

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

*Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título  
de Ingeniero Mecatrónico*

**PROYECTO TÉCNICO:**

**“DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA PEGADORA PARA  
LA PRODUCCIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO EN LA  
EMPRESA CARTONERA DEL AUSTRO”**

**AUTOR:**

KEVIN JAVIER MOGROVEJO TIGRE

**TUTOR:**

ING. ÁNGEL EUGENIO CÁRDENAS CADME, MGT.

CUENCA - ECUADOR

2021

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Kevin Javier Mogrovejo Tigre con documento de identificación N° 0106026396, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA PEGADORA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA CARTONERA DEL AUSTRO”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecatrónico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre de 2021.



Kevin Javier Mogrovejo Tigre

C.I. 0106026396

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA PEGADORA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA CARTONERA DEL AUSTRO”**, realizado por Kevin Javier Mogrovejo Tigre, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre de 2021.



Ing. Ángel Eugenio Cárdenas Cadme, Mgtr.

C.I. 0301631966

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Kevin Javier Mogrovejo Tigre con documento de identificación N° 0106026396, autor del trabajo de titulación: **“DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA PEGADORA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA CARTONERA DEL AUSTRO”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, diciembre de 2021.



Kevin Javier Mogrovejo Tigre

C.I. 0106026396

## **DEDICATORIAS**

Dedico especialmente este trabajo de titulación a mis padres Leonardo y Maritza, a mis hermanos Anahis y Martin, por su apoyo incondicional logre culminar esta etapa tan importante en mi vida. Ellos son mis pilares fundamentales y mi ejemplo a seguir.

A toda mi familia, que siempre me han apoyado y de igual manera siempre me aconsejaron a seguir adelante. A todas las personas que siempre me apoyaron y ahora no se encuentran, en especial a mi Abuela Zoila que desde el cielo seguirá guiando mi camino.

A mis amigos incondicionales que he forjado durante la universidad quienes estuvieron apoyándome y bríndame siempre ayuda.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme salud para poder llegar a este momento tan importante de mi vida.

Quiero agradecer de manera especial a la Universidad Politécnica Salesiana y a todo su personal docente que me brindo sus enseñanzas durante mis años de universidad.

También agradecer a mi tutor Eugenio por ser un excelente docente y brindarme apoyo durante mi etapa universitaria, y, como tutor ha sido un soporte indispensable para culminar con esta etapa.

## RESUMEN

El proyecto técnico con enfoque general titulado “Diseño de automatización de máquina pegadora para la producción de cajas de cartón corrugado en la empresa Cartonera del Austro” presenta un rediseño mecatrónico, el cual consiste de un mecanismo que permita juntar láminas de cartón anteriormente procesadas mediante dos dobleces para su posterior armado, además de un rediseño de la máquina actual que permite el pegado de las láminas de cartón la cual culmina su proceso de producción.

El rediseño está enfocado para un sistema de producción automático por lotes, la intervención del operador será primordial en el cambio de dimensiones según la lámina de cartón y capacidad de producción dentro de la empresa.

El contenido del proyecto está dividido de acuerdo a los objetivos previamente planteados para desarrollar el proyecto.

La introducción se presenta en la primera sección, con los antecedentes del problema, delimitación y los objetivos planteados.

El fundamento teórico se realiza en la segunda sección que contiene conceptos del cartón y tipos de cartón que fabrican las industrias que se dedican a este proceso. Se describe el proceso que realiza la empresa Cartonera del Austro para la fabricación de láminas de cartón.

La tercera sección comprende la determinación de parámetros para el diseño del mecanismo de doblado y rediseño de la máquina pegadora actual. Vamos a tener primeramente el estudio del estado actual de la máquina y los procesos que realizaran los operadores; seguido de esto tenemos determinar los espacios disponibles, características de la máquina actual y levantamiento de datos.

En la cuarta sección se representa el diseño mecatrónico que engloba el mecanismo de doblado y el rediseño mecatrónico de la máquina. Dentro del mecanismo se desglosan todas las características para su diseño y los elementos que se utilizaran para el rediseño.

Finalmente, en la última sección se presenta las conclusiones y recomendaciones finales de trabajo de titulación, en la cual se exponen las problemáticas presentadas y la posible implementación dentro de la empresa.

**Palabras clave:** Lamina, Pegadora, Dobladora, Cartón

## ABSTRACT

The technical project with a general approach entitled “Design of gluing machine automation for the production of corrugated cardboard boxes in the company Cartonera del Austro” presents a mechatronic redesign, which consists of a mechanism that allows to join cardboard sheets previously processed by means of two folds for its subsequent assembly, in addition to a redesign of the current machine that allows the gluing of the cardboard sheets which culminates its production process.

The redesign is focused on an automatic batch production system, the intervention of the operator will be paramount in the change of dimensions according to the cardboard sheet and production capacity within the company

The content of the project is divided according to the objectives previously set to develop the project.

The introduction is presented in the first section, with the background of the problem, delimitation and the objectives set.

The theoretical foundation is made in the second section that contains concepts of cardboard and types of cardboard manufactured by the industries that are dedicated to this process. It describes the process carried out by the company Cartonera del Austro for the manufacture of cardboard sheets.

The third section includes the determination of parameters for the design of the bending mechanism and redesign of the current gluing machine. We will first have the study of the current state of the machine and the processes that the operators will perform. Following this we have to determine the available spaces, characteristics of the current machine and data collection.

The fourth section represents the mechatronic design encompassing the bending mechanism and the mechatronic redesign. Inside the mechanism all the characteristics for its design and the elements that will be used for the redesign are broken down.

Finally, the last section presents the final conclusions and recommendations of degree work, in which the problems presented and the possible implementation within the company are exposed

**Keywords:** Laminate, Gluer, Folder, Cardboard



# ÍNDICE GENERAL

<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....</b>	<b>I</b>
<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<b>DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENERALIDADES.....</b>	<b>2</b>
2.1 PROBLEMÁTICA .....	2
2.2 ANTECEDENTES .....	2
2.3 IMPORTANCIA .....	2
2.4 DELIMITACIÓN.....	3
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>4. FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
4.1 EL CARTÓN .....	4
4.2 TIPOS DE CARTÓN .....	4
4.2.1 <i>Cartón Corrugado</i> .....	4
4.2.2 <i>Cartoncillos</i> .....	5
4.2.3 <i>Cartón compacto</i> .....	5
4.2.4 <i>Cartón piedra</i> .....	6

4.3	ELABORACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN.....	6
4.3.1	Área de corrugado.....	7
4.3.2	Área de laminadora.....	8
4.3.3	Área de troquelado.....	8
4.3.4	Área de eslotado.....	9
4.3.5	Área de rayado.....	9
4.3.6	Área de pintura.....	10
4.3.7	Área de pegado.....	11
4.4	SOFTWARE DE DISEÑO Y SIMULACIÓN.....	11
4.4.1	TIA Portal.....	11
4.4.2	Controlador lógico programable.....	12
4.4.3	Factory IO.....	12
<b>5.</b>	<b>DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.....</b>	<b>12</b>
5.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE PEGADO DE CAJAS.....	13
5.1.1	Espacios disponibles.....	13
5.1.2	Ubicación de dobladora y rediseño mecatrónico.....	13
5.1.3	Vías de acceso.....	14
5.1.4	Características del elemento de análisis.....	14
5.2	LEVANTAMIENTO DE DATOS.....	14
5.2.1	Doblado de cajas.....	14
5.2.2	Estado actual de la máquina pegadora.....	15
<b>6.</b>	<b>DISEÑO DE MECATRONICO.....</b>	<b>18</b>
6.1	DETERMINACIÓN DE LOS MECANISMOS.....	18
6.1.1	Mecanismo de distribución.....	18
6.1.2	Mecanismo de doblado.....	19
6.1.3	Mecanismo de traslado.....	19
6.1.4	Mecanismo de sujeción.....	20
6.2	JUSTIFICACIÓN DEL MATERIAL.....	20
6.3	REDISEÑO MECATRÓNICO.....	20
6.3.1	Requerimientos de rediseño.....	21
6.3.2	Elección de componentes.....	21
6.3.2.1	Controlador lógico programable.....	21
6.3.2.2	Visualizador.....	22

6.3.2.3 Sensores .....	22
6.3.3 <i>Cálculo de motor para banda transportadora</i> .....	22
6.3.4 <i>Cálculo de transmisión</i> .....	26
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
7.1 SISTEMA MECÁNICO .....	29
7.1.1 <i>Mecanismo de distribución</i> .....	30
7.1.2 <i>Mecanismo de doblado</i> .....	30
7.1.3 <i>Mecanismo de traslado</i> .....	31
7.1.4 <i>Mecanismo de sujeción</i> .....	31
7.2 REDISEÑO MÁQUINA PEGADORA.....	32
7.2.1 <i>Sistema de control</i> .....	32
7.2.1.1 Programación PLC .....	32
7.2.1.2 Programación HMI.....	36
7.2.2 <i>Simulación</i> .....	38
7.2.3 <i>Sistemas eléctricos</i> .....	40
7.2.3.1 Sistemas eléctricos de control .....	40
7.2.3.2 Sistemas eléctricos de potencia. ....	41
7.3 ANÁLISIS DE COSTOS. ....	42
7.3.1 <i>Determinación costos de producción directo</i> .....	42
7.3.1 <i>Determinación mano de obra directa</i> .....	44
7.4 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COSTOS.....	44
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
8.1 CONCLUSIONES .....	45
8.2 RECOMENDACIONES .....	45
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>
<b>A. SISTEMA ELÉCTRICO.....</b>	<b>49</b>
A.1. SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL .....	49
A.2. SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA .....	50
<b>B. PLANOS MECÁNICOS.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Empresa Cartonera del Austro. (Maps, 2021).....	3
Figura 2. Carton corrugado. (RajaPack S.A, 2020).....	4
Figura 3. Uso cartoncillo para alimentación (RajaPack S.A, 2020).....	5
Figura 4. Cartón compacto (Alvarez, 2015).....	5
Figura 5. Cartón piedra (Tpersonalizo, 2018) .....	6
Figura 6. Flujograma de line de producción (Fuente: Autor).....	6
Figura 7. Máquina corrugadora (Fuente: Autor) .....	7
Figura 8. Proceso final de corrugado. (Fuente: Autor).....	7
Figura 9. Máquina laminadora. (Fuente: Autor).....	8
Figura 10. Máquina troqueladora. (Fuente: Autor) .....	9
Figura 11. Máquina de eslotado. (Fuente: Autor) .....	9
Figura 12. Máquina de rayado (Fuente: Autor).....	10
Figura 13. Máquina de flexográfica. (Fuente: Autor) .....	10
Figura 14. Máquina de pegado. (Fuente: Autor) .....	11
Figura 15. Controlador lógico programable (Siemens, 2015).....	12
Figura 16. Actividades para la determinación de diseño. (Fuente: Autor).....	13
Figura 17. Proceso de pegado. (Fuente: Autor).....	13
Figura 18. Doblado de cajas manualmente. (Fuente: Autor).....	14
Figura 19. Proceso de secado. (Fuente: Autor) .....	15
Figura 20. Sensor en secado por aire. (Fuente: Autor).....	16
Figura 21. Sensor en proceso de embalaje. (Fuente: Autor) .....	16
Figura 22. Tablero control actual máquina. (Fuente: Autor).....	17
Figura 23. Elección de la sección de correa. (DUNLOP, 2017) .....	26
Figura 24. Prototipo final. (Fuente: Autor) .....	29
Figura 25. Mecanismo de distribución. (Fuente: Autor) .....	30
Figura 26. Mecanismo de doblado. (Fuente: Autor) .....	30
Figura 27. Mecanismo de traslado. (Fuente: Autor).....	31
Figura 28. Mecanismo de sujeción. (Fuente: Autor).....	31
Figura 29. Programa primera sección. (Fuente: Autor).....	34

Figura 30. Programa segunda sección. (Fuente: Autor) .....	35
Figura 31. Programa tercera sección. (Fuente: Autor) .....	35
Figura 32. Programa de HMI. (Fuente: Autor).....	36
Figura 33. Presentación de la máquina. (Fuente: Autor).....	37
Figura 34. Interfaz de control y visualización. (Fuente: Autor) .....	37
Figura 35. Visualización número de cajas. (Fuente: Autor).....	38
Figura 36. Botones principales. (Fuente: Autor) .....	38
Figura 37. Sensor difuso 1. (Fuente: Autor).....	39
Figura 38. Sensor difuso 2. (Fuente: Autor).....	39
Figura 39. Banda transportadora. (Fuente: Autor) .....	40
Figura 40. Simulación final. (Fuente: Autor) .....	40
Figura 41. Montaje PLC. (Fuente: Autor) .....	41
Figura 42. Circuito de potencia motor. (Fuente: Autor).....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de cajas dobladas semanales. (Fuente: Autor) .....	15
Tabla 2. Componentes pegadora de cartón. (Fuente: Autor).....	17
Tabla 3. Comparación PLC. (Fuente: Autor) .....	22
Tabla 4. Características bandas catalogo Esbelt. (Esbelt, 2018).....	23
Tabla 5. Longitudes nominales. (DUNLOP, 2017).....	28
Tabla 6. Entradas de PLC (Fuente: Autor).....	32
Tabla 7. Salidas de PLC (Fuente: Autor) .....	33
Tabla 8. Memorias de PLC (Fuente: Autor).....	33
Tabla 9. Memorias de HMI (Fuente: Autor) .....	36
Tabla 10 Desglose de costos elementos mecánicos (Fuente: Autor).....	42
Tabla 11 Desglose de costos elementos mecanizados (Fuente: Autor).....	43
Tabla 12 Desglose de costos elementos electrónicos (Fuente: Autor) .....	43
Tabla 13 Desglose de costos mano de obra (Fuente: Autor).....	44

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo se desarrolló el diseño de la automatización de máquina pegadora para la producción de cajas de cartón corrugado en la empresa Cartonera del Austro, esta empresa se dedicada a la fabricación de empaques de cartón corrugado con el fin de ofertar productos de alta gama a nivel local y externo. (Ochoa, 2020)

En el proceso de fabricación de láminas de cartón se ubica el proceso de pegado que genera inconvenientes significativos para la producción, ralentizando todo el proceso y generando pérdidas económicas importantes. El retraso e ineficiencia se genera en el proceso de pegado con elementos como no poder llevar una contabilidad de cartones pegados y poseer un proceso manual.

El interés académico en esta área se debe a la propuesta de un sistema que integra áreas importantes como mecánica, eléctrica y comunicaciones industriales; la Ingeniería Mecatrónica como una carrera amplia en conocimientos, permite a que los estudiantes participen en proyectos de este tipo con resultados favorables.

Los procesos de elaboración de cartones por parte de empresas ecuatorianas en su mayoría implementan maquinarias que no se encuentran automatizadas, por lo que este proyecto diseñado por la carrera de ingeniería mecatrónica para cubrir una necesidad en específico permitirá automatizar en un futuro todo el proceso dentro de la fabricación de cartones, lo cual es un primer aporte a la empresa Cartonera del Austro que compite con las grandes fabricantes de cartón presentes en el Ecuador.

El presente proyecto dará solución a una necesidad interna de la empresa, los beneficiarios directos será la empresa quienes actualmente necesitan de tres operadores para realizar el proceso y existen potenciales retrasos en la línea de producción; de esta manera se aporta a la mejora de procesos en esta área de trabajo.

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1 Problemática**

Cartonera del Austro dentro del proceso de pegado de cartones presenta una larga data de retrasos en la producción a causa de la ineficiencia en la máquina por falta de mecanismos que no permiten llevar una contabilidad de cartones y su control por parte de los operarios.

### **2.2 Antecedentes**

Según el uso actual de la máquina cada una de las láminas de cartón deben ser previamente dobladas para continuar con el proceso de pegado, por lo tanto, el operario durante su jornada laboral ejerce dicho trabajo.

Los actuadores y sensores incorporados en la máquina no cumplen su función de manera correcta, de modo que, existen retrasos a nivel de producción.

La empresa debido a la ineficiencia en el sistema de registro y control básico del proceso de pegado han optado por la incorporación de operarios para controlar la producción.

### **2.3 Importancia**

En Ecuador la fabricación de papel y productos de papel, según cifras del Banco Central del Ecuador (BCE), representó en 2017, USD 1,06 mil millones, mientras que su participación en el PIB total fue de 0,8% y dentro del PIB manufacturero 3,5%. Además, generó alrededor de 13.064 plazas de trabajo en ese año, acorde a datos de ENEMDU, cifra que casi duplicó a las de 2016 (8.717) y 2015 (8.906). (EKOS, 2018)

Las cajas de cartón dentro de miles de empresas ayudan en el proceso de almacenar, transportar o distribuir productos. Las empresas encargadas de la fabricación de cajas de cartón ven el interés de muchas otras que requieren cajas personalizadas, de excelente calidad, resistentes al calor, la humedad y los golpes con el objetivo de garantizar que sus productos lleguen sin ningún inconveniente a su destino. (Incarpam, 2018)

Dentro de las áreas que conforman el proceso de fabricación de cajas de cartón en la empresa Cartonera del Austro, se involucra al área de pegado como un cuello de botella ya que es el único proceso que se mantiene de forma manual, omitiendo esta área cuenta con sistemas de control y adquisición de datos.

El estudio y diseño busca que el sistema sea eficiente y que se adapte a las necesidades específicas de la empresa, que este pueda cumplir desde el diseño de sus mecanismos hasta

una interfaz de mando, por lo tanto, diseñar un sistema de estas características y que cumplan con la funcionalidad establecida es una relevante para la empresa Cartonera del Austro.

## 2.4 Delimitación

Este proyecto de diseño se desarrolla dentro de la empresa Cartonera del Austro, el gerente de producción propone iniciar la corrección de problemas específicos, aquellos que actualmente generan una gran cantidad de conflictos o potenciales retrasos en la línea de producción, estos problemas están presente en el área de pegado. Esta empresa de fabricación de cajas de cartón se encuentra ubicada en la calle Paseo Río Machángara, Cuenca.



Figura 1. Ubicación de la Empresa Cartonera del Austro. (Maps, 2021)

## 3. OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo General

Diseño de un sistema para la automatización de la máquina pegadora de cajas de cartón en la empresa Cartonera del Austro.

### 3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros de diseño para un sistema de doblado de cartón.
- Rediseñar un sistema mecatrónico para la correcta adquisición de datos empleando un PLC, sistema HMI para el control y visualización de cajas pegadas en la máquina
- Simular mediante software de control para la comunicación de equipos y sistema mecatrónico.
- Determinar los costos unitarios para la implementación del sistema mecatrónico en la mecánica de pegado de cajas.



## **4. FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **4.1 El cartón**

El cartón es un material que está conformado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. Es un material afamado por sus numerosas ventajas como material para cajas u otros elementos para almacenamiento y transporte. (Wellagio, 2019) La materia prima de la cual procede el cartón es el pino, tiene características de crecimiento rápido por lo cual las fábricas que elaboran el cartón poseen varias hectáreas dedicadas al cultivo y cosecha. (Simple, 2015)

El volumen y grosor del cartón son dos factores muy importantes en la fabricación, ya que el cartón tiene la característica de soportar el peso sin perder su forma. Esto se logra al añadir capas extras dando lugar a un material más duro y resistente que el papel tradicional. (Gonzalez, 2019)

### **4.2 Tipos de cartón**

#### **4.2.1 Cartón Corrugado**

El cartón corrugado se caracteriza por combinar dos elementos en su estructura, los cuales se describen a continuación:

- Consta de una o varias láminas de papel ondulado conocido como flauta o médium, la cual posee un nervio central que aporta al cartón corrugado una resistencia extra.
- Planchas de cartón liso que se colocan en el exterior que funcionan como separadores de distintas capas de flauta.



Figura 2. Carton corrugado. (RajaPack S.A, 2020)

#### 4.2.2 Cartoncillos

Es un material resistente hecho de pulpa de papel kraft sin ondulaciones, similar al papel, pero con varias capas unidas. Entre las distintas capas, la capa superior es lisa para mejorar las propiedades de brillo, lisura e impresión. El resto de capas interiores comúnmente son de material virgen o reciclado. (ainia, 2007)

El uso de cartoncillos por su ligereza y resistencia para transportar o almacenar productos es clásico en industrias: cosméticas, alimentación, farmacéutica y tener forma de una caja para exposición de productos.



Figura 3. Uso cartoncillo para alimentación (RajaPack S.A, 2020)

#### 4.2.3 Cartón compacto

El cartón compacto se elabora mediante el prensado de varias capas de papel, por lo que es habitual que en su fabricación predomine el uso de papel reciclado. Es rígido y ampliamente utilizado en el proceso de encuadernación y como base para tableros de juegos de mesa. (RajaPack S.A, 2020)



Figura 4. Cartón compacto (Alvarez, 2015)

#### 4.2.4 Cartón piedra

El cartón piedra se adquiere mediante la mezcla de pasta de papel y yeso, nos ayuda a obtener un tipo de cartón muy rígido y a la humedad. Tiene una alta demanda en manualidades y en varias aplicaciones en el ámbito del embalaje. (RajaPack S.A, 2020)

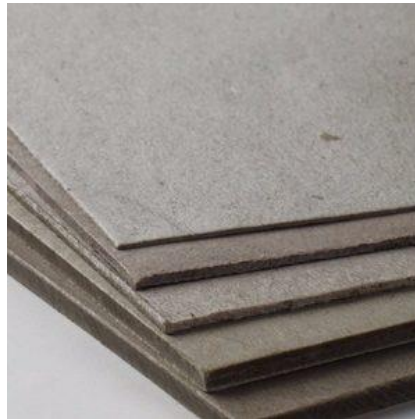


Figura 5. Cartón piedra (Tpersonalizo, 2018)

#### 4.3 Elaboración de cajas de cartón

Las cajas de cartón es el medio de embalaje más utilizado en todo tipo de almacenamiento o transporte en el sector de la industria. Un material muy económico, amigable con el medio ambiente y al momento de usarlo proporciona una gran versatilidad. Su fabricación depende de la forma y tamaños requeridos por lo tanto existe una gran diversidad de cajas de cartón, diseñadas en cartón corrugado, se componen de tres elementos básicos en su estructura: una hoja de papel de perfil ondulado aprisionado y dos hojas de papel. (Embalatges CastonBox, 2018)

Durante la fabricación de cajas dentro de la empresa Cartonera del Austro se componen de diferentes áreas como se muestra en la figura 6 se describen a continuación:

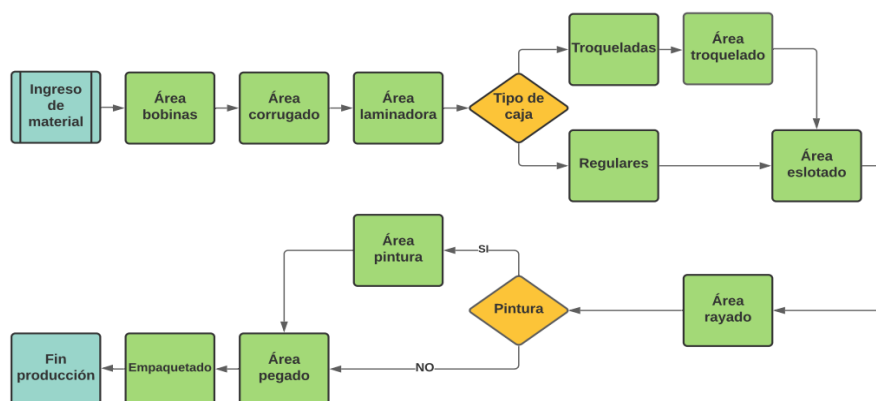


Figura 6. Flujograma de line de producción (Fuente: Autor)

### 4.3.1 Área de corrugado

Dentro de la empresa como primer paso para la elaboración de cajas tras la fabricación de bobinas de papel liso y corrugado, se pasa por una máquina de pesados rodillos como se muestra en la figura 7, los cuales cumplen las siguientes funciones.

- La primera fase el papel se aplica humedad por medio de vaporizadores, los cuales tienen una temperatura de 170°C.
- Segunda fase se unen internamente una hoja de papel corrugado
- Tercera fase se elabora la lámina de cartón mediante adhesión por medio de pegamento de tres papeles, dos papeles exteriores y un papel corrugado. Después de esto el cartón pasa por una última fase de donde es secado a temperatura y cortado según las dimensiones requeridas como se muestra en la figura 8.



Figura 7. Máquina corrugadora (Fuente: Autor)



Figura 8. Proceso final de corrugado. (Fuente: Autor)

### 4.3.2 Área de laminadora

En el siguiente proceso el cartón cortado con las dimensiones determinadas se procede a la máquina laminadora como se muestra en la figura 9, con un conjunto de rodillos y la aplicación de cola de almidón, son los responsables de fijar el papel de estroza al papel ondulado con una capa única que cumple la función de cinta de transmisión de succión que protege mejor al cartón corrugado para que no se curve ni flexione. (Tianjin, 2019) Las características para este papel que se adhiere al cartón se lo puede realizar con diferente color y diseño dependiendo de la necesidad del cliente.



Figura 9. Máquina laminadora. (Fuente: Autor)

### 4.3.3 Área de troquelado

Una vez obtenida las láminas de cartón corrugado procesadas pasan a un proceso de impresión y troquelado según el proceso de producción, la empresa cuenta con una troqueladora plana como se muestra en la figura 10, esta se caracteriza por tener una mayor precisión de corte debido a que el troquel es plano.

En el proceso de troquelado se define la forma del modelo de la caja especificando tanto su interior y forma requerida. El modelo define los cortes, dobleces y perforaciones o cortes punteados en el cartón. (Ortiz, 2017)



Figura 10. Máquina troqueladora. (Fuente: Autor)

#### 4.3.4 Área de eslotado

La función de máquina de eslotado como se muestra en la figura 11, son cortar la plancha de cartón según la forma geométrica correspondiente a la forma de embalaje deseado.

- El eslotado está formado por una porta cuchillas circulares rotativos, que contienen cuchillas de corte y hendedores acoplados en dos pares de distintos ejes.
- El ranurado y el hendido van en conjunto mientras las solapas se cortan siguiendo la línea de plegado de las aristas verticales del embalaje.
- El eslotado determina las dimensiones del embalaje: largo, ancho y perímetro. (Romero, 2016)



Figura 11. Máquina de eslotado. (Fuente: Autor)

#### 4.3.5 Área de rayado

En el proceso de rayado, el operario ingresa la plancha de cartón con las dimensiones finales. Dicho rayado, se lo realiza para diferencias y dar forma a las solapas de la tapa de la caja de cartón corrugado. El proceso involucra que el operario calibre las cuchillas, ingrese el cartón



y espere que las cuchillas remuevan una pequeña porción de la plancha de cartón. En la figura 12 se observa la máquina de rayado.



Figura 12. Máquina de rayado (Fuente: Autor)

#### 4.3.6 Área de pintura

La máquina de impresión o pintura es la encargada en reproducir directamente sobre la plancha de cartón un grafismo de uno o varios colores. La impresión del cartón es llamada tipografía a la impresión realizada en clichés y tintas grasas de secado lento.

En la empresa Cartonera del Austro se utiliza el procedimiento de flexografía como se observa en la figura 13, lo que se utilizan es el relieve que se distingue por la naturaleza de las tintas que utilizan, sobre todo, en la composición de éstas y el tiempo de secado rápido. (Adhinglex S.A, 2019)



Figura 13. Máquina de flexográfica. (Fuente: Autor)

### 4.3.7 Área de pegado

La empresa cuenta con una máquina de pegado como se aprecia en la figura 14, dentro de la planta esta área tiene un trabajo manual donde trabajan un máximo de 3 operadores. La máquina de pegado cuenta con las siguientes operaciones:

- Se conforma por un sistema mediante una plataforma que apila los cartones que van a ser pegadas.
- El operario ajusta manualmente mediante paletas la dimensión de las cajas.
- Mediante un sistema que proporciona el pegamento y bandas que mueven la caja el operario procede a engomar la caja.
- Un sistema de aire es el encargado de secar la caja, mientras el operador apila las cajas hasta que llegue a la cantidad de 25 unidades.
- Por último, mediante bandas se procede a mover cada una de las cajas para su empaque final.



Figura 14. Máquina de pegado. (Fuente: Autor)

## 4.4 Software de diseño y simulación

### 4.4.1 TIA Portal.

Un sistema de ingeniería que permite configurar todos los procesos de planificación y producción en una empresa. Posee un entorno para el control de tareas, visualización y accionamiento. TIA Portal apoya a las empresas con ingeniería consistente, operación transparente y ejecución de los procesos de trabajos digitales. (Siemens, 2020)

La digitalización, la seguridad integral, mayor conectividad e interfaz abiertas son algunas de las soluciones que permite Siemens encaminado hacia la Industria 4.0.



#### 4.4.2 Controlador lógico programable.

El controlador ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Por su estructura compacta, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el controlador es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU es capaz de vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación, además el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede comprender lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, Motion Control, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. (Siemens, 2015)

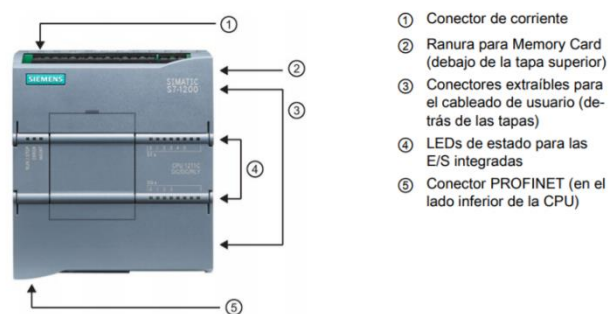


Figura 15. Controlador lógico programable (Siemens, 2015)

#### 4.4.3 Factory IO

Software para genera simulaciones de sistemas industriales con las tecnologías más comunes. Cualquiera sistema puede ser controlado en tiempo real mediante conexiones externas con PLC's. La simulación posee gráficos de alta calidad y sonido, con una tecnología innovadora que permite una creación fácil y rápida de los sistemas industriales proporcionando un entorno realista industrial. (ICL, 2015)

### 5. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

A continuación, se da a conocer el proceso de levantamiento de datos, con el fin de descartar o modificar algunas de las propuestas. Se adaptaron a las condiciones que la empresa, en especial en cuanto a los espacios disponibles y de circulación de los operarios. Como se observa, se muestra un diagrama de proceso del levantamiento de datos producto de un trabajo de campo efectuado dentro de la planta de beneficio.

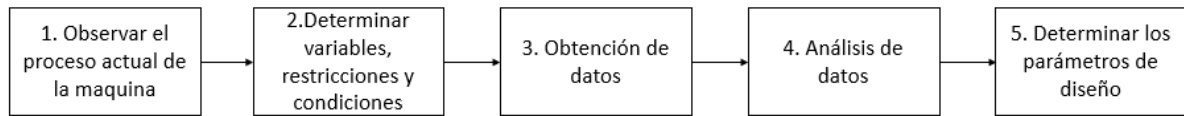


Figura 16. Actividades para la determinación de diseño. (Fuente: Autor)

### 5.1 Descripción del proceso actual de pegado de cajas

El objetivo principal en el pegado de cajas de cartón es que pueden ser de diferentes tamaños. El pegado de cajas es el proceso final en la producción de cajas, por lo cual, la máquina pegadora consta del proceso de doblado que se realiza manualmente y el pegado que lo realiza la máquina de forma automática.



Figura 17. Proceso de pegado. (Fuente: Autor)

#### 5.1.1 Espacios disponibles

Cartonera del Austro dispone de los espacios donde el sistema podría ser instalado. Se realiza un recorrido por la máquina pegadora para conocer los espacios de circulación, zonas de riesgo eléctrico y los recorridos que realiza el operario dentro de su jornada habitual.

#### 5.1.2 Ubicación de dobladora y rediseño mecatrónico

Se realiza la a propuesta para obtener un sistema que pueda reducir el doblado manualmente, sin embargo, para lograr esto, se procedió a tomar medidas con relación a la máquina pegadora y el espacio disponible para el mecanismo de doblado. Con los espacios disponibles se puede realizar la propuesta de acuerdo a las medidas establecidas y necesidades del lugar.

El rediseño no implicará un movimiento en el área de pegado, sin embargo, cada proceso dentro de la máquina será modificado para cumplir con una excelente eficiencia.

### 5.1.3 Vías de acceso

En ninguno de los dos trayectos se obstaculiza la circulación de operarios, supervisores, ni salidas de emergencia. El traslado del cartón procesado es sencillo, su tamaño es prudente y no obstaculiza el tránsito en el caso de encontrarse con otra persona en el pasillo. De igual forma se respetan los accesos para operación o mantenimiento de las máquinas.

### 5.1.4 Características del elemento de análisis

Los elementos de análisis son fundamentales para determinar dimensiones, estructura, rediseño, entre otros. Estos datos son referencia para el diseño que se propone como:

- Trabajo manual de operadores
- Funcionamiento actual de la máquina
- Dimensiones de cajas

## 5.2 Levantamiento de datos

### 5.2.1 Doblado de cajas

En el proceso de pegado de cajas como se observa en la figura 18, en primera instancia se realiza manualmente el proceso doblar las cajas por parte de los operadores.



Figura 18. Doblado de cajas manualmente. (Fuente: Autor)

El doblado de cajas para los operadores es un proceso que se lo realiza durante toda su labor diaria, para la recolección de datos se los realiza diariamente un mes, obteniendo así lo siguiente:

Tabla 1. Cantidad de cajas dobladas semanales. (Fuente: Autor)

<b>Semana</b>	<b>Cajas dobladas</b>
<b>Semana 1</b>	400
<b>Semana 2</b>	420
<b>Semana 3</b>	380
<b>Semana 4</b>	400
<b>Cajas totales.</b>	1600

### **5.2.2 Estado actual de la máquina pegadora**

El proceso de colocar el pegamento consta de una estación de trabajo, en la cual el operador coloca de forma manual cada una de las cajas anteriormente doblada, la máquina cuenta con un sistema diseñado para transportar y colocar pegamento como se observa en la figura 17.

Posterior al proceso de pegado, mediante bandas continúan al proceso de secado por aire como se muestra en la figura 19, en la cual se apilan los cartones pegados hasta que se apilen 25 unidades. Para el siguiente proceso se verifica la cantidad de cartones apilados mediante un sensor colocado en la máquina como se observa en la figura 20.



Figura 19. Proceso de secado. (Fuente: Autor)



Figura 20. Sensor en secado por aire. (Fuente: Autor)

Finalmente, las cajas se trasladan al proceso de embalaje individualmente para formar grupos de 15 unidades, en este proceso existe un sensor el cual controla el paso al proceso de embalaje. El sensor utilizado actualmente como se muestra en la figura 21 no es el pertinente, los operadores tienen varios inconvenientes cuando el sensor no detecta el paso de las cajas, por lo tanto, no se forman los grupos de cajas que se necesitan y se procede a contar manualmente las cajas ya procesadas.

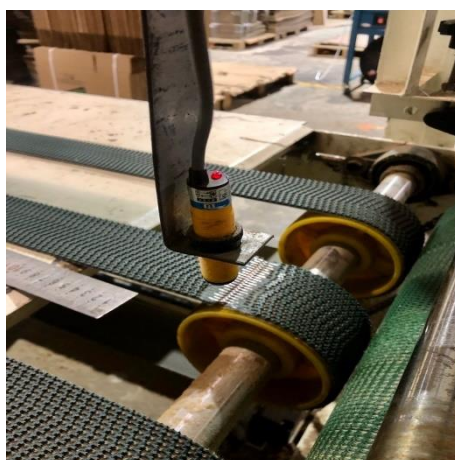


Figura 21. Sensor en proceso de embalaje. (Fuente: Autor)

La máquina de pegado se controla mediante un tablero con selectores de dos posiciones, paro de emergencia y luces indicadoras como se observa en la figura 22, en dicho tablero los accionamientos no funcionan adecuadamente y ocasionan paros repentinos dentro del proceso de pegado.



Figura 22. Tablero control actual máquina. (Fuente: Autor)

Se obtuvo una lista como se muestra en la tabla 2 de los componentes que conforman toda la máquina actual de la pegadora, los cuales nos ayudaran en el proceso de rediseño de la máquina.

Tabla 2. Componentes pegadora de cartón. (Fuente: Autor)

Componente	Características
Motor banda de ingreso	Marca ZD-motor - 380/220V – 1.8/3.2 A – 3 HP- 60 HZ
Motor pegadora	Marca ZD-motor - 380/220V – 0.6/1.0 A – 1HP- 60 HZ
Motor ventilador	Marca VOGES – 110/220V – 1.2/2.1 A – 1/4 HP- 60 HZ
Motor banda intermedia	Marca ZD-motor - 380/220V – 1.8/3.2 A – 3 HP- 60 HZ
Motor banda de salida	Marca ZD-motor - 380/220V – 1.8/3.2 A – 3 HP- 60 HZ
Sensor 1	Sensor fotoeléctrico Marca Aotoro – 12/240 VAC – 15mA
Sensor 2	Sensor infrarrojo reflectivo Marca Omron - 10-36 VDC – 300mA

## **6. DISEÑO DE MECATRONICO**

En el diseño mecatrónico se evaluaron varios puntos identificando necesidades y posibles soluciones. Este proceso inicia con la generación de conceptos, revisión bibliográfica, estructuras similares, que permitan elaborar detalladamente el diseño y simulación de nuestro proyecto.

Se definen detalladamente cada concepto para que el diseño de los mecanismos que conformaran el sistema mecatrónico, con la finalidad que las etapas de diseño se pueden corregir y ajustar con respecto a algún cambio dentro del sistema.

### **6.1 Determinación de los mecanismos**

Los mecanismos que se componen el sistema mecatrónico para la dobladora de cartón son los siguientes:

- Mecanismo de distribución
- Mecanismo de doblado
- Mecanismo de traslado
- Mecanismo de sujeción

#### **6.1.1 Mecanismo de distribución**

El mecanismo de distribución de las láminas de cartón fue diseñado con la función del transporte de éstas, con los aspectos correspondientes a nuestra necesidad como:

- Ajuste para diferentes dimensiones (20-80 cm)
- Capacidad máxima de apilar láminas de cartón hasta 20 cm.
- Alineación de láminas
- para obtener una trayectoria lineal
- Permitir el transporte unitario de láminas de cartón
- Soportes para seguridad de los operadores

La estructura del distribuidor está diseñada con respecto al uso de la banda transportadora como un medio que permita replicar el movimiento y la distribución. El diseño del mecanismo de distribución constara de partes que son:

- Soportes: Ayudan a apilar y distribuir las láminas de cartón al contacto con la banda de arrastre.



- Seguros: Nos permiten garantizar la salida de una sola lámina de cartón por su estructura tipo cuña en la parte inferior, son ajustables para diferentes gramajes de láminas de cartón.

### **6.1.2 Mecanismo de doblado**

El doblado de las láminas de cartón es la función principal del sistema mecatrónico. Por ello se realizó un mecanismo que pueda cumplir con su objetivo principal y con sus respectivas características de dimensión, doblado y mantener trayectoria lineal del cartón doblado.

En este mecanismo la propuesta fue construir dos alzadores cuya función es levantar las paredes de las láminas de cartón a 90° mismos que se encargan de doblar las paredes alzadas.

Los elementos que componen este mecanismo son:

- Alzadores: Se utilizan para levantar la pared del cartón, debe obtener un ángulo de 90 grados para que se pueda marcar el doblado y continuar en su proceso para doblar completamente las cajas, por lo tanto, su diseño debe cumplir con esa característica además que los alzadores deben contar con guías para poder desplazar según la medida de la caja de cartón.
- Sujetadores: Se necesita mantener la trayectoria lineal de la caja y para lograrlo se diseñó un mecanismo el cual ejerce presión sobre la caja y la banda.

### **6.1.3 Mecanismo de traslado**

En el proceso de doblado de cartones se necesita un medio para el desplazamiento de las láminas de cartón por lo cual se construyó una banda transportadora de acuerdo con las características del cartón como:

- Dimensiones de caja
- Peso de caja
- Dimensión de sistema de doblado

La banda transportadora es de tipo cama plana con varias bandas de PVC colocadas simultáneamente en el eje para que se pueda realizar el movimiento. Se utilizó un motor y mecanismo de transmisión por poleas con las características necesarias para su funcionamiento.



#### **6.1.4 Mecanismo de sujeción**

Para la máquina dobladora se vio la necesidad de contar con un mecanismo que ayude a conservar una trayectoria lineal y que sujeten a las láminas de cartón durante el proceso de doblado, El diseño de este mecanismo conservan las siguientes características:

- Diferentes dimensiones: 10 - 50 cm
- Gramajes: 230 - 400  $\frac{gr}{m^2}$
- Material ligero para permitir el paso de lámina de cartón

Este mecanismo está establecido que las placas del carro sean construidas de aluminio y los rodamientos sujetos mediante pasadores para que se obtenga un solo conjunto y ayude a la tracción de la lámina de cartón.

Las dimensiones fueron determinadas por las características especificadas por lo cual no interfiera en el doblado del cartón y ayude a su traslado. Para la sujeción de este mecanismo se utilizará pasadores con el fin de lograr el ajuste necesario para los diferentes gramajes.

#### **6.2 Justificación del material**

La selección del material para el mecanismo de doblado de cajas de cartón está basada en los siguientes criterios de cada mecanismo:

- Mecanismo de distribución consta de dos elementos: las guías y los soportes se fabricarán de acero inoxidable para evitar el desgaste y oxidación que tendría en el proceso por las láminas de cartón.
- De igual forma el mecanismo de doblado consta de dos elementos: alzadores se fabricarán de acero inoxidable para evitar la fricción con el cartón y sujetadores de material se fabricará de acero.
- En el mecanismo de traslado para el uso de la banda transportadora se consideró un material de PVC con dureza establecida en la tabla 4 y la estructura de la banda transportadora de perfil PTR de 2 mm.
- Por último, el mecanismo de sujeción se fabricará de aluminio por su característica en el peso para facilitar el arrastre de las láminas de cartón.

#### **6.3 Rediseño mecatrónico**

Con el mecanismo de doblado de láminas de cartón el siguiente proceso es el pegado de las mismas. La máquina actual de pegado no cumple con sus funciones principales, por lo tanto, se propone un rediseño de la máquina pegadora tomando en cuenta todos sus componentes.

### **6.3.1 Requerimientos de rediseño**

Dentro del sistema de rediseño mecatrónico, se tiene varios requerimientos, siendo los más importantes los siguientes:

- Manejo de bandas
- Manejo de sensores
- Manejo de visualizadores y controles de usuario
- Capacidad para trabajar a diferentes niveles de tensión
- Sistemas de protección de sobrevoltaje y sobrecorriente

### **6.3.2 Elección de componentes**

#### **6.3.2.1 Controlador lógico programable**

Dentro de la industria es muy importante elegir un PLC para el sistema, ya que de eso dependerá el funcionamiento total del equipo, para ello se realizó una búsqueda en el mercado para obtener el mejor candidato para la implementación.

Para la elección se ha tomado en cuenta varios parámetros como:

- Voltaje de operación
- Arquitectura
- Interfaces
- Entradas/Salidas
- Rendimiento
- Comunicaciones
- Seguridad
- Precio
- Servicio técnico

Existen una gran variedad de controladores lógicos programables en el mercado, para ello se presenta en la tabla 4 donde se aprecia de una manera compacta una comparación de varios dispositivos de acuerdo a la necesidad y parámetros anteriormente mencionados.

Tabla 3. Comparación PLC. (Fuente: Autor)

<b>Características</b>	<b>Siemens</b>	<b>Allen Bradley</b>	<b>ABB</b>
PLC Compacto	S7-1200	Micro810	AC500-S
Voltaje de operación	110 / 220 V	110 / 220 V	110 / 220 V
Memoria de programa	75 kB	20 kB	128 kB
Protocolos	Ethernet / Profinet	USB / Ethernet	Profinet
E/S	8 entradas – 6 salidas	8 entradas – 4 salidas	8 entradas – 4 salidas
Precio local	520.00 \$	400.00\$	1200.00 \$
Precio internacional	364.00 \$	250.00\$	950.00\$

En base a la tabla 3, se puede decir que el controlador lógico programable que más aporta para nuestro sistema es el **Siemens S7-1200**, tanto por la disponibilidad y adquisición en el mercado.

#### **6.3.2.2 Visualizador**

La interfaz con el operador nos sirve de intermediario en el control y supervisión del proceso industrial. De acuerdo a los requerimientos de nuestra aplicación según la cantidad de datos a visualizar en la pantalla, comandos a ejecutar y PLC para su conectividad.

El visualizador que utilizamos es un Siemens HMI Ktp700 Basic Dp 7”.

#### **6.3.2.3 Sensores**

Dentro de nuestro sistema se requiere ciertas condiciones de funcionamiento, es necesario obtener diferentes variables de control, por lo tanto, en el proceso de pegado se ocupan sensores para controlar las bandas de distribución de acuerdo a la cantidad de láminas de cartón pegadas.

El proceso de pegado de cartón necesita sensores capaces de detectar el traslado de las láminas de cartón para controlar la cantidad de materia procesada, por este motivo se optó por el uso de sensores infrarrojos y de barrera.

#### **6.3.3 Cálculo de motor para banda transportadora**

Para el cálculo de la potencia necesaria para mover las láminas de cartón, motorreductor y relación de transmisión, se tomaron en cuenta varios factores como coeficiente de fricción dado por el tipo de banda a utilizar obtenido en la tabla 4.

Tabla 4. Características bandas catalogo Esbelt. (Esbelt, 2018)

Tipo de banda	Cobertura superior					Espesor banda mm	Peso banda kg/m <sup>2</sup>	a 20°C		Carga de rotura N/mm	Carga de trabajo al 1% alargam. N/mm	Carga de trabajo al 1,5% alargam. N/mm	Ancho máx.de fabric. mm
	Material	Dureza °ShA	Color	Espesor mm	Acabado			A  Ø mm	B  Ø mm				
Febor	F10 NF	PVC	76	Negro 04	0,50	Mate	2,20	35	55	120	10	15	3000
	F15 NF	PVC	82	Negro 01	0,50	Mate	2,50	40	60	160	15	22	3000
	F19 NF	PVC	82	Negro 01	0,90	Mate	3,10	40	60	180	17	25	3000
	F21 AF	PVC	82	Negro 01	0,80	Grabado A	3,00	40	60	200	6	9	3000
	F21 NF	PVC	82	Negro 01	0,60	Mate	3,00	40	60	200	6	9	3000
	F22 FF	RC		Negro 00	0,10	Impregn.	2,85	60	60	180	14	19	3000
	F12 CF GR EU	PVC	85	Verde 00	0,50	Liso	2,40	35	55	120	10	15	3000
	F14 CF GR EU	PVC	85	Verde 00	1,00	Liso	2,90	40	60	120	10	15	3000
	F20 CK	PVC	78	Verde 00	0,70	Liso	3,50	75	75	200	20	28	2000
	F30 CF	PVC	78	Verde 00	0,70	Liso	3,50	90	140	300	30	45	2000
	F30 RR	PVC		Transp.	0,10	Impregn.	3,80	150	150	300	25	40	3000

Según nuestro requerimiento para el mecanismo de transportación se obtiene las características de la banda necesaria que es:

- FEBOR F15 NF color negro
- Ancho 3000 mm
- Peso 2.6 kg/m<sup>2</sup>
- Coeficiente de fricción 0.4

Además de los datos necesarios con respecto a la banda transportadora.

- Carga por metro lineal de banda:  $W = 10 \text{ kg/m}$
- Tiempo total en recorrer la banda:  $t = 15 \text{ s}$
- Longitud de transporte:  $L = 2.21 \text{ m}$
- Ancho de banda:  $B = 0.30 \text{ m}$
- Peso de la banda:  $w = 2.6 \text{ kg/m}^2$
- Aceleración de la gravedad  $9.81 \text{ m/s}^2$

### Potencia de motor

Fórmula para calcular la potencia del motor con relación a las características de la banda.

$$HP = \frac{(W + w)(f)(v)}{33000} \quad (6.1)$$

## Velocidad requerida

Velocidad del sistema en relación a la distancia y el tiempo en recorrer la banda.

$$\begin{aligned}v &= \frac{L}{t} & (6.2) \\v &= \frac{2.21}{15} \\v &= 0.14 \frac{m}{s} \\v &= 0.14 \frac{m}{s} * \frac{3.28 ft}{1m} * \frac{60s}{1 min} \\v &= 27.55 \frac{ft}{min}\end{aligned}$$

## Capacidad de carga

Capacidad por metro lineal que soporta la banda.

$$\begin{aligned}W &= 10 \frac{kg}{m} \\W &= 10 \frac{kg}{m} * \frac{1m}{3.28 ft} * \frac{2.2 lb}{1 kg} \\W &= 6.70 \frac{lb}{ft} \\W &= 6.70 \frac{lb}{ft} * 39.37 ft = 263.77 lb\end{aligned}$$

## Peso de la banda

Peso relacionado con las características de la banda escogida según la tabla 4.

$$\begin{aligned}w &= 2.6 \frac{kg}{m^2} \\w &= 2.6 \frac{kg}{m^2} * 0.9m = 2.34 \frac{kg}{m} \\w &= 2.34 \frac{kg}{m} * \frac{1m}{3.28 ft} * \frac{2.2 lb}{1 kg}\end{aligned}$$

$$w = 1.56 \frac{lb}{ft}$$

$$w = 1.56 \frac{lb}{ft} * 39.37 ft = 61.41 lb$$

**Entonces**

$$HP = \frac{(263.77 lb + 61.41 lb)(0.6)(27.55)}{33000}$$

$$HP = 0.1628$$

**Potencia motriz**

Está relacionado con la potencia de los elementos que conforman el sistema mecánico.

$$P_{motriz} = \frac{P_{motor}}{\eta_{cadena} * \eta_{rodamientos}^2 * \eta_{caja reductora}} \quad (6.3)$$

Donde

- Rendimiento de la cadena = 0.97
- Rendimiento de los rodamientos = 0.99
- Rendimiento de la caja reductora = 0.90

Entonces

$$P_{motriz} = \frac{0.1628}{0.97 * 0.99^2 * 0.90}$$

$$P_{motriz} = 0.097 HP * (1.5 \text{ factor de servicio})$$

$$P_{motriz} = 0.190$$

**Valor comercial**

$$P_{motor} = \frac{1}{4} HP$$

**Resultado final**

- Motor 1/4 HP marca WEG 1800 rpm

### 6.3.4 Cálculo de transmisión

#### Potencia de transmisión

Potencia transmitida sobre la cual se diseñará la correa.

$$P_c = P * K \quad (6.4)$$

Donde

- Potencia del motor:  $P = \frac{1}{4}$  HP
- Factor de corrección de potencia:  $K = 1.2$

Entonces

$$P_c = \frac{1}{4} * 1.2$$

$$P_c = 0.3 \text{ HP}$$

#### Selección tipo de correa

Para la correcta selección de la correa se observa las características que nos presenta la gráfica.

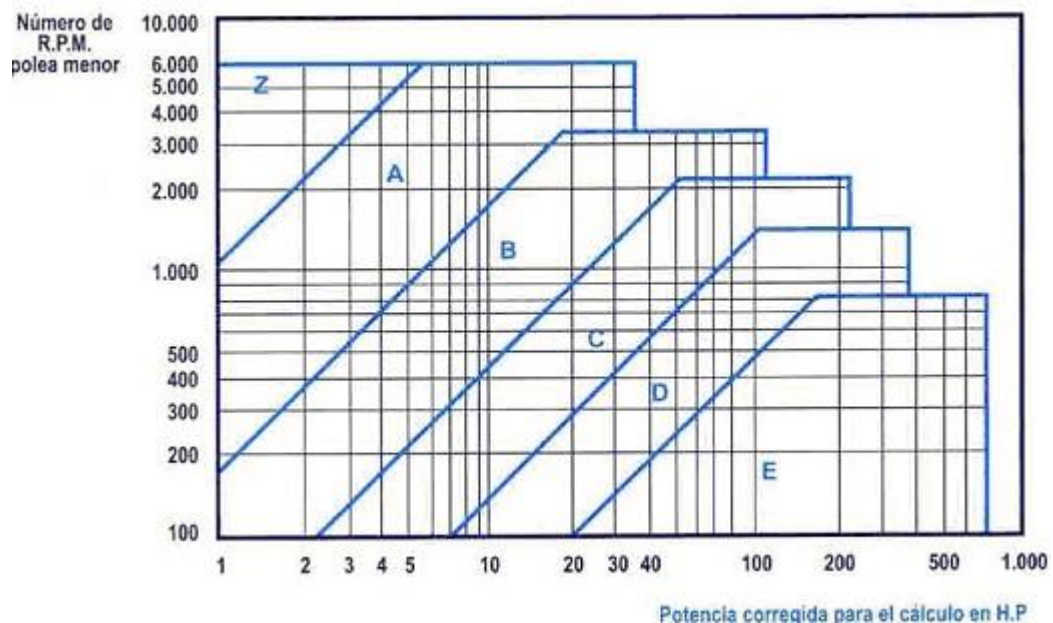


Figura 23. Elección de la sección de correa. (DUNLOP, 2017)

Con los siguientes valores  $N = 1800$  rpm, velocidad de giro de la polea menor y potencia corregida.

Tipo de correa seleccionada: Perfil "Z"

## Relación de transmisión

Diferencia entre la velocidad de transmisión de las poleas.

$$R = \frac{N}{n} = \frac{D}{d} \quad (6.5)$$

Donde

- Relación de transmisión: R
- RPM polea menor: N
- RPM polea mayor: n
- Diámetro polea mayor: D= 127 mm
- Diámetro polea menor: d= 63.5 mm

Entonces

$$R = \frac{127}{63.5}$$

$$R = 2$$

## Distancia entre ejes

Distancia para poder optimizar el rendimiento de transmisión.

$$E = \frac{(R + 1) * d}{2} + d \quad (6.6)$$

Donde

- Distancia entre ejes de poleas: E
- Relación de transmisión: R
- Diámetro polea menor: d
- Diámetro polea mayor: D

Entonces

$$E = \frac{(2 + 1) * 63.5 \text{ mm}}{2} + 63.5 \text{ mm}$$

$$E = 158.75 \text{ mm}$$



## Longitud de correa

Longitud primitiva de la correa de una transmisión a través de los datos anteriormente calculados.

$$L_p = 2 * E + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4 * E} \quad (6.7)$$

Donde

- Distancia entre ejes de poleas: E
- Diámetro polea menor: d
- Diámetro polea mayor: D
- Longitud de correa:  $L_p$

$$L_p = 2 * 158.75 + \frac{\pi}{2}(127 + 63.5) + \frac{(127 - 63.5)^2}{4 * 158.75}$$

$$L_p = 617.03 \text{ mm}$$

Accediendo a la tabla 5 de longitudes nominales se selección el valor próximo al calculado para el perfil “Z”.

Tabla 5. Longitudes nominales. (DUNLOP, 2017)

Longitud primitiva nominal						
Correa (in)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)	Sección D (mm)	Sección E (mm)
15	-	414	-	-	-	-
16	-	439	-	-	-	-
17	-	465	-	-	-	-
18	482	490	-	-	-	-
19	508	516	-	-	-	-
20	533	541	-	-	-	-
21	558	566	-	-	-	-
22	584	592	-	-	-	-
23	609	618	-	-	-	-
24	635	641	-	-	-	-
25	660	670	-	-	-	-
26	685	694	-	-	-	-
27	711	718	-	-	-	-
28	735	756	-	-	-	-
29	762	774	771	-	-	-
30	787	794	796	-	-	-
31	812	822	822	-	-	-
32	838	853	859	-	-	-
33	863	880	870	-	-	-
34	889	906	899	-	-	-
35	914	922	928	-	-	-
36	939	954	962	-	-	-
37	965	978	981	-	-	-
38	990	1001	1004	-	-	-
39	1016	1029	1032	-	-	-
40	1041	1052	1054	-	-	-

Se selecciona una correa de perfil “Z” con desarrollo 635 mm

## Resultado final

La transmisión resultante será la siguiente:

- Tipo de correa: Z24
- Diámetro polea menor: 63.5 mm
- Diámetro polea mayor: 127 mm
- Distancia entre poleas: 617.03 mm

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Sistema mecánico

Como se esperaba, en esta sección se abordará el diseño mecánico final al que se llegó luego de la revisión de conceptos, bibliografías y estructuras similares, y de haber realizado el dimensionamiento en base a los fundamentos de diseño expuesto en la sección 6.1.

Obteniendo así un prototipo base a todo lo mencionado anteriormente, el software ocupado para el desarrollo del modelo es “Autodesk Inventor”, en la figura 24 se muestra el resultado que se irá desglosando por mecanismos.

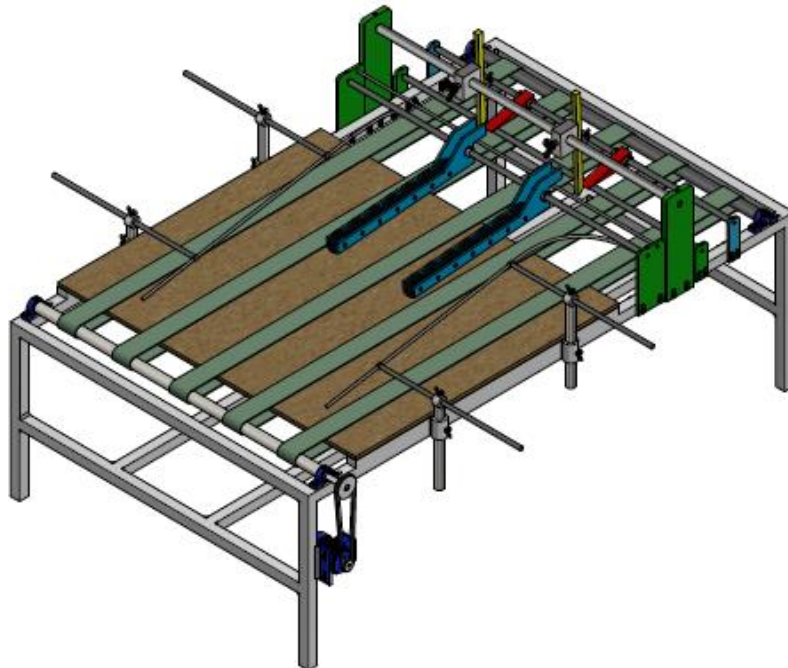


Figura 24. Prototipo final. (Fuente: Autor)

### 7.1.1 Mecanismo de distribución

El resultado del diseño y dimensionamiento para el mecanismo de distribución fue el siguiente:

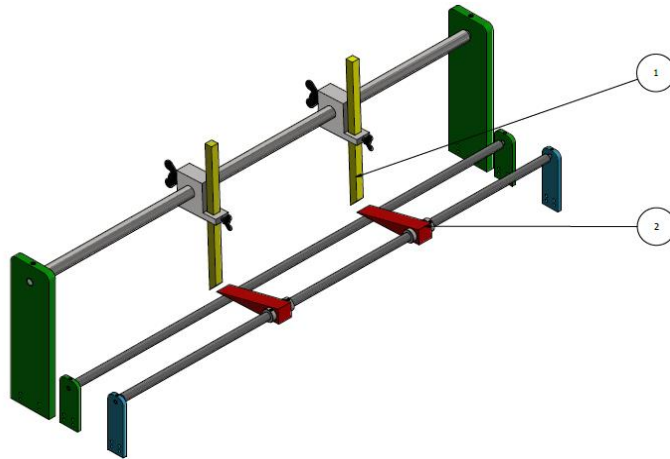


Figura 25. Mecanismo de distribución. (Fuente: Autor)

Este mecanismo cuenta con varias partes que permite el correcto funcionamiento, siendo las mencionadas en la sección 6.1.1.

- Soportes (Figura 25 – 1)
- Seguros (Figura 25 – 2)

### 7.1.2 Mecanismo de doblado

Para el requerimiento del mecanismo de doblado se obtuvo el prototipo siguiente:

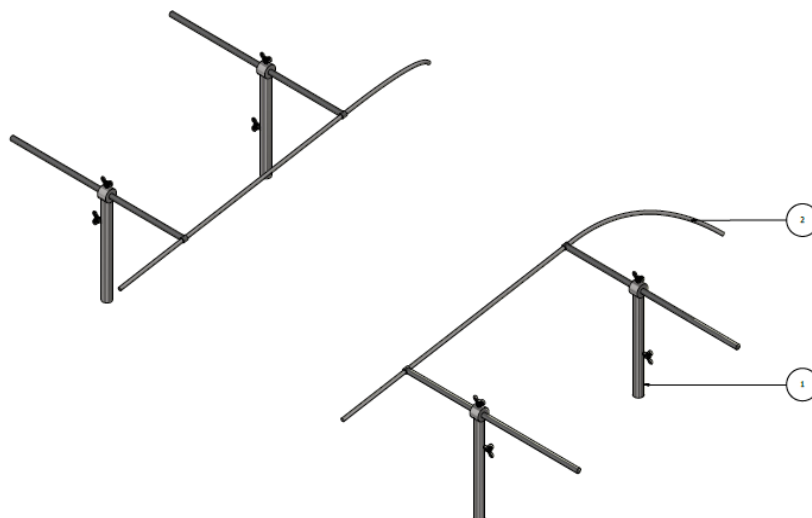


Figura 26. Mecanismo de doblado. (Fuente: Autor)

Las partes que conforman el mecanismo fueron especificadas en la sección 6.1.2 que se describen en la figura 26 son:

- Alzadores (Figura 26 – 1)
- Sujetadores (Figura 26 – 2)

### 7.1.3 Mecanismo de traslado

En la sección 6.1.3 se describe las características que debe cumplir la banda transportadora para cumplir su función como mecanismo de traslado, por lo tanto, el prototipo es el siguiente:

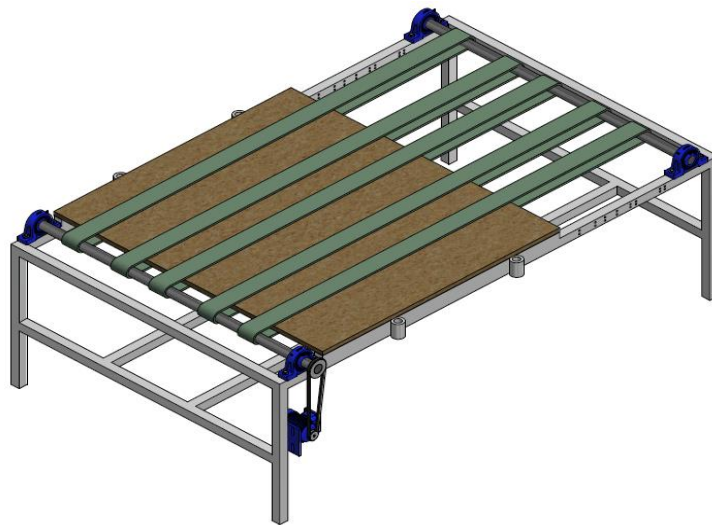


Figura 27. Mecanismo de traslado. (Fuente: Autor)

### 7.1.4 Mecanismo de sujeción

El diseño del mecanismo de sujeción consta de las características descritas en la sección 6.1.4, es por ello que en la figura 28 se muestra el sistema:



Figura 28. Mecanismo de sujeción. (Fuente: Autor)

## 7.2 Rediseño máquina pegadora

Luego de haber realizado el modelo mecánico, haber hecho la selección de elementos actuadores, PLC para el control de la máquina pegadora y también tomando en cuenta la implementación de los visualizadores para los operarios (HMI) en la programación, por lo que se presenta a continuación:

### 7.2.1 Sistema de control

De acuerdo a la tabla 2 que describe los componentes que están establecidos en la máquina pegadora actualmente y nuestro sistema de control mediante el PLC establecido en la sección 6.3.2.1 se procedió a la programación con referencia a las mejoras que se harán al sistema las cuales son:

- Control de bandas durante el proceso
- Visualización y control por parte de operarios
- Correcto uso de sensores y actuadores
- Sistema confiable

#### 7.2.1.1 Programación PLC

Para la programación del PLC se utiliza el software STEP 7 (TIA Portal V16), junto con el controlador se crea el bloque de programación “Main [OB1]”. En dicho bloque de organización se creará a continuación el programa.

Antes de iniciar la programación se debe asignar las entradas, salidas y memorias del PLC.

#### a. Asignación de entradas

Tabla 6. Entradas de PLC (Fuente: Autor)

Nombre	Tipo de datos	Asignación
Pulsante paro de emergencia	Bool	I0.0
Pulsante paro	Bool	I0.1
Pulsante inicio	Bool	I0.2
Sensor banda intermedia	Bool	I0.3
Sensor banda final	Bool	I0.4
Detención cajas	Bool	I0.6

## b. Asignación de salidas

Tabla 7. Salidas de PLC (Fuente: Autor)

Nombre	Tipo de datos	Asignación
Banda dobladora	Bool	Q0.0
Banda pegadora	Bool	Q0.1
Motor de engomado	Bool	Q0.2
Motor de secador	Bool	Q0.3
Banda intermedia	Bool	Q0.4
Paro en bandas	Bool	Q0.6
Banda final	Bool	Q1.1

## c. Asignación de memorias

Tabla 8. Memorias de PLC (Fuente: Autor)

Nombre	Tipo de datos	Asignación
Sensor 1	Bool	M0.4
Sensor 2	Bool	M0.5
Reset contadores	Bool	M0.6

Dado a conocer los elementos del programa a continuación se detalla la programación con la ayuda del diagrama grafcet que se utiliza para el accionamiento y control de las variables de la máquina pegadora funcione como se desea. Los gráficos indicados a continuación son divididos por segmentos utilizados en la programación, por lo tanto, hacen que la misma sea eficaz cuando existan cambios en la programación al igual que detección de fallas.

En la figura 29 se muestra el primer segmento, en el que se encuentran los pulsantes de paro, inicio y paro de emergencia que controlan la condición de encendido o apagado de las bandas y motores, la condición de la máquina es tener un proceso continuo por lo cual la banda de doblado, pegadora y motor de engomado permanecerán activas durante todo el proceso.

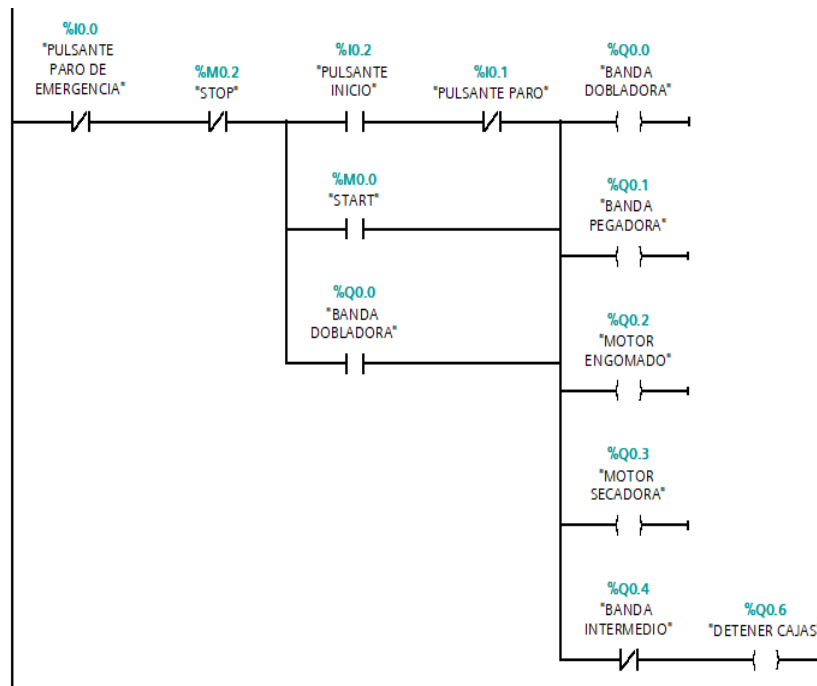


Figura 29. Programa primera sección. (Fuente: Autor)

Para el segundo segmento utilizamos elementos adicionales del bloque de programación, las cuales son los contadores que mediante los sensores permiten el conteo de láminas de cartón. Los contadores para la programación de la máquina pegadora cumple la función de controlar el accionamiento de las bandas dependiendo la cantidad de láminas de cartón pegadas.

En esta sección la necesidad es poder apilar cierta cantidad de láminas para su secado mediante el accionamiento del motor de secador, por lo tanto, el sensor de banda intermedia dará el paso para que las láminas secadas pasen unitariamente al siguiente proceso mediante el accionamiento de la banda intermedia.

El uso de contadores nos permite poder efectuar cambios según la necesidad de producción de la máquina pegadora.

Dentro de la función de contadores se puede visualizar la cantidad de láminas que nos sirve para la visualización en el HMI.

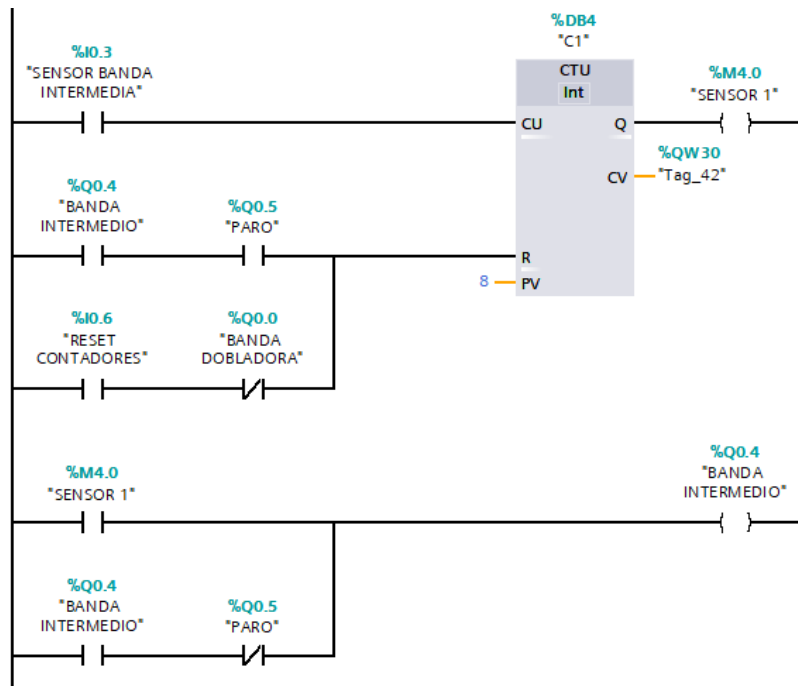


Figura 30. Programa segunda sección. (Fuente: Autor)

En el último segmento de la programación el sensor de banda final es el encargado del accionamiento de la banda intermedia, esto garantiza que el número de láminas de cartón procesadas sea el correcto según el valor determinado en el contador, la necesidad de controlar el número de láminas a la salida de la máquina es para poder apilar y embalar con la cantidad correcta.

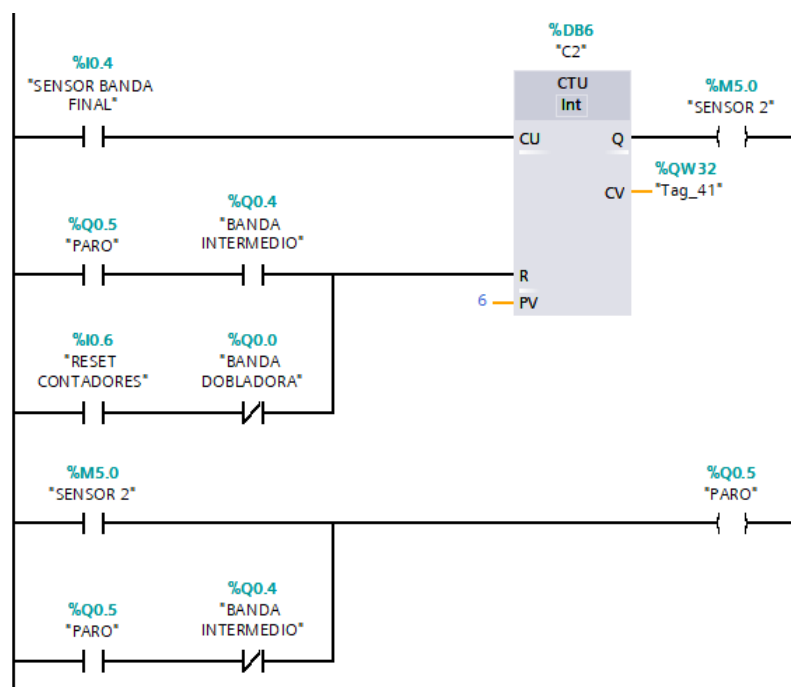


Figura 31. Programa tercera sección. (Fuente: Autor)



### 7.2.1.2 Programación HMI

En la programación para el HMI se establece la conexión, configuración y calibración de la pantalla que se utilizara según la sección 6.3.2.2.

Las memorias que se indican en la tabla 9 se utilizan para el control de la interfaz en el HMI.

#### a. Asignación de memorias

Tabla 9. Memorias de HMI (Fuente: Autor)

Nombre	Tipo de datos	Asignación
Star	Bool	M0.0
Reset	Bool	M0.2
Stop	Bool	M0.1
Cantidad de cajas	Int	QW30

En la figura 32 se muestra el segmento principal que se desarrolló para el control de encendido y apagado de la máquina pegadora.

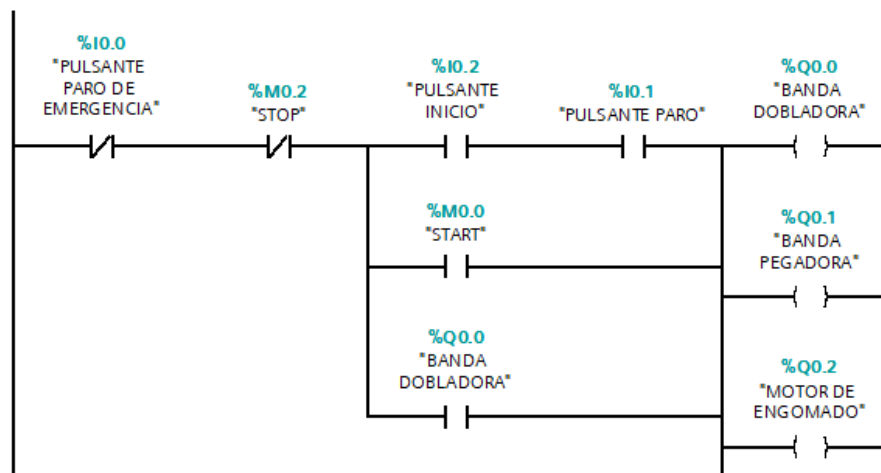


Figura 32. Programa de HMI. (Fuente: Autor)

Una vez concluida la programación del HMI se da a conocer las diferentes pantallas creadas con el fin de realizar la presentación, el control y visualizar cajas procesadas. Las pantallas que están dentro de cada mando se darán a conocer a continuación:

- Presentación de la maquina
- Interfaz de control de proceso
- Visualización número de cajas

## Presentación de la máquina

Para la presentación se configuro la pantalla en su imagen raíz con la ayuda de texto e imágenes introducidas que se muestran en la figura 33.



Figura 33. Presentación de la máquina. (Fuente: Autor)

## Interfaz de control del proceso

En la figura 34 se muestra la pantalla de control y visualización, fue creada con los comandos de programación y texto del HMI, con la finalidad de iniciar o parar el proceso de la máquina.



Figura 34. Interfaz de control y visualización. (Fuente: Autor)

## Visualización número de cajas

Para una visualización por parte del operador en la figura 35 se muestra el número de cajas apiladas y procesadas, esto con la finalidad de asegurar el número correcto de las mismas.



Figura 35. Visualización número de cajas. (Fuente: Autor)

### 7.2.2 Simulación

Una forma de convalidar la programación del PLC y HMI es mediante software que nos permitan simular el sistema en tiempo real, por lo tanto, para la comprobación se utilizó Factory IO. El software contiene múltiples elementos que permiten representar los componentes actuales en la máquina pegadora. En la figura 36 se muestra los botones de Start, Stop, Reset, Paro de emergencia y Contadores.



Figura 36. Botones principales. (Fuente: Autor)

En la figura 37 se muestra el sensor fotoeléctrico difuso que permite detectar las cajas después del proceso de pegado para así conocer la cantidad de láminas apiladas, este sensor ha sido posicionado en la dirección que permita ejercer su funcionalidad.

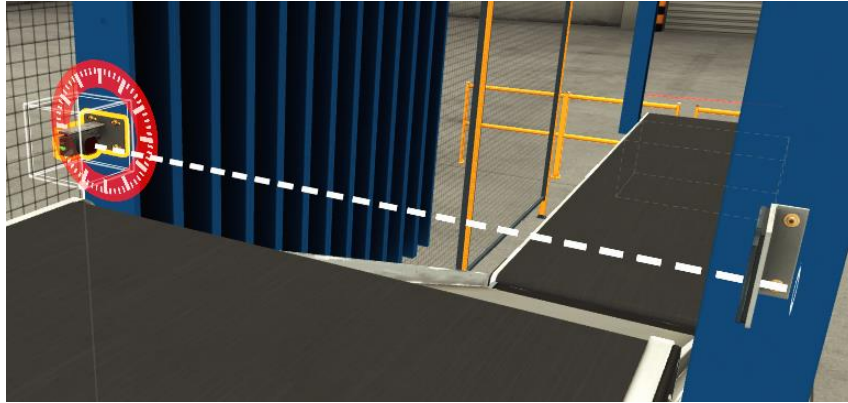


Figura 37. Sensor difuso 1. (Fuente: Autor)

De igual manera se ha colocado un sensor difuso, como el de la Figura 38, para el mismo propósito, pero en este caso tendrá que contar las láminas de cartón ya procesadas.

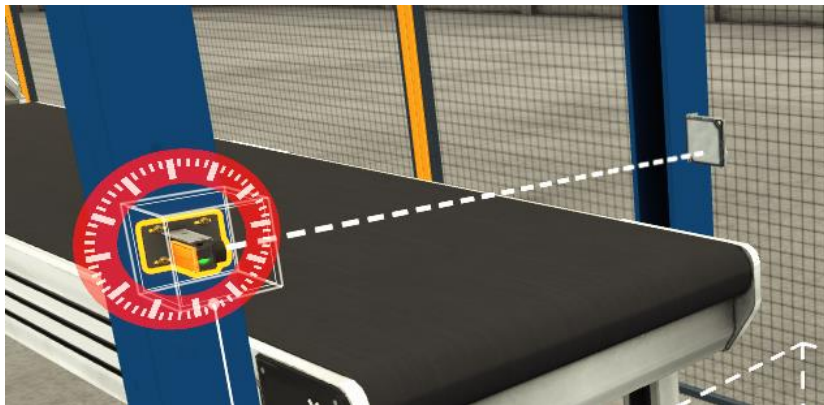


Figura 38. Sensor difuso 2. (Fuente: Autor)

Las bandas que realiza la mayoría del proceso están representadas cada una dentro de la simulación, las cuales son:

- Banda dobladora
- Banda pegadora
- Banda intermedia

En la figura 39 se observa la representación de la banda en el proceso de simulación.



Figura 39. Banda transportadora. (Fuente: Autor)

Con la mayoría de elementos se realizó la simulación total del proceso de doblado y pegado de láminas de cartón dando un resultado exitoso como se muestra en la figura 40.



Figura 40. Simulación final. (Fuente: Autor)

### **7.2.3 Sistemas eléctricos**

La conexión eléctrica para nuestro proyecto está determinada según los componentes de la máquina, se establece un sistema eléctrico de control y potencia que satisfagan nuestros objetivos, a continuación, se describe los sistemas.

#### **7.2.3.1 Sistemas eléctricos de control**

Un sistema de control es una combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumple un objetivo específico. En nuestro proyecto el PLC y HMI son los componentes que



controlan el accionamiento de la máquina, por lo tanto, se describe en la figura 41 el montaje y cableado de:

- Alimentación del módulo central
- Conexión de entradas digitales
- Conexión de salidas digitales

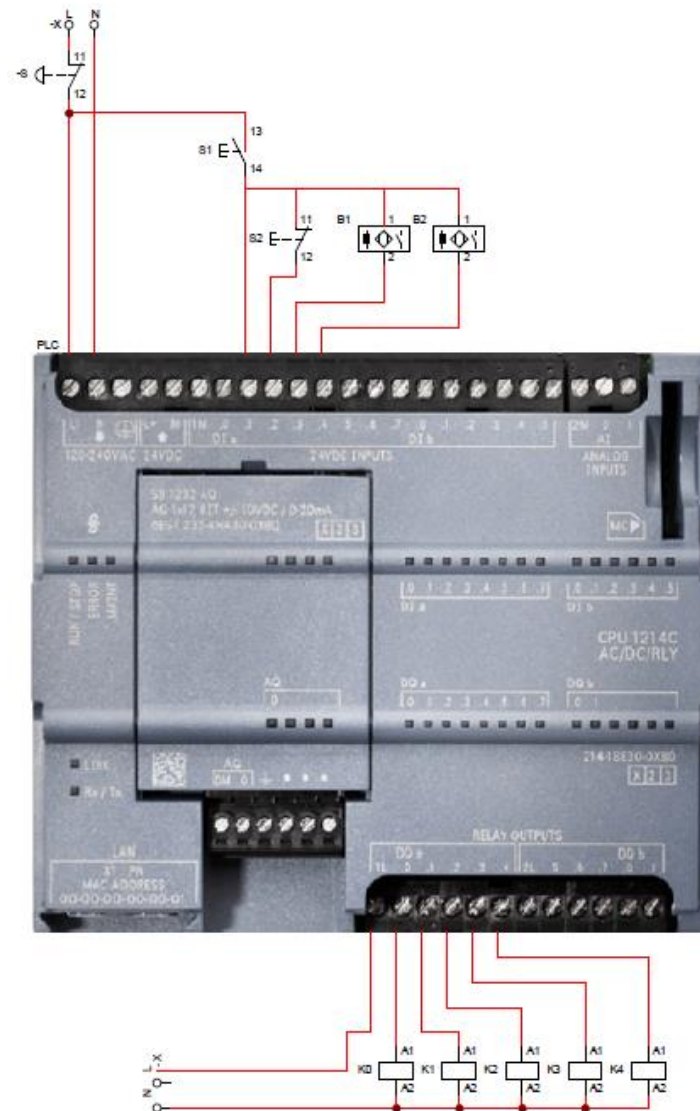


Figura 41. Montaje PLC. (Fuente: Autor)

### 7.2.3.2 Sistemas eléctricos de potencia.

El sistema de potencia en el proyecto representa la suministración eléctrica a receptores de la instalación en este caso los motores de las bandas. Estos circuitos están alimentados con un voltaje de 220 según indica las características de los motores como se muestra en la tabla 2. A continuación se muestra el esquema que representará cada uno de los motores.

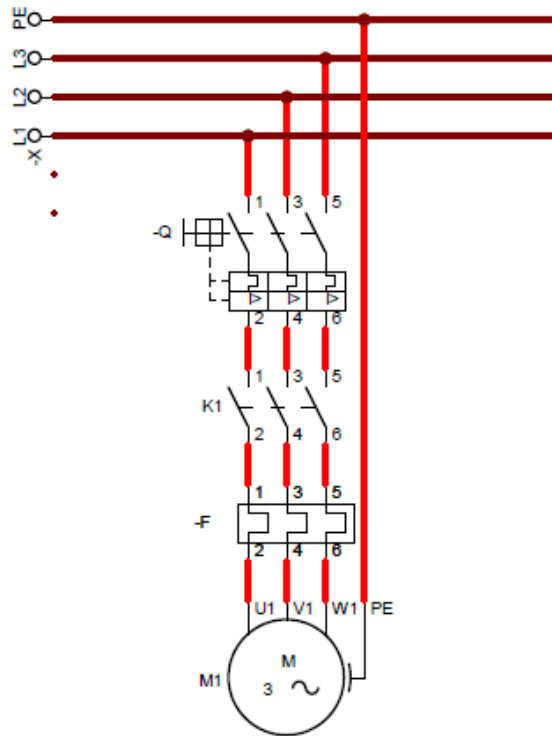


Figura 42. Circuito de potencia motor. (Fuente: Autor)

### 7.3 Análisis de costos.

En esta sección se abordará el costo de implementación de la dobladora de cartón y rediseño de la maquina pegadora para verificar cuan factible y rentable es la fabricación del producto final.

#### 7.3.1 Determinación costos de producción directo.

En la tabla 10, se puede observar un desglose detallado de los elementos mecánicos que involucra la construcción del prototipo de la dobladora para láminas de cartón

Tabla 10 Desglose de costos elementos mecánicos (Fuente: Autor)

<b>Elementos mecánicos</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Elemento</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
1	Polea 2.5"	\$12	\$12
1	Polea 5"	\$20	\$20
1	Correa Z 24	\$10	\$10
1	Motor ¼ Hp	\$180	\$180
4	Chumacera SKF SY2	\$70	\$280
5	Banda FEBOR F15	\$20	\$100
<b>Total</b>			<b>\$602</b>

El desglose detallado de los elementos que requieren ser mecanizados, involucrados en las partes principales del prototipo, siendo estructura, acoples, soportes, etc. se muestran en la tabla 11.

Tabla 11 Desglose de costos elementos mecanizados (Fuente: Autor)

<b>Elementos mecanizados</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Elemento</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
1	Estructura mesa	\$330	\$330
1	Soporte motor	\$30	\$30
2	Bases correderas	\$40	\$80
2	Alimentador	\$50	\$100
2	Sujetadores	\$30	\$60
2	Chavetas para motor	\$5	\$10
4	Placas guías	\$30	\$120
13	Eje mecanizado	\$35	\$455
<b>Total</b>			<b>\$1185</b>

En la tabla 12 se muestra el desglose detallado de los materiales utilizados para el rediseño de la maquina pegadora, elementos electrónicos involucrados en el proceso, ya sean sensores, actuadores, etc.

Tabla 12 Desglose de costos elementos electrónicos (Fuente: Autor)

<b>Elementos electrónicos</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Elemento</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
1	PLC S7-1200	\$570	\$570
1	HMI KTP 700	\$980	\$980
1	Tia Portal	\$546	\$546
1	Pulsador de emergencia	\$3	\$3
1	Sensor inductivo	\$27	\$27
1	Sensor reflectivo	\$55	\$55
20 m	Cable #10	\$2	\$40
200	Conectores	\$0.02	\$4
<b>Total</b>			<b>\$2225</b>



### 7.3.1 Determinación mano de obra directa.

En esta sección es necesario dar a conocer el costo del encargado en el diseño y construcción de la máquina, por cuanto se cobrará el 25% de total de la inversión. Los costos generados por mano de obra no serán remunerados ya que corresponden a la formación y desarrollo por parte del implicado en el presente proyecto.

Tabla 13 Desglose de costos mano de obra (Fuente: Autor)

<b>Descripción</b>	<b>Horas</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
Diseñador del sistema	100	20	2000
Construcción	12	40	480
<b>Total</b>			<b>2480</b>

Por tanto, los costos totales de producción se resumen en la siguiente tabla

<b>Elemento</b>	<b>Costo</b>
Costo de producción directo	\$ 4012
Mano de obra	\$ 2480
<b>Total</b>	<b>\$6492</b>

### 7.4 Resultado del análisis de costos.

En el proyecto según los resultados del análisis de costos la maquina posee un precio total de implementación de \$6492 siendo un precio totalmente competitivo, ya que en el mercado existen múltiples máquinas con un proceso similar pero sus precios rondan entre \$10000 y los \$30000, con la diferencia que este prototipo expuesto en este documento tiene la ventaja de tener un proceso de doblado y pegado integrado en una sola máquina.

Los componentes y materiales utilizados en la maquina pegadora cumple las características apropiadas, con el fin de obtener un proyecto con ambiente competitivo para nuevos proyectos con la flexibilidad, fiabilidad, una alta eficacia y costo razonable que se ofrece a la empresa Cartonera del Austro.

Llegando a la conclusión de que la maquina es viable para su implementación.

## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1 Conclusiones**

Obtener un mecanismo que pueda reemplazar una acción repetitiva dentro de un proceso de producción y rediseñar una máquina establecida, requiere de un arduo análisis y un correcto dimensionamiento que permita obtener un trabajo lo suficientemente idóneo para cumplir dicho objetivo. En este proyecto se presentó el uso de técnicas de modelamiento y automatización a partir de fundamentos teóricos y prácticos.

En el proceso de desarrollo de la máquina se ha visto necesario un correcto dimensionamiento para el mecanismo de doblado, teniendo que manejar componentes que sean factibles y puedan ser accesibles para su implementación como, por ejemplo: motor, banda y chumacera. Poder justificar el material adecuado para su fabricación, es por eso que mediante el uso de fundamentos en el área de Mecánica y Resistencia de materiales se obtuvieron los implementos óptimos para la máquina.

Una vez obtenido el mecanismo, el rediseño de la máquina estuvo enfocado en mejorar su proceso actual, por lo cual se requiere un controlador lógico programable para el control de actuadores y sensores, la misma que deberá ser programada mediante el software establecido. Mejorar la interfaz del operador con la maquina mediante visualizadores que permitan controlar el proceso. Es por eso que mediante el uso de controladores se obtuvo un programa capaz de cumplir dicho objetivo.

Además de tener un mecanismo que cumpla con las condiciones planteadas inicialmente, se ha visto necesario analizar la viabilidad de la implementación de la camina, por siguiente se ha realizado un análisis de costos de implementación, concluyendo que los costos de fabricación podrían resultar elevados, es muy viable la construcción del mecanismo, ya que cumple una necesidad importante dentro de la maquina pegadora.

### **8.2 Recomendaciones**

Se sugiere implementar el mecanismo y rediseño de la máquina, ya que el proyecto de titulación estaba enfocado en el diseño, mas no la construcción, y partiendo de un prototipo físico se puede realizar las mejoras correspondientes. Con todos los aspectos anteriormente mencionados se obtendrá un aporte importante para la empresa Cartonera del Austro.

## Bibliografía

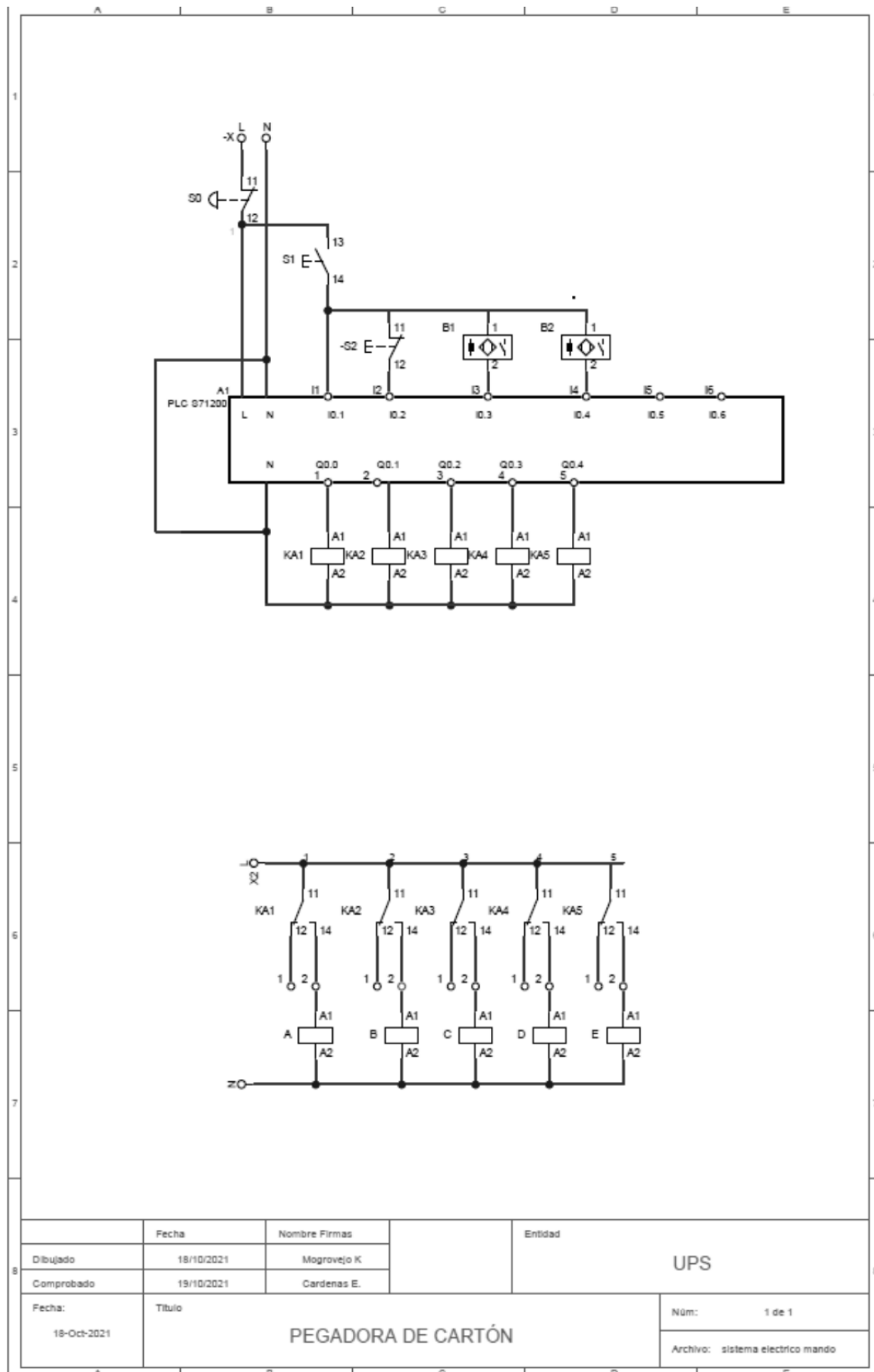
- Adhinglex S.A. (26 de Junio de 2019). *Que es la flexografía*. Obtenido de Adhinglex S.A.: <https://adhinglex.com/nuestras-tecnologias/flexografia/>
- ainia. (12 de Julio de 2007). *guiaenvase*. Obtenido de <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/>
- Alvarez, J. (29 de Octubre de 2015). *encaja*. Obtenido de <https://blog.cajaeco.com/principales-tipos-de-carton-solido-grafico-couche-cartoncillo/>
- DUNLOP. (2017). *Correas de tranmision industrial*. Argentina .
- EKOS. (20 de Noviembre de 2018). *Zoom al sector papel y carton*. Obtenido de EkosNegocios: <https://www.ekosnegocios.com/articulo/zoom-al-sector-papel-y-carton>
- Embalatges CastonBox. (5 de Octubre de 2018). *Como se fabrica las cajas de carton*. Obtenido de Embalatges CastonBox: <https://www.embalatgescastonbox.com/es/como-fabrican-cajas-carton.aspx>
- Ernst, H. (1980). *Aparatos de elevacion y transporte*. España: Blume.
- Esbelt. (2018). *Catalogo esbelt bandas 2018*.
- Gonzalez, R. (2019 de Septiembre de 2019). *EcologiaHoy*. Obtenido de <https://www.ecologiahoy.com/carton>
- ICL. (25 de Julio de 2015). *Factory I/O*. Obtenido de ICL Didactica: <http://www.icl-didactica.com/factory-i-o/>
- Incarpam*. (09 de julio de 2018). Obtenido de Com se fabrica cajas de carton: <http://incarpalm.com.ec/incarpalm/como-se-fabrican-las-cajas-de-carton/>
- Ingemecanica. (05 de Julio de 2019). *Ingemecanica*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>
- Maps, G. (Agosto de 22 de 2021). *Cartonera del Austro*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/dir/-2.9162482,-79.0093628/cartonera+del+austro+ubicacion/@-2.8879638,-79.0246947,13z/>

- Ochoa, J. (28 de Septiembre de 2020). Obtenido de Cartonera del Austro:  
<https://cartoneradelaustro.com/nosotros/>
- Ortiz, J. (14 de Mayo de 2017). *proceso de troquelado plano*. Obtenido de Vilarnau:  
<https://vilarnaucart.com/proceso-de-troquelado-plano/>
- RajaPack S.A. (27 de Julio de 2020). *Tipos de cartón*. Obtenido de RajaPack S.A:  
<https://www.rajapack.es/blog-es/embalaje/tipos-carton-embalaje/>
- Romero, E. (23 de Noviembre de 2016). *Produccion de cajas de cartón*. Obtenido de Ria:  
<https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/1577/PROYECTO%20PRODUCCION%20DE%20CAJAS%20DE%20CARTON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Siemens. (2015). *S7 controlador programable s7-1200*. Alemania.
- Siemens. (22 de Julio de 2020). *New Siemens*. Obtenido de  
<https://new.siemens.com/ar/es/productos/automatizacion/software-industrial/tia-portal.html>
- Simple, I. (25 de Diciembre de 2015). *Noticias*. Obtenido de indugevi S.A:  
<https://indugevi.com/la-fabricacion-del-carton/>
- Tianjin. (5 de Marzo de 2019). *Maquina laminadora automática*. Obtenido de Card Board Machinery: <http://cardboardmachinery.es/16-laminating-machine.html>
- Tpersonalizo*. (22 de Junio de 2018). Obtenido de <https://tpersonalizo.es/materiales-carton-piedra>
- Wellagio. (10 de Abril de 2019). *Como se fabrica el carton*. Obtenido de Expositores de carton: <https://www.expositoresdecarton.net/como-se-fabrica-el-carton>

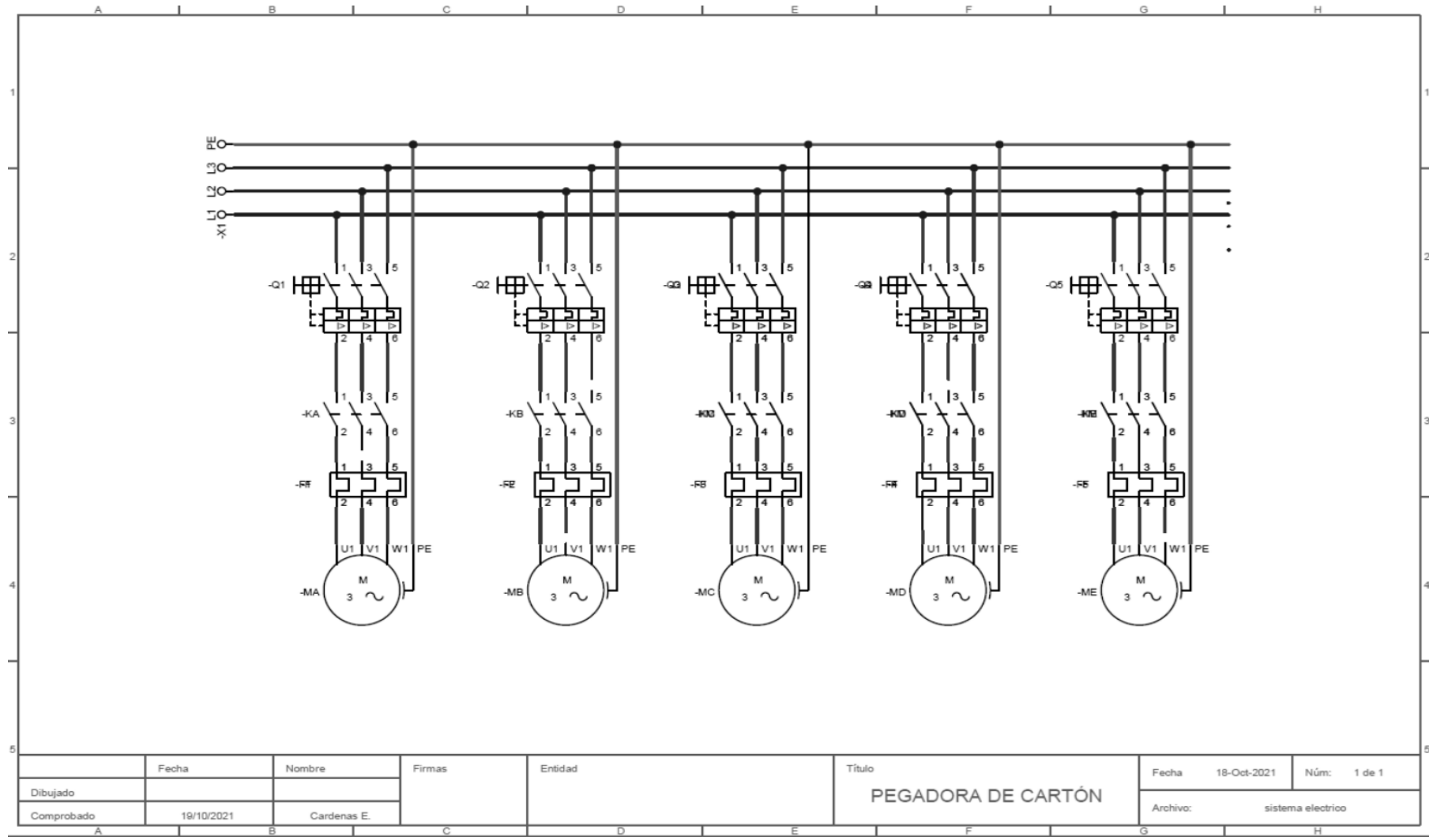
# **ANEXOS**

## A. Sistema eléctrico

### A.1. Sistemas eléctricos de control

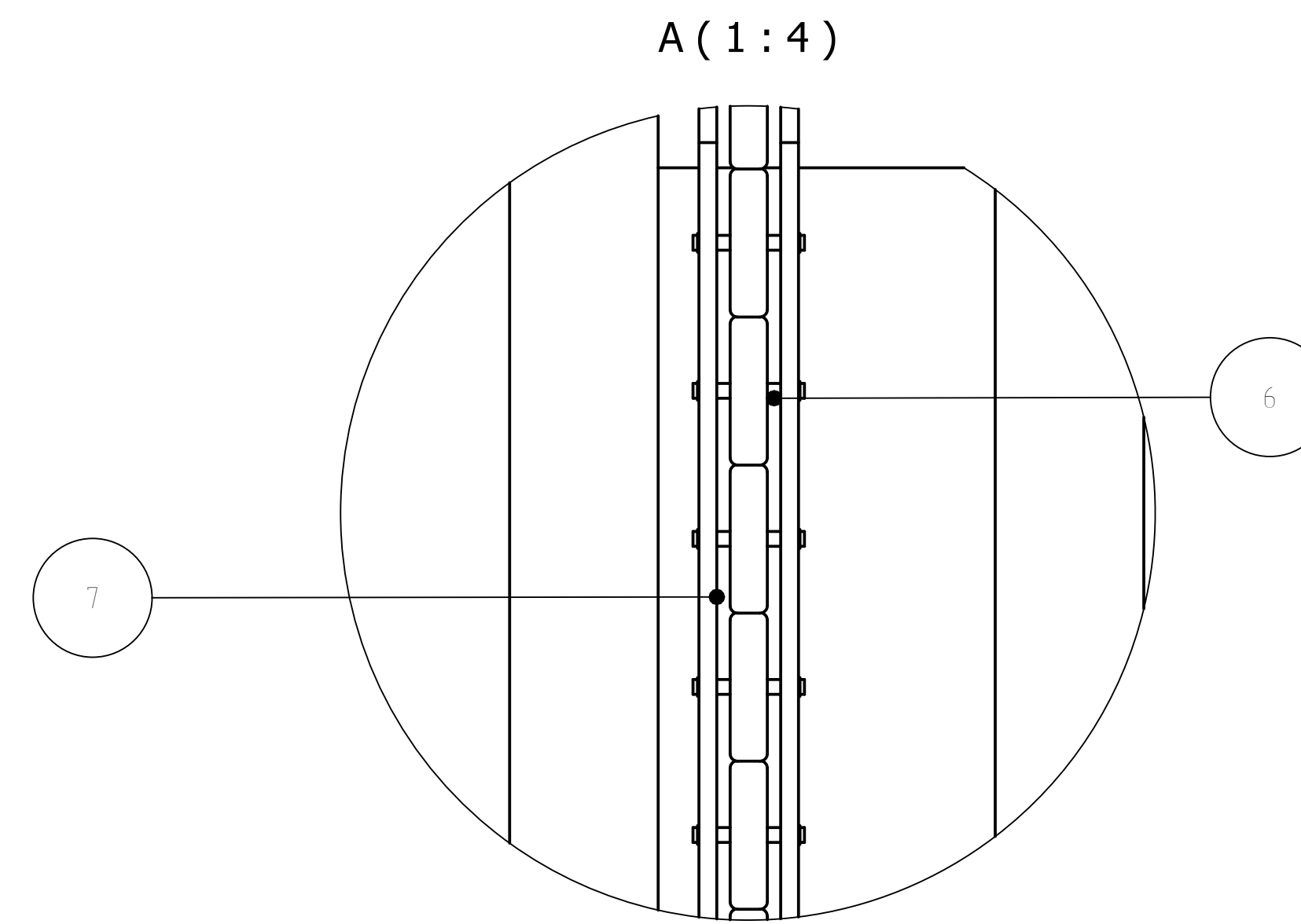
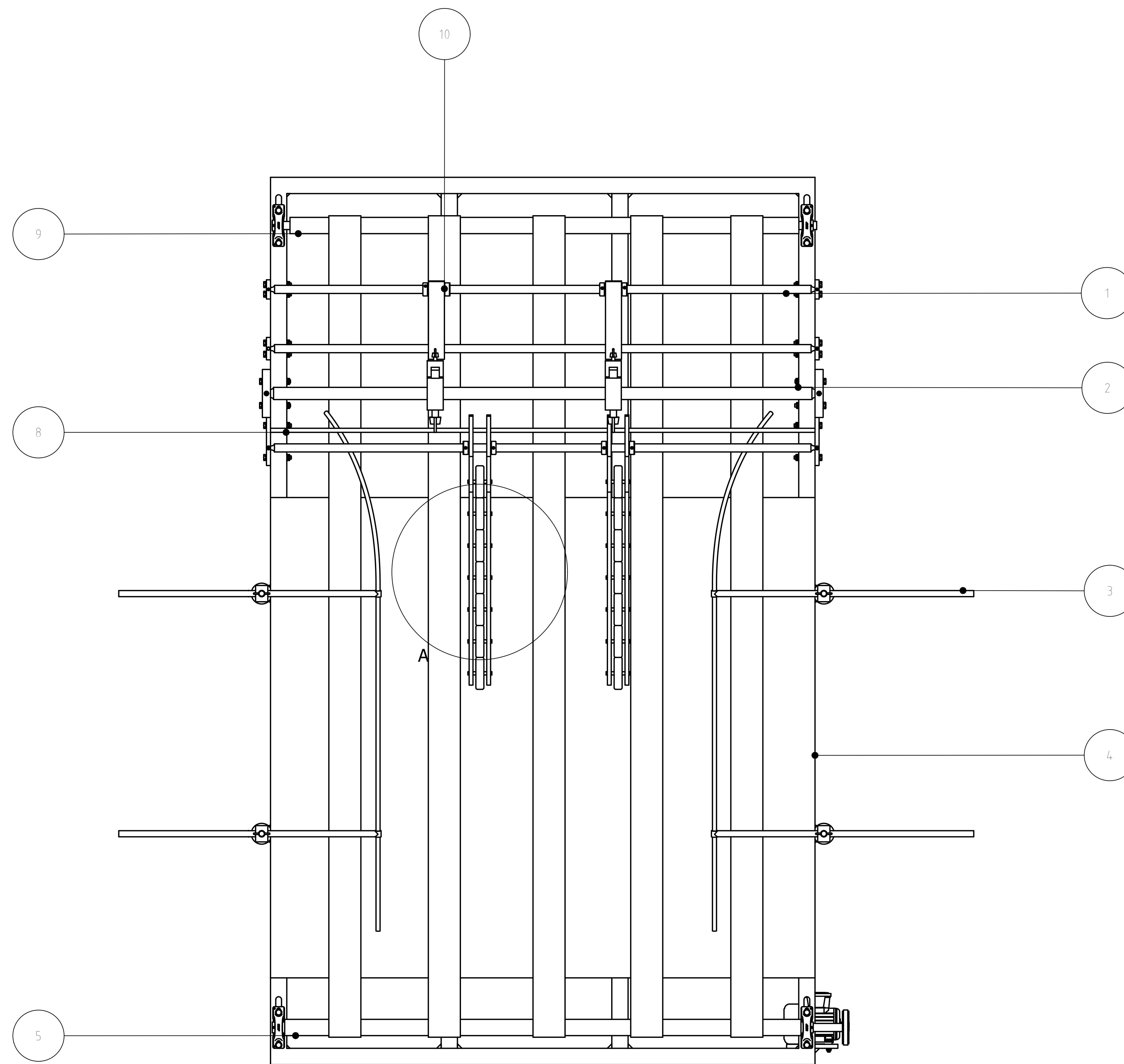
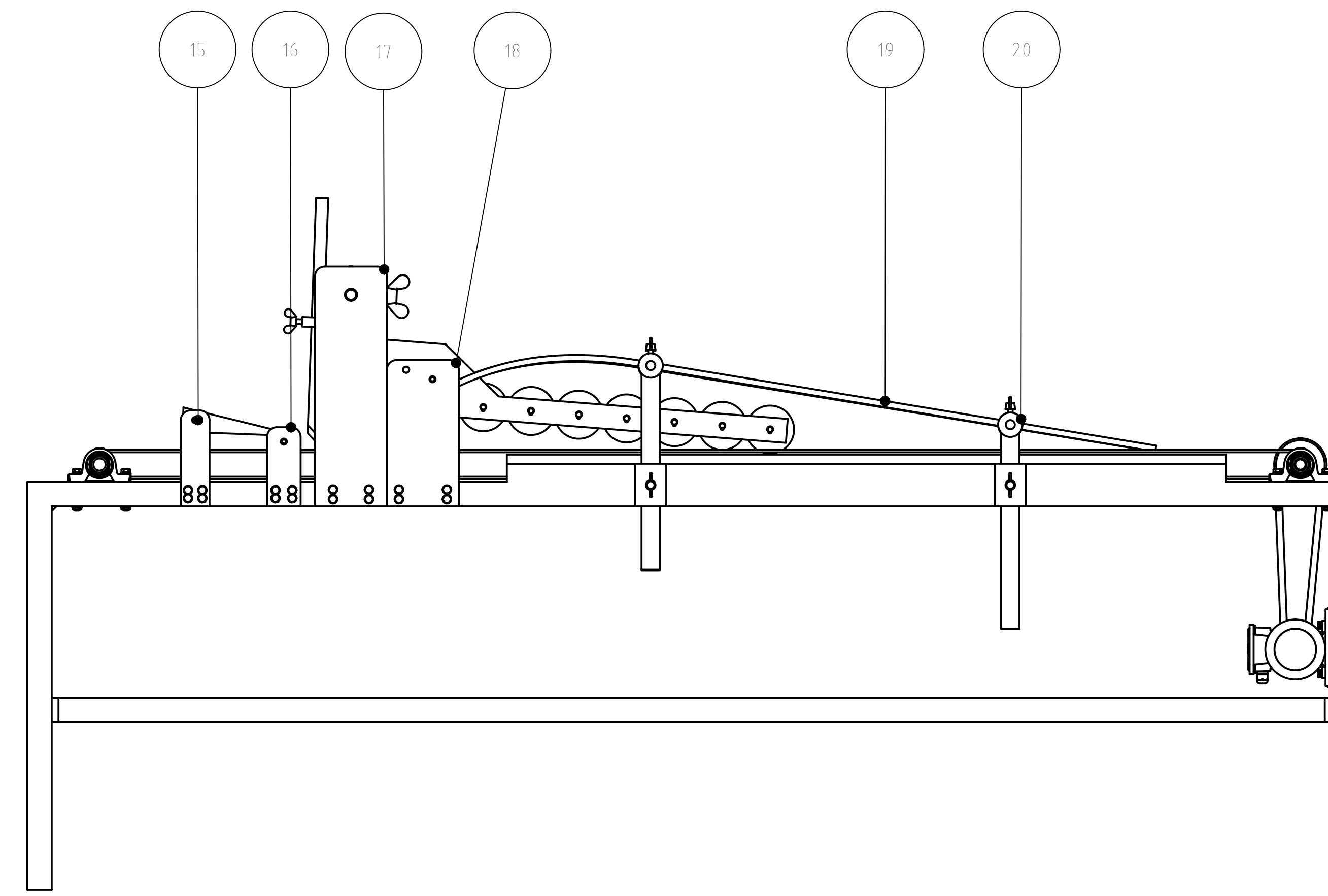
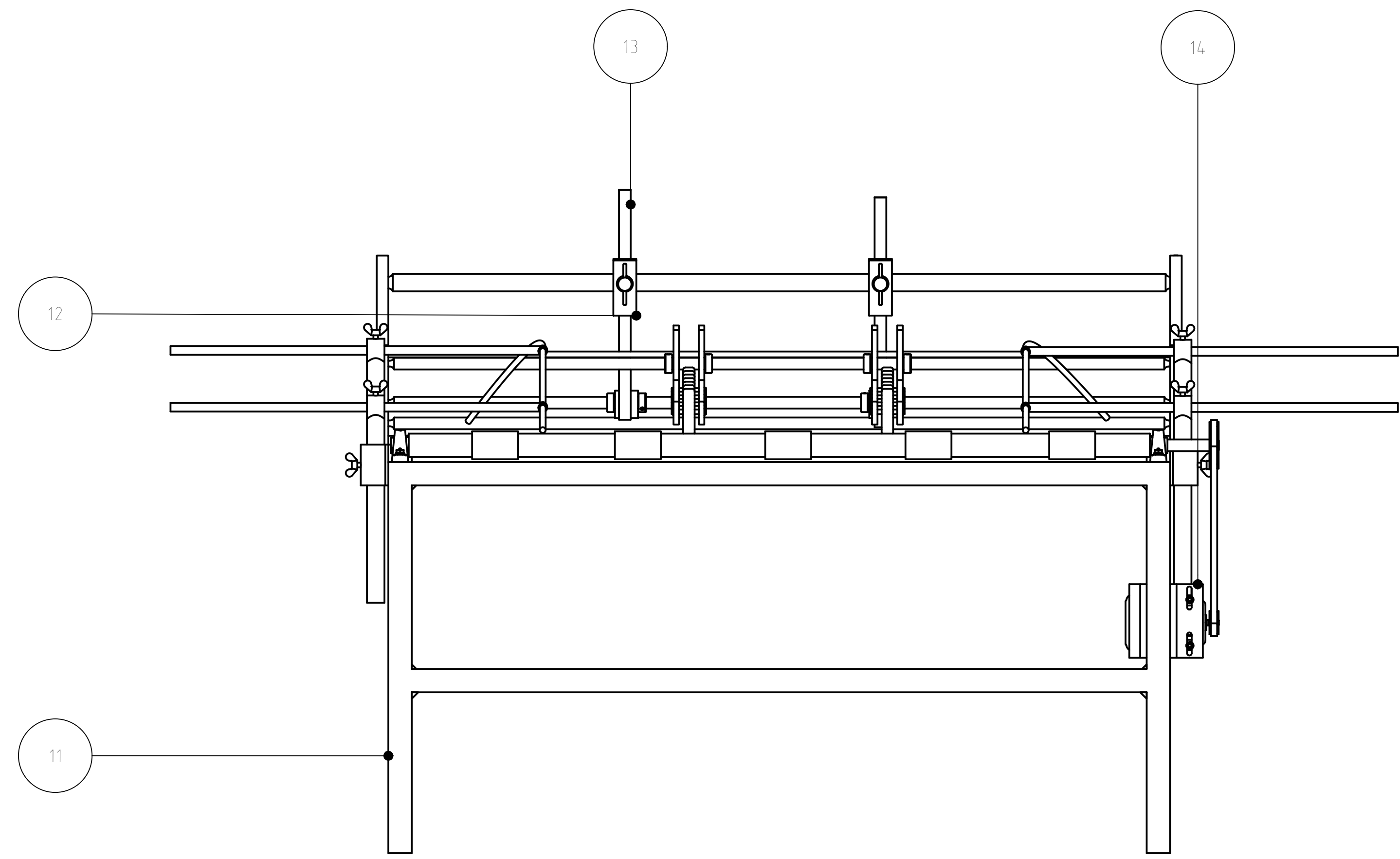


## A.2. Sistemas eléctricos de potencia



## **B. Planos mecánicos**

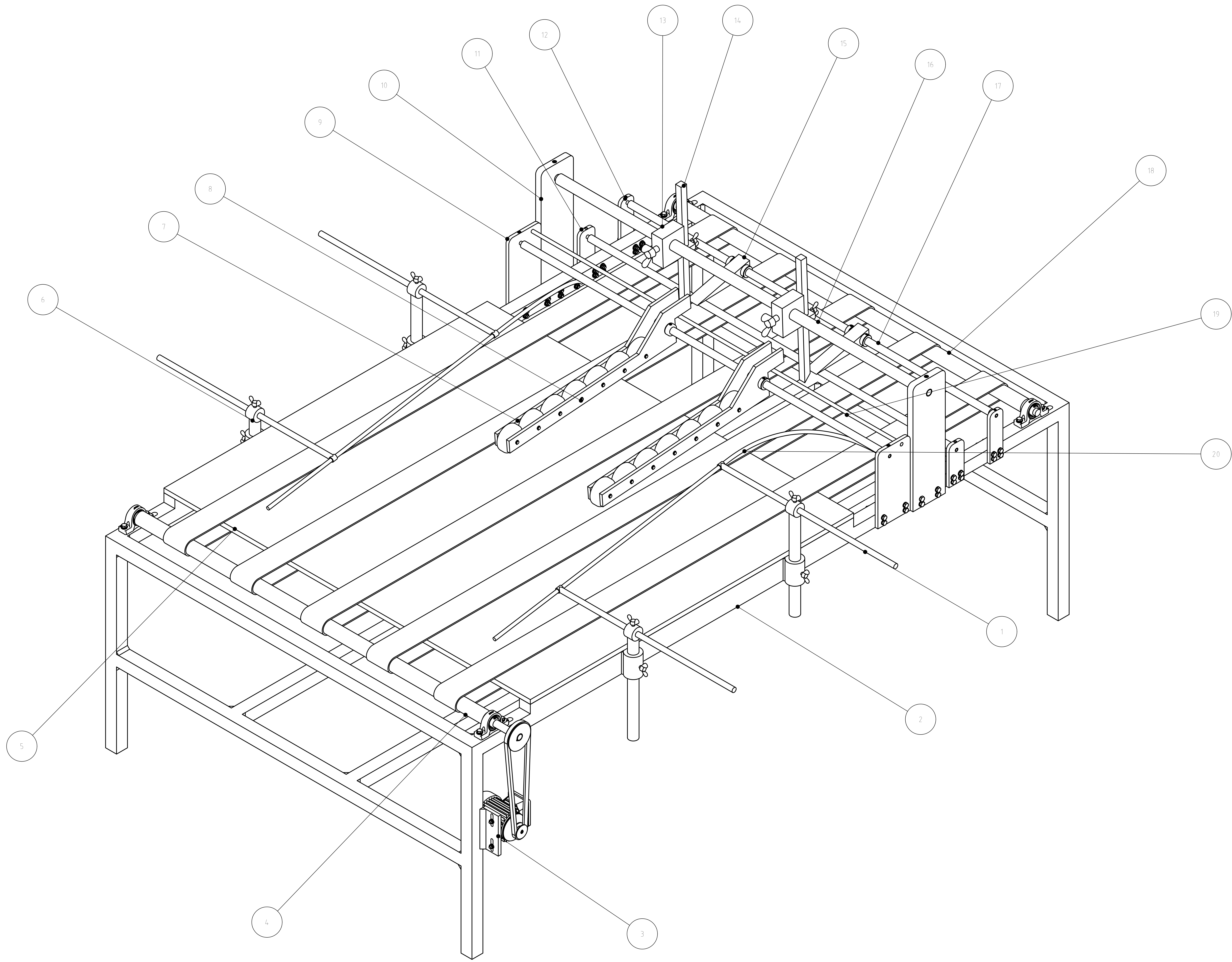




51	4	Tuerca hexagonal		DIN 439	
50	4	Perno de cabeza-hex		DIN 960	
49	8	Arandela de presión		DIN 127	
48	8	Arandela		DIN 125-2	
47	1	Banda distribución			
46	2	Tornillo de palomilla		DIN 316	
45	2	Tornillo de palomilla		DIN 316	
44	4	Tornillo de palomilla		DIN 316	
43	4	Tornillo de palomilla		CNS 4488	
42	8	Anillo de ajuste		Unbrako	
41	1	Tornillos de cabeza cilind		BS 4168	
40	3	Tornillos de cabeza cilind		BS 4168	
39	2	Tornillos de cabeza cilind		BS 4168	
38	1	Tornillos de cabeza cilind		BS 4168	
37	1	Tornillos de cabeza cilind		BS 4168	
36	2	Slotted headless		58/1 878	
35	4	SKF SY 1 TF/VA228			
34	31	Perno de cabeza-hex		DIN EN 28765	
33	1	Perno de cabeza-hex		DIN 960	
32	37	Tuerca hexagonal		ISO 8675	
31	6	Perno de cabeza-hex		DIN EN 28765	
30	1	Polea 2.5"	Aluminum 6061		
29	1	Polea 2.5"	Aluminum 6061		
28	48	Arandela		DIN 125-2	
27	5	Banda transportadora	PVC		
26	67	Arandela de presión		DIN 127	
25	1	Motor 1/4 hp			
24	3	Tuerca hexagonal		ISO 8675	
23	2	Perno de cabeza-hex		DIN 960	
22	1	Arandela de presión		DIN 127	
21	1	Anillo de soporte		DIN 988	
20	4	Soporte de guías	Acero, SAE 1045		
19	2	Guía cartón	Acero, AISI 1010		
18	2	Soporte eje de guías	Acero, SAE 1045		Verde
17	2	Soporte eje distribuidor	Acero, SAE 1045		Verde
16	2	Soporte eje alimentador	Acero, SAE 1045		Verde
15	2	Soporte eje para apilar	Acero, SAE 1045		Azul
14	1	base motor	Acero, SAE 1045		
13	2	deslizador	Aluminum 6061		Azul
12	2	corredera	Aluminum 6061		Amarillo
11	1	Estructura mesa	Acero, AISI 304		
10	2	Alimentador de cajas	Aluminum 6061		
9	1	Ejes polea alimentador	Acero, AISI 1010		
8	1	Eje soporte de guías	Acero, AISI 1010		
7	16	Pasador	Acero, AISI 1075		
6	4	Guía de cajas	Aluminio 6061		Azul
5	1	Eje transmisión de polea	Acero, AISI 1010		
4	1	Mesa	MDF		
3	4	Soporte guía cartón	Acero, AISI 1010		
2	1	Eje distribuidor	Acero, AISI 1010		
1	1	Eje alimentador	Acero, AISI 1010		
NOMBRE	CTD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	STANDARD	COLOR

Lista de piezas		
EXCEL	Fecha	Nombre
Dibujado	15/10/2021	Miguel Ángel
Comprobado	16/10/2022	Ing. Eusebio C.
Diseño Plegadora de Cartón		
INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:
Lámina:	07/22	

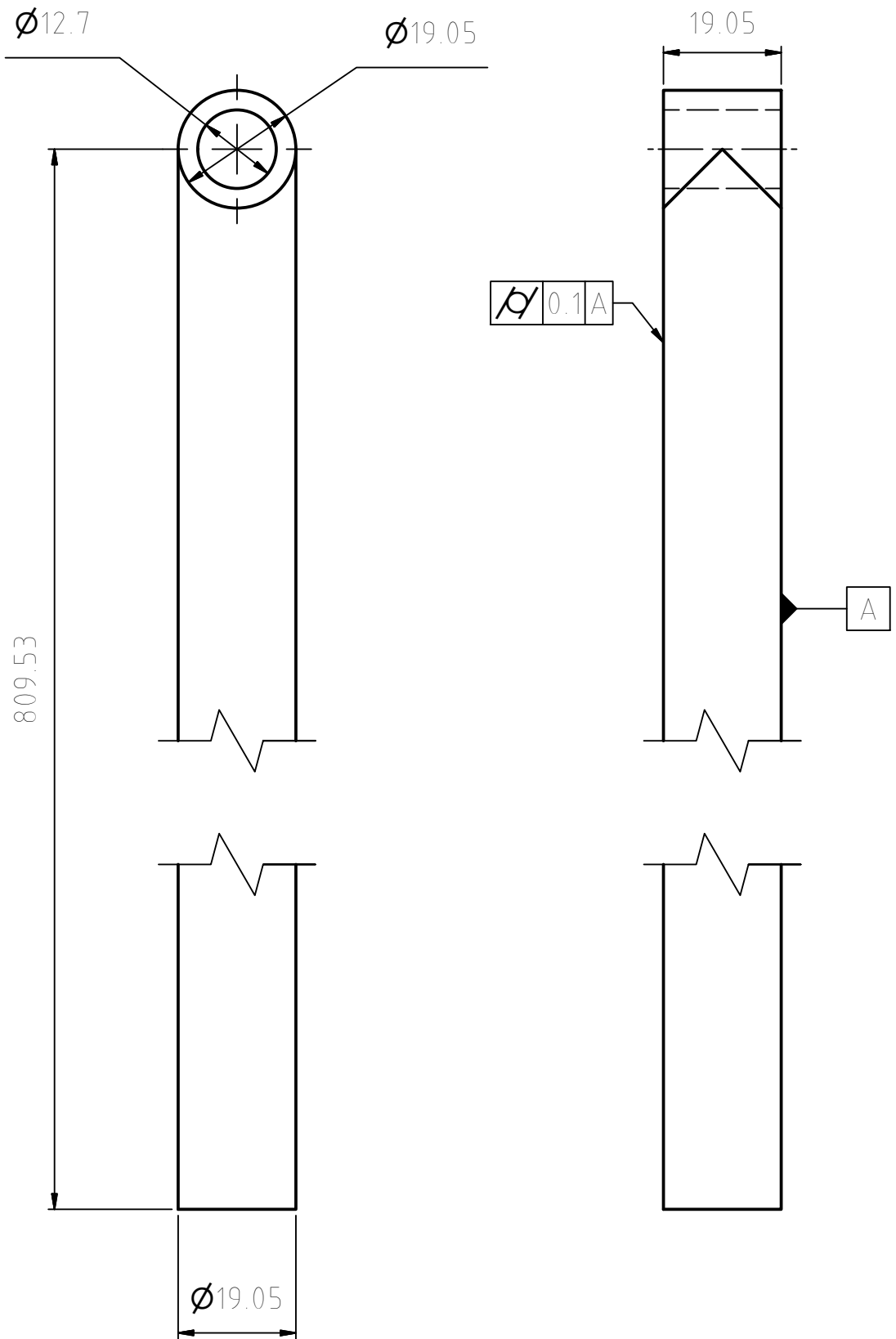
Conjunto Plegadora



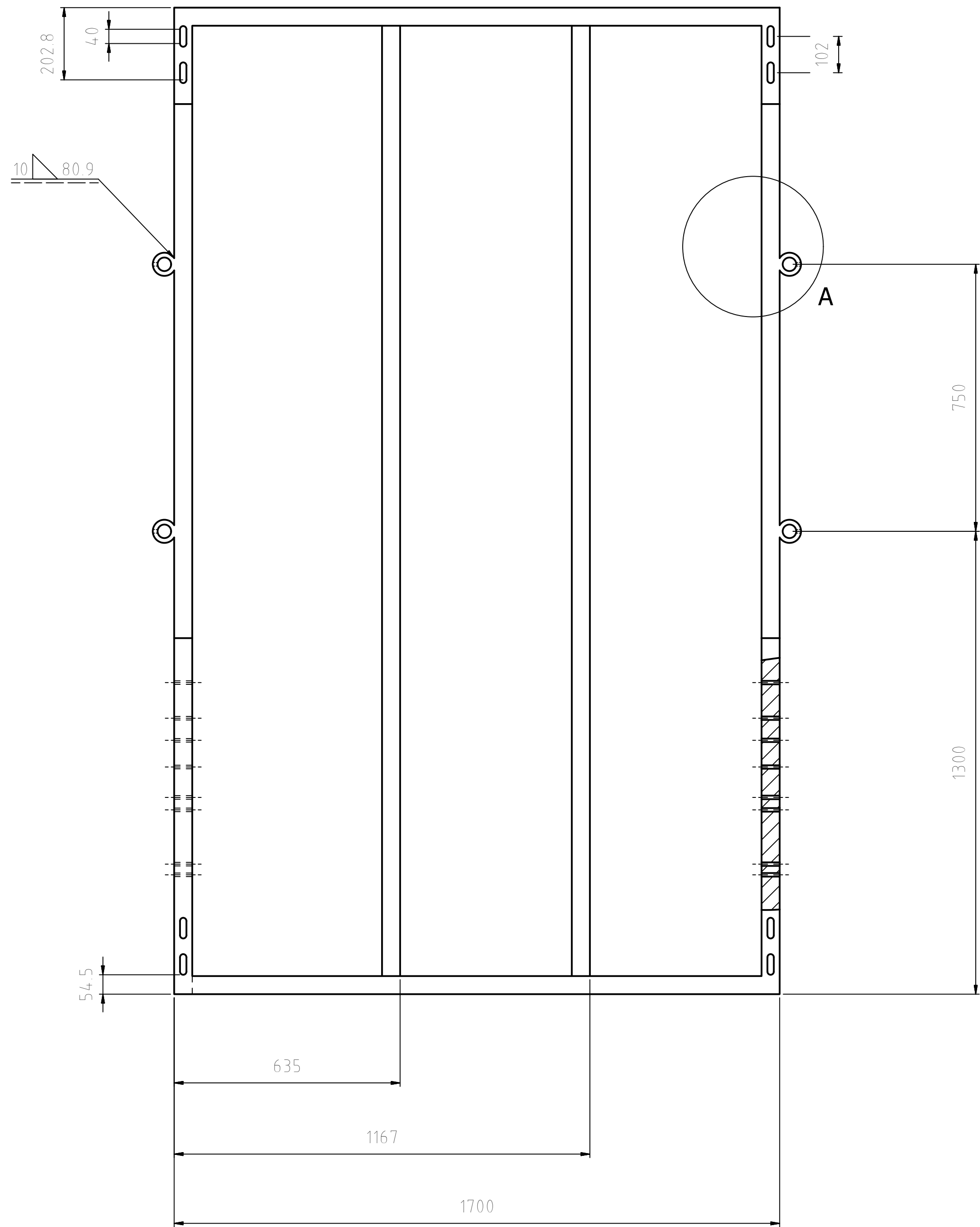
NUM. ID	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	STANDARD	COLOR
51	4	Tuerca hexagonal	DIN 439	
50	4	Perno de cabeza-hex	DIN 960	
49	8	Arandela de presión	DIN 127	
48	8	Arandela	DIN 125-2	
47	1	banda distribución		
46	2	Tornillo de palomita	DIN 316	
45	2	Tornillo de palomita	DIN 316	
44	4	Tornillo de palomita	DIN 316	
43	4	Tornillo de palomita	ENS 4488	
42	8	Anillo de ajuste	Hubrako	
41	1	Tornillos de cabeza cilind	BS 4168	
40	3	Tornillos de cabeza cilind	BS 4168	
39	2	Tornillos de cabeza cilind	BS 4168	
38	1	Tornillos de cabeza cilind	BS 4168	
37	1	Tornillos de cabeza cilind	BS 4168	
36	2	SlotHead headless	GR/T 878	
35	4	SKF SY 1 TF/VA228		
34	31	Perno de cabeza-hex	DIN EN 28765	
33	1	Perno de cabeza-hex	DIN 960	
32	31	Tuerca hexagonal	ISO 8675	
31	6	Perno de cabeza-hex	DIN EN 28765	
30	1	Polea 2.5"	Aluminum 6061	
29	1	Polea 2.5"	Aluminum 6061	
28	48	Arandela	DIN 125-2	
27	1	Banda transportadora	PVC	
26	61	Arandela de presión	DIN 127	
25	1	Motor 1/4 hp		
24	1	Tuerca hexagonal	ISO 8675	
23	2	Perno de cabeza-hex	DIN 960	
22	1	Arandela de presión	DIN 128	
21	1	Anillo de soporte	DIN 288	
20	2	Guía cartón	Acero AISI 1010	
19	1	Eje soporte de guías	Acero AISI 1010	
18	1	Ejes polea alimentador	Acero AISI 1010	
16	1	Eje distribuidor	Acero AISI 1010	
17	1	Eje alimentador	Acero AISI 1010	
15	2	Alimentador de cajas	Aluminum 6061	
14	2	Deslizador	Aluminum 6061	Azul
13	2	corredera	Aluminum 6061	Amarillo
12	2	soporte eje para apilar	Acero SAE 1045	Azul
11	2	soporte eje alimentador	Acero SAE 1045	verde
10	2	soporte eje distribuidor	Acero SAE 1045	Verde
9	2	soporte eje de guías	Acero SAE 1045	Verde
8	14	Pasador	Acero AISI 1075	
7	4	Guía de cajas	Aluminum 6061	Azul
6	4	Soporte de guías	Acero SAE 1045	
5	1	Mesa	MDF	
4	1	Eje transmisión de polea	Acero AISI 1010	
3	1	base motor	Acero SAE 1045	
2	1	Estructura mesa	Acero AISI 304	
1	4	Soporte guía cartón	Acero AISI 1010	

Lista de piezas

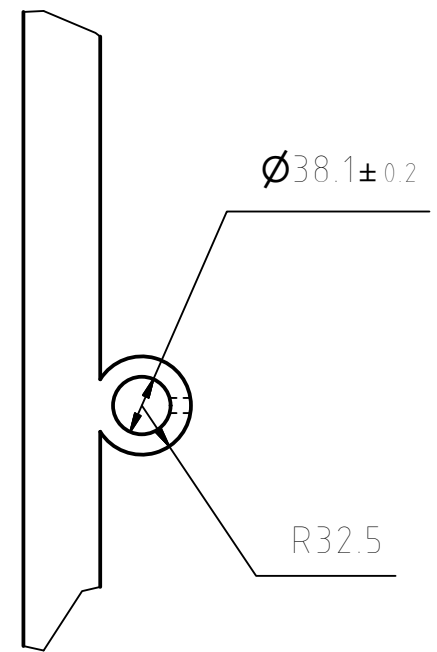
Fecha	Nombre	 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> SEDE MATRIZ CUENCA
Dibujado		
Comprobado		
Diseño Plegadora de Carton		INGENIERIAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:
Lámina:	07/22	Conjunto Plegadora



----	4	Soporte guía cartón		Acero	AISI 1010	----
<b>Pos.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Denominación</b>		<b>Material</b>	<b>Norma</b>	<b>Notas</b>
X CICLO	<b>Fecha</b>	<b>Nombre</b>			<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b> <b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>	
<b>Dibujado</b>	13/10/201	Mogrovejo K.				
<b>Comprobado</b>	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
<b>Diseño Plegadora de Carton</b>						
<b>Escala:</b> 1:1	<b>Tol. gen.:</b> ISO 2768-m	<b>Subconjunto:</b>				
<b>Lámina:</b> 03/22		Soporte guía cartón				

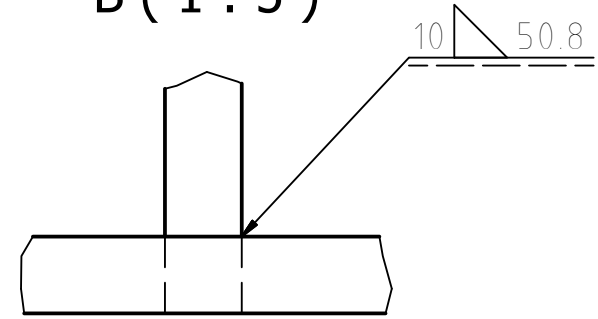


A (1:5)

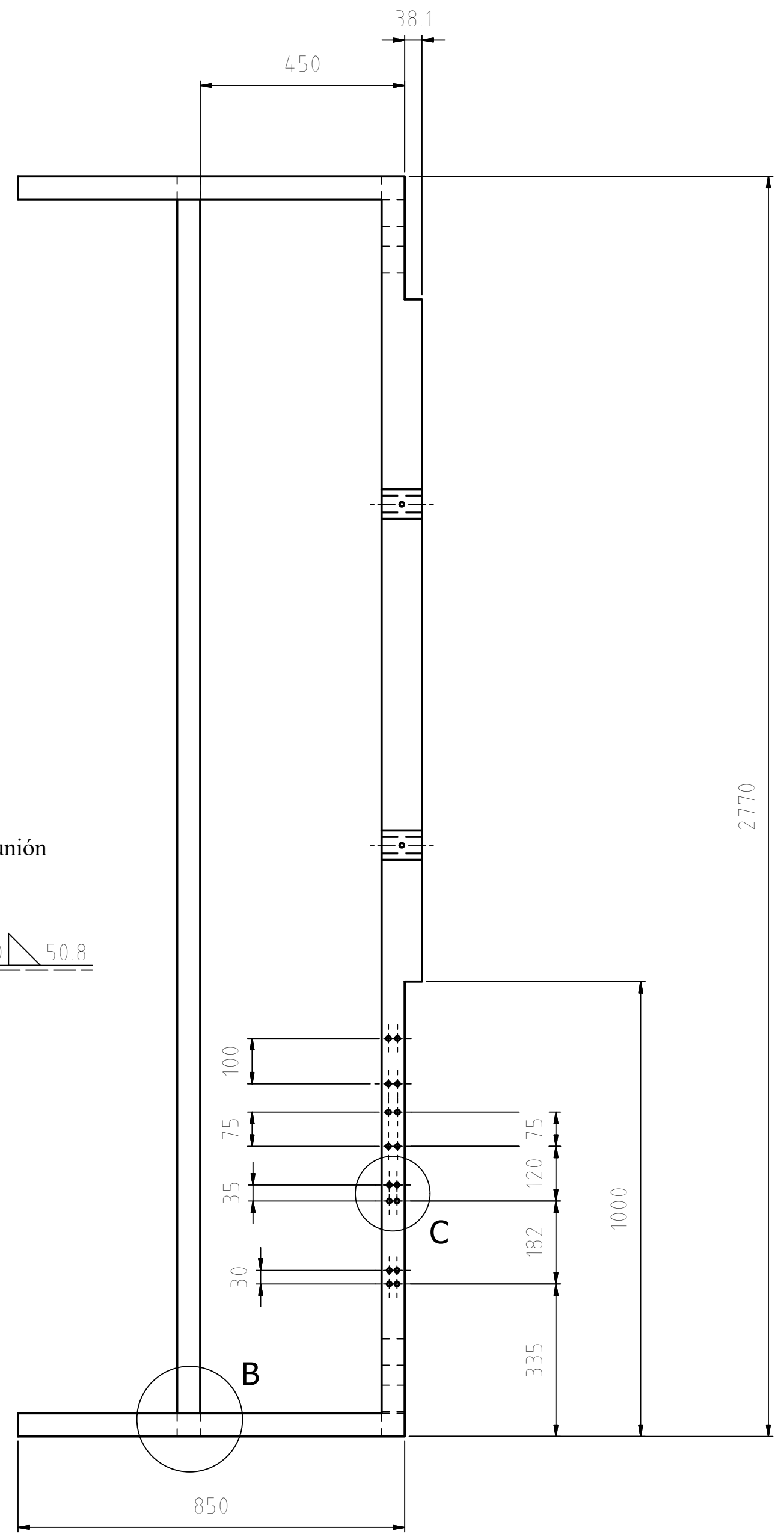
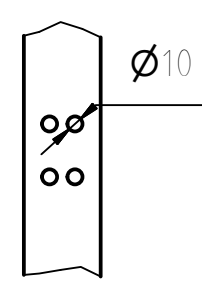


Construcción por unión de soldadura

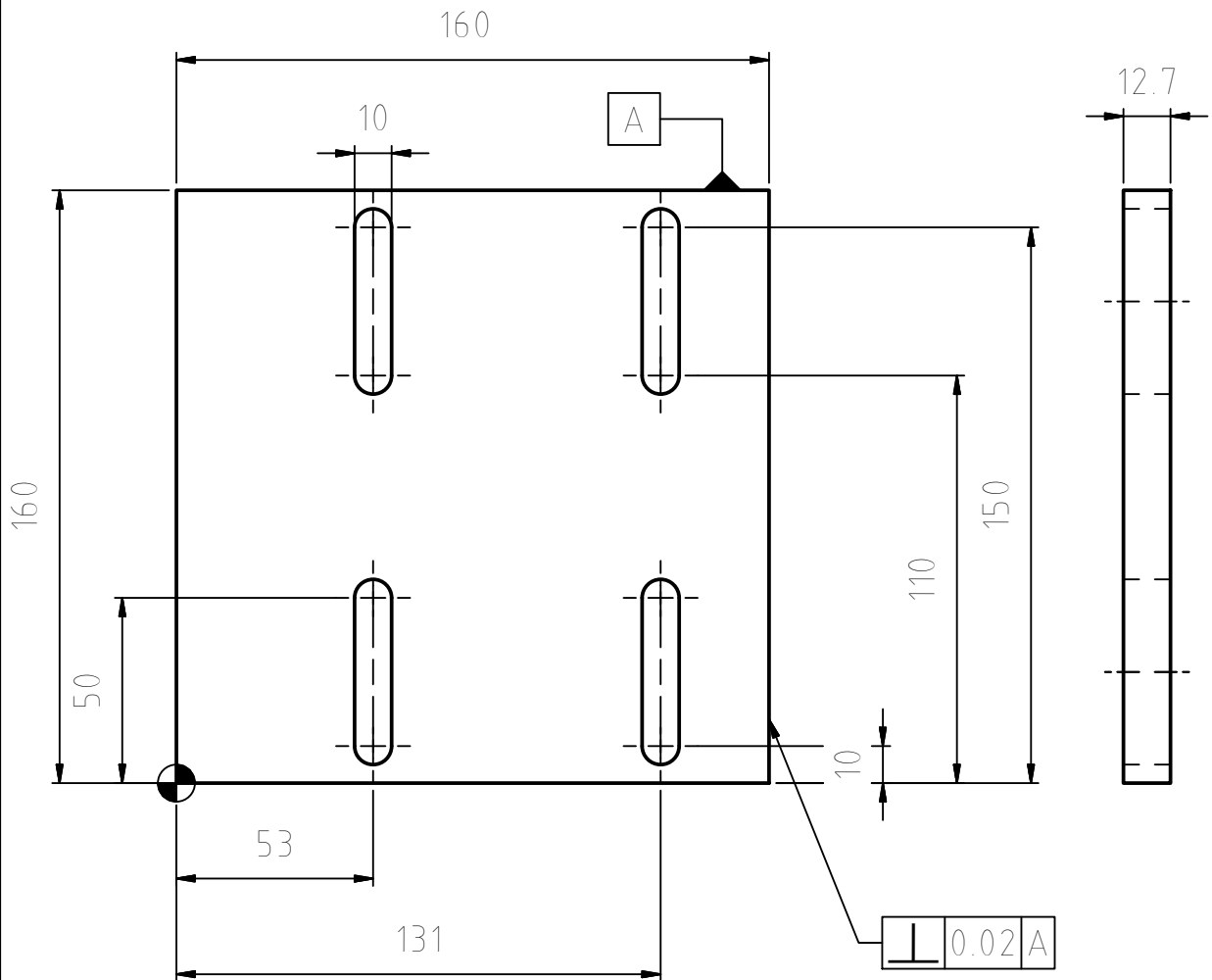
B (1:5)



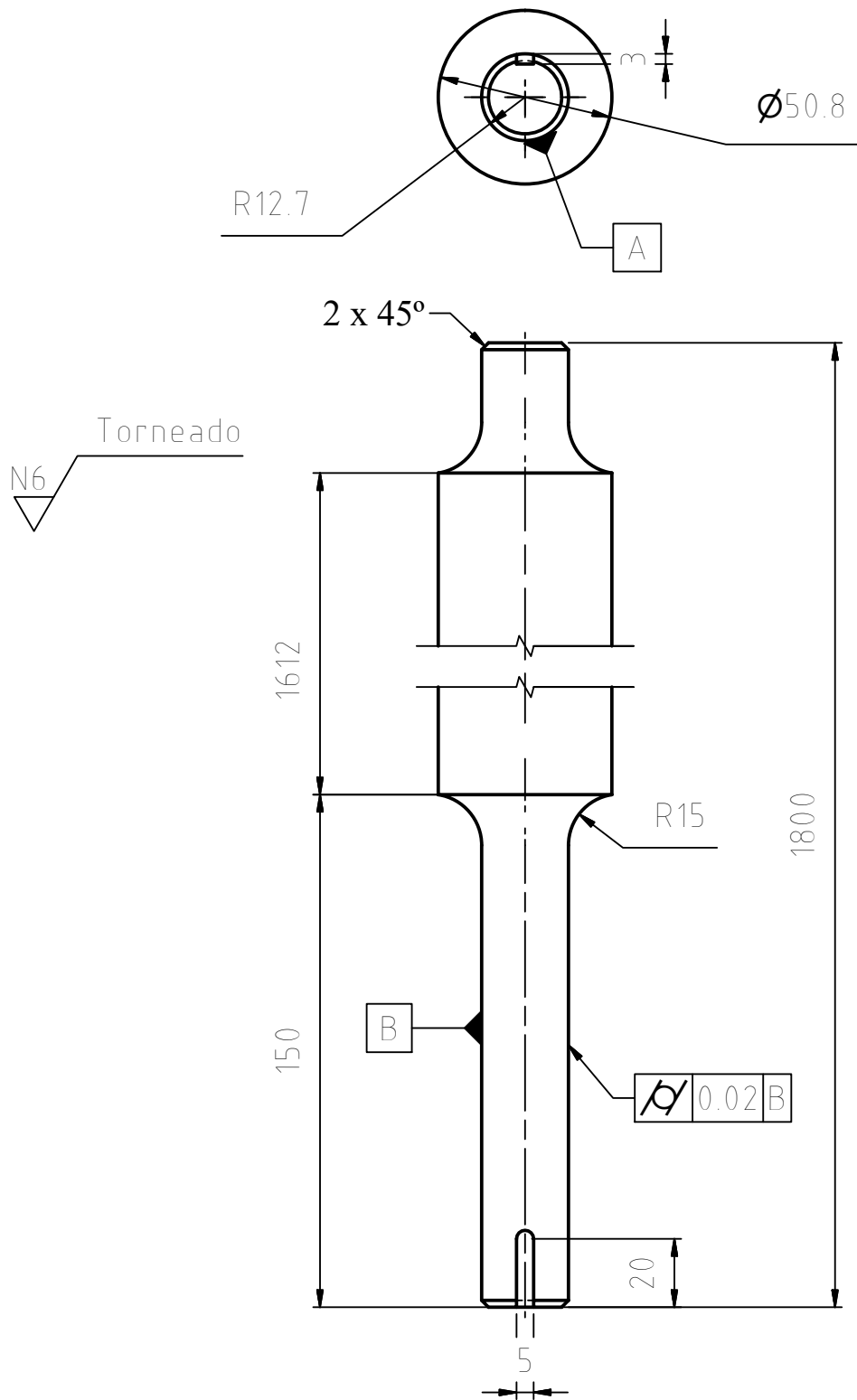
C (1:5)



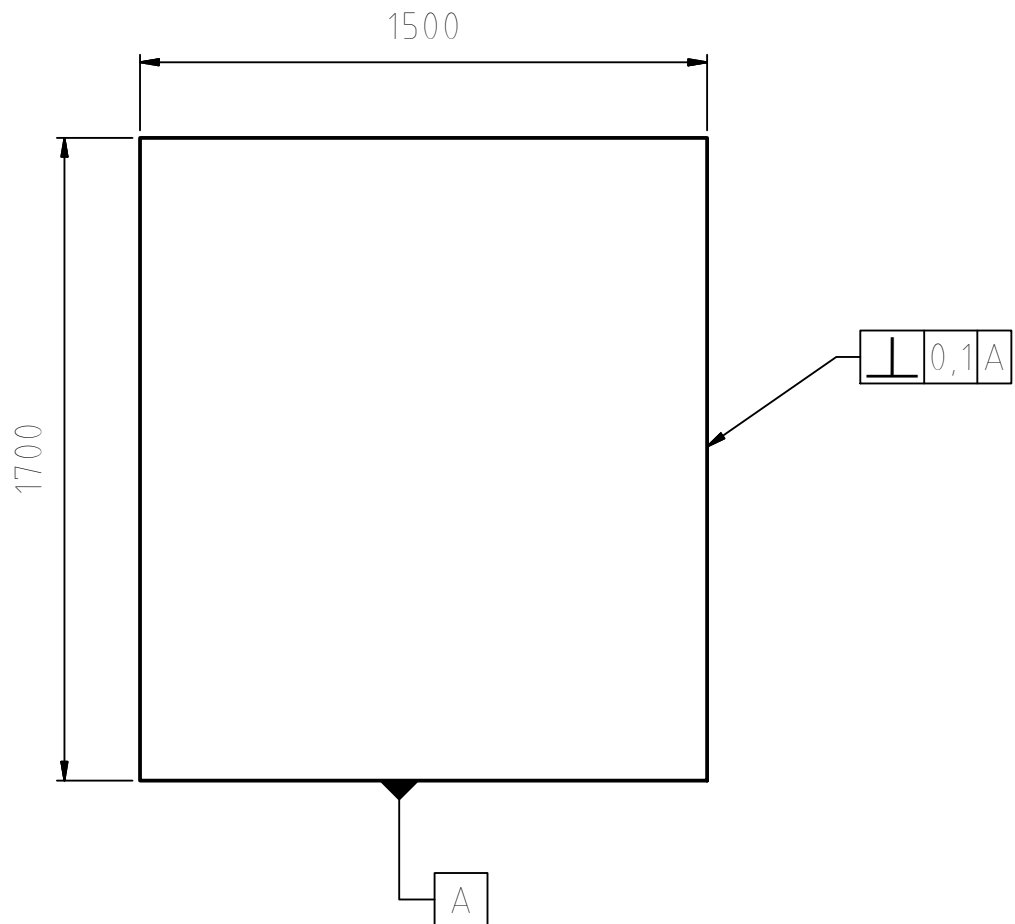
-----	1	Mesa	Tubo cuadrado	AISI 304	-----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecánica		
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:	Estructura		
1:10	ISO 2768-m		Estructura de Mesa		
Lámina:	04/22				




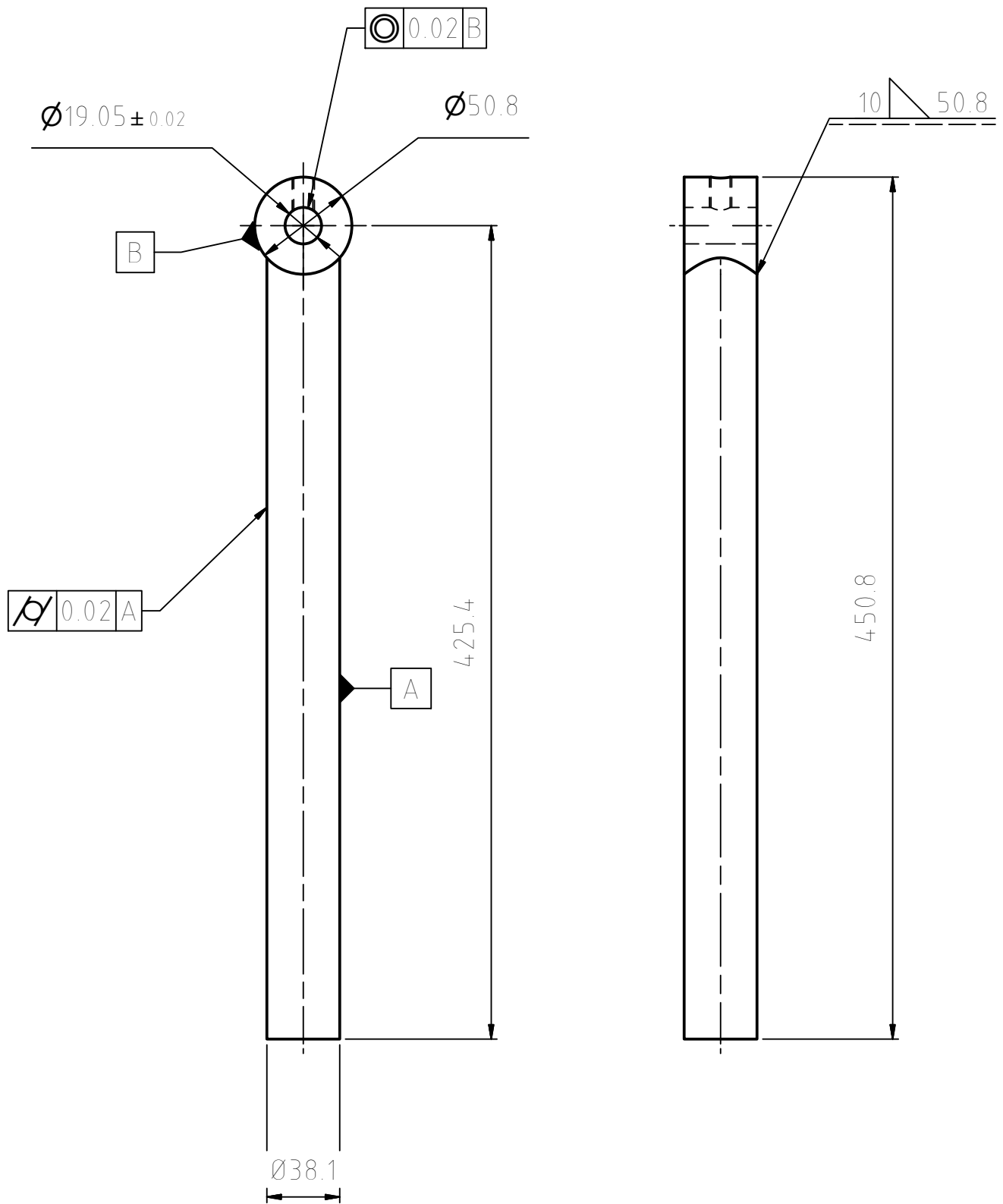
----	1	Base motor	Acero	SAE 1045	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha		<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>  <b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>	
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1:2	ISO 2768-m				
Lámina:	05/22	Base Motor			



----	1	Eje transmision		Acero	AISI 1010	----
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre			<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>	
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.				
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
Diseño Plegadora de Carton				<b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Escala: 1:2	Tol. gen.: ISO 2768-m	Subconjunto:				
Lámina: 06/22	Eje transmision de polea					

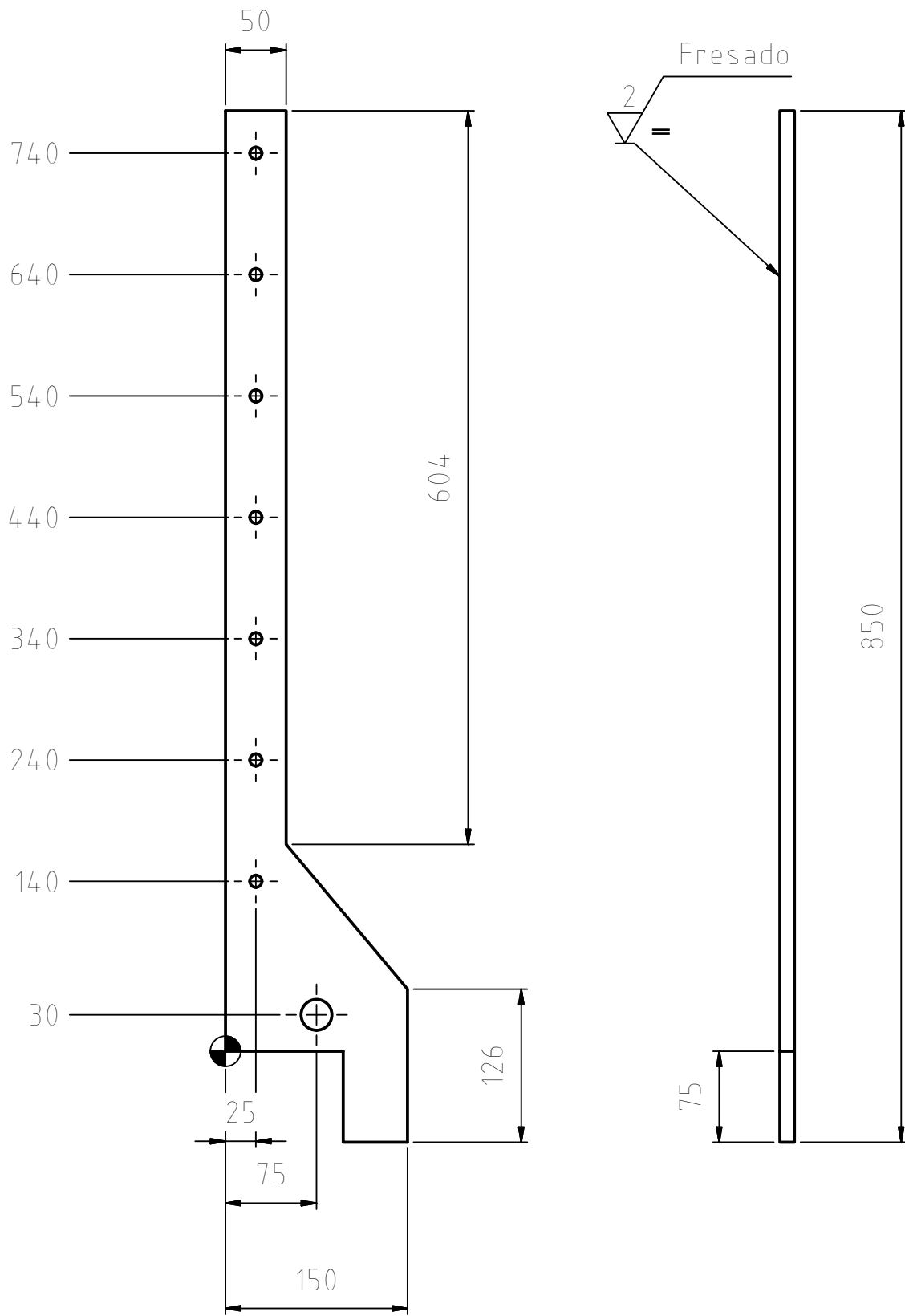


----	1	Mesa de soporte	MDF		espesor 20 mm
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	Nombre	 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>	
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton			<b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Escala: 1:2	Tol. gen.: ISO 2768-m	Subconjunto:			
Lámina: 07/22	Mesa				

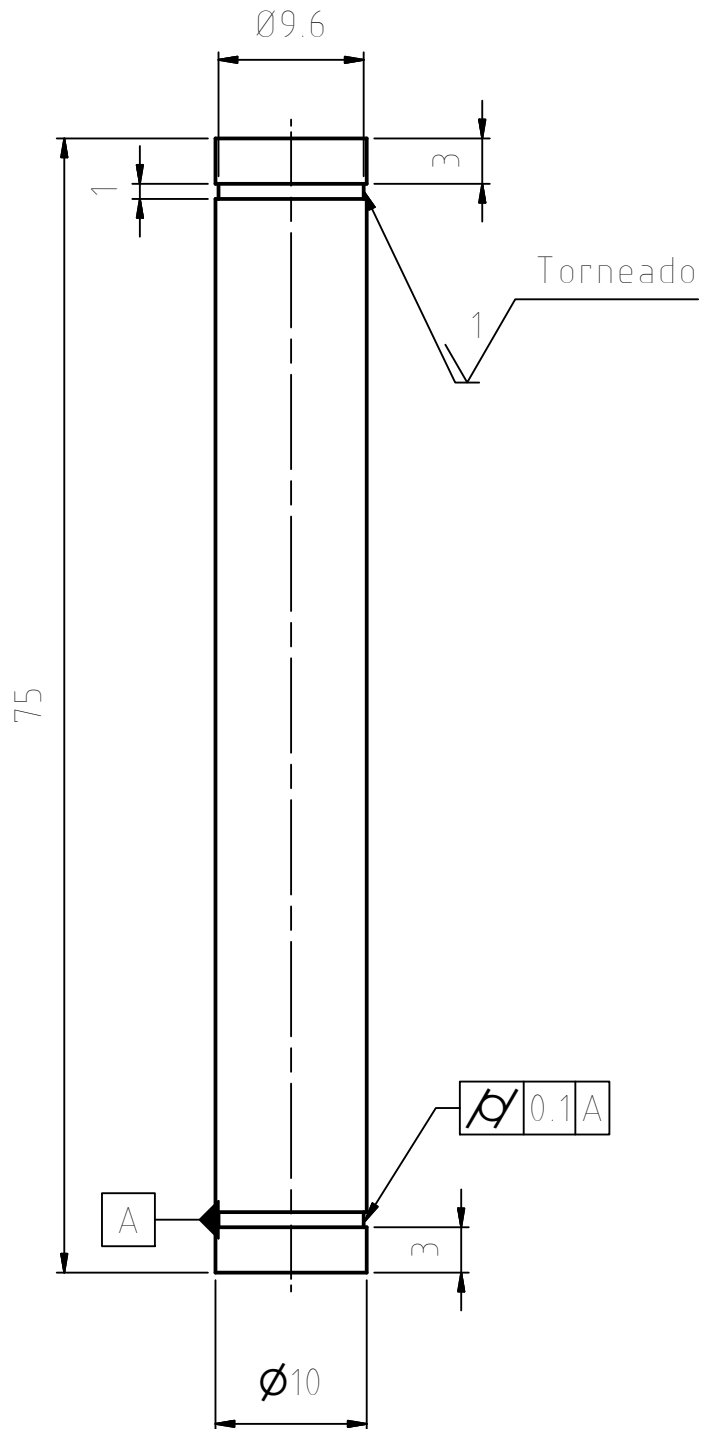


----	4	Soporte de guias		Acero	AI SI 1010	----
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
X Ciclo		Fecha	Nombre	 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>		
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.				
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
Diseño Plegadora de Carton				<b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Escala: 1:3	Tol. gen.: ISO 2768-m	Subconjunto:				
Lámina: 08/22	Soporte de guias					

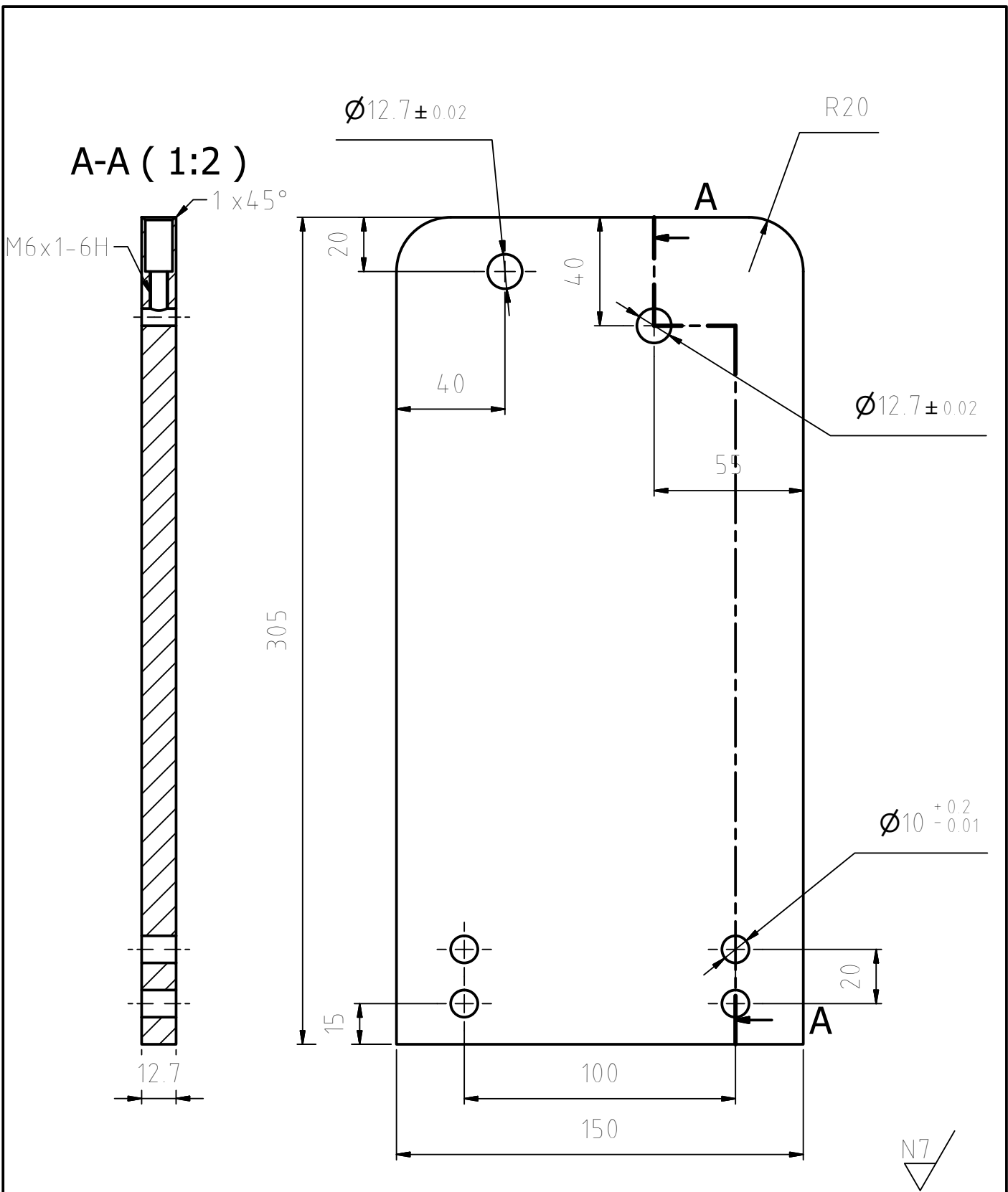




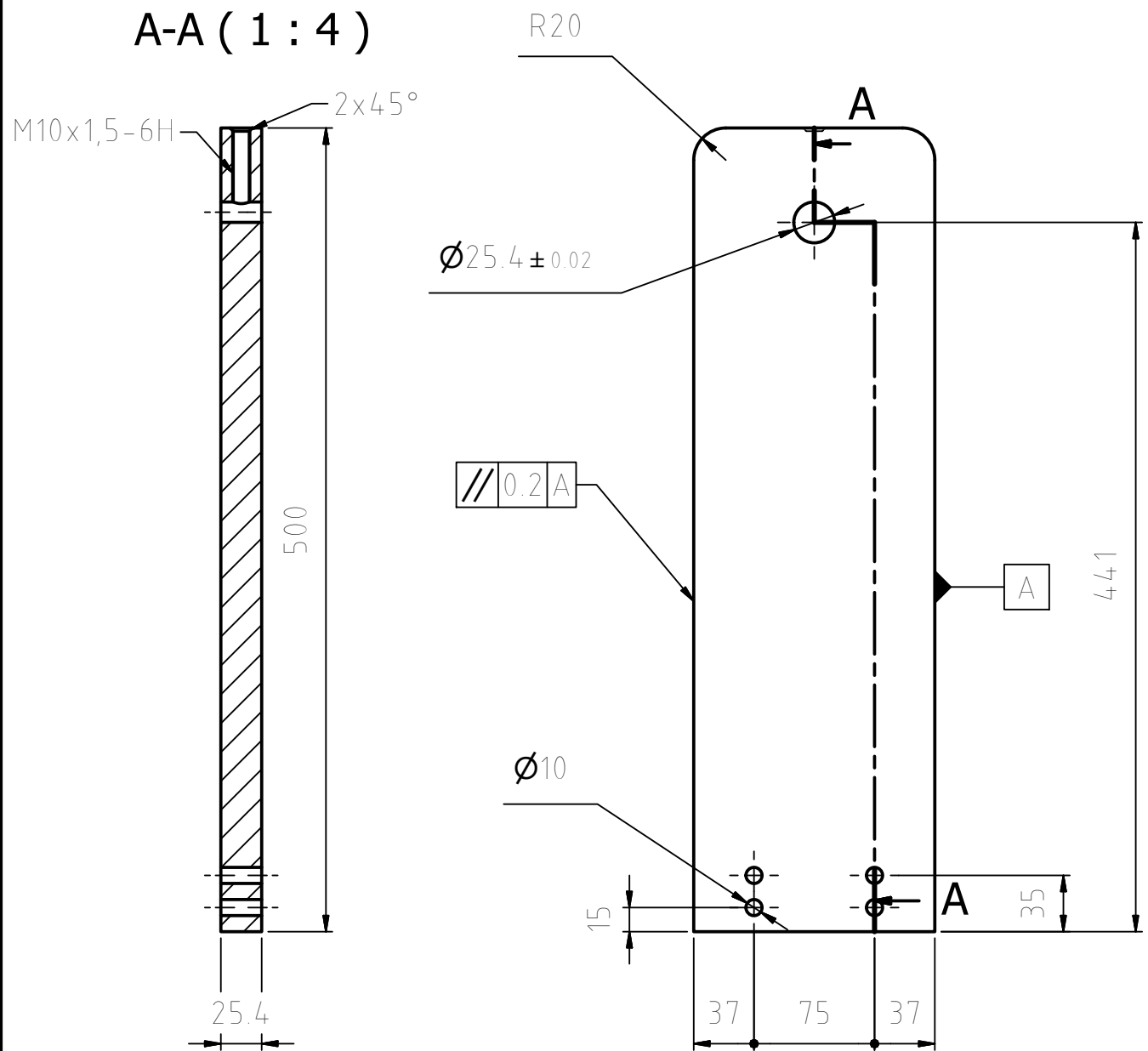
----	4	Mecanismo guia	Aluminio	6061	----
<b>Pos.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Denominación</b>	<b>Material</b>	<b>Norma</b>	<b>Notas</b>
X CICLO	Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>  <b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1:5	ISO 2768-m				
Lámina:	09/22	Guia de cajas			



----	14	Pasador guia cajas		Acero	AI SI 1075	Ø 10 mm
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>		
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.				
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
Diseño Plegadora de Carton				<b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:				
2:1	ISO 2768-m					
Lámina:	10/22	Pasador				

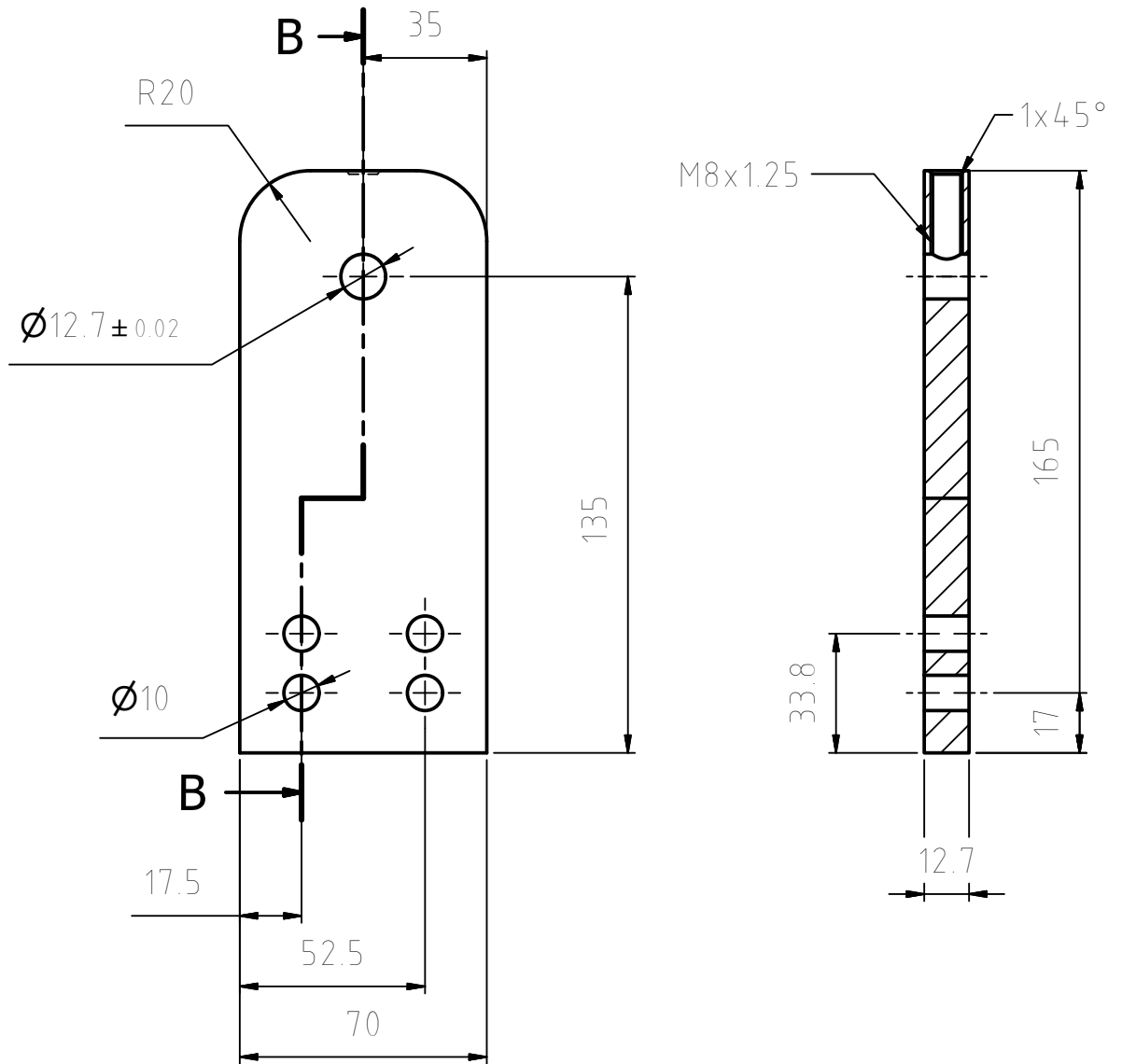


----	2	Soporte		Acero	SAE 1045	----
<b>Pos.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Denominación</b>		<b>Material</b>	<b>Norma</b>	<b>Notas</b>
X CICLO		<b>Fecha</b>	<b>Nombre</b>	 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>		
<b>Dibujado</b>	13/10/2021	Mogrovejo K.				
<b>Comprobado</b>	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
<b>Diseño Plegadora de Carton</b>				<b>INGENIERÍAS</b> <i>Carrera de Ingeniería Mecánica</i>		
<b>Escala:</b> 1:2	<b>Tol. gen.:</b> ISO 2768-m	<b>Subconjunto:</b>				
<b>Lámina:</b> 11/22	Soporte eje de guias					

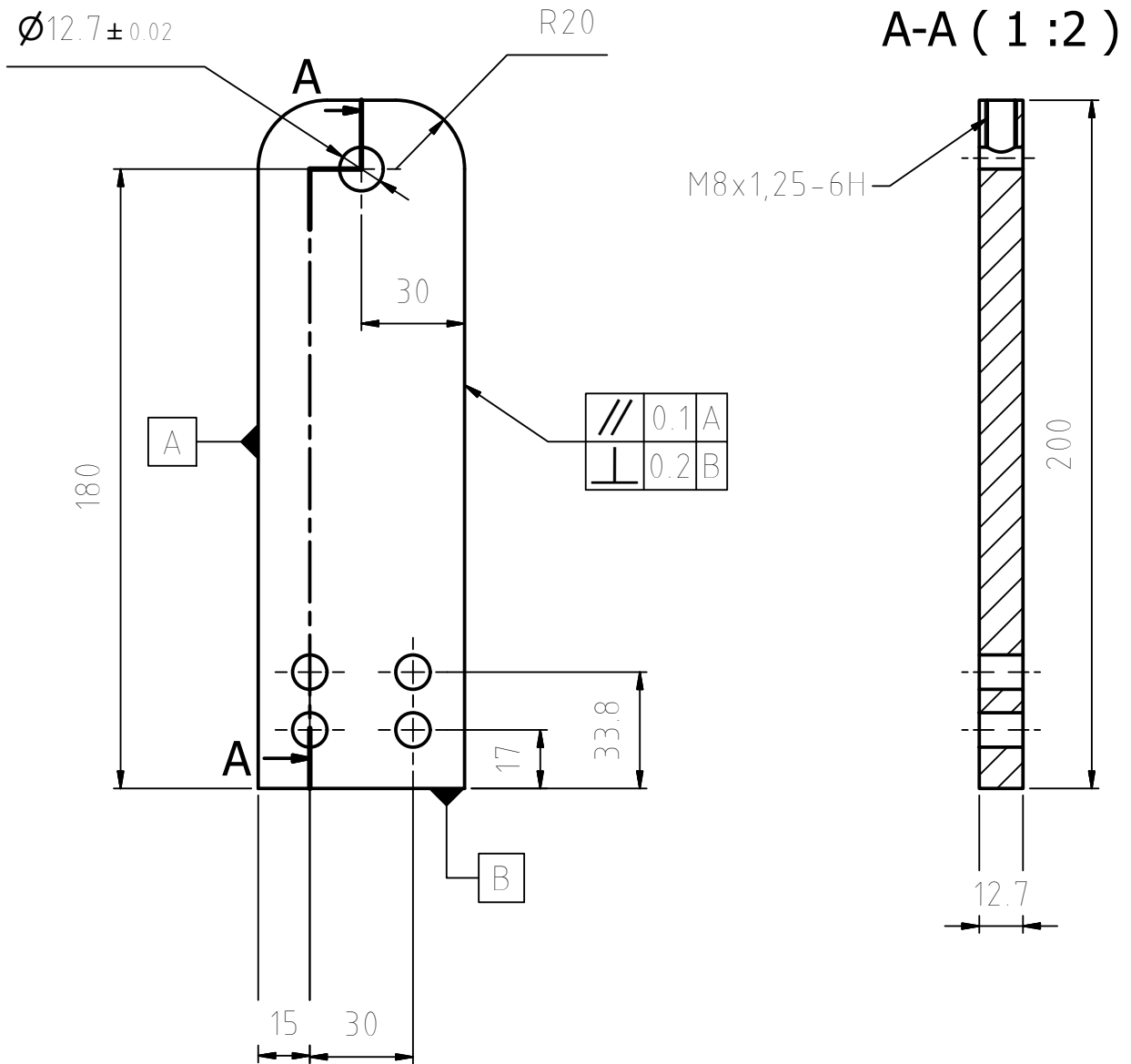


-----	2	Soporte		Acero	SAE 1045	-----
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>		
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo k.				
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
Diseño Plegadora de Carton				<b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:				
1:4	ISO 2768-m	Soporte eje distribuidor				
Lámina:	12/22					

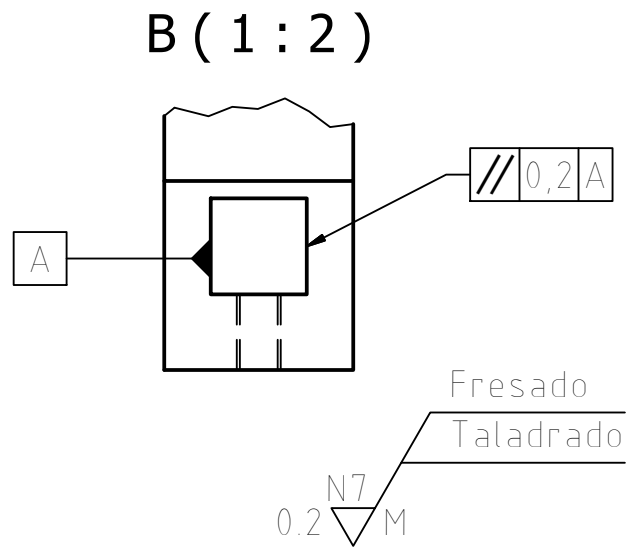
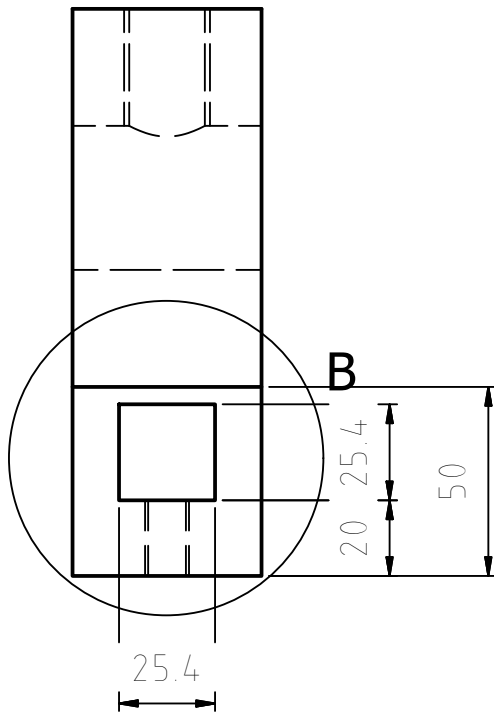
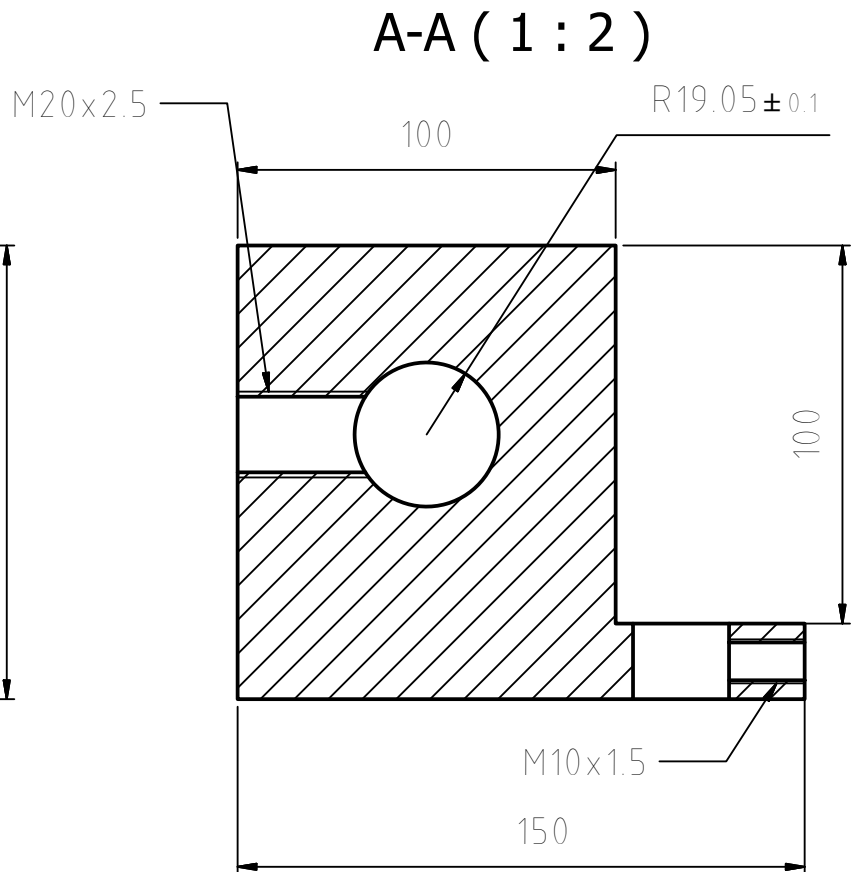
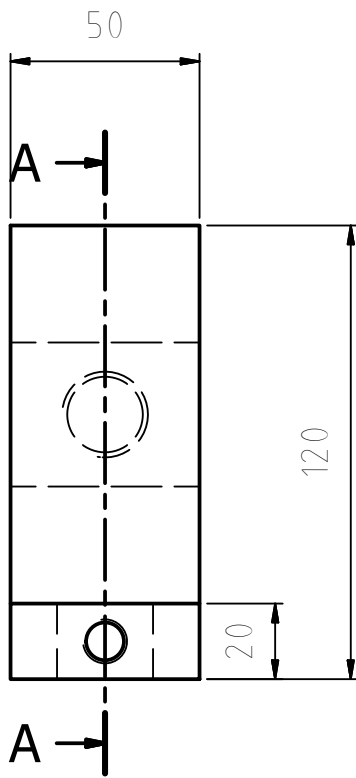
# B-B ( 1 : 2 )



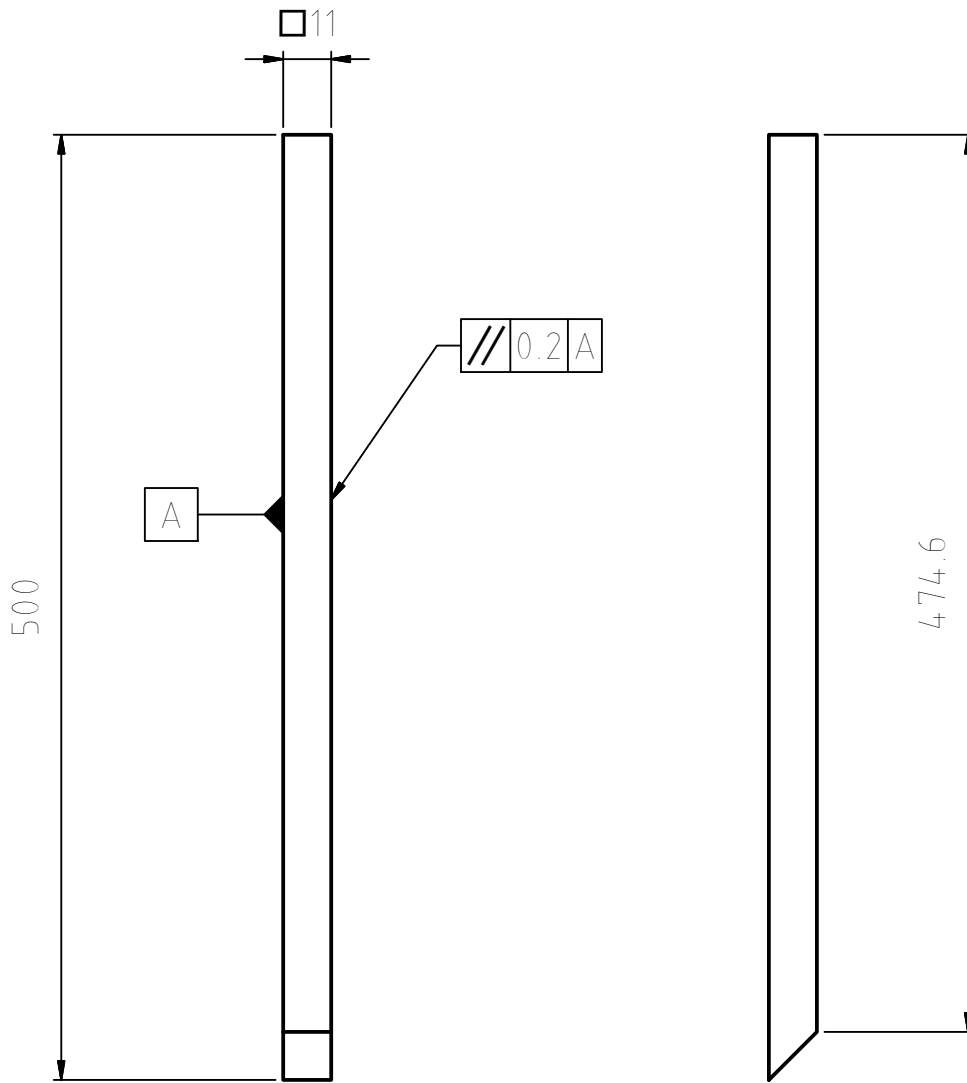
-----	2	soporte		Acero	SAE 1045	-----
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	Nombre	<p><b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> SEDE MATRIZ CUENCA</p>		
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.				
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
Diseño Plegadora de Carton				<b>INGENIERÍAS</b> Carrera de Ingeniería Mecánica		
Escala: 1:2	Tol. gen.: ISO 2768-m	Subconjunto:				
Lámina: 13/22	Soporte eje alimentador					



----	2	soporte		Acero	SAE 1045	----
<b>Pos.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Denominación</b>		<b>Material</b>	<b>Norma</b>	<b>Notas</b>
X CICLO	<b>Fecha</b>	<b>Nombre</b>			<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>	
<b>Dibujado</b>	13/10/2021	Mogrovejo K.				
<b>Comprobado</b>	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
<b>Diseño Plegadora de Carton</b>				<b>INGENIERÍAS</b> <i>Carrera de Ingeniería Mecánica</i>		
<b>Escala:</b> 1:2	<b>Tol. gen.:</b> ISO 2768-m	<b>Subconjunto:</b>				
<b>Lámina:</b> 14/22	Soporte eje para apilar					

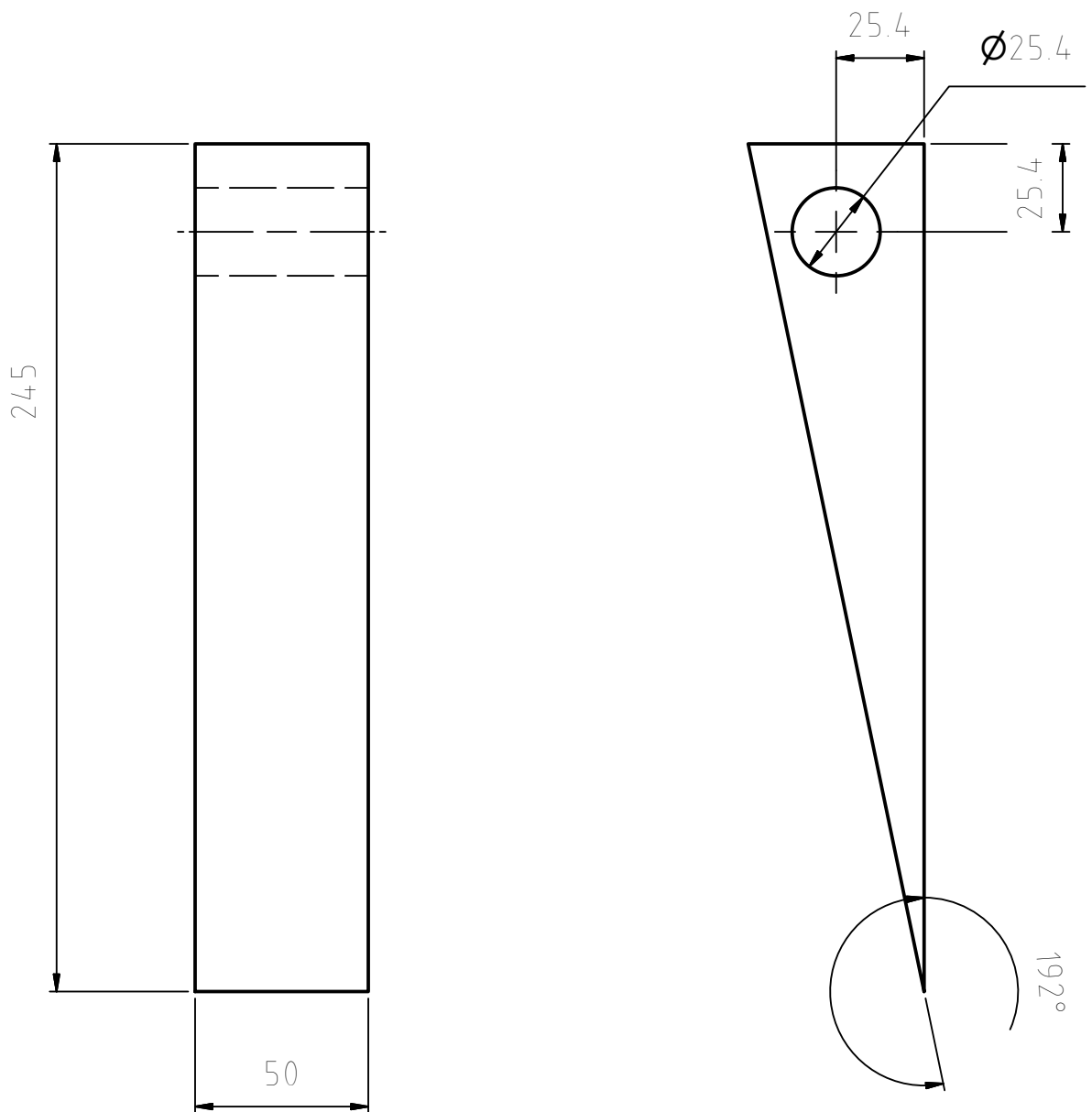


----	2	Corredera	Aluminio	6061	----
<b>Pos.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Denominación</b>	<b>Material</b>	<b>Norma</b>	<b>Notas</b>
X CICLO	<b>Fecha</b>	<b>Nombre</b>	<p><b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b> <b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b></p>		
<b>Dibujado</b>	13/10/2021	Mogrovejo K.			
<b>Comprobado</b>	14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
<b>Diseño Plegadora de Carton</b>					
<b>Escala:</b> 1:2	<b>Tol. gen.:</b> ISO 2768-m	<b>Subconjunto:</b>	Corredera		
<b>Lámina:</b> 15/22					



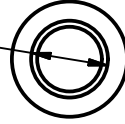
----	2	seguro distribuidor		Aluminio	6061	----
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	Nombre	 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>		
Dibujado		13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado		14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton				<b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Escala: 1:2		Tol. gen.: ISO 2768-m		Subconjunto:		
Lámina: 16/22		Deslizador				





----	2	Alimentador		Aluminio	6061	----
<b>Pos.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Denominación</b>		<b>Material</b>	<b>Norma</b>	<b>Notas</b>
X CICLO		<b>Fecha</b>	<b>Nombre</b>		<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>  <b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>	
<b>Dibujado</b>	13/10/2021	Mogrovejo K.				
<b>Comprobado</b>	14/10/2021	Ing. Eugenio C.				
<b>Diseño Plegadora de Carton</b>						
<b>Escala:</b> 1:2	<b>Tol. gen.:</b> ISO 2768-m	<b>Subconjunto:</b>				
<b>Lámina:</b> 17/22		Alimentador de Cajas				

$\varnothing 25.4 \pm 0.1$



2X45°

$\sqrt{R}$  0.01 A

A

1680

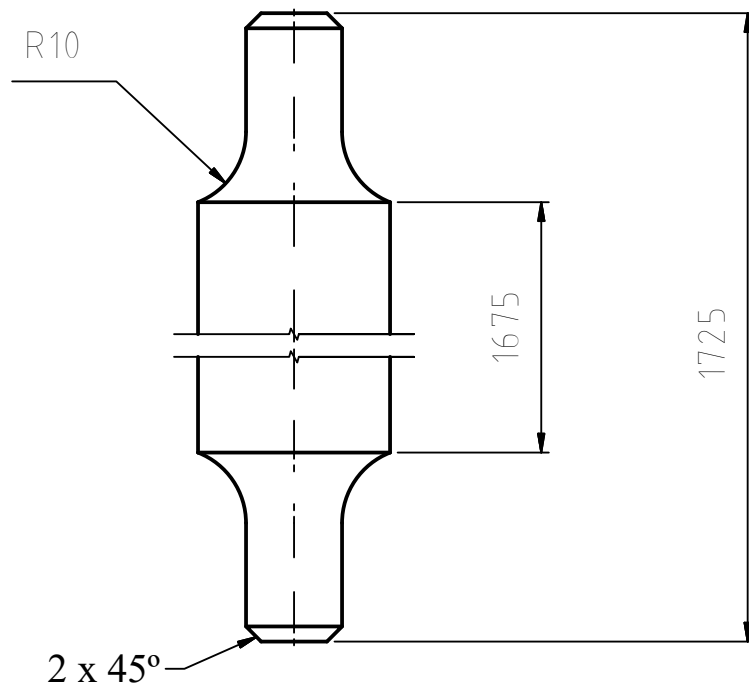
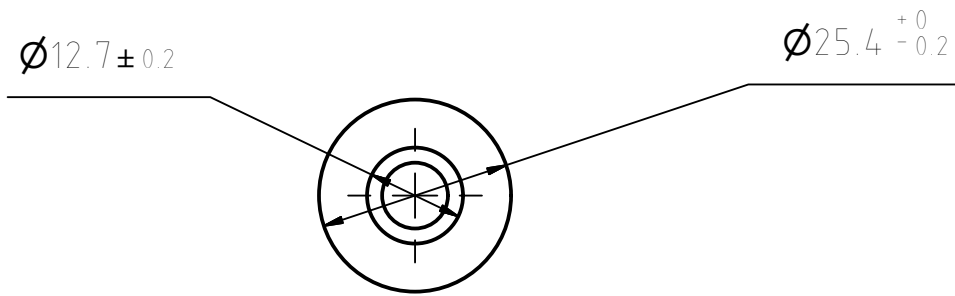
1750

Torneado



R10

----	1	Eje de distribuidor	Acero	AI SI 1010	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>		
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton			<b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Escala: 1:2.5	Tol. gen.: ISO 2768-m	Subconjunto:			
Lámina: 18/22	Eje distribuidor				

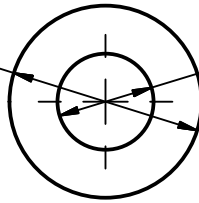


h7 Torneado

-----	3	eje de alimentador		Acero	AISI 1010	-----
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	Nombre	<p><b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> SEDE MATRIZ CUENCA</p>		
Dibujado		13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado		14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton				<b>INGENIERÍAS</b> Carrera de Ingeniería Mecánica		
Escala: 1:8		Tol. gen.: ISO 2768-m		Subconjunto:		
Lámina: 19/22		Eje alimentador				

∅50.8

∅25.4 ± 0.02



2x45

∅ 0,01 C

C

1588

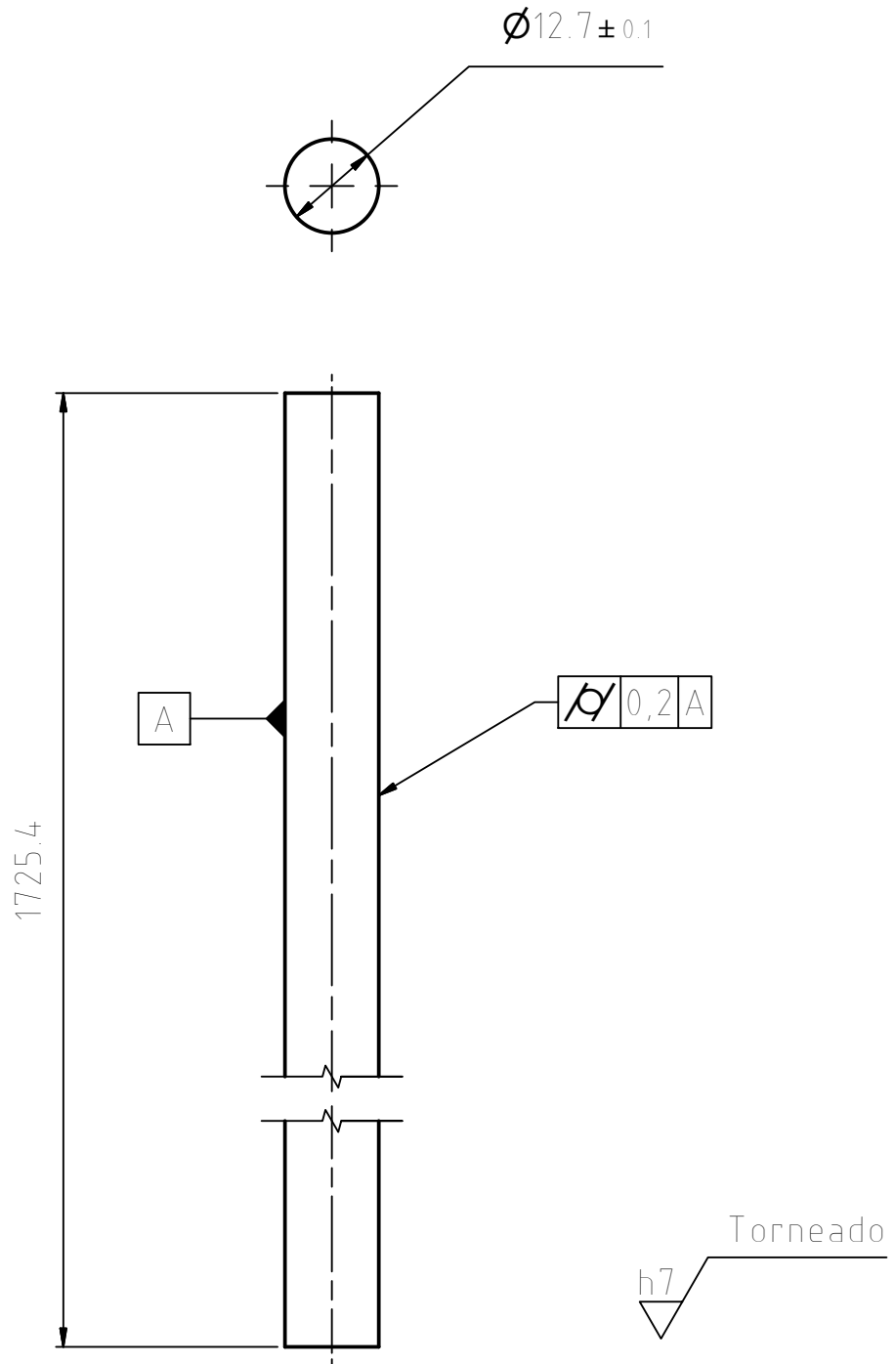
1700

R15

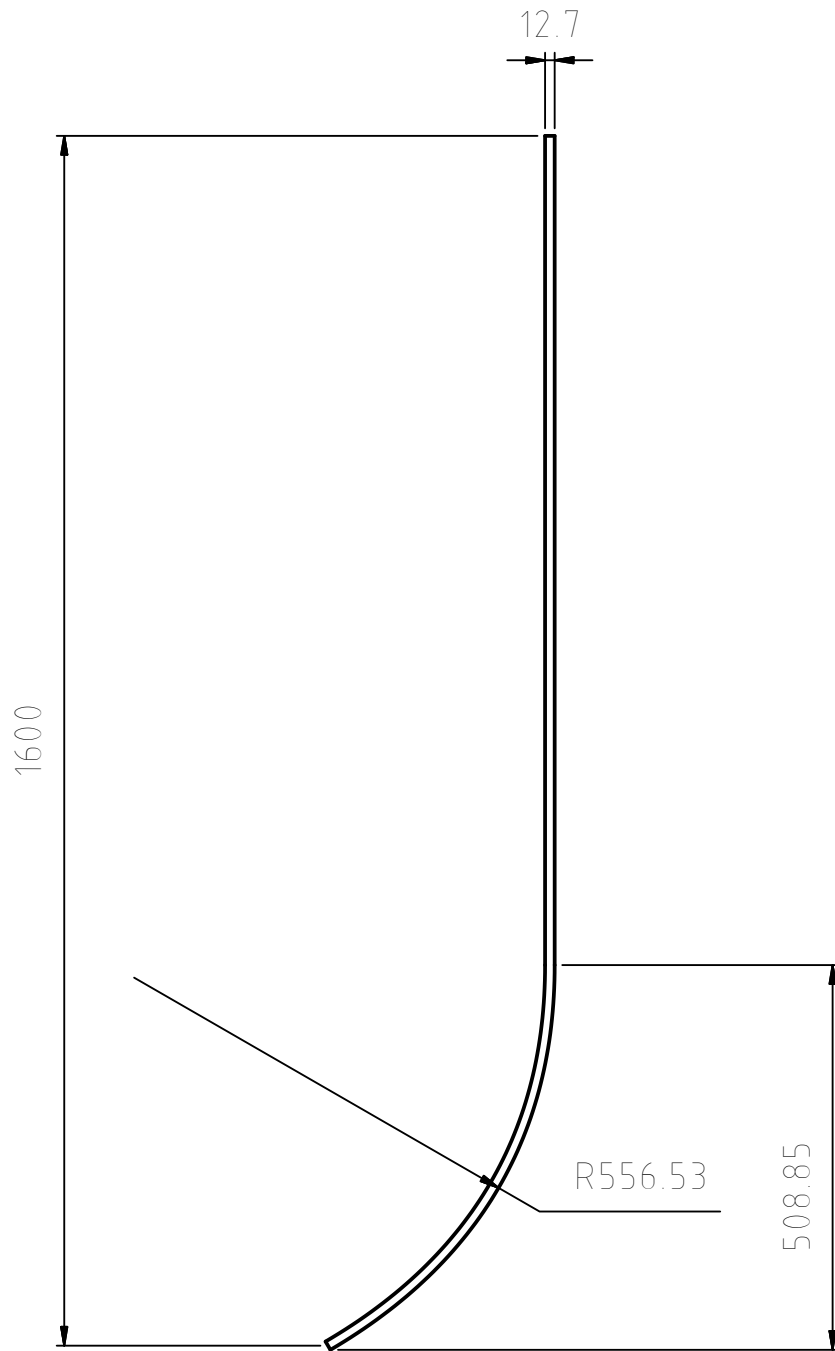
Torneado

N6

----	1	eje banda	Acero	AISI 1010	----
<b>Pos.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Denominación</b>	<b>Material</b>	<b>Norma</b>	<b>Notas</b>
X CICLO	Fecha	Nombre		<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>  <b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>	
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1:2	ISO 2768-m	Eje banda alimentación			
Lámina:	20/22				



----	1	eje para soporte	Acero	AISI 1010	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b>		
Dibujado	13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado	14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton			<b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b>		
Escala: 1:2	Tol. gen.: ISO 2768-m	Subconjunto:			
Lámina: 21/22	Eje soporte guía				



----	2	guia doblado cartón		Acero	AI SI 1010	----
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
<input type="checkbox"/> X CICLO		Fecha	Nombre	 <p><b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>SEDE MATRIZ CUENCA</b></p>	<p><b>INGENIERÍAS</b> <b>Carrera de Ingeniería Mecánica</b></p>	
Dibujado		13/10/2021	Mogrovejo K.			
Comprobado		14/10/2021	Ing. Eugenio C.			
Diseño Plegadora de Carton						
Escala: 1:10		Tol. gen.: ISO 2768-m		Subconjunto:		
Lámina: 22/22		Guia cartón				