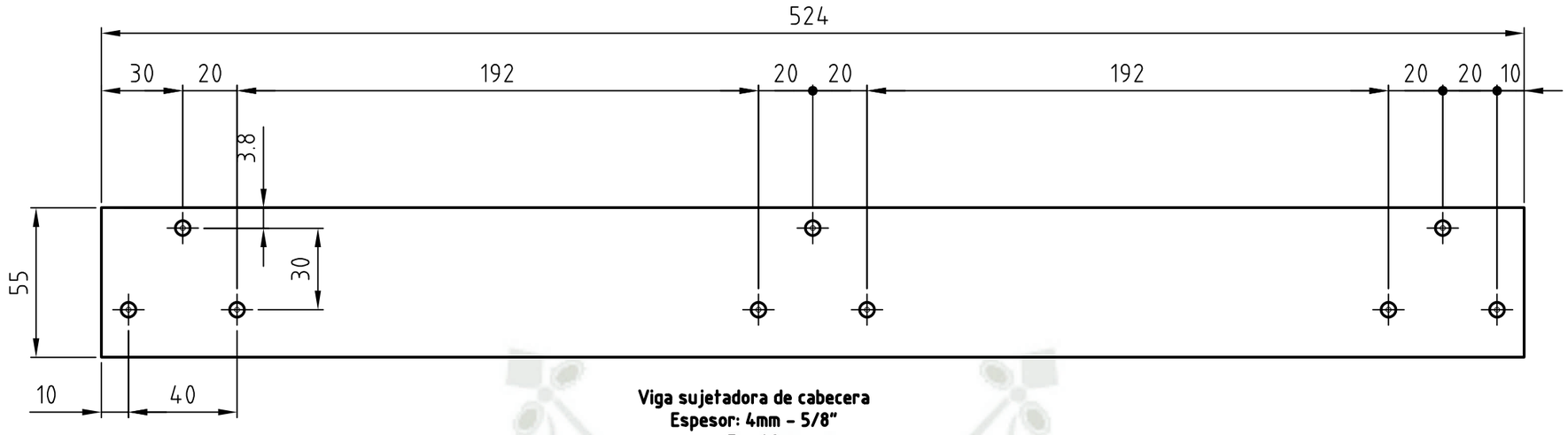
REFERENCIA F-MC-MR-0002 REV. 01

TIPO DE PLANO
FABRICACION

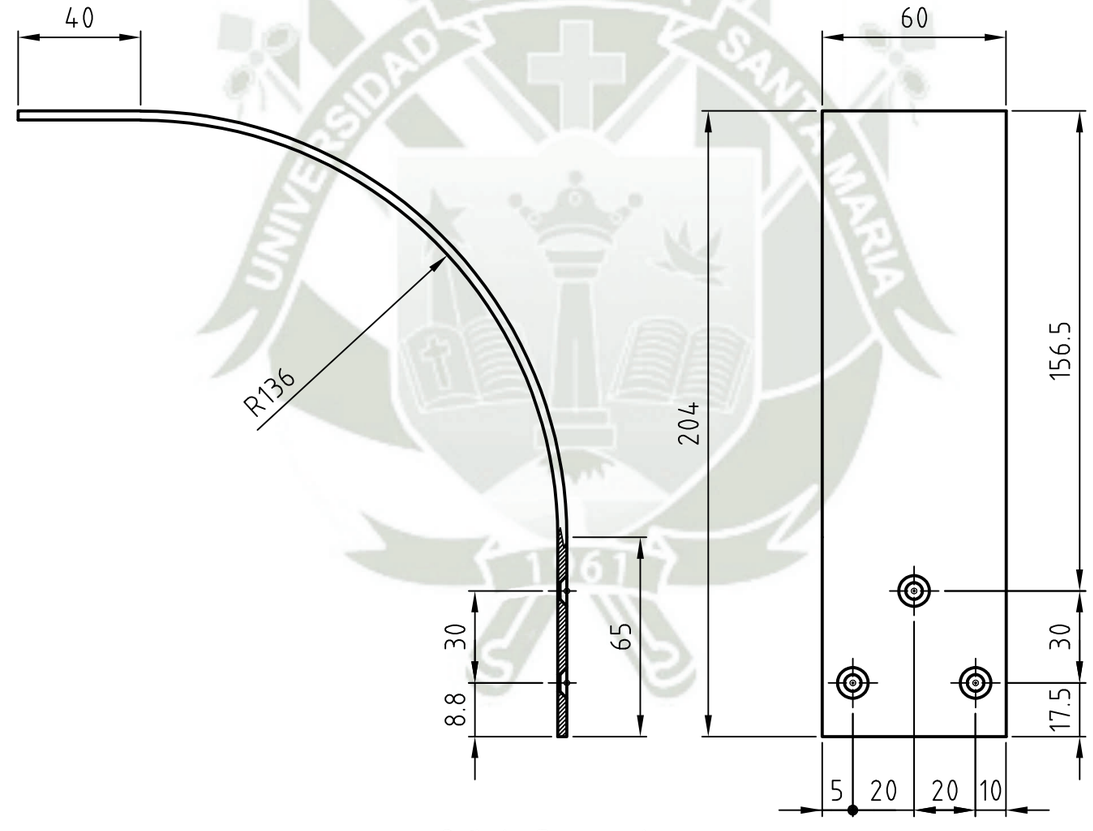
DENOMINACION PARCIAL
Guia transversal fija

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

Página 2/12



Viga sujetadora de cabecera
Espesor: 4mm – 5/8"
Esc 1:2



Deflector Transversal
Espesor: 4mm – 5/8"
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.84 kg
MATERIAL	ACERO INOX AISI 304L	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.42 kg
MATERIAL	ACERO INOX AISI 304L	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

Proyeccion: ISO E		Escala 1:2
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

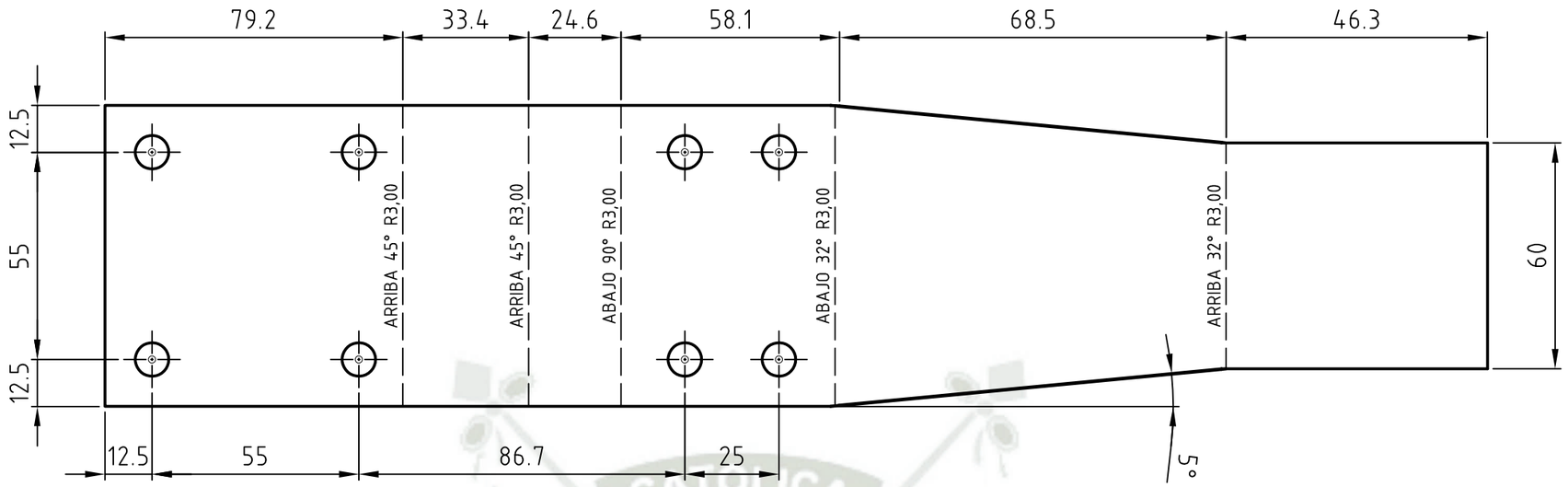
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

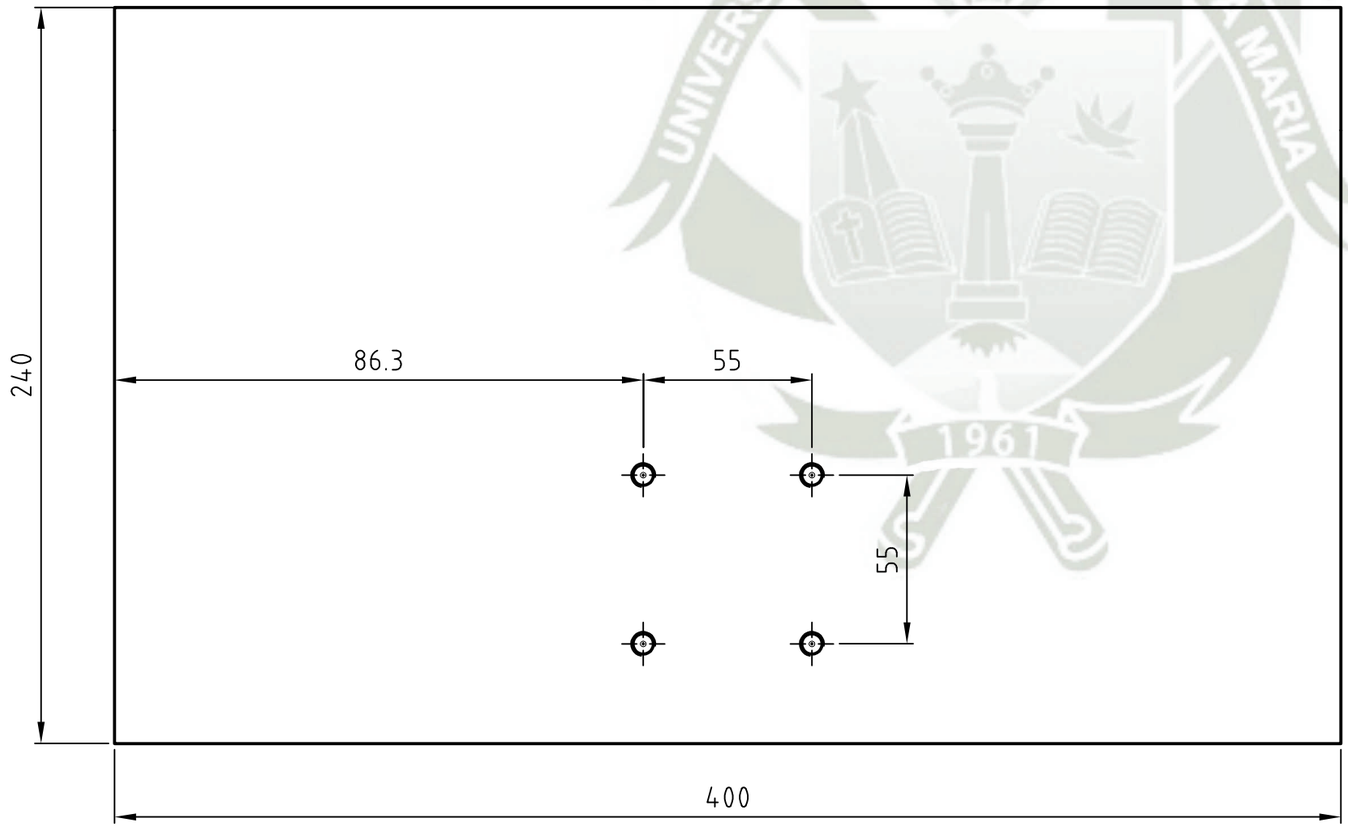
REFERENCIA F-MC-MR-0003 REV. 01

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Piezas de la cabezera I

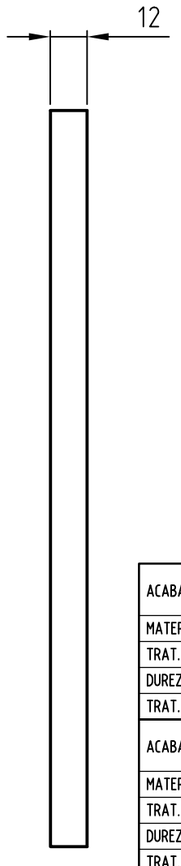
DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



Sujetador de cabecera
Espesor: 3mm
Esc 1:2



Cabecera transversal
Esc 1:2



ACABADO SUP.	UNE 1 - 037	PESO 0.58 kg
MATERIAL	ACERO INOX AISI 304L	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	ISO 13715

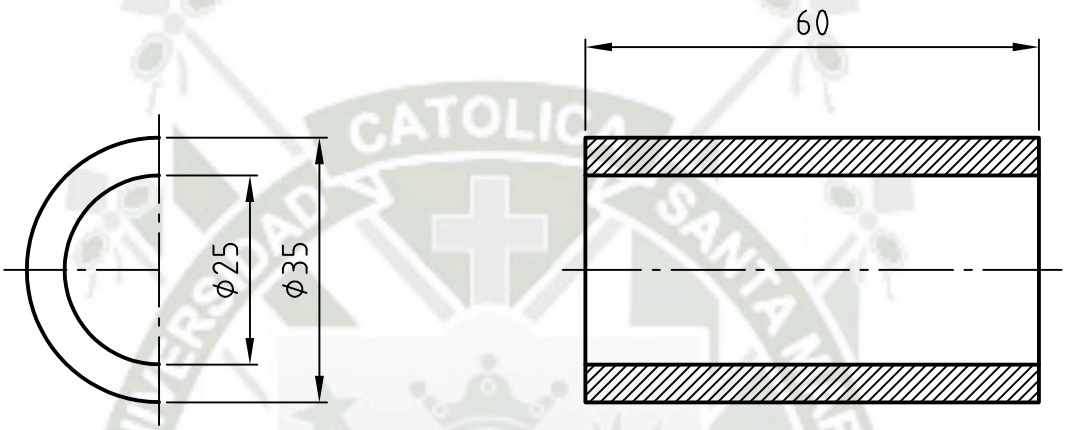
ACABADO SUP.	UNE 1 - 037	PESO 2.59 kg
MATERIAL	NYLON Ertalon 6PLA	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	ISO 13715

Proyeccion: ISO E		Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-MR-0004 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL Piezas de la cabezera II
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.23 kg
MATERIAL	Bronce SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-MR-0005 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

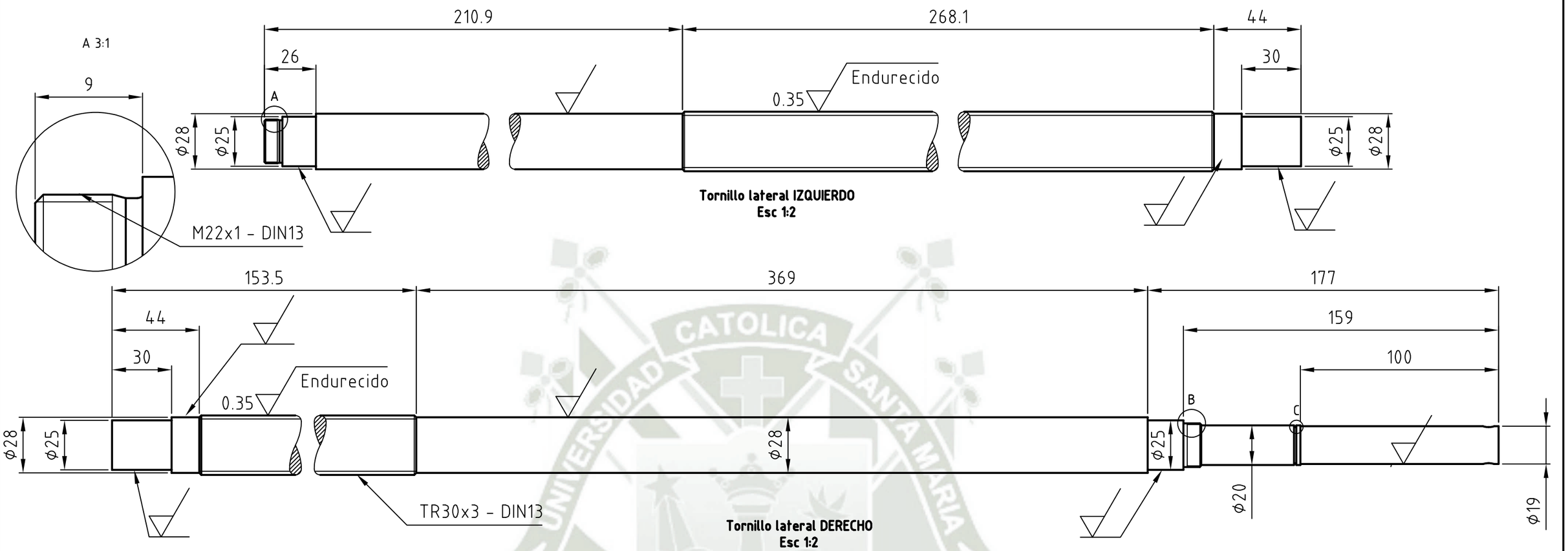
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Buje de acople

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 21.5 kg
MATERIAL	ACERO SAE/AISI 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 1 mm	
TRAT. SUPERFICIAL	CROMADO	

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 5.65-6.02 kg
MATERIAL	ACERO SAE/AISI 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.25mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

Proyeccion: ISO E

Escala 1:2

Tolerancia General: DIN 7168-m-S

Formato A3 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

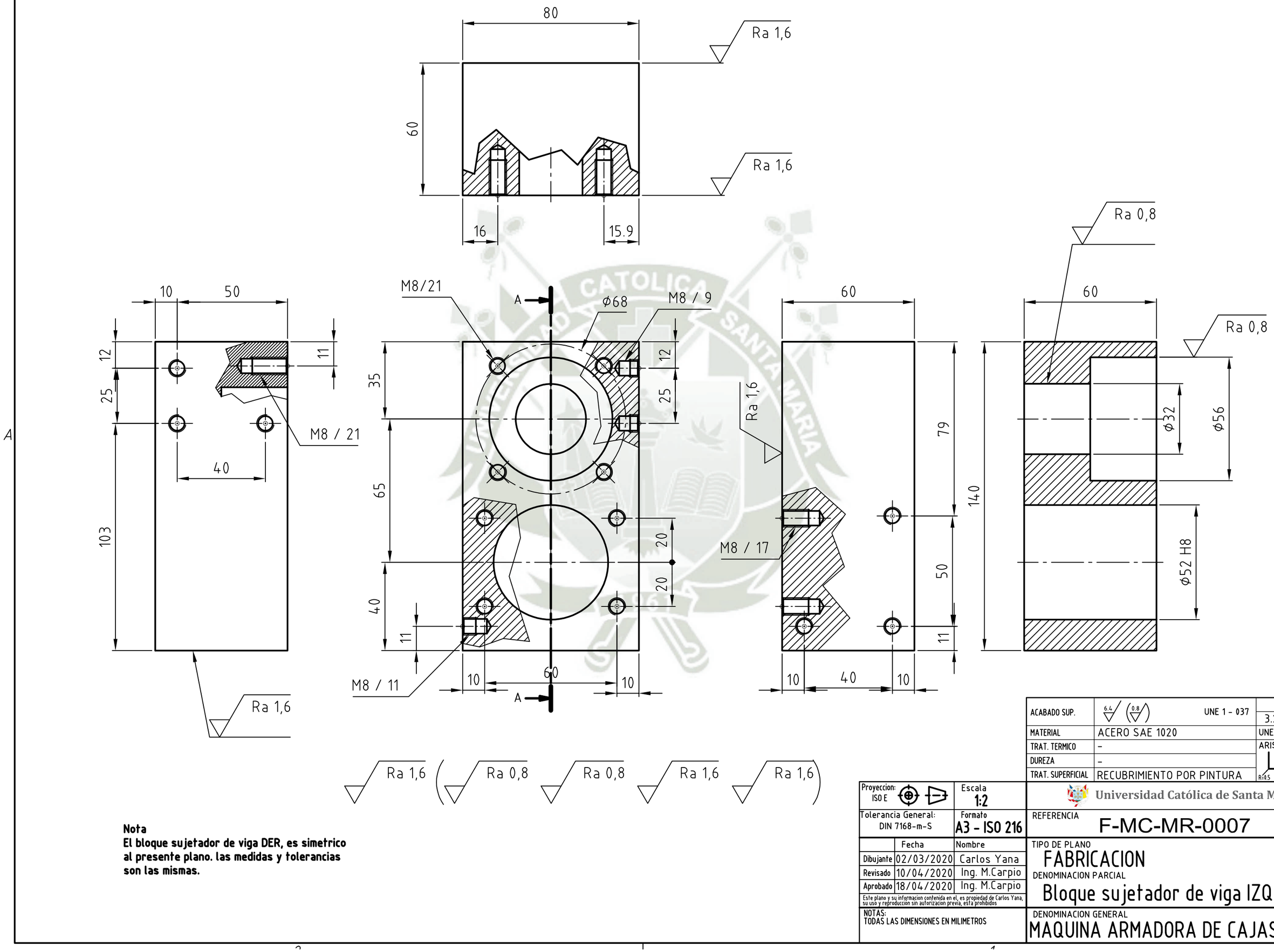
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-MC-MR-0006 REV. 01

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Tornillo y eje laterales

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



Nota
El bloque sujetador de viga DER, es simetrico al presente plano. las medidas y tolerancias son las mismas.

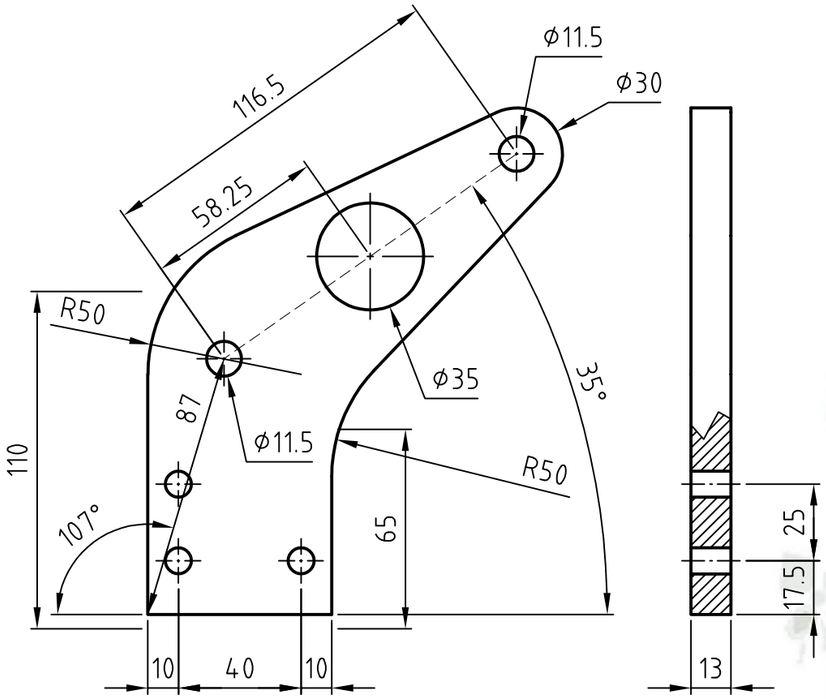
ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 3.25 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 / R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-MC-MR-0007 / REV. 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: FABRICACION
Dibujante	02/03/2020 Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: Bloque sujetador de viga IZQ
Revisado	10/04/2020 Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020 Ing. M.Carpio	

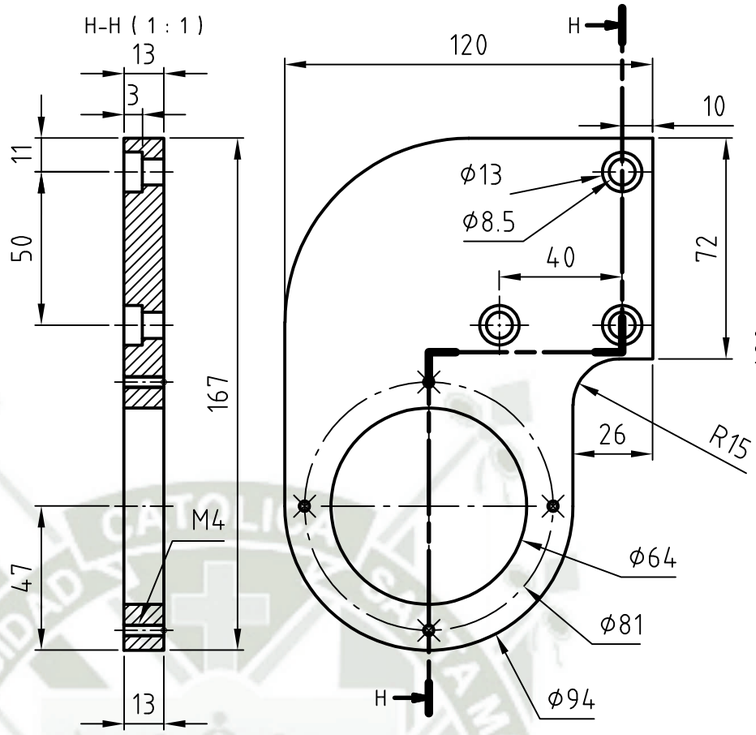
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, está prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

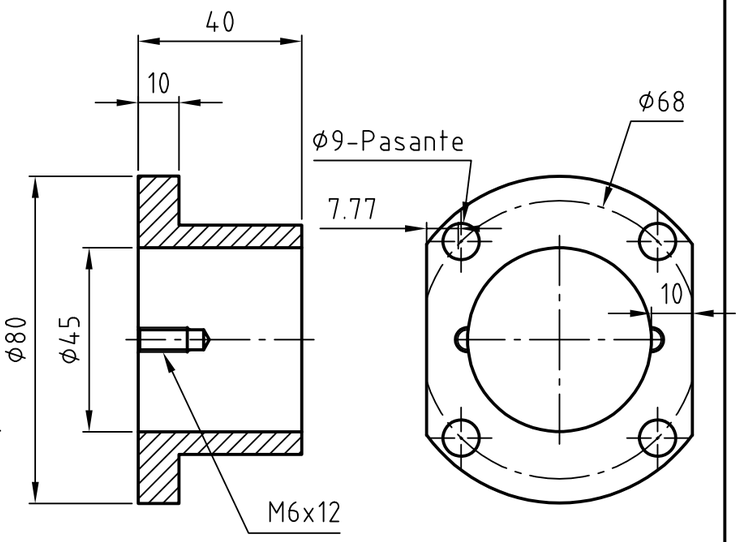
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



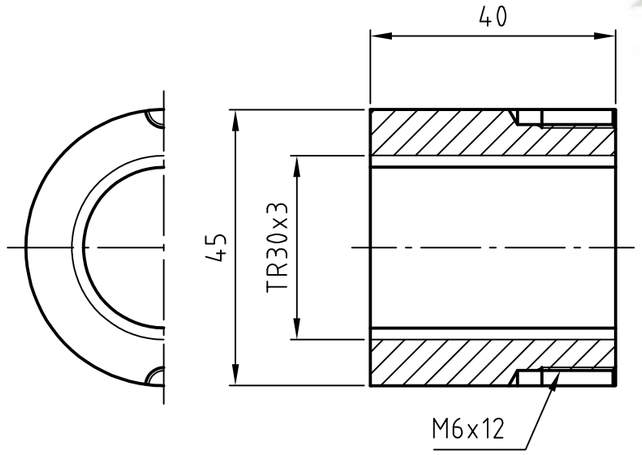
SUJETADOR DE CHUMACERA
Esc 1:2



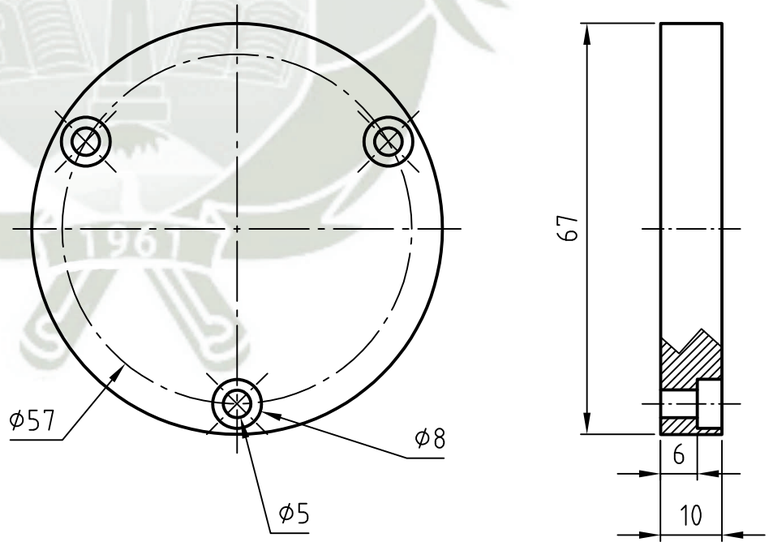
PLACA DE UNIÓN DE SOPORTE DE RODAMIENTO
Esc 1:2



BUJE
Esc 1:2



MANGUITO
Esc 1:2



TAPA DE SOPORTE IZQ
Esc 1:2

Ra 1,6

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.90 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	
ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 1.16 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	
ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.39 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	
ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.30 kg
MATERIAL	Bronce SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	
ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.25 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	

Proyeccion: ISO E		Escala	IND.
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato	A3 - ISO 216
	Fecha	Nombre	
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

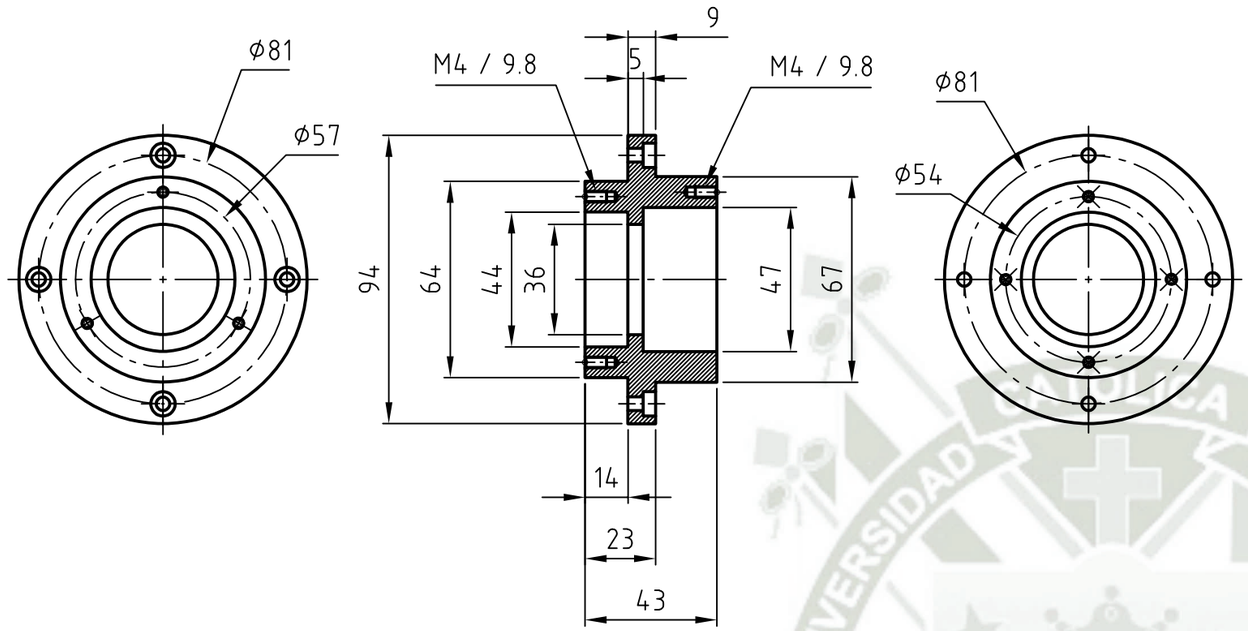
Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-MC-MR-0008 | REV. 01

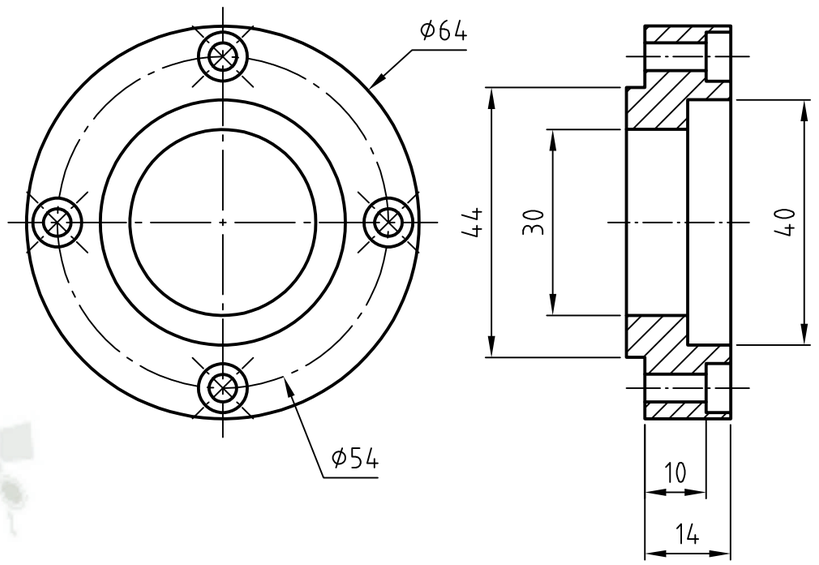
TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Piezas varias

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

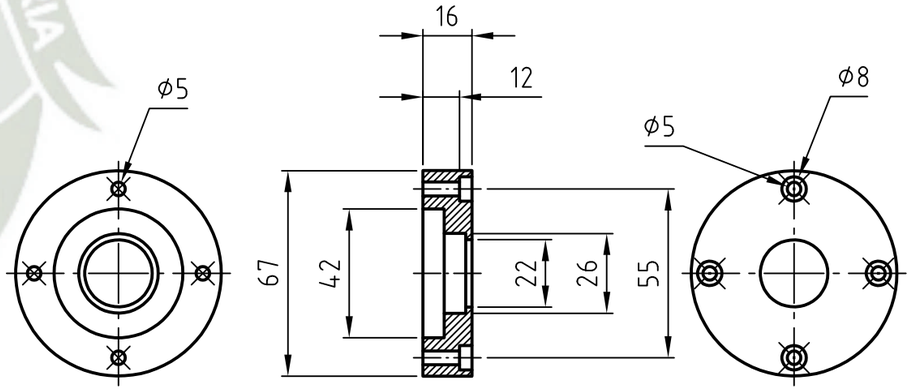
SOPORTE DE RODAMIENTO IZQ
Esc 1:2



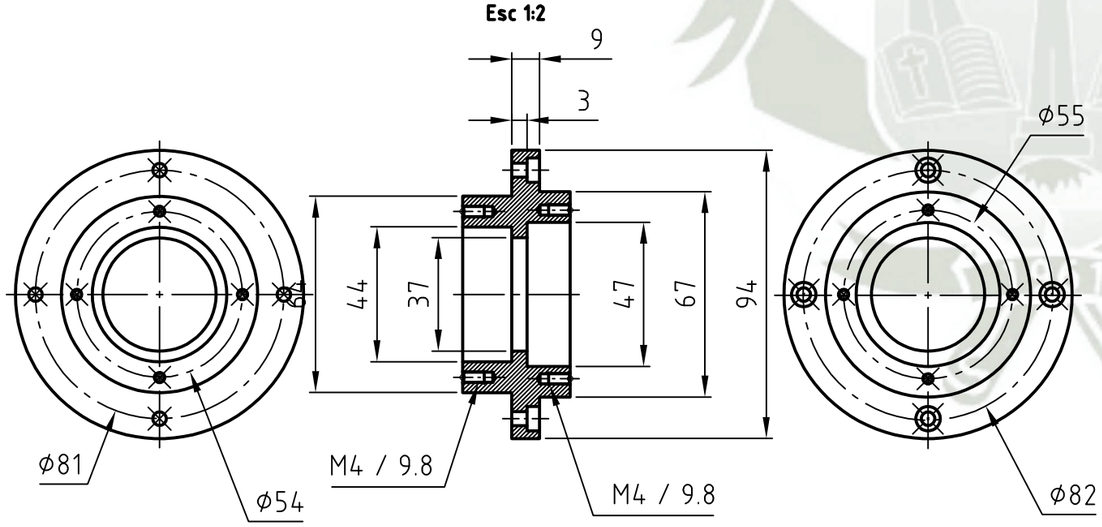
CONTRATAPA DE SOPORTE IZQ
Esc 1:2



TAPA DE SOPORTE DER
Esc 1:2



SOPORTE DE RODAMIENTO DER
Esc 1:2



ACABADO SUP.	6.4 / 0.8 UNE 1 - 037	PESO Prom: 1.18 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	R=0.5 R=0.5 ISO 13715

Ra 1,6

ACABADO SUP.	6.4 / 0.8 UNE 1 - 037	PESO Prom: 0.25 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	R=0.5 R=0.5 ISO 13715

Proyeccion: ISO E		Escala IND.
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

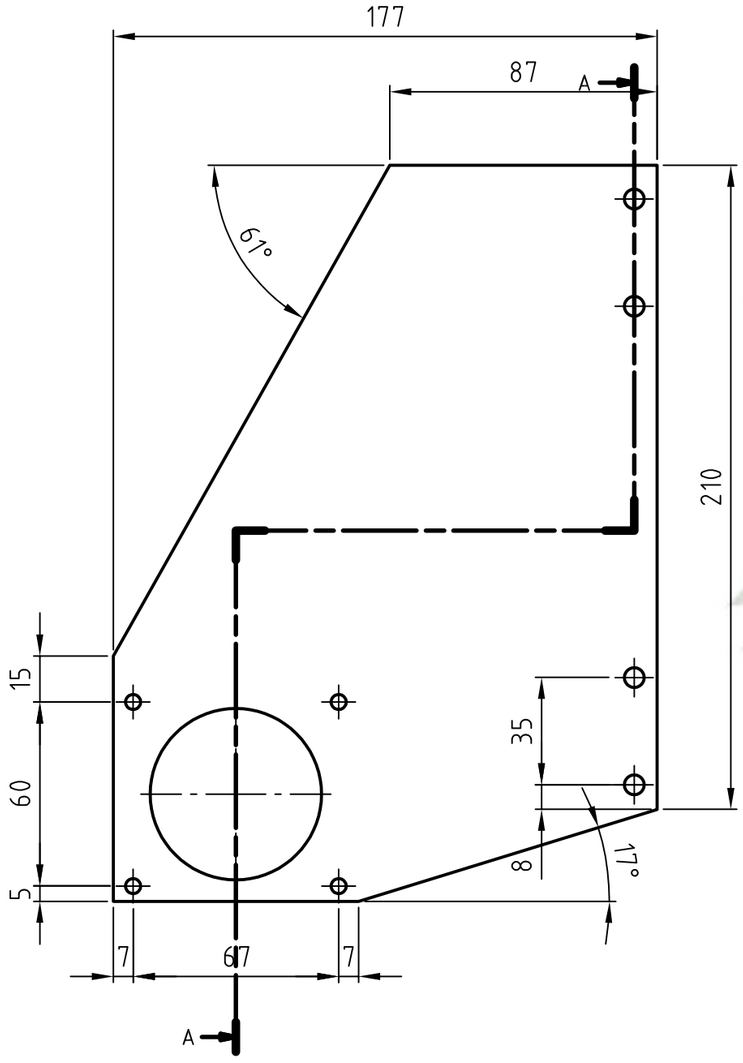
Universidad Católica de Santa Maria

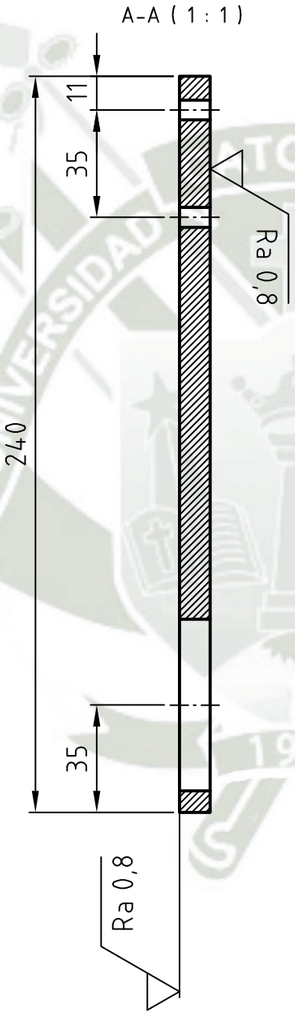
REFERENCIA F-MC-MR-0009 REV. 01

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Soporte des rodamiento y tapas

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

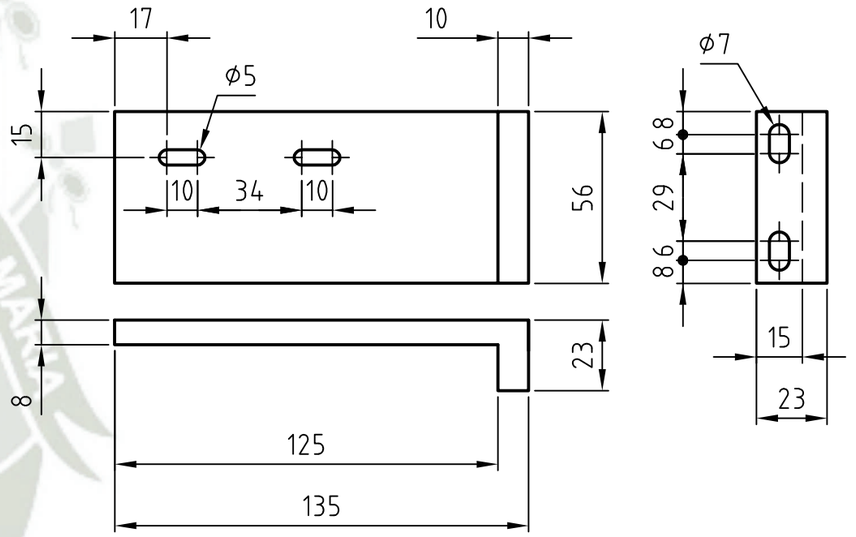
Ra 0,8 (Ra 0,8)





SOPORTE DE ACTUADOR GIRATORIO
Esc 1:2

Ra 0,8 (Ra 0,8)



PLACA DE SOPORTE
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.84 kg
MATERIAL	Alumnio 6061-T	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	PULIDO	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.24 kg
MATERIAL	Alumnio 6061-T	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	PULIDO	

Proyeccion: ISO E		Escala IND.
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

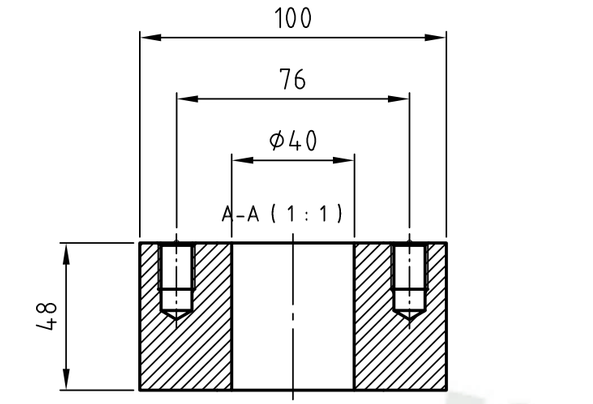
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

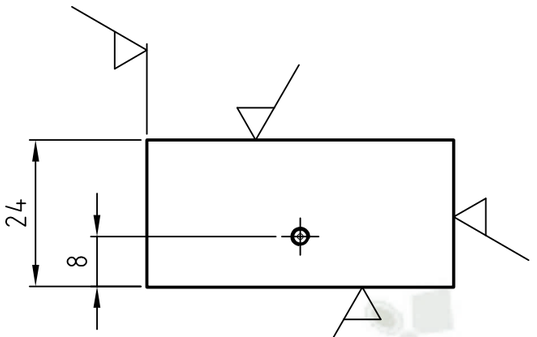
Universidad Católica de Santa Maria

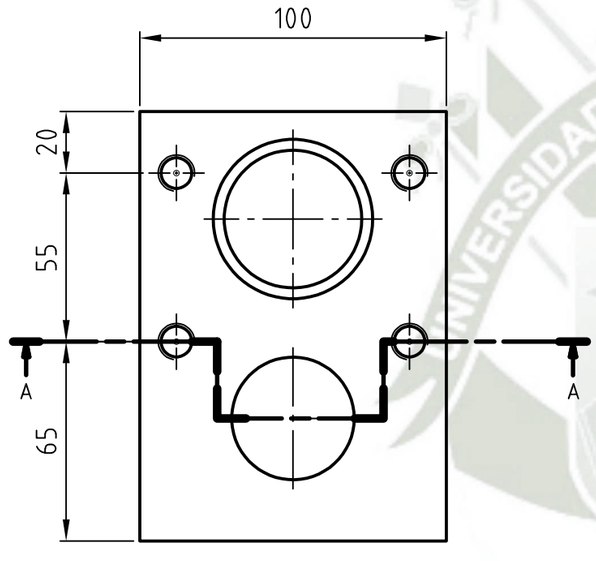
REFERENCIA F-MC-MR-0010 | REV. 01

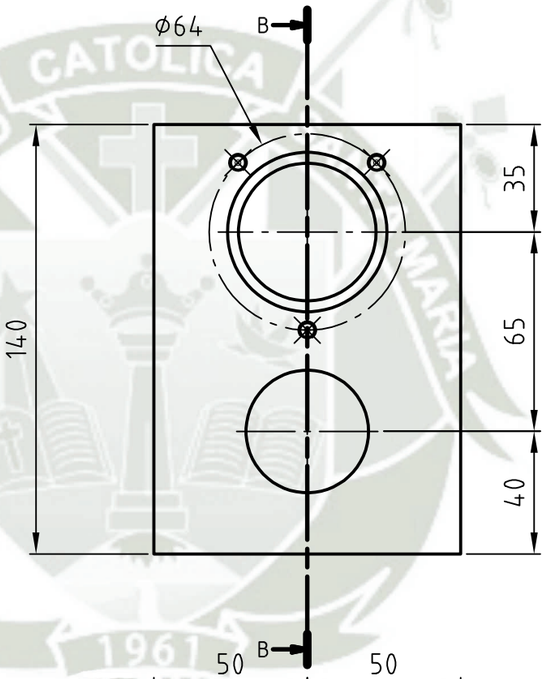
TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Placas de soporte

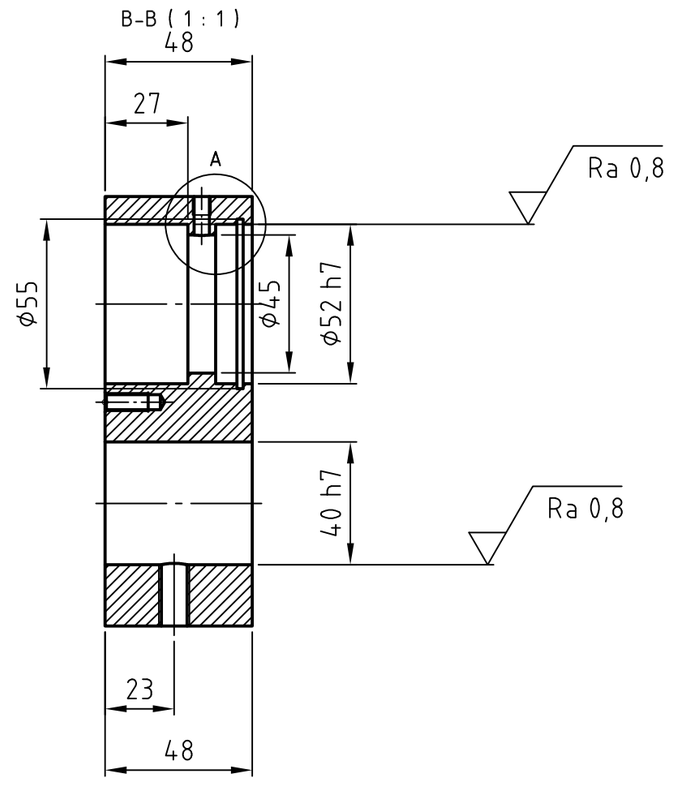
DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

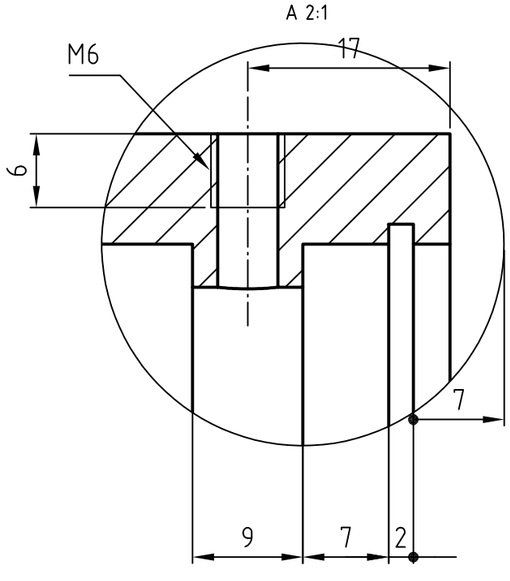












Ra 1,6 (Ra 0,8)

Ra 0,8

Ra 0,8

ACABADO SUP.	UNE 1 - 037	PESO 3.67 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E

Escala: IND.

Tolerancia General: DIN 7168-m-S

Formato: A3 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-MC-MR-0011 REV. 01

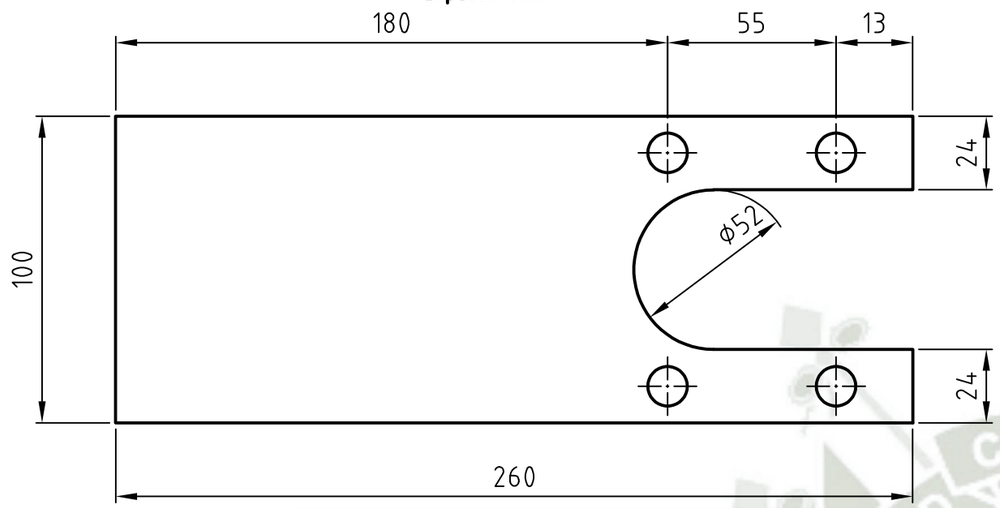
TIPO DE PLANO: FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL: Bloques

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

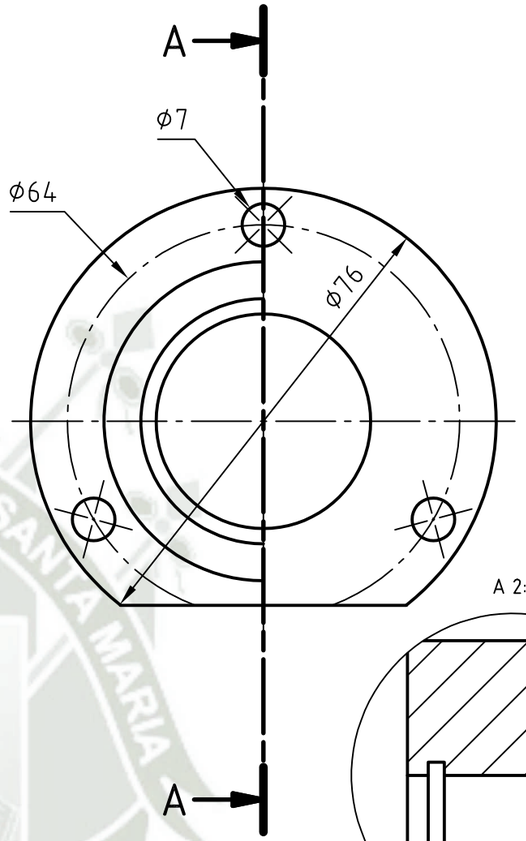
Página 11/12

CHAPA DE SUJECIÓN
Esc 1:2
Espesor: 8mm

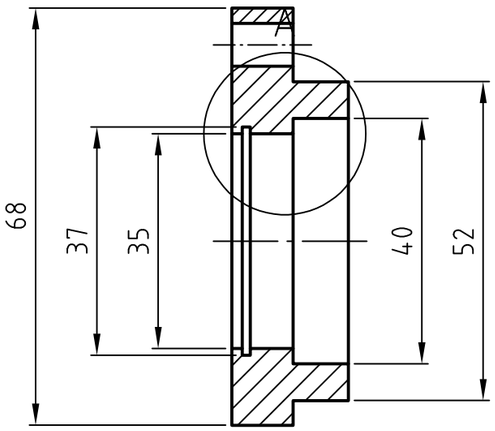


ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 1.23 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS
DUREZA	–	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	

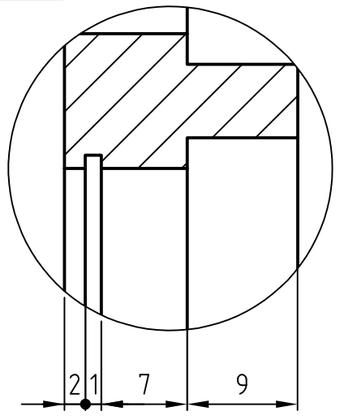
TAPA DE FIJACIÓN DER
Esc 1:2



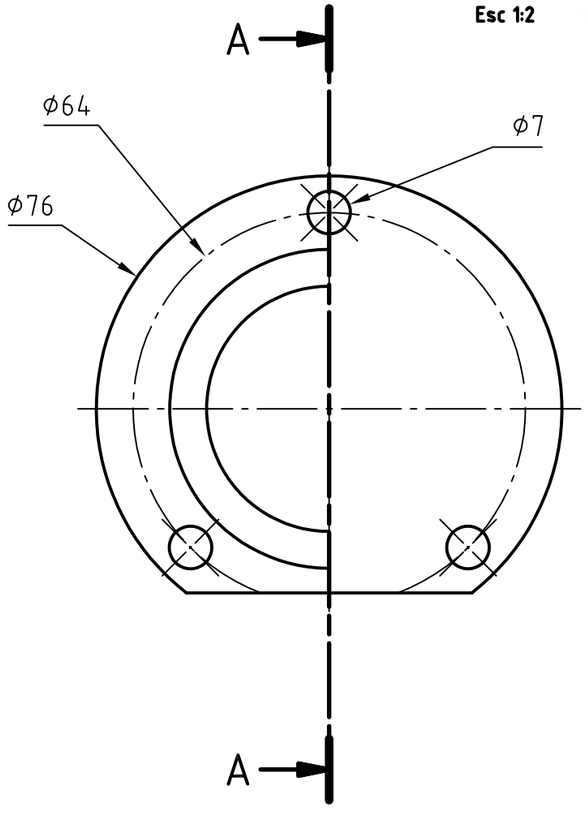
A-A (1 : 1)



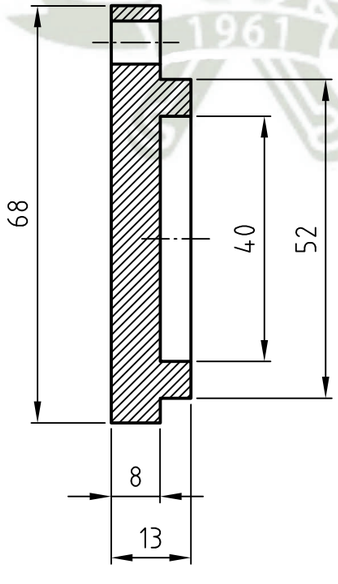
A 2:1



TAPA DE FIJACIÓN IZQ
Esc 1:2



A-A (1 : 1)



ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.30 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS
DUREZA	–	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.27 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS
DUREZA	–	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	

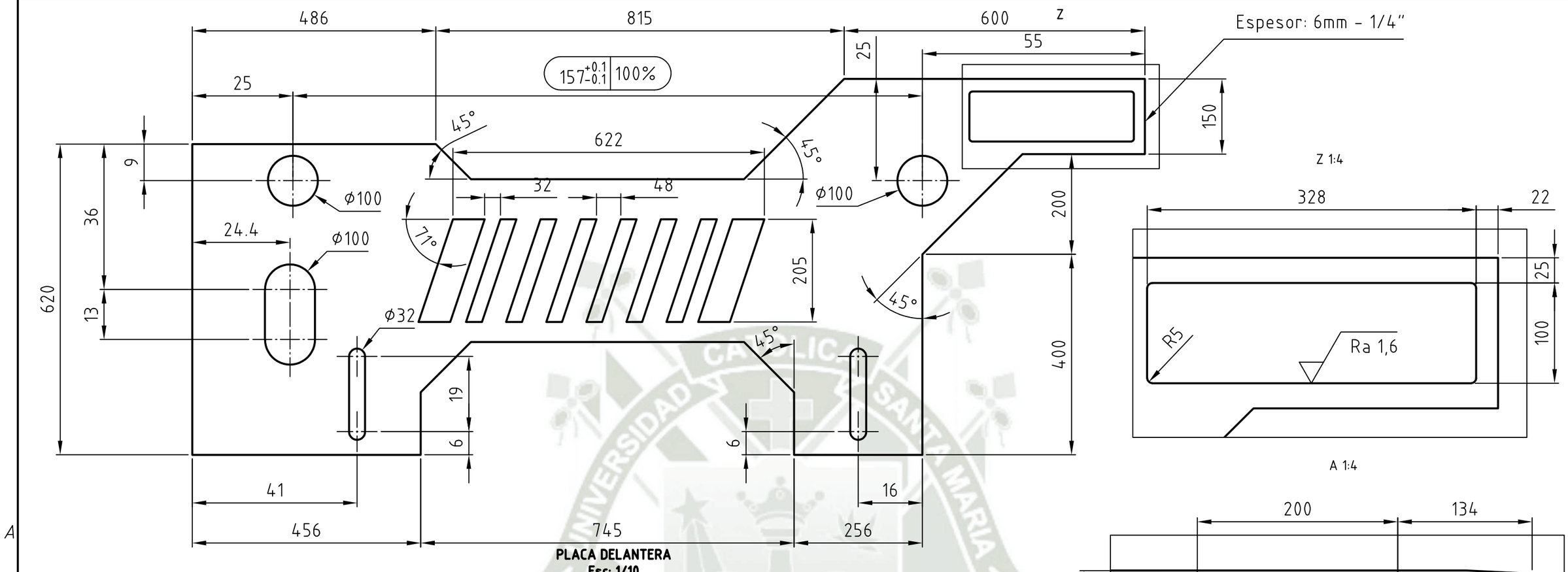
Proyeccion: ISO E		Escala IND.
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA	F-MC-MR-0012
REV.	01
TIPO DE PLANO	FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL	Sujecion y tapas de fijacion
DENOMINACION GENERAL	MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
Página	12/12



ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 33.4 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	ARENADO Y PINTADO	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 27.1 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	ARENADO Y PINTADO	

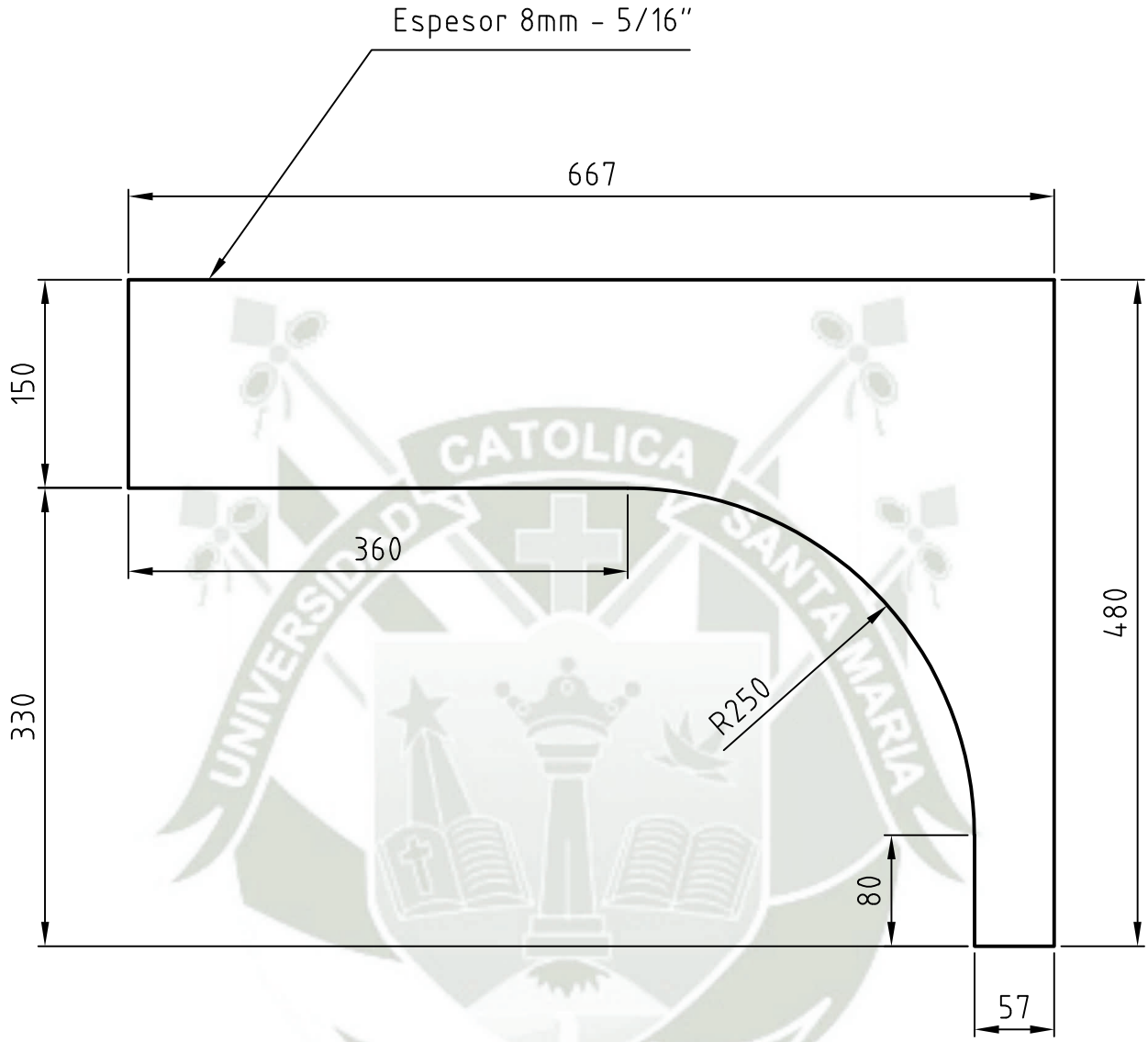
Proyeccion: ISO E		Escala IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-TM-0001 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL Placas principales
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

Página 1/4



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 8.32 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	SIN TRATAMIENTO	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	ARENADO Y PINTADO	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:5	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-TM-0002 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

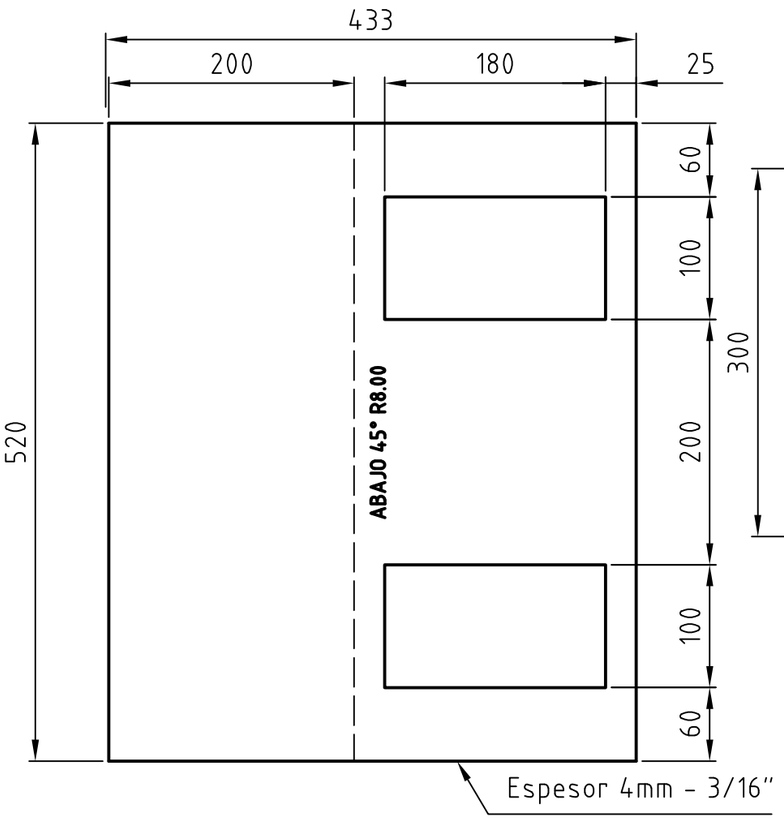
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

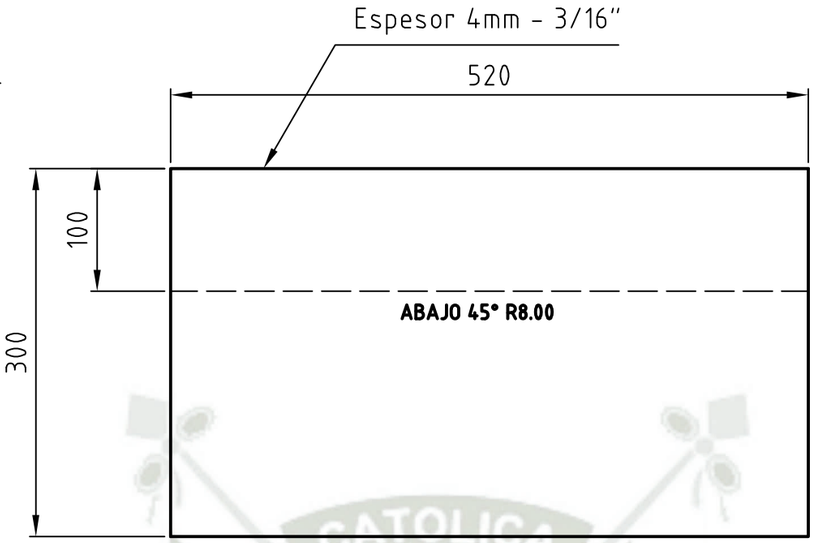
TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Placa de arriostre

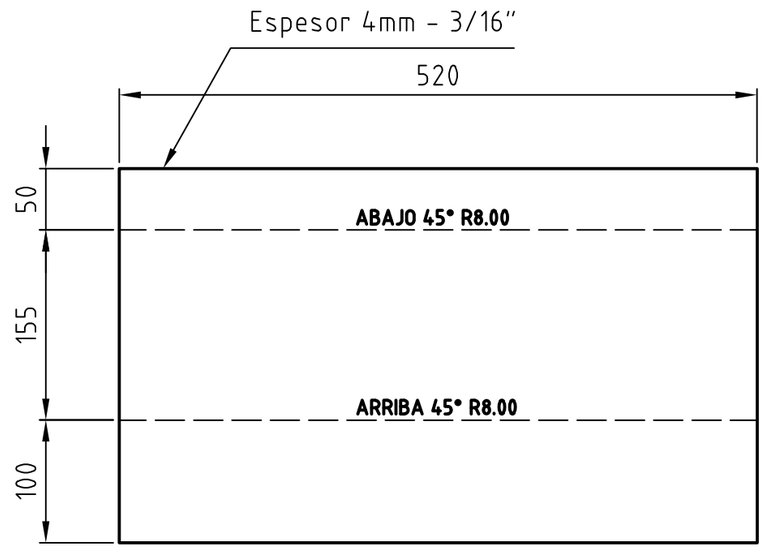
DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



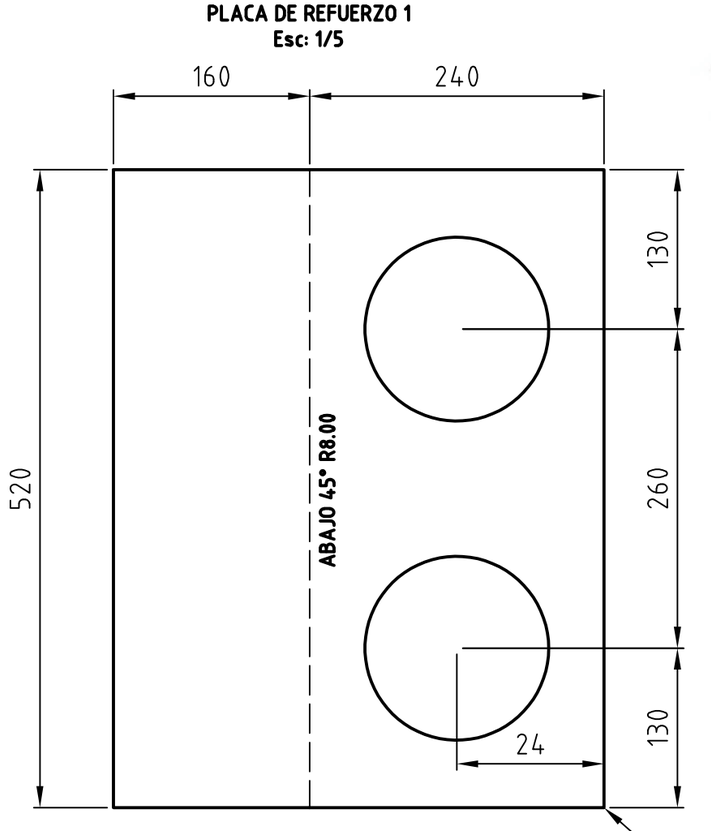
PLACA DE REFUERZO 1
Esc: 1/5



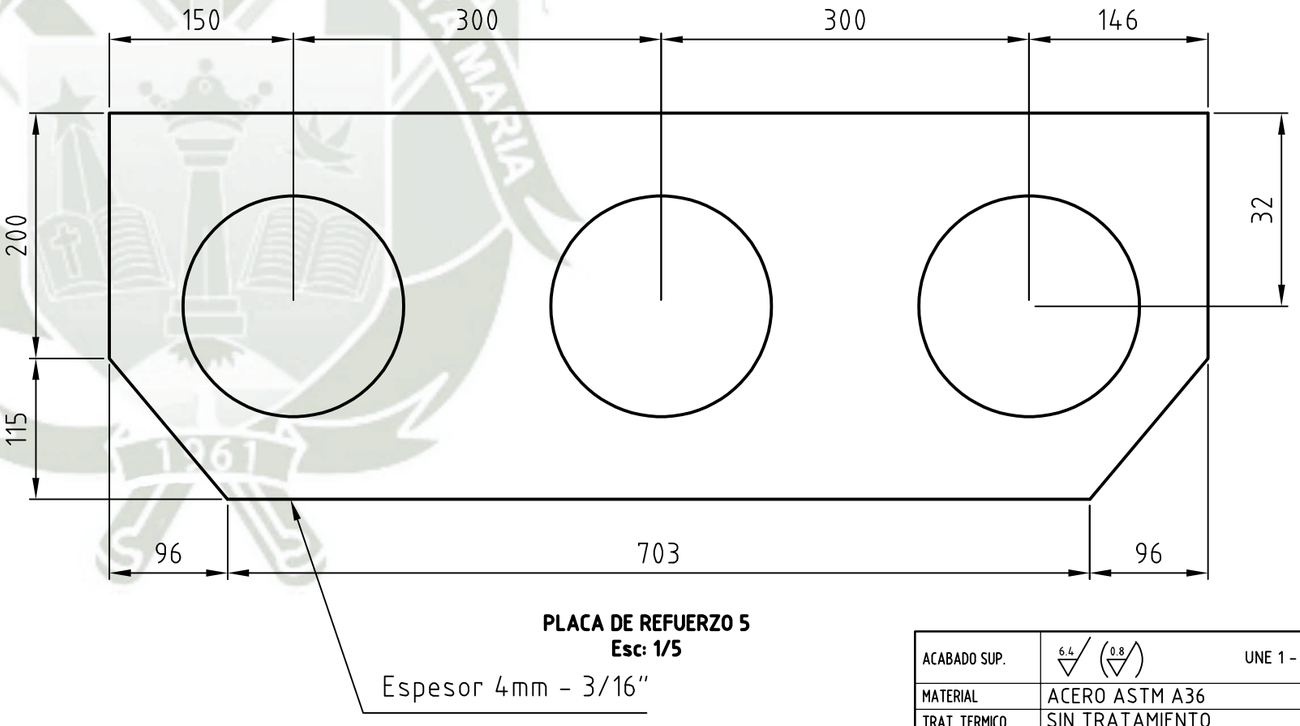
PLACA DE REFUERZO 2
Esc: 1/5



PLACA DE REFUERZO 3
Esc: 1/5



PLACA DE REFUERZO 4
Esc: 1/5



PLACA DE REFUERZO 5
Esc: 1/5

ACABADO SUP.	UNE 1 - 037	PESO: Varios
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	SIN TRATAMIENTO	ARISTAS: ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	ARENADO Y PINTADO	

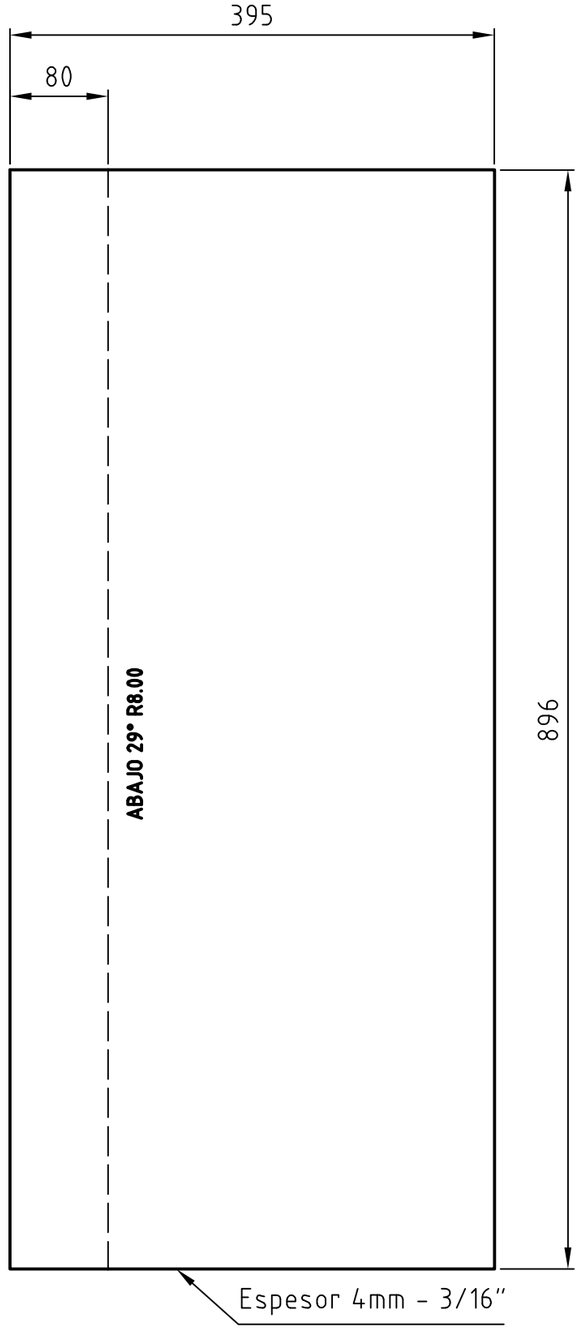
Proyeccion: ISO E	Escala: IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato: A3 - ISO 216	REFERENCIA: F-TM-0003 / REV.: 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

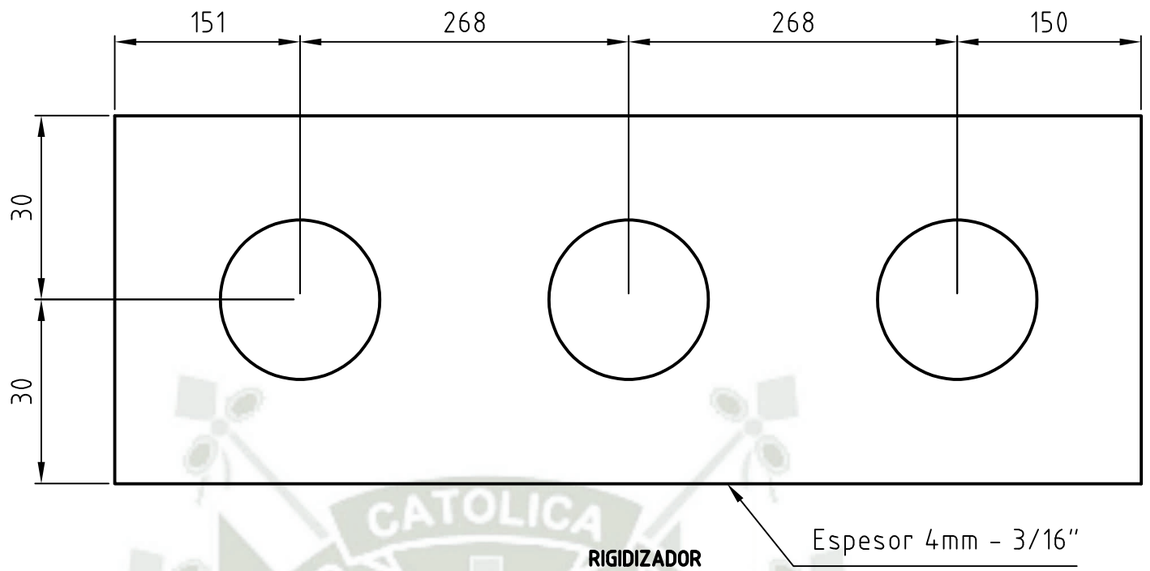
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

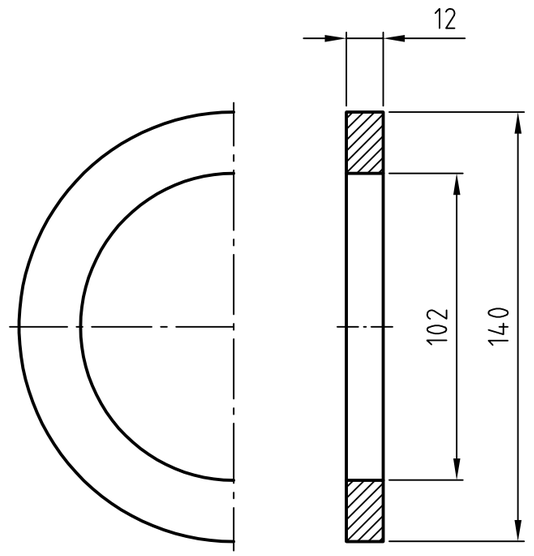
TIPO DE PLANO: FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL: Placas de refuerzo
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
Página: 2/4



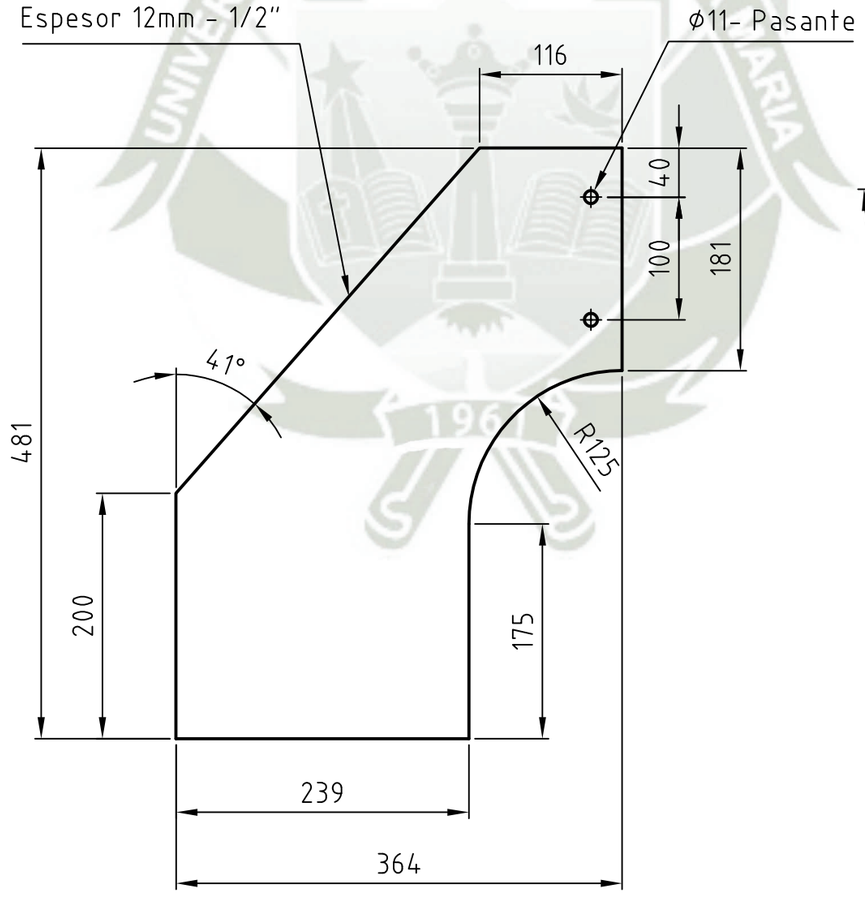
PLACA DE REFUERZO 6
Esc: 1/5



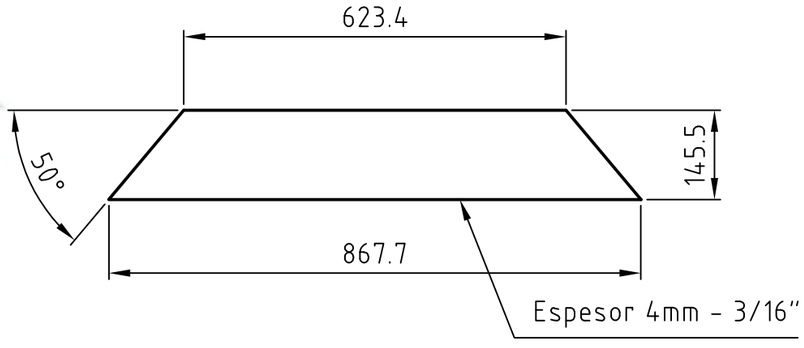
RIGIDIZADOR
Esc: 1/5



REFUERZO PARA SOPORTE DE RODAMIENTO
Esc: 1/5



PLACA DE REFUERZO 7
Esc: 1/5



PLACA DE REFUERZO A
Esc: 1:10

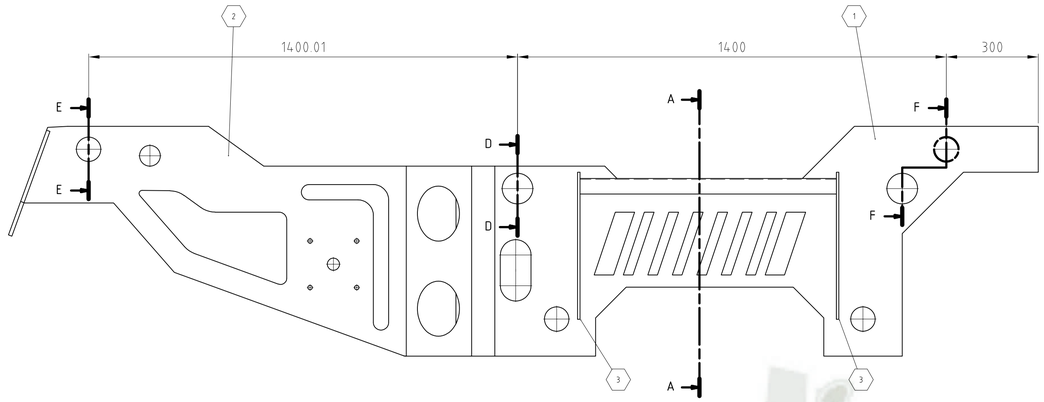
ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO: varios
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	SIN TRATAMIENTO	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	ARENADO Y PINTADO	

Proyeccion: ISO E		Escala: IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato: A3 - ISO 216	REFERENCIA: F-TM-0004 / REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: Piezas de refuerzo
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	

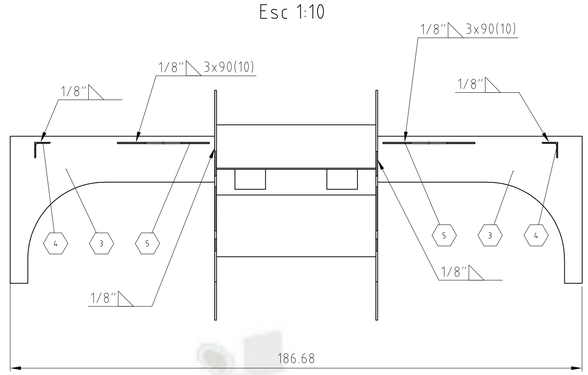
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

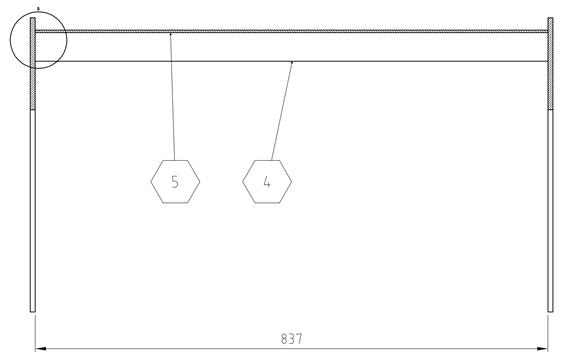
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

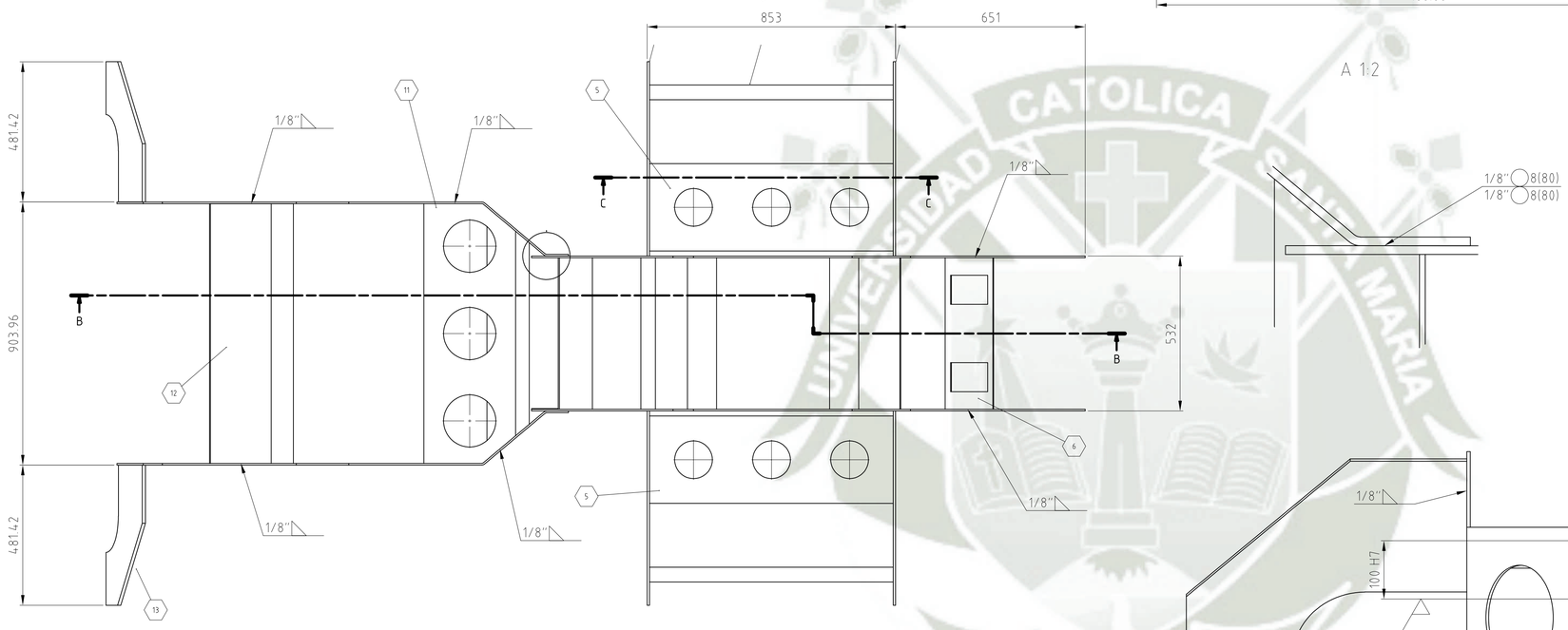


SECCION A-A
Esc 1:10

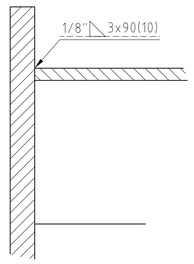


SECCION C-C
Esc 1:5



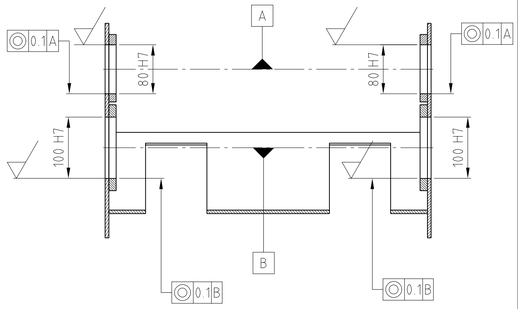


A 1:2

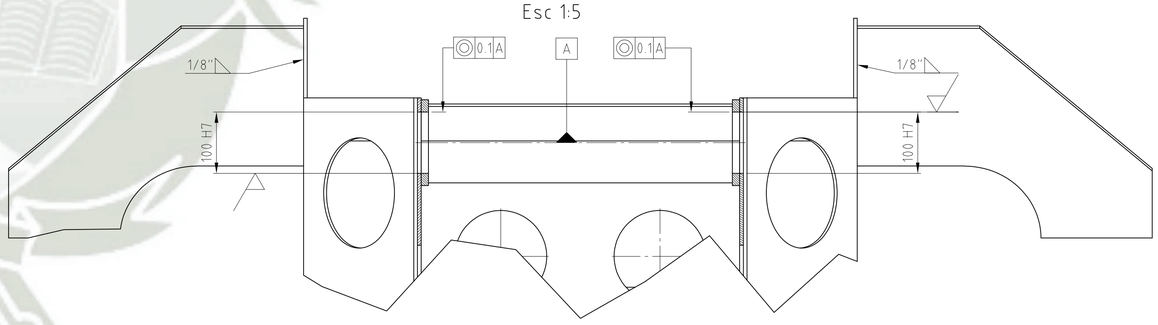


B 1:1

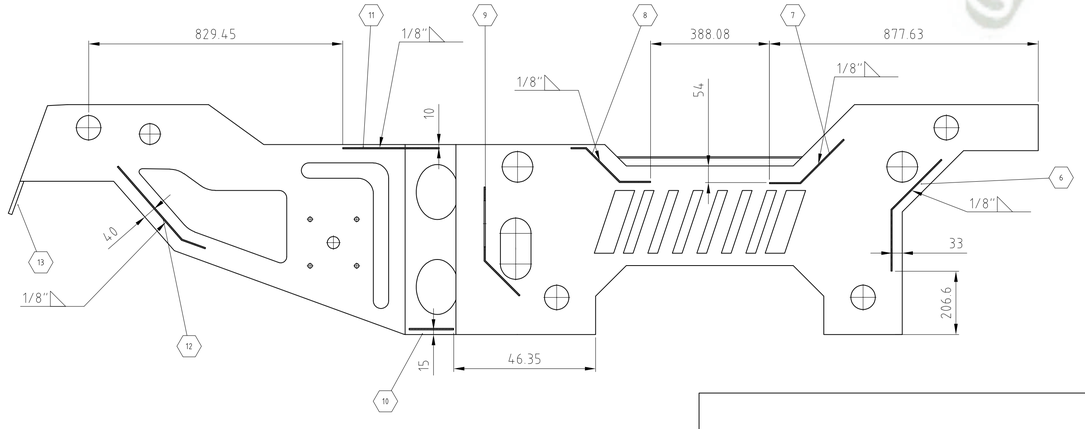
SECCION F-F
Esc 1:5



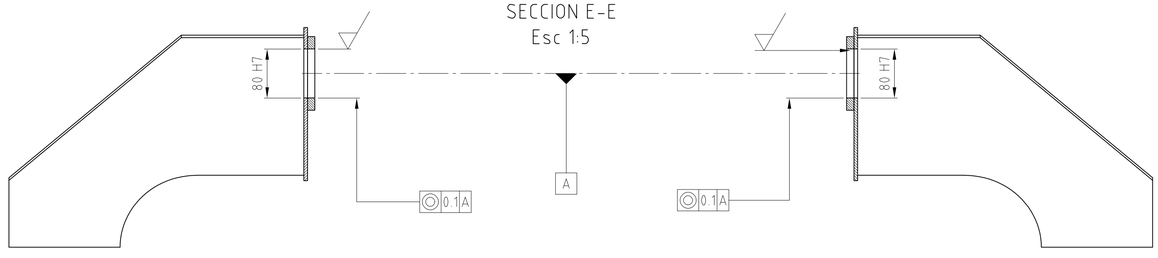
SECCION D-D
Esc 1:5



SECCION B-B
Esc 1:10



SECCION E-E
Esc 1:5



Notas:

1. Todas las dimensiones son en milímetros a excepciones indicadas
2. El acabo superficial es N6 (0.8 Ra) en los alojamientos de rodamientos
3. Realizar mandrinado después del proceso de montaje (soldadura) entre alojamientos para asegurar tolerancia de coaxialidad.

Lista de piezas

Elemento	Ctdad	Descripción	Material
13	1	Placa de refuerzo 7	ASTM A36
12	1	Placa de refuerzo 6	ASTM A36
11	1	Placa de refuerzo 5	ASTM A36
10	1	Placa de refuerzo A	ASTM A36
9	1	Placa de refuerzo 4	ASTM A36
8	1	Placa de refuerzo 3	ASTM A36
7	1	Placa de refuerzo 2	ASTM A36
6	1	Placa de refuerzo 1	ASTM A36
5	2	Rigidizador	ASTM A36
4	2	A36 - L2x2 1/8	ASTM A36
3	4	Placa de arriostre	ASTM A36
2	2	Placa posterior	ASTM A36
1	2	Placa delantera	ASTM A36

Proyeccion: ISO E
Escala: IND.
Tolerancia General: DIN 7168-m-S
Formato: A1 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	06/03/2020	Carlos Yana
Revisado	16/04/2020	Ing. M. Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M. Carpio

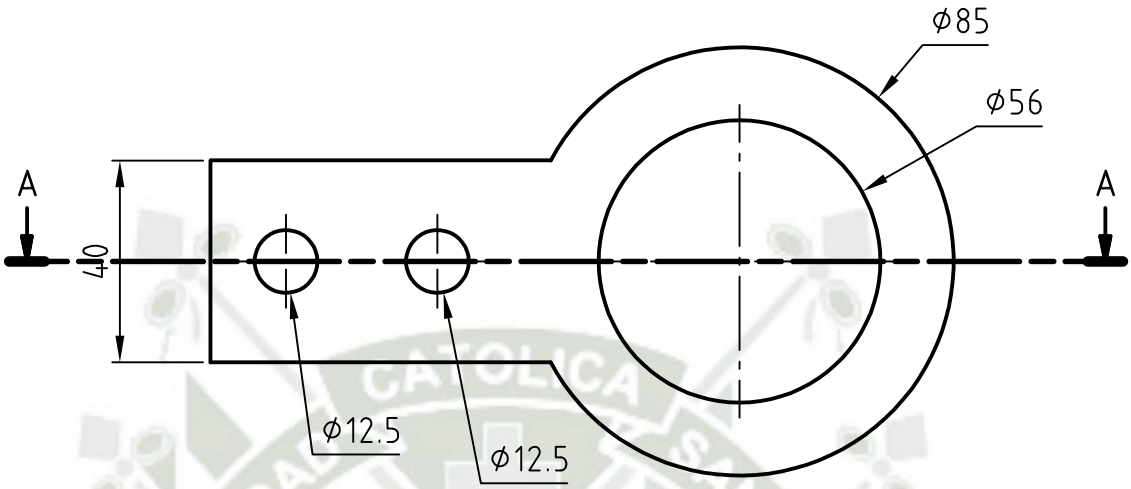
Este plano y su información contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su reproducción sin autorización previa, está prohibida

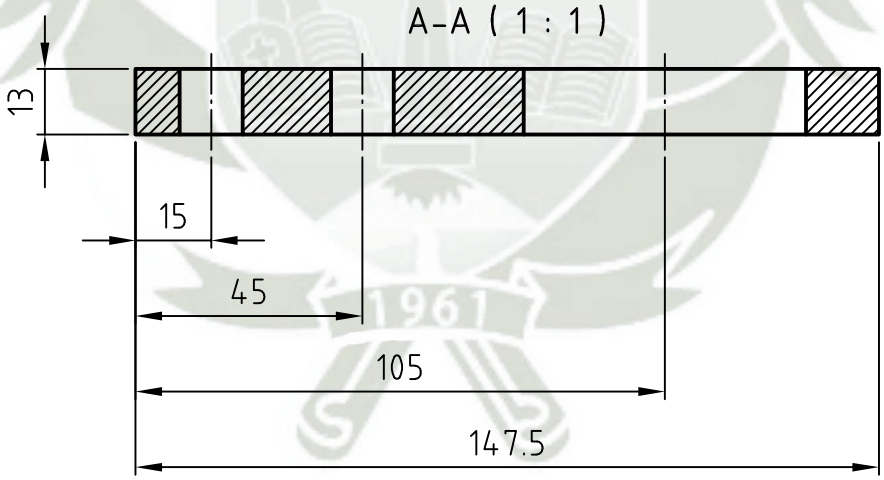
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA: F-TM-0005
REV.: 01

TIPO DE PLANO: FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL: SOLDADURA-BASTIDOR DE PLACAS
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
Página: 1/1





ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.53 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-RG-0001 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

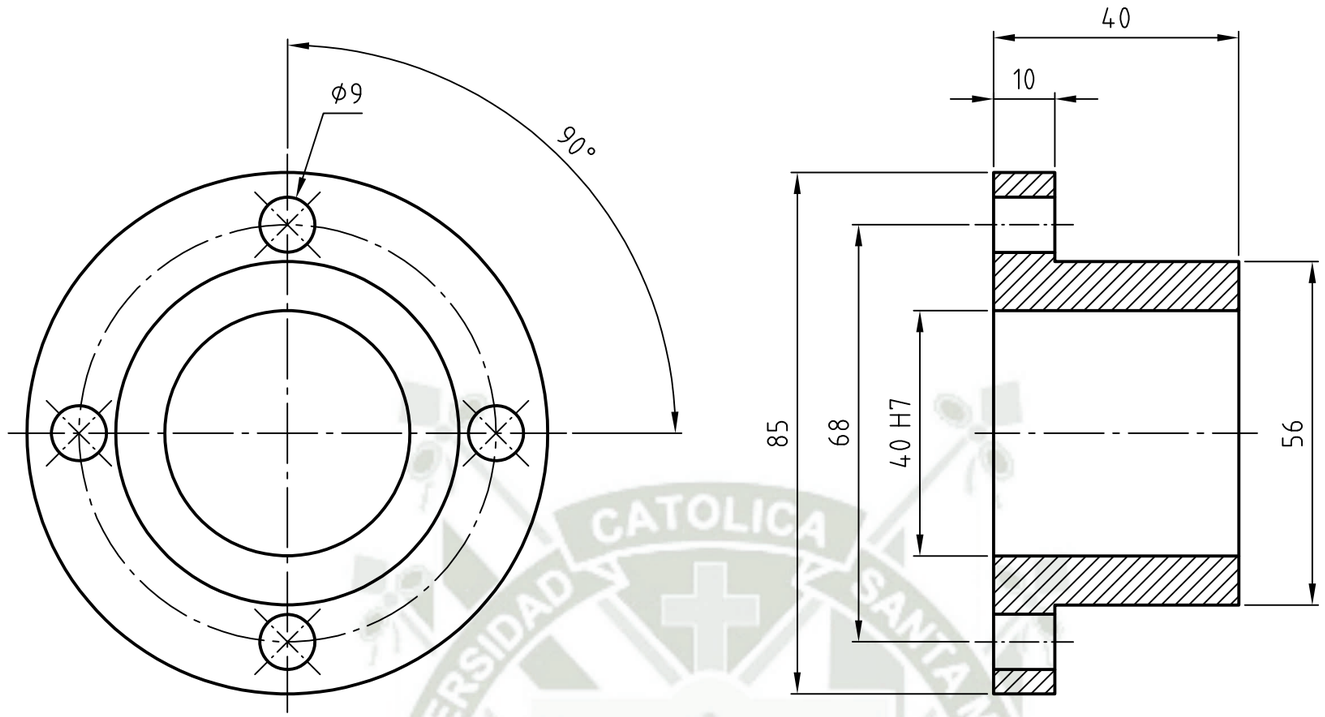
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

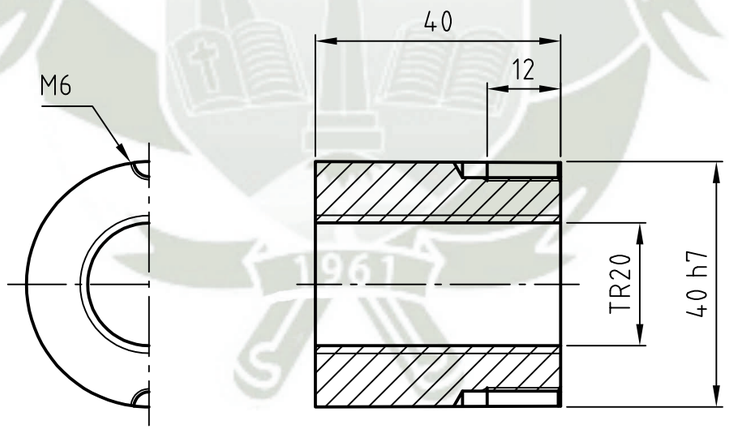
TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Soporte de tornillo

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



BUJE
Esc 1:2



TUERCA
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.57 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.31 kg
MATERIAL	Bronce SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E | Escala: IND.

Tolerancia General: DIN 7168-m-S | Formato: A3 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

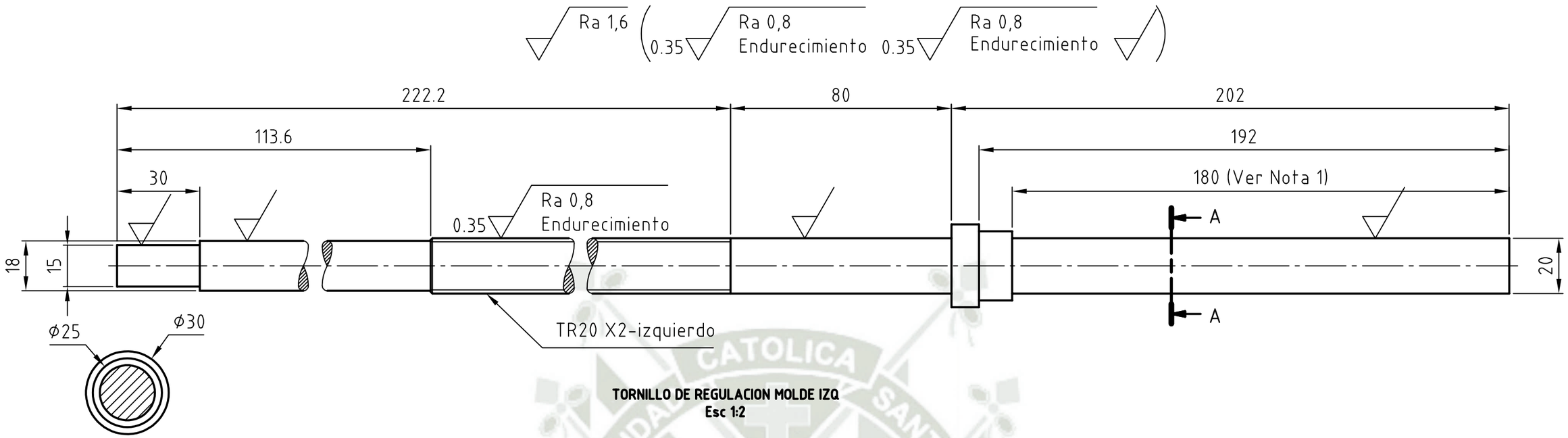
Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA: F-RG-0002 | REV. 01

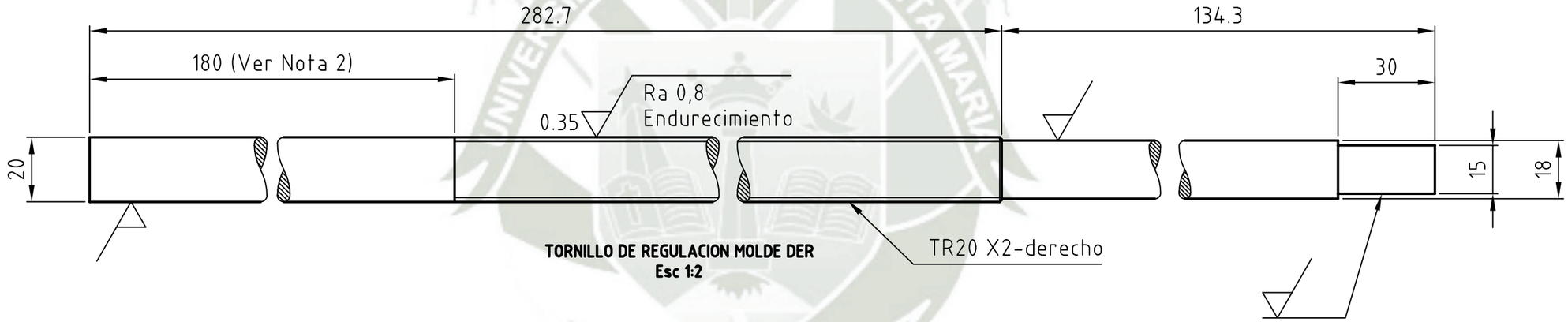
TIPO DE PLANO: FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL: Buje y tuerca

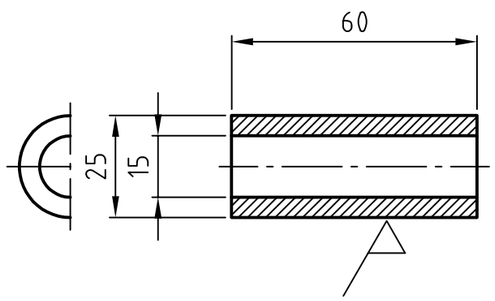
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



TORNILLO DE REGULACION MOLDE IZQ
Esc 1:2



TORNILLO DE REGULACION MOLDE DER
Esc 1:2



ACOPLE DE TORNILLOS
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.14 kg
MATERIAL	Bronce SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.36 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.25mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.31 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.25mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

Notas:

1. El tornillo de regulación DER es igual al tornillo de regulacion de molde IZQ, a excepción de la dimensión señalada que aumenta en 24mm
2. El tornillo de regulación IZQ es igual al tornillo de regulacion de molde DER, a excepción de la dimensión señalada que aumenta en 102mm

Proyeccion: ISO E	Escala	IND.
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato	A3 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

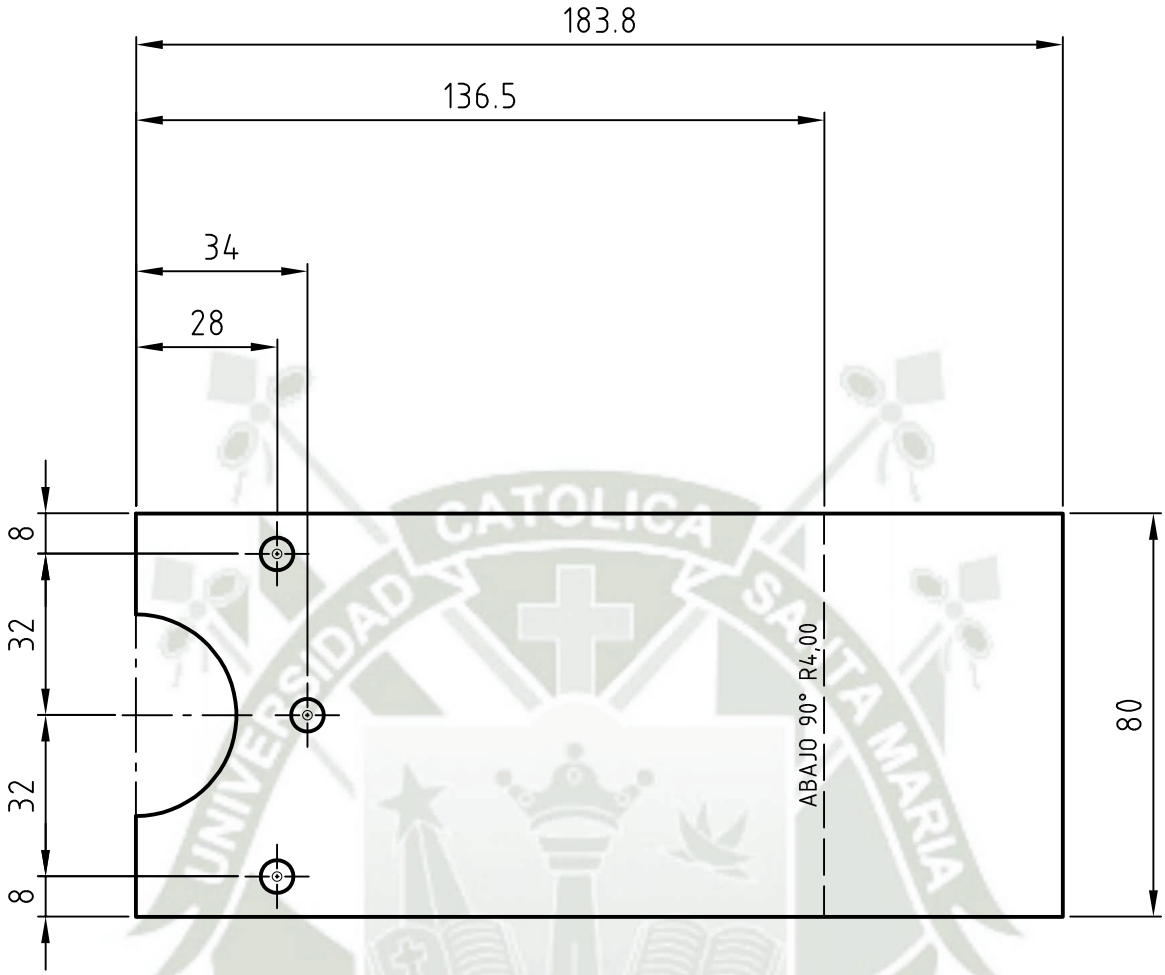
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-RG-0003 | REV. 01

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Tornillo de regulacion del molde

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



Espesor: 4mm

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.35 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-RG-0004 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

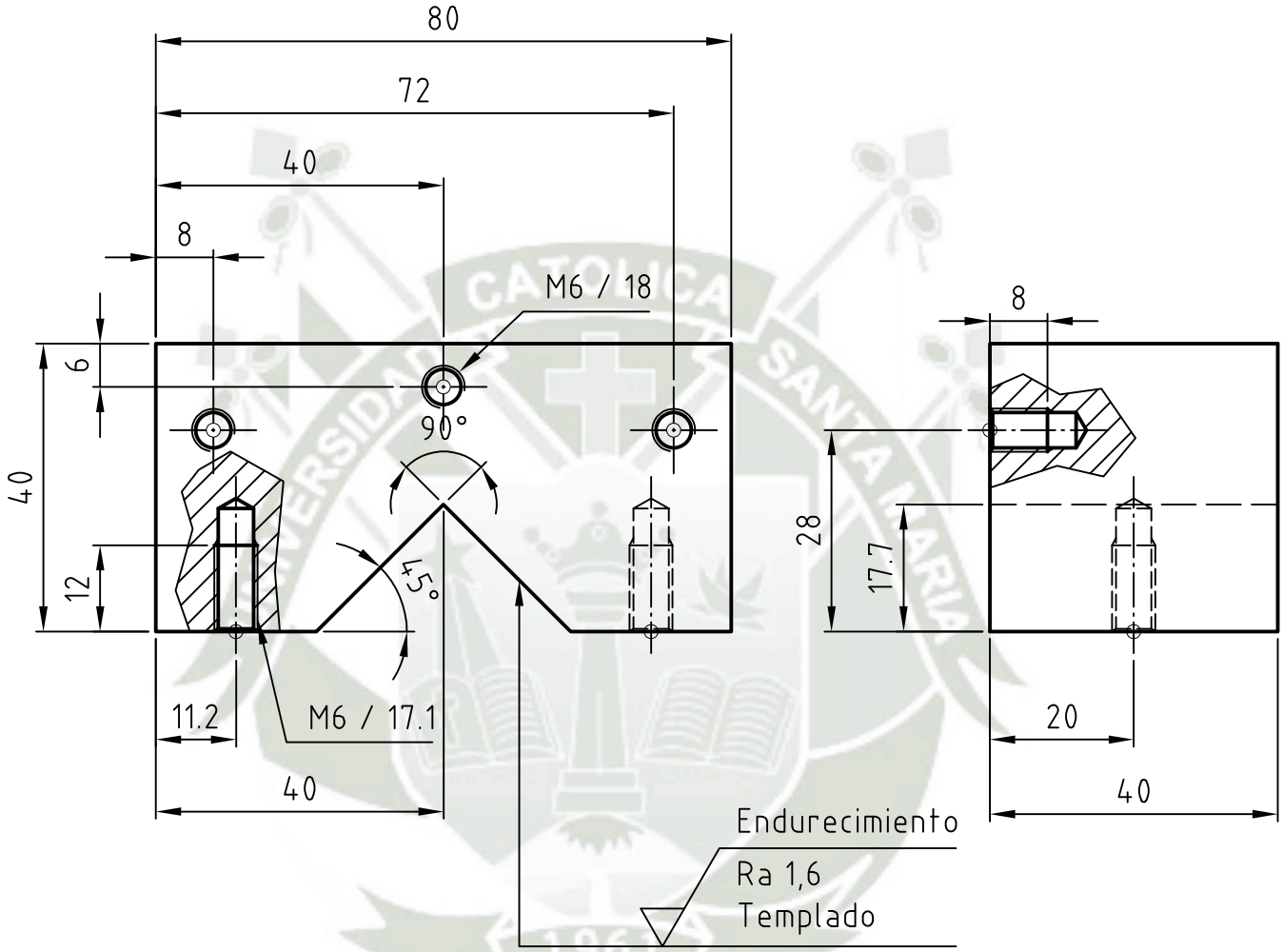
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Base de deslizador de guia

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / 0.8 UNE 1 - 037	PESO 0.85 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.10 mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-RG-0005 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

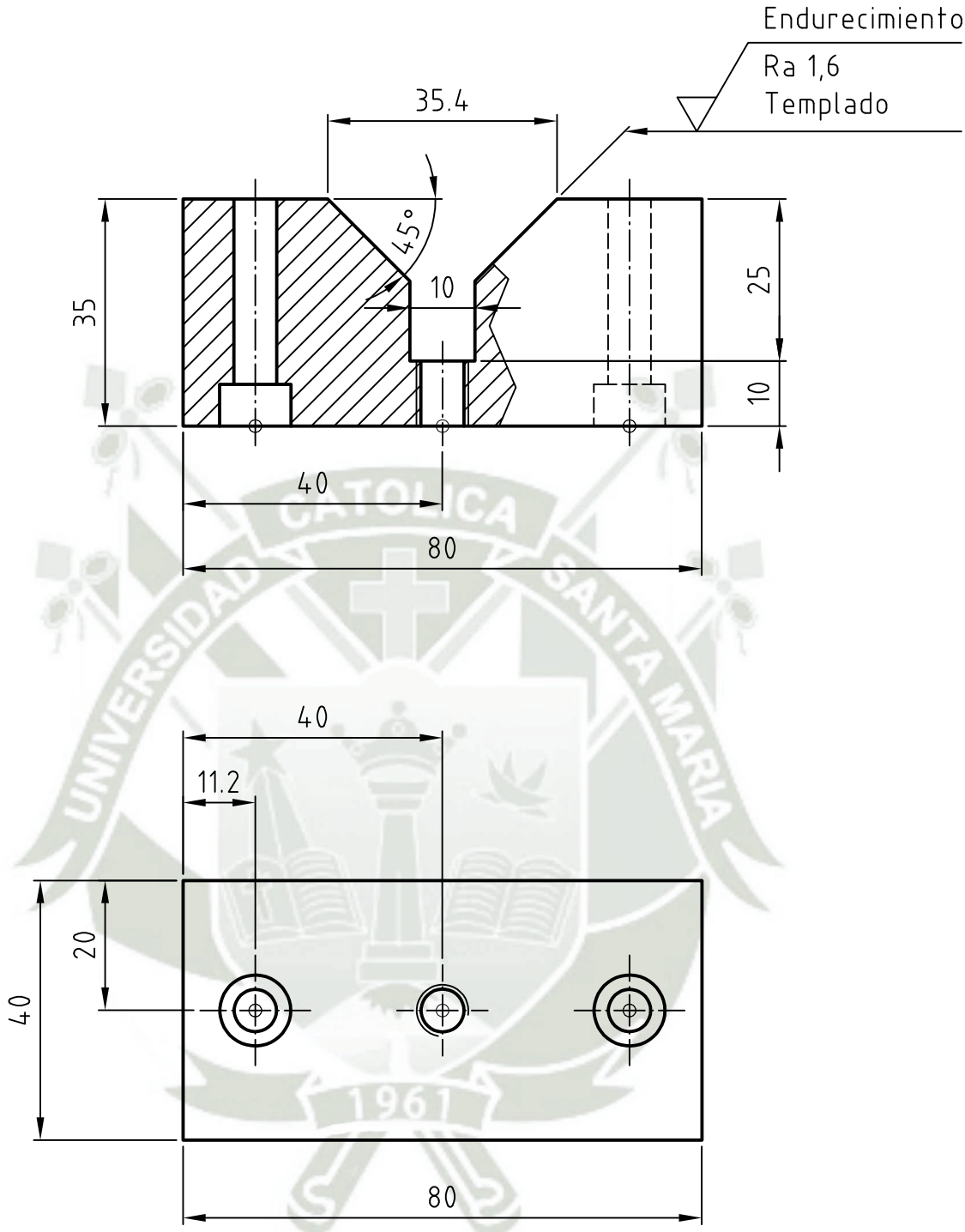
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Bloque deslizador de guia

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.85 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.10 mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-RG-0006 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

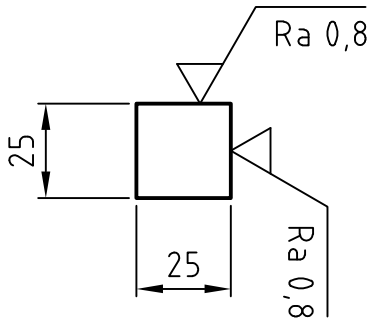
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION

DENOMINACION PARCIAL
Bloque posterior deslizador guia

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 9.46 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO		ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.10 mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

Proyeccion: ISO E	Escala 1:2	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-RG-0007 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

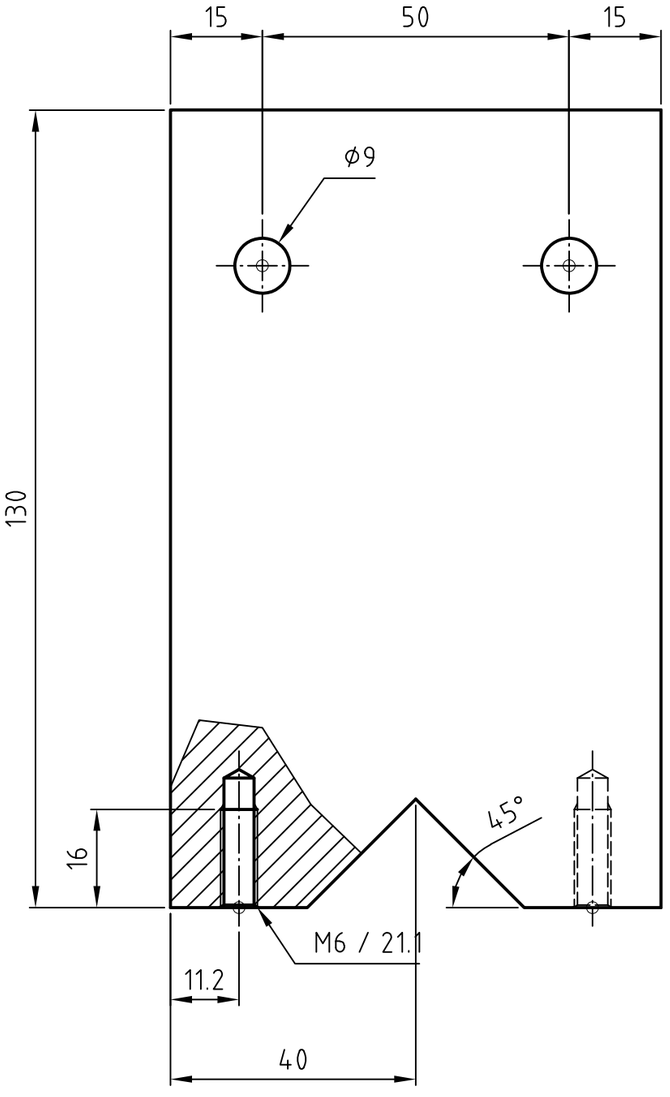
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

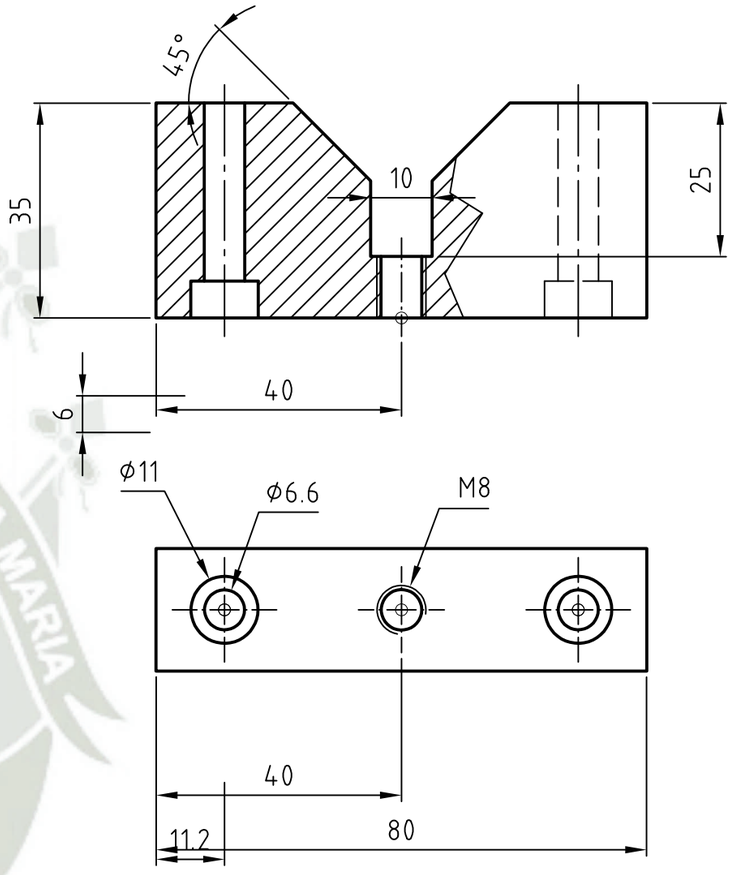
TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Guia prismatica

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

Ra 1,6



BLOQUE FIJO GUIA
Esc 1:2



BLOQUE POSTERIOR FIJO GUIA
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 1.16 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-	

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.35 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E		Escala IND.
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216
	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

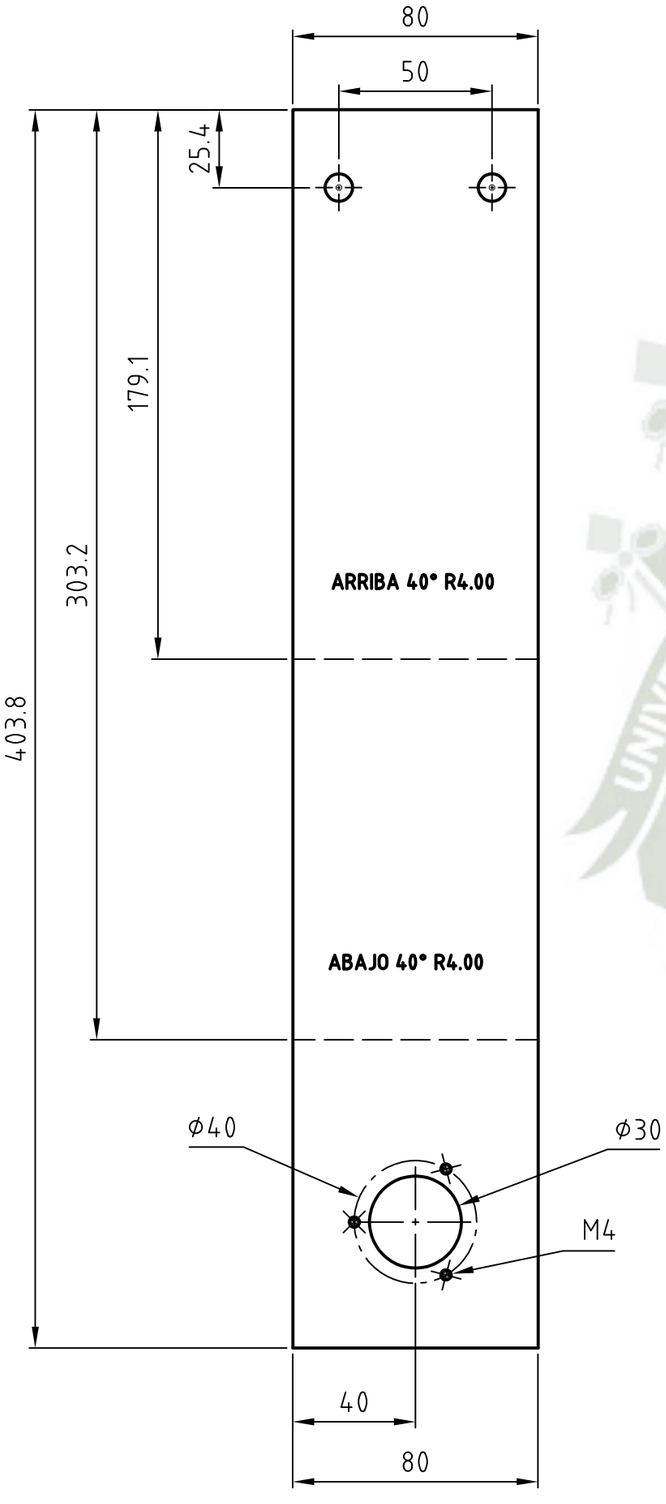
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-RG-0008 REV. 01

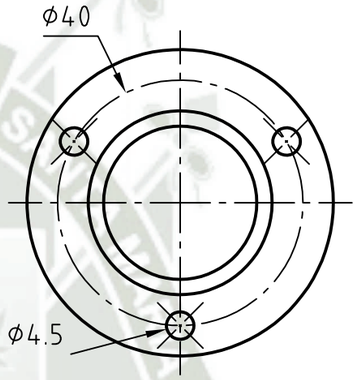
TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Bloques fijos de guia

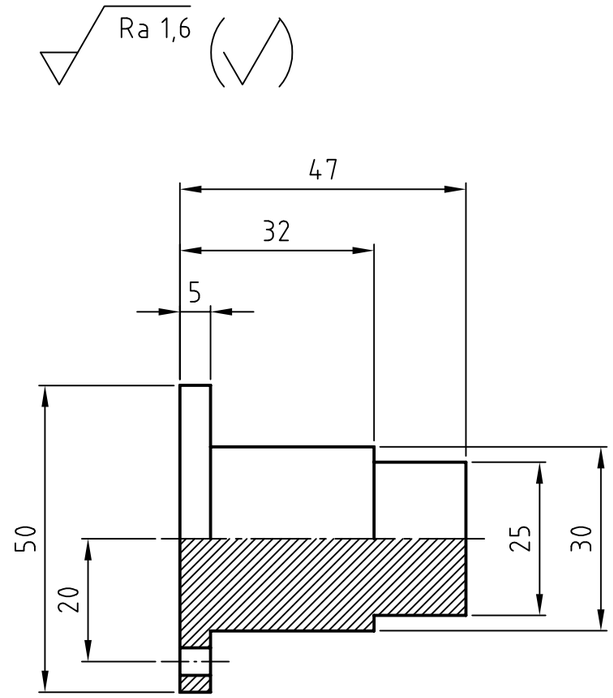
DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



Espesor: 4mm

SOPORTE EN VOLADIZO
Esc 1:2





EJE EN VOLADIZO
Esc 1:2

ACABADO SUP.	UNE 1 - 037	PESO 0.92 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	ISO 13715

ACABADO SUP.	UNE 1 - 037	PESO 0.28 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	ISO 13715

Proyeccion: ISO E	Escala	IND.
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato	A3 - ISO 216

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

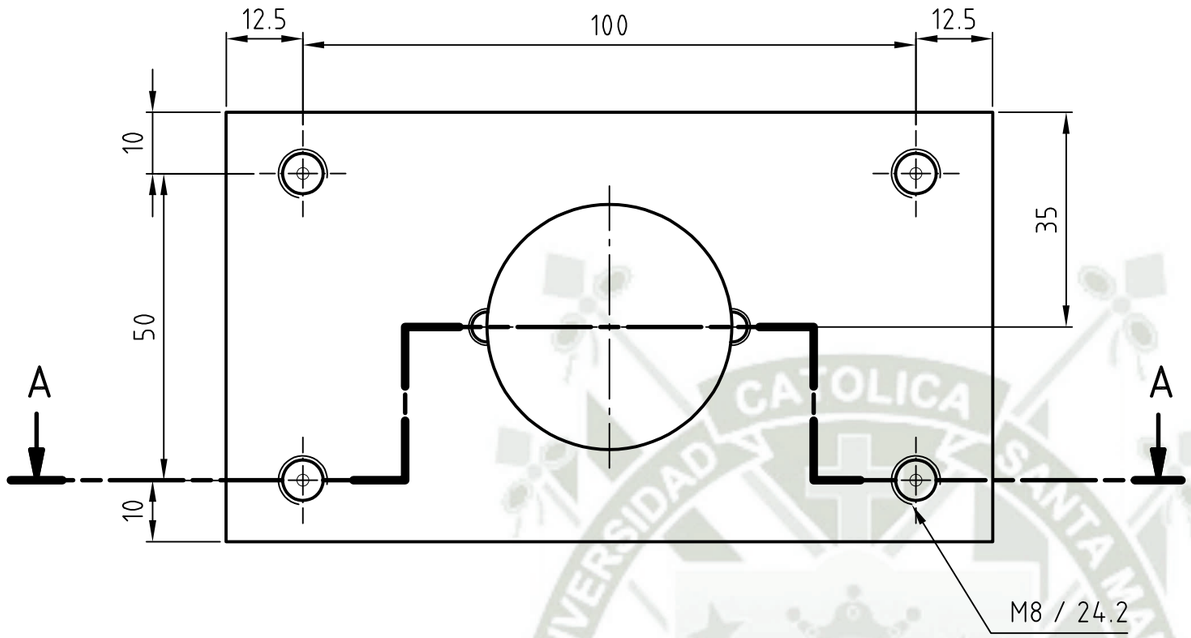
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

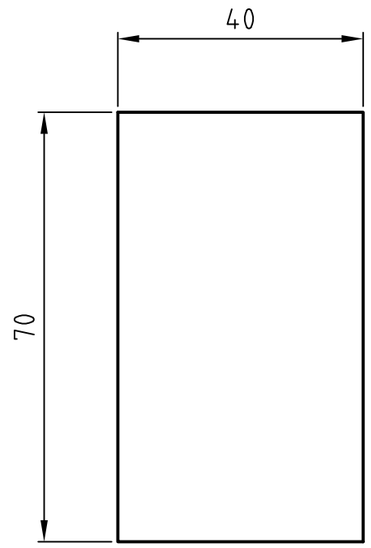
Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-RG-0009 | REV. 01

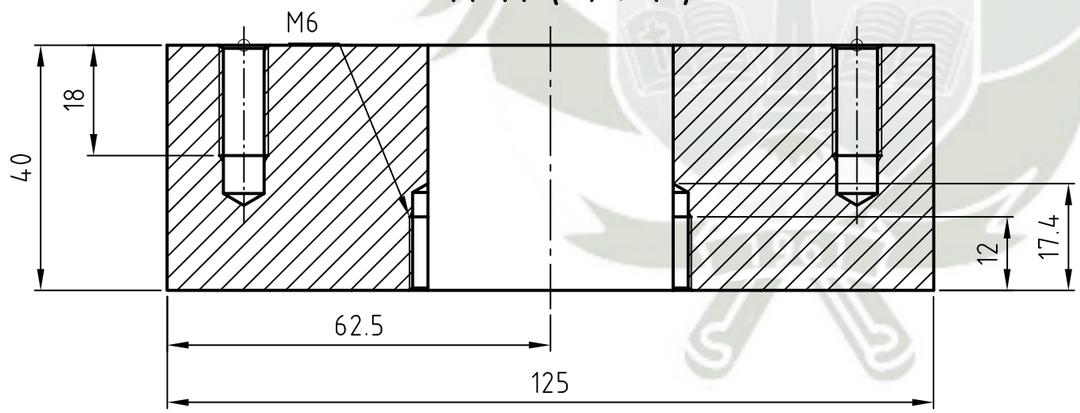
TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Piezas en voladizo

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS





A-A (1 : 1)



SOPORTE DE TUERCA
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO	2.12 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011	
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS	
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5	ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-		

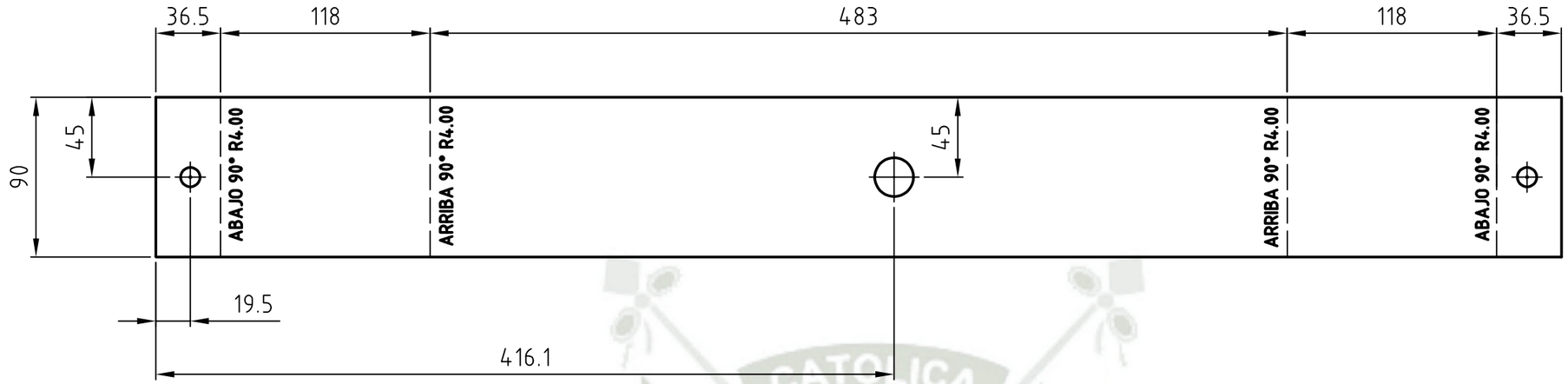
Proyeccion: ISO E		Escala IND.	
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216	
	Fecha	Nombre	
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

Universidad Católica de Santa Maria

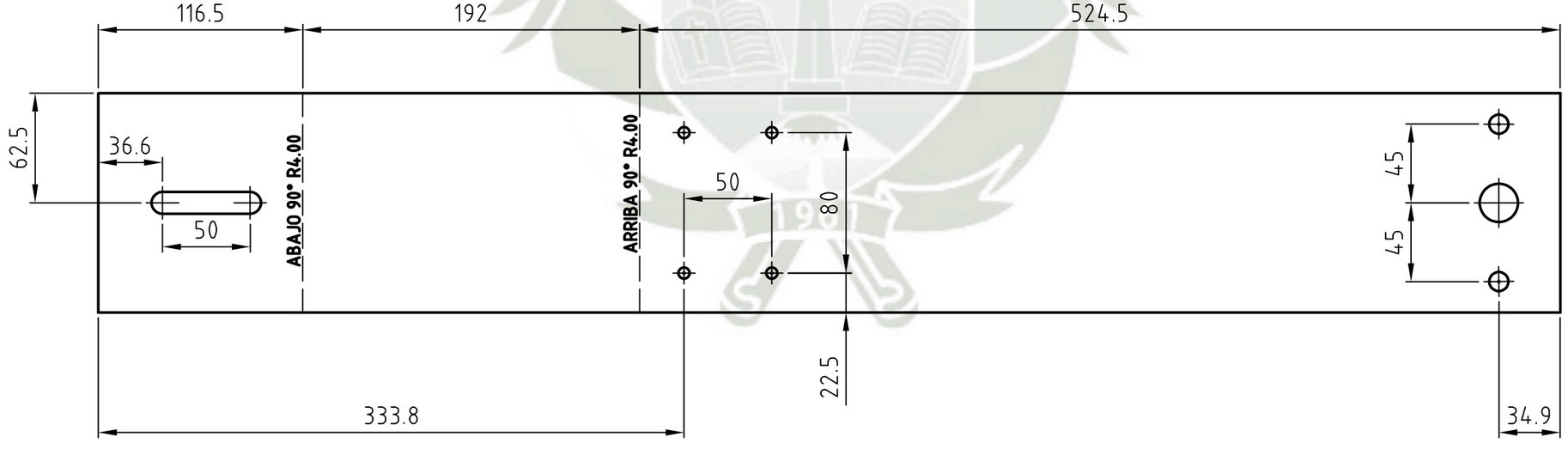
REFERENCIA	F-RG-0010
REV.	01
TIPO DE PLANO	FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL	Soporte de tuerca
DENOMINACION GENERAL	MAQUINA ARMADORA DE CAJAS
Página	10/14



Espesor: 4mm

CHAPA DE SOPORTE
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.34 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

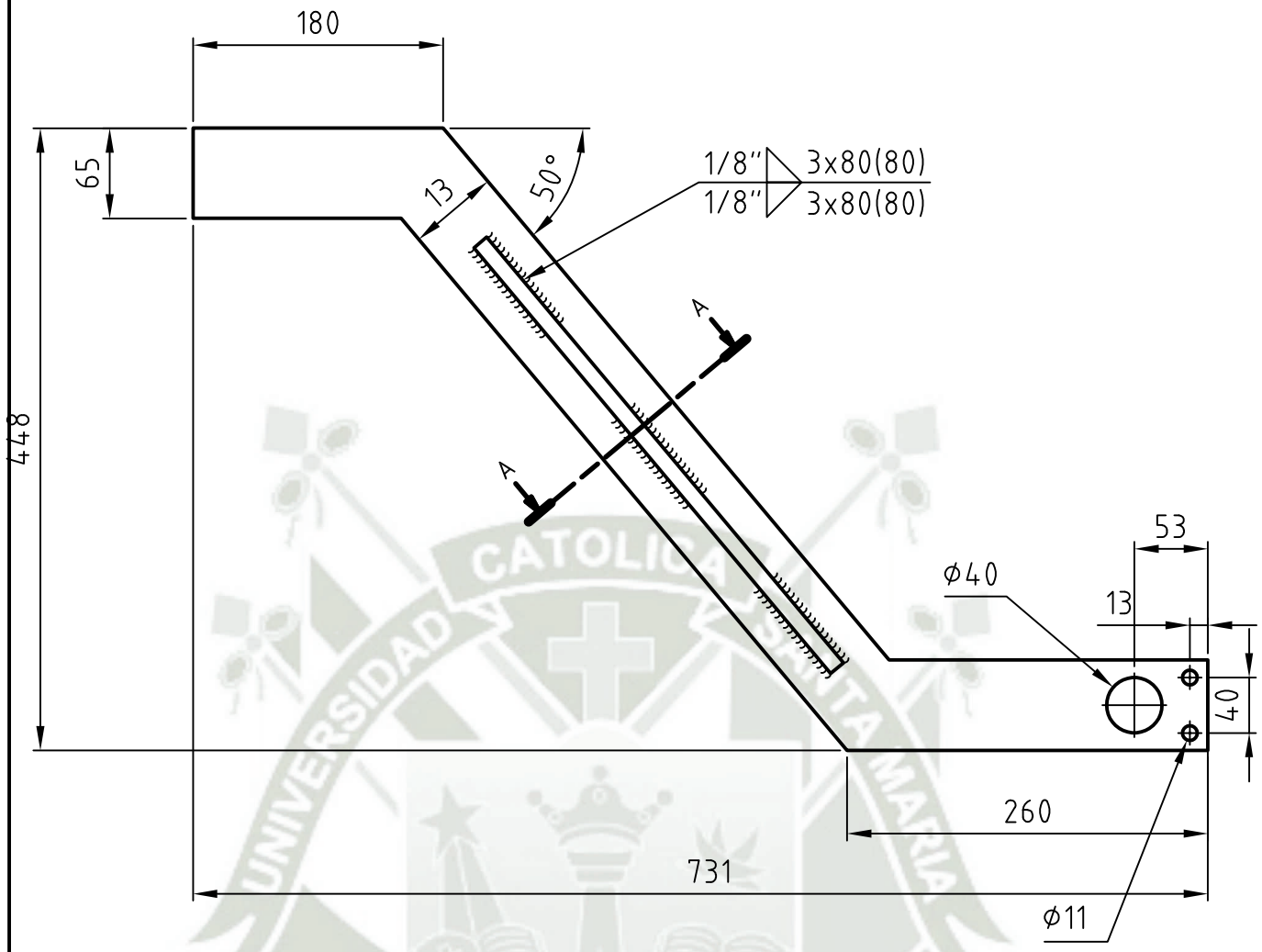


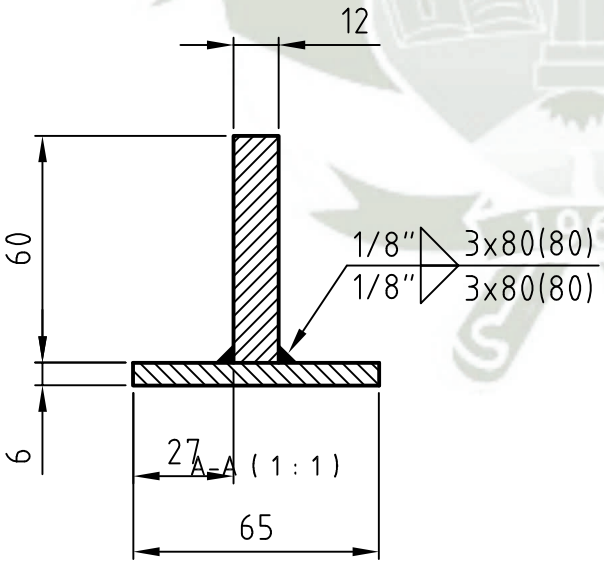
Espesor: 4mm

SEGUNDA BASE DE DESLIZADOR GUIA
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.65 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

Proyeccion: ISO E		Escala IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-RG-0011 / REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL Chapas plegadas
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos			
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			DENOMINACION GENERAL MAQUINA ARMADORA DE CAJAS / Página 11/14





ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 4.63 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	RECUBRIMIENTO POR PINTURA	R=0.5 R=0.5 ISO 13715

Proyeccion: ISO E	Escala IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A4 - ISO 216	REFERENCIA F-RG-0012 / REV. 01

	Fecha	Nombre
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

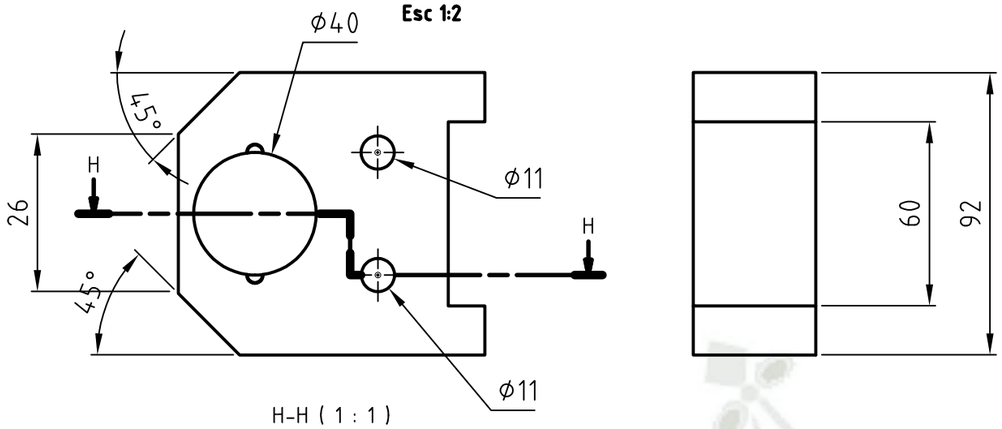
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

TIPO DE PLANO
FABRICACION

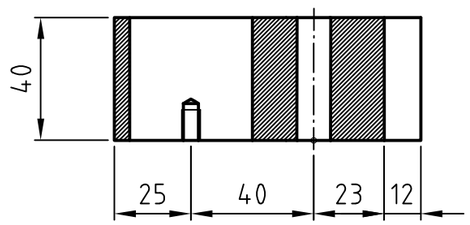
DENOMINACION PARCIAL
Tercera base de deslizador guia

DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

SOPORTE DE TUERCA II
Esc 1:2

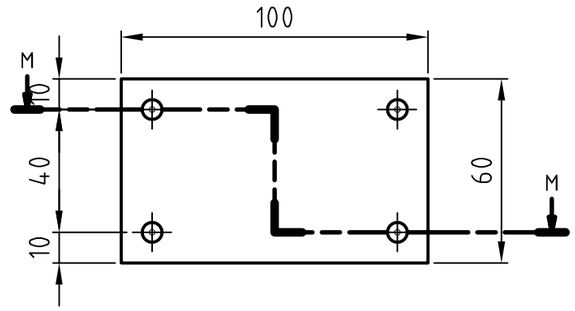


H-H (1 : 1)

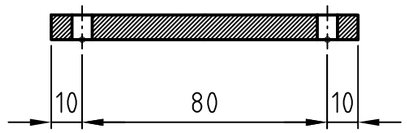


ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 1.94 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

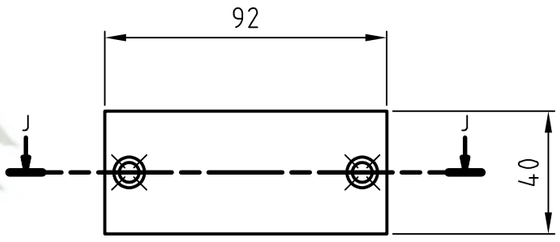
TAPA DE SOPORTE DE TUERCA II
Esc 1:2



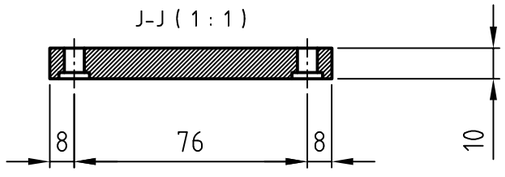
M-M (1 : 1)



ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.26 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	



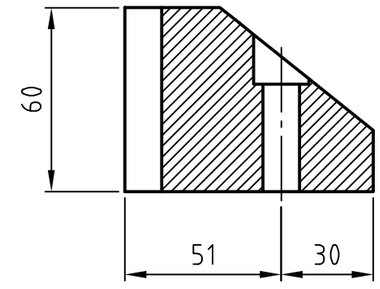
J-J (1 : 1)

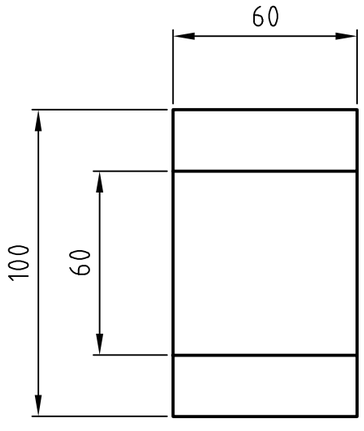


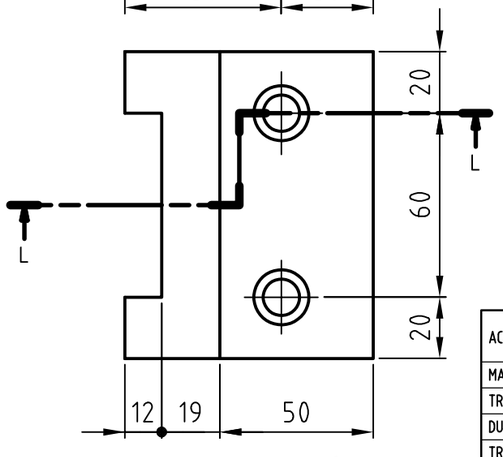
TAPA DE SOPORTE
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.23 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

L-L (1 : 1)



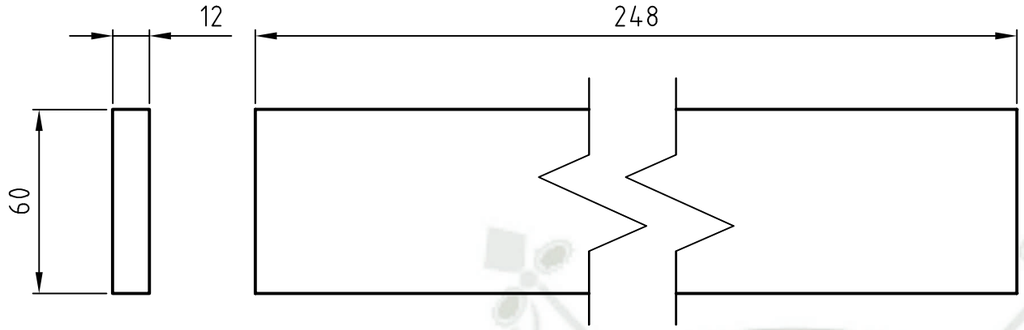




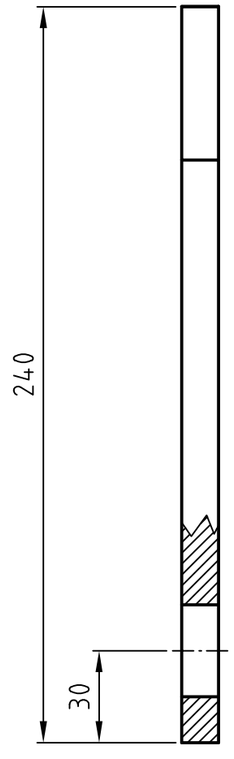
SOPORTE DE BARRA PRISMÁTICA
Esc 1:2

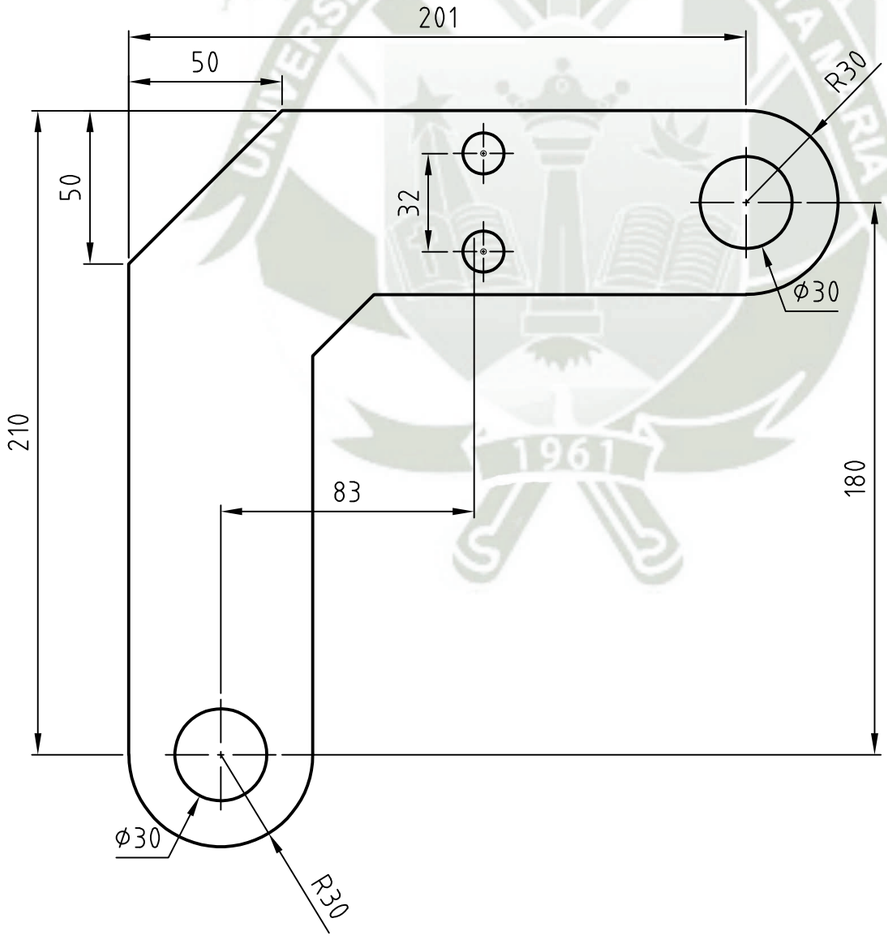
ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.41 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala IND	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-RG-0013 / REV. 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: FABRICACION
Dibujante	02/03/2020 Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: Tapas y soportes de tuerca
Revisado	10/04/2020 Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020 Ing. M.Carpio	
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos		
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS		DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS / Página 13/14

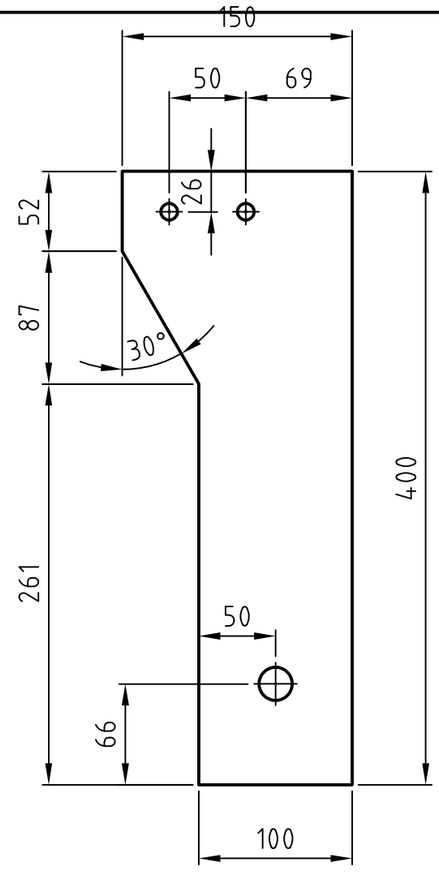


BARRA PRISMATICA
Esc 1:2





BASE TENSORA
Esc 1:2



Espesor: 8mm
SEGUNDA CHAPA DE SOPORTE
Esc 1:2

ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 7.03 kg
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	
ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.56 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	
ACABADO SUP.	6.4 / (0.8) UNE 1 - 037	PESO 1.85 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	–	ARISTAS R=0.5 R=0.5 ISO 13715
DUREZA	–	
TRAT. SUPERFICIAL	–	

Proyeccion: ISO E		Escala IND	
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216	
	Fecha	Nombre	
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

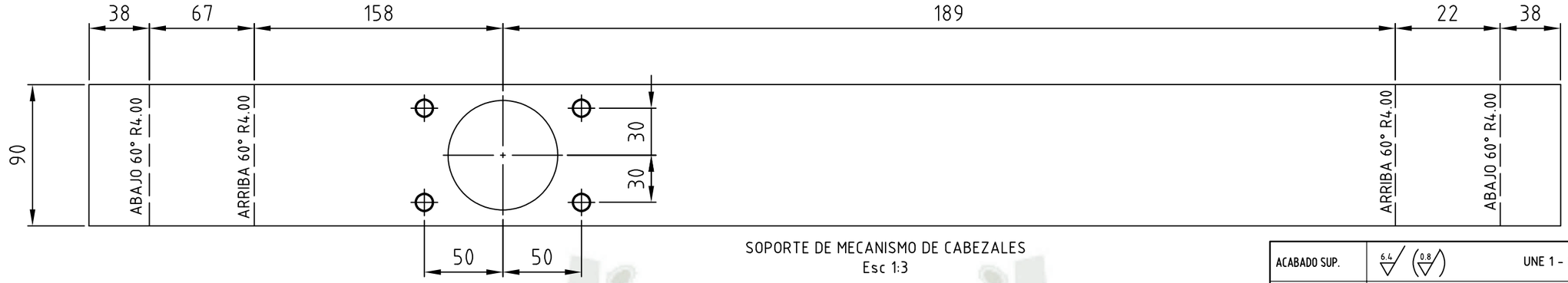
Universidad Católica de Santa Maria

REFERENCIA F-RG-0014 | REV. 01

TIPO DE PLANO
FABRICACION
DENOMINACION PARCIAL
Piezas varias

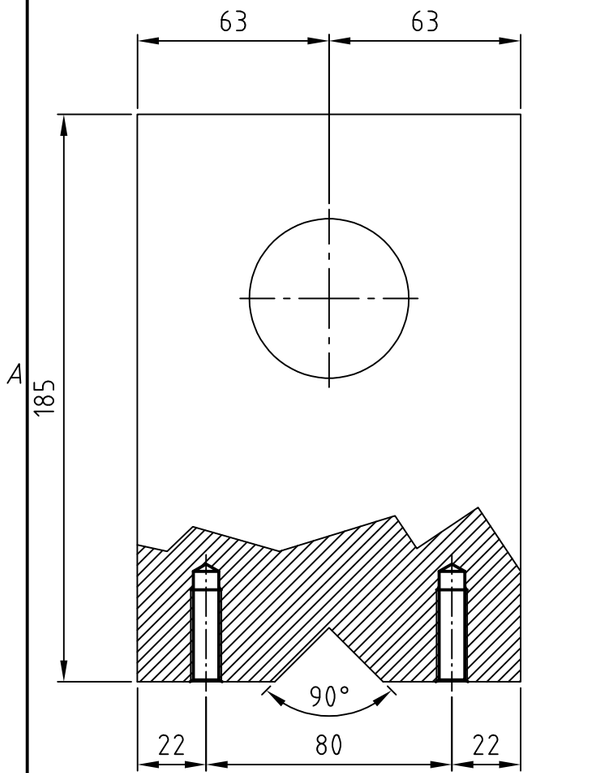
DENOMINACION GENERAL
MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

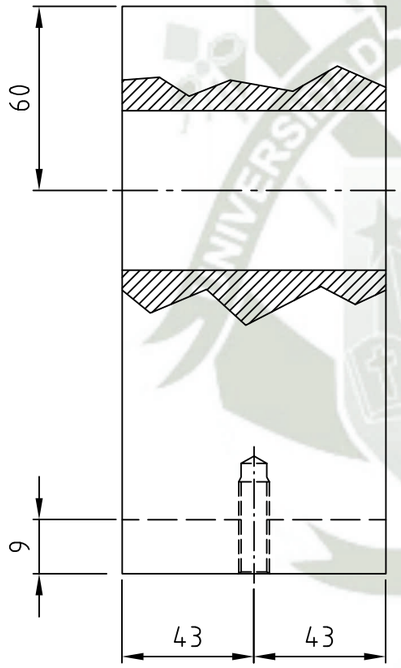
Página 14/14

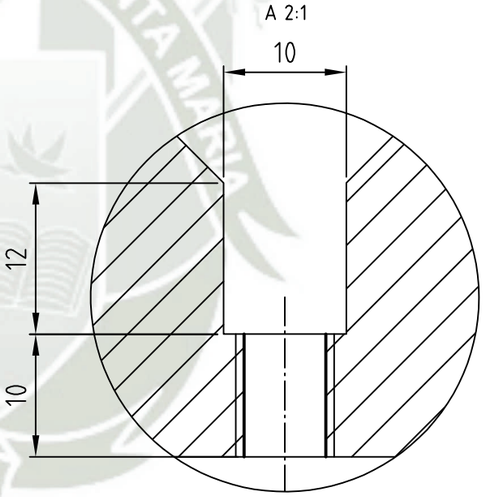


SOPORTE DE MECANISMO DE CABEZALES
Esc 1:3

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 2.34 kg
MATERIAL	ACERO ASTM A36	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-	



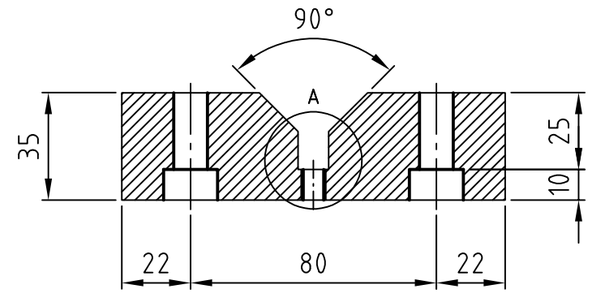


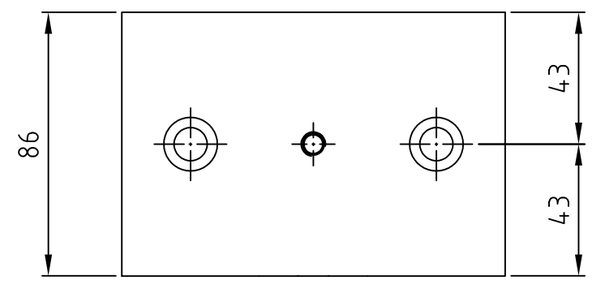


ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 1.68 kg
MATERIAL	Aluminio 6061-T	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-	

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 4.00 kg
MATERIAL	Aluminio 6061-T	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-	

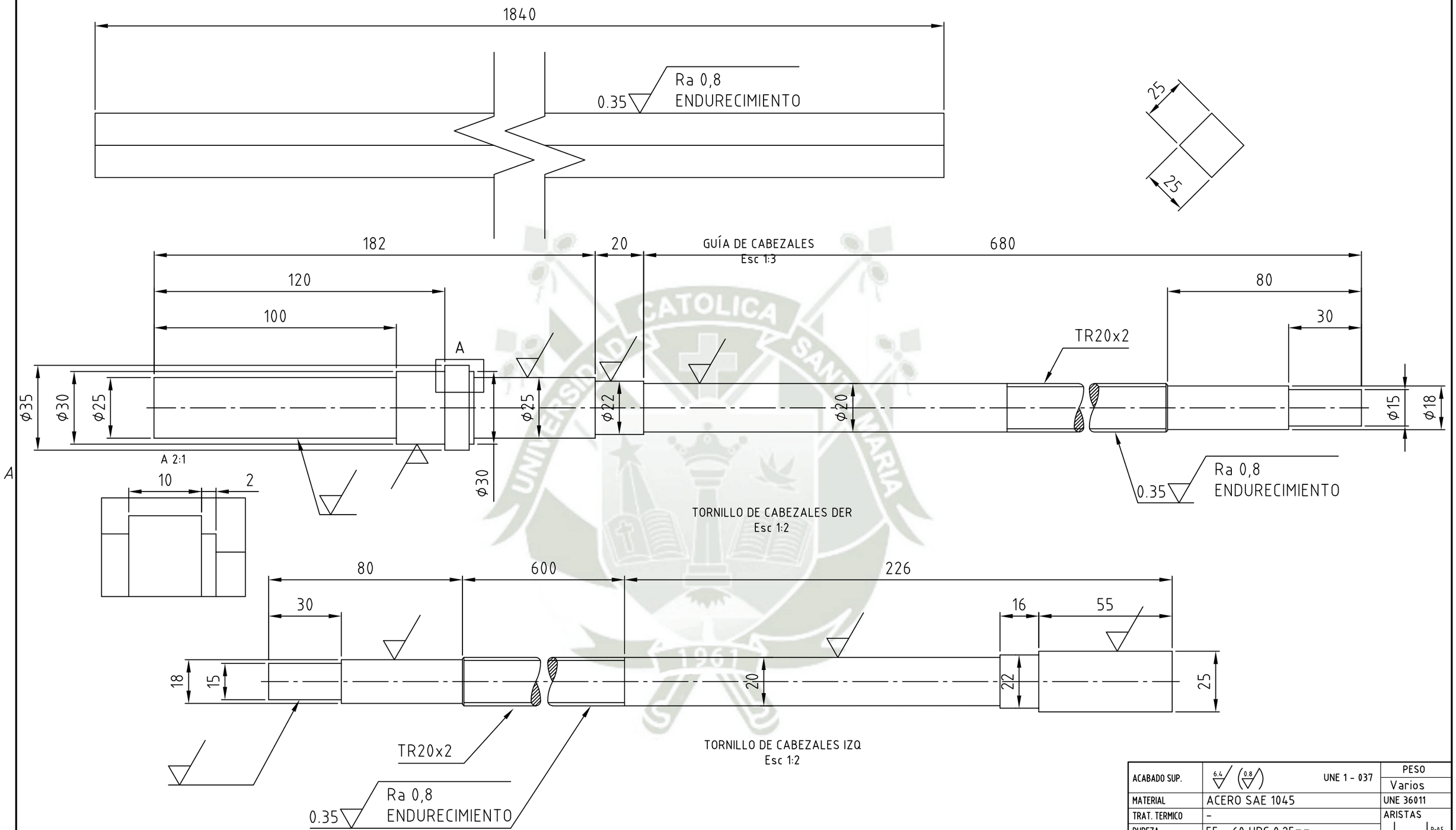
BLOQUE DE RODAMIENTOS Y GUIA
Esc 1:2





SUJETADOR INFERIOR
Esc 1:2

Proyeccion: ISO E		Escala IND	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-RCI-0001 REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL Piezas varias
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos			
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			DENOMINACION GENERAL MAQUINA ARMADORA DE CAJAS Página 1/4



Notas:

1.- La GUIA DE CABEZALES, usar como material base, barra cuadrada de 1" de acero SAE 1020

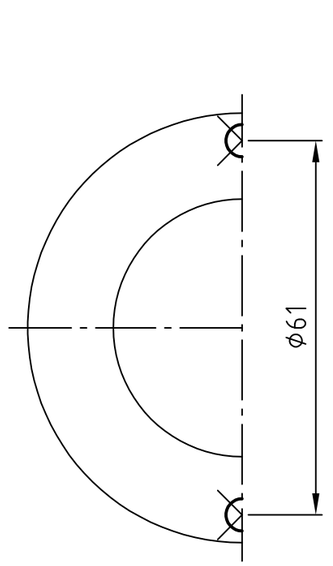
ACABADO SUP.	UNE 1 - 037	PESO: Varios
MATERIAL	ACERO SAE 1045	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	55 - 60 HRC 0.25mm	
TRAT. SUPERFICIAL	ENDURECIMIENTO	

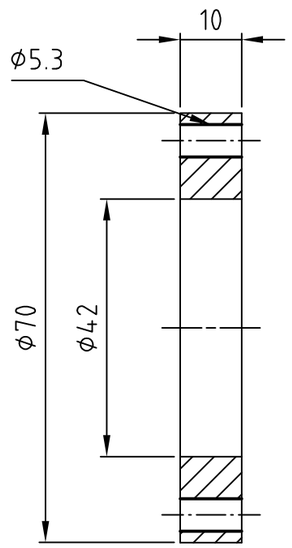
Proyeccion: ISO E		Escala: IND	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato: A3 - ISO 216	REFERENCIA: F-RCI-0002 — REV.: 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: Tornillos y guias
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

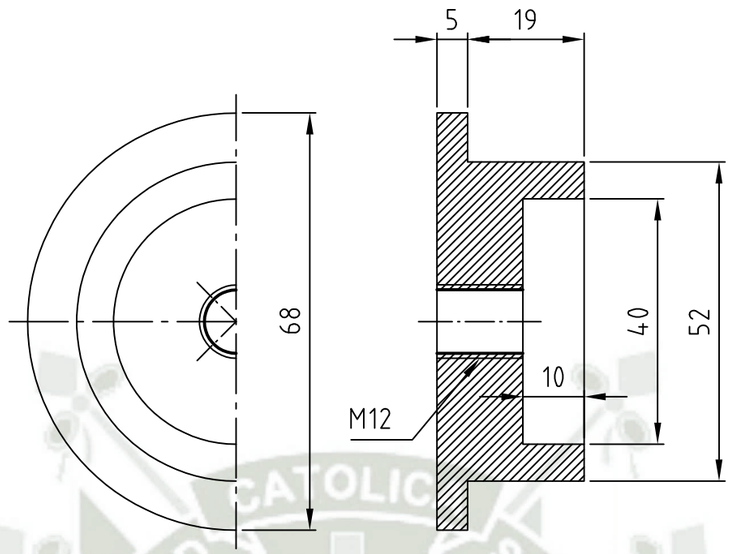
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS

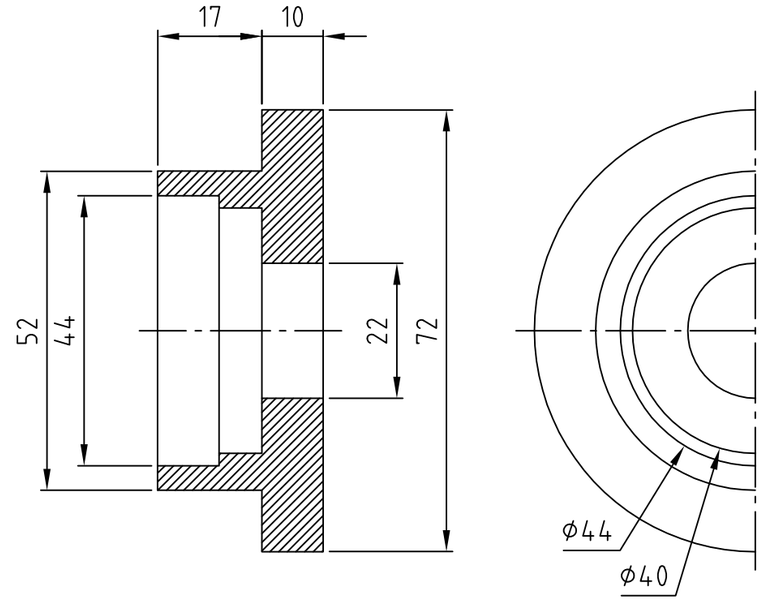




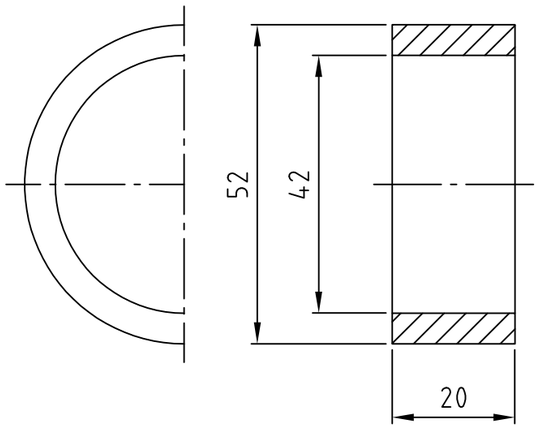
TAPA TIPO I
Esc 1:1



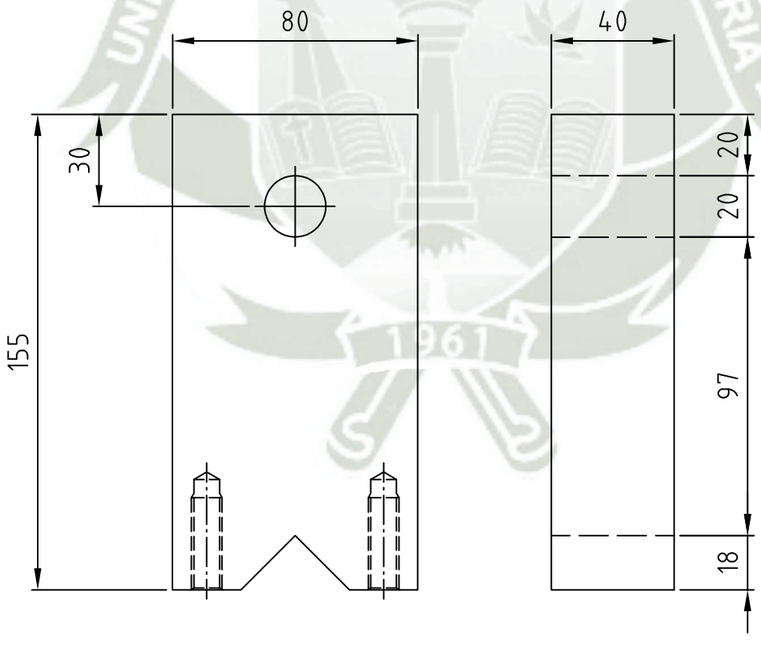
TAPA TIPO II
Esc 1:1



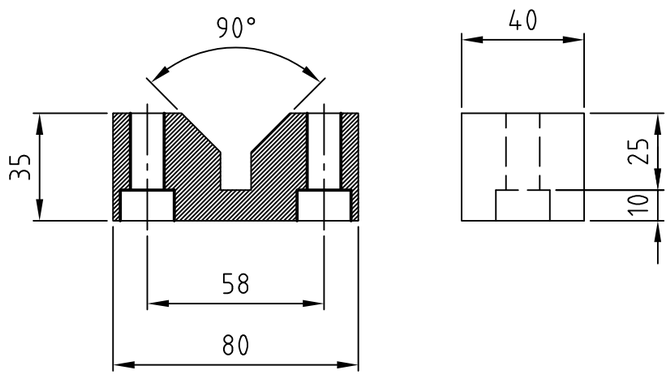
TAPA DELANTERA DEL BLOQUE
Esc 1:1



SEPARADOR
Esc 1:1



BLOQUE MOVIL DE CABEZALES
Esc 1:1



SUJETADOR INFERIOR MOVIL
Esc 1:1

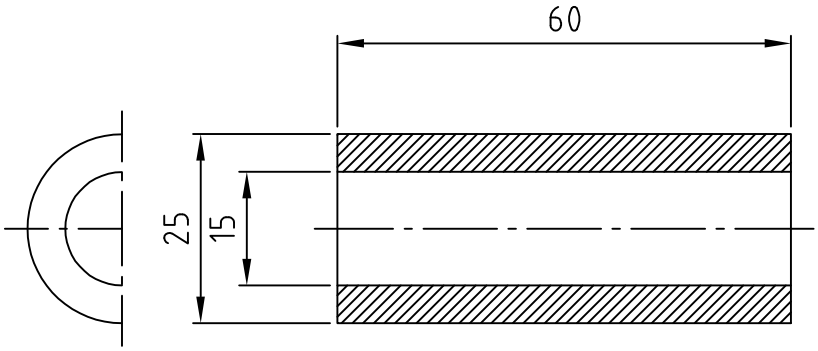
ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO: Varios
MATERIAL	ACERO SAE 1020	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS R=0.5 ISO 13715
DUREZA	-	
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E	Escala: IND	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S	Formato: A3 - ISO 216	REFERENCIA: F-RCI-0003 / REV.: 01
	Fecha / Nombre	TIPO DE PLANO: FABRICACION
Dibujante	02/03/2020 Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: Piezas varias II
Revisado	10/04/2020 Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020 Ing. M.Carpio	

Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

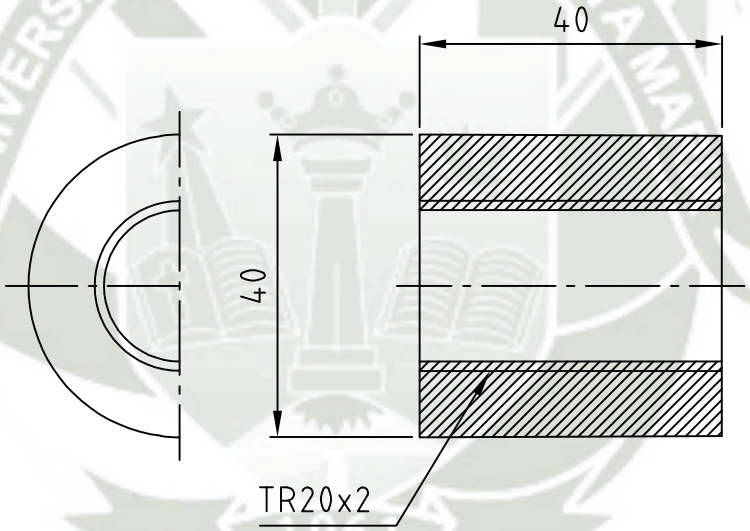
NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



ACOPLE
Esc 1:1

ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.68 kg
MATERIAL	Bronce SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-	



TUERCA TR20x2
Esc 1:1

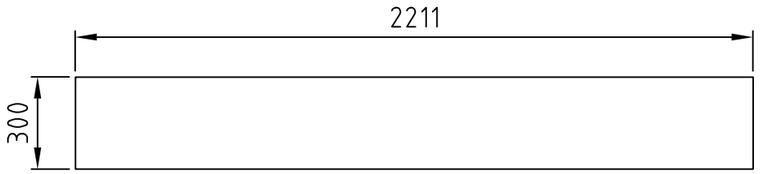
ACABADO SUP.	6.4 (0.8) UNE 1 - 037	PESO 0.63 kg
MATERIAL	Bronce SAE 65	UNE 36011
TRAT. TERMICO	-	ARISTAS
DUREZA	-	R=0.5 R=0.5 ISO 13715
TRAT. SUPERFICIAL	-	

Proyeccion: ISO E		Escala IND	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-RCI-0004 / REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: Acople y tuerca
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	

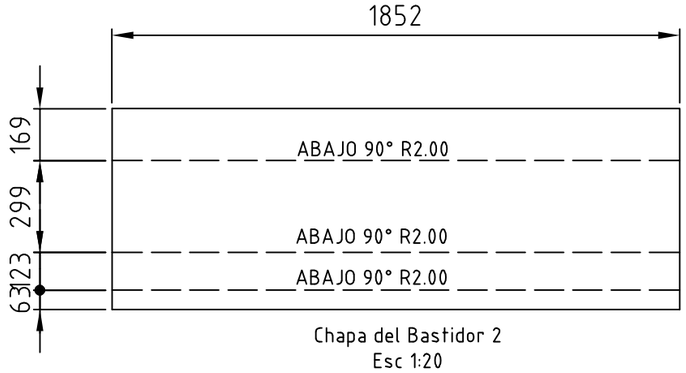
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos

NOTAS:
TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS

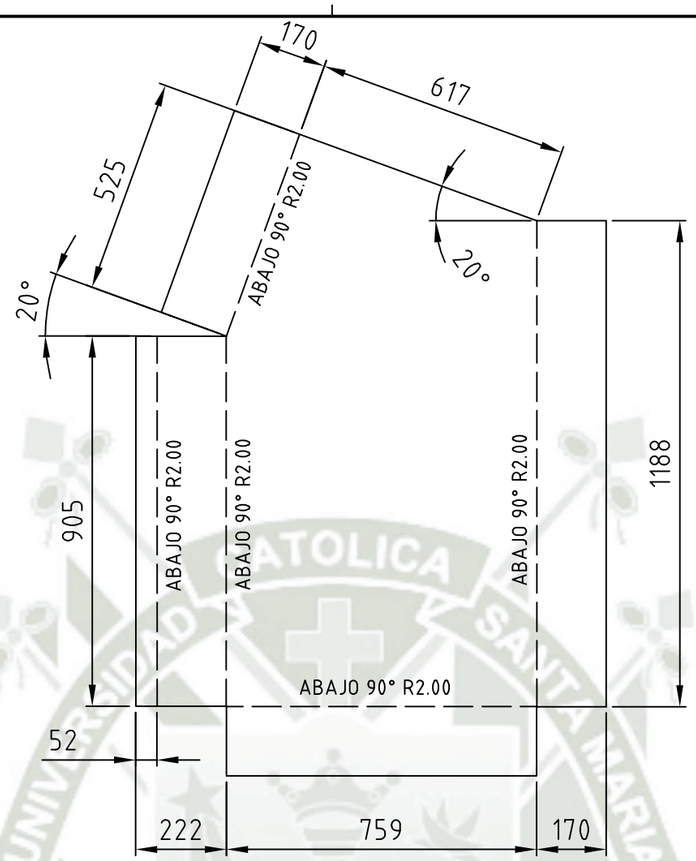
DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS



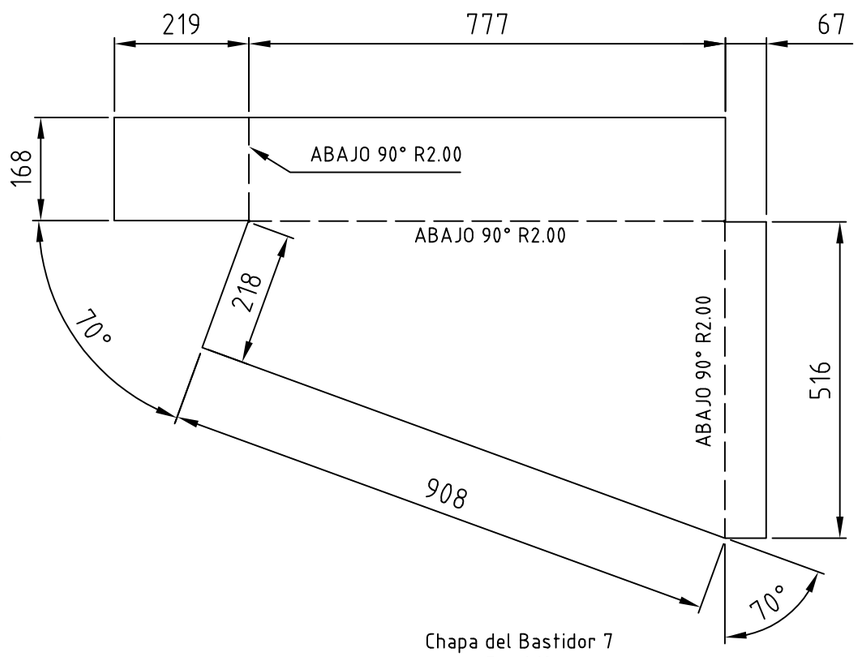
Chapa del Bastidor 1
Esc 1:20



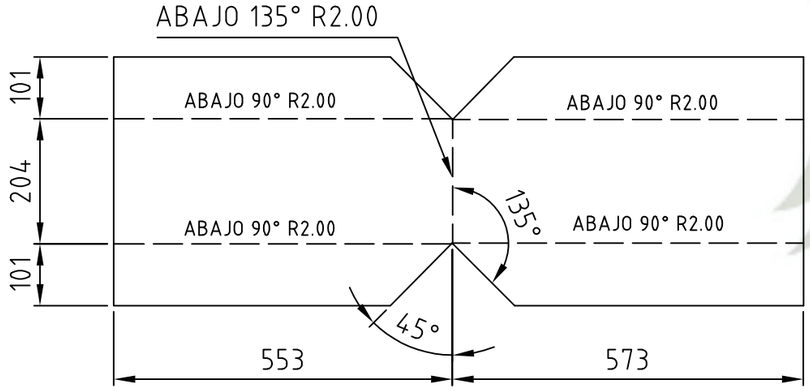
Chapa del Bastidor 2
Esc 1:20



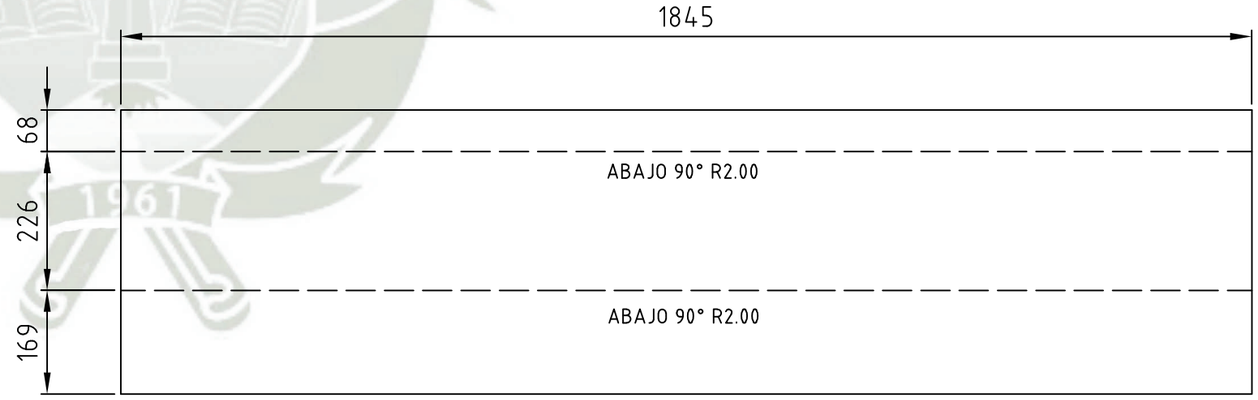
Chapa del Bastidor 5
Esc 1:15



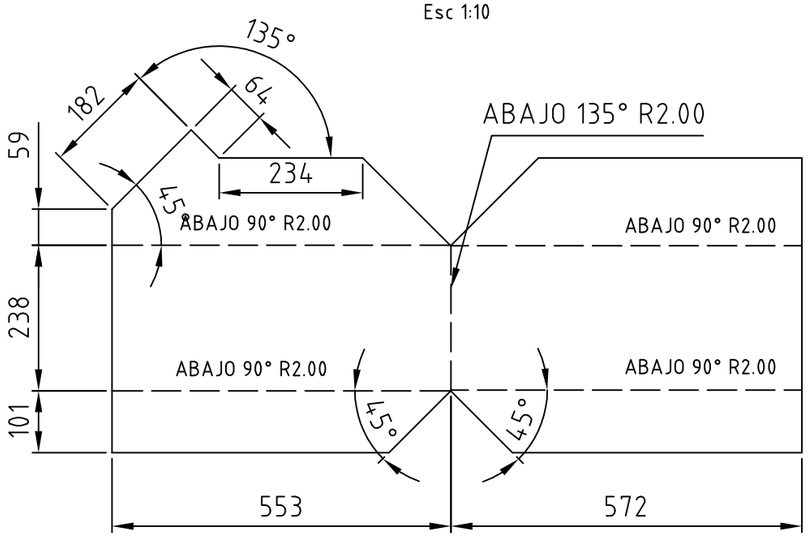
Chapa del Bastidor 7
Esc 1:10



Chapa del Bastidor 3
Esc 1:10



Chapa del Bastidor 6
Esc 1:10



Chapa del Bastidor 4
Esc 1:10

Notas

1.- Material : Acero ASTM A36; Espesor : 2mm
2.- Todas las dimensiones en milimetros
3.- Los angulos de esquinas no dimensionadas son a 90°.
4.- Las presentes dimensiones nos referenciales, se debe comprobar en campo, las dimensiones del bastidor estructural

Proyeccion: ISO E		Escala IND.	Universidad Católica de Santa Maria
Tolerancia General: DIN 7168-m-S		Formato A3 - ISO 216	REFERENCIA F-CHMB-0001 / REV. 01
	Fecha	Nombre	TIPO DE PLANO: FABRICACION
Dibujante	02/03/2020	Carlos Yana	DENOMINACION PARCIAL: Chapas del bastidor
Revisado	10/04/2020	Ing. M.Carpio	
Aprobado	18/04/2020	Ing. M.Carpio	
Este plano y su informacion contenida en el, es propiedad de Carlos Yana, su uso y reproduccion sin autorizacion previa, esta prohibidos			DENOMINACION GENERAL: MAQUINA ARMADORA DE CAJAS / Página 1/1
NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS			