

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CORTE PARA LA FABRICACIÓN DE
BOCADILLO VELEÑO**

MIGUEL SEBASTIÁN WILCHES CHACON

MIGUEL ANGEL POBLADOR TUNAROZA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2022

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CORTE PARA LA FABRICACIÓN DE
BOCADILLO VELEÑO**

MIGUEL SEBASTIÁN WILCHES CHACON

MIGUEL ANGEL POBLADOR TUNAROZA

**Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Mecánico**

Director:

JORGE ENRIQUE MENESES FLÓREZ

M. Sc. en ingeniería mecánica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2022

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitirme culminar esta etapa de mi vida y brindarme la fortaleza, sabiduría y paciencia para nunca desfallecer en mis propósitos, doy gracias por la infinita bondad, amor y protección que me brinda a través de los años.

A mis padres.

Por ser el motor y la más grande motivación para superarme día a día, por creer en mí y servir de apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida. Infinitas gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado. Los amo.

A mis hermanas.

Por el cariño y apoyo que me brindan, por impulsarme a salir adelante y nunca rendirme.

Sebastian Wilches

DEDICATORIA

El resultado de este trabajo lo dedico a toda mi familia. Principalmente, a mis padres y hermanos quienes me apoyaron arduamente y me acompañaron en los momentos malos y buenos vividos en este proceso de formación, por enseñarme a no desfallecer ante cualquier reto. Por guiarme y enseñarme a afrontar las distintas dificultades siempre con la frente en alto y de la mano de Dios. Todo esto con mucho amor y sin esperar nada a cambio.

A Dios por ser mi fortaleza y no dejarme desfallecer en la búsqueda de realizar mis sueños, por la sabiduría, bondad y paciencia recibidas a lo largo de todo este proceso de formación.

A todas las personas que nos han guiado y apoyado en la realización este proyecto, por su paciencia y consejos dados en el proceso.

Miguel Poblador

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	15
1. PRELIMINARES	18
1.1. OBJETIVOS.....	18
1.1.1. Objetivo general.....	18
1.1.2. Objetivos específicos	18
1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3. PROCESO DE CORTE DE BOCADILLO VELEÑO EN LA ACTUALIDAD ..	20
1.4. SOLUCIONES EXISTENTES EN EL MERCADO PARA EL CORTE DE BOCADILLO	23
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO.....	25
2.1. PLANTEAMIENTO DE REQUISITOS	25
2.2. EVOLUCION DEL DISEÑO.....	28
2.3. PRESENTACION DEL DISEÑO FINAL – CORTADORA CB-2M1	30
2.4. ALTERNATIVAS DE SUBPROCESOS	36
2.4.1. Alternativas para el desplazamiento del bocado dentro de la cortadora.....	36
2.4.2. Alternativas para el corte de bocado.....	40
3. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA NEUMATICO	41
3.1. DISEÑO DEL SISTEMA NEUMATICO	41

3.2.	DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA NEUMATICO	46
3.2.1.	Selección de cilindros neumáticos	46
3.2.2.	Selección del compresor	60
3.2.3.	Selección de las válvulas	69
4.	DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL	71
4.1.	CIRCUITO DE POTENCIA	71
4.2.	CIRCUITO DE CONTROL	76
4.3.	DISEÑO DEL GABINETE	79
5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	81
5.1.	DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	81
5.1.1.	SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	89
5.1.2.	PROCESO DE MANUFACTURA DE LA BANDA TRANSPORTADORA	90
5.2.	DISEÑO DE LA BANDA DE RODILLOS POR GRAVEDAD	97
5.2.1.	PROCESO DE MANUFACTURA DE LAS BANDA DE RODILLOS	99
6.	DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	102
6.1.	PROCESO DE MANUFACTURA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	108
7.	ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LA CORTADORA CB-M21	114

8. ANALISIS DE VIABILIDAD ECONOMICA PARA FABRICAS DE MEDIANA ESCALA	
.....	119
9. CONCLUSIONES	126
BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXOS.	129
ANEXO A- ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO DE AUTOMATISMOS .	129
□ Según el tipo de automatismo	129
□ Según el tipo de mando o control.....	137
ANEXO B – FABRICACION DE BOCADILLO VELEÑO	148
ANEXO C– PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CORTADORA CB-2M1	
.....	152
ANEXO D – PLANOS DEL SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL.	154
ANEXO E – PLANOS MECANICOS CORTADORA CB-2M1.....	155

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Requerimientos cortadora automática de bocadillo	26
Tabla 2. Etapas de diseño.....	28
Tabla 3. Elementos subsistema neumático.	45
Tabla 4. Resultados simulación de corte 1.....	48
Tabla 5. Fuerza teórica de cilindros neumáticos según el diámetro de embolo	50
Tabla 6. Parámetros cilindro 1	50
Tabla 7. Resultados obtenidos simulación corte por hilo. elaboración propia.	54
Tabla 8. Fuerza teórica de cilindros neumáticos según el diámetro de embolo.	56
Tabla 9. Parámetros cilindro 2.	57
Tabla 10. Tiempos estimados de corte.....	61
Tabla 11. Resultados de consumo de aire en el software de FESTO.	63
Tabla 12. Factor de simultaneidad.	64
Tabla 13. Descripción detallada de la unidad de mantenimiento MSB4-1/4:C4:J3:I3:L1-WP....	68
Tabla 14. selección de válvulas sistema neumático.....	69
Tabla 15. Selección de acoples rápido y silenciadores.	70
Tabla 16. Componentes del sistema de potencia eléctrica.....	73
Tabla 17. Coeficientes de fricción aproximados según el tipo de revestimiento.....	83
Tabla 18. Factor C1 para diferentes configuraciones.	85

Tabla 19. Proceso de manufactura de la banda transportadora.....	90
Tabla 20. Proceso de manufactura banda de rodillos.	100
Tabla 21. Componentes sistema estructural.....	103
Tabla 22. Proceso de manufactura sistema estructural.	108
Tabla 23. Costos de construcción de la cortadora CB-2M1.	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tabla de bocadillo. Fabrica de bocadillos el Águila Vélez, Santander	20
Figura 2. Descripción proceso de lonjeado de bocadillo veleño	21
Figura 3. Descripción proceso de picado de bocadillo veleño.....	22
Figura 4. Visita técnica a fábrica de bocadillos el Águila Vélez, Santander.	23
Figura 5. Cortadora manual de bocadillo veleño (lonjeadora).	24
Figura 6. Cortadora manual de bocadillo veleño (picadora).....	25
Figura 7. Vista isométrica izquierda cortadora CB-2M1.....	30
Figura 8. Vista isométrica derecha cortadora CB-2M1	31
Figura 9. Vista superior cortadora CB-2M1.	31
Figura 10. Vista frontal cortadora CB-2M1.....	32
Figura 11. Paso 1 proceso de corte (ubicación del bocadillo).	33
Figura 12. Paso 2 proceso de corte (primer corte).	34
Figura 13. Paso 3 proceso de corte (lonjeado).	34
Figura 14. Paso 4 proceso de corte (picado).	35
Figura 15. Subsistema de corte (piezas intercambiables).	36
Figura 16. Ventajas de las cintas transportadoras.	37
Figura 17. Esquema neumático Actuador 1.....	42
Figura 18. Esquema neumático Actuador 2 y 3.....	43
Figura 19. Diagrama neumático cortadora CB-2M1	44
Figura 20. Montaje cilindro neumático 1.....	47
Figura 21. Simulación corte cilindro 1.	48
Figura 22. Montaje cilindro neumático 2	52

Figura 23. Simulación proceso de corte por hilo.	53
Figura 24. Simulación fuerza de fricción.....	55
Figura 25. Compresor CA2042 ELITE.....	66
Figura 26. Dimensionamiento del tanque del compresor	66
Figura 27. Código ISO para EL filtrado de aire en aplicaciones del sector alimenticio.....	67
Figura 28. Sistema eléctrico de potencia para cortadora CB-2M1.	72
Figura 29. Diagrama eléctrico del circuito de control de la cortadora CB-2M1	77
Figura 30. PLC Logo siemens	77
Figura 31. Programación del PLC.	79
Figura 32. Vista interior y exterior del gabinete eléctrico y de control.	80
Figura 33. Vista interior y exterior del gabinete eléctrico y de control.	81
Figura 34. Cinta transportadora cortadora CB-2M1.	81
Figura 35. Cáculo longitud requerida de la banda.	83
Figura 36. Carrera de ajuste bandas transportadoras.	86
Figura 37. Fuerza de tracción sobre los ejes cuando la banda no se encuentra en movimiento ...	87
Figura 38. Fuerza de tracción sobre los ejes cuando la banda se encuentra en movimiento	88
Figura 39. Banda de rodillos cortadora CB-2M1.....	97
Figura 40. Ensamble Rodillos de gravedad	99
Figura 41. Sistema estructural cortadora CB-2M1.	102
Figura 42. Vista explosionada sistema estructural.....	105
Figura 43. Primera Simulación de carga estática para soporte del subsistema de transporte.....	106
Figura 44. Segunda Simulación de carga estática para soporte del subsistema de transporte ...	107
Figura 45. Software de simulación neumática	116

Figura 46. Resultados simulación neumática para cilindro 1.	117
Figura 47. Resultados simulación neumática para cilindro 2	117
Figura 48. Resultados simulación neumática para cilindro 3	118
Figura 49. Análisis de los flujos de caja en empresa que adquiera la cortadora CB-2M1.	123

RESUMEN

TITULO:

Automatización del proceso de corte para la fabricación de bocadillo veleño.

AUTORES:

Miguel Sebastian Wilches Chacon

Miguel Angel Poblador Tunaroza

PALABRAS CLAVE:

Automatización, Bocadillo, lonjeado, picado, neumática y PLC.

DESCRIPCIÓN:

La producción y comercialización de bocadillo veleño es uno de los pilares económicos para las provincias de Vélez y Ricaurte, repercutiendo en los ingresos de cientos de familias que se benefician de la producción de dicho producto. La industria bocadillera se encuentra en constante crecimiento y como prueba de esto es el aumento en las exportaciones, llegando a países como Estados Unidos, Panamá y un considerable número de países europeos. A pesar de esto su producción se ve marcada por un gran atraso tecnológico prueba de esto es el proceso de corte el cual es totalmente manual generando retrasos en la producción.

Este trabajo de grado tiene como fin diseñar una cortadora que permita automatizar el proceso de corte de bocadillo veleño, garantizando el cumplimiento de los requisitos técnicos, económicos y productivos. Para el diseño del automatismo se hace uso de la neumática, el proceso de corte se realiza con ayuda de tres cilindros neumáticos de doble efecto, controlados por medio de electroválvulas de 5 vías y 2 posiciones. La alimentación y ubicación del bocadillo dentro de la cortadora se realiza por medio de una banda transportadora. El sistema de potencia eléctrico de la cortadora se diseña para que funcione con una red eléctrica de 110 V. Además, se hace uso de un sistema de control de lazo cerrado el cual es gobernado por medio de un controlador lógico programable (PLC).

Finalmente se concluye con el diseño del prototipo denominado CB-2M1 el cual tiene capacidad de cortar 176 tablas de bocadillo al día, lo cual equivale a 98.686 bocadillos veleños en la presentación extrafina. Esta capacidad de producción se podría reflejar en un aumento significativo de la productividad de una fábrica de bocadillo, siendo el proceso de corte uno de los factores que más retrasan dicho proceso.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías Fisicomecánica. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Jorge Enrique Meneses Flores.

ABSTRACT

TITLE:

Automation of the cutting process for the manufacture of bocadillo Veleño.

AUTHORS:

Miguel Sebastian Wilches Chacon

Miguel Angel Poblador Tunaroza

KEYWORDS:

Automation, Bocadillo Veleño, sliced, minced, pneumatic and PLC.

DESCRIPTION:

The production and marketing of bocadillo veleño is one of the economic pillars for the provinces of Vélez and Ricaurte, affecting the income of hundreds of families that benefit from the production of said product. The sandwich industry is constantly growing and proof of this is the increase in exports, reaching countries like the United States, Panama and a considerable number of European countries. Despite this, its production is marked by a great technological delay, proof of this is the cutting process, which is totally manual, generating delays in production.

The purpose of this degree work is to design a slicer that allows automating the veleño sandwich cutting process, guaranteeing compliance with the technical, economic and productive requirements. For the design of the automation, use is made of pneumatics, the cutting process is carried out with the help of three double-acting pneumatic cylinders, controlled by means of 5-way and 2-position solenoid valves. The feeding and location of the sandwich inside the cutter is done by means of a conveyor belt. The electric power system of the cutter is designed to work with a 110 V electrical network. In addition, a closed-loop control system is used, which is governed by means of a programmable logic controller (PLC).

Finally, it concludes with the design of the prototype called CB-2M1, which has the capacity to cut 176 sandwich tables per day, which is equivalent to 98,686 Veleño sandwiches in the extra-fine presentation. This production capacity could be reflected in a significant increase in the productivity of a sandwich factory, being the cutting process one of the factors that most delays said process.

* Thesis work

** Physical-Mechanical Sciences Faculty. School of Mechanical Engineering. Director: Eng. Jorge

Enrique Meneses Flores

INTRODUCCION

El bocadillo veleño es un producto altamente reconocido y hoy en día se encuentra firmemente consolidado en los mercados nacionales e internacionales, sin embargo, no se conoce exactamente la fecha en la cual inicio su fabricación, su origen se relaciona con la fabricación de postres y jaleas para el consumo familiar. A mitad del siglo XIX con fabricas artesanales inicia la industria casera de fabricación de bocadillo. Para esta época la mayoría de las labores se hacían de forma manual, el despulpado se hacía en un cedazo presionando fuertemente la fruta contra la tela de este, por cuyos orificios salía la pulpa; el proceso de cocción se realizaba sometiendo la mezcla de pulpa y panela a altas temperaturas en una paila de cobre y removiendo la mezcla con una pala de madera. Entre 1930 y 1940 se instalaron las primeras despulpadoras mecánicas y posteriormente se incorporan calderas como generadoras de energía que podían surtir a mas de una paila a la vez (Rodriguez & Rangel, 2005).

“Como estoy inmediato a Vélez, me tomo la libertad de mandar a usted con un peón que saldrá mañana, una arroba de bocadillos y un zurroncito del célebre masato blanco para que se lo coma en mi nombre”. (Apartes de la carta remitida por Antonio Nariño a Manuel Quijano el 27 de noviembre de 1823, informándole sobre su estado de salud y su viaje a Sogamoso).

Este es un claro ejemplo que nos puede ilustrar sobre la reputación que tiene el bocadillo veleño a través de nuestra historia. El municipio de Vélez es el eje central de la economía de la provincia, hacia allí confluyen las personas de los diferentes municipios a comercializar los

productos agrícolas y pecuarios. Una de las principales economías del municipio es la guayaba, tiene gran importancia en los ingresos de cientos de familias que se benefician de la producción de bocadillo veleño. Se calcula que para el día de hoy existen alrededor de 81 fábricas de bocadillo de las cuales el 60 % se encuentran en el municipio de Vélez, el 22 % en Barbosa y el 18 % en Moniquirá y Guavatá (FedeVeleños, Federación de la cadena productiva de bocadillo veleño, 2020).

Para el año 2017 la Superintendencia de Industria y Comercio declaró la protección de la Denominación de Origen para el “Bocadillo Veleño” esto generó gran eco debido a la importancia que tiene que un producto tan arraigado en las costumbres nacionales cuente con un sello especial que lo cuida y exalta sus características y cualidades en Colombia y en el mundo. Se calcula que actualmente en las provincias de Vélez y Ricaurte se producen 24.300 toneladas al año de bocadillo veleño. A pesar de su importancia socioeconómica, la industria del bocadillo aún presenta un marcado retraso tecnológico que se ve reflejado en el rendimiento, costo y calidad de la producción.

Uno de los principales déficits a la hora de producir bocadillo se encuentra en el proceso de corte, este se realiza de manera manual y en dos etapas, en la primera etapa el trabajador retira del molde el bocadillo el cual inicialmente tiene un ancho, alto y largo de 30, 4 y 140 centímetros respectivamente, procede a lonjear el bocadillo que es dividirlo en tamaños de 30 centímetros de ancho y 4 centímetros de alto y largo. La segunda etapa comprende el proceso de picado, en el cual el bocadillo ya adquiere sus dimensiones finales, se divide cada lonja en 20 partes con un ancho de 1.5 centímetros, mientras que el alto y largo se conservan de 4 centímetros. Este proceso por lo general trae consigo demoras en los tiempos de producción que se ven reflejados en el

aumento del costo unitario del bocadillo. Además, es un proceso que necesita de fuerza bruta tanto para ubicar el bocadillo sobre la cortadora como para realizar el proceso de corte, por lo general esta tarea es asignada al personal masculino de la fábrica ya que en algunas ocasiones es casi necesario suspenderse sobre la cortadora para realizar el proceso de lonjeado.

1. PRELIMINARES

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Contribuir con la misión de la universidad Industrial de Santander por medio de la innovación tecnológica enfocada en la búsqueda de soluciones para problemáticas presentes en el sector agroindustrial del país, haciendo énfasis en la industria bocadillera de las provincias de Vélez y Ricaurte.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar diseño en detalle de una cortadora automática que supla los procesos de lonjeado y picado en la fabricación de bocadillo veleño y satisfaga una capacidad diaria de producción de 17.500 bocadillos de las siguientes dimensiones: Ancho de 1.5 cm, largo de 4 cm y alto de 5 cm.
- Estudiar la viabilidad del proyecto desde una perspectiva económica, realizando el análisis costo - beneficio para una fábrica de escala intermedia, capaz de producir 38 toneladas de bocadillo al mes.
- Elaborar la documentación técnica del proyecto: Manual de operación y guía de mantenimiento preventivo.

1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

A lo largo de la historia se ha evidenciado como el hombre ha buscado insaciablemente el mejoramiento continuo de sí mismo y de los procesos que diseña, razón por la cual se ha apoyado de las ciencias exactas y la ingeniería; de aquí nace el concepto de automatización, término que abarca el uso de la instrumentación industrial, la ingeniería mecánica, electrónica y de control. Colombia depende de economías más desarrolladas para el suministro de dispositivos electrónicos para la industria, el campo de la automatización en el país se limita en gran parte a la venta de equipos y software importados y a la venta de servicios de integración, soporte y mantenimiento.

La industria manufacturera abarca gran parte de la economía colombiana, con una participación del 12.2 % del PIB total, se ubica como la cuarta actividad productiva más representativa de la economía del país. Es este sector tan importante que se ve como foco para la implementación de sistemas automatizados industriales, con el fin de obtener procesos más eficientes y seguros. La manufactura del bocadillo veleño es una de las muchas industrias en las cuales hoy en día se llevan procesos manuales aun existiendo una gran demanda a nivel nacional e internacional de este producto, esto simplemente se refleja en bajos niveles de eficiencia en producción y labores que conllevan un mayor esfuerzo para los trabajadores.

Para la fabricación del bocadillo veleño se llevan a cabo 6 procesos; se inicia con la selección, desinfección y lavado de la guayaba, posteriormente se realiza el proceso de despulpado, teniendo la pulpa de la guayaba se inicia el proceso de cocción posteriormente se obtiene una jalea la cual se vierte en moldes de madera o acero, con el bocadillo dentro de los moldes y finalizando

una etapa de enfriamiento inicia el proceso de corte y por último viene el proceso de empaque y embalaje.

El proceso de corte es uno de los más demorados y tediosos, se realiza de manera manual lo cual implica gran esfuerzo físico por parte del trabajador llegando en ocasiones a obligarlo a suspenderse sobre la misma cortadora para realizar este proceso y esto trae consigo retrasos en la línea productiva. Por estas razones es imprescindible intervenir en dicho proceso por medio de un automatismo que permita aumentar la capacidad de producción y a su vez eliminar dichos contratiempos.

1.3. PROCESO DE CORTE DE BOCADILLO VELEÑO EN LA ACTUALIDAD

El proceso de corte de bocadillo veleño es una de las etapas más tediosas dentro de la cadena de producción de bocadillo veleño, no solo por el esfuerzo físico que implica si no por el tiempo que este conlleva. El proceso de corte inicia con el bocadillo dentro de la tabla o molde, las dimensiones del bocadillo en este punto son de 140 cm x 30 cm x 5 cm de largo, ancho y alto respectivamente. El bocadillo con estas dimensiones recibe el nombre de “tabla de bocadillo” y tiene un peso aproximado 35 Kg.

Figura 1

Tabla de bocadillo. Fábrica de bocadillos el Águila Vélez, Santander

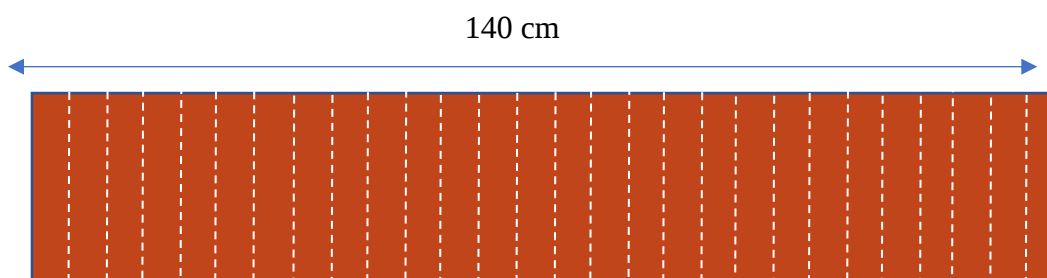


Nota. Foto tomada en la fábrica de bocadillos el Águila. Elaboración propia.

El siguiente paso es desmoldar el bocadillo de la tabla y ubicarlo sobre la primera cortadora, esta cortadora divide la tabla de bocadillo en lonjas, las dimensiones de la lonja dependerán de la presentación de bocadillo que se quiera obtener. Para la presentación tradicional la tabla de bocadillo se divide en 28 lonjas realizando cortes transversales cada 5 cm a lo largo de la tabla.

Figura 2

Descripción proceso de lonjeado de bocadillo veleño.

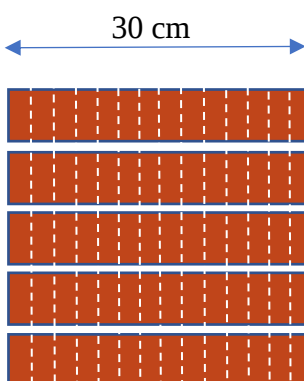


Nota. Elaboración propia.

Teniendo las lonjas de bocadillo el siguiente paso es ubicar las lonjas sobre otra cortadora que va a ser la encargada del picado, según el tamaño de esta cortadora se ubican de a 5 o 6 lonjas y se realiza el corte para dar las dimensiones finales al bocadillo, este proceso de picado se repite hasta terminar de cortar todas las lonjas que salieron después del proceso anterior. Volviendo al ejemplo de la presentación tradicional cada lonja se divide en 15 bocadillos realizando cortes transversales a lo largo de la lonja. Después de realizar el picado de todas las lonjas culmina el proceso de corte y el bocadillo queda listo para ser empacado.

Figura 3.

Descripción proceso de picado de bocadillo veleño.



Nota. Elaboración propia.

Con el fin de conocer más a fondo el proceso de corte se realiza una visita a la fábrica de bocadillos El Águila ubicada en la vereda los guayabos del municipio de Vélez Santander. Se observa que el proceso de corte para cada tabla de bocadillo dura de 4 a 6 min aproximadamente, además de esto se evidencia que los trabajadores deben realizar gran esfuerzo físico para realizar dicho proceso, lo cual ellos mismos argumentan que esto depende del tiempo de secado que se le

de al bocadillo. Otro factor que se evidencio con la visita es la limitación que tiene el proceso actualmente con el tema de los tamaños, ya que por cada tamaño deseado de bocadillo se necesita de disponer de dos cortadoras.

Figura 4

Visita técnica a fábrica de bocadillos el Águila Vélez, Santander.



Nota. Foto tomada en la fábrica de bocadillos el Águila. Elaboración propia.

1.4.SOLUCIONES EXISTENTES EN EL MERCADO PARA EL CORTE DE BOCADILLO

Como ya se mencionó el proceso de corte de bocadillo veleño hoy en día se hace completamente de forma manual, este proceso lo podemos dividir en dos etapas, la etapa de lonjeado y picado. Para cada una de estas etapas las fábricas deben disponer de una cortadora y cada cortadora sirve únicamente para obtener un tamaño de bocadillo en específico, lo que obliga

a las fábricas a disponer de gran número de cortadoras para ofrecer el bocadillo en diferentes tamaños y presentaciones.

Figura 5

Cortadora manual de bocadillo veleño (lonjeadora).



Nota. Foto tomada en la fábrica de bocadillos el Águila. Elaboración propia.

En la anterior imagen se muestra una cortadora encargada de dividir la tabla de bocadillo en lonjas, este tipo de cortadoras tienen un tamaño de aproximadamente 180 cm de largo es fabricada mayormente en acero inoxidable y cada fabrica dispone de 2 o 3 de estas cortadoras en su línea de producción, actualmente el precio en el mercado de estas cortadoras oscila entre \$8.500.000 y \$10.000.000 COP.

Figura 6

Cortadora manual de bocadillo veleño (picadora).



Nota. Foto tomada en la fábrica de bocadillos el Águila. Elaboración propia.

La cortadora encargada del proceso de picado es de dimensiones mucho más pequeña, también es fabricada completamente en acero inoxidable su precio en el mercado es de aproximadamente \$7.200.000 COP y dentro de la línea de producción normalmente las fábricas cuentan con 2.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO

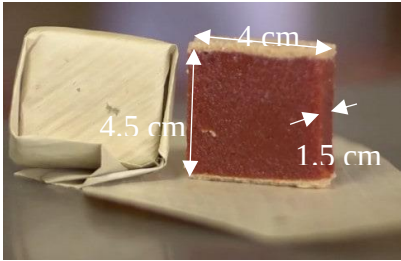
2.1. PLANTEAMIENTO DE REQUISITOS

Lo primero para realizar el diseño de la cortadora es plasmar todos los requerimientos iniciales, el cumplimiento a cabalidad de estos es lo que califica a un diseño como exitoso. A

continuación, se muestra una tabla donde se resumen todos los requerimientos técnicos que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar la cortadora:

Tabla 1

Requerimientos cortadora automática de bocadillo

REQUERIMIENTOS TECNICOS	
Dimensiones de corte	
Las dimensiones finales del bocadillo veleño: • Altura: 4.5 cm – 5 cm • Ancho: 1.5 cm – 2.2 cm • Largo: 4 cm – 4.8 cm	
Capacidad de producción	
La cortadora neumática debe cumplir una capacidad mínima de producción de 21.000 bocadillos veleños, los cuales equivalen al corte de 30 moldes de 5, 30 y 140 cm de alto, ancho y largo respectivamente.	
Materiales	

Debe ser diseñada según resolución 4112 de 2012 impuesta por el ministerio de salud y protección social en el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y debidas para el consumo humano.

Nota. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el diseño de la cortadora está dirigido a medianas empresas se plantean los siguientes requisitos adicionales:

- Requisitos económicos: La cortadora debe ser medianamente accesible económicamente por lo que debe tener un óptimo nivel de automatización con el fin de reducir los costos sin afectar el cumplimiento de los requerimientos.
- Requisitos funcionales: Debe evidenciar un aumento de productividad respecto al proceso de corte manual y mantener la calidad del producto.
- Requisitos mecánicos: La cortadora debe contar con elementos y sistemas con su óptimo plan de mantenimiento y cada uno de los materiales usados en la construcción deben cumplir con las normas establecidas para materiales que estén en contacto con alimentos.
- Requisitos dimensionales: Para el dimensionamiento se debe optar por óptimo aprovechamiento del espacio y buscar un mecanismo lo más compacto posible para así garantizar que su costo de fabricación sea disminuido al máximo y a su vez logrando que el espacio se adapte al dispuesto por la empresa productora de bocadillo.

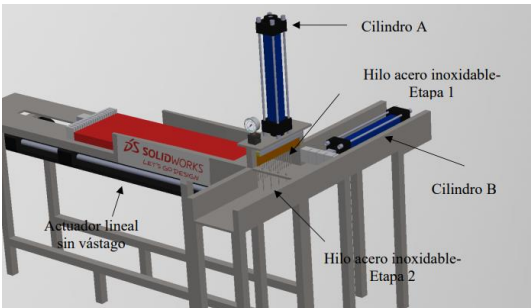
- Requisitos higiénicos: Por ser una máquina que estará en contacto con alimentos se debe optar por un diseño que disponga de espacios de fácil acceso para su respectiva limpieza y a su vez garantizar el uso de materiales aprobados legalmente para entrar en contacto con alimentos.

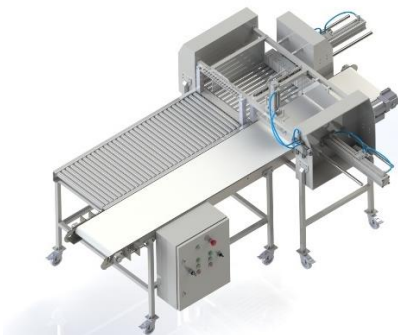
2.2. EVOLUCION DEL DISEÑO

Antes de llegar al diseño final de la cortadora se presentaron dos prototipos los cuales presentaban falencias en diferentes aspectos, la solución y optimización de dichas falencias hizo que el diseño final fuera mucho más completo. A continuación, se muestra una tabla resumen donde se muestra como fue cada etapa del diseño:

Tabla 2.

Etapas de diseño

Etapa	Descripción
Prototipo 1 	En esta etapa se presenta un diseño mucho más conceptual, donde la entrada y ubicación del bocado en la cortadora era por medio de un actuador sin vástago, sin tener en cuenta factores importantes como

	la fricción. Estaba diseñada para un único tamaño de corte lo cual no es nada eficiente.
Prototipo 2 	Para esta etapa el diseño fue mucho más detallado, sin embargo, presentaba la mayor falencia en el sistema estructural, ya que este era demasiado robusto incrementando los costos de manera sustancial, otra falencia se encontraba en la entrega del bocadillo ya que la banda de rodillos no tenía el tamaño suficiente.
Prototipo final 	Al prototipo final se le asigna el nombre de cortadora CB-2M1, cuenta con un diseño mucho más compacto y práctico para que se adapte a los diferentes espacios dentro de las fábricas. Gran parte de sus componentes están diseñados en acero inoxidable, garantizando una larga vida útil a la cortadora.

Nota. Se describen cuales fueron los diferentes prototipos dentro de la etapa de diseño.

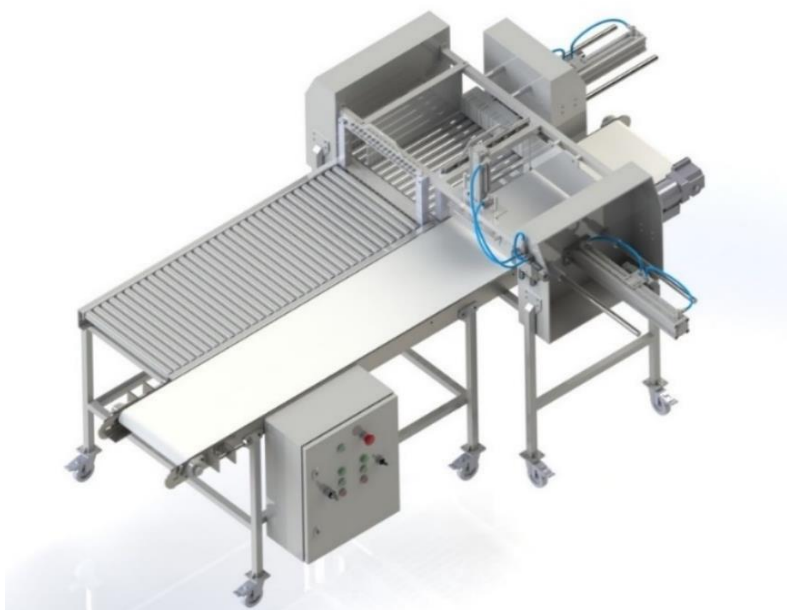
Elaboración propia.

2.3. PRESENTACION DEL DISEÑO FINAL – CORTADORA CB-2M1

A continuación, se muestran las vistas principales de la cortadora CB-2M1

Figura 7

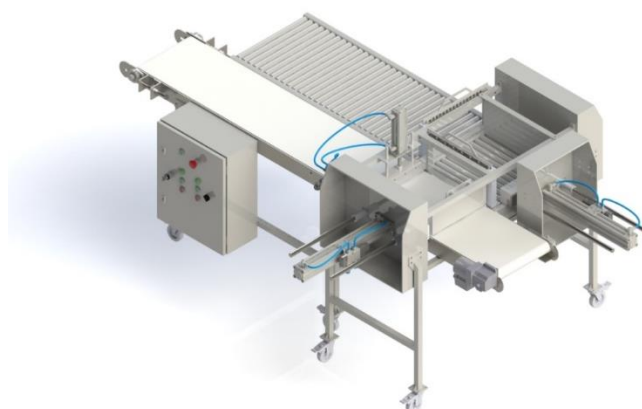
Vista isométrica izquierda cortadora CB-2M1.



Nota. Elaboración propia.

Figura 8

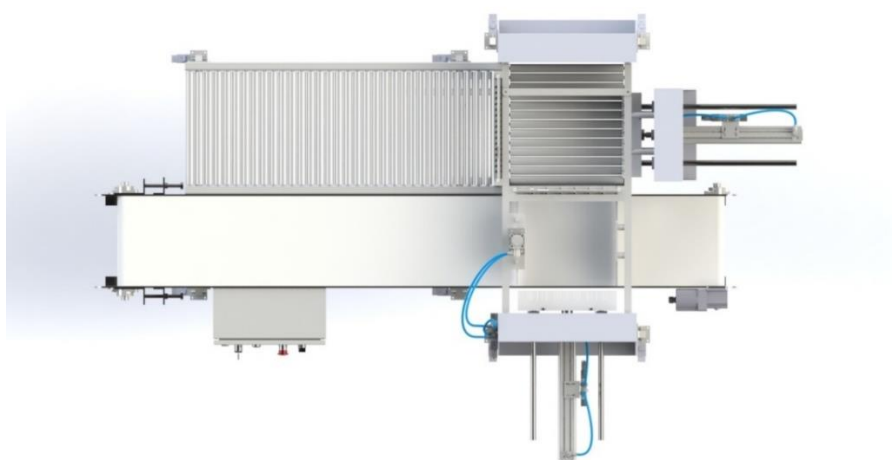
Vista isométrica derecha cortadora CB-2M1.



Nota. Elaboración propia.

Figura 9

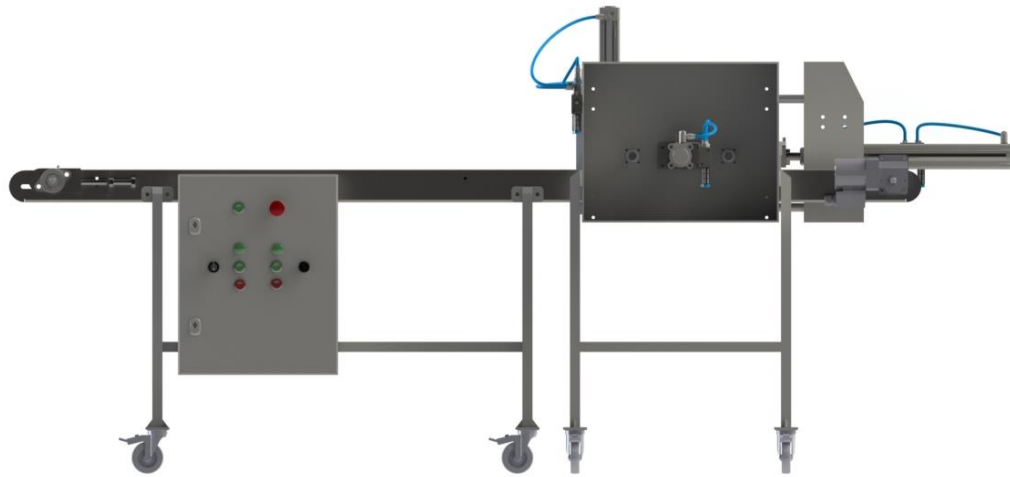
Vista superior cortadora CB-2M1.



Nota. Elaboración propia.

Figura 10

Vista frontal cortadora CB-2M1.



Nota. Elaboración propia.

La cortadora CB-2M1 está conformada por 5 subsistemas:

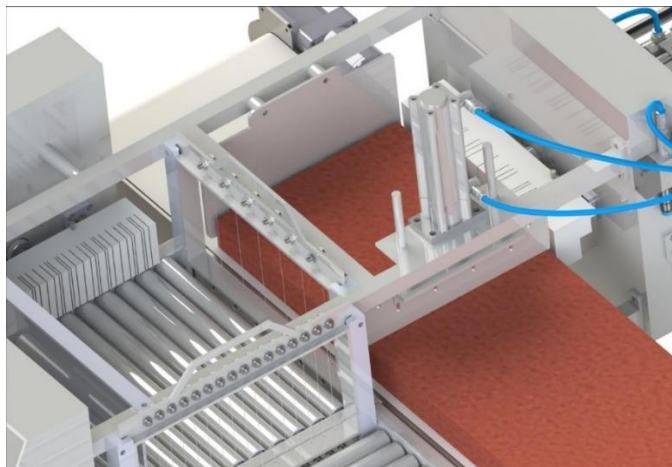
- Subsistema Neumático
- Subsistema eléctrico y de control
- Subsistema estructural
- Subsistema de transporte
- Subsistema de corte

El proceso de corte dentro de la CB-2M1 lo podemos describir en 4 pasos, el primer paso es la ubicación del bocado antes del proceso de corte, la encargada de esto será la banda transportadora, ingresando el bloque de bocado hasta que se encuentre con la restricción donde

se ubica un sensor tipo final de carrera de activación por contacto, este ultimo al ser accionado envía una señal al PLC y se des energiza la bobina del contactor encargado del movimiento de la banda.

Figura 11

Paso 1 proceso de corte (ubicación del bocadillo).

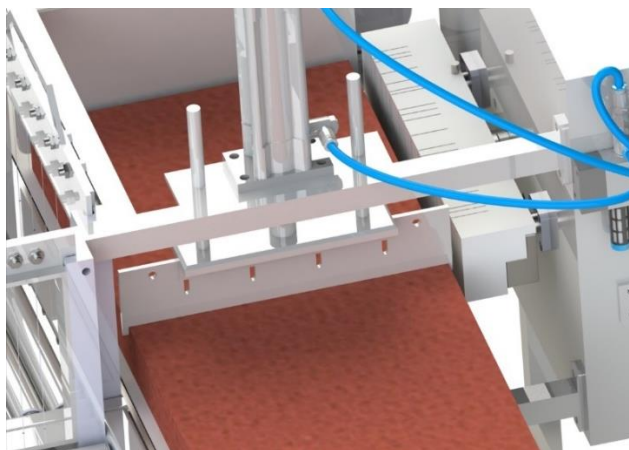


Nota. Elaboración propia.

Los pasos 2,3 y 4 hacen referencia a una secuencia neumática del tipo (A+ A- B+ B- C+ C-) donde A, B y C simbolizan respectivamente a los cilindros neumáticos 1 2 y 3. El cilindro neumático 1 realiza el primer corte, este es el encargado de dividir el bloque de bocadillo en un tamaño de 35 x 30 x 5 cm de largo ancho y alto respectivamente. Este tamaño es el preciso que necesita antes de realizar los dos pasos siguientes en el proceso de corte.

Figura 12

Paso 2 proceso de corte (primer corte).

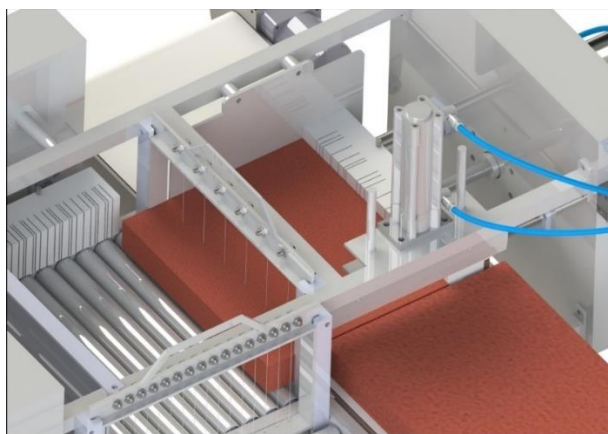


Nota. Elaboración propia.

El paso numero 3 es el corte realizado por cilindro neumático 2, el cual hace pasar el bloque de bocadillo a través del primer tamiz dividiendo el bocadillo en lonjas, la medida de estas lonjas dependerá del tamiz seleccionado.

Figura 13

Paso 3 proceso de corte (lonjeado).

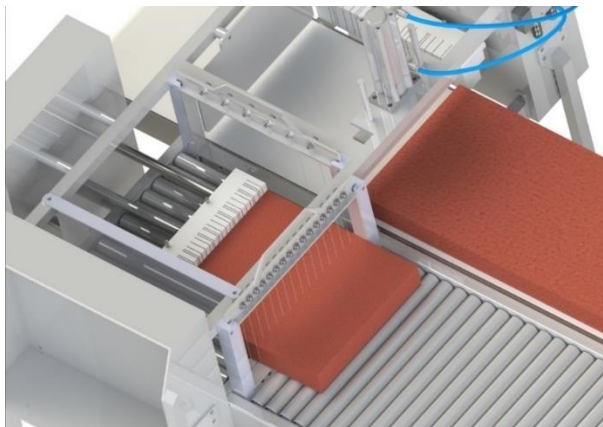


Nota. Elaboración propia.

Finalmente el ultimo paso se hace pasar el bocadillo por el tamiz numero 2, esto con ayuda del cilindro neumatico 3. El bocadillo en sus dimensiones finales queda dispuesto sobre la banda de rodillos e incia nuevamente la secuencia de los 4 pasos descritos anteriormente.

Figura 14

Paso 4 proceso de corte (picado).

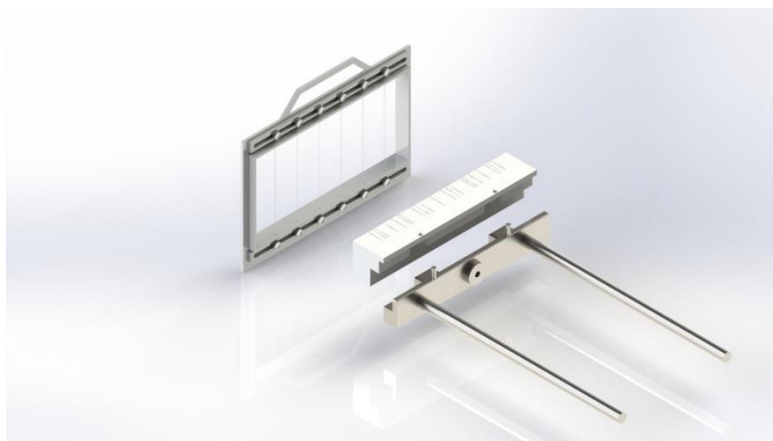


Nota. Elaboración propia.

Una de las principales ventajas de la cortadora CB-2M1 es la versatilidad en cuanto a dimensiones de corte, ya que cuenta con la posibilidad de intercambiar cada tamiz según el tamaño de bocadillo requerido, además, los cabezales de las herramientas acopladas a los cilindros 2 y 3 son de fácil acceso y también pueden ser intercambiados. Estas dos características permiten que la cortadora CB-2M1 se pueda acoplar a las diferentes dimensiones y tamaño de bocadillo que se manejen en cada fábrica.

Figura 15

Subsistema de corte (piezas intercambiables).



Nota. Elaboración propia.

2.4. ALTERNATIVAS DE SUBPROCESOS

Conociendo el tipo de automatismo y el sistema de control que vamos a implementar (revisar anexo A), tuvimos que entrar a evaluar las diferentes alternativas que tenemos para ejecutar cada uno de los subprocesos que se llevaran a cabo dentro de la cortadora. Estos subprocesos se resumen en el desplazamiento y el corte del bocadillo.

2.4.1. Alternativas para el desplazamiento del bocadillo dentro de la cortadora

El desplazamiento del bocadillo a lo largo del proceso de corte es de vital importancia para garantizar el óptimo funcionamiento de la maquina cortadora de bocadillo, en el mercado se encuentran gran variedad de alternativas, las cuales también pueden ser combinadas según los

requerimientos de cada aplicación, a continuación, se presentan las alternativas que más se ajustan a los requerimientos a la hora de diseñar la maquina cortadora de bocadillo.

2.4.1.1. Alternativas para el ingreso y ubicación del bocadillo

- **Cinta transportadora**

Las bandas transportadoras en la industria de alimentos son un elemento de altísima utilidad a la hora de mover productos y/o materia prima de una forma sencilla segura y confiable, prueba de ello su evidente uso en casi todos los procesos de producción que involucran alimentos.

Figura 16

Ventajas de las cintas transportadoras.

Fácil de limpiar: Se fabrican principalmente de acero inoxidable, lo cual dificulta la acumulación de bacterias, esto hace que la limpieza no se tenga que hacer con una frecuencia e intensidad tan alta	Resistencia en condiciones extremas: En áreas de producción las temperaturas extremas se presentan de forma constante, las bandas transportadoras industriales ofrecen una amplia resistencia ya sean en altas temperaturas, humedad o frío intenso.
Son anti adherentes: En la producción de alimentos es común hacer uso de insumos que puedan tener una textura difícil de manipular, creando inconvenientes y retrasos en la cadena productiva. En cuanto a las bandas transportadoras esto no es un problema dado que sus materiales cuentan con propiedades antiadherentes para evitar que se presenten estragos durante los procesos de producción.	

Nota. Elaboración propia.

- **Cilindro neumático sin vástago**

“Los actuadores lineales sin vástago son actuadores neumáticos cuya potencia se transmite a través de una conexión lateral al émbolo. Como resultado, el espacio de instalación requerido es significativamente menor que el de un cilindro de vástago comparable. La conexión al émbolo se realiza mecánicamente a través de una ranura en la camisa perfilada o magnéticamente a través de una camisa perfilada cerrada.” (FESTO, 2022)

Teniendo en cuenta que las dimensiones iniciales del bloque de bocadillo son de un tamaño considerable, en ingreso y ubicación del bocadillo antes del corte se podría controlar por medio de un cilindro neumático sin vástago, algunas de las ventajas que se tienen con el uso de estos cilindros son:

- Su tamaño es significativamente menor al compararlo con un cilindro de vástago (aproximadamente se reduce a la mitad del tamaño de un cilindro con vástago),
- Optimo desempeño en carreras largas, carreras hasta 5.700 mm,
- Sistema anti-rotación incorporado
- la fuerza de empuje igual a la de tracción.

2.4.1.2. Alternativas salida y entrega del bocadillo

- **Banda de rodillos**

Una banda transportadora de rodillos es un dispositivo que utiliza los rodillos para formar una superficie regular logrando así facilitar el desplazamiento y manipulación de una gran diversidad de elementos, productos y materia prima dentro de procesos industriales y locales comerciales.

Una banda transportadora de rodillos es un sistema que se caracteriza por permitir la combinación de segmentos ya sea con rodillos de giro libre, segmentos de rodillos accionados por gravedad, y segmentos con rodillos motorizados, dependiendo de la aplicación donde sea requerido.

Entre las ventajas al usar este sistema se tiene la ganancia de espacio extra para acumular mercancía, objetos o materia prima, a su vez los rodillos al estar puestos en fila india permiten que la mercancía pueda desplazarse con mayor facilidad sin frenarse abruptamente evitando así la aparición de un tapón en el proceso donde se esté disponiendo de la banda transportadora de rodillos. Por tal razón se evidencia el uso en múltiples procesos industriales y tiendas comerciales.

Su funcionamiento básico es el permitir el desplazamiento de la carga sobre los rodillos los cuales giran sobre su propio eje estando fijos a la estructura (bastidor).

- **Mesa acero inoxidable**

Una estructura de acero inoxidable (mesa) destinada a estar en contacto con alimentos consiste en un elemento rígido el cual soporta elementos como mercancía o materia prima dentro de un proceso industrial, los elementos en este material se caracterizan por cumplir con las normativas estipuladas por El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA)

El uso de estas estructuras es ideal en aplicaciones como cocinas industriales, tiendas o cafeterías, restaurantes, hoteles, para el servicio de catering en instituciones educativas o centros recreativos, industria de alimentos en general, hospitales y clínicas veterinarias.

2.4.2. Alternativas para el corte de bocadillo

La selección de alternativas de corte en la cortadora de bocadillo es de vital importancia pues la esencia de esta es satisfacer los requerimientos de corte de bocadillo (medidas), logrando así que el producto final sea el especificado en dichos requerimientos, para esto se evalúan diferentes alternativas expuestas a continuación.

- **Cuchillas en acero inoxidable**

A la hora de hacer cortes en procesos industriales es evidente el uso de cuchillas industriales sin distinguir si se trata de corte de alimentos, corte en papelerías, cortes de polímeros, corte de películas o convertir material en láminas por solo mencionar algunos de sus usos, entre sus principales características se tiene:

- Su alta resistencia al desgaste abrasivo
- Alta resistencia al desgaste adhesivo
- Su evidente resistencia al impacto
- Su buena conservación de Filo
- Alta Resistencia a Desportillamiento

Es importante la precisión, el acero empleado y la geometría de las cuchillas de corte en la cortadora de bocadillo para una alta y eficiente producción de la máquina.

- **Hilos templados de acero inoxidable**

Para corte de alimentos una de las opciones es el uso de hilos de acero inoxidable templados los cuales son en síntesis alambre trefilado de acero inoxidable, compuesto por una aleación de hierro con un 10% de cromo.

Hoy en día el corte manual del bocadillo se realiza por medio de hilos de acero inoxidable, además, industrias como la del queso llevan muchos años utilizando esta técnica de corte, ya que dan como resultado cortes precisos y de gran exactitud.

El uso de estos hilos trae consigo ventajas como:

- La baja contaminación
- La larga vida útil de este producto
- No requiere mantenimiento
- Flexibilidad óptima para distintas aplicaciones

3. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA NEUMATICO

3.1. DISEÑO DEL SISTEMA NEUMATICO

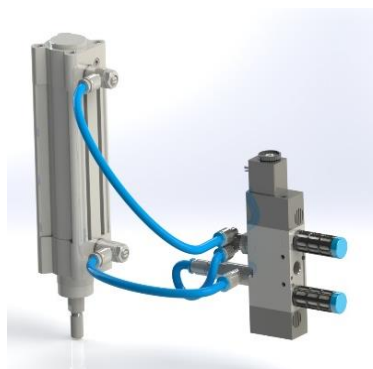
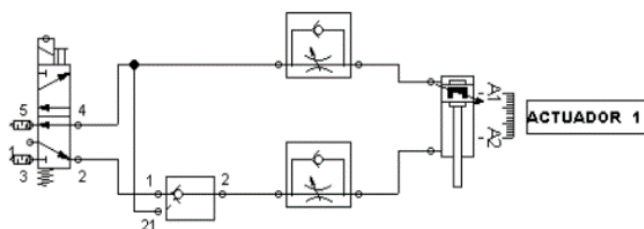
Para realizar el diseño del subsistema neumático de la cortadora CB-2M1 lo primer es localizar e identificar cada proceso que requiere de aire comprimido dentro de la cortadora, con el fin de tener conocimiento de la carga total que debe soportar el diseño a realizar. Dentro de la cortadora se identifican tres procesos que comprenden el uso de aire comprimido, estos procesos

hacen referencia a cada etapa de corte que lleva el bocado y se ejecutaran con ayuda de actuadores lineales neumáticos.

El primer proceso es la división de la tabla de bocado en rectángulos de 35 cm x 30 cm, para esto se hace uso de un cilindro neumático, el cual es ubicado de forma vertical en la cortadora y debemos garantizar que este no caiga (se mantenga en la posición superior) cuando no se le esté suministrando aire comprimido. El control de posición del cilindro será realizado por medio de una electroválvula de 5 vías y dos posiciones, la regulación de la velocidad del cilindro se hará tanto a la entrada como salida de este por medio de válvulas reguladoras de caudal y por último se hará uso de una válvula antirretorno pilotada para sostener la carga y evitar que el cilindro caiga cuando no se le esté suministrando aire comprimido, a continuación, se muestra el esquema neumático del actuador número 1.

Figura 17

Esquema neumático Actuador 1.

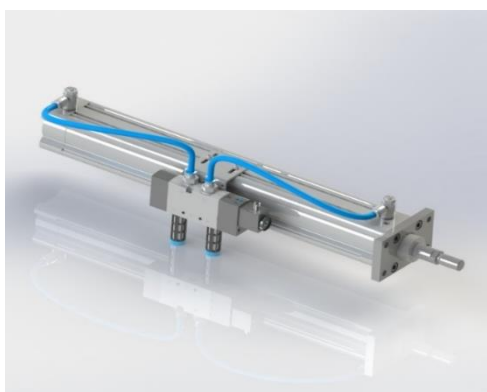
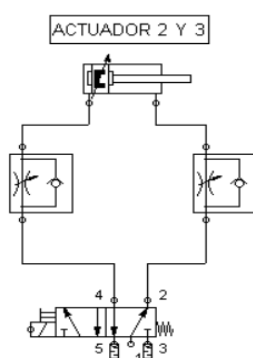


Nota. Elaboración propia.

El segundo y tercer proceso donde se requiere de potencia neumática son las etapas de lojeado y picado del bocado, para esto se hace uso de dos cilindros neumáticos, ubicados de forma horizontal, la posición de estos cilindros será controlada por medio de electroválvulas con retorno por muelle de 5 vías y dos posiciones, el control de velocidad en avance y retroceso se hará por medio de válvulas reguladoras de caudal a la entrada y salida de aire del cilindro neumático, cabe resaltar el uso de silenciadores en la salida 3 y 5 de la electroválvula para evitar la contaminación auditiva en la fábrica o lugar de operación de la cortadora, en la siguiente imagen se observa el esquema neumático y montaje de los actuadores 2 y 3.

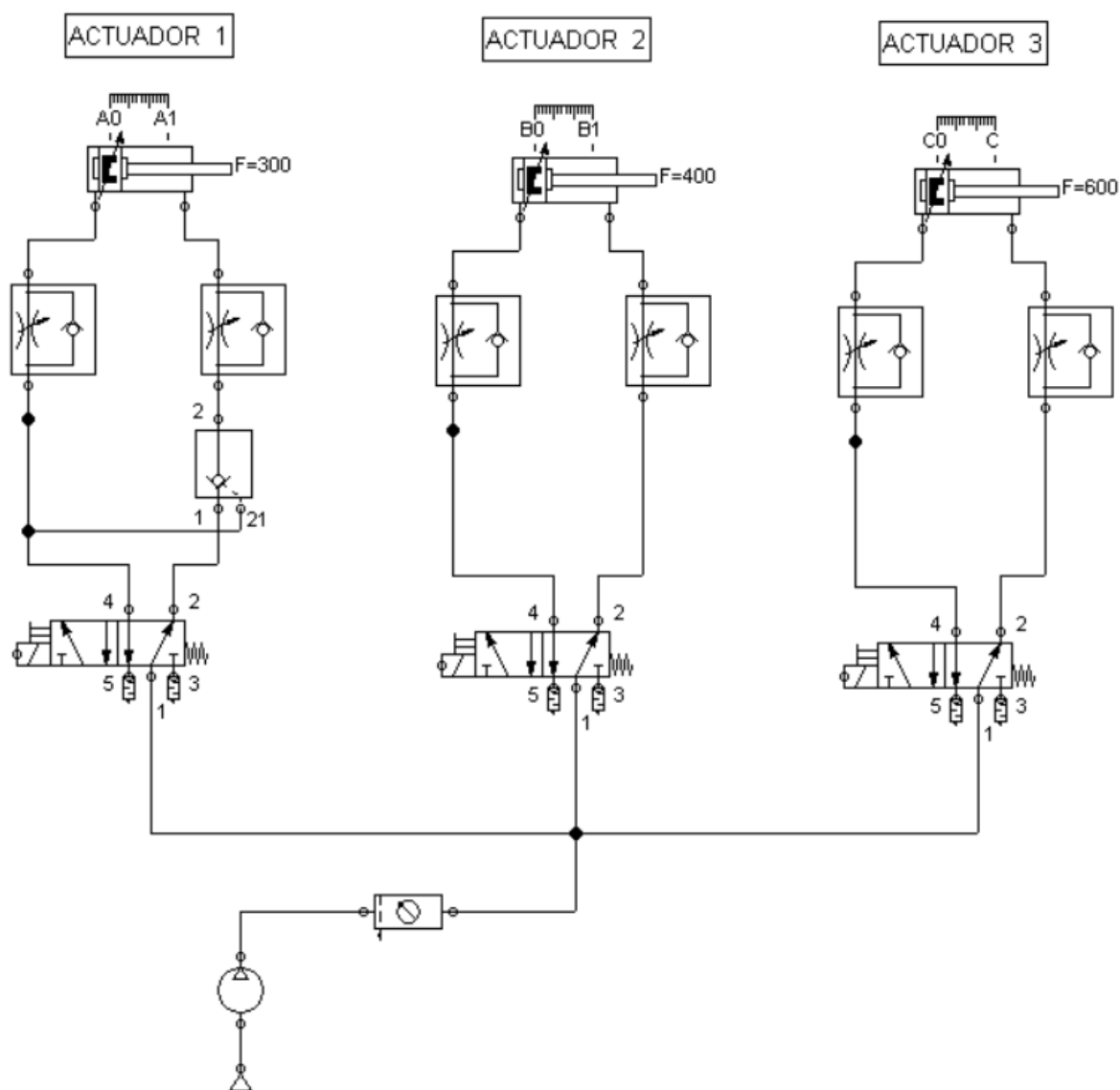
Figura 18

Esquema neumático Actuador 2 y 3.



Nota. Elaboración propia.

En cada subproceso se debe garantizar una presión de trabajo de 6 bares y que el aire comprimido se encuentre en condiciones óptimas de calidad, esto se logra con la selección adecuada del compresor y la unidad de mantenimiento, agregando estos elementos podemos obtener el esquema neumático completo de la cortadora CB-2M1, el cual se muestra a continuación:

Figura 19*Diagrama neumático cortadora CB-2M1**Nota. Diseño final del sistema neumático de la cortadora de bocadillo Elaboración propia.*

Los elementos que componen el sistema neumático se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Elementos subsistema neumático.

ELEMENTOS SUBSISTEMA NEUMATICO			
Numero	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Cilindro Neumático 1	1	Encargado de efectuar el primer corte
2	Cilindro Neumático 2	1	Encargado de empujar el bocado por el primer tamiz
3	Cilindro Neumático 3	1	Encargado de empujar el bocado por el segundo tamiz
4	Electroválvulas 5/2	3	Controlar el movimiento de los actuadores
5	Bridas de fijación	3	Permite el montaje de los cilindros neumáticos
6	Silenciadores	6	Reduce el ruido en los puertos de escape
7	Válvulas regulación de caudal	6	Controlar el caudal de entrada y salida del actuador
8	Válvula antirretorno pilotada	1	Sostener el actuador 1
9	Mangueras		Transportar el fluido de trabajo
10	Sensor de proximidad	6	Detectar las posiciones extrema en los actuadores
11	Unidad de mantenimiento	1	Garantizar la calidad correcta de aire comprimido
12	Compresor	1	Suministra la energía a la red neumática

Nota: Se muestran los componentes de el subsistema neumático. Elaboración propia.

3.2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA NEUMATICO

3.2.1. Selección de cilindros neumáticos

Para iniciar la selección de los cilindros neumáticos debemos conocer por lo menos dos factores muy importantes, la fuerza teórica y la presión de trabajo. Fuerza teórica (Ft), es el resultado de la suma de la fuerza efectiva (lo que realmente necesitamos) con los factores de seguridad.

$$\text{Fuerza teórica (Ft)} = \text{Fuerza efectiva} + \text{Cof de seguridad}$$

Los coeficientes de seguridad nos brindan la certeza de que cada cilindro cumplirá su función de manera eficiente, a continuación, se muestra los porcentajes recomendados por el fabricante MICRO automatización según el tipo de carga y velocidad de accionamiento:

- Cilindro lento con carga al final de la carrera = coef. de 25%
- Cilindro lento con carga en toda la carrera = coef. de 35%
- Cilindro rápido con carga al final de la carrera = coef.. de 35%
- Cilindro rápido con carga en toda la carrera = coef. de 50%

Para la selección de los actuadores se utilizará un coeficiente de seguridad del 35%, esto teniendo en cuenta que el proceso de corte debe hacerse despacio para garantizar que este se haga de forma precisa, además los cilindros van a estar cargados en toda su carrera de avance.

Para calcular la fuerza teórica que debe aplicar cada actuador neumático, se llevan a cabo la

simulación de corte de bocadillo veleño según la función que va a realizar cada actuador, a continuación, se muestra cómo se realizó el proceso y cuáles fueron los resultados obtenidos para cada actuador.

- **Selección del cilindro neumático 1**

Como ya se mencionó, el actuador número 1 tiene la función de realizar un corte vertical sobre todo el ancho del bloque de bocadillo (30 cm), este corte se realizará por medio de una cuchilla de acero inoxidable.

Figura 20

Montaje cilindro neumático 1.



Para simular este proceso de corte se utiliza un cuchillo carnicero de medidas similares a la cuchilla, para medir la fuerza necesaria para cortar el bloque de queso se utiliza una balanza de 40 kg, donde se suspende el bloque de bocadillo y se le oprime la tecla “TARA”, posteriormente

se realiza el corte y se registran los valores máximos de carga que indica la balanza, este proceso se repite tres veces con el fin de obtener un resultado más preciso.

Figura 21

Simulación corte cilindro 1.



Nota. Montaje experimental para calcula fuerza de corte. Elaboración propia.

Tabla 4.

Resultados simulación de corte 1

CORTE	VALOR REGISTRADO (KG)	FUERZA (N)
1	22.325	219.008
2	24.025	235.685
3	23.154	227.140
PROMEDIO	23.167	227.278

Nota: Elaboración propia.

Conociendo el valor máximo de la fuerza efectiva calculamos la fuerza teórica máxima que debe garantizar el cilindro neumático numero 1:

$$Ft_1 = 227.278 * 1.35 \text{ [N]} = 306.8253 \text{ [N]}$$

Para continuar con la selección del cilindro 1 se establecen dos variables más, las cuales son, la presión de trabajo y la carrera del cilindro, el sistema neumático se diseñó para una presión de trabajo de 6 bares, la correcta selección del compresor será lo que nos garantice el cumplimiento de esta variable, además en el diseño se establece que el actuador debe garantizar una carrera máxima de 100 mm.

Cabe resaltar que hará uso de cilindros normalizados según ISO 15552, debido a que son los más comerciales, esto hace que su mantenimiento y reparación sea mucho más fácil, además, son los más económicos que se encuentran en el mercado.

Utilizando el catálogo de “cilindros normalizados DSBC, ISO 15552 “ de FESTO seleccionamos el diámetro del embolo mínimo que cumpla con nuestros requerimientos, en la siguiente se tabla se muestra la fuerza teórica que desarrolla un cilindro neumático a una presión de 6 bares en avance y retroceso para diferentes diámetros de embolo.

Tabla 5

Fuerza teórica de cilindros neumáticos según el diámetro de embolo.

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Fuerza teórica a 6 bar, avance	483	754	1178	1870	3016	4712	7363
Fuerza teórica a 6 bar, retroceso	415	633	990	1682	2721	4418	6881
Energía máx. de impacto en las posiciones finales							
DSBC....	0,4 ¹⁾	0,7	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3
DSBC....L/-U/-T1/-T3/-T4	0,2 ¹⁾	0,35	0,5	0,65	0,9	1,25	1,65
DSBC....L1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	1,25	1,65

Nota: (FESTO, 2022) recuperado. “catalogo cilindros normalizados DSBC “

Teniendo en cuenta que el proceso de corte se realiza cuando el cilindro se encuentra en avance seleccionamos un diámetro embolo de 40 mm esto siguiendo la recomendación del fabricante FESTO, donde los cilindros se deben dimensionar con un valor máximo del 50% de su fuerza teórica. Además del diámetro tenemos que seleccionar las diferentes características con las que contara el cilindro neumático, esto se hace según los requerimientos de la aplicación, en la siguiente tabla se muestra un resumen de todas las características técnicas del cilindro seleccionado:

Tabla 6

Características del cilindro neumático 1

PARAMETROS CILINDRO 1 SERIE DSBC		CODIGO
Seguridad Antigiro	No equipado	-
Propiedades de movimiento	Estándar	-

Diámetro del embolo	40 mm	40
Carrera	100 mm	100
Unidad de sujeción	No equipado	-
Bloqueo de la posición final	No equipado	-
Rosca del vástago	Rosca exterior	-
Tipo de perfil	Ranura se sensores en un único lado	-
Amortiguación	Amortiguación neumática, regulable en ambos lados	PPV
Detección de posiciones	Para sensores de proximidad	A
Protección contra corrosión	Estándar	-
Margen de temperaturas	Estándar	-
Protección contra partículas	Estándar	-
Variante de anillo rascador	Estándar	-

Nota: Elaboración propia.

El cilindro neumático seleccionado es el **DSBC -40 -100 – PPV** de la marca FESTO. El cual cuenta con una conexión neumática G1/4 y la rosca del vástago es de M12x1.5. Otro aspecto importante a tener en cuenta es el montaje del cilindro, en este caso el cilindro neumático 1 va montado de forma vertical por lo cual es practico hacer uso de una brida de fijación para su

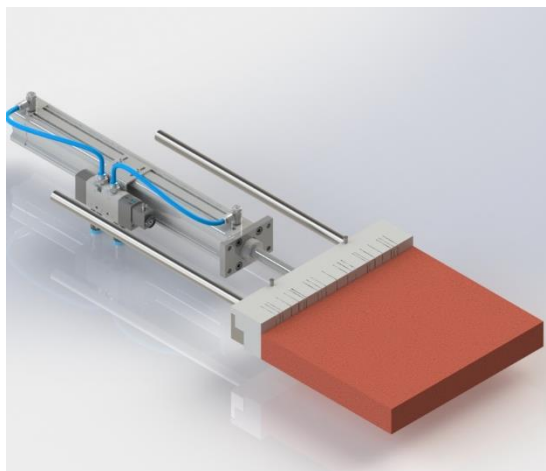
montaje, se selecciona una brida fabricada en acero galvanizado de la marca FESTO con código de producto **FNC-40**.

- **Selección cilindro neumático 2**

El cilindro numero 2 tiene la función de realizar el proceso de lonjeado, para esto desplazada el bocadillo desde la cinta transportadora hasta la banda de rodillos, haciendo pasar el bloque de bocadillo por un tamiz de cuerdas de acero inoxidable encargadas de realizar el proceso de corte.

Figura 22

Montaje cilindro neumático 2.



Nota. Elaboración propia.

En este proceso intervienen dos fuerzas que se oponen al movimiento del bloque, la primera es la resistencia al corte o fuerza necesaria para realizar el corte del bocadillo por medio de un hilo de acero inoxidable templado, y la otra es la fuerza de fricción entre el bloque y la superficie, para calcular estas dos fuerzas se realizan dos montajes experimentales, los cuales se muestran a continuación:

Para simular el corte por medio de un hilo de acero inoxidable templado, se construye un marco con perfiles de hierro, sobre el cual se montan dos clavijeros que permitan templar una cuerda de acero inoxidable, para medir la fuerza de corte se realiza un montaje similar al del apartado anterior, donde se usa una báscula de 40 Kg y se monta un bloque de bocadillo de manera vertical, esto para simular el corte transversal a lo alto del bloque de bocadillo (5 cm), se oprime el botón de “TARA” de la báscula y procede a medir la fuerza máxima que se necesita para realizar el corte, este proceso se repitió tres veces para calcular un valor promedio.

Figura 23

Simulación proceso de corte por hilo.



Nota. Montaje experimental para calcular la fuerza necesaria para realizar el corte de bocadillo.

Elaboración propia.

Tabla 7.

Resultados obtenidos simulación corte por hilo. elaboración propia.

CORTE	VALOR REGISTRADO (KG)	FUERZA (N)
1	1.814	17.795
2	1.806	17.716
3	1.954	19.168
PROMEDIO	1.857	18.226

Nota: Elaboración propia.

Este valor máximo de la fuerza efectiva equivale a un solo corte, para calcular la fuerza total de corte la tendremos que multiplicar por el número de cortes o número de hilos de acero que confirman el tamiz, la cortadora CB-2M1 está diseñada para realizar el corte de bocadillo en diferentes medidas, para el cálculo de la fuerza teórica se tendrá en cuenta la condición de carga crítica.

$N_s \rightarrow$ Factor de seguridad

$$Fc_2 = N_s * n_c * F_e$$

n_c

$\rightarrow$ Numero de hilos de acero del tamiz

$$Fc_2 = Coef_{seguridad} * n_c * F_e$$

$F_e \rightarrow$ Fuerza efectiva

$$Fc_2 = 1.35 * 10 * 18.226 \text{ [N]} = 246.051 \text{ [N]}$$

Como ya se mencionó anteriormente en el diseño de la banda transportadora, se seleccionó una cinta con propiedades antiadherentes, por lo tanto, el punto crítico de fricción lo obtenemos cuando el bloque de bocadillo está en contacto directamente con las superficies de acero inoxidable, para el cálculo de la fuerza de fricción se busca encontrar el punto de movimiento inminente de un bloque de bocadillo de medidas 35 cm x 30 cm x 5cm sobre una superficie plana de acero inoxidable. Para esto se sujeta el bloque de bocadillo con una cuerda y a través de una polea se le suspenden contrapesos y se encuentra el valor de carga con el cual se encuentra el bloque de bocadillo se encuentra en movimiento inminente.

Figura 24

Simulación fuerza de fricción.



Nota. Montaje experimental para calcular la fuerza de fricción entre el bloque de bocadillo y una superficie de acero inoxidable. Elaboración propia.

Se encontró que el bloque de bacadillo se encontraba en condición de movimiento inminente cuando el contrapeso tenía un valor de 3661 g con una exactitud de +/- 5 g. Con este valor calcula la fuerza de fricción aplicando un factor de seguridad de 2.

$$Ff_2 = 3 * (9.81 * 3.361) \text{ [N]} = 107.743 \text{ [N]}$$

Finalmente, la fuerza teórica del cilindro numero 2 es la suma de la fuerza de corte y la fuerza de fricción:

$$Ft_2 = 246.051 + 107.74 = 353.791 \text{ [N]}$$

Tabla 8.

Fuerza teórica de cilindros neumáticos según el diámetro de embolo.

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Fuerza teórica a 6 bar, avance	483	754	1178	1870	3016	4712	7363
Fuerza teórica a 6 bar, retroceso	415	633	990	1682	2721	4418	6881
Energía máx. de impacto en las posiciones finales							
DSBC....	0,4 ¹⁾	0,7	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3
DSBC....-L/-U/-T1/-T3/-T4	0,2 ¹⁾	0,35	0,5	0,65	0,9	1,25	1,65
DSBC....-L1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	1,25	1,65

Nota: (FESTO, 2022) recuperado. “catalogo cilindros normalizados DSBC “

La carrera del cilindro neumático 2 es de 400 mm y la presión de trabajo es de 6 bares, siguiendo las recomendaciones del fabricante FESTO donde se recomienda que solo debe aprovechar el 50% de la carga teórica se llega a la conclusión de seleccionar un diámetro de embolo de 50 mm. Teniendo en cuenta que no deseamos que el movimiento del cilindro se haga de forma controlada y no a altas velocidades, se escoge que tenga una amortiguación

neumática ajustable en ambos extremos del cilindro. A continuación, se muestra una tabla resumen con los parámetros del cilindro seleccionado:

Tabla 9.

Características cilindro neumático 2

PARAMETROS CILINDRO 2 SERIE DSBC		CODIGO
Seguridad Antigiro	No equipado	-
Propiedades de movimiento	Estándar	-
Diámetro del embolo	50 mm	50
Carrera	400 mm	400
Unidad de sujeción	No equipado	-
Bloqueo de la posición final	No equipado	-
Rosca del vástago	Rosca exterior	-
Tipo de perfil	Ranura se sensores en un único lado	-
Amortiguación	Amortiguación neumática, regulable en ambos lados	PPV
Detección de posiciones	Para sensores de proximidad	A
Protección contra corrosión	Estándar	-
Margen de temperaturas	Estándar	-

Protección contra partículas	Estándar	-
Variante de anillo rascador	Estándar	-
Destalles especiales para el vástago	Rosca Macho	-

Nota: Elaboración propia.

Finalmente se selecciona el cilindro neumático de la marca FESTO con condigo de producto **DSBC -50 -400 – PPV**. El montaje del cilindro va ser en voladizo, por ende es necesario el uso de una brida de fijación rectangular y con esto asegurar la horizontalidad del cilindro. Es importante recalcar que el cilindro seleccionado tiene conexión neumática G1/4, esto con el fin de posteriormente realizar una correcta selección de las válvulas antirretorno.

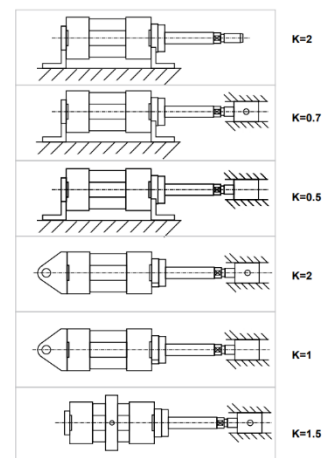
Con el cilindro seleccionado y teniendo en cuenta que la carrera del cilindro es considerable, debemos verificar la condición de pandeo del cilindro, para esto calculamos el diámetro mínimo del vástago con la siguiente formula:

$$S \geq \sqrt[4]{\frac{F * C * k^2}{20.350}}$$

$F \rightarrow$ Fuerza aplicada (N)

$C \rightarrow$ Carrera del cilindro (mm)

$k \rightarrow$ coef. de compresion (depende de montaje)



El montaje del cilindro se realizará por medio de una brida, donde tanto el cuerpo como el vástago irán fijos, por ende, el coeficiente de compresión o de pandeo será de 2. Reemplazando los valores en la ecuación anterior tenemos:

$$S \geq \sqrt[4]{\frac{353.791 * 400 * 2^2}{20.350}} = 12.91 [mm]$$

Revisando el catálogo de FESTO, el cilindro de serie **DSBC -50 -400 – PPV** cuenta con un diámetro de vástago de 17 mm lo cual cumple con la condición de pandeo.

- **Selección del cilindro neumático 3**

Este cilindro cumple la función del picado de bocadillo, este es proceso es similar al proceso de lonjeado, a diferencia que las dimensiones de corte son mucho más pequeñas y por ende, el número de hilos de acero inoxidable del tamiz es mayor, para selección de este cilindro se utiliza un proceso similar a la selección del cilindro neumático 2, únicamente variando el número de hilos de acero inoxidable, a continuación, se muestran los resultados.

El cálculo de la fuerza se realiza para un tamiz con 25 hilos de acero, esta es la condición crítica de carga, donde el producto final tiene apenas dimensiones de 1.2 cm de ancho.

$$Fc_3 = 1.35 * 25 * 18.226 [N] = 615.1275 [N]$$

La fuerza de fricción en este corte se considera igual que para el cilindro neumático 2, por lo tanto, fuerza teórica total es:

$$Ft_2 = 615.1275 + 107.74 = 722.86 \text{ [N]}$$

Resulta la conveniente al igual que en el caso anterior seleccionar un cilindro neumático con un diámetro de embolo de 50 mm, la referencia del cilindro seleccionando es **DSBC -50 -400 – PPV** y tiene las mismas características que le cilindro neumático 2. Ya seleccionado el cilindro neumático se comprueba que el vástago satisfaga la condición de pandeo, calculamos el diámetro mínimo del vástago de la siguiente manera:

$$S \geq \sqrt[4]{\frac{722.86 * 400 * 2^2}{20.350}} = 15.44 \text{ [mm]}$$

El diámetro del vástago para el cilindro seleccionado es de 17 mm, por lo cual no tendremos posibles problemas de pandeo, lo cual evita la presencia de esfuerzos radiales sobre bujes y camisa de los cilindros, garantizando la larga vida útil de los cilindros neumáticos.

3.2.2. Selección del compresor

En el diseño de la cortadora CB-2M1 es de gran importancia tener en cuenta el dimensionamiento de un compresor, ya que prácticamente ninguna fábrica de bocado cuenta con una red neumática de la cual podamos disponer de aire comprimido. Para iniciar con el dimensionamiento del compresor debemos calcular el consumo promedio de cada uno de los actuadores neumáticos, para esto utilizaremos la siguiente formula:

$$Q = \frac{\pi}{4} * d^2 * c * n * P * N * 10^{-6}$$

$d \rightarrow$ *Diametro del embolo (mm)*
 $c \rightarrow$ *carrera del cilindro (mm)*
 $n \rightarrow$ *Numero de ciclos por minuto*
 $P \rightarrow$ *Presicon absoluta*
 $N \rightarrow$ *Numero de efectos del cilindro*

$Q \rightarrow$ *Consumo de aire (Nl/min)*

Para el cálculo de los ciclos minuto se tiene en cuenta el tiempo aproximado en que se desea que se realice el corte completo de cada tabla de bocadillo, considerando que cada tabla de bocadillo se divide en 4 bloques de 35 cm de largo, se calcula el tiempo promedio de corte para cada bloque, este tiempo equivale al tiempo de posicionamiento del bloque más el tiempo que tarda en realizar cada corte. En la siguiente tabla se muestra de forma clara el resumen de dichos tiempos:

Tabla 10

Tiempos estimados de corte.

Tiempo estimado de corte para cada tabla de bocadillo (140 cm x 30 cm x 5cm)	120 [s]
Tiempo estimado de corte de cada bloque de bocadillo (35 cm x 30 c x 5 cm)	30 [s]

Desglose tiempo de corte para cada bloque	
Posicionamiento del bloque	5 [s]
Corte cilindro neumático 1	5[s]
Corte cilindro neumático 2	8[s]
Corte cilindro neumático 3	8 [s]

Nota: Elaboración propia.

De la tabla anterior se observa que el tiempo de recorrido de los cilindros neumáticos 1, 2 y 3 es de 5,8 y 8 segundos respectivamente, como ya se mencionó anteriormente el proceso de corte requiere de un movimiento controlado y a una velocidad que garantice que el corte sea lo más exacto posible, los corte se realizan cuando los cilindros se encuentran en avance por esta razón el 70% del tiempo de recorrido se destinara al avance, considerándolos como cilindros de avance rápido y retroceso lento, esto se logra calibrando de manera correcta las válvulas reguladoras de caudal a la entrada y salida del cilindro.

El número de ciclos por minuto equivale al número de veces que el cilindro completa un recorrido en un minuto, teniendo en cuenta que estos se accionan de manera secuencial calculamos que cada cilindro realiza un total de dos ciclos por minuto. A partir de la ecuación anteriormente descrita se calcula el consumo para cada uno de los tres cilindros y el consumo total de la red neumática:

$$Q_1 = \frac{\pi}{4} * 40^2 * 100 * 2 * 7 * 2 * 10^{-6} = 3.518 [Nl/min]$$

$$Q_2 = \frac{\pi}{4} * 50^2 * 400 * 2 * 7 * 2 * 10^{-6} = 21.99 [Nl/min]$$

$$Q_3 = \frac{\pi}{4} * 50^2 * 400 * 2 * 7 * 2 * 10^{-6} = 21.99 [Nl/min]$$

$$Q_{Total} = 3.518 + 21.99 + 21.99 = 47.50 [Nl/min]$$

También se realiza el cálculo de los consumos utilizando el software de “cálculo de consumos de aire” del fabricante FESTO, en que se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11.

Resultados de consumo de aire en el software de FESTO

Cilindros elegidos y su consumo de aire

Modo de Op.	Tamaño [mm]	Carrera/Largo [mm]	Presión [bar]	Número de ciclos [1/min]	Consumo de aire por Ciclo [l]	Consumo de aire por Minuto [l]
de doble efecto	50	400	6.0	2	10.1159	20.2319
Tubo flexible	5.5	225	6.0	2	0.0321	0.0641
Tubo flexible	5.5	225	6.0	2	0.0321	0.0641
de doble efecto	50	400	6.0	2	10.1159	20.2319
Tubo flexible	5.5	225	6.0	2	0.0321	0.0641
Tubo flexible	5.5	225	6.0	2	0.0321	0.0641
de doble efecto	40	100	6.0	2	1.6185	3.2371
Tubo flexible	5.5	288	6.0	2	0.0411	0.0821
Tubo flexible	5.5	288	6.0	2	0.0411	0.0821

Nota: (FESTO, 2022). Recuperado de: <https://www.festo.com/co/es/s/air-consumption/>

Se observa que el consumo de aire es muy similar para los dos métodos utilizados. Teniendo el consumo total de aire de nuestro sistema neumático procedemos al dimensionamiento del compresor. Para esto debemos tener en cuenta dos factores muy importantes el factor de uso y factor de simultaneidad. El primero es el factor de uso que hace referencia al tiempo en el que cada cilindro está consumiendo aire en relación con el tiempo total de consumo de aire, tomaremos como factor de uso 40% .

El factor de simultaneidad hace referencia al número de actuadores o unidades de consumo de aire que se ejecutan en simultaneo dentro de una red neumática, en la siguiente tabla se muestran los diferentes factores de simultaneidad para diferentes condiciones de operación:

Tabla 12.

Factor de simultaneidad

Nº Dispositivos neumático de consumo	Factor de simultaneidad	Nº Dispositivos neumático de consumo	Factor de simultaneidad
1	1	9	0,73
2	0,94	10	0,71
3	0,89	11	0,69
4	0,86	12	0,68
5	0,83	13	0,67
6	0,8	14	0,66
7	0,77	15	0,65
8	0,75	100	0,2

Nota: (Solér, 2014). Recuperado de: “ Neumática e hidráulica”

En nuestro caso al ser un sistema secuencial es poco probable que dos cilindros se pongan en marcha al mismo tiempo, por esta razón tomaremos como factor de simultaneidad 1.

Teniendo los factores de uso y simultaneidad procedemos a calcular el caudal de consumo, utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_c = Q_{Total} * \frac{Factor\ de\ uso}{100} * Factor\ de\ simultaneidad$$

$$Q_c = 47.5 * \frac{40}{100} * 1 = 19 [Nl/min]$$

Es importante aplicar unas correcciones a este caudal de consumo, esto para garantizar las posibles ampliaciones del sistema neumático y las posibles fugas, para esto se precisa la siguiente ecuación:

$$Q_{corregido} = \left[Q_c + \left[Q_c * \frac{\% reserva}{100} \right] + \left[Q_c * \frac{\% reserva}{100} * \frac{\% Fugas}{100} \right] \right] * 2$$

“El factor 2 tiene la finalidad de compensar los picos de consumo ya que por experiencia se sabe que el consumo medio de aire es entre un 20% y un 60% del consumo máximo de aire” (Solér, 2014) .

El porcentaje de reserva se toma 20% y el se supone un porcentaje de fugas del 10 %, estos porcentajes se toman teniendo en cuenta que no espera de una posible ampliación del sistema neumático y que con un buen plan de mantenimiento el porcentaje de fugas de aire comprimido no excederá el 10%.

$$Q_{corregido} = \left[19 + \left[19 * \frac{20}{100} \right] + \left[19 * \frac{20}{100} * \frac{10}{100} \right] \right] * 2 = 46.36 [Nl/min]$$

Se selecciona un compresor de la marca ELITE libre de aceite y de bajo ruido con referencia **CA2042** el cual trabajando a una presión de 90 psi entrega un caudal de 2.2 CFM(62.297 l/min) y posee un tanque de 42 lt.

Figura 25*Compresor CA2042 ELITE***Especificaciones técnicas**

Tipo	Acople Directo	CFM - PSI	6.5 - 0 3.2 - 40 22 - 90
Motor	2.0 Hp	Presión Máxima	125 PSI
Capacidad Tanque Litros	42 Litros	Nivel de ruido	71 dB

Nota. Recuperado de: <https://elitetools.co/elite-ca2042/>

Se debe comprobar que la capacidad del tanque sea la adecuada, para eso se utiliza el software de cálculo dispuesto por el fabricante KAESER, el cual nos permite dimensionar el tanque de un compresor. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 26*Dimensionamiento del tanque del compresor*

Caudal del compresor mayor conectado*	1*	0.06229	m³/min
Consumo de aire comprimido	2*	0.04636	m³/min
Presión de desconexión		7	bar
Presión de conexión		6	bar
Conmutaciones admisibles**		30	1/h
Carga del compresor***		74.426	%
2* : 1*		0.744260716004	
Capacidad del tanque		0.02	m³

Nota. (KAESER COMPRESORES, 2022). Recuperado de:

<https://cl.kaeser.com/servicios/conocimiento/calculadora/capacidades-de-los-tanques/>

Como parámetros de entrada tenemos un caudal del compresor de $0.06229 \text{ (m}^3\text{/min)}$ para una presión de trabajo que son 6 bares, además de esto el caudal de consumo calculado anteriormente de $0.04636 \text{ (m}^3\text{/min)}$, los valores de presión de desconexión y conexión se fijan en 7 y bares respectivamente y se realiza el cálculo para un valor de 30 conmutaciones por hora.

Observamos que para las condiciones de operación dadas la capacidad del tanque mínima debe ser de 0.02 metros cúbicos o 20 litros, el compresor seleccionado tiene una capacidad de almacenamiento de 42 lt lo cual satisface correctamente esta condición.

Acompañado a la selección del compresor se debe escoger la unidad de mantenimiento, la cual cumple la función de garantizar el estado óptimo del aire comprimido dentro de nuestra instalación neumática, para la selección de la unidad de mantenimiento lo primero que se tiene en cuenta es que va a ser destinada a una aplicación para la industria alimentaria, la selección de los filtros se realiza según la clase de pureza de aire comprimido requerida según la clase **ISO 8573-1: 2010**. Teniendo en cuenta esto, se seleccionan los filtros que cumpla con las siguientes condiciones de filtrado:

Figura 27

Código ISO para EL filtrado de aire en aplicaciones del sector alimenticio.

Partículas		agua		Aceite
3 ▾	:	4 *	:	1 ▾



Se selecciona la unidad de mantenimiento **MSB4-1/4:C4:J3:I3:L1-WP** la cual garantiza condiciones de filtrado anteriormente expuestas, la descripción de la unidad de mantenimiento seleccionada se muestra a continuación:

Tabla 13.

Descripción detallada de la unidad de mantenimiento MSB4-1/4:C4:J3:I3:L1-WP.

MSB4	Patrón uniforme 40
1/4	G 1/4 Tamaño de conexión
C4	Válvula de cierre manual con silenciador
J3	Unidad de filtro y regulador de 5 µm / 0,5 - 12 bar / vaso de material sintético / manual
I3	Filtro de 0,01 µm / vaso de material sintético / manual
L1	Filtro de carbón activo de material sintético
WP	Soporte mural

Nota: Elaboración propia.

3.2.3. Selección de las válvulas

En el diseño del sistema neumático se emplearon tres tipos de válvulas diferentes las cuales son: electroválvulas, válvulas reguladoras de caudal y válvulas antirretorno pilotadas. A continuación, se muestra una tabla resumen donde se indica la referencia y descripción de cada una de las válvulas seleccionadas.

Tabla 14

Selección de válvulas sistema neumático.

NOMBRE	CAN	REFERENCIA	FABRICANTE	DESCRIPCION
Electroválvula 	3	VUVS-LT25-M52-MD-G14-F8-1B2	FESTO	• Electroválvula monoestable 5/2 • accionamiento eléctrico • conexión neumática G1/4 • Reposición por muelle mecánico • Tensión de alimentación de 24V
Válvula reguladora de caudal 	6	GRLA-1/4-QS-8-D	FESTO	• Función de estrangulación y antirretorno del aire de escape • Conexión neumática G1/4

				• Elemento de ajuste tornillo de cabeza ranurada
Válvula antirretorno pilotada 	1	HGL-1/4-B	FESTO	• Función antirretorno desbloqueable • Conexión neumática G1/4 • Tipo de accionamiento neumático

Nota: Elaboración propia.

Para la conexión de las electroválvulas es indispensable el uso de acoples rápidos y silenciadores, estos también se seleccionaron del catálogo del fabricante FESTO y las referencias son las siguiente:

Tabla 15.

Selección de acoples rápido y silenciadores

NOMBRE	CAN	REFERENCIA	FABRICANTE	DESCRIPCION
Acoples rápidos 	9	QS-G1/4-8	FESTO	• Accionamiento eléctrico • Principio Push - pull • Conexión neumática G1/4 • Para tubo flexible de 8 mm de diámetro exterior

Silenciadores 	6	GRLA-1/4-QS- 8-D	FESTO	• Presión operacional de 0 – 10 bares • Nivel de presión del sonido 76dB(a) • Conexión neumática G1/4
--	---	---------------------	-------	---

Nota: Elaboración propia.

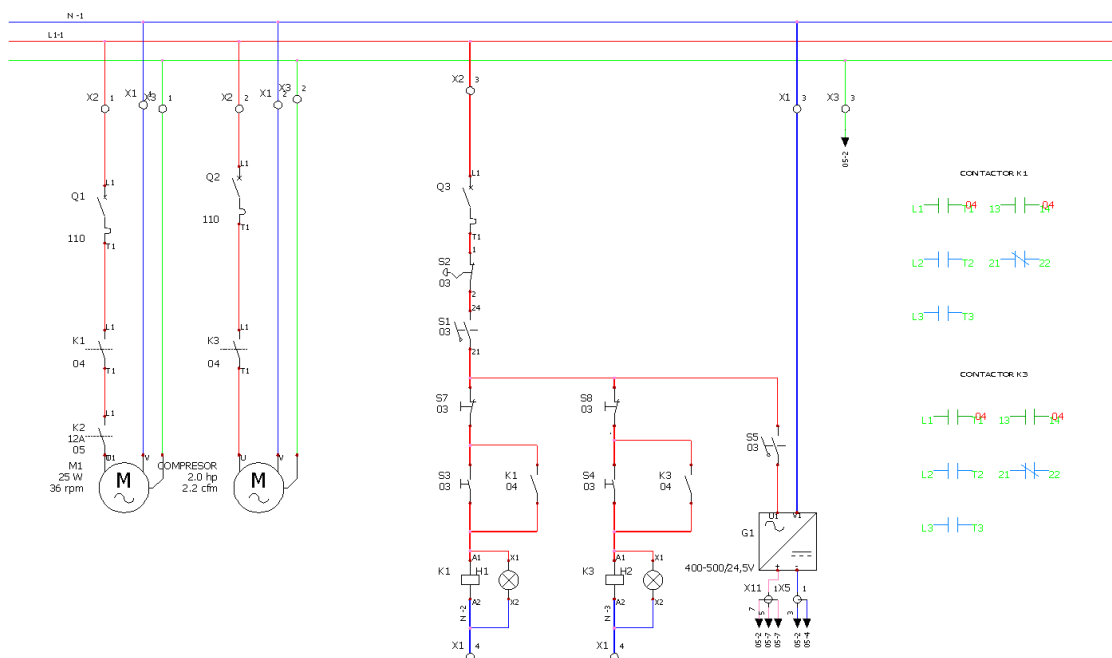
4. DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL

4.1. CIRCUITO DE POTENCIA

El circuito de potencia para la cortadora CB-2M1 funciona a una tensión de alimentación de 110 V, esto para garantizar que la cobertura de la cortadora abarque todas la fabricas de bocadillo independientemente si solo cuentan con una red eléctrica monofásica. En la siguiente figura se muestra el diagrama completo de potencia de la cortadora CB-2M1.

Figura 28

Sistema eléctrico de potencia para cortadora CB-2M1.



Nota. Elaboración propia.

En el diagrama se observa que los componentes de la cortadora que necesitan de alimentación directa desde la acometida monofásica son: el motorreductor de la banda transportadora, el compresor y una fuente de 24V que será la encargada de suministrar corriente continua a nuestro circuito de control automático.

Como elementos de protección se hace uso de tres termomagnéticos o disyuntores, que serán los encargados de interrumpir el paso de corriente bajo cualquier eventualidad que pueda ocurrir en la operación de la cortadora, garantizando la protección de todo el sistema eléctrico tanto del personal encargado de operar la cortadora.

El interruptor S1 es el encargado del encendido y apagado de la cortadora CB-2M1, este habilita el paso de corriente para que a través de los pulsadores S3, S4 y S5 se pongan en marcha el motorreductor, el compresor y la fuente de 24 respectivamente. El motorreductor y el compresor se energizan por medio de los contactores K1 y K3 que funcionan con una bobina de 110 V y se auto enclavan por medio del contacto normalmente abierto que estos poseen.

En la siguiente tabla se muestran cada uno de los componentes seleccionados para el circuito de potencia:

Tabla 16.

Componentes del sistema de potencia eléctrica.

ELEMENTO	REFERENCIA	MARCA
Contactor K1 	LC1D09F7	Schneider electric
Contactor K2 	LC1D09F7	Schneider electric

Contactor K3 	LC1D12B7	Schneider electric
Termoeléctrico Q1 	GB2-CB – 10 A - 1 pólo	Schneider electric
Termoeléctrico Q2 	GB2-CB – 16 A - 1 pólo	Schneider electric
Termoeléctrico Q3 	GB2-CB – 16 A - 1 pólo	Schneider electric

Parada de emergencia S2 	XB4BS8444	Schneider electric
Interruptor de llave S1 	XB4BG41	Schneider electric
Pulsador Rojo (S7-S8) 	XB4BA42	Schneider electric
Pulsador verde (S7-S8) 	XB4BA31	Schneider electric

Conmutador de dos posiciones S5 	XB4BD21	Schneider electric
---	---------	--------------------

Nota: Elaboración propia.

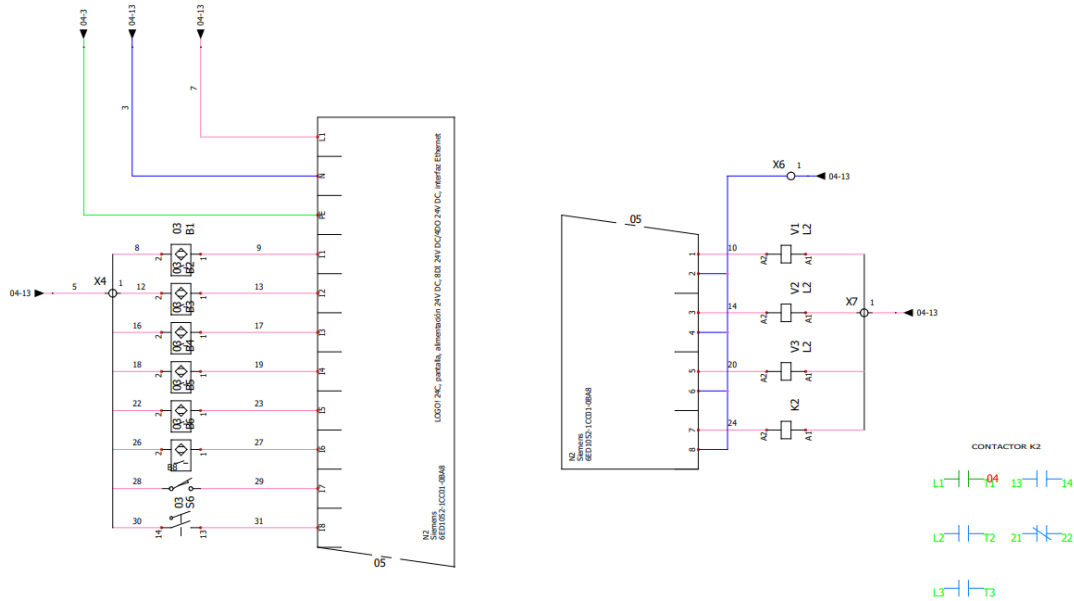
4.2. CIRCUITO DE CONTROL

El Circuito de control de la cortadora CB-2M1 funciona a una tensión de 24V y comprende el uso de un controlador lógico programable PLC, sensores (proximidad – posición) y actuadores (electroválvulas – contactores). El principio de funcionamiento del circuito de control es de lazo cerrado, donde los sensores captan y envían señales al PLC, este las capta y según su programación activa o desactiva los actuadores.

En la siguiente figura se muestra el esquema completo del circuito de control de la cortadora CB-2M1

Figura 29

Diagrama eléctrico del circuito de control de la cortadora CB-2M1



Nota. Elaboración propia.

Para la cortadora se selecciona un PLC **LOGO 6ED1052-1CC01-0BA8** de la marca SIEMENS, el cual cuenta con 8 entradas y 4 salidas digitales a 24V DC.

Figura 30

PLC Logo siemens



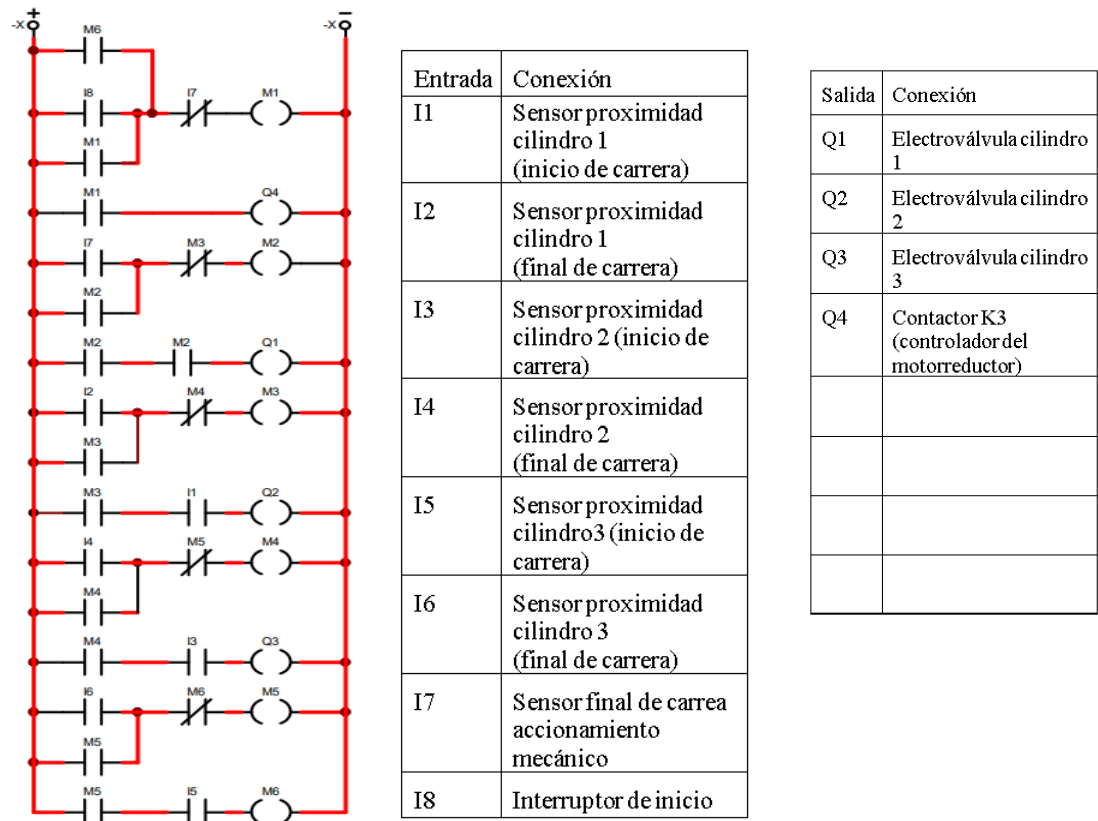
Nota. Recuperado de: <https://co.wiautomation.com/siemens/plc-sistemas/6ED10521CC080BA8>

Las entradas digitales I1 hasta la I6 se conectan sensores de proximidad de dos hilos ubicados al inicio y final de la carrera en cada uno de los cilindros neumáticos y cumplen la función de enviar señales según la posición en que se encuentre el cilindro neumático. A la entrada I7 se conecta un interruptor de final de carrera el cual está ubicado de tal forma que envía una señal cuando el bloque de bocadillo se encuentra en la posición correcta para empezar el proceso de corte. Finalmente la entrada I8 del PLC está destinada a un interruptor que será el encargado de dar inicio al proceso de corte.

Ahora bien, las salidas digitales del PLC se disponen de la siguiente manera, tres salidas son conectadas directamente a las electroválvulas encargadas de regir el movimiento de los cilindros neumáticos. La última salida digital se conecta a la bobina del contactor K3 expuesto en el apartado anterior el cual se encarga de dar marcha o detener el movimiento de la banda transportadora.

La programación del PLC **LOGO 6ED1052-1CC01-0BA8** se realiza por medio del lenguaje de programación Ladder y se muestra a continuación:

Figura 31
Programación del PLC.



Nota. Elaboración propia.

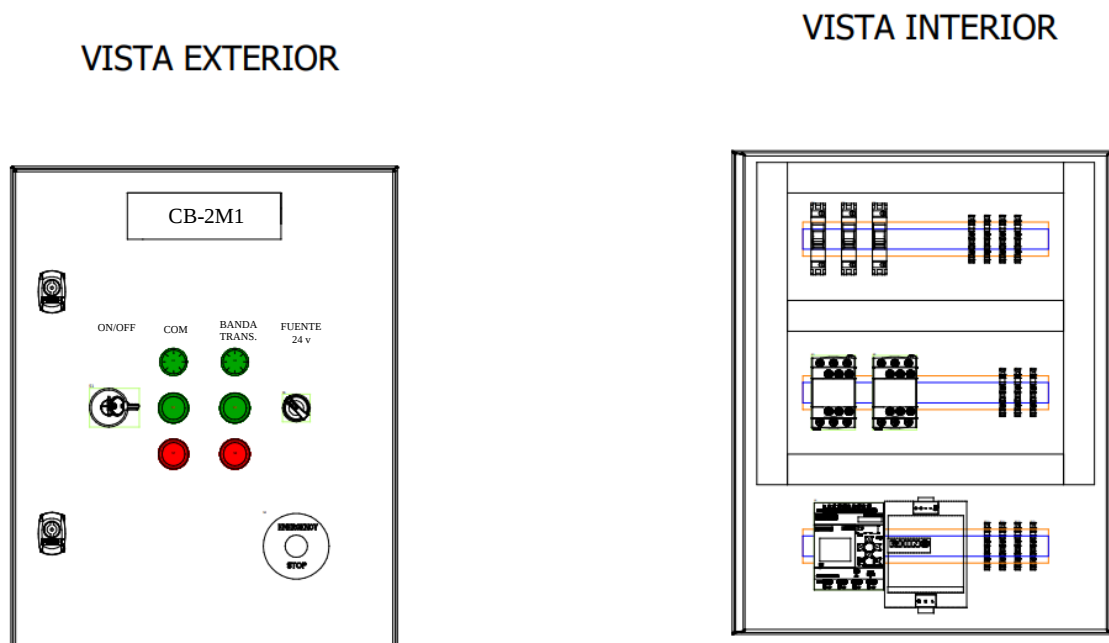
4.3. DISEÑO DEL GABINETE

El correcto diseño del gabinete del sistema eléctrico juega un papel sumamente importante tanto para la operación como para el mantenimiento de la cortadora CB-2M1. En este gabinete se ubican la mayoría de los elementos que componen los circuitos de potencia y de control de la cortadora.

Para la cortadora CB-2M1 se selecciona un gabinete de la marca Schneider electric con código de producto **NSYS3X5420** el cual está fabricado en acero inoxidable 304L y tiene unas dimensiones de H500xA400xP200 mm.

Figura 32

Vista interior y exterior del gabinete eléctrico y de control.



Nota. Elaboración propia.

Para montar cada uno de los componentes en el gabinete se hace uso de rieles, la distribución de los elementos dentro del gabinete se hace en semejanza con el circuito de potencia para que el mantenimiento preventivo sea mucho más fácil y en caso de presentar alguna avería la falla sea mucho más fácil de encontrar por el personal de mantenimiento.

La botonera trata de que sea lo más amigable con el usuario, siendo de fácil comprensión para cualquier operario, además cada elemento debe ir correctamente

etiquetado. El cableado dentro del gabinete va por dentro de canaleta ranurada gris de 40 x 40 de la marca DEXSON.

Figura 33

Vista interior y exterior del gabinete eléctrico y de control.



Nota. Elaboración propia.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

5.1. DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Figura 34

Cinta transportadora cortadora CB-2M1.



Nota. Elaboración propia.

Para los cálculos y diseño relacionados con la banda transportadora se toma como base el folleto ref- n 304-4 “cálculo de banda transportadora” del fabricante Forbo Siegling. El principal parámetro a la hora de realizar el diseño de la banda transportadora es calcular la fuerza tangencial máxima necesaria para transportar el bocadillo, el calculo de esta fuerza dependen del tipo de montaje de la banda transportadora. Para una banda transportadora con montaje horizontal, equipada con guía plana o slider se calcula de la siguiente forma:

$$Fu = \mu_T * g * \left(m + \frac{m_B}{2}\right) + \mu_R * g * \left(\frac{m_B}{2} + m_R\right)$$

$Fu \rightarrow$ Fuerza tangencial maxima

$\mu_T \rightarrow$ coeficiente de friccion entre la banda y la guia

$\mu_R \rightarrow$ coeficiente de friccion entre la banda y el rodillo

$m \rightarrow$ masa del bloque de bocadillo

$m_B \rightarrow$ masa de la banda

$m_R \rightarrow$ masa del tambor libre

$g \rightarrow$ gravedad

Para calcular los coeficientes de fricción es necesario primero seleccionar el tipo de banda a utilizar, teniendo en cuenta las condiciones de higiene, se selecciona una banda de poliuretano antiadherente **U0/U2- blanca FDA** del fabricante Forbo Siegling, la cual tiene revestimiento tipo U_1 , un peso aproximado de 1.1 kg/m^2 y un factor $k_{1\%}$ de 2.5.

La siguiente tabla muestra los valores aproximados del coeficiente de fricción estático para diferentes recubrimientos:

Tabla 17

Coefficientes de fricción aproximados según el tipo de revestimiento.

	0, A0, E0, T, U0, P	NOVO	U1, V1, VH	UH, V2H, U2H, V5H, V10H
μ_T (mesa)	0,33	0,33	0,5	0,5
μ_R (rodillo)	0,033	0,033	0,033	0,033
μ_{ST} (acumulación)	0,33	0,33	0,5	0,5

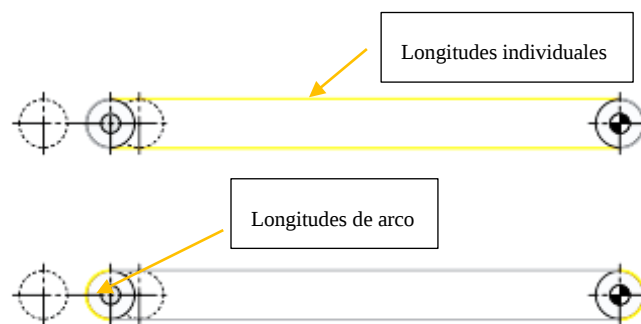
Nota: Recuperado de (Forbo Siegling, 2020, pág. 4).

Para la banda seleccionada tenemos que μ_T es 0.5 y μ_R es 0.033. Para calcular la masa de la banda es necesario saber el largo total de esta, la longitud requerida de la banda se puede determinar utilizando el siguiente proceso de cálculo:

- Determinar el total de las longitudes individuales de espacio estando la banda estirada.
- Determinar el total de las longitudes de arco individuales en todos los puntos de desviación
- Sumar estos valores

Figura 35

Caculo longitud requerida de la banda.



Por requerimiento de diseño sabemos que el largo total de la transportadora debe ser de 220 cm, por lo tanto, la suma de las longitudes individuales de la banda es de 440 cm. Los puntos de desviación son los tambores motriz y conducido de la transportadora, estos tienen un diámetro de 2 pulgadas, lo que hace que la suma de las longitudes de arco sea de 16 cm aproximadamente. El largo total requerido de la banda es de 456 cm.

Con la longitud total de la banda y teniendo en cuenta que su ancho es de 32 cm, calculamos el área en metros cuadrados de esta y posteriormente se multiplica por el peso específico de la banda anteriormente seleccionada (**U0/U2- blanca FDA**) para obtener como resultado la masa total.

$$m_B = 0.32 * 4.56 * 1.1 = 1.605 \text{ kg}$$

El tambor motriz y conducido de la transportadora están contruidos de acero AISI 304, el diseño en detalle, medidas y proceso de fabricación de estos se muestra en los planos anexos a este proyecto. La masa del tambor conducido es 3695 g, esta se obtiene del modelado en SolidWorks.

$$m_R = 3695 \text{ g} = 3.695 \text{ kg}$$

Con los datos obtenidos anteriormente y sabiendo que el peso de una tabla de bocadillo es de aproximadamente 35 kg calculamos la fuerza de tracción máxima:

$$Fu = 0.5 * 9.81 * \left(35 + \frac{1.605}{2}\right) + 0.033 * 9.81 * \left(\frac{1.605}{2} + 3.695\right) = 177.067 \text{ N}$$

El siguiente factor por calcular es la elongación de montaje mínima de la banda transportadora, este factor también depende del tipo de montaje de la banda, para banda transportadoras accionadas por cabeza se calcula con la siguiente formula:

$$\varepsilon = \frac{\frac{Fu}{2} + 2 * Fu * (c_1 - 1)}{2 * k_{1\%} * b_0}$$

$Fu \rightarrow$ Fuerza tangencial maxima [N]
 $c_1 \rightarrow$ Factor de calculo
 $k_{1\%} \rightarrow$ Fuerza de traccion relajada de la banda [N/mm]
 $b_0 \rightarrow$ Ancho de la banda [mm]

El factor C_1 depende del material de los tambores, el revestimiento de la banda y el ángulo de contacto, para un tambor de acero liso y una banda con revestimiento U_1 montados con un ángulo de 180° el factor C_1 tiene un valor de 1.8.

Tabla 18.

Factor C_1 para diferentes configuraciones.

Recubrimiento de la cara inferior Siegling Transilon	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H		
Ángulo de contacto β	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso						
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5
Mojado	3,7	3,2	2,9	5,0	4,0	3,0
Tambor con forro de fricción						
Seco	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4
Mojado	1,8	1,6	1,5	3,7	3,2	2,9

Nota: Recuperado de (Forbo Siegling, 2020, pág. 4).

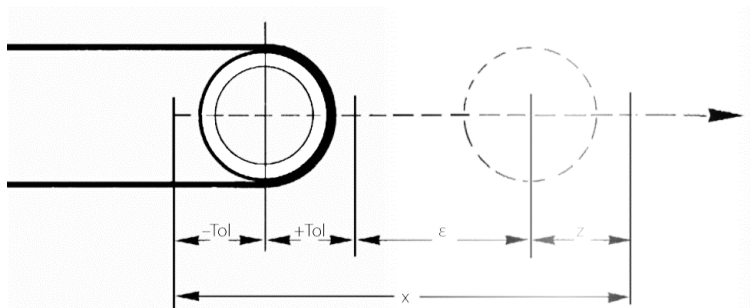
Calculamos la elongación mínima de la banda:

$$\varepsilon = \frac{\frac{177.067}{2} + 2 * 177.067 * (1.8 - 1)}{2 * 2.5 * 320} = 0.166 \%$$

Para calcular la carrera de ajuste de la banda transportadora se toma un valor de tolerancia del +/- 0.1 % y una reserva de tensado de 20 mm, esto para contrarrestar cualquier factor externo que se obligue a aumentar el tensado en la banda.

Figura 36

Carrera de ajuste bandas transportadoras



Nota. Tomado de (Forbo Siegling, 2020, pág. 6)

$$x = 2 * \frac{Tol}{100} * L_b + \frac{\varepsilon}{100} * L_b + Z$$

$$x = 2 * \frac{0.1}{100} * 2200 + \frac{0.166}{100} * 2200 + 20 = 28.0852 [mm]$$

Finalmente calcularemos la fuerza de tracción sobre los ejes del tambor motriz y el tambor conducido, primero se calculará la fuerza cuando la banda no está en movimiento, durante las paradas de servicio la fuerza de tracción de la parte superior como de la inferior

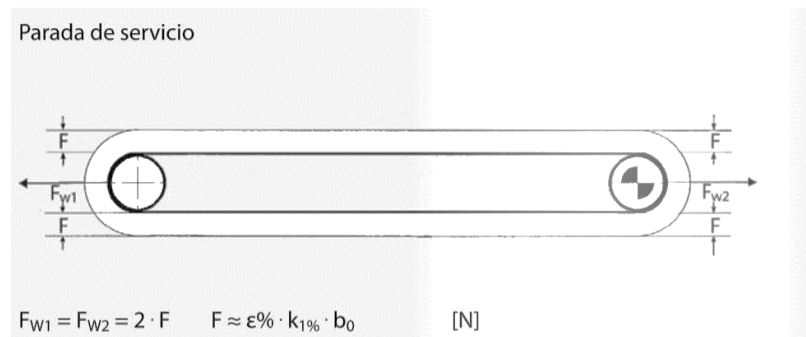
solo se calcula con la elongación de montaje ε y se calcula con la siguiente formula.

$$F = \varepsilon * k_{1\%} * b_0$$

$$F = 0.166 * 2.5 * 320 = 132.8 \text{ N}$$

Figura 37

Fuerza de tracción sobre los ejes cuando la banda no se encuentra en movimiento



Nota. Tomado de (Forbo Siegling, 2020, pág. 6)

La fuerza de tracción en cada tambor es igual a dos veces esta fuerza de tensión siendo:

$$F_{w-motriz} = F_{w-conducido} = 2 * 132.8 = 265.6 \text{ N}$$

Ahora bien, se analiza el estado de carga de los tambores cuando la banda transportadora se encuentra en movimiento, en la siguiente figura se muestran las fuerzas que actúan sobre el tambor motriz y tambor conducido mientras la banda transportadora se encuentra en funcionamiento.

5.1.1. SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Para la selección del motorreductor primero calculamos la potencia del tambor motriz, teniendo la fuerza tangencial de la banda y estimando una velocidad de avance del bocado de 9 cm/s tenemos:

$$P_A = \frac{F_U * v}{1000} (KW)$$

$$P_A = \frac{177.067 * 0.09}{1000} = 0.0159 [KW] = 15.936 [w]$$

Con una eficiencia del 80%, la potencia requería en el motorreductor es

$$PM = \frac{P_A}{\eta} = \frac{15.936}{0.8} = 19.92 [W]$$

Para seleccionar el motor se debe convertir la velocidad de la banda a velocidad angular (rpm)

$$w = \frac{60 * 0.09}{2 * \pi * 0.025} = 34.37 rpm$$

Con la potencia y las rpm podemos pasar a la selección del motorreductor, en este caso se escoge un motorreductor de la marca Oriental Motors con referencia # **4IK25GN-AW2TU / 4GN50RH** el cual tiene una potencia de 25 W (1/30 hp) y una relación de velocidades de 50:1. Trabaja a 36 rpm con una frecuencia de 60 Hz y un voltaje de 110 V.

5.1.2. PROCESO DE MANUFACTURA DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Algunos de los componentes de la banda transportadora son de manufactura propia, a continuación, se describe detalladamente el proceso de fabricación de cada una de estas piezas:

Tabla 19

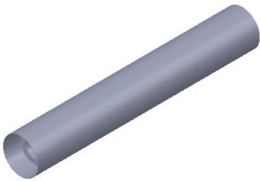
Proceso de manufactura de la banda transportadora

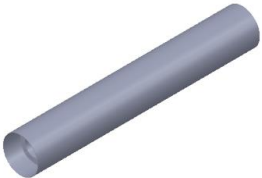
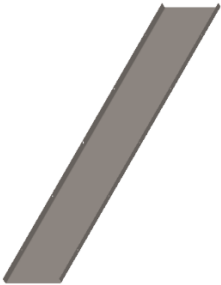
PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PROCESO DE MANUFACTURA
Soporte lateral 1	1	- Se toma la placa metálica (lamina de acero AISI 304 DE 3 mm) de por lo menos 4.3 por 90 pulgadas con el archivo en formato dwg (plano) se corta la placa tal como lo muestra la vista chapa metálica desarrollada, y se dobla a 90° con un radio de 0.08 in. - Con un taladro vertical realice los agujeros de los ejes utilizando una copa sierra de ¾". (Inyecte agua en el proceso para controlar la temperatura)

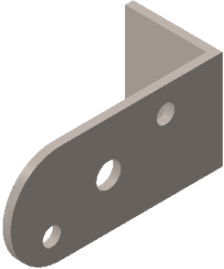
		- Con ayuda del taladro y una broca de 5/16" abra los agujeros indicados en el plano (revisar anexo E – Hoja: 21) - Con una pulidora y un disco de corte de lámina corte correderas de deslizamiento para las chumaceras del rodillo conducido para la tensión de la cinta. (revisar anexo E – Hoja: 21) - Realice el acabado superficial de los cortes realizados (eliminar filos) - Con la pulidora y un disco de pulir realice el acabado de la pieza.
Soporte lateral 2	1	- Se toma la placa metálica (lamina de acero AISI 304 DE 3 mm) de por lo menos 4.3 por 90 pulgadas con el archivo en formato dwg (plano) se corta la placa tal como lo muestra la vista chapa metálica desarrollada, y se dobla a 90° con un radio de 0.08 in.

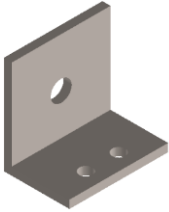
		- Con un taladro vertical realice los agujeros de los ejes utilizando una copa sierra de $\frac{3}{4}$". (Inyecte agua en el proceso para controlar la temperatura) - Con ayuda del taladro y una broca de $\frac{5}{16}$" abra los agujeros indicados en el plano (revisar anexo D – Hoja: 21) - Con una pulidora y un disco de corte de lámina corte correderas de deslizamiento para las chumaceras del rodillo conducido para la tensión de la cinta. (revisar anexo E – Hoja: 21) - Realice el acabado superficial de los cortes realizados (eliminar filos) - Con la pulidora y un disco de pulir realice el acabado de la pieza.
--	--	---

Eje rodillo motriz 	1	- Se toma un eje de 0.75 in de diámetro (acero AISI 304) y 17.7 in de longitud - Sujete el eje en el torno y realice un desbaste de profundidad 1/8" y hasta una longitud de 3.4" a partir del extremo. - Sujete el eje por el otro extremo y realice un desbaste de profundidad 1/8" y hasta una longitud de 1.7" a partir del extremo. - Con una fresadora realice las chavetas correspondientes (revisar anexo E – hoja:27)
Eje rodillo conducido 	1	- Se toma un eje de 0.75 in de diámetro (acero AISI 304) y 16.6 in de longitud - Sujete el eje en el torno y realice un desbaste de profundidad 1/8" y hasta una longitud de 2" a partir del extremo.

		- Sujete el eje por el otro extremo y realice un desbaste de profundidad 1/8" y hasta una longitud de 2" a partir del extremo. - Con una fresadora realice las chavetas correspondientes (revisar anexo E – hoja:32)
Tambor motriz 	1	- Se toma un tubo de 2" de diámetro (acero AISI 304) y 12.6" de longitud - Monte el tubo en el torno y realice un desbaste interior de 0.02" hasta una profundidad de 0.96" por ambos lados del tubo. - Introduzca los cubos dentro del tubo y suelde - Perfore con el taladro los orificios de fijación del cubo con una broca de 1/4" (revisar anexo E – hoja:26) - Con un machuelo realice la rosca en cada uno de los orificios.

Tambor conductor 	1	- Se toma un tubo de 2" de diámetro (acero AISI 304) y 12.6" de longitud - Monte le tubo en el torno y realice un desbaste interior de 0.02" hasta una profundidad de 0.96" por ambos lados del tubo. - Introduzca los cubos dentro el tubo y suelde - Perfore con el taladro los orificios de fijación del cubo con una broca de 1/4" (revisar anexo E – hoja:26) Con un machuelo realice la rosca en cada uno de los orificios.
Slider o guía 	1	- Tome una placa de 14.8" de ancho y 70" de larga - Realice dobles en cada uno de los lados de 1.1" largo - Con el taladro realice los agujeros requeridos (revisar anexo E – hoja:28)

Placa tensionar (soporte chumacera) 	2	- Tome una placa de 2.4" de ancho y 7.3" de larga - Realice un dobles a 90° a partir de 2" de uno de los extremos. - Con un taladro vertical realice los agujeros de los ejes utilizando una copa sierra de 3/4". (Inyecte agua en el proceso para controlar la temperatura) - Con ayuda del taladro y una broca de 5/16" abra los agujeros indicados en el plano (revisar anexo E – Hoja: 29) - Con la pulidora y el disco de corte realice el redondeo del extremo mas largo de la chapa (revisar anexo E – hoja:29)
Placa fija	2	- Tome una placa de 2.4" de ancho y 4" de larga

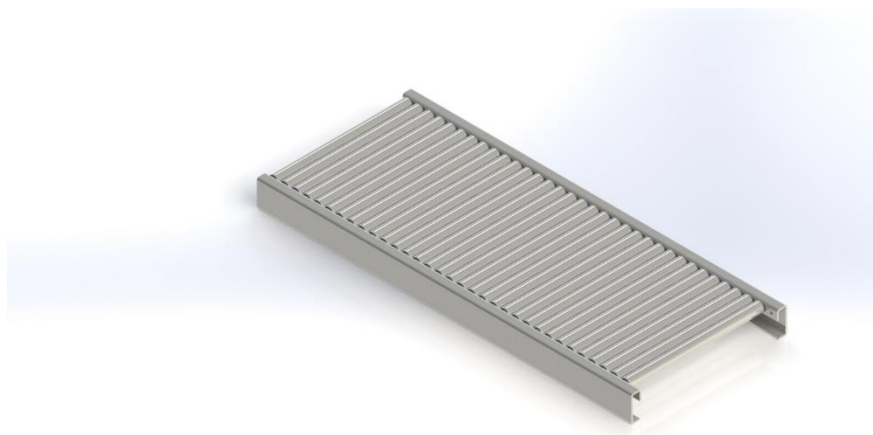
		- Realice un dobles a 90° a partir de 1.4” de uno de los extremos. - Con ayuda del taladro y una broca de 5/16” abra los agujeros indicados en el plano (revisar anexo E – Hoja: 30)
---	--	---

Nota: Elaboración propia.

5.2. DISEÑO DE LA BANDA DE RODILLOS POR GRAVEDAD

Figura 39

Banda de rodillos cortadora CB-2M1.



Nota: Elaboración propia.

A la hora de diseñar la banda de rodillos de gravedad el factor principal es la correcta selección del diámetro de los rodillos y la distancia de holgura entre estos, lo cual va garantizar que el movimiento del bocadoillo sobre la banda se haga de manera uniforme, tratando de mantener el bloque de bocadoillo en la posición correcta (horizontal), esto para garantizar que el proceso de corte se haga de forma precisa y conforme a los requerimientos.

Se selecciona un diámetro de rodillo de 1 pulgada y la holgura de montaje entre los rodillos de 3 mm. Siendo así, el número de rodillos dispuestos en cada metro es:

$$N_{1/m} = \frac{1000 \text{ mm}}{3 + 25.4} = 35.21 \left[\frac{\text{Rodillos}}{\text{metro}} \right]$$

Teniendo en cuenta que las medidas del bloque de bocadoillo sobre la banda son de 35 cm x 30 cm x 5 cm y se debe garantizar que esté completamente horizontal a la hora de realizar el proceso de corte, se calcula el número de rodillos que están en contacto con el bocadoillo en la condición crítica que es el proceso de lonjeado, donde el bloque de bocadoillo en el sentido transversal a los rodillos solo tiene 30 cm de largo.

$$N_{30 \text{ cm}} = N_{1/m} * d = 35.21 * 0.3 = 10.563 [\text{rodillos}]$$

El resultado anterior nos garantiza que el bloque de bocadoillo va permanecer en posición horizontal durante el proceso de lonjeado(corte #2). Ahora durante el proceso de picado (corte #3) donde el bocadoillo se encuentra en lonjas cada lonja debe tener por lo menos dos puntos de apoyo para conservar la horizontalidad. La distancia entre dos puntos de contacto en la banda de rodillos es de 28.4 mm, lo cual nos indica que para lonjas con un ancho menor de 30 mm existe la posibilidad que el bocadoillo se atore entre los rodillos, sin

embargo, un factor favorable es la consistencia del bocadillo, ya que al ser un producto altamente adherente va tender a quedar unido despues de realizar el corte con los hilos de acero inoxidable

Figura 40

Ensamble Rodillos de gravedad

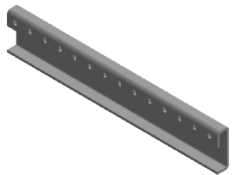


Nota: Elaboración propia.

5.2.1. PROCESO DE MANUFACTURA DE LAS BANDA DE RODILLOS

En la cortadora CB-2M1 se contempla el uso de dos bandas de rodillos, las cuales difieren solamente en su longitud y por ende EL número de rodillos, siendo la más larga de 34 rodillos y la más corta de 14 rodillos. El proceso de manufactura de estas bandas se describe a continuación:

Tabla 20.*Proceso de manufactura banda de rodillos*

PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PROCESO DE MANUTACTURA
Eje de los rodillos 	Según se requiera	- Se usa tubo macizo de 1/2" de diámetro, acero AISI 304, se cortan con una longitud de 44 cm. - Con la fresadora realizar el corte en cada uno de los extremos (revisar anexo E – hoja:53)
Rodillo exterior 	Según se requiera	- A partir de un tubo de 1" de diámetro calibre 16, realizar cortes cada 40 cm. - Pulir cada extremo para eliminar los filos
Placa lateral 	2 por banda	- Se parte de placa de acero AISI 304, de 3 mm de espesor, 16 cm de ancho y el largo requerido según la banda de rodillos a fabricar (revisar anexo E – Hojas:50 y 51)

		- Se realizan el primer dobles a 90° a una distancia de 2.54 cm de cualquier extremo. - El segundo dobles se realiza a una distancia de 8 cm a partir del primero, con un angulo de 90° - El ultimo dobles se realiza a una distancia de 2.54 cm del anterior, con un angulo de 90° - Finalmente se realizan los agujeros necesarios con ayuda de una fresadora (revisar anexo E – hojas: 50 y 51)
--	--	---

Nota: Elaboración propia.

Los cabezales de los rodillos son de uso comercial y se introducen a presión dentro del tubo de 1”, no se recomienda ninguna marca en específico lo importante es que cumplan con las medidas requeridas.

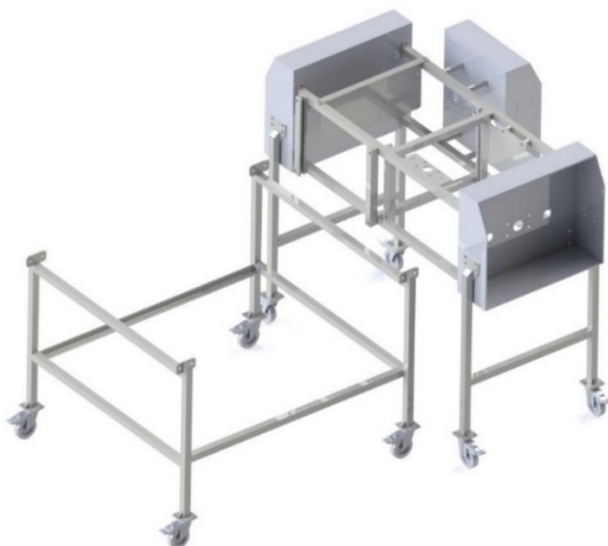
6. DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Teniendo en cuenta la resolución 4112 de 2012 expuesta por el ministerio de salud y protección social, donde se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos metálicos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano en el territorio nacional. Se decide optar porque el sistema estructural este fabricado completamente por acero inoxidable AISI 304, teniendo en cuenta que este es el acero inoxidable más comercial y de uso más habitual en la industria alimenticia.

Para el diseño del sistema estructural de la cortadora CB-2M1 se dispondrá de perfiles cuadrados de 1 pulgada calibre 18 y láminas de 3 y 5 mm de acero AISI 304. A continuación, se muestra la representación gráfica del sistema estructural de la cortadora:

Figura 41

Sistema estructural cortadora CB-2M1.



El sistema estructural está diseñado para que sea completamente desarmable, con el fin que el transporte de la cortadora CB-2M1 se mucho más fácil, además brinda beneficios económicos al disminuir la cantidad de materia prima necesaria para su manufactura. El sistema estructural lo conforman 7 piezas, en la siguiente tabla se muestra cada una de estas con.

Tabla 21.

Componentes sistema estructural.

PIEZA	CANTIDAD	FABRICACIÓN A PARTIR DE
	2	• Perfil cuadrado 1" calibre 18 AISI 304 • Lamina 3 mm de acero AISI 304
	2	• Perfil cuadrado 1" calibre 18 AISI 304 • Lamina 3 mm de acero AISI 304

	2	• Lamina 5 mm de acero AISI 304
	1	• Lamina 5 mm de acero AISI 304
	2	• Perfil cuadrado 1" calibre 18 AISI 304 • Eje redondo ½" AISI 304
	4	• Eje cuadrado 30 x 30 mm AISIS 304

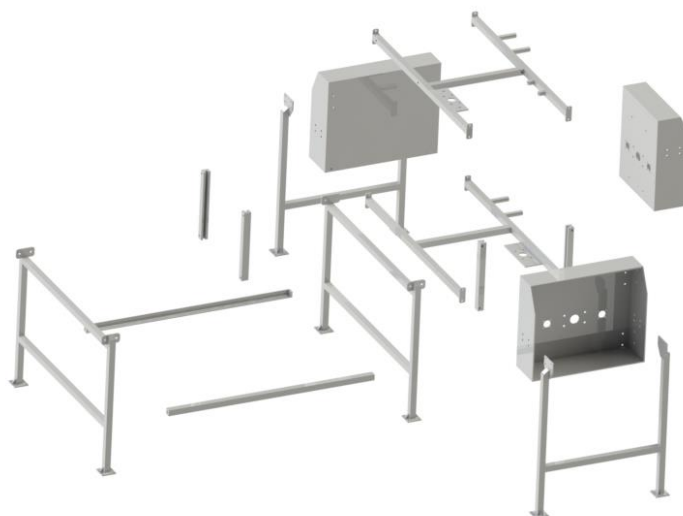
	2	• Perfil en L de 1" AISI 304
---	---	--

Nota: Elaboración propia.

El diseño en detalle y el proceso de manufactura de cada una de las piezas que conforman el sistema estructural de la cortadora CB-2M1 se describe en el anexo C del presente proyecto.

Figura 42

Vista explosionada sistema estructural.



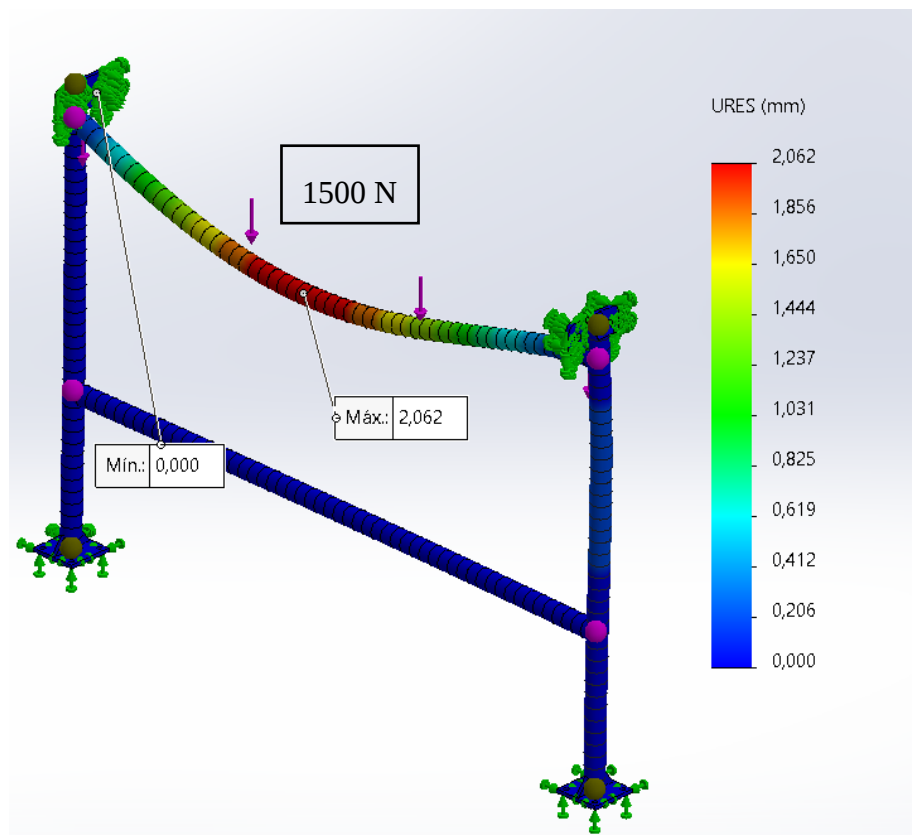
Nota: Elaboración propia.

Las piezas del sistema estructural de la cortadora CB-2M1 no están sometidos a grandes cargas externas, sin embargo, la deformación de estos componentes podría repercutir en el proceso de corte al generar desnivel entre los componentes de la cortadora, ocasionando interferencias para el deslizamiento del bloque de bocadillo a través del proceso de corte.

Como criterio de diseño consideramos una deformación de 2 mm como crítica y que podría perjudicar el funcionamiento de la cortadora. Se realiza la simulación de carga estática para los componentes considerados de alto riesgo dentro del sistema estructural, con el fin de encontrar la carga a la cual se produce dicha deformación y posteriormente compararla con la carga real aplicada. Los resultados de las simulaciones fueron los siguientes:

Figura 43

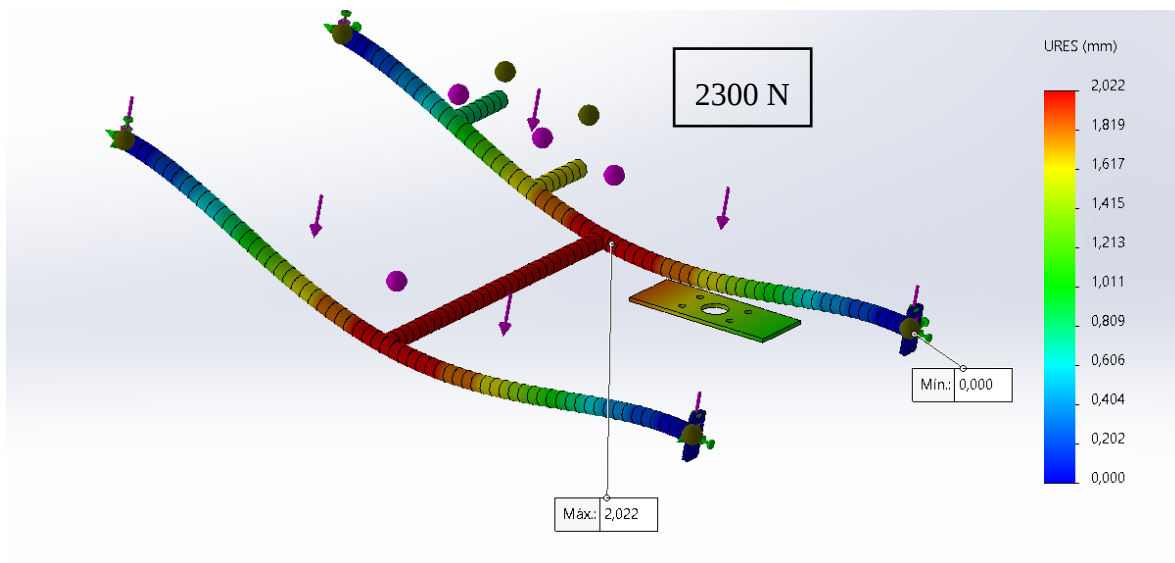
Primera Simulación de carga estática para soporte del subsistema de transporte.



Nota: Elaboración propia.

Figura 44

Segunda Simulación de carga estática para soporte del subsistema de transporte



Nota: Elaboración propia.

Se consideran elementos críticos las piezas sobre las cuales descansan la banda transportadora y las bandas de rodillos, estos elementos son los más cargados del sistema estructural, como resultado de la simulación tenemos que para generar una deformación de 2 mm sobre estos elementos hay que aplicar una fuerza vertical de 1500 y 2300 [N]. Estos valores de fuerza están muy por encima de los valores reales de carga a los cuales van a ser sometidos, ya que solo van a soportar el peso del subsistema de transporte de la cortadora y este peso va a ser distribuido en 4 superficies a la vez. Por ende, se concluye que el sistema estructural no va a presentar fallas por cuestiones de carga.

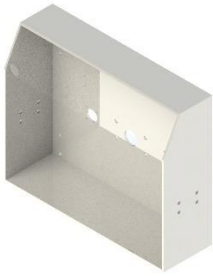
6.1. PROCESO DE MANUFACTURA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

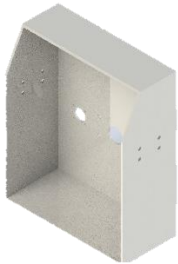
Tabla 22.

Proceso de manufactura sistema estructural

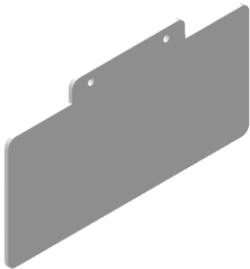
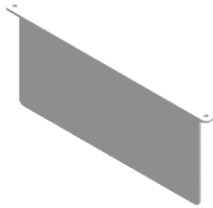
PIEZA	DESCRIPCION DEL PROCESO DE MANUFACTURA
BASE SISTEMA TRANSPORTE 	- Se usa perfil cuadrado de 1” calibre 18, del cual vamos a disponer dos tramos de 60 cm de largo y dos tramos de 80 cm de largo - Con soldadura E308LSI se sueldan estos tramos a la distancia que se indican en los planos (revisar anexo E– Hoja:8) - A partir de lámina de 5 mm de espesor de acero AISI 304 se cortan dos placas cuadradas de 6 cm. - Con el taladro y broca 5/16 se realizan los agujeros tal como se muestra en los planos (revisar anexo E – Hoja:8) - Suelde estas placas en la parte inferior de los perfiles verticales. - Realice un corte a 45° en la parte superior de los perfiles verticales a una altura de 2.54 cm. - A partir de lámina de 5 mm de espesor de acero AISI 304 se cortan dos placas rectangulares de 8 x 4 cm.

	- Realice un redonde de las equinas de la placa de 1 cm de diámetro - Con el taladro y broca 5/16 se realizan los agujeros tal como se muestra en los planos (revisar anexo E – Hoja:8) - Suela estas placas en la parte superior de los perfiles verticales.
PATAS SPORTE CAJAS 	- Se usa perfil cuadrado de 1” calibre 18, del cual vamos a disponer dos tramos de 64 cm de largo y un tramo de 50 cm de largo - Con soldadura E308LSI se sueldan estos tramos a la distancia que se indican en los planos (revisar anexo E – Hoja:13) - A partir de lámina de 5 mm de espesor de acero AISI 304 se cortan dos placas cuadradas de 6 cm. - Con el taladro y broca 5/16 se realizan los agujeros tal como se muestra en los planos (revisar anexo E – Hoja:8) - Suelde estas placas en la parte inferior de los perfiles verticales. - Realice un corte a 45° en la parte superior de los perfiles verticales a una altura de 2.54 cm.

CAJA 1 	- Se toma una placa de acero AISI 304 de 3 mm de espesor, con medidas de 65 cm de larga y 55 cm de ancha. - A lo largo se realizan dos dobles a 45°, el primero a una distancia de 15 cm de cualquier extremo y el segundo a una distancia de 40 cm después del primer dobles. - Con placa de acero AISI 304 se realizan las tapas laterales según las medidas indicadas en los planos (revisar anexo E – Hoja: 11) - Se sueldan estas tapas laterales a la chapa metálica anteriormente doblada, este proceso se hace usando un electrodo E308LSi. - Finalmente, con el taladro y copa sierras realice los agujeros indicados en los planos (revisar anexo E – Hoja: 11)
CAJA 2	- Se toma una placa de acero AISI 304 de 3 mm de espesor, con medidas de 65 cm de larga y 33 cm de ancha. - A lo largo se realizan dos dobles a 45°, el primero a una distancia de 15 cm de cualquier extremo y el

	segundo a una distancia de 40 cm después del primer dobles. - Con placa de acero AISI 304 se realizan las tapas laterales según las medidas indicadas en los planos (revisar anexo E – Hoja: 12) - Se sueldan estas tapas laterales a la chapa metálica anteriormente doblada, este proceso se hace usando un electrodo E308LSi. - Finalmente, con el taladro y copa sierras realice los agujeros indicados en los planos (revisar anexo E – Hoja: 12)
UNION DE CAJA 	- Se disponen dos tramos de 88 cm de largo de perfil cuadrado de 1” y se unen usando un tramo de 41 cm del mismo perfil, este se suelda con un cordón de soldadura de 1/8 usando un electrodo E308LSi. - De una lamina de acero AISI 304 de 3mm de espesor se cortan 4 placas rectangulares de 25.4 x 6.5 cm. - Se realiza un redondeo de 7 mm en las equinas de las placas y con un taladro y broca de 5/16” se realizan dos agujeros en cada placa (revisar anexo E – Hoja: 14)

	- Se sueldan dichas placas en los extremos de la pieza placa (revisar anexo E – Hoja: 14) - De una lámina de acero AISI 304 de 3mm de espesor se cortan 1 placa rectangular de 7.5 x 20cm. - Con el taladro y copa sierras se realizan los agujeros requeridos sobre esta placa (revisar anexo E – Hoja: 14) - Soldar esta placa sobre la parte superior como se indica en los planos, en caso de ser necesario agregar refuerzo en la parte inferior para dar mayor resistencia (revisar anexo E – Hoja: 14) - Con el taladro y una broca de $\frac{1}{4}$ realice los agujeros requeridos (revisar anexo E – Hoja:14)
UNION PATAS 	- Corte un perfil en “L” de 1” a una longitud de 93 cm - Realice un corte en un lado del perfil a 3 cm de distancia de cada extremo, permitiendo que el otro lado se pueda doblar. - Con el taladro y una broca de $\frac{1}{4}$ realice los agujeros requeridos (revisar anexo E – Hoja:17)

PLACA 1 	- Se toma una placa de acero AISI 304 de 3 mm de espesor, con medidas de 32 cm de larga y 20 cm de ancha. - Con la pulidora y el disco de corte se realizan los cortes teniendo en referencia el plano de la pieza (revisar anexo E – Hoja:16) - Redonde todas las equinas 1 cm para eliminar los filos - Con el taladro y una broca de $\frac{1}{4}$ realice los agujeros requeridos (revisar anexo E – Hoja:16)
PLACA 2 	- Se toma una placa de acero AISI 304 de 3 mm de espesor, con medidas de 40 cm de larga y 18 cm de ancha y en la parte superior se suelda una lamina de 1 pulgada de ancho y 45.8 cm de larga. Tener en cuenta que tienen que quedar a un Angulo de 90° - Con el taladro y una broca de $\frac{1}{4}$ realice los agujeros requeridos (revisar anexo E – Hoja:18)

Nota: Elaboración propia

7. ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LA CORTADORA CB-M21

Con el fin verificar el cumplimiento del primer objetivo específico propuesto en este proyecto, se desea calcular cual es capacidad productiva de la cortadora CB-2M1, este cálculo se hará para una jornada de trabajo de 8 horas diarias, teniendo presente los tiempos muertos en los que la cortadora no se encuentra en funcionamiento.

Lo primero será calcular el tiempo que la cortadora tarda en realizar el corte de una tabla de bocado de dimensiones 140 x 30 x 5 cm de largo, ancho y alto respectivamente. Para esto es necesario tener en cuenta el tiempo que tarda la cortadora en ubicar el bocado y posteriormente en realizar los tres cortes. Para completar el corte de la tabla completa estos procesos se deben repetir 4 veces. Por lo cual tenemos:

$$t_{total} = 4 * (t_{po} + t_{c1} + t_{c2} + t_{c3})$$

Donde:

$t_{po} \rightarrow$ Tiempo de posicionamiento del bloque de bocado

$t_{c1} \rightarrow$ Tiempo del primer corte (Cilindro neumatico 1)

$t_{c2} \rightarrow$ Tiempo del primer corte (Cilindro neumatico 2)

$t_{c3} \rightarrow$ Tiempo del primer corte (Cilindro neumatico 3)

El tiempo de posicionamiento t_{po} es el tiempo que tarda la banda transportadora en ubicar el bocado antes de realizar los cortes, sabemos que el motorreductor de la banda

transportadora tiene una velocidad de 36 rpm y el diámetro del rodillo motriz es de 2 in (50.8 mm). Teniendo en cuenta que la banda transportadora se ubica de forma completamente horizontal, la velocidad del bloque de bocadillo sobre la banda va ser igual a la velocidad tangencial en el extremo del rodillo motriz.

$$v_{bocadillo} = rpm_{mot} * \frac{2\pi}{60} * \frac{D_{cilindro\ motriz}}{2}$$

$$v_{bocadillo} = 36 * \frac{2\pi}{60} * \frac{5.08}{2} = 9.57 \left[\frac{cm}{s} \right]$$

La distancia que debe recorrer el bocadillo sobre la banda para ubicarse en la posición correcta antes de realizar los cortes es de 35 cm, sin embargo, para el primer corte esta distancia dependerá de la ubicación en que el operario ponga la tabla de bocadillo sobre la banda transportadora, la distancia máxima es de 50 cm y esta medida será la que se tiene en cuenta para realizar los cálculos.

$$t_{po} = \frac{Distancia}{velocidad} = \frac{50}{9.57} = 5.22 [s]$$

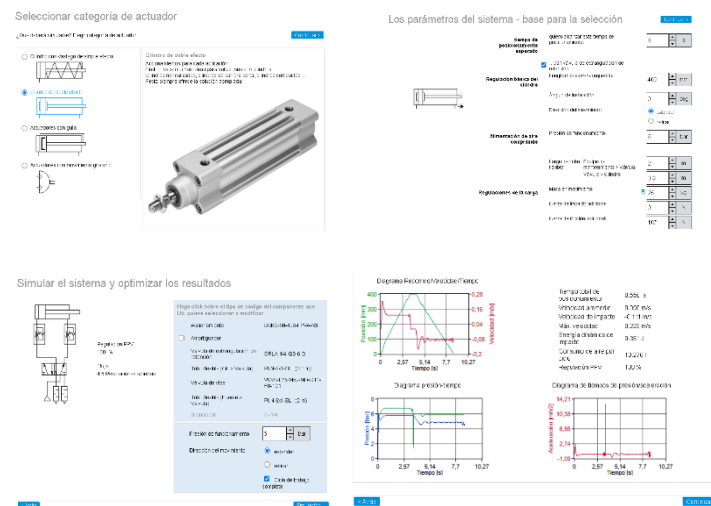
Para calcular el tiempo que tarda cortadora en realizar cada corte utilizamos el software de simulación neumática dispuesto por la compañía FESTO, el cual es de uso libre y se encuentra en su página web.

Para realizar la simulación el primer paso es seleccionar el tipo de actuador, en nuestro caso son cilindros neumáticos de doble efecto. Seguido a eso se ingresan las características del cilindro y los parámetros de operación los cuales fueron calculados y

descritos en el capítulo 3 del presente proyecto. Seguido a esto eligimos los componentes que acompañan los cilindros neumáticos como lo son las electroválvulas, válvulas reguladoras de caudal y silenciadores, estos también ya fueron seleccionados previamente. Por último se calibra el porcentaje de apertura de las válvulas reguladoras de caudal y amortiguadores. Como resultado de la simulación se obtienen gráficos del funcionamiento durante todo el ciclo de trabajo.

Figura 45

Software de simulación neumática.



Nota. Recuperado de: (FESTO, 2022)

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada cilindro:

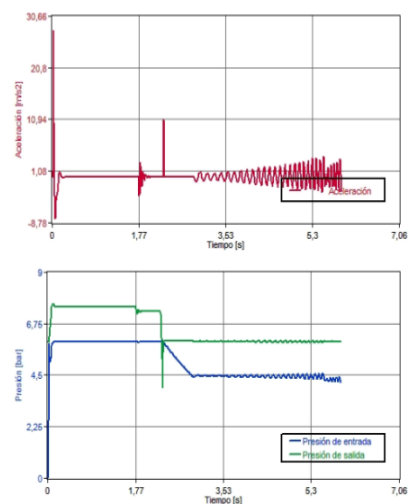
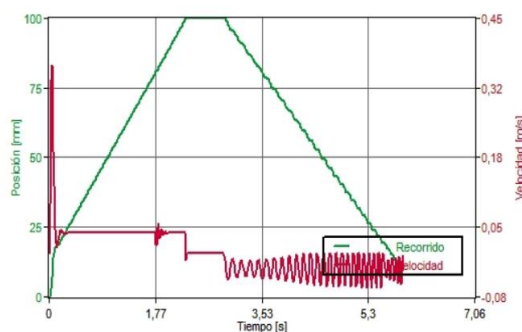
- Simulación de operación del cilindro neumático 1

Figura 46

Resultados simulación neumática para cilindro 1.

Resultados calculados

Tiempo total de posicionamiento	5.883 s	Velocidad de impacto	-0.020 m/s
Velocidad promedio	0.020 m/s	Máx. velocidad	0.370 m/s
Consumo de aire por ciclo	1.727 l		
Regulación PPV	100 %		
Energía dinámica de impacto	0.001 J		



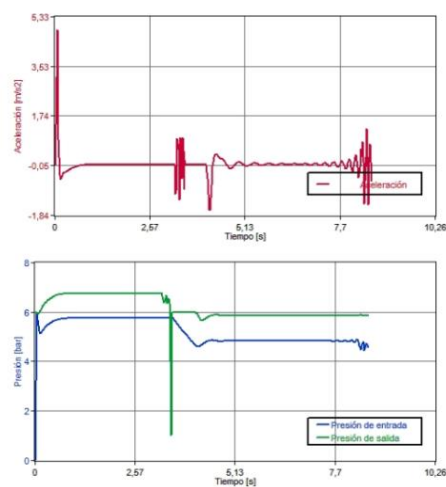
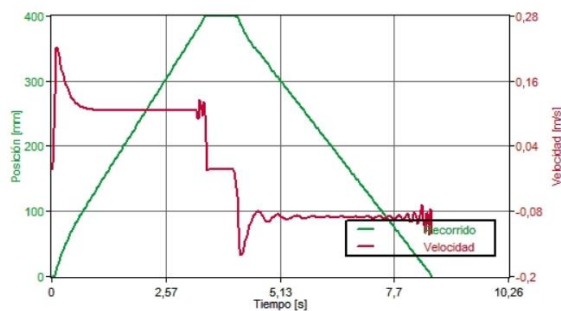
- Simulación del cilindro neumático 2

Figura 47

Resultados simulación neumática para cilindro 2.

Resultados calculados

Tiempo total de posicionamiento	8.544 s	Velocidad de impacto	-0.117 m/s
Velocidad promedio	0.050 m/s	Máx. velocidad	0.229 m/s
Consumo de aire por ciclo	10.276 l		
Regulación PPV	100 %		
Energía dinámica de impacto	0.181 J		



Nota: Elaboración propia

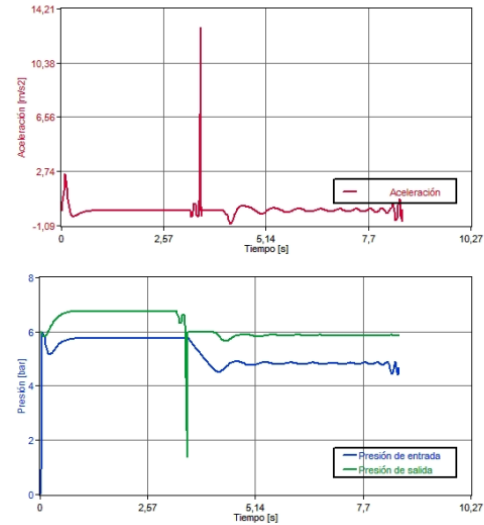
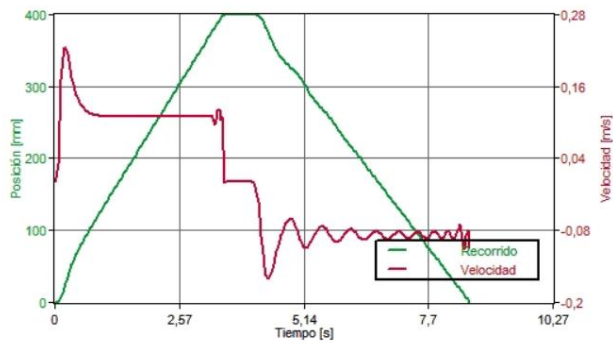
- Simulación cilindro neumático 3

Figura 48

Resultados simulación neumática para cilindro 3.

Resultados calculados

Tiempo total de posicionamiento	8.556 s	Velocidad de impacto	-0.111 m/s
Velocidad promedio	0.050 m/s	Máx. velocidad	0.223 m/s
Consumo de aire por ciclo	10.276 l		
Regulación PPV	100 %		
Energía dinámica de impacto	0.381 J		



Nota: Elaboración propia

De los resultados de las simulaciones tenemos el tiempo total de posicionamiento de cada cilindro para un ciclo de trabajo completo, ahora podemos calcular el tiempo total en cortar una tabla de bacadillo.

$$t_{total} = 4 * (t_{po} + t_{c1} + t_{c2} + t_{c3})$$

$$t_{total} = 4 * (5.22 + 5.883 + 8.544 + 8.556) = 112.812 [s]$$

El tiempo total para cortar una tabla de bacadillo en la cortadora CB-2M1 es de 112.812 segundos, adicional a este tiempo le sumamos 30 segundos que es lo que en promedio podría tardar el operario en ubicar la cada tabla de bacadillo sobre la cortadora. De

las 8 horas de trabajo diaria se descuenta 30 min que se destinan diariamente a labores de aseo y otros 30 min por posibles contratiempos que se puedan presentar en el transcurso del día, para un total de 7 horas de operación diaria de la cortadora. Se realiza el cálculo del número de tablas de bocadillo que se pueden cortar en el transcurso del día en la cortadora CB-2M.

$$N_{t/dia} = \frac{7 \text{ horas} * \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}\right)}{(112.812 + 30) * \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}\right)} = 176.455 \left[\frac{\text{Tablas de bocadillo}}{\text{dia}} \right]$$

De cada tabla de bocadillo sale un aproximado de 560 bocadillos en la presentación extrafino, lo cual nos daría una capacidad de producción de 98.868 bocadillos veleños en la presentación extrafina. Esta capacidad de producción es un poco más de 5 veces el requerimiento inicial de diseño, siendo un aspecto para destacar de la cortadora CB-2M1

8. ANALISIS DE VIABILIDAD ECONOMICA PARA FABRICAS DE MEDIANA ESCALA

Para realizar el análisis de viabilidad económica debemos conocer el costo comercial de la cortadora CB-2M1, para esto debemos desglosar todos los costos que trae consigo la construcción de la cortadora y sobre este valor se le aplica una utilidad promedio del 20% y un factor de riesgo de 10% teniendo con esto el valor comercial con que la cortadora saldría al mercado. En la siguiente tabla se muestra de manera detallada el costo de cada uno de los componentes, además, también se resumen los costos de manufactura y mano de obra que implica la construcción de la cortadora.

Tabla 23.

Costos de construcción de la cortadora CB-2M1

AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CORTE DE BOCADILLO VELEÑO				TOTAL NECESARIO PARA EJECUCION:		Universidad Industrial de Santander 	
ESTIMADOR COSTOS						\$ 22.927.300,00	
COSTO TOTAL POR SUBSISTEMA				TOTALES			
Subsistema de Estructural				\$ 1.626.000,00			
Subsistema de Electrico y de Control				\$ 2.272.800,00			
Subsistema Neumatico				\$ 5.681.500,00			
Subsistema Transporte				\$ 6.517.000,00			
Subsistemade Corte				\$ 1.410.000,00			
Costos de mano de obra				\$ 5.420.000,00			
DESCRIPCIÓN	COSTO UND	CANTIDAD	TOTAL	¿QUIERE SUMARLO AL TOTAL?	SUBSISTEMA		
Perfil Cuadrado 25 x 25 de acero inoxidable 304 cal 18 x 6 mt AISI 304	\$ 140.000,00	4	\$ 560.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ESTRUCTURAL		
Lamina Acero inox 5 mm (1524 x 3048) AISI 304	\$ 790.000,00	1	\$ 790.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ESTRUCTURAL		
Tubo de acero inox 1 in cal 18 AISI 304	\$ 102.000,00	3	\$ 306.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE TRANSPORTE		
Cilindro neumatico DSBC -40 -100 – PPV	\$ 543.000,00	1	\$ 543.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Cilindro neumatico DSBC -50 -400 – PPV	\$ 845.000,00	2	\$ 1.690.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Compresor ELITE CA2042	\$ 1.527.000,00	1	\$ 1.527.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Unidad de mantenimiento MSB4-1/4-C4-J3-I3-L1-WP	\$ 542.000,00	1	\$ 542.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Electrovalvula VUVS-LT25-M52-MD-G14-F8-1B2	\$ 231.000,00	3	\$ 693.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Valvula Reguladora de caudal GRLA-1/4-QS-8-D	\$ 35.000,00	6	\$ 210.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Valvula antiretorno pilotada HGL-1/4-B	\$ 124.000,00	1	\$ 124.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Acople rapido QS-G1/4-8	\$ 4.500,00	9	\$ 40.500,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Silenciador GRLA-1/4-QS-8-D	\$ 6.000,00	6	\$ 36.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Maguera Neumatica 8 mm x mt	\$ 2.800,00	10	\$ 28.000,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Brida de fijacion FNC-40.	\$ 47.800,00	1	\$ 47.800,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Brida de fijacion FNC-50.	\$ 47.800,00	3	\$ 143.400,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Sensores de proximidad SME-8M-DO-24V-K-7,5-OE	\$ 56.800,00	1	\$ 56.800,00	SÍ	SUBSISTEMA NEUMATICO		
Contactador 110V - LC1D09F7	\$ 162.000,00	2	\$ 324.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Contactador 24V - LC1D12B7	\$ 162.000,00	1	\$ 162.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Termoelectrico GB2-CB – 16 A - 1 pólo	\$ 18.000,00	2	\$ 36.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Termoelectrico GB2-CB – 10 A - 1 pólo	\$ 18.000,00	1	\$ 18.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Parada de emergencia XB4BS8444	\$ 132.900,00	1	\$ 132.900,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Pulsador Rojo XB4BA42	\$ 33.000,00	2	\$ 66.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Pulsador Verde XB4BA31	\$ 33.000,00	2	\$ 66.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Conmutador de dos posiciones XB4BD21	\$ 64.000,00	1	\$ 64.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
PLC LOGO 6ED1052-1CC01-0BA8	\$ 680.000,00	1	\$ 680.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Gabinete NSYS3X5420	\$ 235.000,00	1	\$ 235.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Inerruptor de llave XB4BG41	\$ 208.000,00	1	\$ 208.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		
Luz piloto verde -9001KP7LGG31	\$ 22.000,00	2	\$ 44.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL		

Fuente de 24v - 100 W - ABLP1A24045	\$ 132.000,00	✓	1	\$ 132.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL
Interruptor final de carrera Mecanico	\$ 4.500,00	✓	1	\$ 4.500,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL
Cable # 18 Awg Centelsa Multifilar Centelsa X Metro	\$ 2.900,00	✓	10	\$ 29.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL
Canaleta Ranurada Dexson Gris 40x40 largo 2 m	\$ 29.400,00	✓	1	\$ 29.400,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL
Bornera Riel Din 6mm X 10 Unidades	\$ 22.000,00	✓	1	\$ 22.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL
Cable # 22 Awg Centelsa Multifilar Centelsa X Metro	\$ 2.000,00	✓	10	\$ 20.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL
Tambor motriz - Banda transportadora	\$ 380.000,00	✓	1	\$ 380.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE TRANSPORTE
Tambor conducido - Banda transportadora	\$ 330.000,00	✓	1	\$ 330.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE TRANSPORTE
Banda transportadora poliuretano U0/U2-blanca FDA x mt	\$ 243.000,00	✓	5	\$ 1.215.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE TRANSPORTE
Cabezal rodillos de gravedad	\$ 23.900,00	✓	90	\$ 2.151.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE TRANSPORTE
Moto reductor	\$ 1.345.000,00	✓	1	\$ 1.345.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE TRANSPORTE
Lamina Acero inox 5 mm (1524 x 3048) AISI 304	\$ 790.000,00	✓	1	\$ 790.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE TRANSPORTE
Manufactura sistema estructural (fuera de materiales)	\$ 2.800.000,00	✓	1	\$ 2.800.000,00	SÍ	COSTOS MANUFACTURA
Manufactura bastidor banda transportadora	\$ 1.250.000,00	✓	1	\$ 1.250.000,00	SÍ	COSTOS MANUFACTURA
Manufactura bastidor banda de rodillos	\$ 650.000,00	✓	1	\$ 650.000,00	SÍ	COSTOS MANUFACTURA
Manufactura de los tamices	\$ 320.000,00	✓	1	\$ 320.000,00	SÍ	COSTOS MANUFACTURA
Tornillería	\$ 100.000,00	✓	1	\$ 100.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ESTRUCTURAL
Hilo de acero inox 0,5 mm x kg	\$ 140.000,00	✓	1	\$ 140.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE CORTE
Herramienta de corte actuador 1	\$ 370.000,00	✓	1	\$ 370.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE CORTE
Herramienta de corte actuador 2 y 3	\$ 450.000,00	✓	2	\$ 900.000,00	SÍ	SUBSISTEMA DE CORTE
Rodachines	\$ 12.500,00	✓	8	\$ 100.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ESTRUCTURAL
Perfil en L 1" AISI 304 x mt	\$ 19.000,00	✓	4	\$ 76.000,00	SÍ	SUBSISTEMA ESTRUCTURAL
Montaje del Sistema electrico y control	\$ 400.000,00	✓	1	\$ 400.000,00	SÍ	COSTOS MANUFACTURA

Nota: Elaboración propia.

El costo de construcción de la cortadora CB-2M1 \$22.927.300 COP, aplicando la utilidad del 20% y el factor de riesgo del 10% tenemos que el costo comercial de la cortadora CB-2M1 es de **\$30.264.036 COP**.

Teniendo el costo comercial de la cortadora podemos realizar un análisis financiero para revisar la viabilidad del proyecto desde un aspecto económico, para eso utilizaremos el indicador PRI (período de recuperación de la inversión) que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial.

Para calcular el PRI debemos tener en cuenta todos los flujos de caja que nos trae la inversión, en nuestro caso, la cortadora CB-2M1 no solo podría brindar a una empresa un aumento en la productividad, si no también generar un flujo de caja consecuente a la disminución del personal que se necesita para realizar esta labor, en la actualidad las fábricas de bocadillo de tamaño intermedio cuentan con un promedio de 2 o 3 personas que en el transcurso del día se encargan únicamente de la labor de corte.

La disminución del tiempo y esfuerzo físico podría disminuir el personal encargado de esta labor en 1 o 2 personas, la empresa podría reasignar labores a este personal con el fin de aumentar la productividad de la empresa. Finalmente, este ajuste en el personal estaría generando un flujo de caja igual al salario mensual que se le paga a estos trabajadores, hoy en día el SMLV en Colombia es de \$1.000.000 COP, si hay una reducción de 2 trabajadores en el personal encargado de corte la empresaria estaría generando un flujo de caja de \$2.000.000 COP mensual.

El consumo energético de la cortadora es un factor a tener en cuenta en este tipo de cálculo, para calcular el consumo energético de la cortadora sumamos la potencia de cada uno de los componentes alimentados desde la acometida monofásica de 110V, estos son: Motorreductor, compresor y fuente de 24 V.

$$U_{CB-2M1} = U_{compresor} + U_{motoreductor} + U_{fuente\ 24\ v}$$

$$U_{CB-2M1} = 1491.4 + 25 + 100 = 1616.4 [W]$$

Para un periodo de trabajo de 7 horas el consumo eléctrico es de:

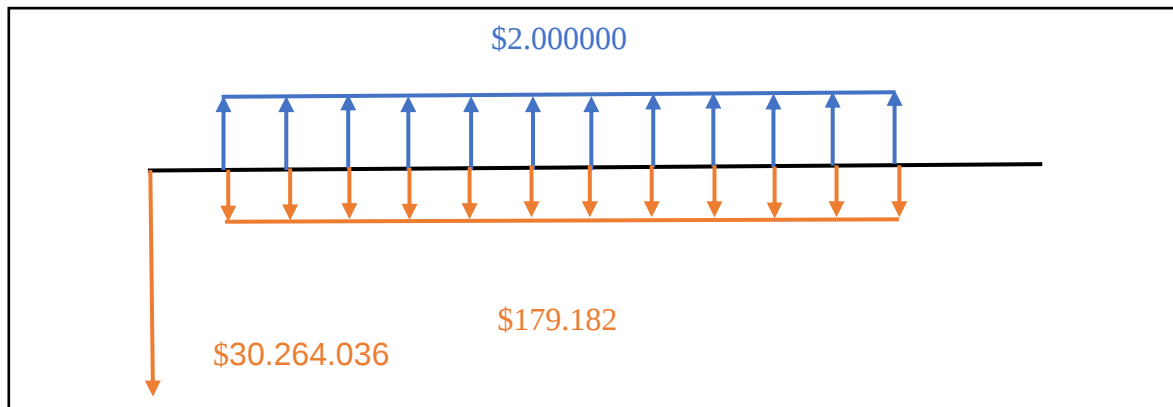
$$E = U_{CB-2M1} * 7 h = 11314.8 [Wh] = 11.31 [KWh]$$

Hoy en día el costo de la energía eléctrica en Colombia es de 609.080 KWh en un mes con 26 días laborales el consumo energético de la cortadora CB-2M1 es:

$$\text{Consumo energetico} = 11.31 [KWh] * 609.080 \left[\frac{COP}{KWh} \right] * 26 = 179.182 COP/men$$

Figura 49 .

Análisis de los flujos de caja en empresa que adquiera la cortadora CB-2M1.



Nota: Elaboración propia.

El grafico anterior describe los flujos de caja después de realizar la inversión de la cortadora, llevamos todos los flujos de caja a valor presente para calcular el numero de periodos en los que se recuperaría la inversión, para esto tendremos en cuenta una tasa de inflación mensual del 0.72% que es la que se registro en el mes de octubre del presente año.

El valor presente de una anualidad esta dado por:

$$P = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right]$$

$$30.264.036 = (2.000.000 - 179.182) * \left[\frac{(1 + 0.0073)^n - 1}{0.0073 * (1 + 0.0073)^n} \right]$$

$$n = 17.7838$$

Despejamos n que sería el número de meses en el cual se recupera la inversión. Seguido a esto calculamos el PRI

$$PRI = A + \frac{(B - C)}{D}$$

Donde:

A= Periodo inmediato anterior en que se recupera la inversión.

B = Inversión Inicial.

C = Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

D = Flujo de efectivo del periodo en el que se recupera la inversión.

$$29010928.41 = (2.000.000 - 179.182) * \left[\frac{(1 + 0.0073)^{17} - 1}{0.0073 * (1 + 0.0073)^{17}} \right]$$

$$30608305.78 = (2.000.000 - 179.182) * \left[\frac{(1 + 0.0073)^{18} - 1}{0.0073 * (1 + 0.0073)^{18}} \right]$$

Ahora tenemos

$$PRI = 17 + \frac{(30.000.000 - 29.010.928.41)}{30.608.305.78} = 17.3$$

Para determinar el número de días se resta el número entero y luego se multiplica por 30:

$$\text{numero de dias} = 0.3 * 30 = 9 \text{ dias}$$

La inversión de la cortadora CB-2M1 se recupera en 17 meses y 9 días.

9. CONCLUSIONES

El costo comercial de la cortadora de bocadillo es considerable, en comparación con las alternativas manuales, sin embargo, las limitaciones que estas presentan en cuanto a la obtención de diferentes tamaños y capacidades de producción hacen que la cortadora CB-2M1 sea mucho más atractiva para una industria en auge como es la del bocadillo veleño. El aumento en las exportaciones de bocadillo veleño es un indicativo que nos permite evidenciar el potencial que hay en la producción y comercialización de dicho producto, por esa razón, es necesario empezar a intervenir en su proceso productivo y mejorarlo sustancialmente a través de automatismos.

La cortador CB-2M1 cuenta con la capacidad de cortar 176 tablas de bocadillo al día, los cual equivale a 98.686 bocadillos veleños en la presentación extrafina. Esta capacidad de producción se podría reflejar en un aumento significativo de la productividad de una fábrica de bocadillo, siendo el proceso de corte uno de los factores que más retrasan dicho proceso.

Hoy en día en el mercado colombiano no se encuentra ninguna alternativa similar a la cortadora CB-2M1, por lo que a futuro se puede considerar como una idea de negocio la producción y comercialización de este tipo de cortadoras, ampliando su uso a diferentes campos del sector alimenticio como es la industria del queso.

Finalmente, este proyecto se considera el primer paso en la búsqueda del crecimiento económico del sector agroindustrial de las provincias de Vélez y Ricaurte, demostrando que por medio de la automatización se pueden mejorar los procesos productivos involucrados en la fabricación de productos considerados autóctonos de la región, brindando herramientas para que cada día la comercialización de estos se lleve a una mayor escala.

BIBLIOGRAFÍA

- Badia, A. M. (2009). *Automatas programables*. Maracombo. Obtenido de Obtenido de:
<https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:4259/es/ereader/uis/45838?page=11>
- Buenache, A. (2010). *TEGNOLOGIA NEUMATICA: TEORIA, DISEÑO Y SIMULACION DE COMPONENTES Y CIRCUITOS PARA LA DOCENCIA INTERACTIVA VIA WEB. Tesis de pregrado*. Universidad Carlos III.
- Cembranos, N., & Florencio, J. (2008). *Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos*. Madrid: Paraninfo.
- Croser. (2000). *Introducción a la tecnica neumatica de mando*. FESTO DIDACTIC.
- Elite. (25 de 10 de 2022). *Compresores*. Obtenido de <https://elitetools.co/elite-ca2042/>
- FedeVeleños, Federación de la cadena productiva de bocadillo veleño. (2020). *Bocadillo Veleño*. Obtenido de <https://www.bocadillovelenodo.com/>
- FESTO. (8 de 10 de 2022). Obtenido de <https://www.festo.com/co/es/>
- Forbo Siegling. (2020). *Cáculo de la banda transportadora - Ref N° 304-4*. Hannover, Alemania.
- Hernandez, H., & Reyes, J. (2008). *AUTOMAATIZACION DE UN PROCESO DE DOBLADO Y PERFORADO POR MEDIO DE NEUMATICA, ELECTRONEUMATICA Y PLC'S. Tesis de pregrado*. Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Cuatitlan Izcalli.

KAESER COMPRESORES. (1 de NOVIEMBRE de 2022). *Capacidad de los tanques.*

Obtenido de <https://cl.kaeser.com/servicios/conocimiento/calculadora/capacidades-de-los-tanques/>

Marquez, P. (2015). *Operatividad con sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos y eléctricos de máquinas e instalaciones para la transformación de polímeros y su mantenimiento.* Malaga: IC editorial.

Moreno, E. (2020). *Automatizacion de procesos industriales: robótica y automatica.* Valencia: Editorial de la Univercidad politecnica de Valencia.

Nistal, F. J. (2002). *Automatismos Eléctricos, Neumáticos e Hidráulicos.* Madrid: THOMSON PARANINFO.

Prieto, J., & Sanchez. (2016). *Instalaciones eléctricas automatizadas e instalaciones de automatismos.*

Rodriguez, G., & Rangel, C. (2005). ESTUDIO DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO LOCALIZADO, SIAL, DE LA CONCENTRACIÓN DE FABRICAS DE BOCADILLO DE GUAYABA EN LAS PROVINCIAS DE VELEZ Y RICAURTE EN COLOMBIA. (*Articulo de investigación*). CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA, CORPOICA., Bogotá .

Solér, A. C. (2014). *Neumática e hidráulica.* Malaga: Alfaomega.

Superintendencia de industria y comercio, Resolucion N° 37563. (15 de Junio de 2017). Bogotá D.C., Colombia.

ANEXOS.

ANEXO A- ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO DE AUTOMATISMOS

En este apartado se evalúan las diferentes alternativas presentes en el mercado, de las cuales podemos disponer para llevar a cabo el diseño óptimo de la cortadora de bocadillo y con esto de garantizar el correcto funcionamiento de cada uno de los subprocesos.

- *Según el tipo de automatismo*

Automatismo neumático

La neumática es la tecnología de uso más extendido para aplicaciones de control automático en industrias. En últimos años la neumática se ha expandido de forma rápida, esto se debe a que en la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro medio que sea más simple y económico que el aire comprimido.

Ventajas

☐

☐ Sencillez de los prototipos sistemas de mando: cilindros, válvulas, etc.

☐ La rapidez de movimiento (respuesta) del sistema neumático.

☐ La economía de los sistemas neumáticos una vez instalados

Desventajas

☐

☐ la instalación requiere un desembolso económico añadido a la propia automatización

☐ El mantenimiento del estado del aire, ya que debe mantenerse perfectamente limpio y seco.

Ventajas y desventajas automatismos neumáticos. Elaboración propia

La simplicidad y economía de la neumática está relacionada de forma directa con las propiedades de los gases, y más concretamente, con las del aire comprimido. Destaca entre sus propiedades la capacidad elástica que presenta, que le permite comprimirse, si se le aplica una fuerza, y descomprimirse, devolviendo la energía que acumulaba en forma de presión. Esta es la aplicación práctica que se extrae de la denominada ley de los gases ideales. (Marquez, 2015, pág. 116)

Las propiedades del aire comprimido que han contribuido a su gran apogeo se muestran en la siguiente tabla:

Propiedades del aire comprimido

PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO	
Abundante	Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
Transporte	El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
Almacenable	No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos o acumuladores y tomarse de estos.
Temperatura	El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.

Anti flagrante	No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
Velocidad	Es un medio de trabajo muy rápido, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevada. La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos puede regularse sin escalones.
Construcción de los elementos	La concepción de elementos de trabajo es simple y por tanto de precio económico.
Limpio	El aire comprimido es limpio y en casi de faltas de estanqueidad en tuberías o elementos, no producen ningún ensuciamiento. Esto es muy importante en las industrias alimenticias, textiles y de cuero.

Nota: Elaboración propia.

Automatismo hidráulico

La automatización hidráulica básicamente utiliza los fluidos hidráulicos como medios de presión para moverlos pistones de los cilindros. Los sistemas hidráulicos se aplican típicamente en dispositivos móviles tales como maquinaria de construcción, excavadoras, plataformas elevadoras, aparatos de elevación y transporte, maquinaria para agricultura y simuladores de vuelo. Sus aplicaciones en dispositivos fijos abarcan la fabricación y montaje de máquinas de todo tipo, líneas transfer, aparatos de elevación y transporte, prensas, máquinas de inyección y moldeo, máquinas de laminación, ascensores y montacargas. (Solér, 2014, pág. 12)

Ventajas

- ☐ Transmiten grna potencia con pequeños componentes.
- ☐ Posicionamiento presiso.
- ☐ Arranque con cargas pesadas.
- ☐ Movimientos lineale sindependientes de la carga ya que los liquidos son casi incompresibles.
- ☐ Operacion suave e inversa.
- ☐ Buen control y regulacion.

Desventajas

- ☐ Polución del ambiente con riesgo de incendio y accidentes en el caso de fuga de aceite.
- ☐ Sencibilidad a la suciedad.
- ☐ Peligro presente debido a las excesivas presiones.
- ☐ Dependencia de la temperatura por cambios de viscosidad.
- ☐ Fluido mas costoso.

Ventajas y desventajas de automatismos hidráulicos. Elaboración propia.

Un sistema hidráulico básico está compuesto por:

- El depósito de almacenamiento de fluido hidráulico.
- El sistema de acondicionamiento físico-químico y control y regulación del fluido: filtros, reguladores, válvulas y conexiones magnéticas empleadas para retirar las impurezas que podrían afectar a la operatividad y eficiencia del sistema hidráulico.
- El sistema de acondicionamiento térmico del fluido: intercambiadores de calor o enfriadores se emplean para que la temperatura del mismo se mantenga dentro de losvalores de trabajo. Aunque no siempre es necesario.
- Los acumuladores de fluido presurizado, empleados para entregar de forma inmediataenergía en forma de fluido a presión. No siempre son empleados.
- Un sistema de bombeo que suministra la presión necesaria al fluido.

- Accionamiento, del tipo que sea.
- Las líneas de distribución del fluido a presión (Marquez, 2015, pág. 135).

Los accionamientos empleados de forma más frecuente en sistemas hidráulicos son, al igual que en los sistemas neumáticos, los cilindros. Concretamente, cilindros de pistón de diversos tipos: cilindro de pistón de simple efecto, cilindro de pistón de doble efecto y cilindro de doble actuador o vástago.

Automatismo eléctrico

Un automatismo eléctrico constará de uno o varios circuitos cuya finalidad es la de alimentar eléctricamente a unos actuadores encargados de realizar un trabajo. Este trabajo será típicamente mecánico, aunque también podría ser calorífico, o generar un aviso luminoso, sonoro. El resultado del actuador también podría ser la conexión de sistemas de potencia o generadores eléctricos.

Mediante accionamiento eléctrico podemos transformar la energía eléctrica en mecánica para su aprovechamiento. El actuador que se encarga de esto es el motor. Este actuador permite trabajar parámetros como la posición, la velocidad o la fuerza obteniendo un control muy preciso de los mismos. Los actuadores lineales convierten el movimiento rotativo de un motor en lineal y están formados por un motor eléctrico, la caja de engranajes y una correa dentada o un tornillo sin fin para transmitir el movimiento. En el movimiento de tornillo, a medida que éste gira por la acción del motor o la caja de engranajes, la tuerca accionada se mueve a lo largo del tornillo sin fin, arrastrando la carga hacia delante o hacia atrás, según sea el sentido de giro del motor.

La energía eléctrica para estos actuadores es muy fácil de llevar hasta el punto de utilización ya que con los conductores eléctricos prácticamente no hay limitaciones de distancia entre la fuente de alimentación y el actuador. Su campo de aplicación es muy amplio y tenemos, de hecho, actuadores como los neumáticos o los hidráulicos dependen de una etapa previa realizada que consiste en la mayoría de las ocasiones en un accionamiento eléctrico, por ejemplo, para el control de conexión o desconexión de un compresor o para recibir o enviar señales eléctricas desde determinados sensores a un controlador. (Prieto & Sanchez, 2016, pág. 202)

Ventajas de automatismos eléctricos.

VENTAJAS DE AUTOMATISMOS ELECTRICOS	
1	Alto grado de precisión
2	Fácil control de componentes
3	Tareas de mantenimiento sencillas
4	Alcanzan grandes potencias
5	Son silenciosos
6	Facilidad para detectar la posición del elemento en movimiento
7	Permiten determinar la velocidad, aceleración y deceleración del elemento en movimiento

Nota: Elaboración propia.

Selección del sistema de potencia

Para la selección del sistema de generación y transmisión de potencia se tiene en cuenta los siguientes factores:

- Fuerza
- Tipo de movimiento
- Velocidad
- Sensibilidad
- Seguridad
- Costo de la energía
- Capacidad de regulación
- Facilidad de manejo
- Costo componentes

La calificación de cada alternativa se da en una escala de 1 a 5, siendo 5 la mejor calificación y 1 la peor.

Matriz de Selección sistema de generación y transmisión de potencia.

MATRIZ DE SELECCIÓN			
CRITERIO	ALTERNATIVAS		
	I	II	III
Fuerza	4	5	4
Costo componentes	3	3	3
Costo de energía	2	2	4
Seguridad	5	3	3
Facilidad de manejo	5	5	4
Velocidad	5	3	3
Sensibilidad	4	4	4
Capacidad deRegulación	5	4	3
Tipo de movimiento	4	4	3
Mantenimiento	4	3	3
Funcionalidad en elproyecto	4	2	4
Puntaje Total	3.840.000	518.000	746.496

Fuente: elaboración propia

La capacidad de producción, facilidad de operación y costos son factores cruciales en la ejecución de este proyecto, esto se refleja en la selección de la alternativa I.

- ***Según el tipo de mando o control***

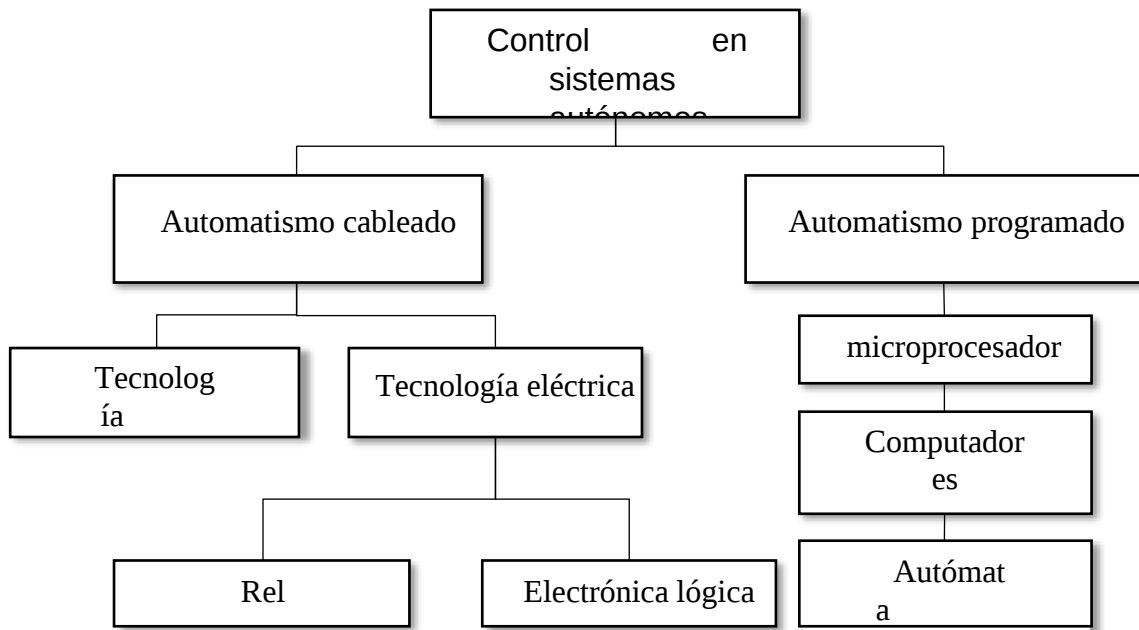
“Mandar o controlar, es el fenómeno engendrado en el interior de un sistema, durante el cual uno o varios parámetros considerados de entrada, actúan sobre, según las leyes propias del sistema, otros parámetros considerados de salida.” (Croser, 2000)

Parte fundamental del desarrollo de automatismos industriales se basa en las técnicas de mando que se empleen, sin esta tecnología no se hubiera logrado el gran apogeo que la automatización tiene hoy en día. El mando en los automatismos es independiente de la energía de trabajo utilizada y de la ejecución técnica de los elementos de automatismos.

El automatismo dispone de numerosas herramientas tecnológicas para realizar el órgano de mando o sistema de control del sistema, estas las podemos agrupar en dos categorías fundamentales: las soluciones cableadas y soluciones programadas.

- **Automatismos Cableados:** Los automatismos cableados son aquellos que se implementan por medio de uniones físicas entre los que forman el sistema de control. Normalmente los automatismos de este tipo van dentro de una caja llamada "Cuadro de mando".

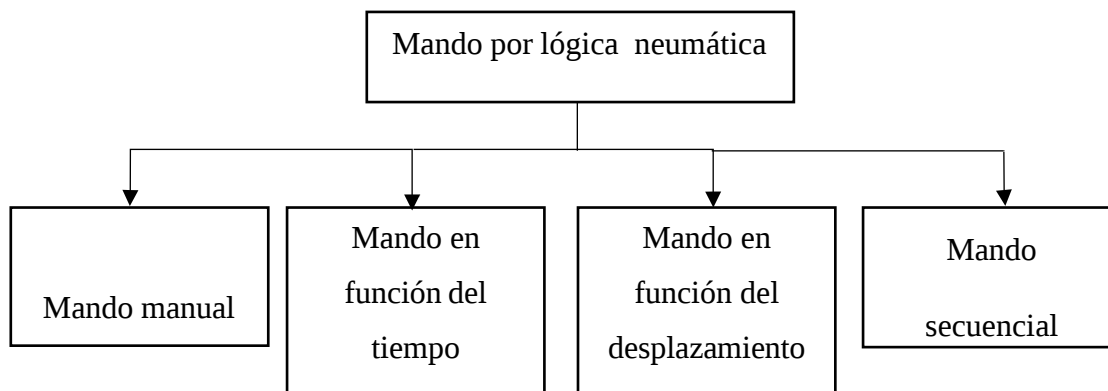
- **Automatismos Programados:** Los automatismos programados son aquellos que se realizan utilizando los autómatas o controladores programables (más conocidos por su nombre inglés: PLC, programmable logic controller).



Tipos de sistemas de control. (Solér, 2014).

Sistemas de control cableado por medio de lógica neumática

Esta es una de las tecnologías mas antiguas, sin embargo, hoy en día aun existen automatismos dotados de este sistema de control. Se basa en el uso de operaciones lógicas como AND ,OR Y NOT. Además, es indispensable el uso de válvulas de memoria, en la mayoría de casos válvulas 3/2 doblemente pilotadas por aire. Dentro de los sistemas de mando neumático existen diferentes tipos, a continuación, se muestran algunos:



Sistemas de control neumáticos. Elaboración propia.

Todo sistema de control debe estar estructurado de modo tal que la información impartida en la entrada recorra de manera consecutiva la cadena de mando y relacione entre sí cada elemento de la cadena. El recorrido de la información es lógico cuando una acción o causa provoca la reacción o efecto de la acción. Los grandes sistemas de control neumáticos están formados a base de varias cadenas de mando, que también deben estar unidas entre sí, lógicamente. (Buenache, 2010, pág. 99)

Usualmente los sistemas de control neumático trabajan a presiones más bajas que el sistema de potencia, lo cual permite un ahorro de energía. Como ya se mencionó el uso de válvulas es indispensable en los sistemas de control neumático, prácticamente estas son las que permiten el control de información, relacionan las señales de entrada con las señales de salida. Los equipos de mando neumático trabajan normalmente sólo con señales discretas.

Dentro de los sistemas de control por lógica neumática existe la posibilidad de controlar las señales de salida con temporizadores, esto se logra con el uso de acumuladores, donde el tiempo de retardo entre la señal de entrada y la inversión de la válvula es el tiempo

que tarda en llenarse el acumulador. Las válvulas temporizadoras son la combinación de una válvula 3/2tres vías dos posiciones, una válvula de estrangulación antirretorno y un depósito de aire.

Para controlar la posición de los cilindros neumáticos se usan finales de carrera mecánicos, los cuales son válvulas 2/2 con retorno por muelle. La logia neumática permite crear mandossecuenciales los cuales funcionan en dependencia del movimiento de los cilindros, pudiendo estar presentes también elementos temporizados como complemento. Las funciones en este tipo de mando van entrelazadas, de forma que si no se realiza una función la siguiente tampoco lo hará. Estos mandos pueden ser de ciclo automático o semiautomático siendo esteúltimo cuando para cada ciclo es necesario producir manualmente una señal de marcha.

Ventajas y Desventajas control por lógica neumática

CONTROL POR LOGICA NEUMATICA		
VENTAJAS		DESVENTAJAS
1	Sistemas relativamente fáciles de diseñar.	Velocidad de transmisión de las señales es baja.
2	Seguros para ambientes de trabajo hostiles ycon riesgos de explosión.	Tecnología que tiende a incrementar su costo debido a la baja producción de suscomponentes.

3	El diseño más sencillo hace que el mantenimiento y no requiere de personal especializado.	El consumo de energía aumenta debido a las pérdidas de energías en compresores y válvulas.
4		Limitado para sistemas de control pequeño, que no requieran el control de muchos actuadores.
5		Son de gran tamaño según la complejidad del automatismo.

Fuente: elaboración propia.

Sistema de control cableado con tecnología electroneumática

La combinación de neumática y electricidad se usa frecuentemente en maquina e instalaciones. La principal aplicación de los sistemas electroneumáticos se encuentra en aquellos casos en los que el aire comprimido se usa como fuente de energía con la ayuda de, cilindros, mientras que los distribuidores son accionados eléctricamente. (Hernandez & Reyes, 2008)

El uso de la electroneumática tiene diferentes ventajas, algunas de ellas se muestran en la siguiente tabla:

Ventajas de los mandos eléctricos.

VENTAJAS DE MANDOS ELECTRICOS	
1	Gran velocidad de transmisión de las señales. En una línea eléctrica, la distancia no tiene consecuencia en el tiempo de respuesta.
2	Aumento de las posibilidades de control debido al constante incremento de elementos de control disponibles en las técnicas eléctrica y electrónica.
3	Ahorro de energía. La electricidad resulta más económica que el aire, pues debido al bajo rendimiento de los compresores solamente se transforma en energía neumática una parte no muy grande de la energía eléctrica.
4	Los elementos eléctricos y electrónicos son más baratos a causa de su producción masiva. Estos mismos elementos son a menudo muy pequeños. ocupan poco espacio y son fáciles de montar.

Fuente: elaboración propia.

La neumática se usa en la parte energética para amplificación y el trabajo propiamente considerado. El elemento de unión es la válvula electromagnética, une la parte eléctrica y la parte neumática. La parte eléctrica de estos mandos trabaja normalmente con tensiones de 12 o 24 volts, y solo en casos excepcionales con 220 volts. Las válvulas electromagnéticas se diferencian solo en la clase accionamiento.

El accionamiento de estos elementos puede ser manual, mecánico o por control remoto (energía eléctrica o neumática de mando). Otra distinción existe entre un pulsador (de palanca, de botón) toma al ser accionado, una posición de contacto, que dura tanto como el accionamiento sobre él. Al soltarlo regresa a su posición de reposo.

Controles lógicos programables

Una instalación neumática, hidráulica o eléctrica puede controlarse desde un PLC con la ventaja de ser modificable. De modo que la programación y el aspecto de las pantallas del monitor pueden cambiarse más adelante para una nueva instalación, o bien, diseñar simplemente una mejora en el circuito o en la presentación de datos en pantalla.

El Autómata Programable Industrial es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar, en tiempo real y en ambiente industrial, procesos secuenciales. (Badia, 2009, pág. 12)

En un automatismo clásico, la función de mando se establece cableando entre si los elementos de maniobra, es decir, poniendo en serie o en paralelo contactos de cierre o apertura. Toda la función reside en el cableado de los elementos de maniobra. Una modificación exige, por tanto, nuevos componentes, cambios de cableado, trabajos de montaje y soldadura y, por supuesto, incremento económico. (Nistal, 2002)

Un autómata programable busca solucionar o brindar facilidad a la hora de realizar este tipo de acciones, estos poseen opciones de reprogramarse de manera fácil y rápida. Por una serie de instrucciones que le dicen a la máquina que contactos debe abrir, cuales debe cerrar, retardos, contactores, etc. Todo el proceso de mando está depositado en la memoria del aparato de automatización.

La tarea de un PLC (Programmable Logic Controller) es la interconexión de señales de entrada, de acuerdo, con un determinado programa y, si el resultado de esta interconexión es “cierto” activa la correspondiente salida. Hoy en día los PLC cuentan con funciones de

temporización y recuento, operaciones de cálculo matemático, conversión de señales analógicas etc. Las entradas de los PLC puede se por medio de entradas binarias “falso” o “verdadero” o por entradas analógicas como medición de fuerzas, velocidades, sistemas de posicionamiento servoneumáticos, etc. (Hernandez & Reyes, 2008, pág. 155)

Otra característica importante de los PLC es que poseen la capacidad de ampliarse por mediodo módulos adicionales de entrada/ salida, módulos analógicos y de comunicación. Los controladores programables pueden enviar ordenes de mando a contactores de motores, válvulas magnéticas, frenos electromagnéticos, lámparas de señalización, etc. Además pueden contar impulsos, almacenar señales, prefijar desarrollos temporales y muchas mas funciones.

Todas estas características de los PLC los hacen adecuados para tareas de automatización entodas las ramas de la industria, existen autómatas de gran escala como miniautómatas empleados en tareas mucho mas fáciles de ejecutar, como control de estacionamientos, cruces de semáforos, pasos a nivel barrera, pequeñas empresas de manufactureras.

Los fabricantes han desarrollado familias de productos que comprenden equipos desde 10 entradas/salidas, hasta grandes controladores capaces de gobernar hasta 10.000 E/S y memorias de 128 K. El campo de aplicación cubre desde el mínimo nivel de automatización de una secuencia de enclavamientos, hasta el control completo de un proceso de producción continua. (Badia, 2009)

Ventajas de los controles lógicos programables.

VENTAJAS DE LOS CONTROLOS LOGICOS PROGRAMABLES	
1	Control más preciso
2	Flexibilidad Control de procesos complejos
3	Facilidad de programación
4	Detección rápida de averías y tiempos muertos
5	Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómat
6	Posibilidad de cálculo científico
7	Implementación de algoritmos complejos de control de procesos.

Fuente: elaboración propia.

Como inconvenientes a corto y medio plazo, presenta la necesidad de formación en las empresas de personal adecuado para su programación y asistencia, al tratarse de verdaderas herramientas informáticas, también su relativa vulnerabilidad frente a las agresivas condiciones del medio industrial, si bien, con el transcurso del tiempo, el nivel de fiabilidad y disponibilidad de estos sistemas se ha mejorado notablemente. (Moreno, 2020)

Selección sistema de control

Para la selección del sistema de mando se tiene en cuenta los siguientes factores:

- Formación del personal de servicio y mantenimiento
- Fiabilidad de los elementos
- Costo del sistema

- Condiciones ambientales
- Sencillez de diseño
- Velocidad de transmisión de la señal

A partir de estos criterios se realiza la matriz de selección, la cual nos permite seleccionar la alternativa más viable para el proyecto.

La calificación de cada alternativa se da en una escala de 1 a 5, siendo 5 la mejor calificación y 1 la peor.

Matriz selección sistema de mando.

MATRIZ DE SELECCIÓN			
CRITERIO	ALTERNATIVAS		
	I	II	III
Costo del sistema	3	3	4
Disponibilidad de los elementos	2	3	5
Formación del personal de servicio y mantenimiento	4	3	4

Condiciones ambientales	5	4	4
Sencillez de diseño	2	4	4
Velocidad de la transmisión de la señal	2	4	5
Puntaje Total	2.560	2.304	6.400

Fuente: elaboración propia

Se observa que la alternativa más viable con la proyección del presente proyecto es la alternativa III, es decir, un sistema de control lógico programable. Un criterio crucial en el desarrollo del proyecto es la versatilidad de diseño y la disminución de costos, por ende, la selección de esta alternativa resulta lógica

ANEXO B – FABRICACION DE BOCADILLO VELEÑO

La fabricación de tan exquisito producto empieza por la selección, desinfección y lavado de su materia prima, la guayaba. La fruta se sumerge en tanques de agua con el fin de eliminar todo residuo contaminante como lo son el barro y hojas, además se clasifican las guayabas según el estado de madurez, esto es de suma importancia debido a que en la fabricación de bocadillo veleño es determinante utilizar guayabas maduras teniendo en cuenta que esto define la apariencia característica del producto e influye en su sabor agridulce en consecuencia de que las guayabas son acidas y hacen contraste con el dulce del azúcar (Superintendencia de industria y comercio, Resolucion N° 37563, 2017).



(Asoveleños, 2007). Selección y lavado de la guayaba. Recuperado de

<http://www.bocatello.com/nuestraempresa.html>

Posteriormente empieza con el proceso de despulpado, donde se introduce la guayaba ya limpia en la despulpadora y esta se encarga de trituras y separar las semillas, teniendo la pulpa de la guayaba inicia el proceso de cocción este se hace dentro de marmitas de acero inoxidable que tienen una capacidad máxima de 300 kg con una cantidad de pulpa de 130 kg. Se cocina la pulpa con azúcar, durante 45 minutos en promedio, agitando constantemente.

El punto de cocción ideal se realiza de manera manual, el pailero saca una muestra de la mezcla y con gran experiencia en el oficio realiza un examen visual verificando el color y textura de la mezcla (Superintendencia de industria y comercio, Resolución N° 37563, 2017).

Seguidamente al proceso de cocción se vierte la jalea en moldes de madera o de acero, al cual se le pone una lámina de plástico al interior para evitar contaminación y que la jalea se adhiera a este, el tamaño de los moldes es de 5 cm de profundidad, 30 cm de ancho y 140 cm de largo. Los moldes se enfrían en cuartos ventilados naturalmente por un tiempo promedio de dos días.



(Fabrica de Bocadillos el Ruiz, 2012). Proceso de moldeo. Recuperado de

http://www.fabricadebocadilloselruiz.com.co/?page_id=794

En este punto es importante resaltar que el bocadillo veleño se hace únicamente a partir de dos variedades regionales de guayaba: roja y blanca. De no contar con estos tipos de guayaba seria imposible garantizar que el producto tuviera colores rojos en su interior y claro en los costados. Estos tipos de guayaba se producen a altitudes entre 1200 y 2200 metros

sobre el nivel del mar, con un nivel de precipitación entre los 1000 y 3800 mm de lluvia anual y temperaturas entre los 15.5° C hasta los 34° C, la planta de guayaba sucumbe a temperaturas menores de 3.2 °C. Estas condiciones ideales se presentan en gran parte de las Provincias de Vélez y Ricarurte de aquí yacen las características tan particulares del bocadillo que se fabrica en esta región (Superintendencia de industria y comercio, Resolucion N° 37563, 2017).

Continuando con el proceso de fabricación del bocadillo, cuando el bocadillo ya se encuentra dentro de los moldes y ha finalizado la etapa de enfriamiento, inicia el proceso de corte, el cual se hace de manera manual con ayuda de una cortadora que realiza el corte por medio de hilos de acero inoxidable templados. Para esto es necesario disponer de dos cortadoras, en la primera se encarga de realizar el proceso de lonjeo el cual hace referencia a partir el bocadillo en bloques de 4.5 cm de alto, 4 cm de ancho y 30 cm de largo, al culminar con esta etapa de corte tenemos como resultado 35 bloques de dichas características. En la segunda etapa de corte se dispone de a 5 bloques (resultado de la etapa anterior) y se ubican sobre una nueva cortadora la cual divide cada bloque en 20 partes de las siguientes dimensiones: 4.5 cm de alto, ancho de 1.5 cm y largo de 4 cm. Esta ultima etapa se debe repetir 5 veces para culminar en totalidad con el corte del bocadillo. A continuación, se muestra una tabla con las dimensiones finales de las dos presentaciones de bocadillo veleño:

Dimensiones del bocadillo veleño en presentación Extrafino y Tradicional

Tamaño	Capa blanca superior	Capa roja	Capa blanca inferior	Altura	Ancho	Largo
Extrafino	Mini 1,5 cm	Mini 1,5 cm	Mini 1,5 cm	4,5 - 5 cm	1,5 - 2,2 cm	4 - 4,8 cm
Tradicional	Mini 0,3 cm	Mini 4 cm	Mini 0,2 cm	4,5 - 5 cm	1,5 - 2,2 cm	4 - 4,8 cm

Nota. Recuperado de Superintendencia de industria y comercio, Resolucion N° 37563

(2017)



(FedeVeleños, Federación de la cadena productiva de bocadillo veleño, 2020). Proceso de corte del bocadillo veleño. Recuperado de <https://www.bocadillovelenodo.com/proceso-del-bocadillo>

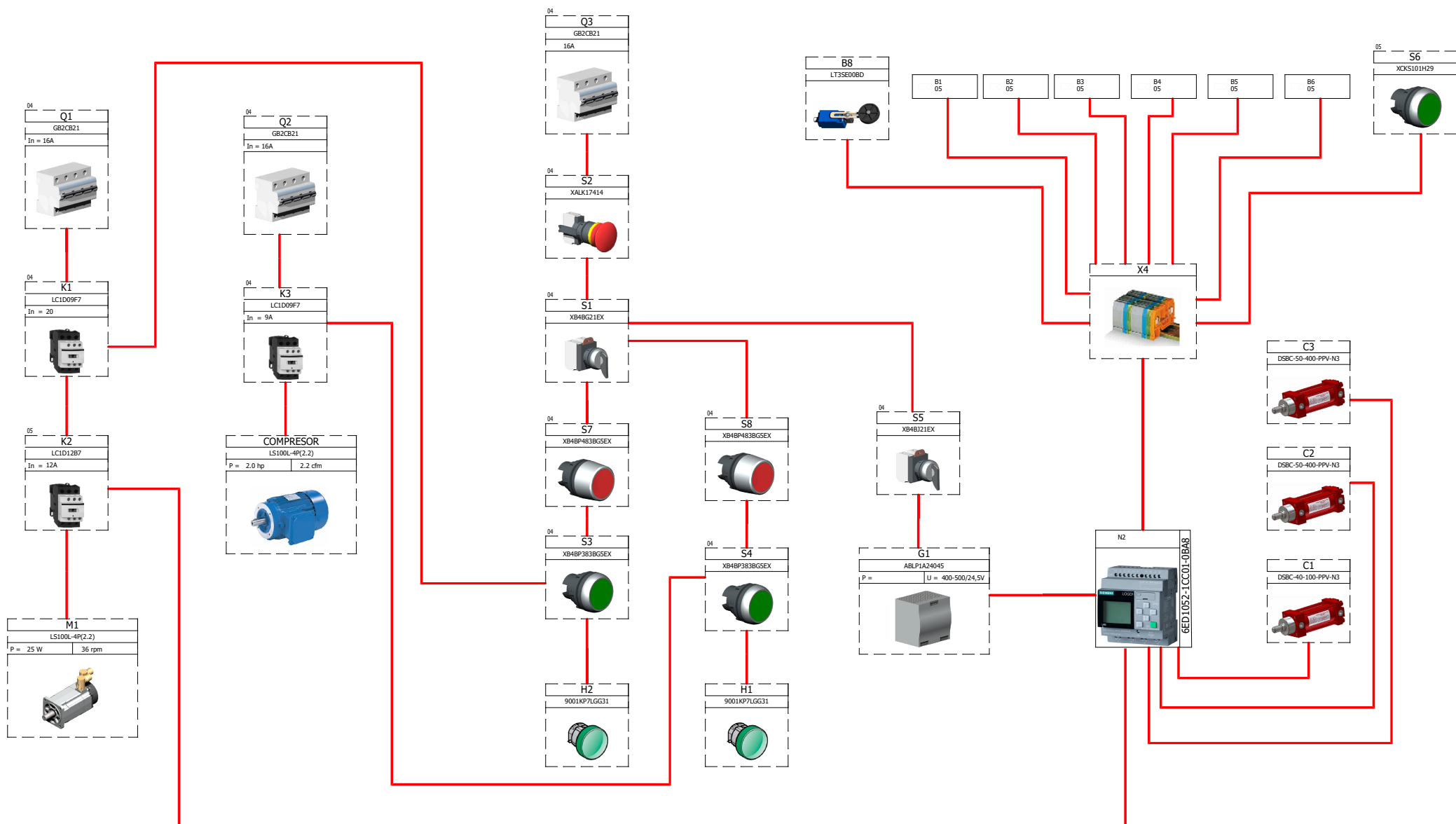
Una vez el bocadillo veleño se encuentre seco y de consistencia firme viene el proceso de empaque, cada bocadillo se envuelve en hoja de bijao de forma manual y posteriormente se embala en cajas de madera o cartulinas de a 4, 12, 18 o 36 bocadillos según el tamaño de la presentación deseada.

ANEXO C– PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CORTADORA CB-2M1

MANTENIMIENTO PREVENTIVO CORTADPRA CB-2M1		
SISTEMA NEUMATICO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	
	Deteccion y supresion de fugas de aire	Diariamente
	Drenar el condesado del filtro	Semanalmente
	Limpieza del cartucho filtrante	Semanalmente
	Medir la presion de entrada	Mensualmente
	limpieza del tazon de la aceitera	Anualmente
	Recuperar el nivel de aceite	Semanalmente
	Detencion de fugas de aceite	Mensualmente
	Ajustar el chorro de aceite	Según se necesite
	Limpiar el paso del chorro de aceite	Mensualmente
	ELECTROVALVULAS	
	Fugas de aire a través de la valvula y acople rapido	Diariamente
	Accionar de manera manual para verificar funcionamiento	Semanalmente
	Restauracion si es necesario y si es posible	Según se necesite
	Verificar el solenoide y su parametro electrico	Mensualmente
	Verificar el retorno por muelle	Mensualmente
	Verificar que los silenciadores no esten tapados	Mensualmente
	Medir la presion de entrada	Anualmente
	CILINDROS NEUMATICOS	
	Verificar fugas y presión de entrada	Diariamente
	Inspeccionar el soporte mecánico (brida)	Mensualmente
	Inspeccionar los rodamientos lineales de las guias	Mensualmente
	Verificar el alineamiento del vastago	Según se necesite
	Reemplazar los sellos	Anualmente
	Calibrar la amortiguacion del cilindro	Mensualmente
	Calibrar las valvulas reguladoras de caudal	Mensualmente
SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL	GABINETE ELECTRICO	
	Verificación visual del tablero eléctrico	Diariamente
	Verificacion del funcionamiento de los interruptores y pulsadores	Mensualmente
	Verificar funcionamiento de la parada de emergencia	Mensualmente
	Aspiracion del polvo y signos de suciedad	Mensualmente
	Verificar el correcto rotulado dentro del tablero	Anualmente
	Medir la tension dentro del tablero	Mensualmente
	Probar el accionamiento de las protecciones	Mensualmente
	Revisar el estado exterior del tablero	Diariamente
	Revisar que el tablero este aterrizado a través de un polo a tierra	Mensualmente
	Revisar que la tornilleria este completa	Mensualmente
	Revisión del orden de los cables dentro de la canaleta	Anualmente
	Verificar si hay cables sueltos	Mensualmente

SISTEMA DE TRANSPORTE	BANDA TRANSPORTADORA	
	Verificación visual de la banda transporatdora	Diariamente
	Reajustar el tensionado de la banda	Mensualmente
	Checar nivel de aceite del motoreductor	Semanalmente
	Chear posibles fugas de aceite	Semanalmente
	Limpieza de la cinta	Semanalmente
	Revisar la alineacion del motoreductor	Mensualmente
	Lubricación de los rodamientos	Trimestralmente
	Revision del esatdo de la cinta	Mensualmente
	BANDA DE RODILLOS	
	Limpieza de las holguras entre rodillos	Diariamente
	Revision de la alineacion de los rodillos	Mensualmente
	Lubricación de los rodamientos	Trimestralmente
ADICIONALES		
	Revise el templado de los hilos de acero inoxidable de cada tamiz	Semanalmente
	Ajuste y apriete toda la tornilleria del sistema estructural	Mensualmente
	Limpieza general de la cortadora	Diariamente
	Verifique el filo de la cuchilla de aceo inoxidable	Mensualmente
	Verifique que todos los componentes de la cortadora esten correctamente nivelados	Mensualmente

ANEXO D – PLANOS DEL SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL.



CORTADORA DE BOCADILLO CB-2M1

Universidad Industrial de Santander

CONTRACT: 0001

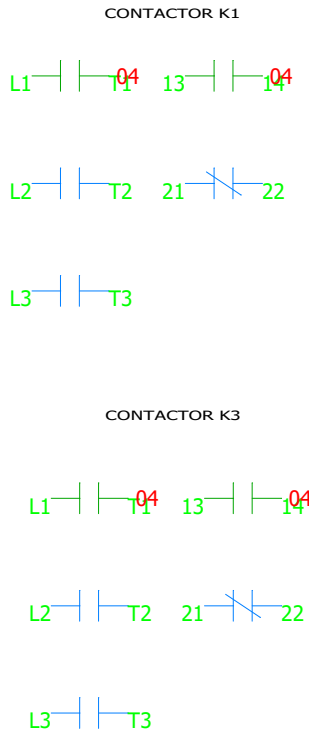
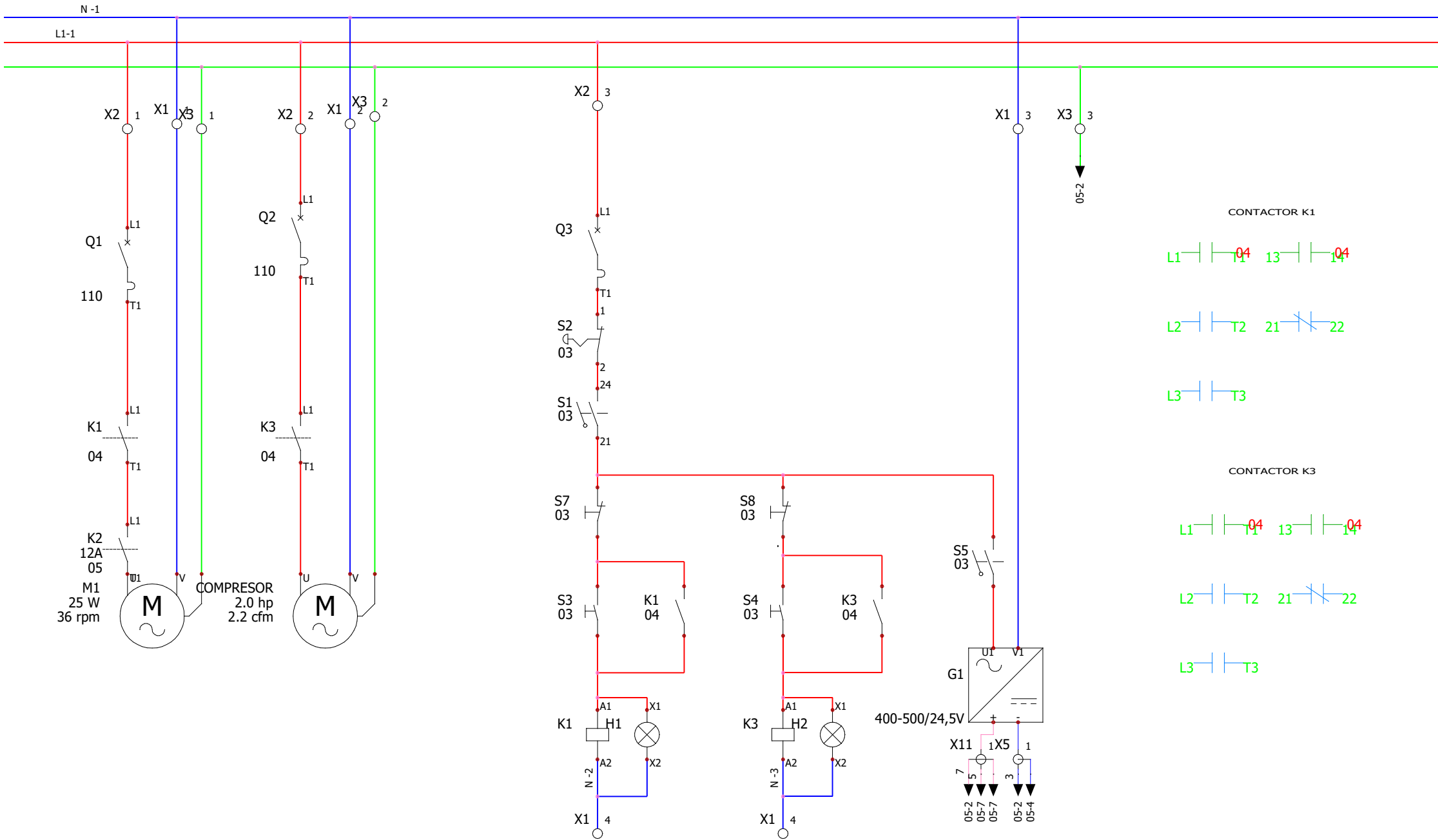
LOCATION:

L1

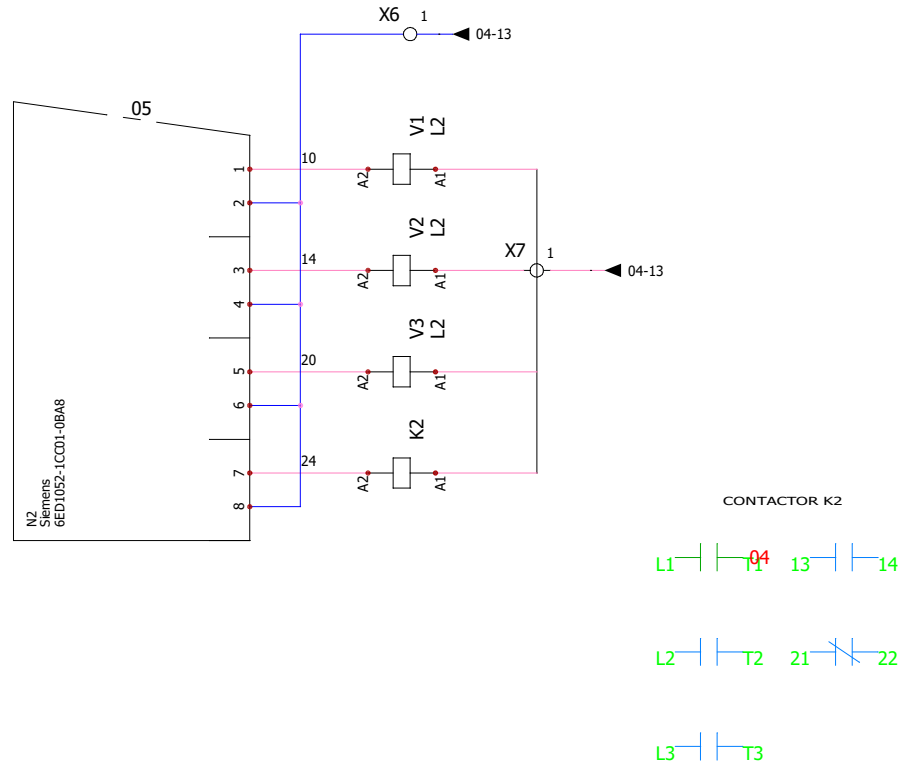
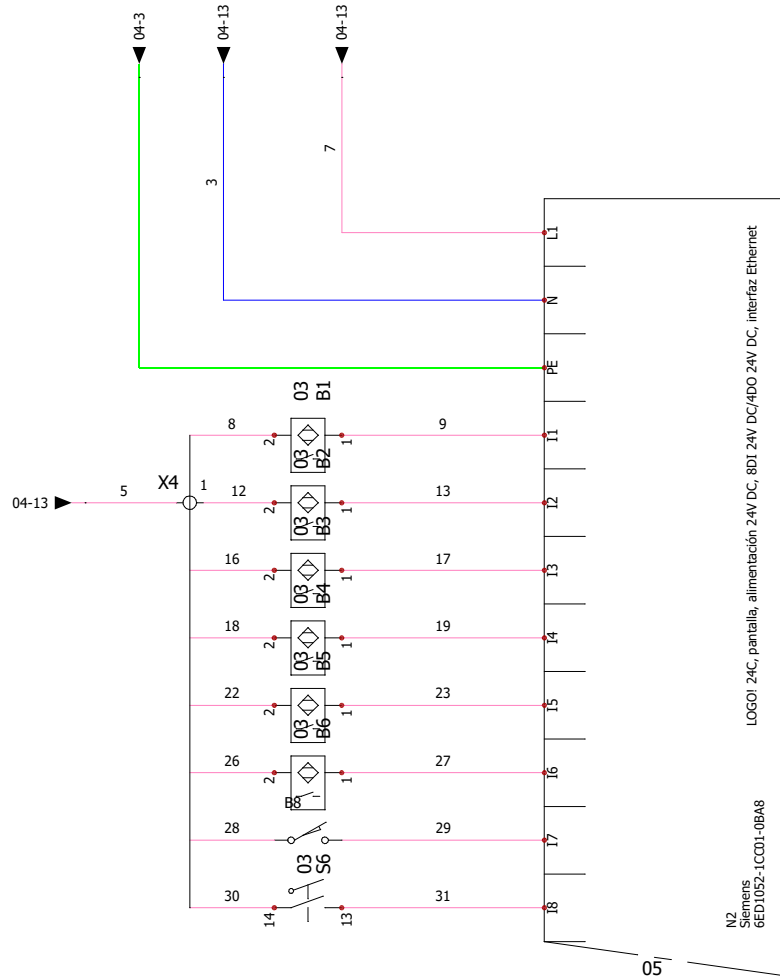
Plano Sinótico

Armario principal

REV.	FECHA	NOMBRE	OBSERVACIONES	REVISION
0	1/08/2022	Wilches		0
ELABORADO POR:	Miguel Wilches -Miguel Poblador			HOJA
				03



CORTADORA DE BOCADILLO CB-2M1		Diagrama de potencia y control a 110 V								REVISION
										0
						0	1/08/2022	Wilches		
						REV.	FECHA	NOMBRE	OBSERVACIONES	
Universidad Industrial de Santander										
CONTRACT: 0001		LOCATION: L1		Armario principal		ELABORADO POR: Miguel Wilches -Miguel Poblador				04



CORTADORA DE BOCADILLO CB-2M1

Universidad Industrial de Santander

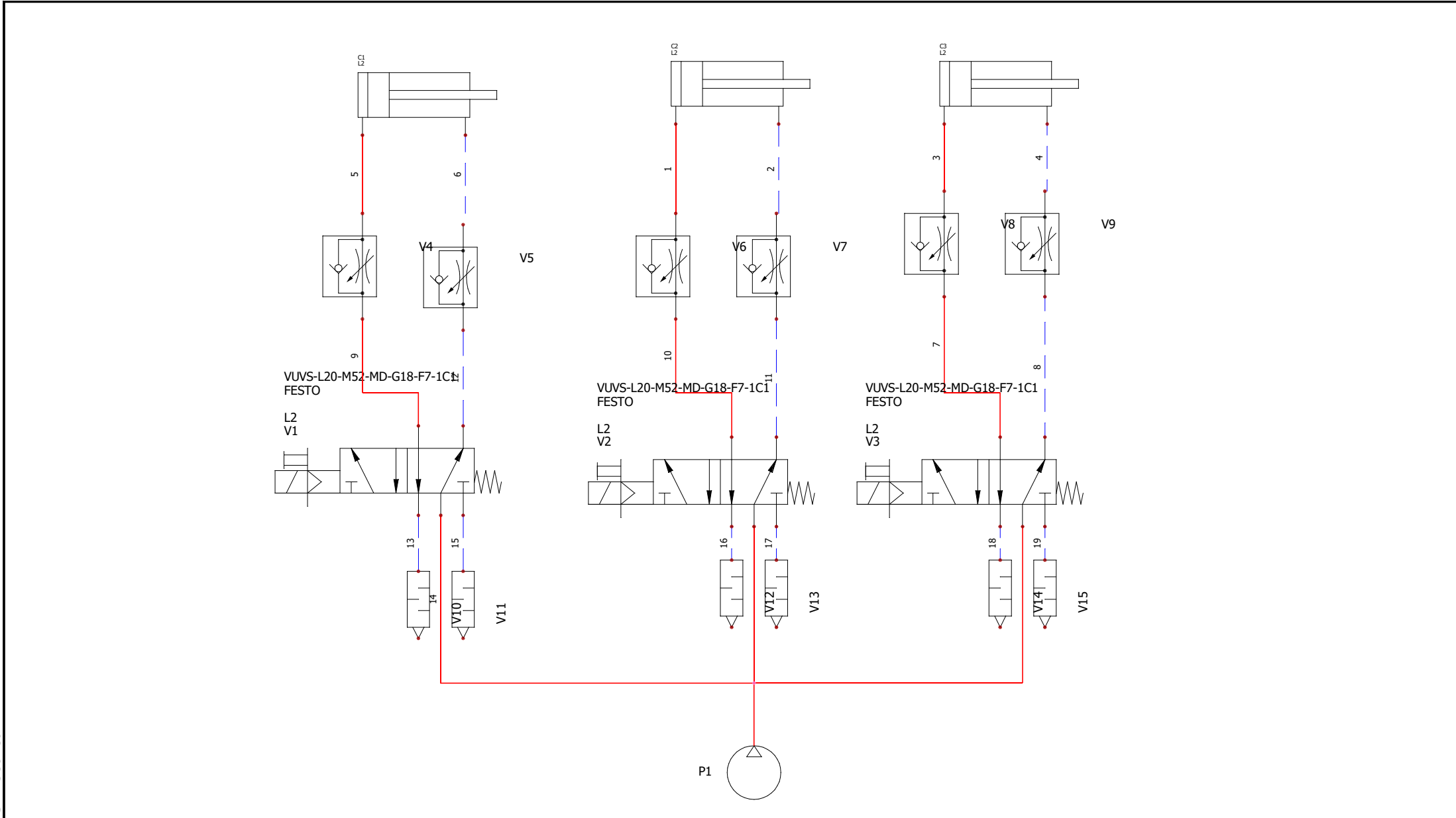
CONTRACT: 0001

LOCATION: L1

Conexiones PLC

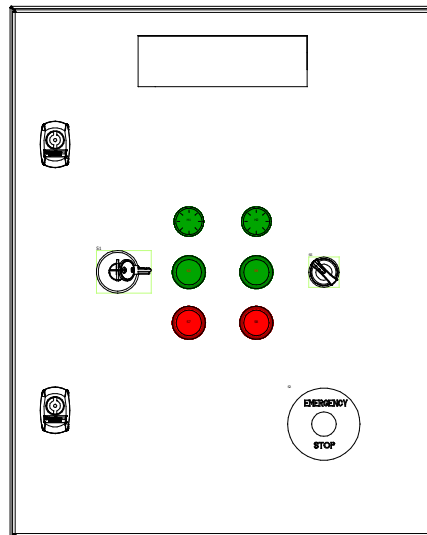
Armario principal

REV.	FECHA	NOMBRE	OBSERVACIONES	REVISION
0	1/08/2022	Wilches		0
				HOJA
				05

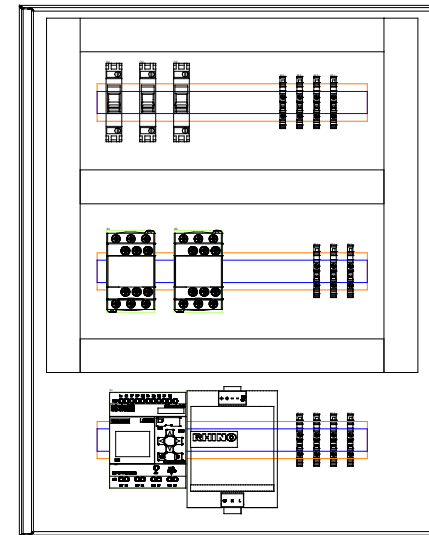


CORTADORA DE BOCADILLO CB-2M1		Diagrama neumatico				REVISION		
						0		
						24/08/2022	Wilches	
						REV.	FECHA	NOMBRE
Universidad Industrial de Santander						HOJA		
CONTRACT: 0001		LOCATION: L1		Armario principal		06		
		ELABORADO POR: Miguel Wilches -Miguel Poblador						

VISTA EXTERIOR



VISTA INTERIOR



CORTADORA DE BOCADILLO CB-2M1

Universidad Industrial de Santander

CONTRACT: 0001

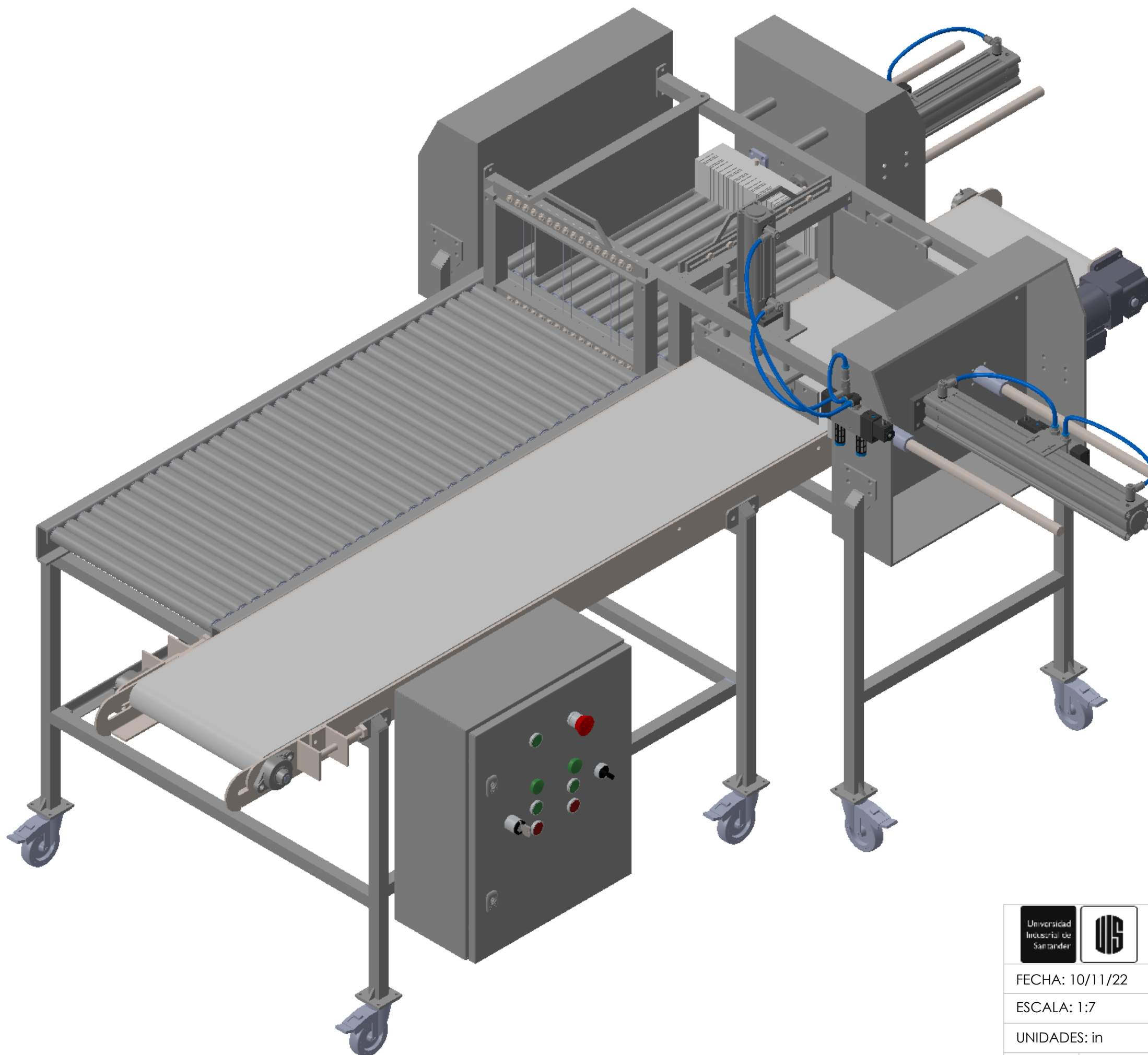
GABINETE

LOCATION: L1

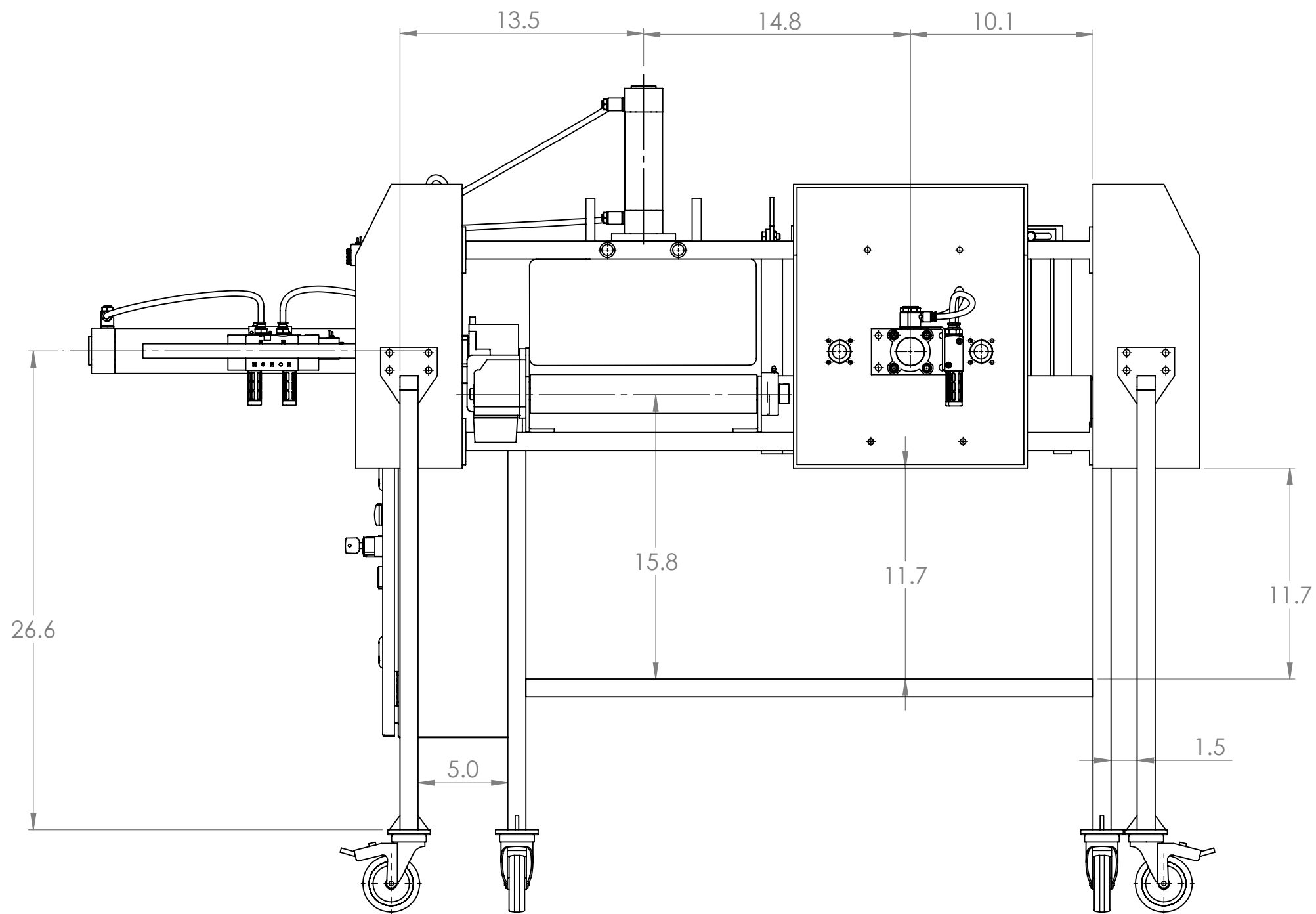
Armario principal

REV.	FECHA	NOMBRE	OBSERVACIONES	REVISION
0	26/08/2022	Wilches		0
08				
ELABORADO POR: Miguel Wilches -Miguel Poblador				HOJA

ANEXO E – PLANOS MECANICOS CORTADORA CB-2M1.



Universidad Industrial de Santander UIS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
FECHA: 10/11/22		TITULO: VISTA ISOMETRICA GENERAL	
ESCALA: 1:7		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
UNIDADES: in		REVIS: ING. JORGE MENESES	HOJA 1/57
A4			



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Vista frontal, medidas para localizar posición de piezas durante el proceso de ensamblaje



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:7

UNIDADES: in

A4

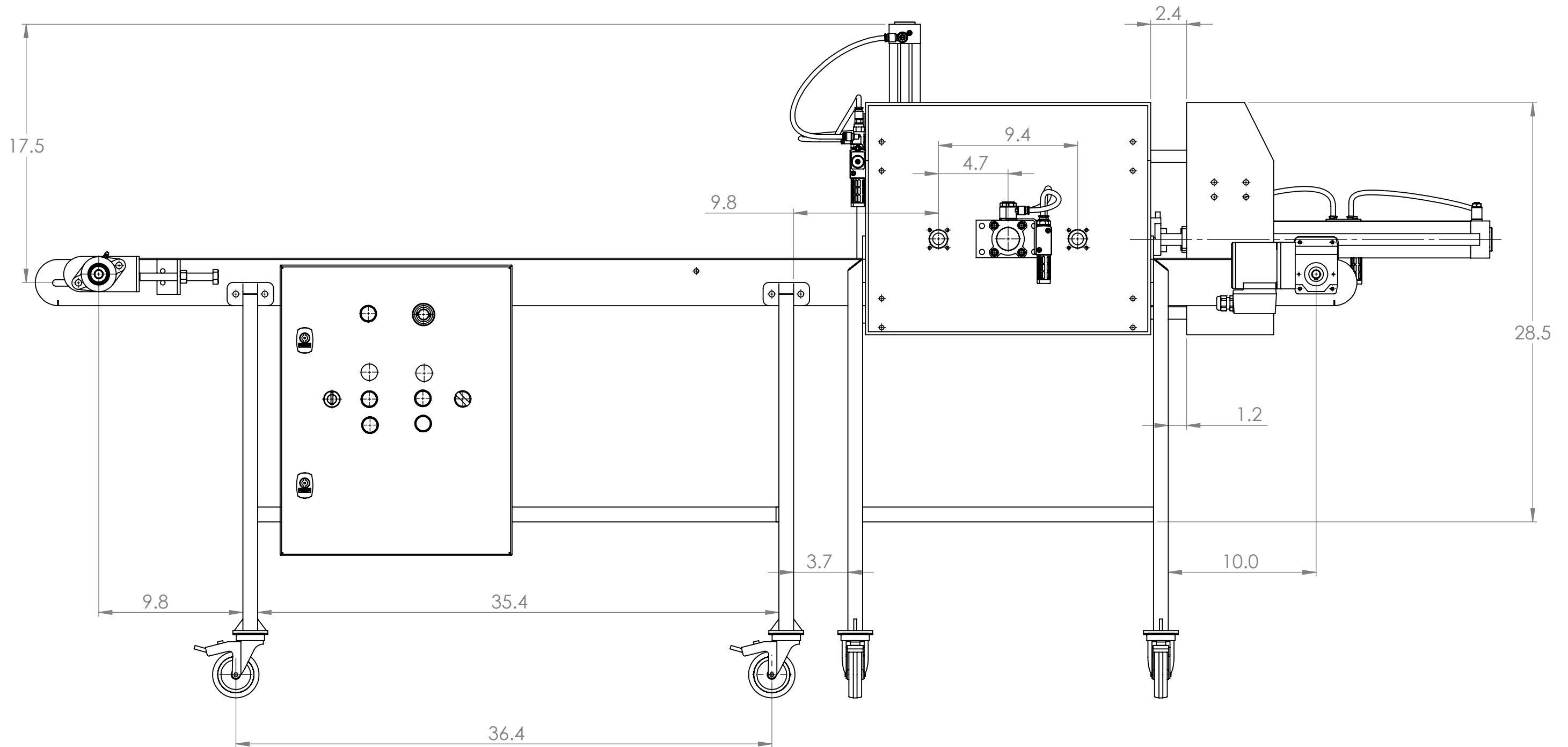


TITULO: CB-2M1
VISTA PRINCIPAL
VISTA FRONTAL

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 2/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Vista lateral derecha, medidas para localizar posición de piezas durante el proceso de ensamblaje



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:7

UNIDADES: in

A4

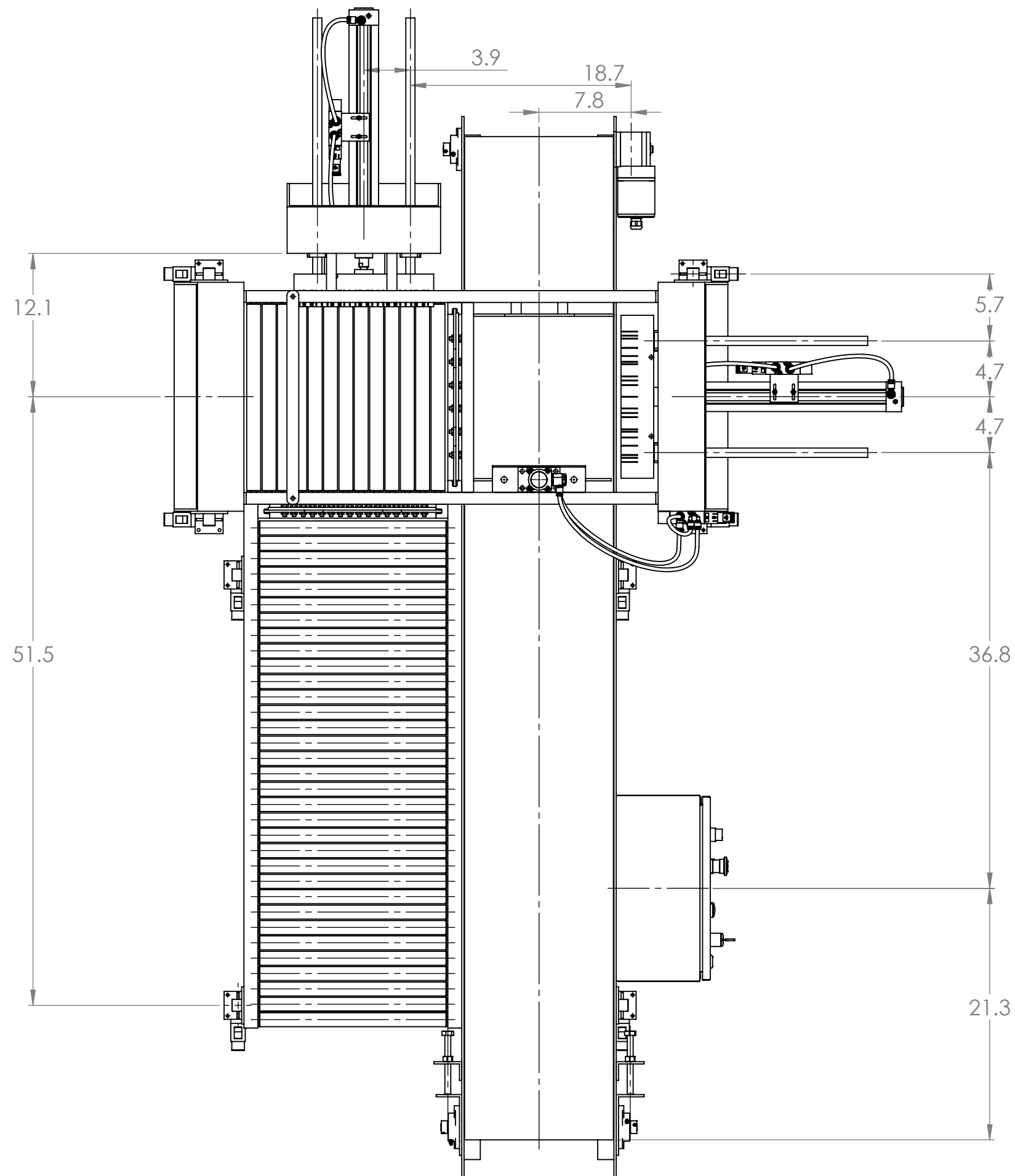


TITULO: CB-2M1
VISTA PRINCIPAL
LATERAL DERECHA GENERAL

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

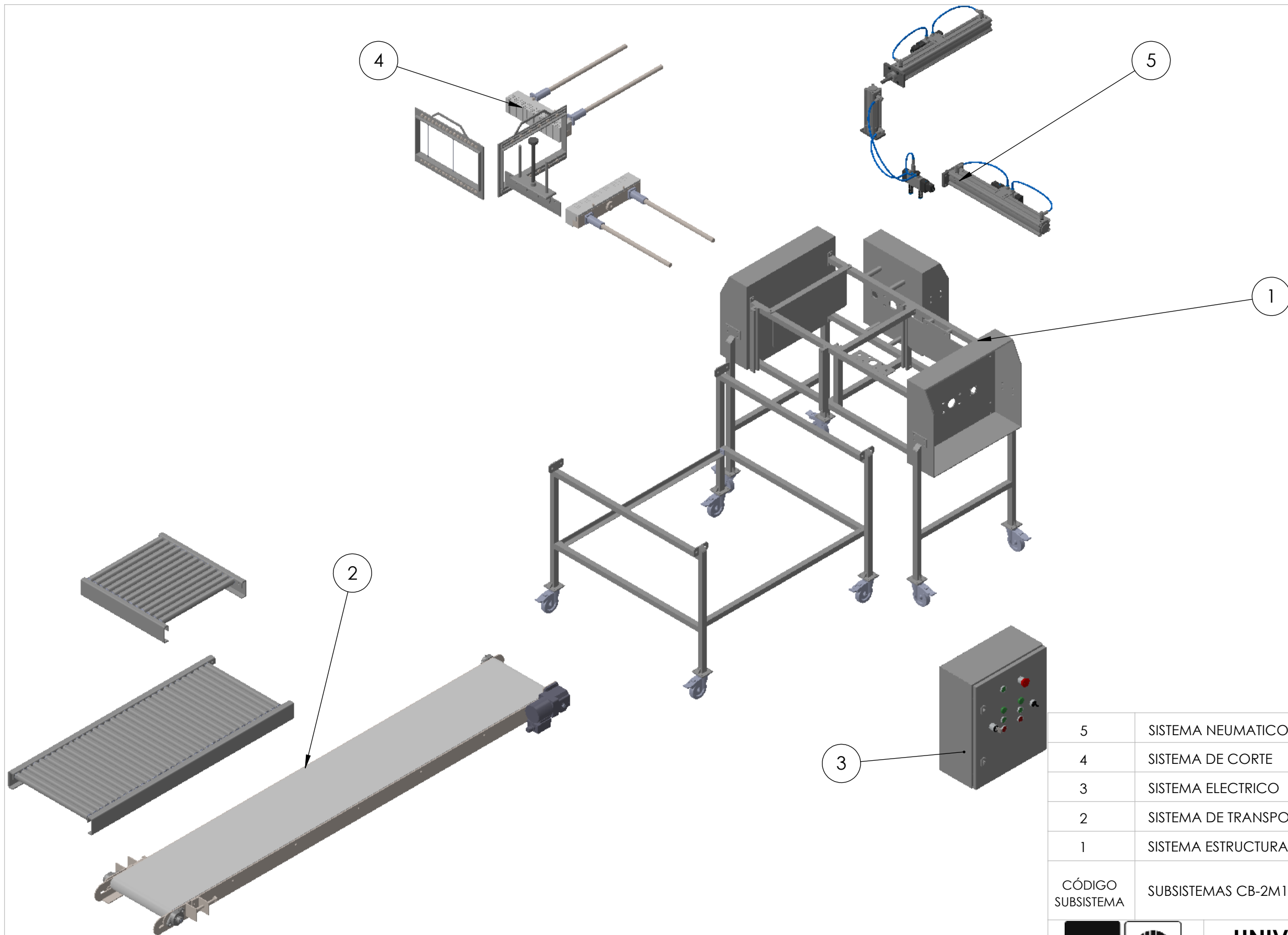
REVISA: ING. JORGE MENESES

HOJA 3/57



Vista superior, medidas para localizar posición de piezas durante el proceso de ensamblaje

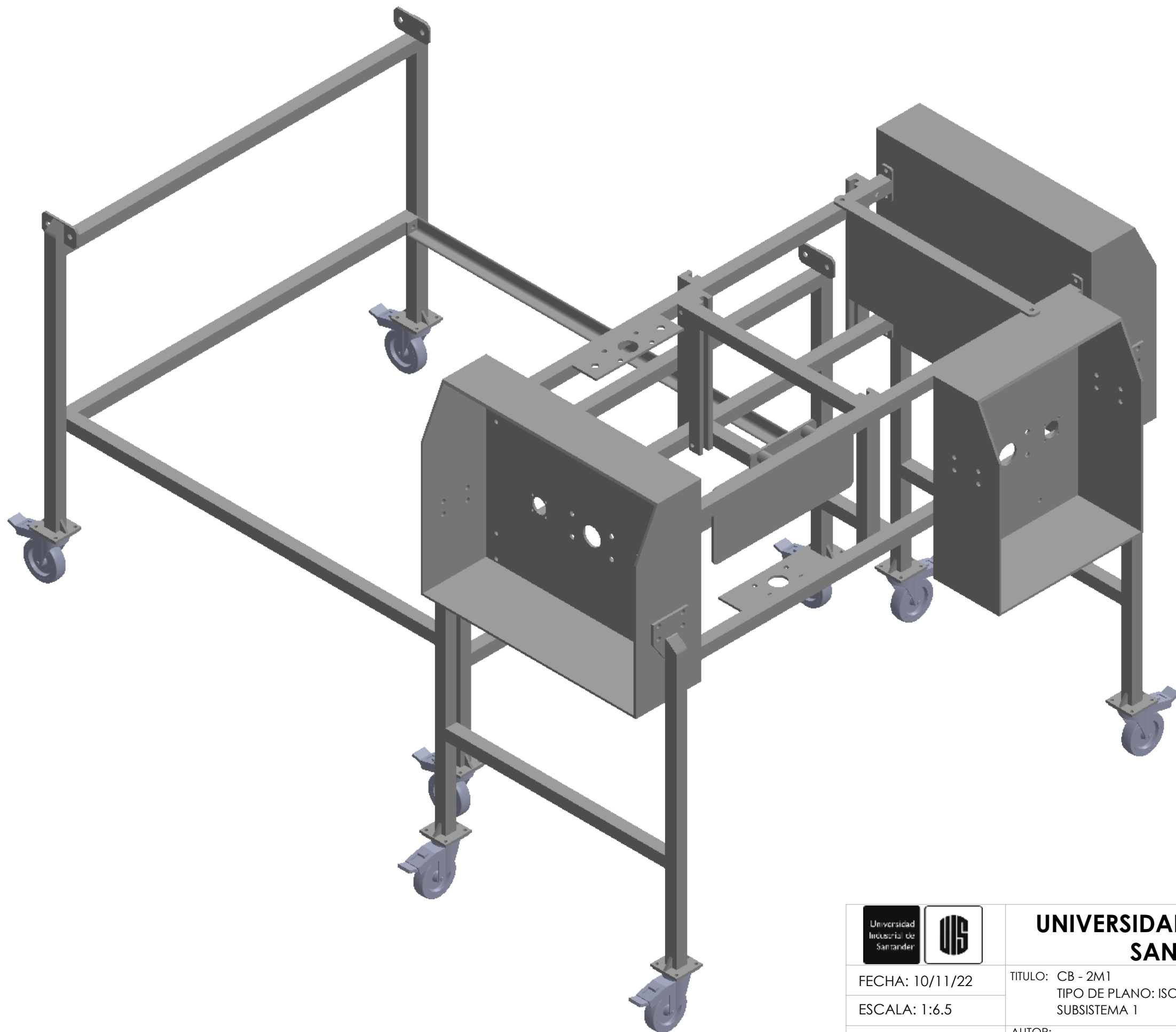
Universidad Industrial de Santander UIS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
FECHA: 10/11/2022		TITULO: CB-2M1 VISTA PRINCIPAL VISTA SUPERIOR	
ESCALA: 1:7		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
UNIDADES: in		REVIS: ING. JORGE MENESES	
A4		HOJA 4/57	



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

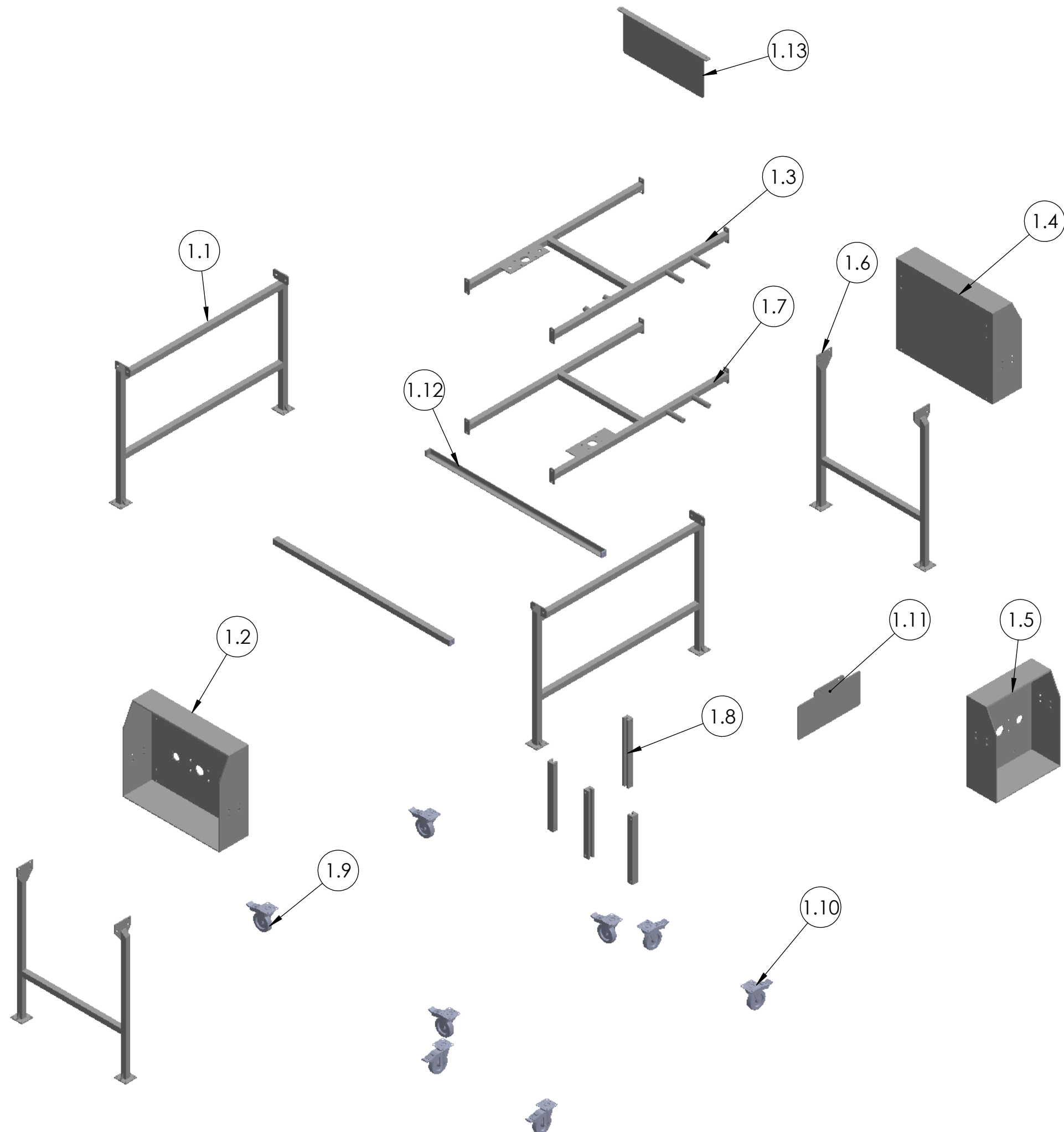
Una vez ensamblados los componentes del subsistema (1), se procede a realizar el ensamblaje general, tomando como base el sistema estructural, el cual sirve como guía a la hora de ensamblar los elementos en general. De esta manera se toma el ensamblaje 1, se agrega el sistema de transporte (2), luego el de corte (4), en seguida el neumático y para finalizar, el sistema eléctrico(3) , para mayor claridad ver planos 1,2,3,4.

5	SISTEMA NEUMATICO		
4	SISTEMA DE CORTE		
3	SISTEMA ELECTRICO		
2	SISTEMA DE TRANSPORTE		
1	SISTEMA ESTRUCTURAL		
CÓDIGO SUBSISTEMA	SUBSISTEMAS CB-2M1		
Universidad Industrial de Santander 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		
FECHA: 10/11/22	TITULO: CB-2M1 VISTA EXPLOSIONADA SUBSISTEMAS		
ESCALA: 1:17			
UNIDADES: in	AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES		
A4		REVIS: ING. JORGE MENESES	HOJA 5/57



Vista isométrica del subsistema 1, usada para la ubicación correcta de cada una de las piezas.

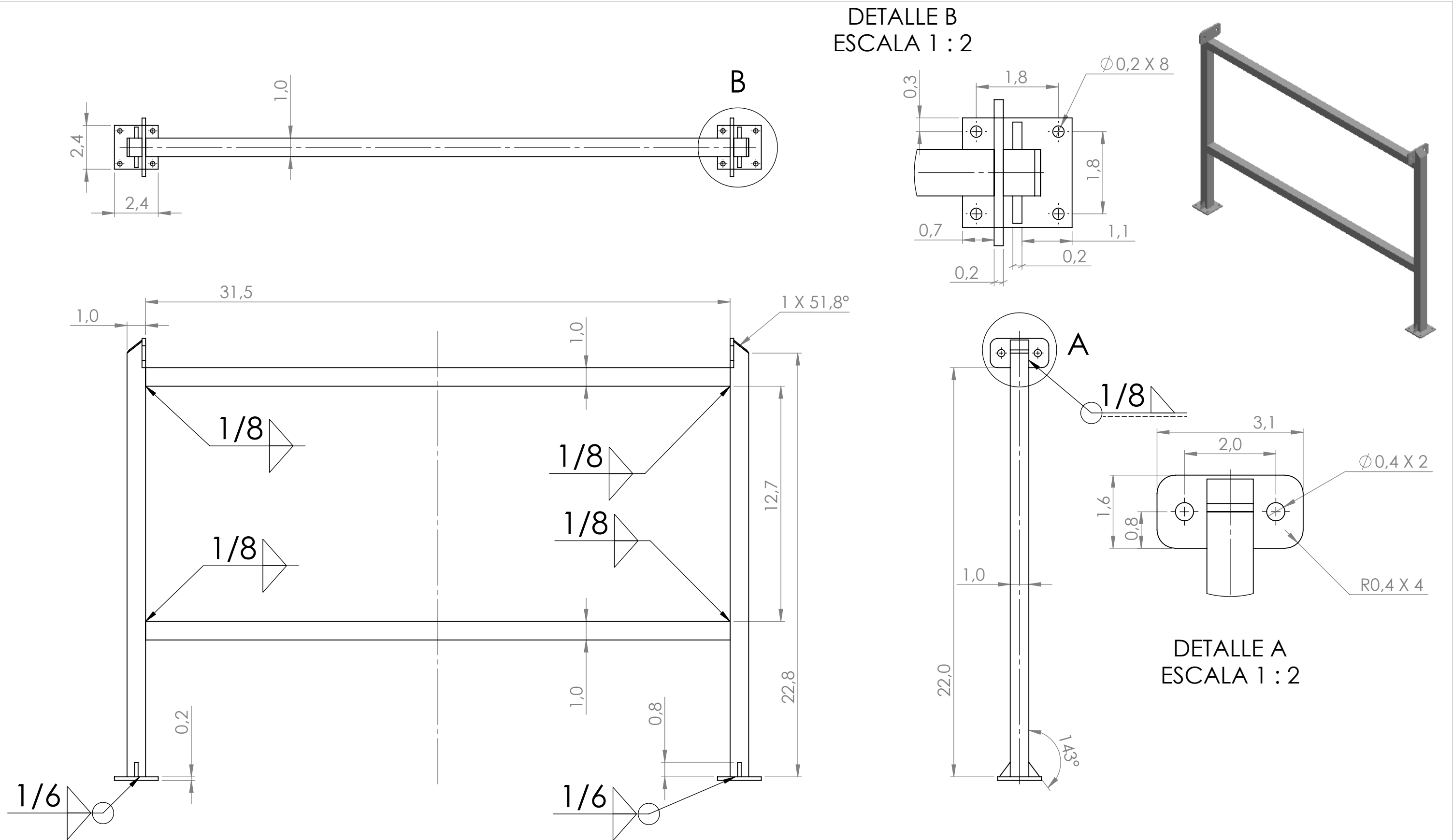
 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
FECHA: 10/11/22		TITULO: CB - 2M1	
ESCALA: 1:6.5		TIPO DE PLANO: ISOMETRICA	
UNIDADES: in		SUBSISTEMA 1	
A4		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
		REVISA: ING. JORGE MENESES	HOJA 6/57



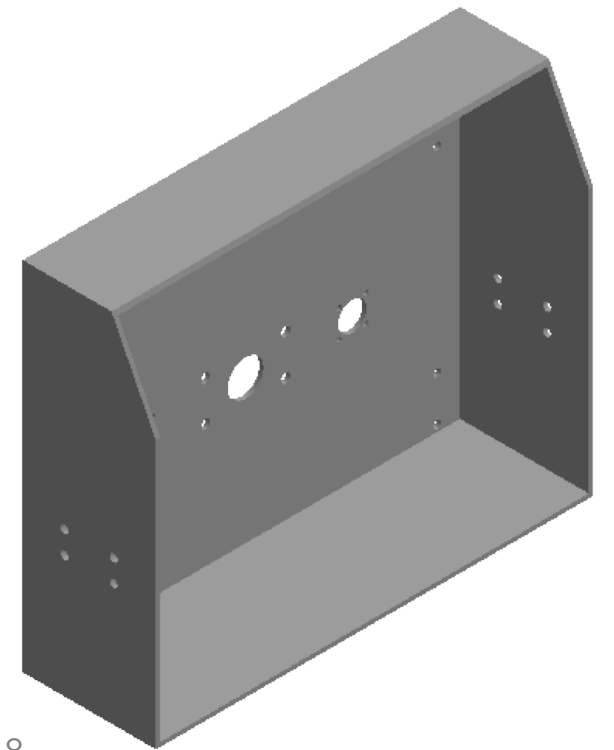
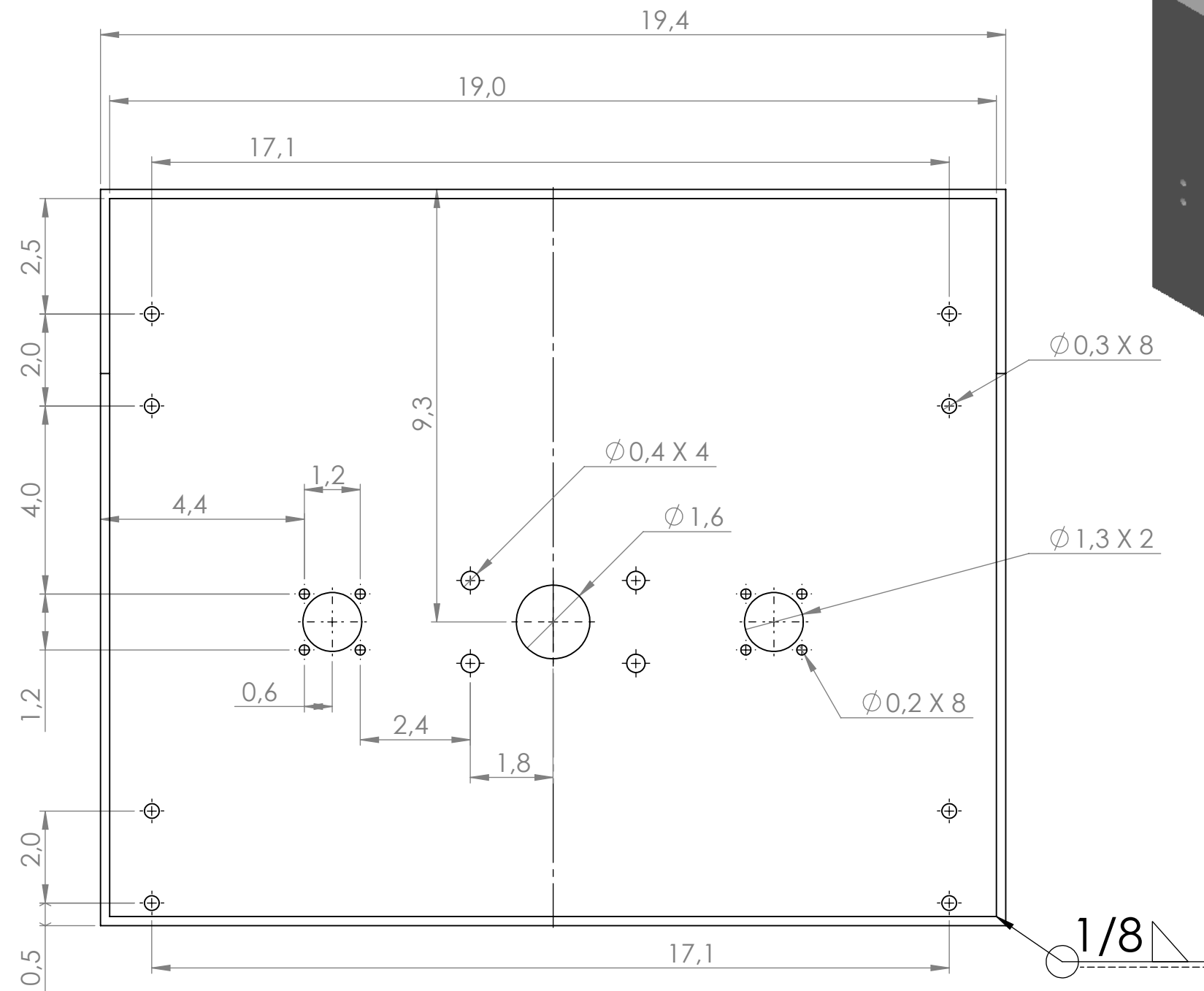
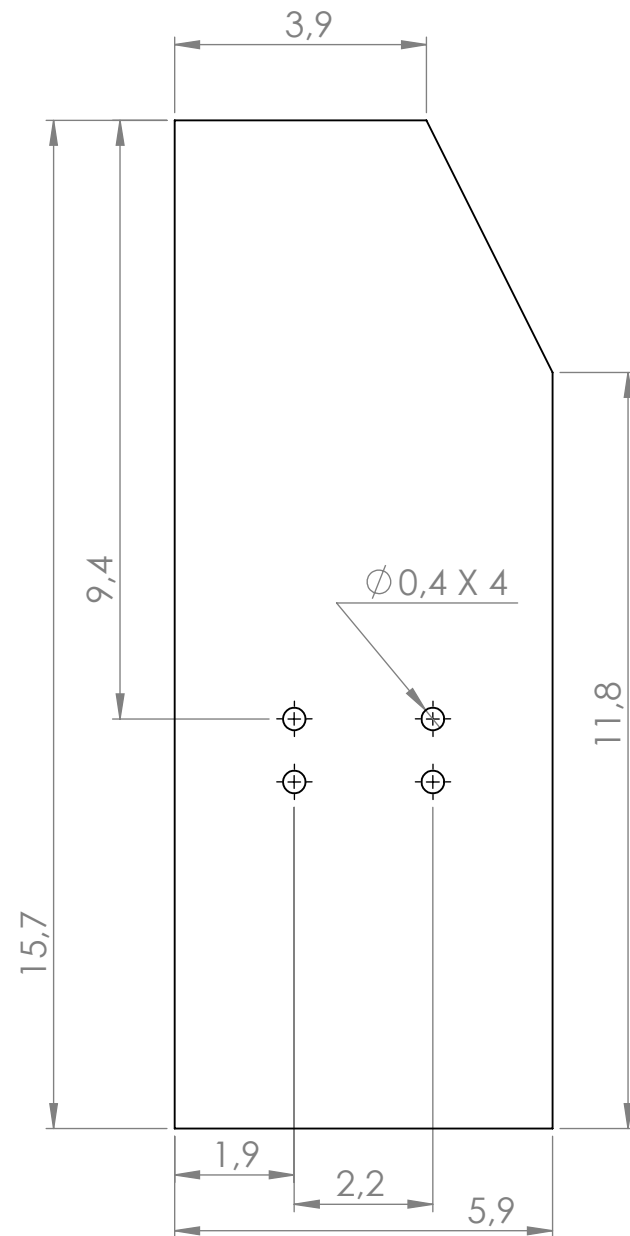
Tomando como base las piezas 1.1 se inicia el ensamblaje, de acuerdo a la vista isométrica plano (6), se hace coincidir las piezas 1.12. Luego se subensamblan a las piezas 1.6, las piezas 1.7, 1.3 y 1.8, a la pieza 1.3 se atornillan las piezas 1.13 y 1.11. Seguido a esto, se unen las piezas 1.9 y 1.10 para ser atornilladas a las piezas 1.1 y 1.6. Por último, a las piezas 1.6, 1.3 y 1.7 se atornillan las piezas 1.4, 1.5 y 1.2.

1.13	PLACA 2	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.12	SOPORTE TABLERO	2	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.11	PLACA 1	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.10	BASE RODACHIN	8	JP2BD080 ELESA
1.9	RODACHIN	8	JP2BD080 ELESA
1.8	GUIA 1	4	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.7	UNION CAJAS 2	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.6	BASTIDOR DESARMABLE PATAS CAJA	2	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.5	CAJAS ACTUADOR 3	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.4	CAJAS 2	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.3	UNION DE CAJAS	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.2	CAJAS	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1.1	PATAS 1	2	ACERO INOXIDABLE AISI 304
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN:

Universidad Industrial de Santander 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
FECHA: 10/11/22		TITULO: CB-2M1 TIPO DE PLANO: EXPLOSIONADO SISTEMA ESTRUCTURAL	
ESCALA: 1:13			
UNIDADES: in		AUTOR: AUTOR DEL PROYECTO, GRUPO, SUBGRUPO	
A4		REVIS: ING. JORGE MENESES	HOJA 7/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:		Universidad Industrial de Santander UIS	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Se utiliza perfil cuadrado de 1", calibre 18 acero AISI 304 para las dos secciones verticales y para las dos horizontales. Con lámina de 3 [mm] de espesor, acero AISI 304 se realizan los detalles A y B, los cuales se guardan en formato dwg para ser usados en el software de la máquina de laser y realizar el respectivo corte. Por último, se realiza la unión de todas las partes con electrodo E308LSi.		FECHA: 10/11/2022		TITULO: CB-2M1
		ESCALA: 1:5		TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
		UNIDADES: in		1.1PATAS 1
A4		REVISAR		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES
				REVISAR: ING. JORGE MENESES
				HOJA 8/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza lámina de 5 [mm] de espesor, acero AISI 304, se usa el formato dwg para ser usado en el software de la máquina laser y realizar los cortes respectivos, luego se dobla y por último se realiza la soldadura con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:5

UNIDADES: in

A4

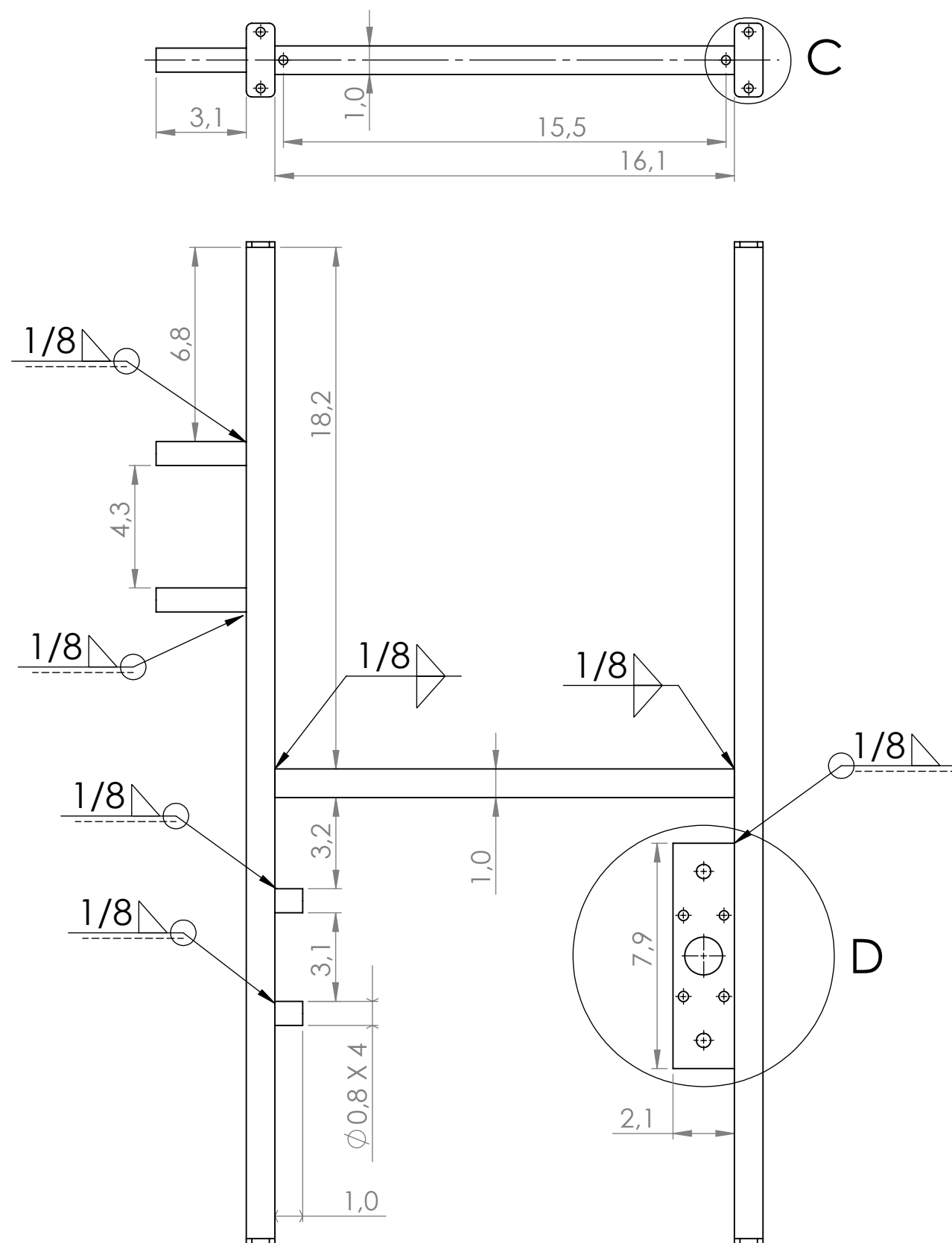


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.2 CAJAS

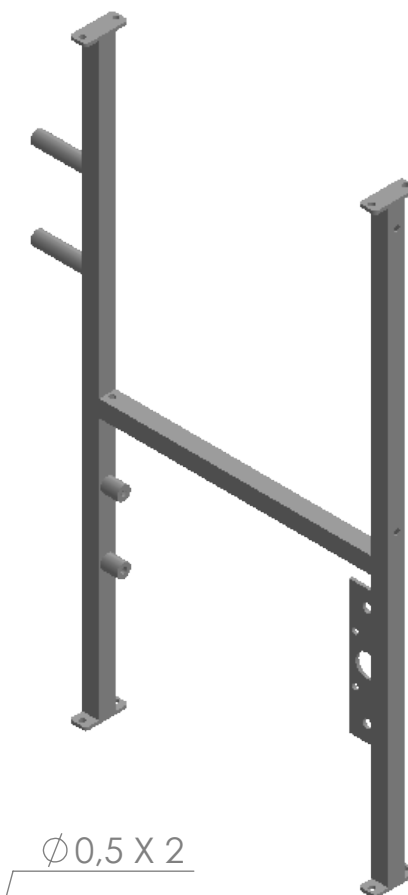
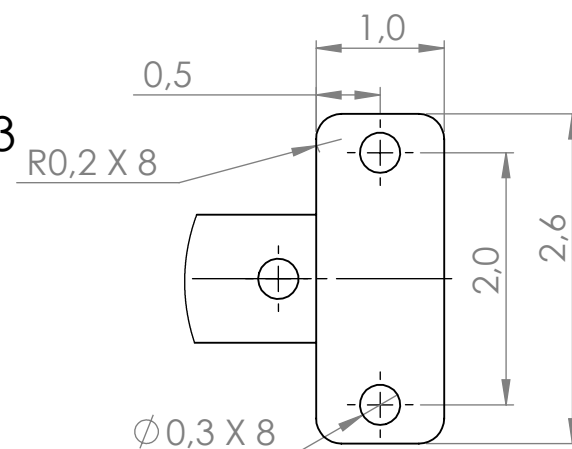
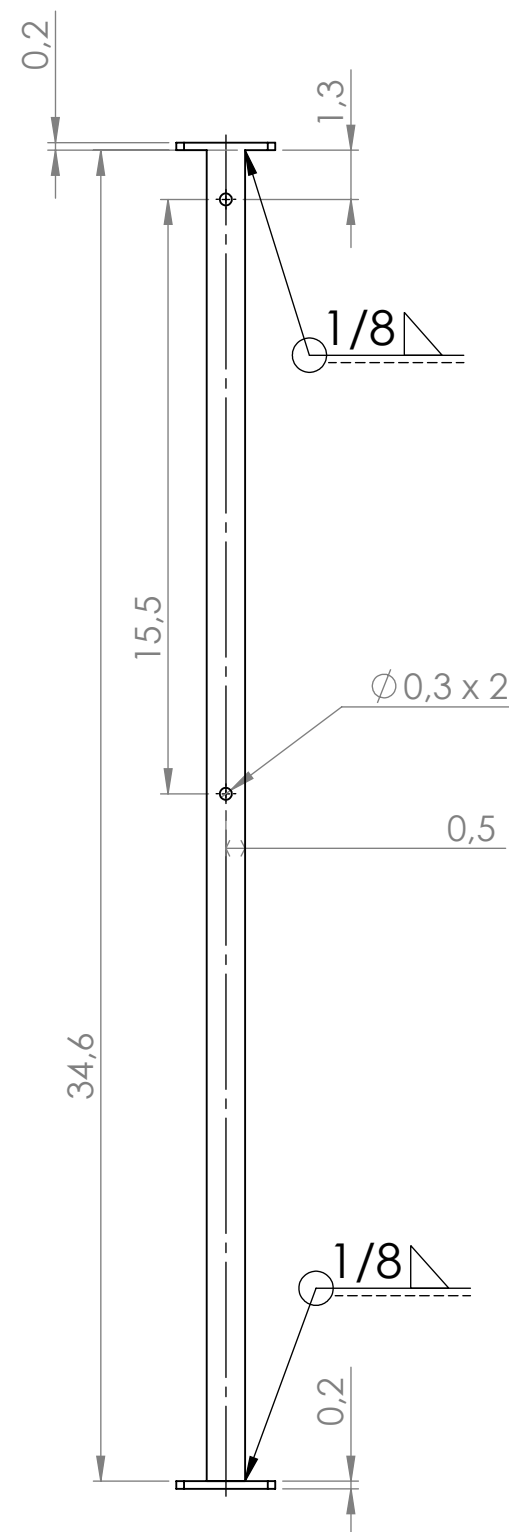
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

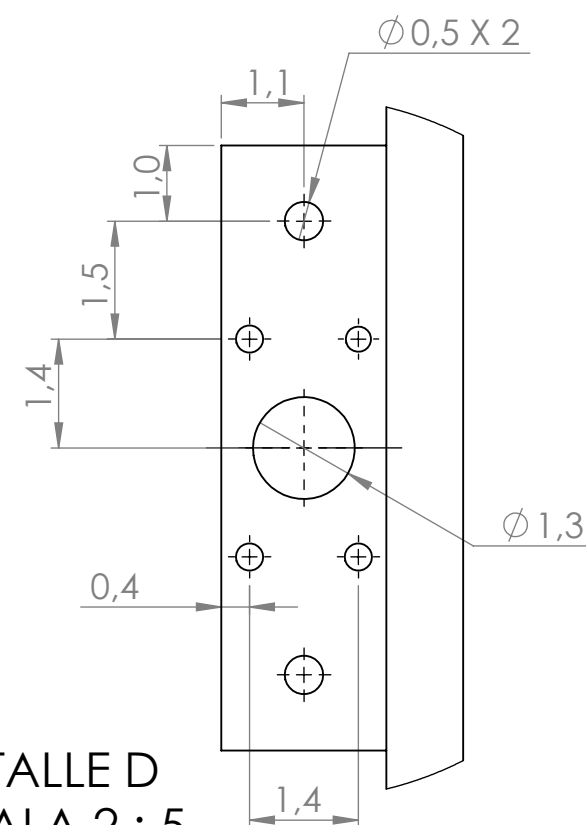
HOJA 9/57



DETALLE C
ESCALA 2 : 3



DETALLE D
ESCALA 2 : 5



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza perfil cuadrado de 1", calibre 18 acero AISI 304 para las dos secciones verticales y para la horizontal, a estos perfiles se le realizan los respectivos huecos indicados en el plano.
Con lámina de 3 [mm] de espesor, acero AISI 304 se realizan los detalles C y D, los cuales se guardan en formato dwg para ser usados en el software de la máquina de laser y realizar el respectivo corte.
Se utiliza tubo de 1/2" de diámetro, acero AISI 304 para las secciones redondas que están en el perfil izquierdo.
Por último, se realiza la unión de todas las partes con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:5

UNIDADES: in

A4

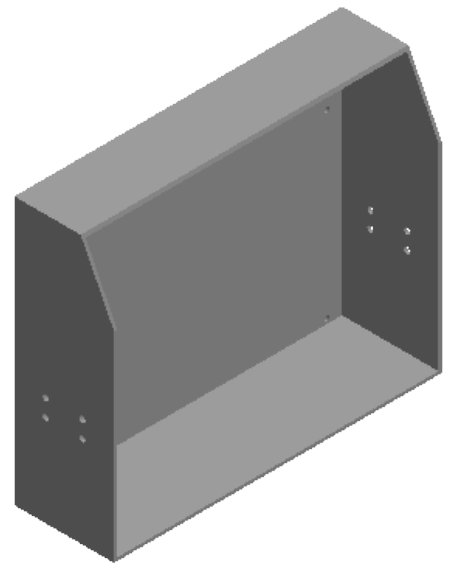
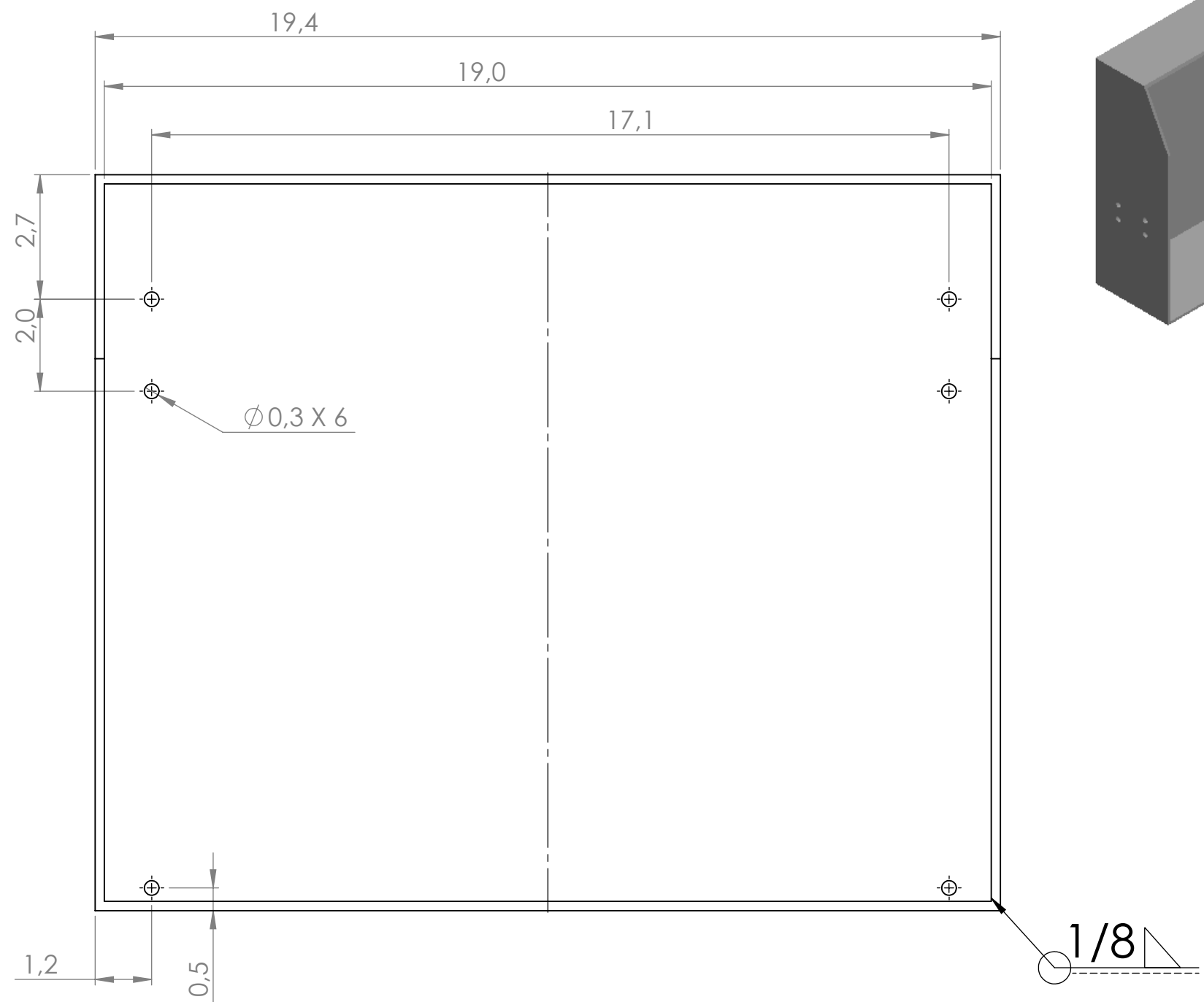
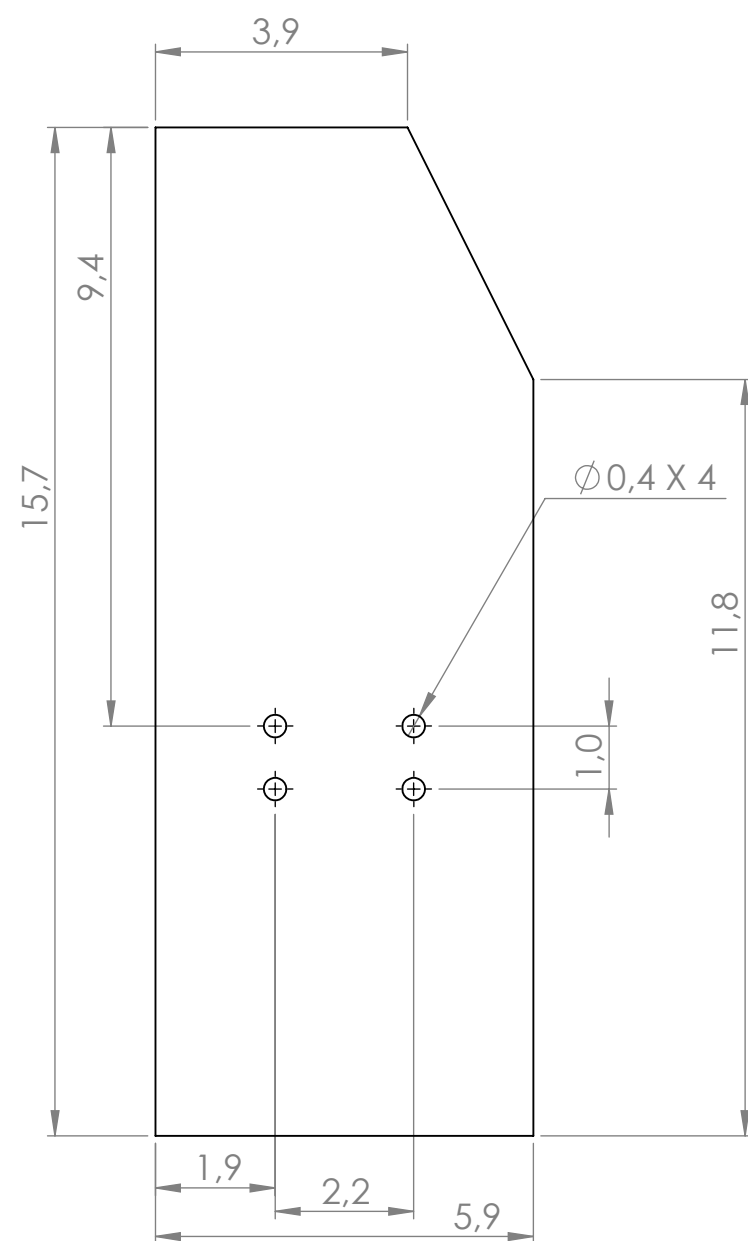


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.3 UNION DE CAJAS

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 10/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza lámina de 5 [mm] de espesor, acero AISI 304, se usa el formato dwg para ser empleado en el software de la máquina laser y realizar los cortes respectivos, luego se dobla y por último se realiza la soldadura con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:3

UNIDADES: in

A4

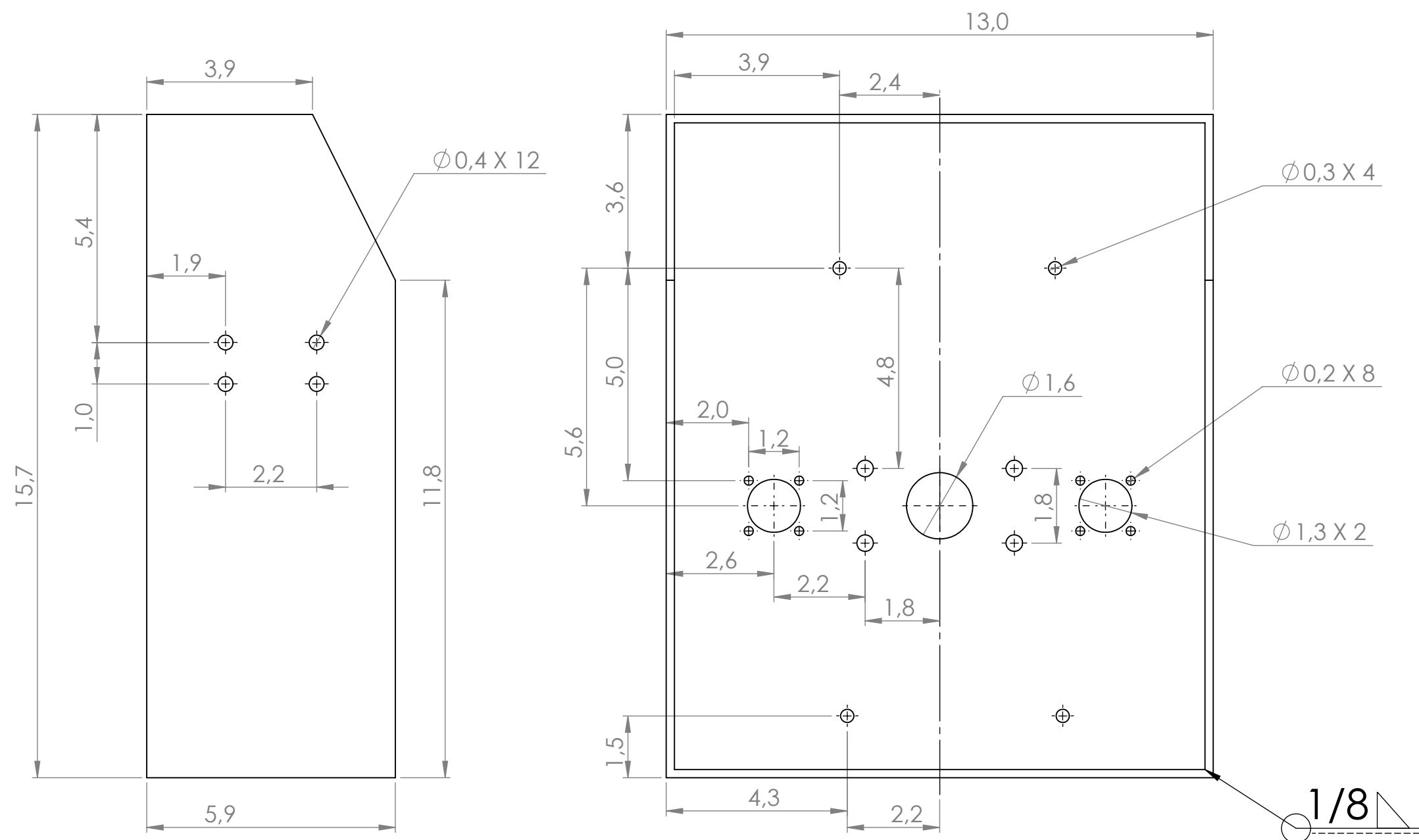


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.4 CAJAS 2

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 11/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza lámina de 5 [mm] de espesor, acero AISI 304, se usa el formato dwg para ser empleado en el software de la máquina laser y realizar los cortes respectivos, luego se dobla y por último se realiza la soldadura con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:3

UNIDADES: in

A4

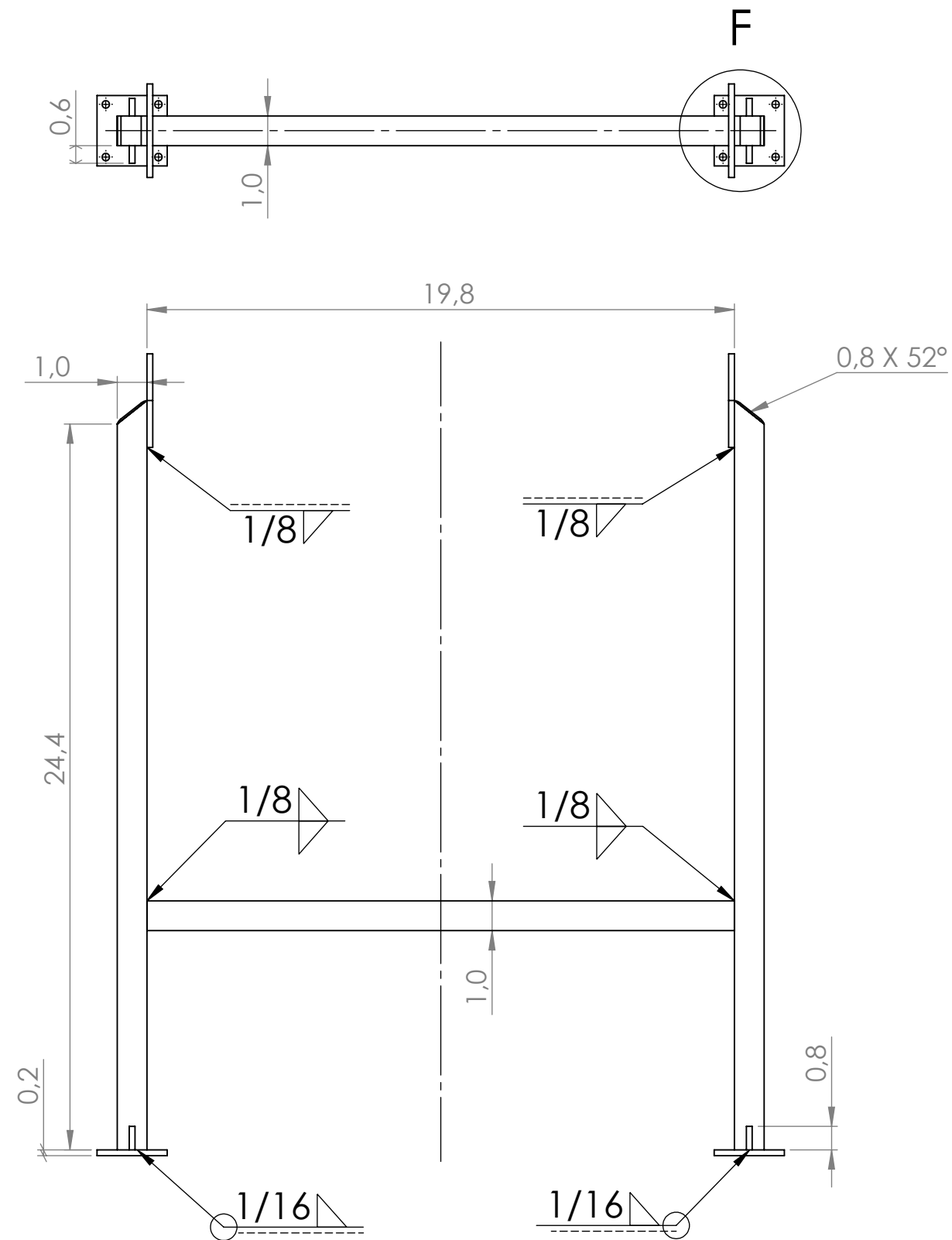


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.5 CAJA ACTUADOR 3

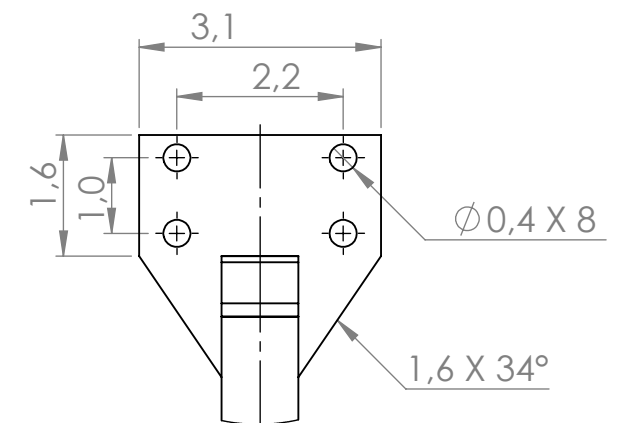
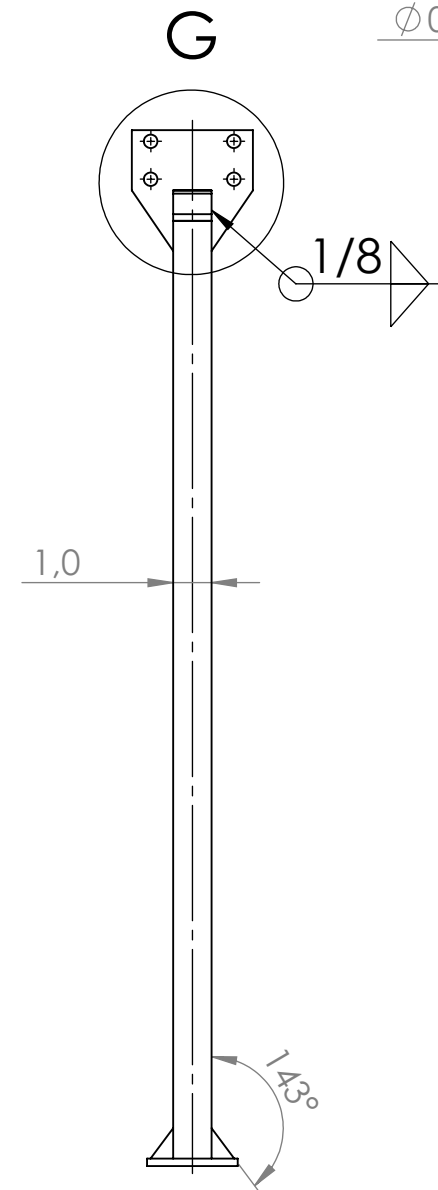
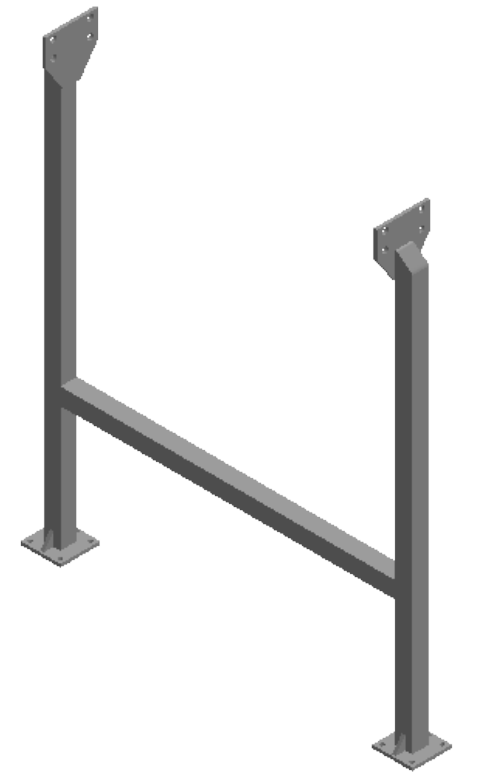
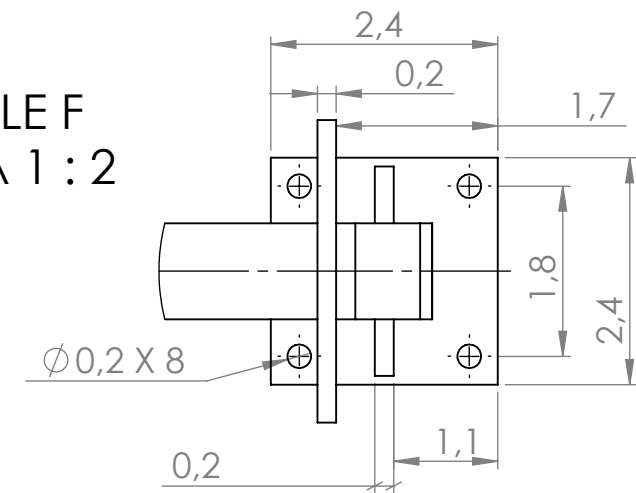
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 12/57



DETALLE F
ESCALA 1 : 2



DETALLE G
ESCALA 2 : 5

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza perfil cuadrado de 1", calibre 18 acero AISI 304 para las dos secciones verticales y para el horizontal. Con lámina de 3 [mm] de espesor, acero AISI 304 se realizan los detalles F y G 3,1 , los cuales se guardan en formato dwg para ser usados en el software de la máquina de laser y realizar el respectivo corte. Por último, se realiza la unión de todas las partes con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:3

UNIDADES: in

A4

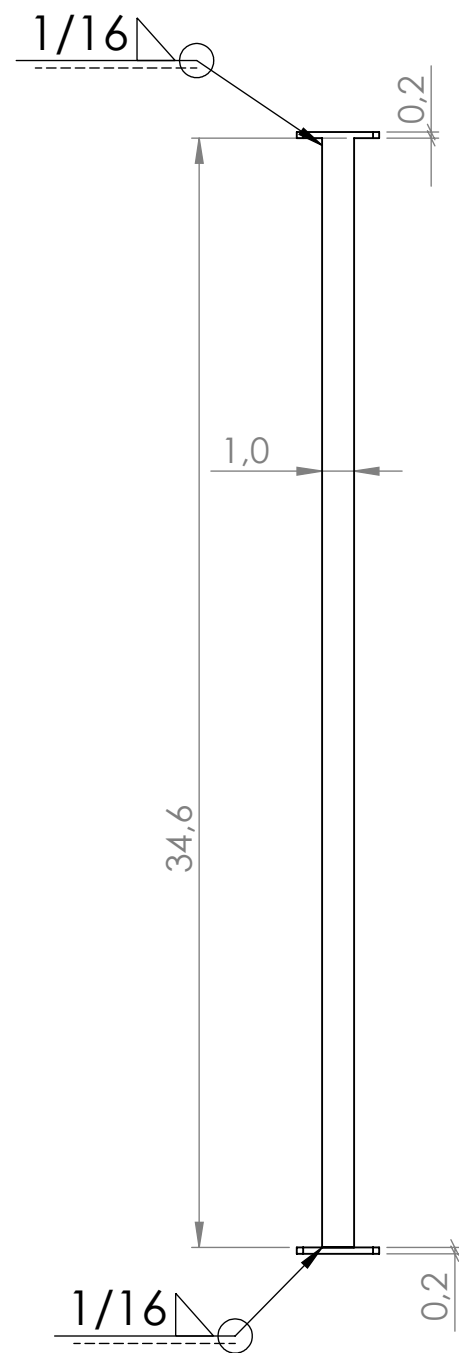
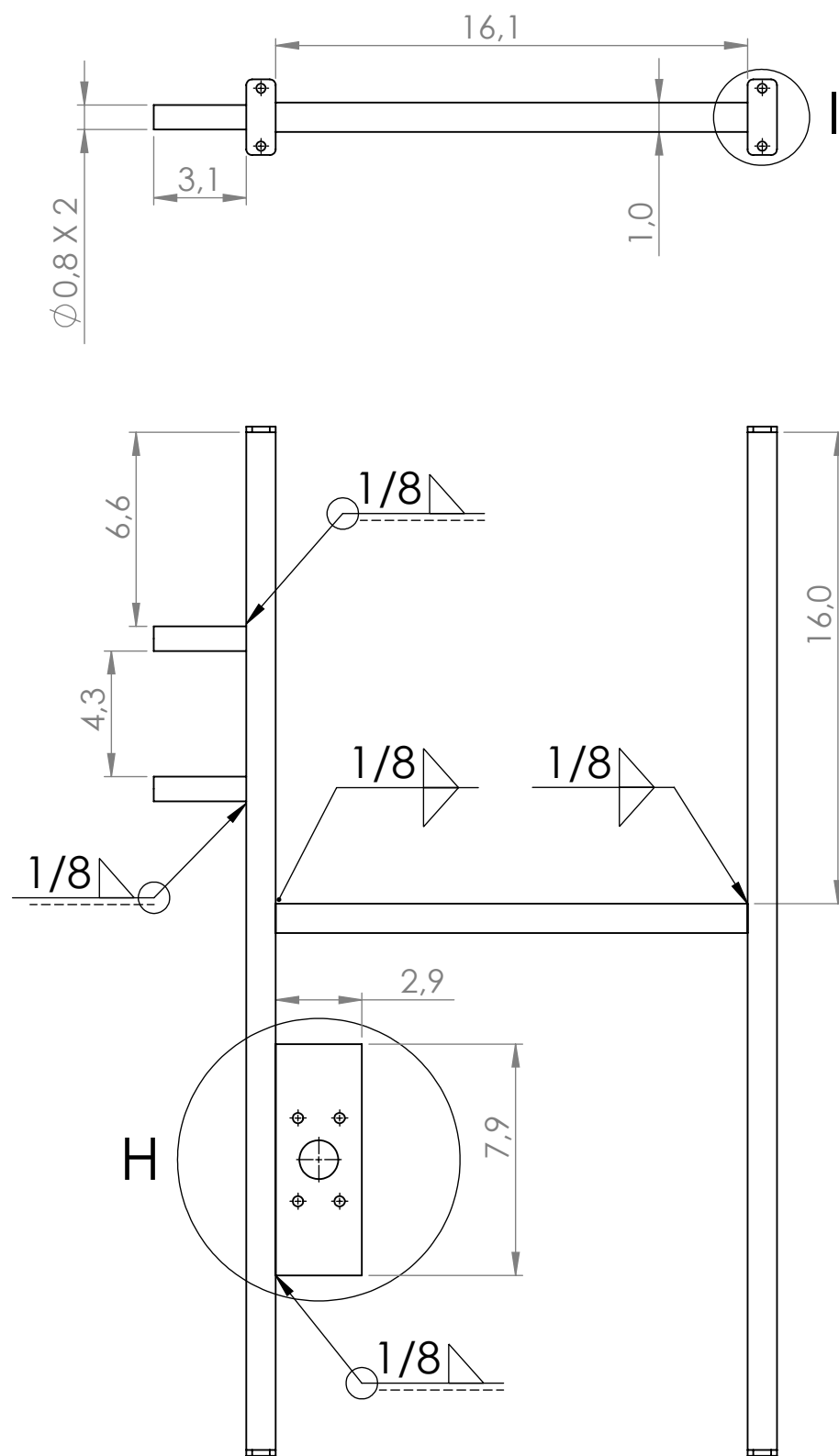


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.6 BASTIDOR DESARMABLE

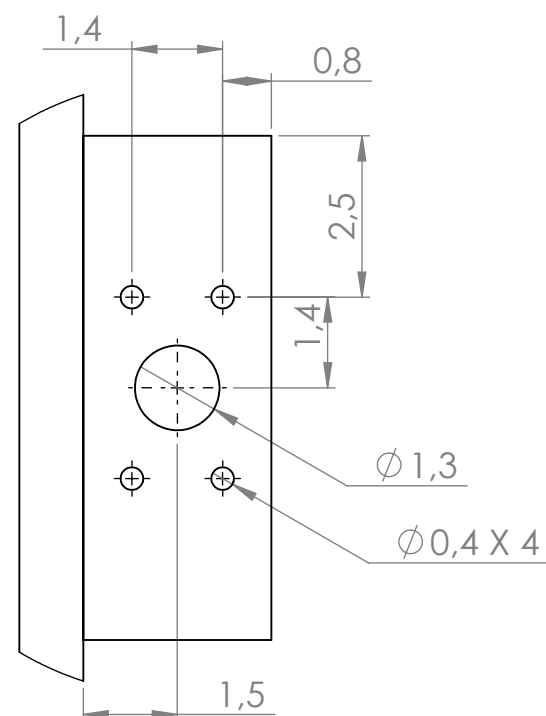
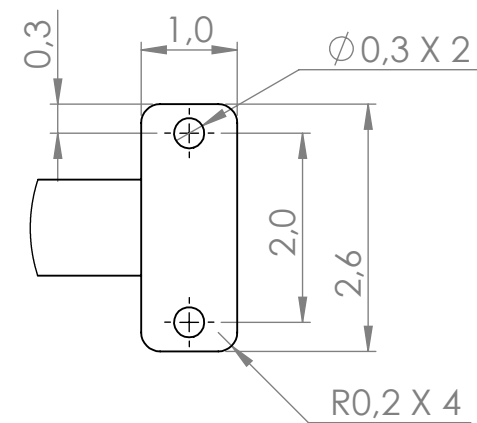
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

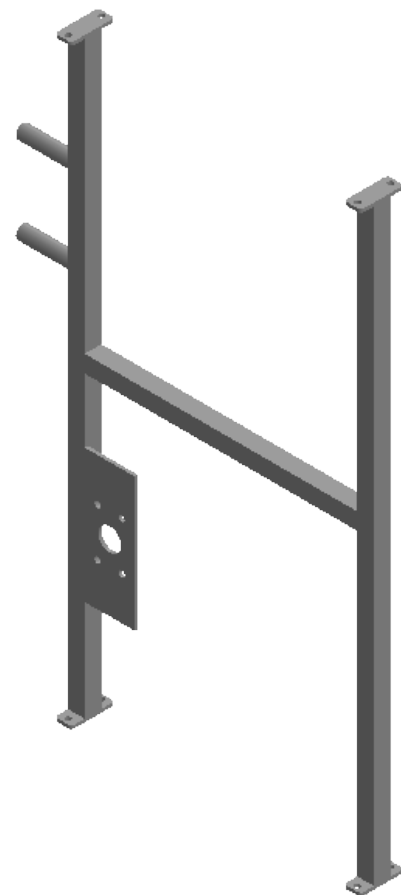
HOJA 13/57



DETALLE I
ESCALA 1 : 2



DETALLE H
ESCALA 1 : 3



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza perfil cuadrado de 1", calibre 18 acero AISI 304 para las dos secciones verticales y para la horizontal. Con lámina de 3 [mm] de espesor, acero AISI 304 se realizan los detalles I y H, los cuales se guardan en formato dwg para ser usados en el software de la máquina de laser y realizar el respectivo corte. Se utiliza tubo de 1/2" de diámetro, acero AISI 304 para las secciones redondas que están en el perfil izquierdo. Por último, se realiza la unión de todas las partes con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:6

UNIDADES: in

A4

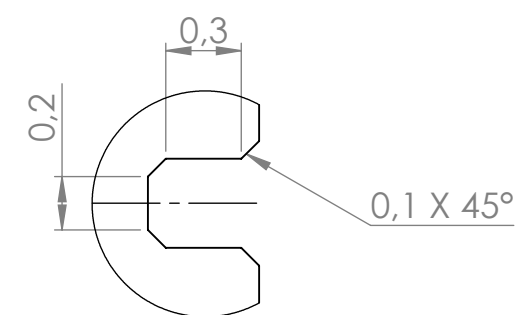
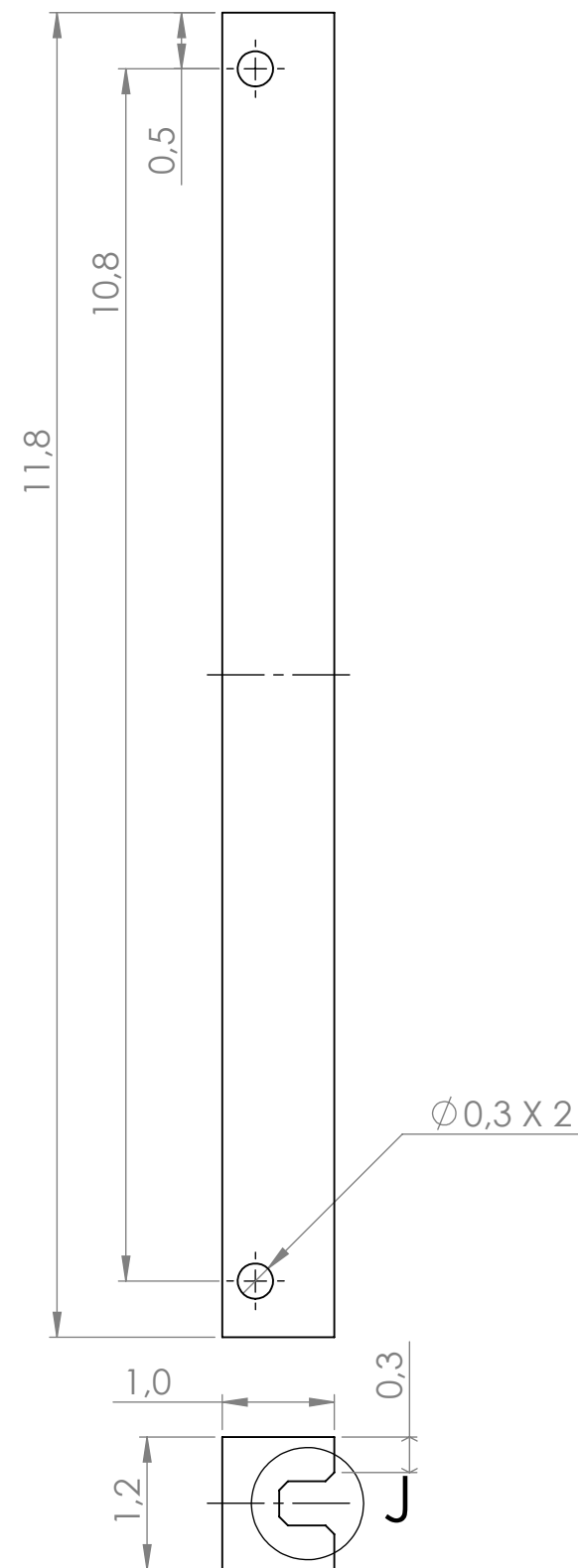


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.7 UNION DE CAJA 2

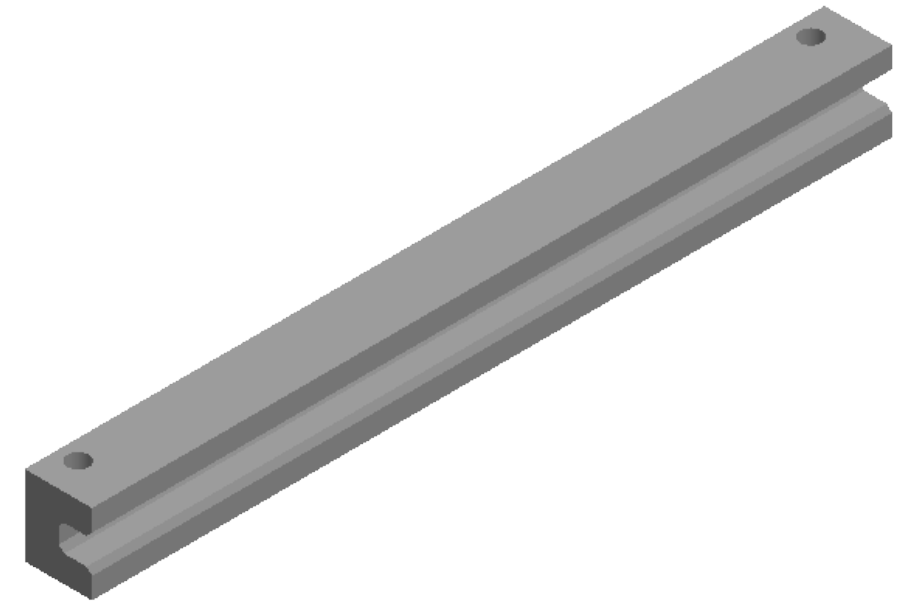
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 14/57

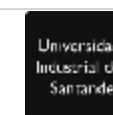


DETALLE J
ESCALA 2 : 1.7



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza un eje cuadrado de 30 x 30 [mm], acero AISI 304, se guarda en formato dwg para ser usado en la maquina láser y realizar los respectivos cortes.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:1.7

UNIDADES: in

A4

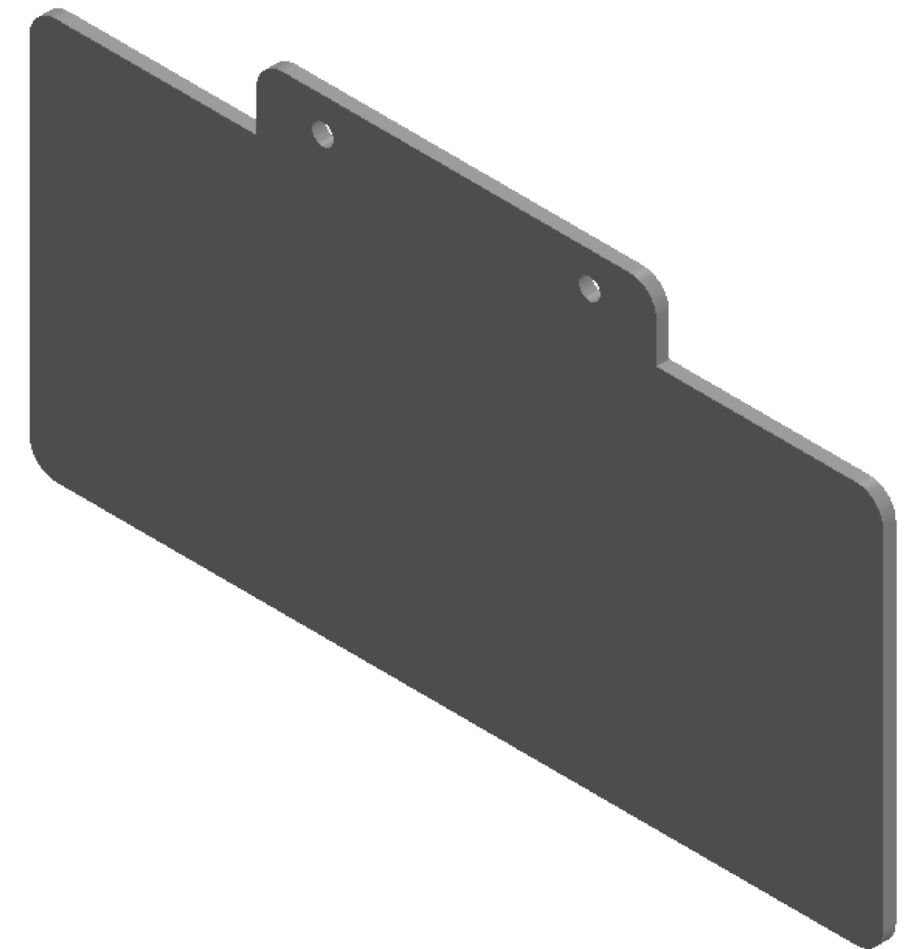
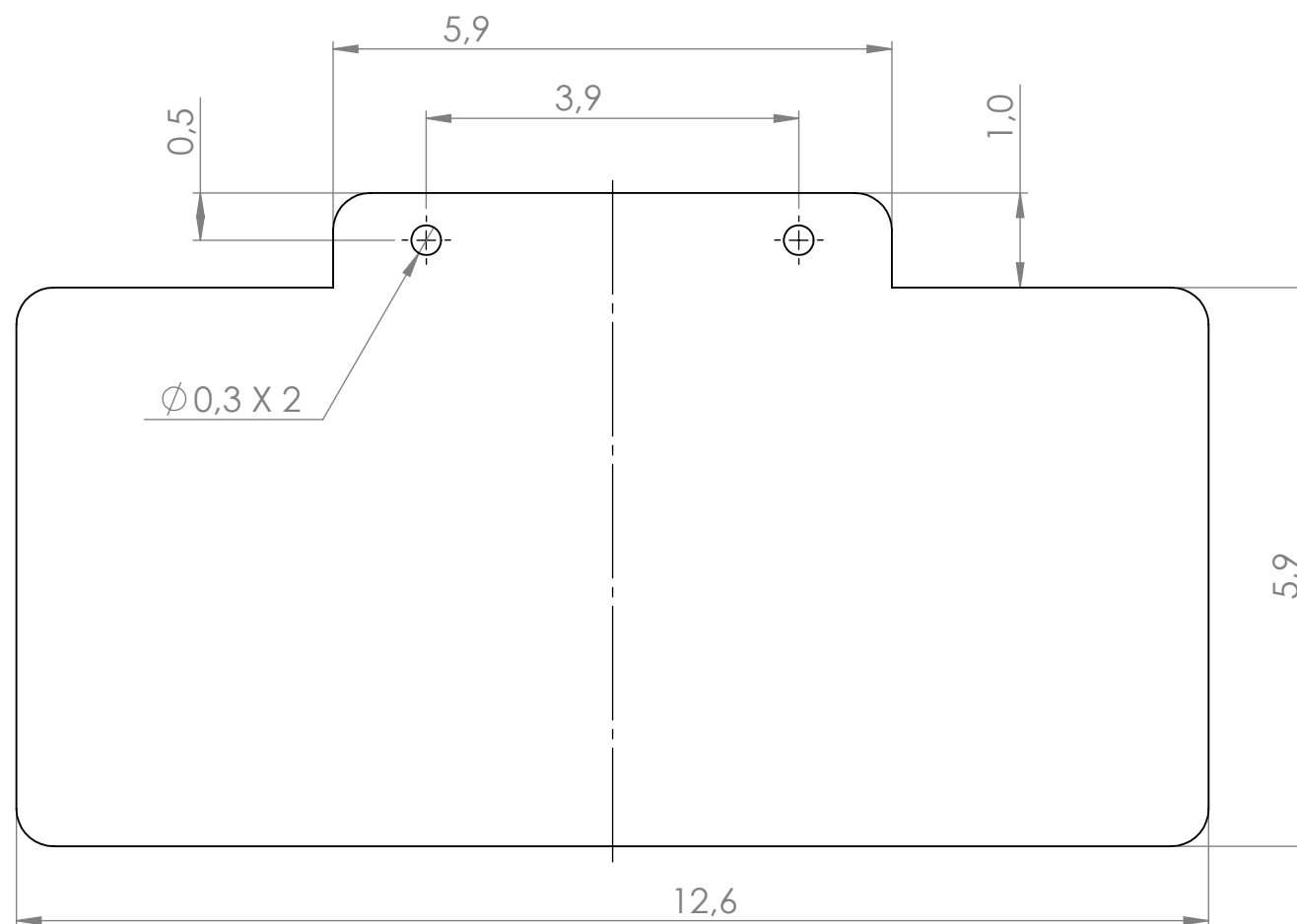


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.8 GUIA 1

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 15/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

- TODOS LOS REDONDEOS DE 0.4

Se utiliza lámina de 0.2 [in] de espesor, acero AISI 304, se guarda en formato dwg para ser utilizado en la máquina de laser y realizar el respectivo corte.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:2

UNIDADES: in

A4

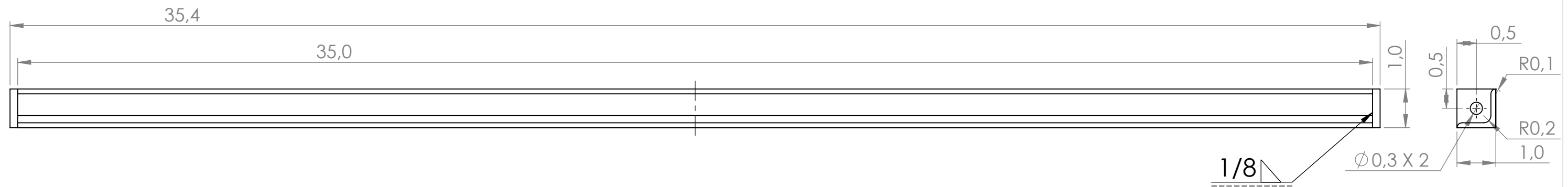
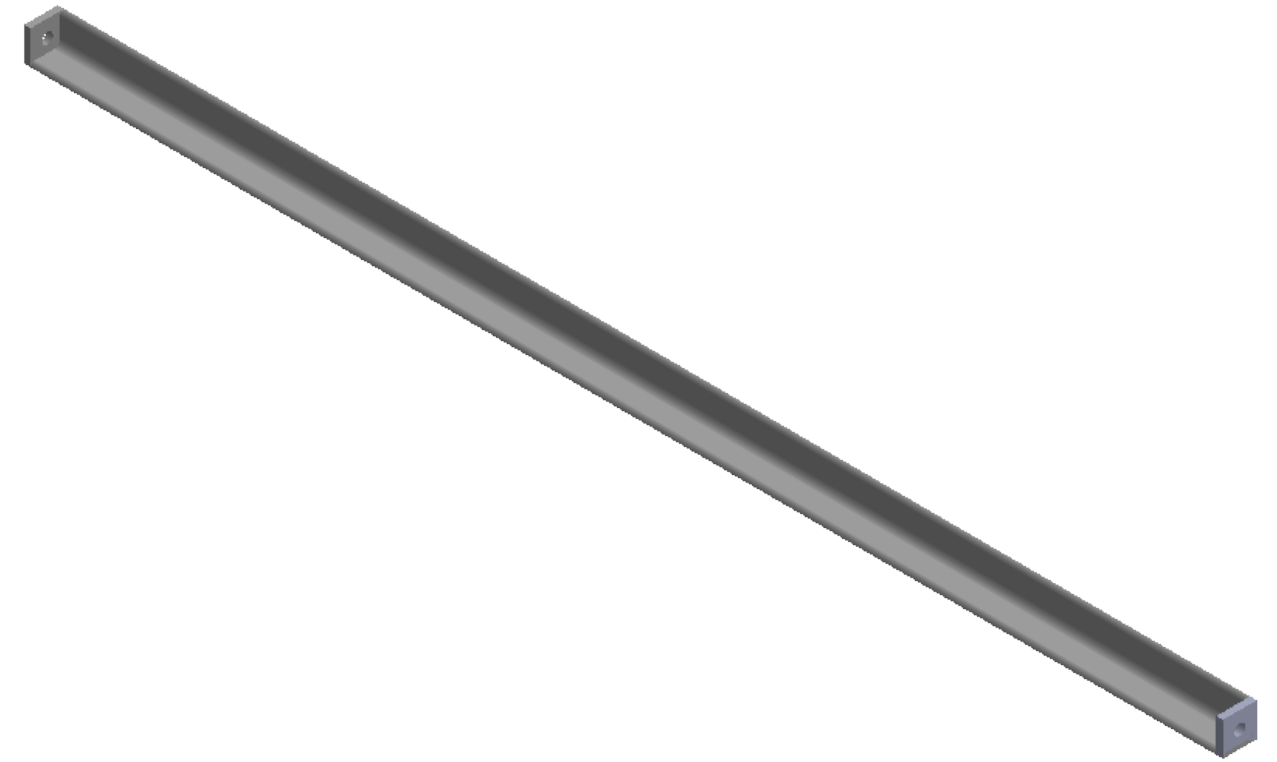


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.11 PLACA 1

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 16/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

- TODOS LOS REDONDEOS DE 0.4
- ESPESOR DE 0.2

Se utiliza perfil el L de 1", acero AISI 304, se guarda el formato dwg para ser usado en la máquina de laser, luego se dobla y por último se realiza el proceso de soldadura con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:2.6

UNIDADES: in

A4

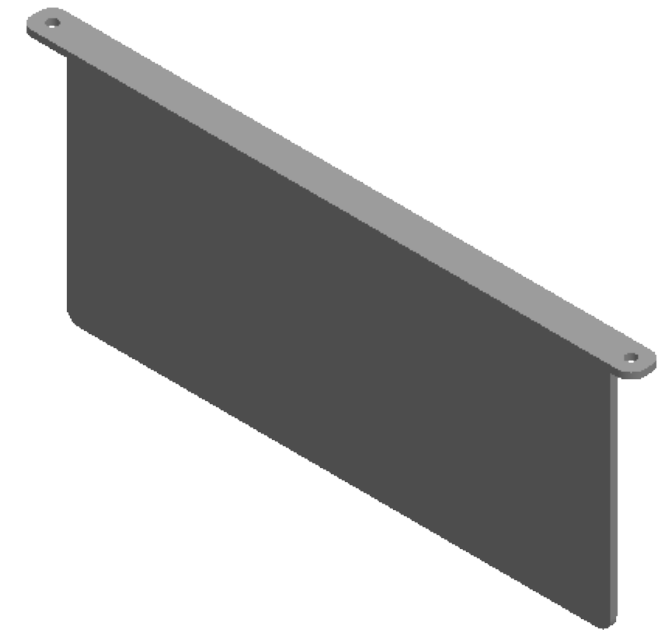
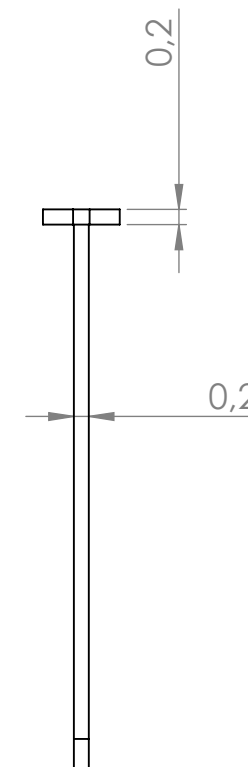
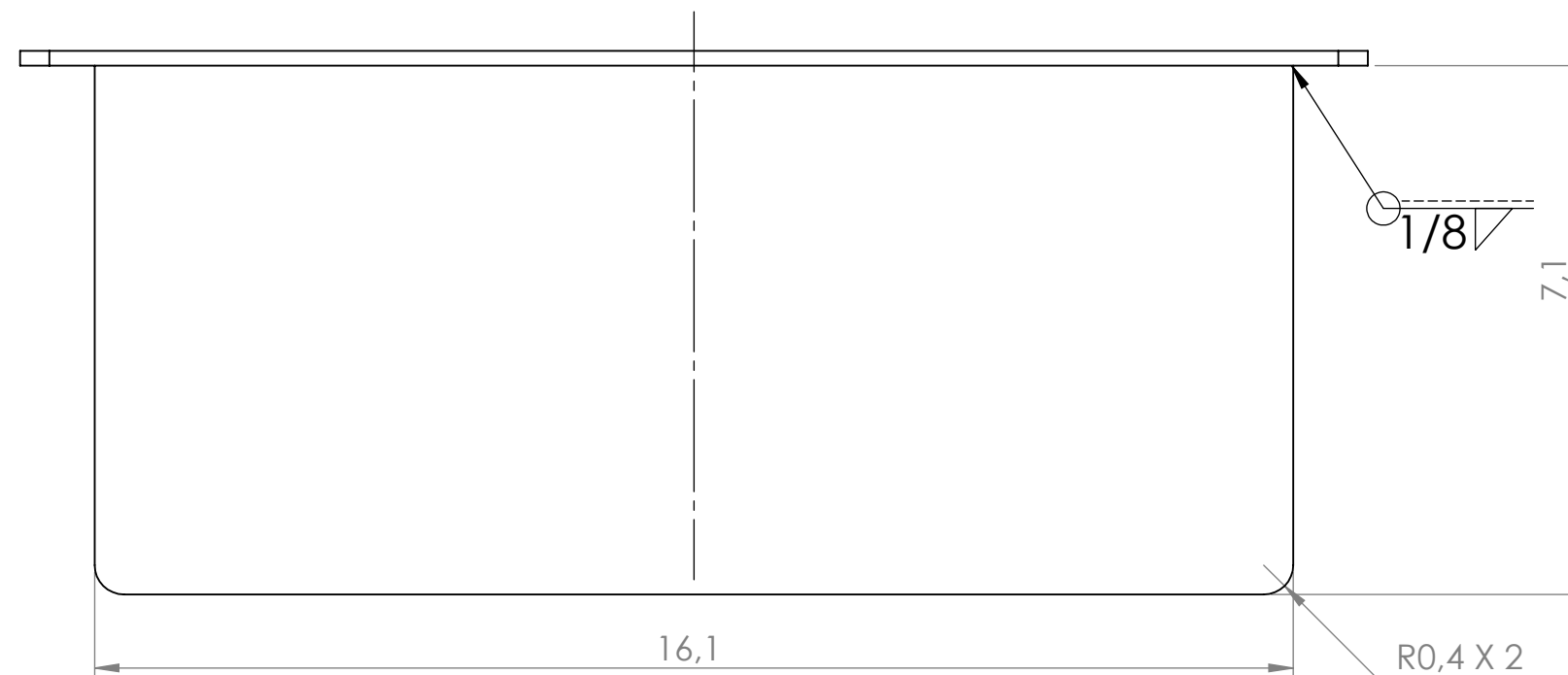
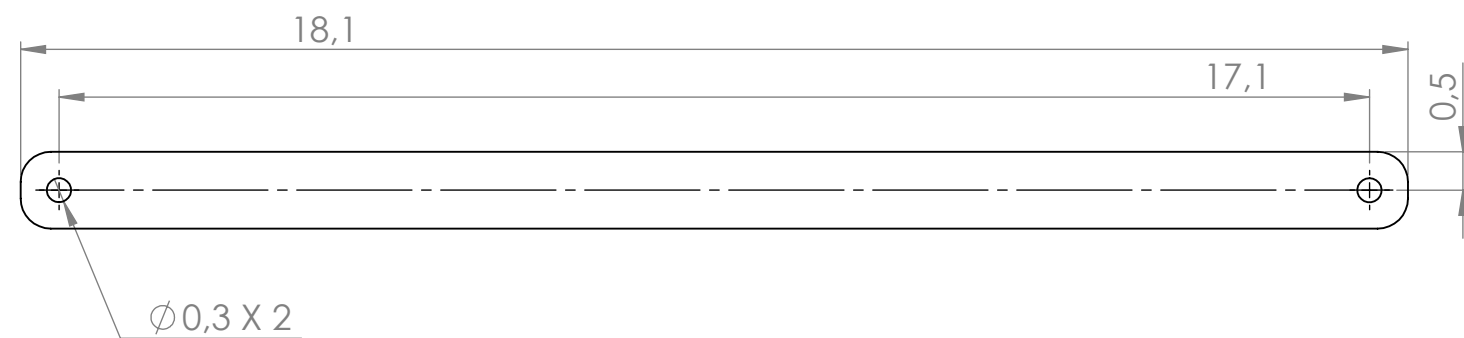


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.12 SOPORTE TABLERO

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISA: ING. JORGE MENESES

HOJA 17/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

- TODOS LOS REDONDEOS DE 0.4

Se utiliza lámina de 0.2 [in] de espesor, acero AISI 304, se guarda en formato dwg para ser utilizado en la máquina de laser y realizar el respectivo corte, por último se realiza el porceso de soldadura con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:2.5

UNIDADES: in

A4

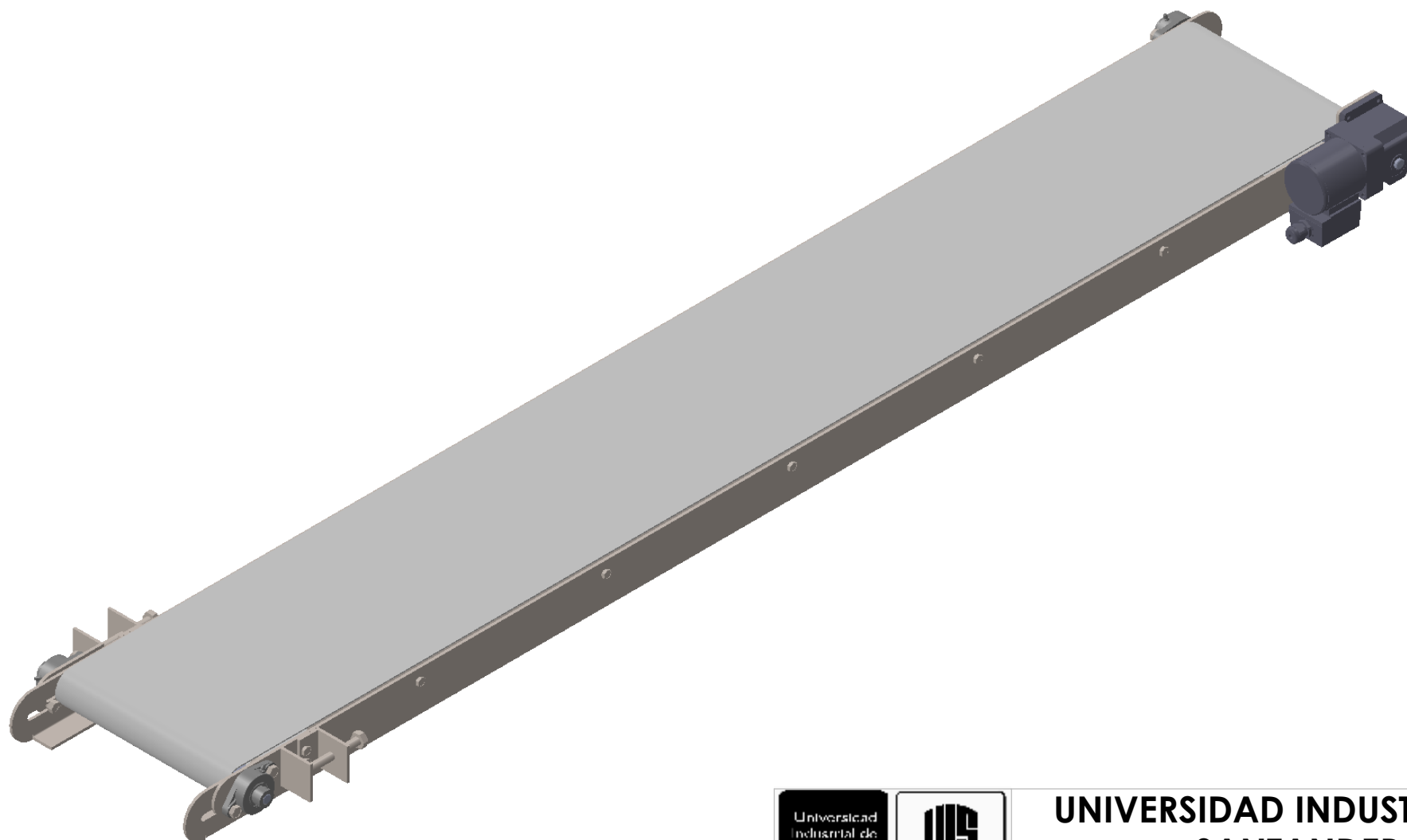


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
1.13 PLACA 2

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 18/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Vista isométrica subensamblaje 2, vista para la ubicación a la hora de ensamblar.



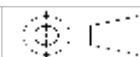
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

FECHA: 10/11/22

ESCALA: 1:7

UNIDADES: in

A4

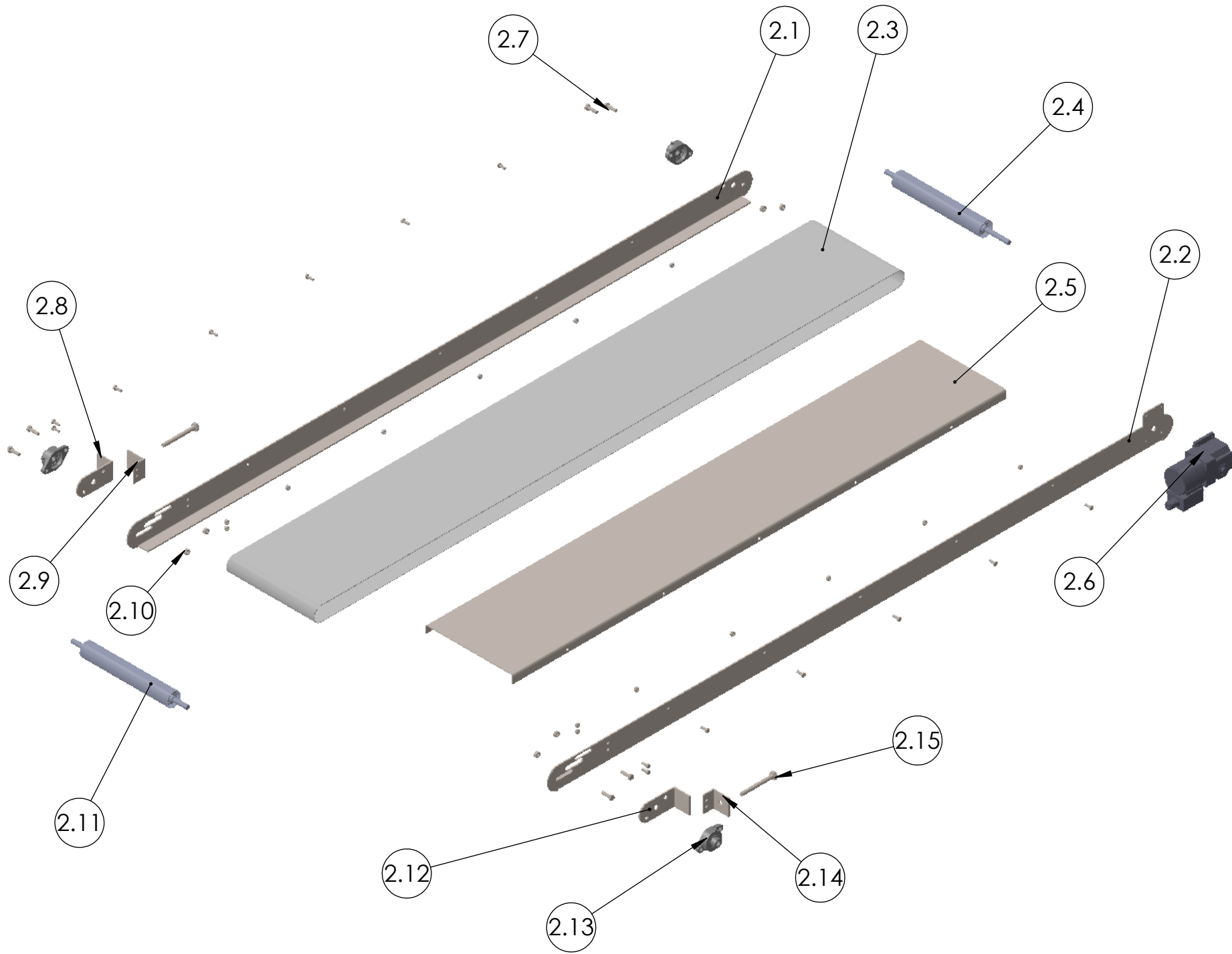


TITULO: CB-2M1
ISOMETRICO GENERAL
SUBENSAMBLAJE 2

AUTOR:	MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES
--------	-------------------------------------

REVISAR:	ING. JORGE MENESES
----------	--------------------

HOJA 19/57



2.15	TORNILLO TENSOR	2	HEX 0.5-13X4.5X1
2.14	PLACA FIJA 2	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2.13	CHUMACERA	3	SKF - F2B-15M-SM
2.12	PLACA TENSIONAR	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2.11	RODILLO CONDUCTOR	1	Ver piezas
2.10	TUERCAS	1	HEXAGONAL M8
2.9	PLACA FIJA 1	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2.8	PLACA TENSIONAR 2	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2.7	TORNILLO	20	M8X30 HEXAGONAL
2.6	MOTOR	1	Ver catalogo
2.5	SLIDER	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2.4	RODILLO MOTRIZ	1	Ver piezas
2.3	BANDA	1	U0/U2-BLANCAFDA FORBO
2.2	SOPORTE LATERAL 2	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2.1	SOPORTE LATERAL 1	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN:

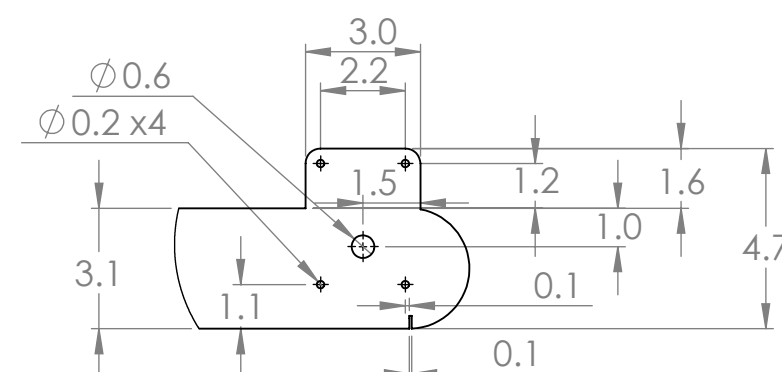
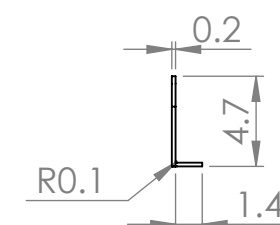
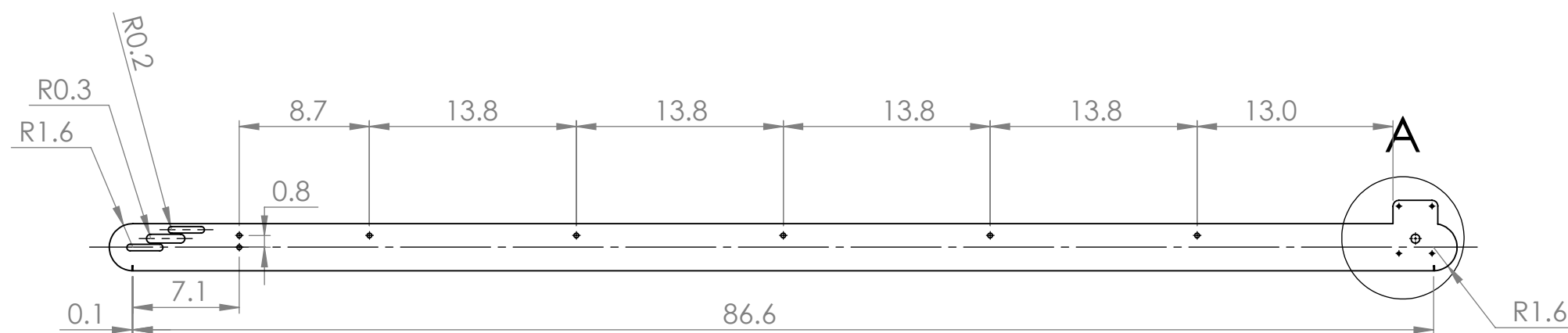
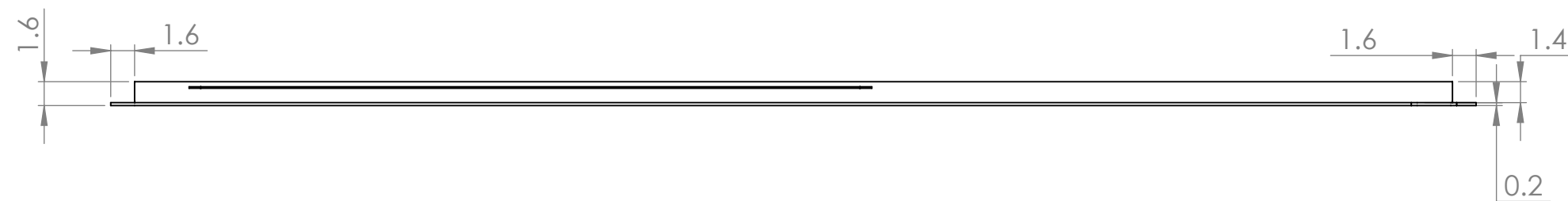
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Tomando como base la pieza 2.2 se inicia el ensamblaje, de acuerdo al explosionado y la vista isometrica plano (20),se hace coincidir la pieza 2.5, se insertan los rodillos (piezas 2.11 y 2.4), en seguida se ubica la banda (pieza 2.5), a los soportes se atornillan las piezas 2.9 2.8 2.12 2.14, se inserta la pieza 2.15, se agregan las piezas 2.13, se procede a atornillar las chumaceras y el motor.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/22	TITULO: CB-2M1 EXPLOSIONADO SUBENSAMBLAJE 2 BANDA TRANSPORTADORA		
ESCALA: 1:7			
UNIDADES: in	AUTOR: AUTOR DEL PROYECTO, GRUPO, SUBGRUPO		
A4	REVISAR: ING. JORGE MENESES	HOJA 20/57	

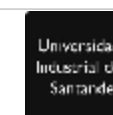


DETALLE A

ESCALA 1 : 5

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se toma la placa metalica(lamina de acero AISI 304 DE 3 mm) de por lo menos 4.3 por 90 pulgadas con el archivo en formato dwg (plano) se corta la placa tal como lo muestra la vista chapa metalica desarrollada, y se dobla a 90° con un radio de 0.08 in



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:7

UNIDADES: in

A4

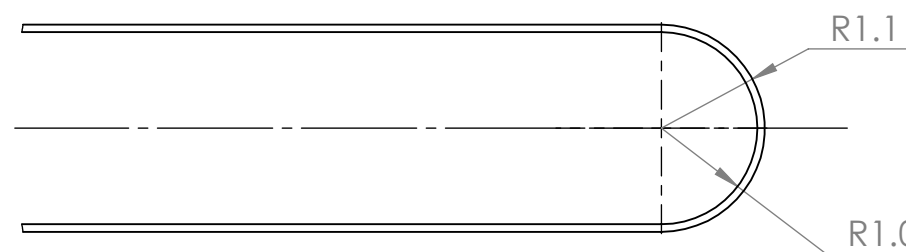
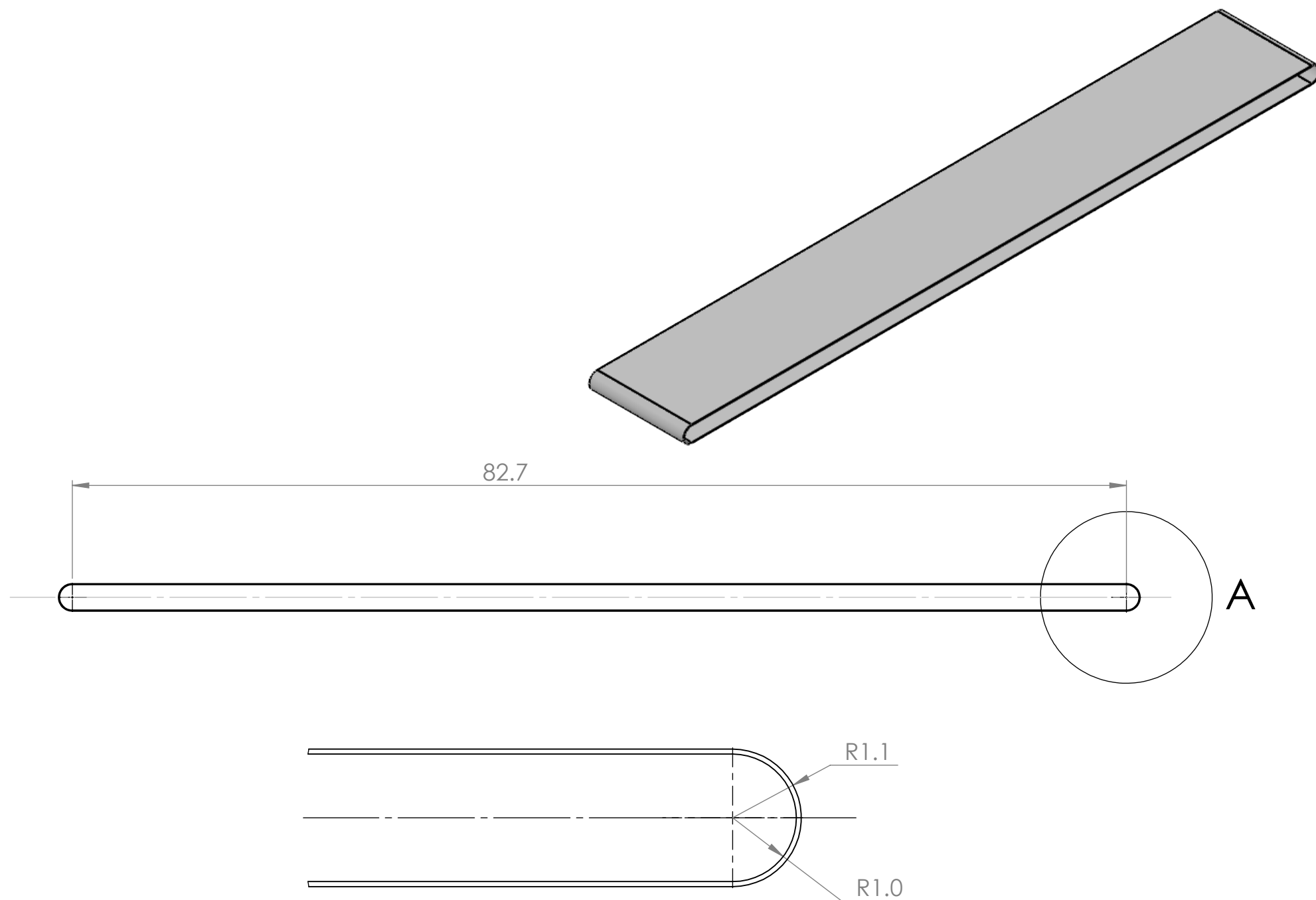
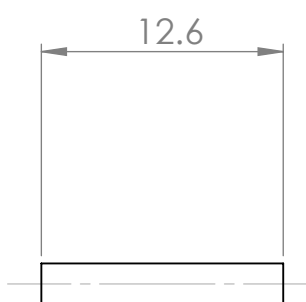


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.2 SOPORTE LATERAL 2

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 22/57



DETALLE A

ESCALA 1 : 2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se toma la lona (U0/u2- azul FDA) de 171.68 n de longitud y es unida (vulcanizado).



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

FECHA: 10/11/22

ESCALA: 1:7

UNIDADES: in

A4

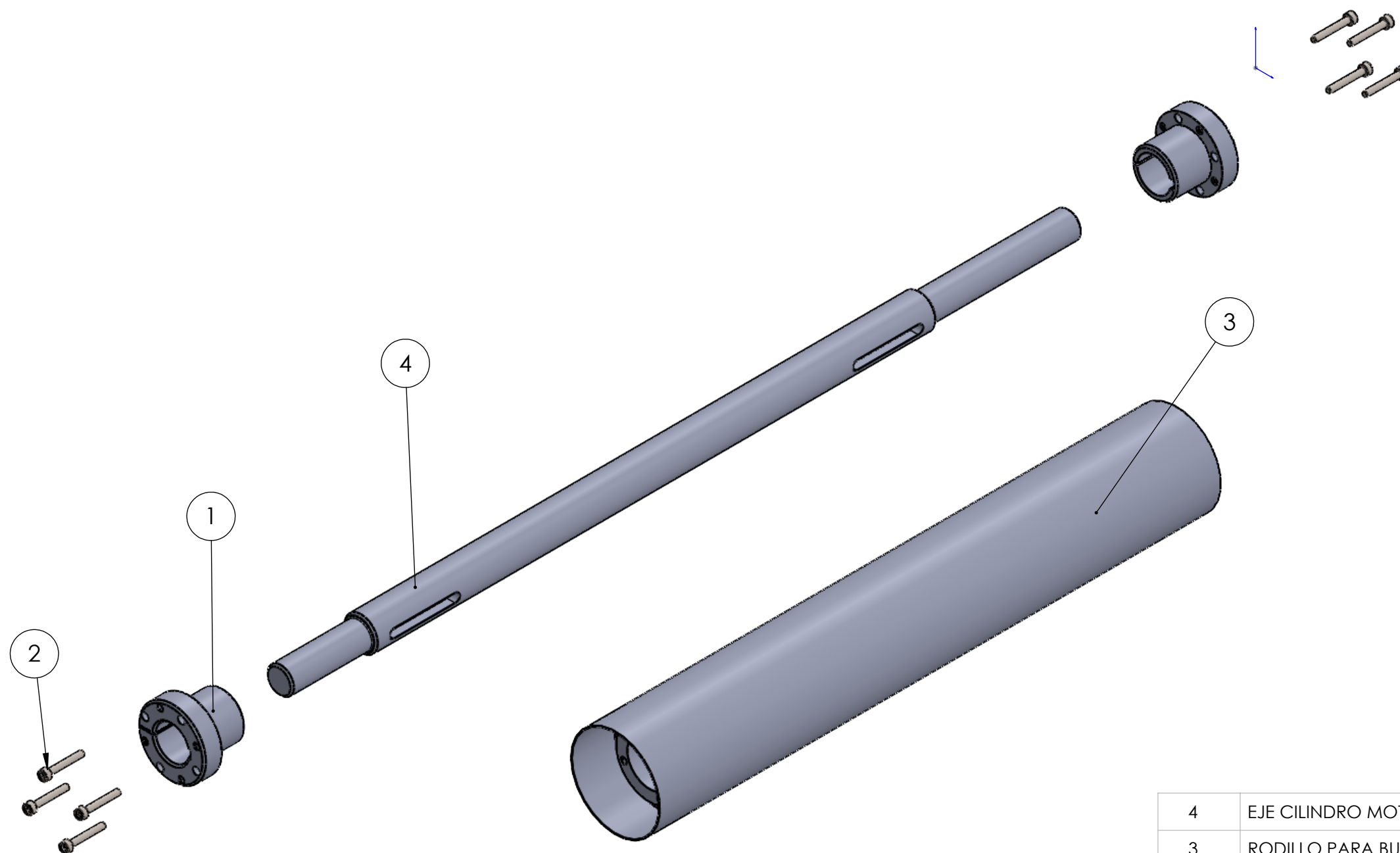


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.3 BANDA

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 23/57



4	EJE CILINDRO MOTRIZ	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
3	RODILLO PARA BUJES	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2	TORNILLO	8	M3X0.5X20
1	BUJE RODILLOS	2	ACERO INOXIDABLE AISI 304
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN: DIMENSIONAL, MATERIAL, REFERENCIA TÉCNICA DE SELECCIÓN, MARCA.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACION:

Se hace el ensamble tomando como referencia la pieza 4, a continuación se inserta la pieza 3 y para finalizar se insertan las piezas 1 para posteriormente ser atornilladas (pieza 2).



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

FECHA: 10/11/22

ESCALA: 1:10

UNIDADES: in

A4

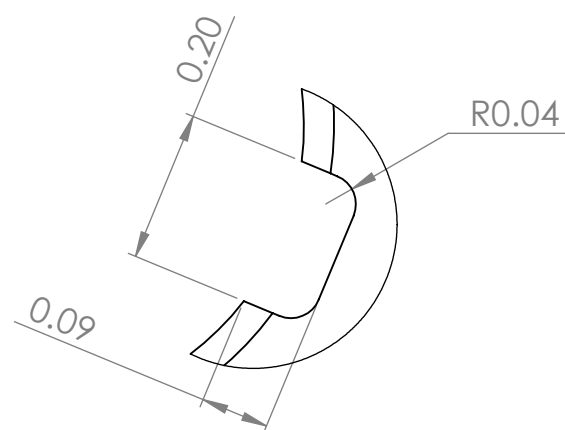
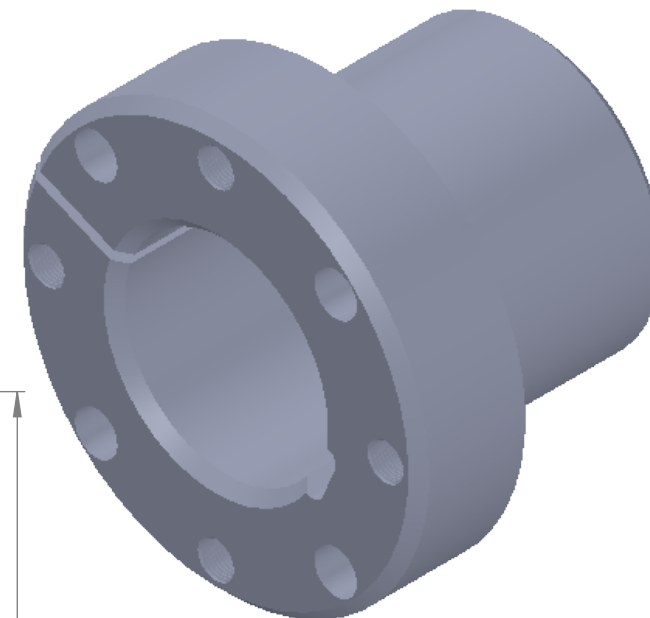
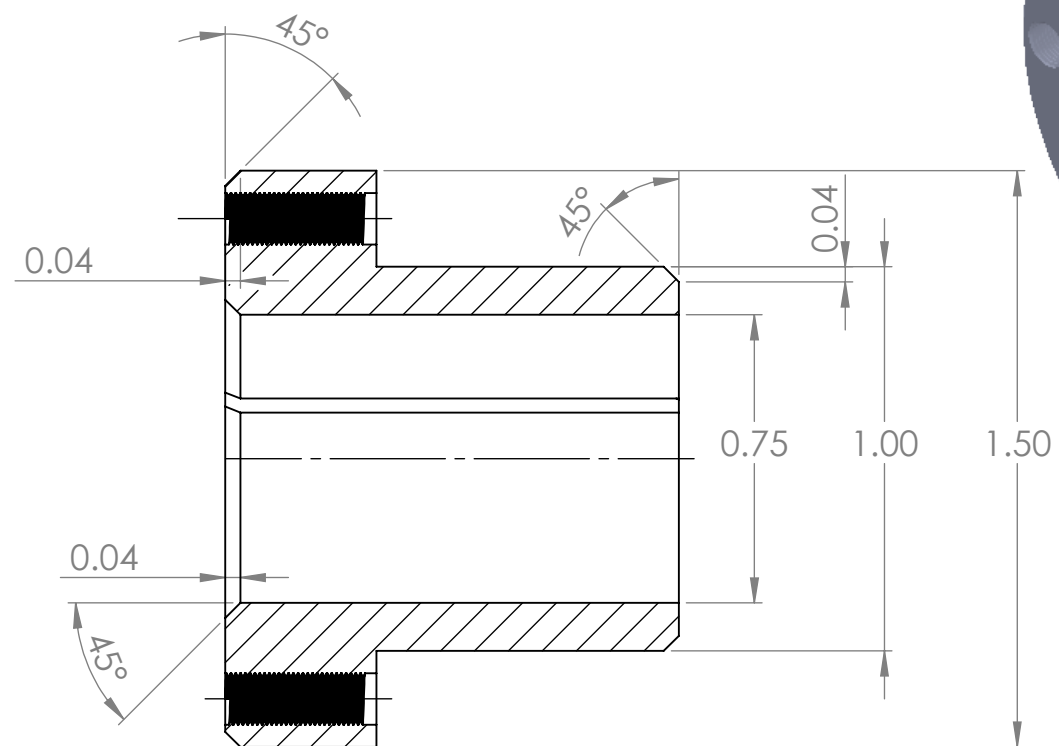
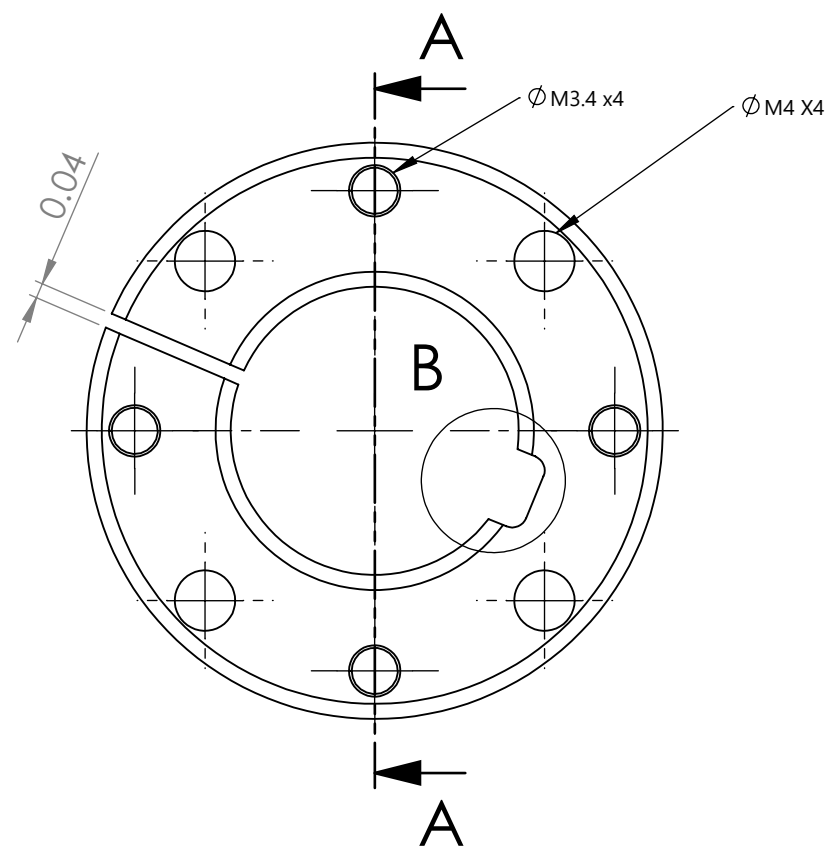


TITULO: CB-2M1
EXPLOSIONADO
2.4 - RODILLO MOTRIZ

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 24/57



DETALLE B
ESCALA 4 : 1

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Esta brida resulta bastante comercial (es mas factible comprarla que fabricarla), no se recomienda una en especifico, solo una que se adapte a las medidas descritas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 2:1

UNIDADES: in

A4

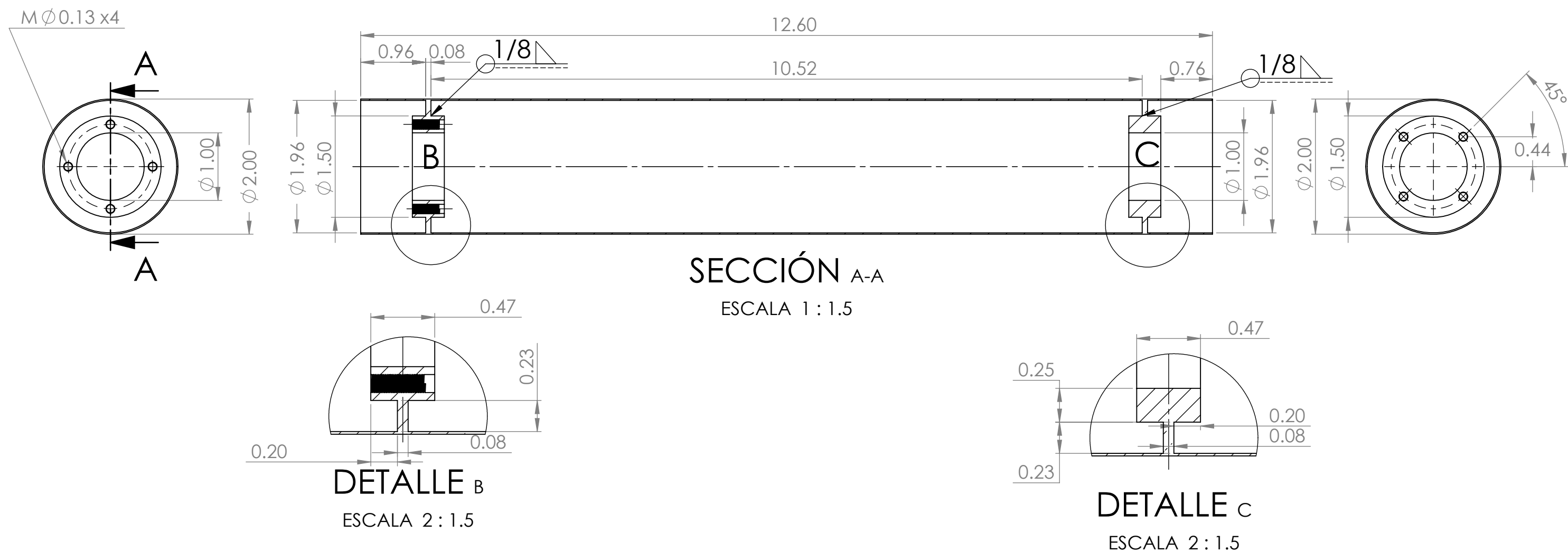
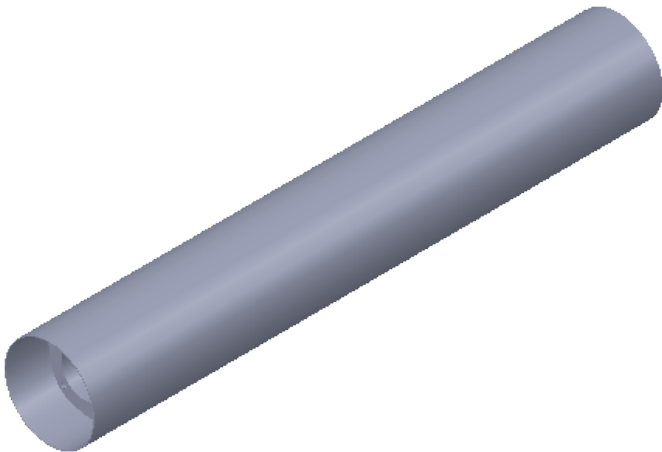


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.4.1 BUJE RODILLOS

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 25/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se toma un cubo de radio exterior 1.50in e interior de 1in, el cual es soldado a una placa de 1.96in de diametro y 0.3 mm de espesor a su vez la placa es soldada a un tubo de 2 in 0.2in de es pesor. soldadura esada E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:1

UNIDADES: in

A4

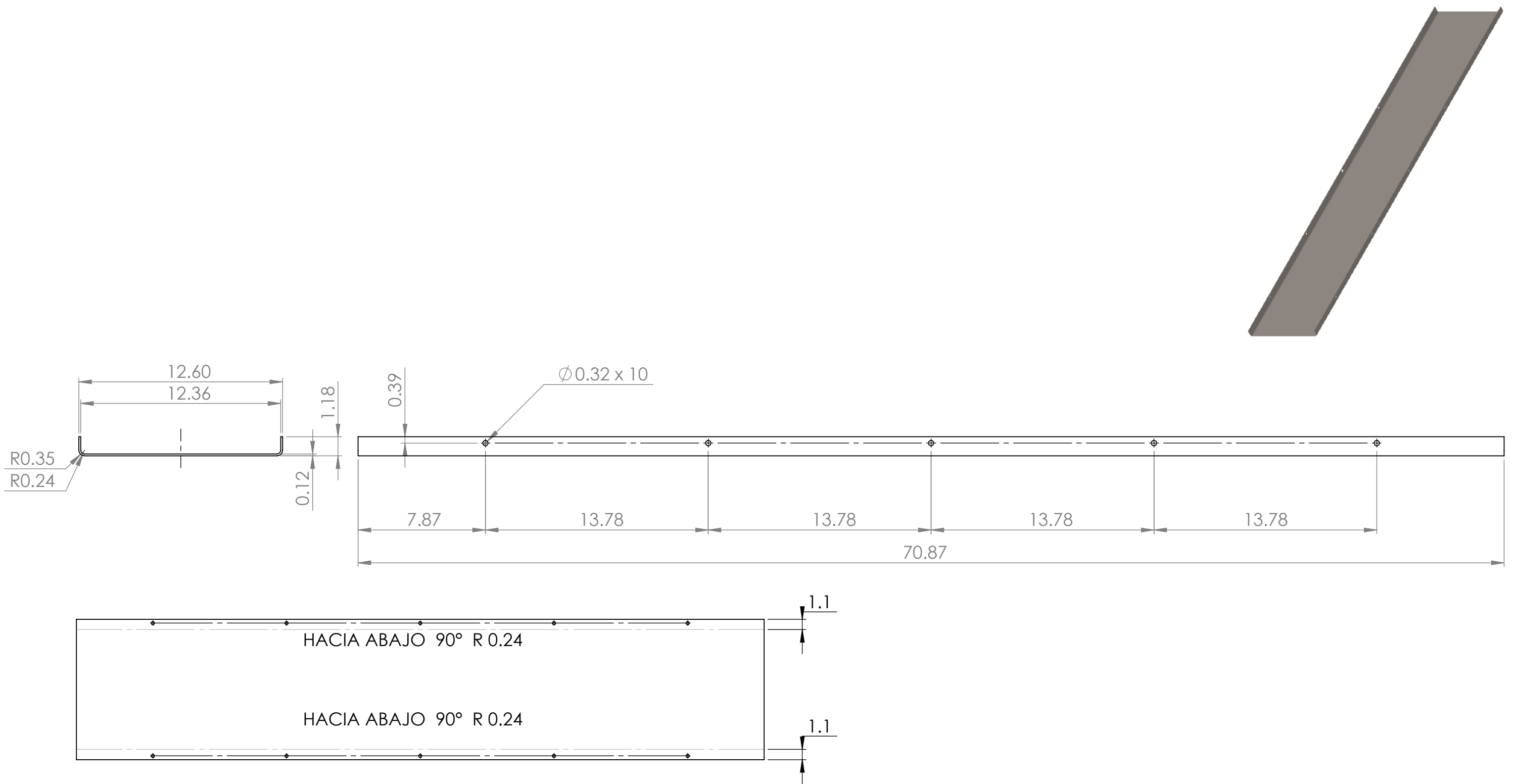


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.4.3 RODILLO PARA BUJE

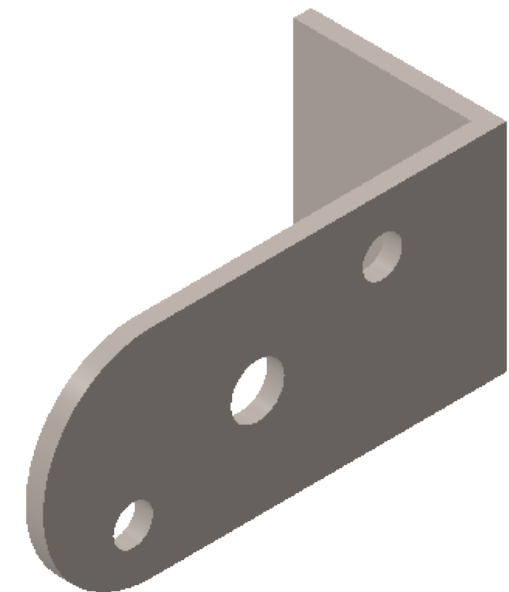
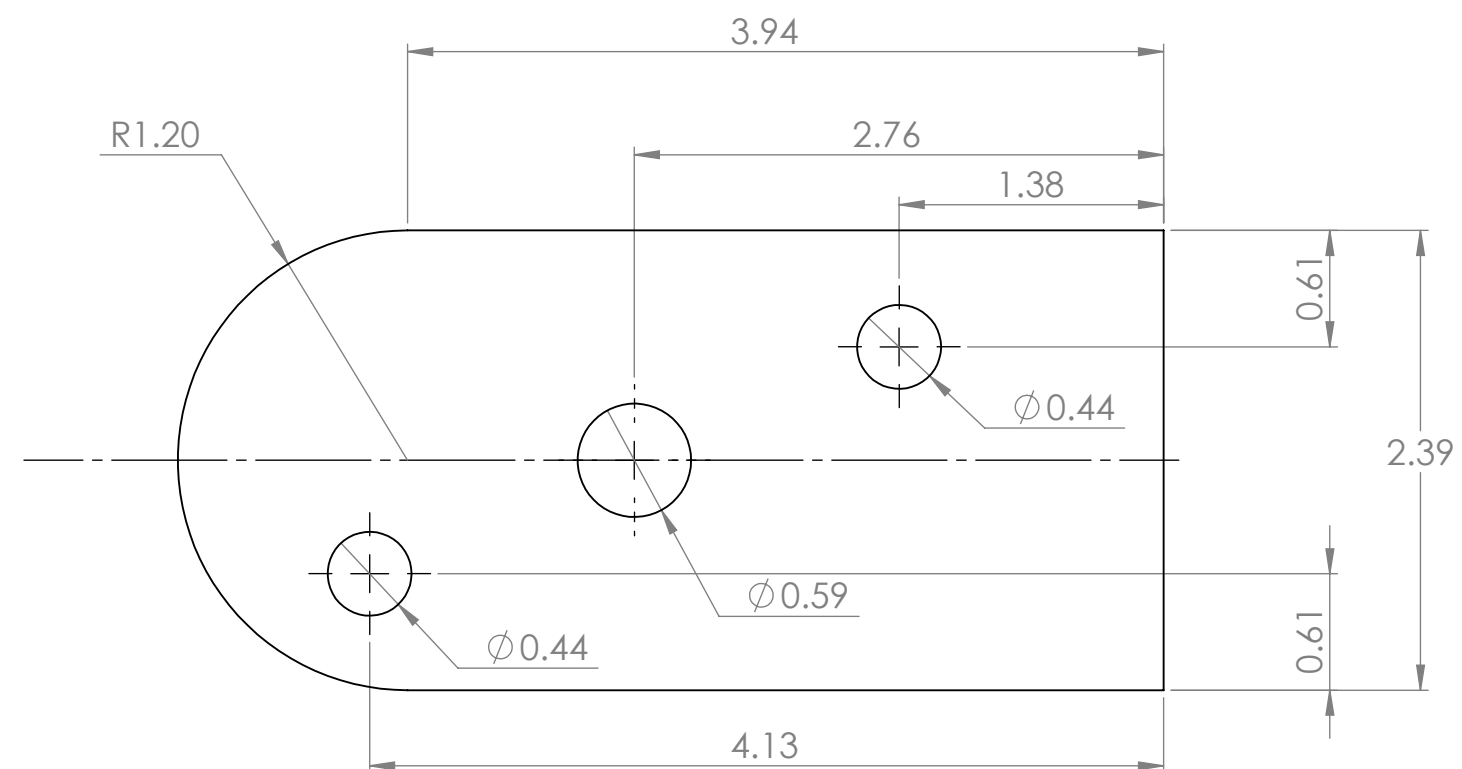
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 26/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:		 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Se lleva el plano formato dwg para posteriormente con el software de la cortadora hacer los cortes, posteriormente doblarla segun las medidas		FECHA: 10/11/2022		TITULO: CB-2M1 PIEZA INDIVIDUAL 2.5 SLIDER	
		ESCALA: 1:6		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
		UNIDADES: in		REVISAR: ING. JORGE MENESES	
		A4		HOJA 28/57	



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se toma una lamina de acero aisi 304 de 5 mm de espesor, luego se lleva el plano formato dwg para posteriormente con el software de la máquina hacer los cortes, para finalizar doblarla según las medidas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:6

UNIDADES: in

A4

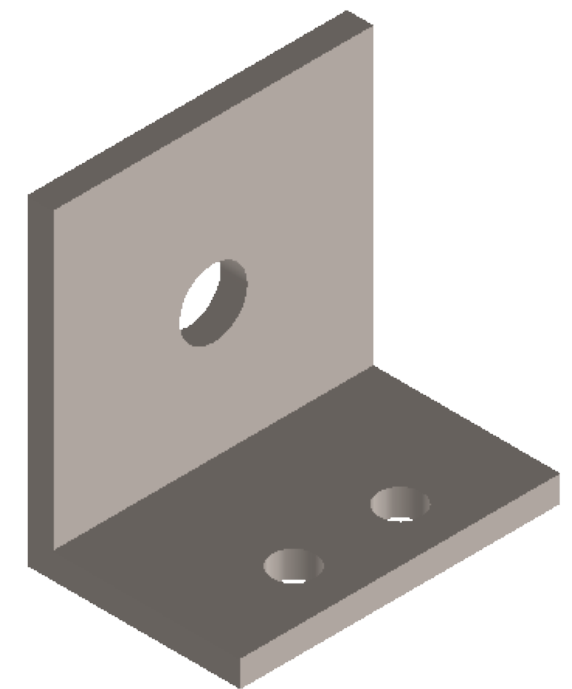
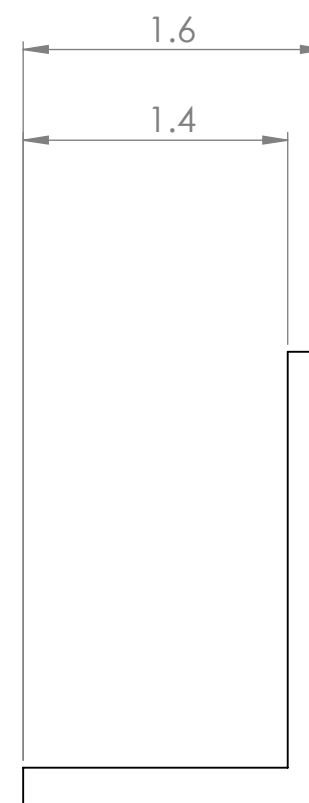
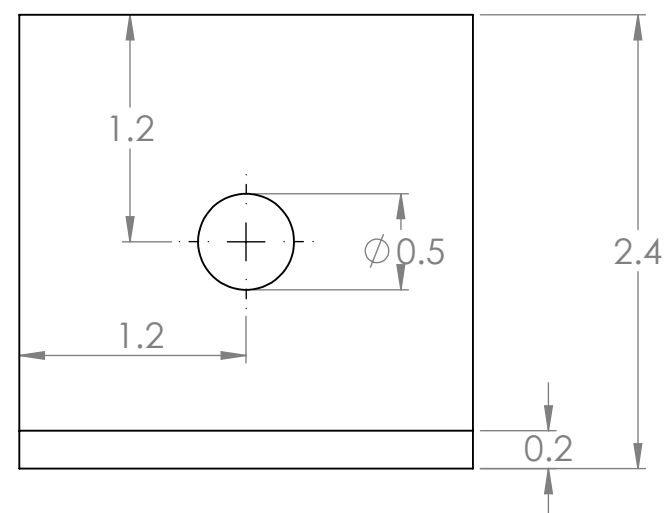
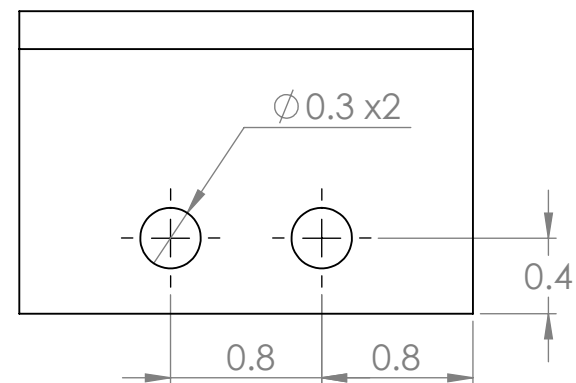


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.8 TENSIONAR 2

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 29/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se toma una lamina de acero aisi 304 de 5 mm de espesor, luego se lleva el plano formato dwg para posteriormente con el software de la máquina hacer los cortes, para finalizar doblarla según las medidas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:7

UNIDADES: in

A4

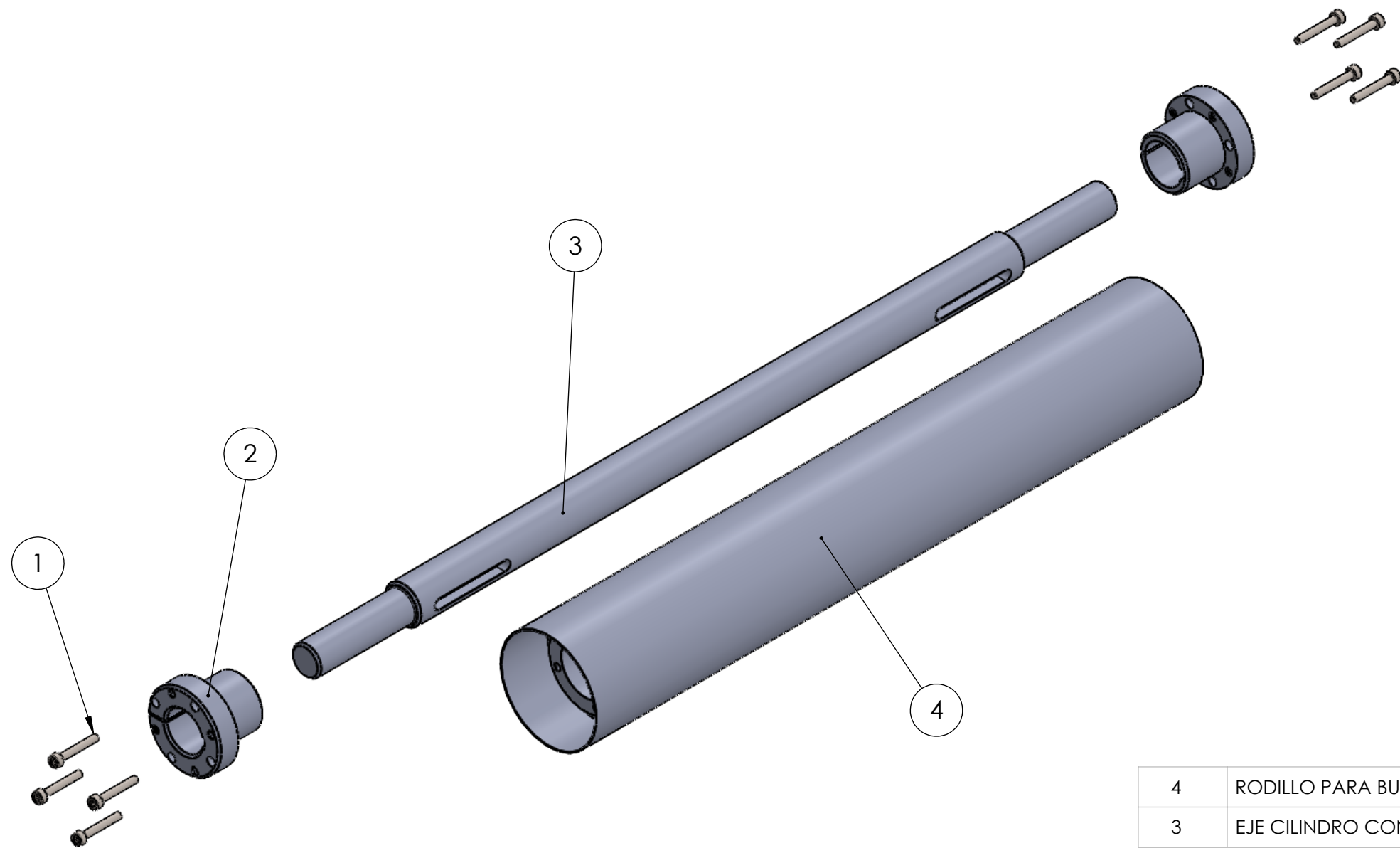


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.9 PLACA FIJA 1

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 30/57



4	RODILLO PARA BUJE	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
3	EJE CILINDRO CONDUCTOR	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2	BUJE RODILLOS	2	ACERO INOXIDABLE AISI 304
1	TORNILLO	8	M3X0.5X20
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN: DIMENSIONAL, MATERIAL, REFERENCIA TÉCNICA DE SELECCIÓN, MARCA.

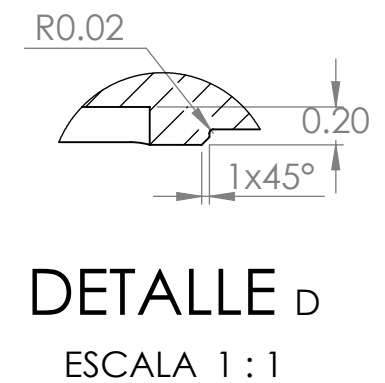
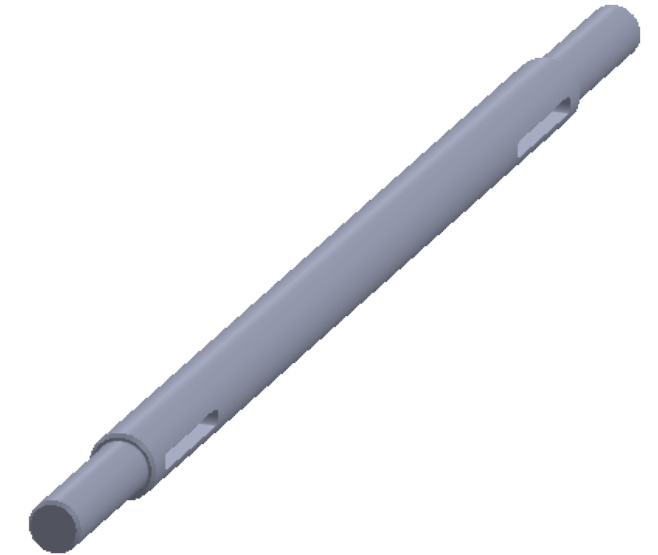
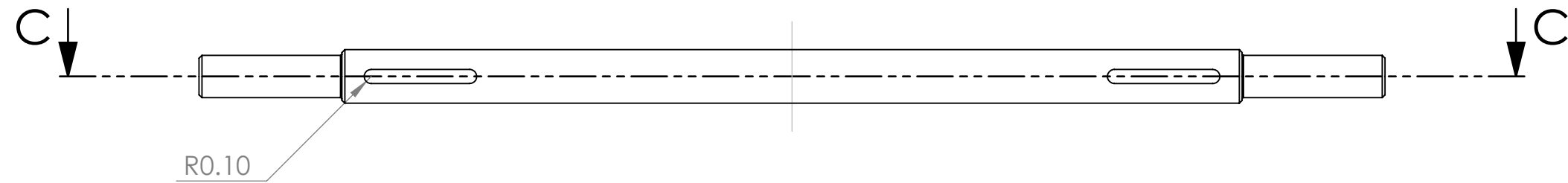
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACION:

Se hace el ensamble tomando como referencia la pieza 3, a continuación se inserta las pieza 4 y para filalizar se insertan las piezas 2 para posteriormente ser atornilladas (pieza 2).



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/22	TITULO: CB-2M1	
ESCALA: 1:2	TIPO DE PLANO: ISOMETRICO EXPLOSIONADO	
UNIDADES: in	AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
A4	REVIS: ING. JORGE MENESES	HOJA 31/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se toma un eje de 0.75 in de diametro (acero AISI 304) y 16.6 in de longitud el cual es desbastado según especificaciones.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:6

UNIDADES: in

A4

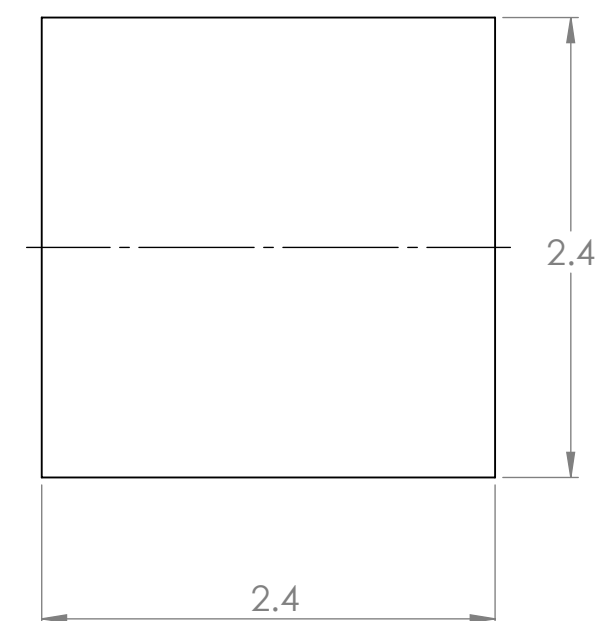
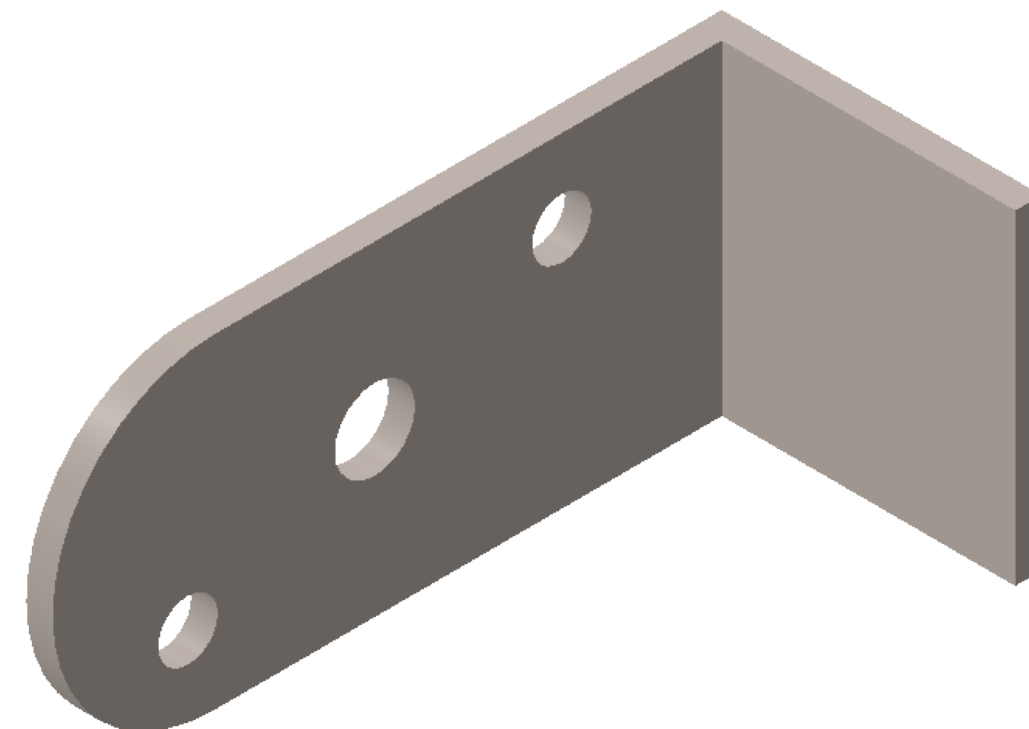
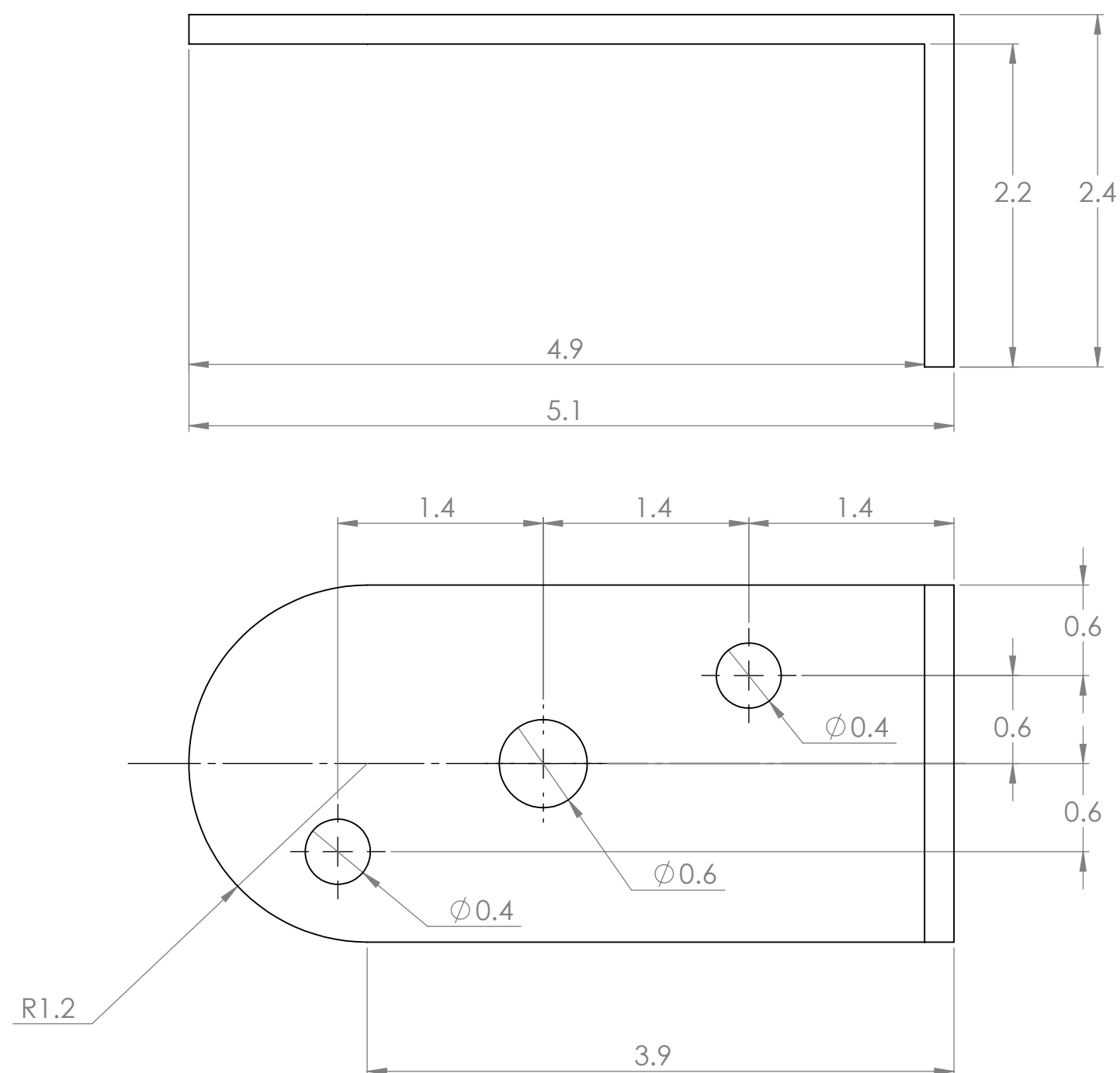


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.11.3 EJE CILINDRO CONSUMIDO

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 32/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se toma una lamina de acero aisi 304 de 5 mm de espesor, luego se lleva el plano formato dwg para posteriormente con el software de la máquina hacer los cortes, para finalizar doblarla según las medidas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:6

UNIDADES: in

A4

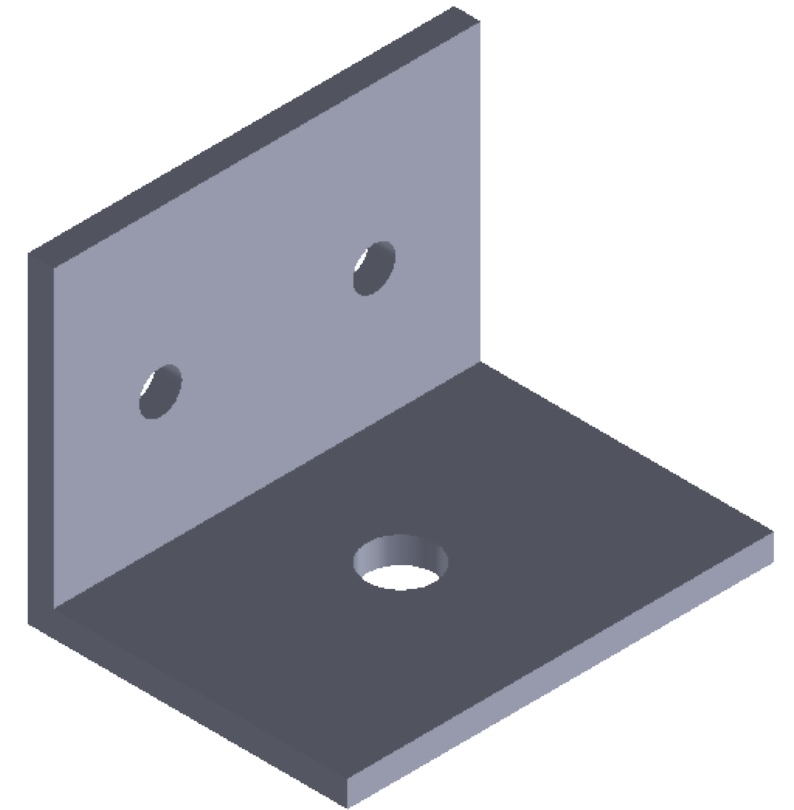
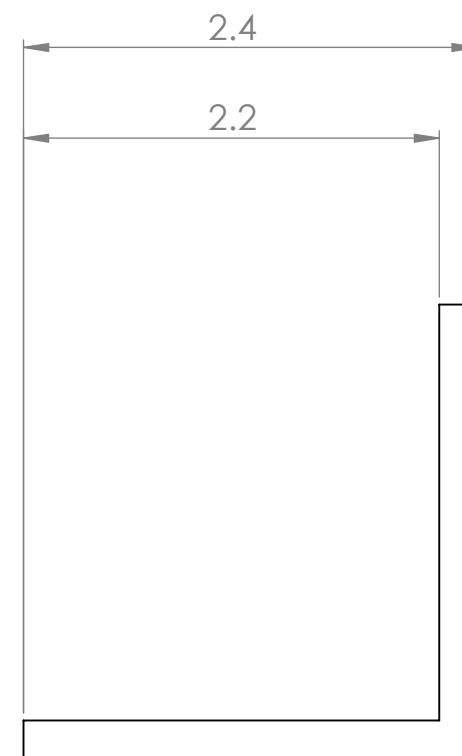
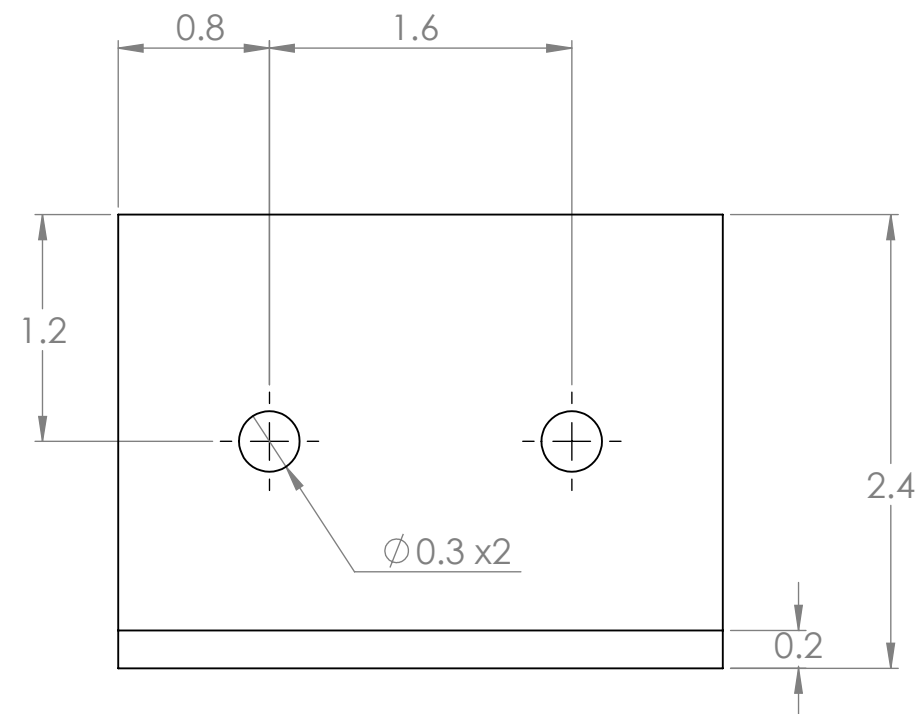
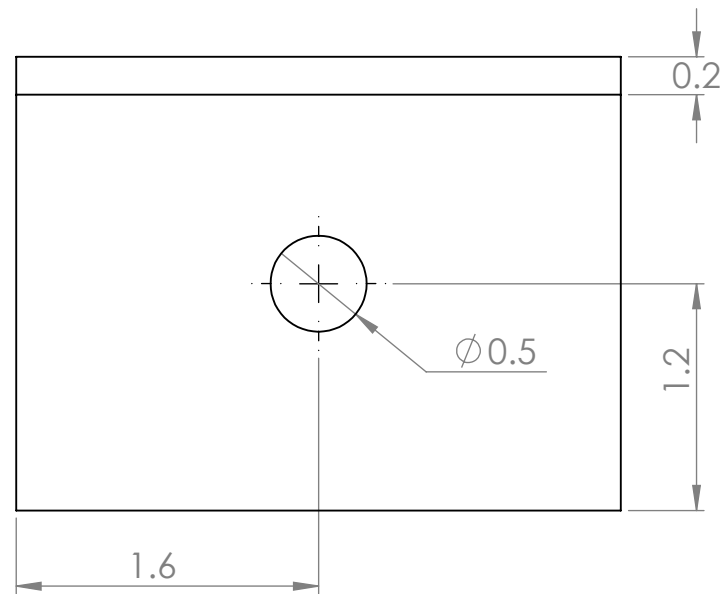


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.12 PLACA TENSIONAR

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 33/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se toma una lamina de acero aisi 304 de 5 mm de espesor, luego se lleva el plano formato dwg para posteriormente con el software de la máquina hacer los cortes, para finalizar doblarla según las medidas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 2:6

UNIDADES: in

A4

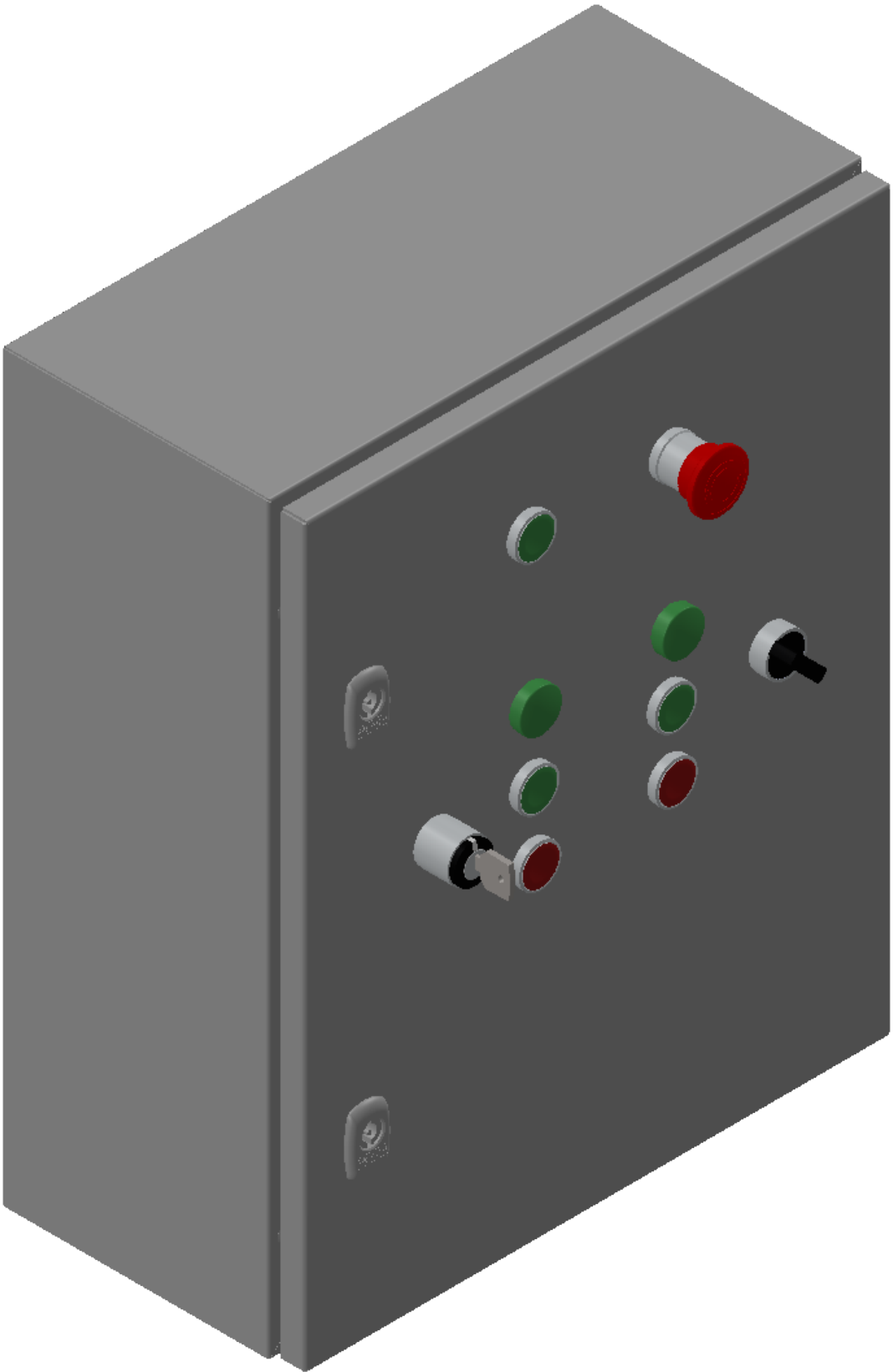


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.14 PLACA FIJA 2

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

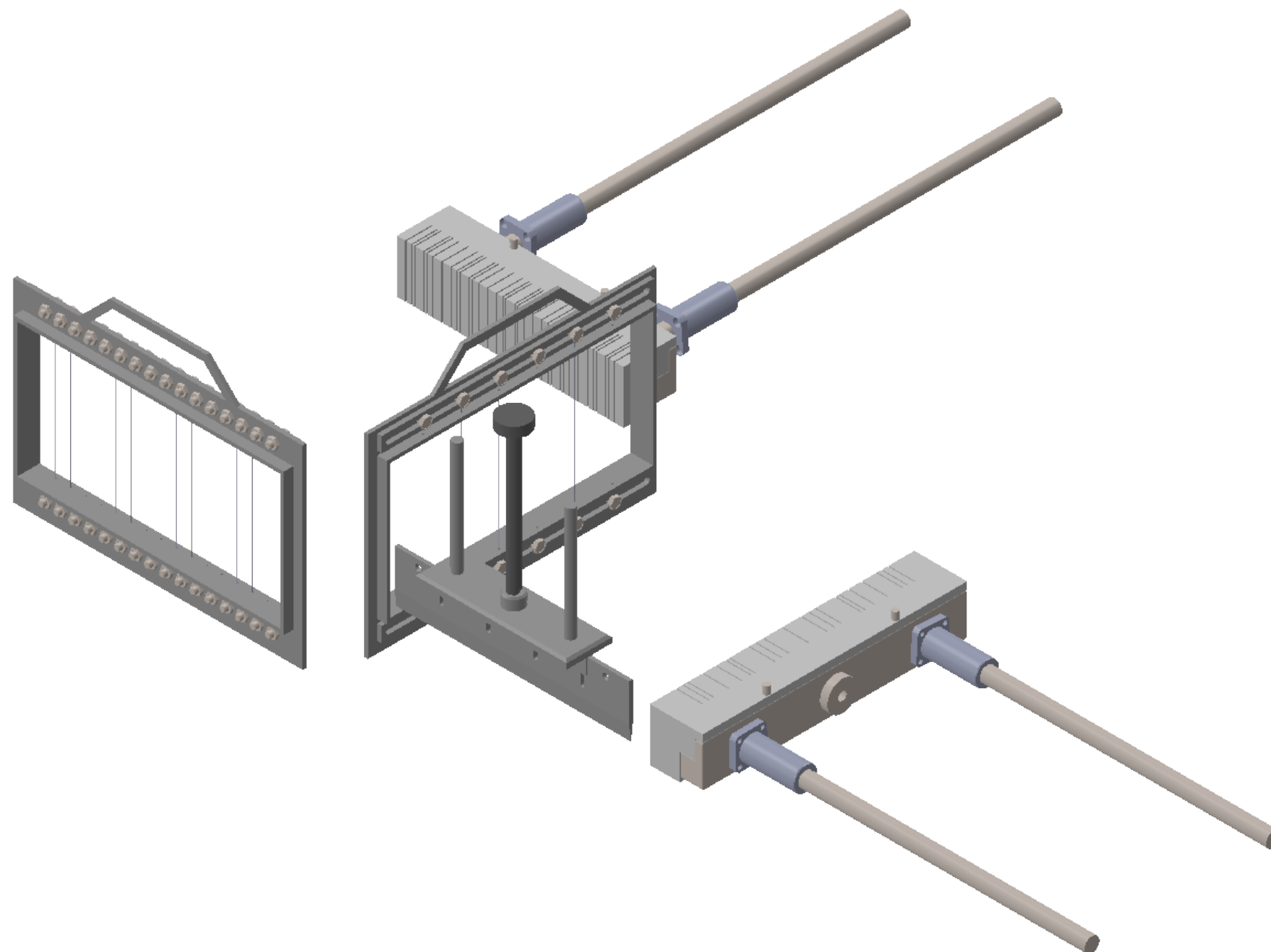
HOJA 34/57



Para montar cada uno de los componentes en el gabinete se hace uso de rieles, la distribución de los elementos dentro del gabinete se hace en semejanza con el circuito de potencia para que el mantenimiento preventivo sea mucho más fácil y en caso de presentar alguna avería la falla sea mucho más fácil de encontrar por el personal de mantenimiento

FAVOR REVISAR PLANOS ELECTRICOS

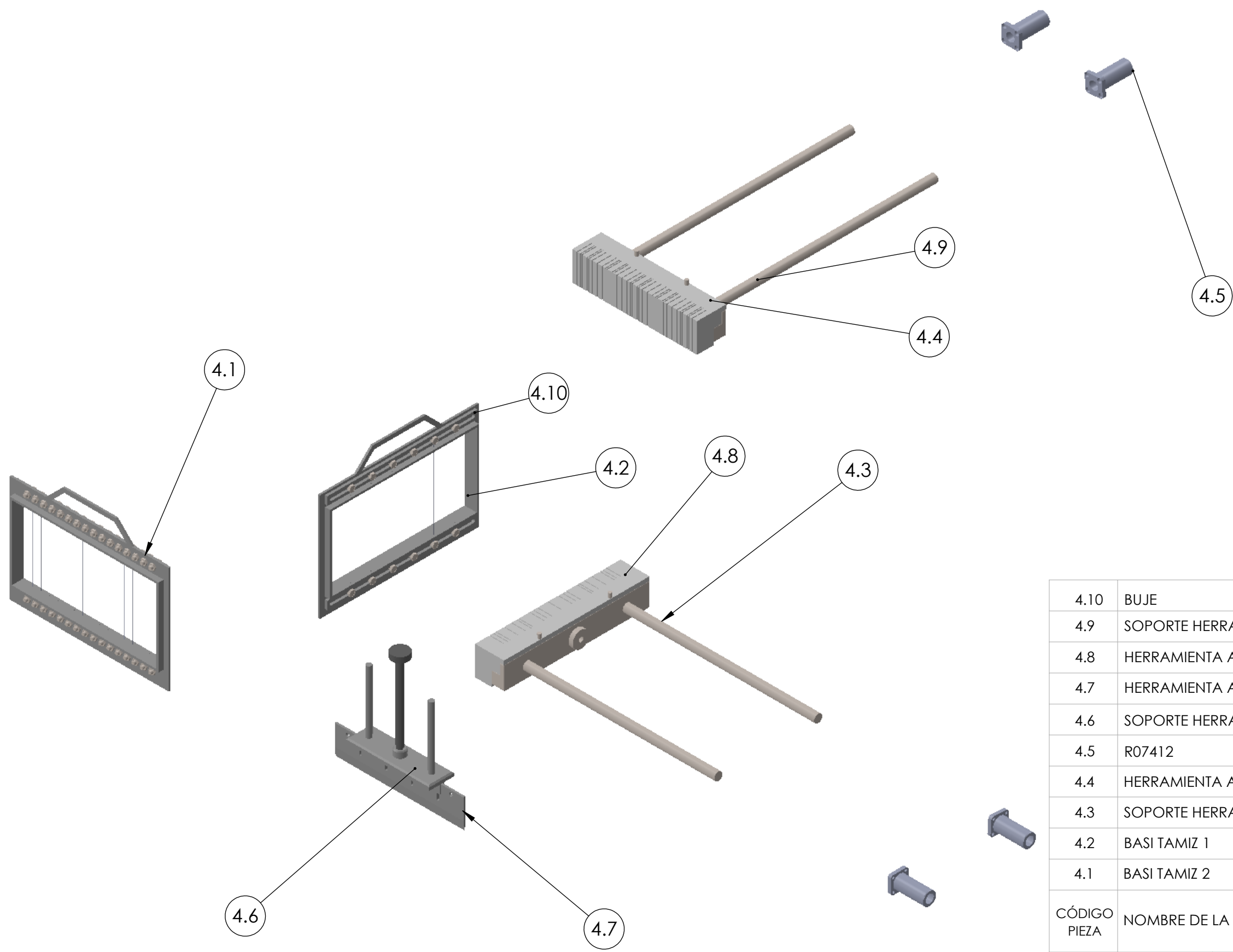
Universidad Industrial de Santander 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
FECHA: 10/11/2022		TITULO: CB-2M1 SUBSISTEMA ELECTRICO TABLERO ELECTRICO	
ESCALA: 1:3			
UNIDADES: in		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
A4		REVISAR: ING. JORGE MENESES	HOJA 35/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Vista isometrica usada para la ubicacion correcta de cada pieza

Universidad Industrial de Santander 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
FECHA: 10/11/2022		TITULO: CB-2M1 ISOMETRICA SUBENSAMBLAJE 4	
ESCALA: 1:7			
UNIDADES: in		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
A4		REVISA: ING. JORGE MENESES	HOJA 36/57



4.10	BUJE	2	ACERO INOXIDABLE AISI 304
4.9	SOPORTE HERRAMIENTA 3	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
4.8	HERRAMIENTA ACTUADOR 2	1	POLIETILENO
4.7	HERRAMIENTA ACTUADOR 1	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
4.6	SOPORTE HERRAMIENTA 1	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
4.5	R07412	4	ACERO INOXIDABLE AISI 304
4.4	HERRAMIENTA ACTUADOR 3	1	POLIETILENO
4.3	SOPORTE HERRAMIENTA 2	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
4.2	BASI TAMIZ 1	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
4.1	BASI TAMIZ 2	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN: DIMENSIONAL, MATERIAL, REFERENCIA TÉCNICA DE SELECCIÓN, MARCA.

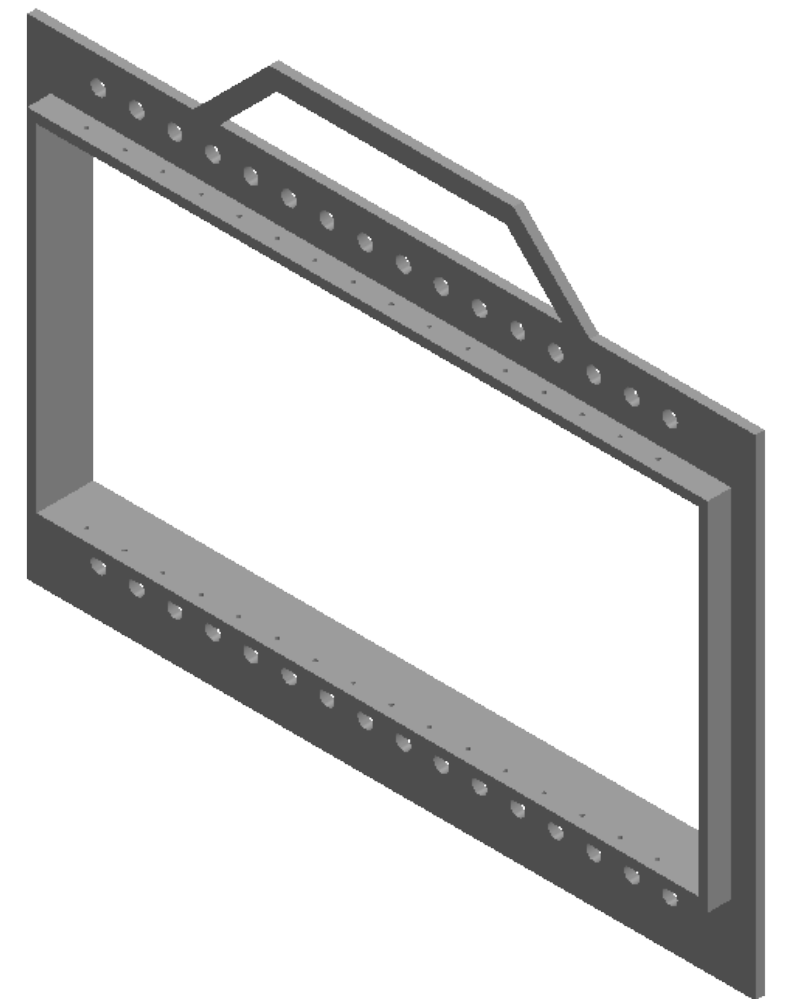
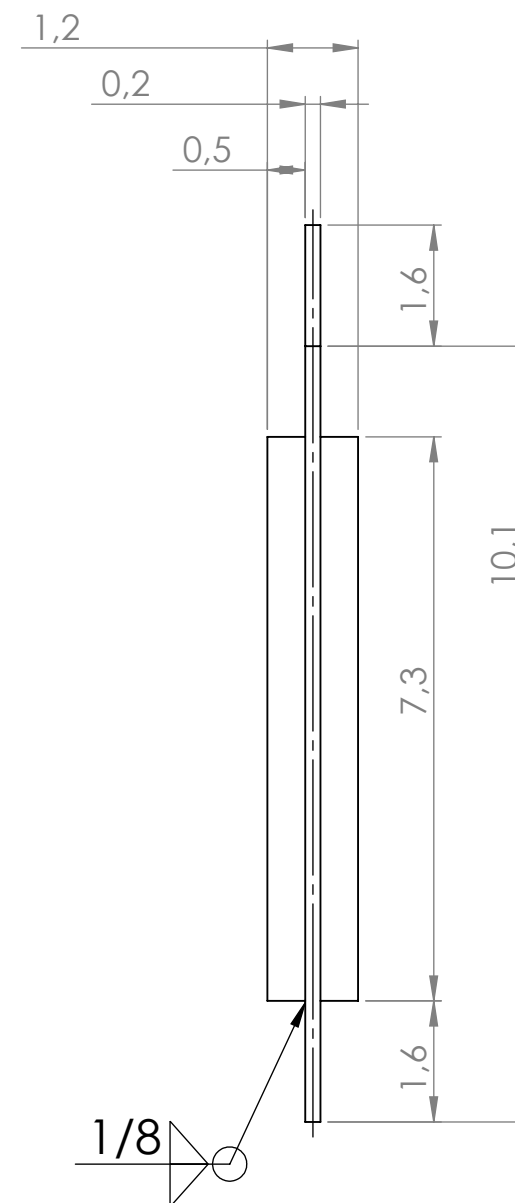
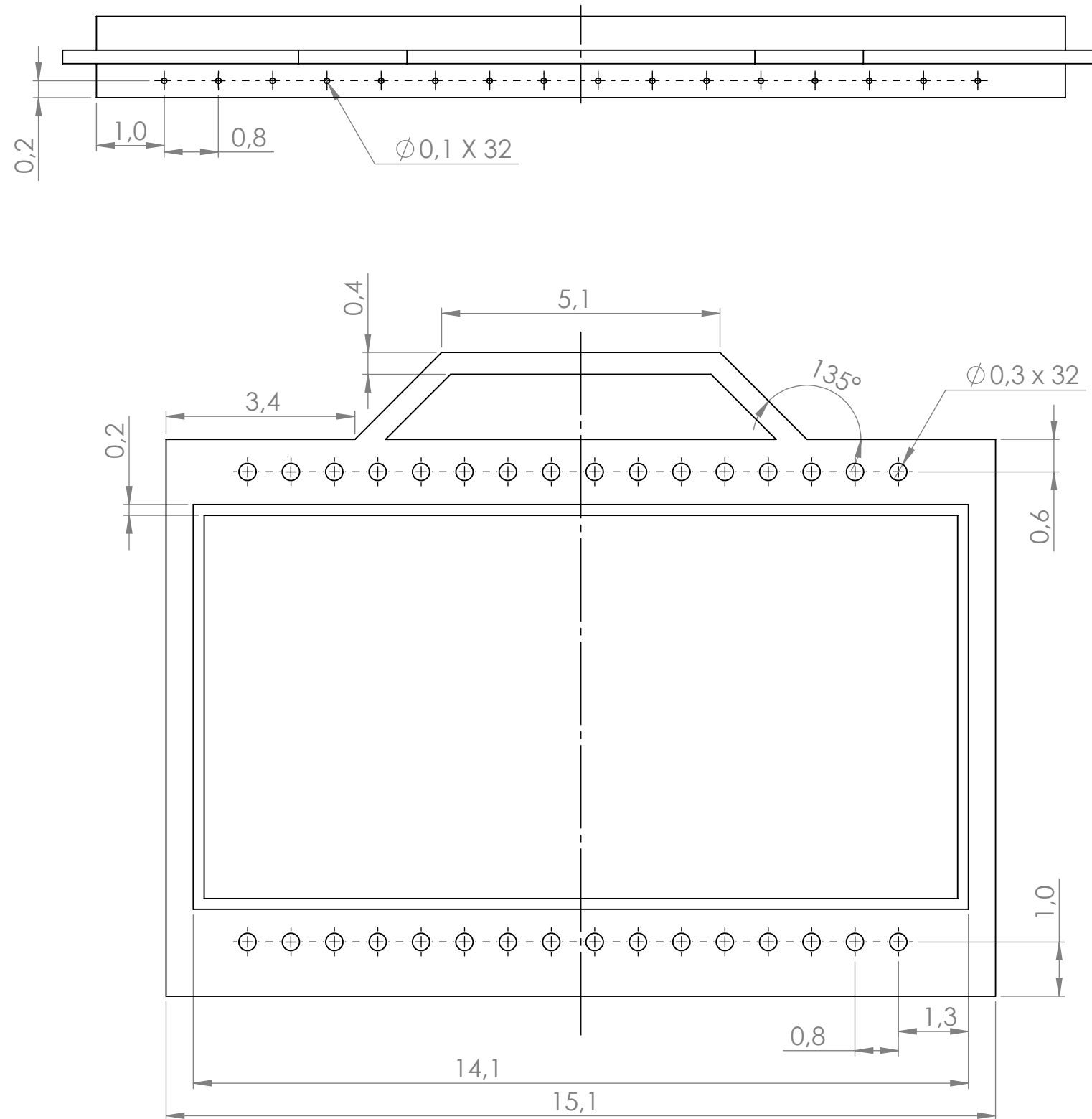


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Cada uno de estos elementos se ensambla en el sistema estructural, para esto primero se ensamblan las piezas 4.8 en la piezas 4.3 y 4.9 respectivamente, luego se ubican las piezas 4.5, enseguida se insertan las piezas 4.3 y 4.9, posteriormente se ensamblan las piezas 4.6 y 4.7 en un solo subconjunto para ser monmtado en el ensamblaje estructural, para finalizar se acoplan los tamices (4.1 y 4.10) en el sistema estructural.

FECHA: 10/11/22	TITULO: CB-2M1 EXPLOSIONADO SUBENSAMBLAJE 4	
ESCALA: 1:10		
UNIDADES: in	AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
A4	REVIS: ING. JORGE MENESES	HOJA 37/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza lámina de 0.2 [in] de espesor, acero AISI 304, se guarda en formato dwg para ser utilizado en la máquina de laser y realizar el respectivo corte, por último se realiza el proceso de soldadura con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:2.5

UNIDADES: in

A4

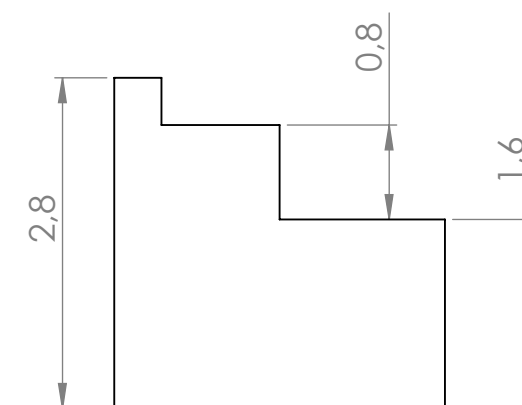
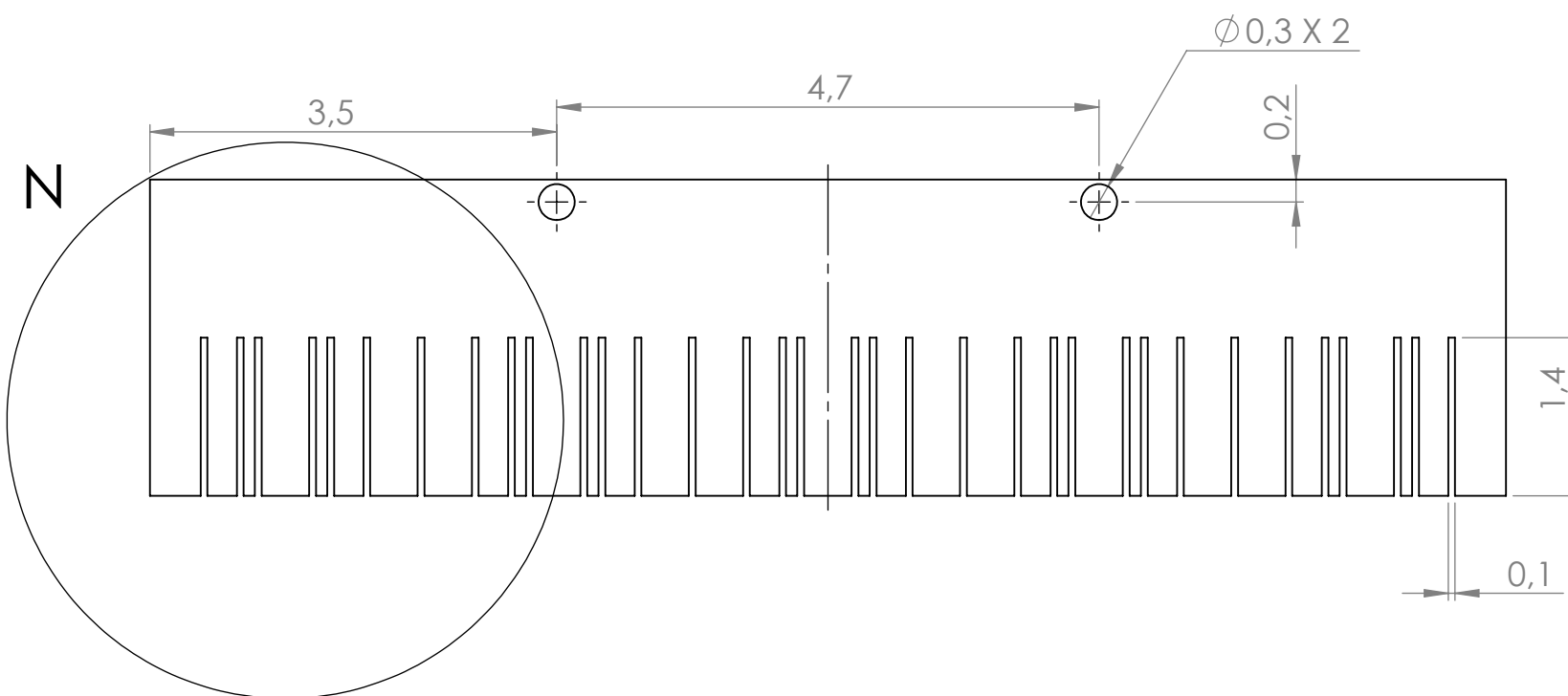
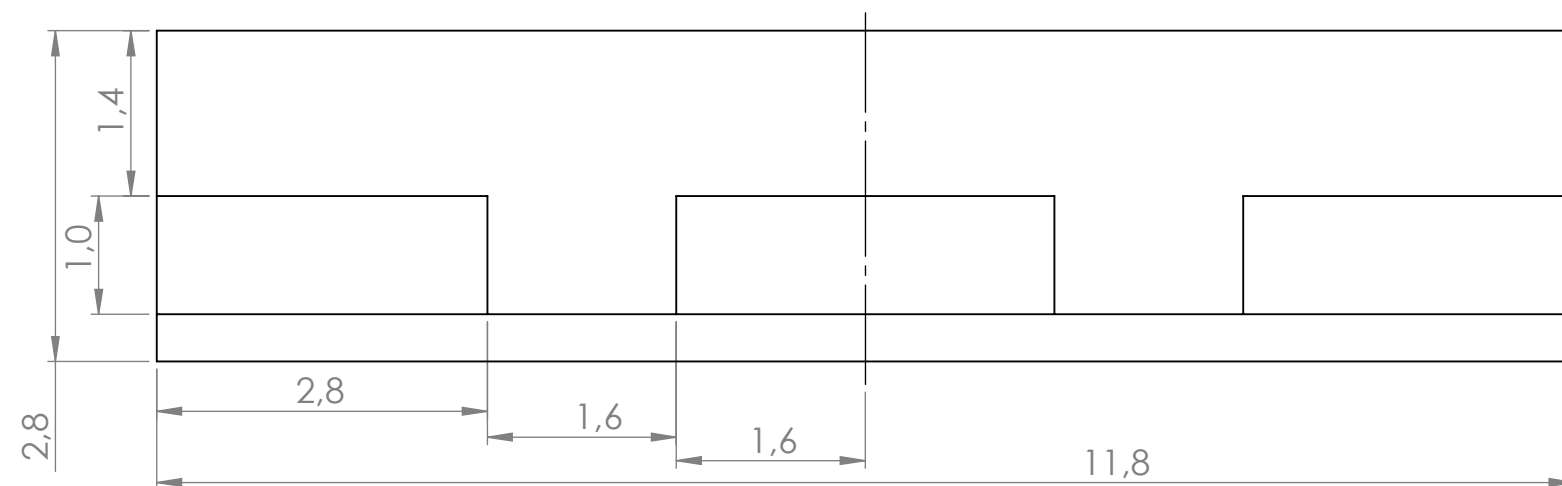


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
4.1 BASI TAMIZ 2

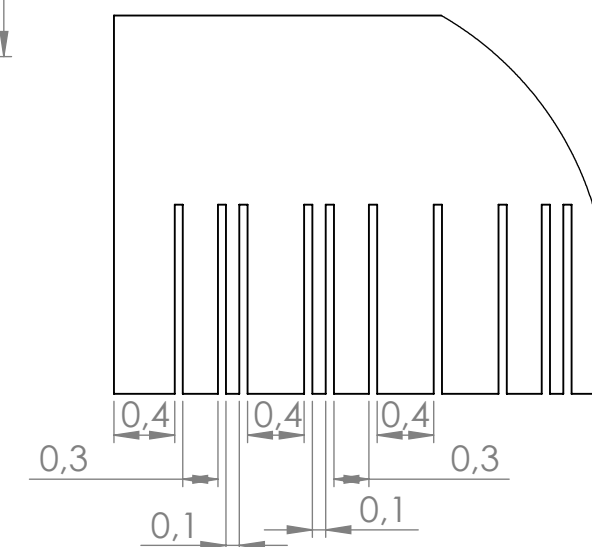
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 38/57



DETALLE N
ESCALA 2 : 2.8



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

El detalle N, es repetitivo.

Se utiliza polietileno para la realización de esta pieza, se guarda en formato dwg para ser usado en la máquina laser bajo las medidas especificadas en el plano.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:1.6

UNIDADES: in

A4

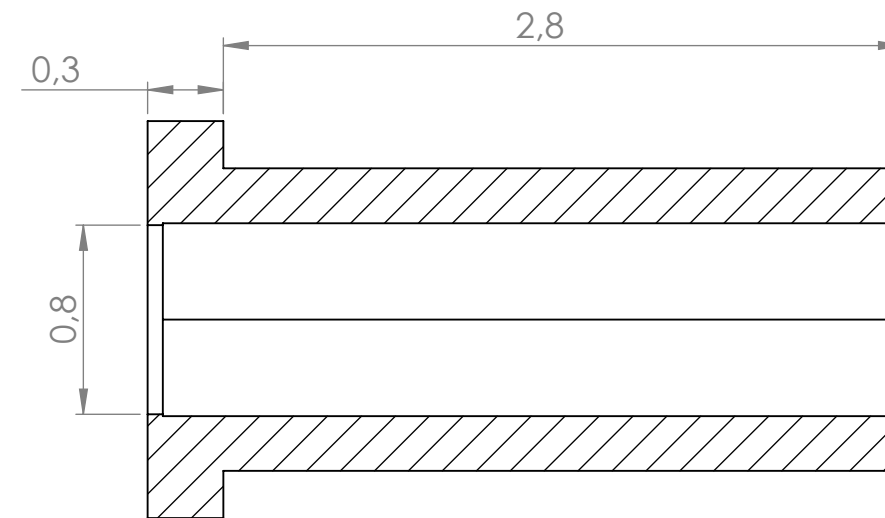
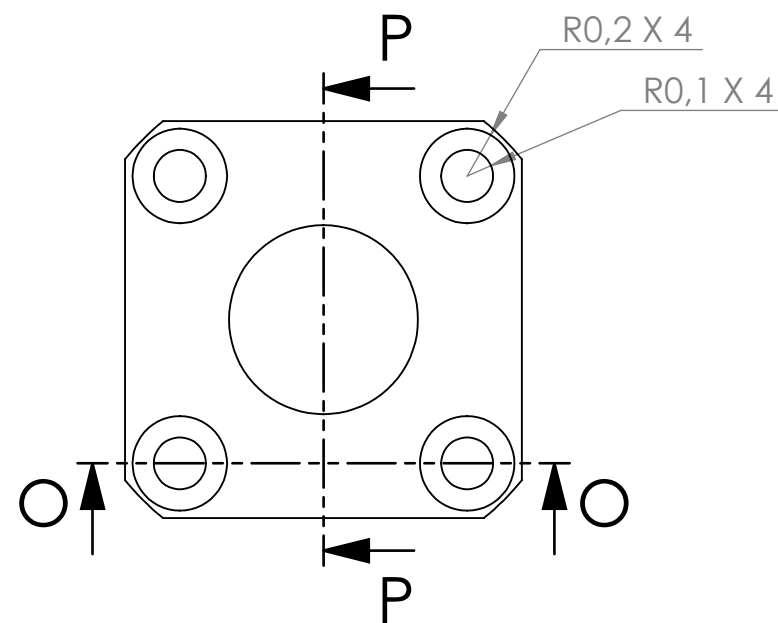


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
4.4 HERRAMIENTA ACTUADOR 3

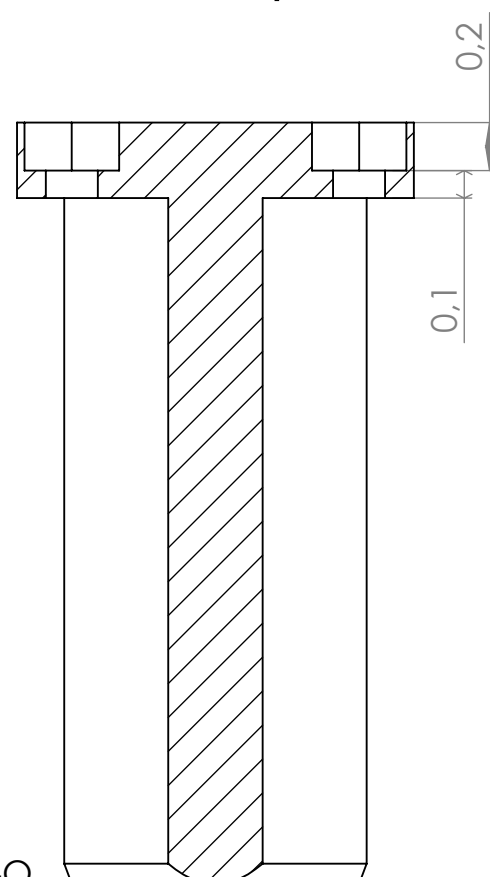
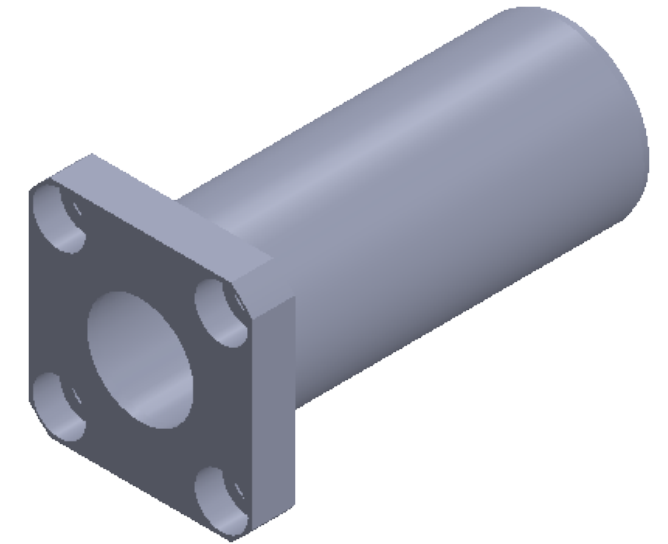
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 41/57



SECCIÓN P-P
ESCALA 1 : 0.8



SECCIÓN O-O
ESCALA 1 : 0.8

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Su uso comercial es bastante amplio, no se exige alguna referencia en especial pero se solicita la compra de alguno que cumpla con las especificaciones del plano.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:0.8

UNIDADES: in

A4

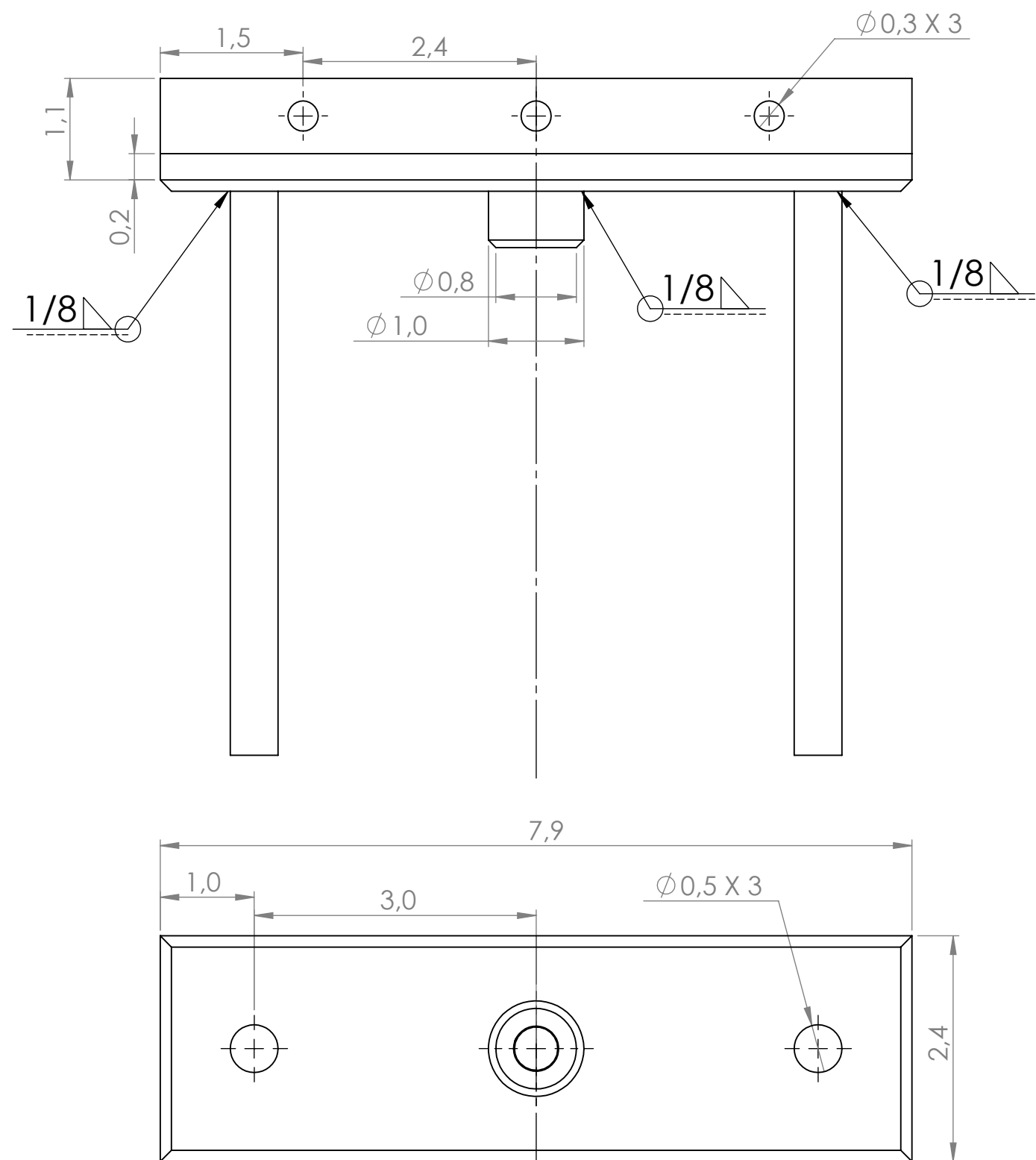


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
4.5 R07412

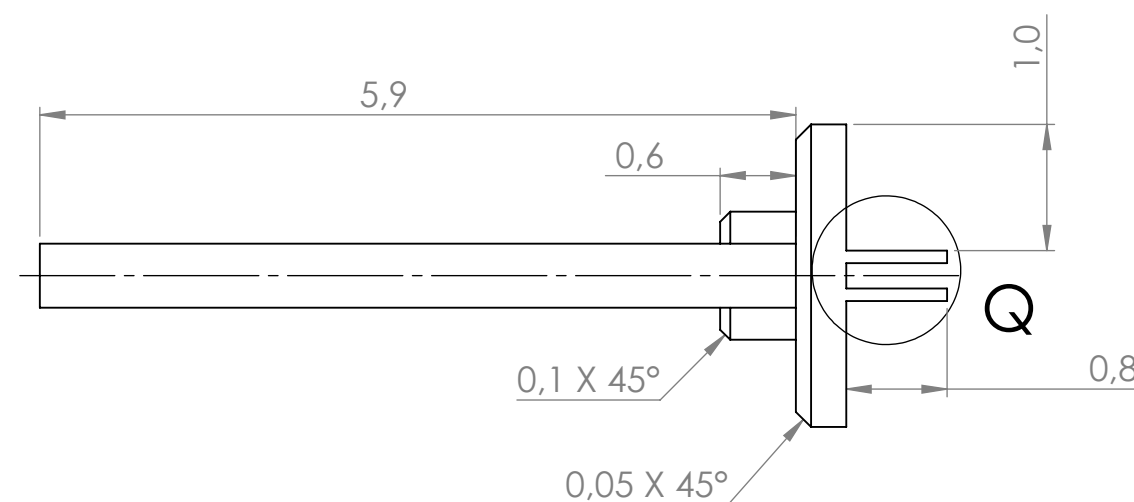
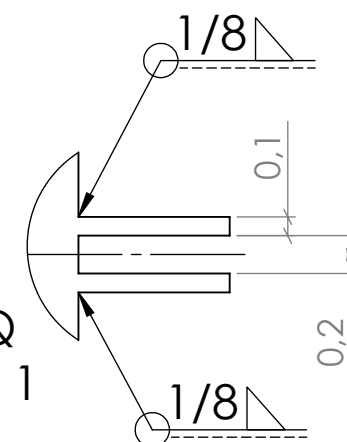
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 42/57



DETALLE Q
ESCALA 1 : 1



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:1.5

UNIDADES: in

A4

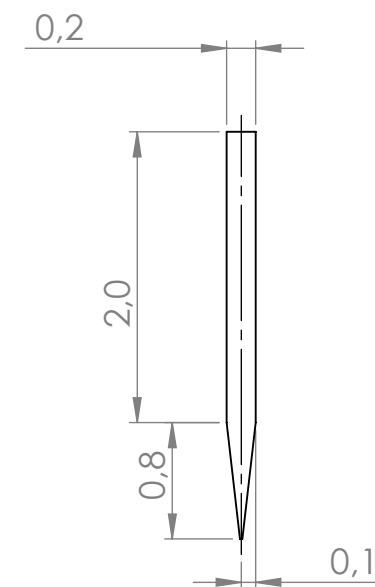
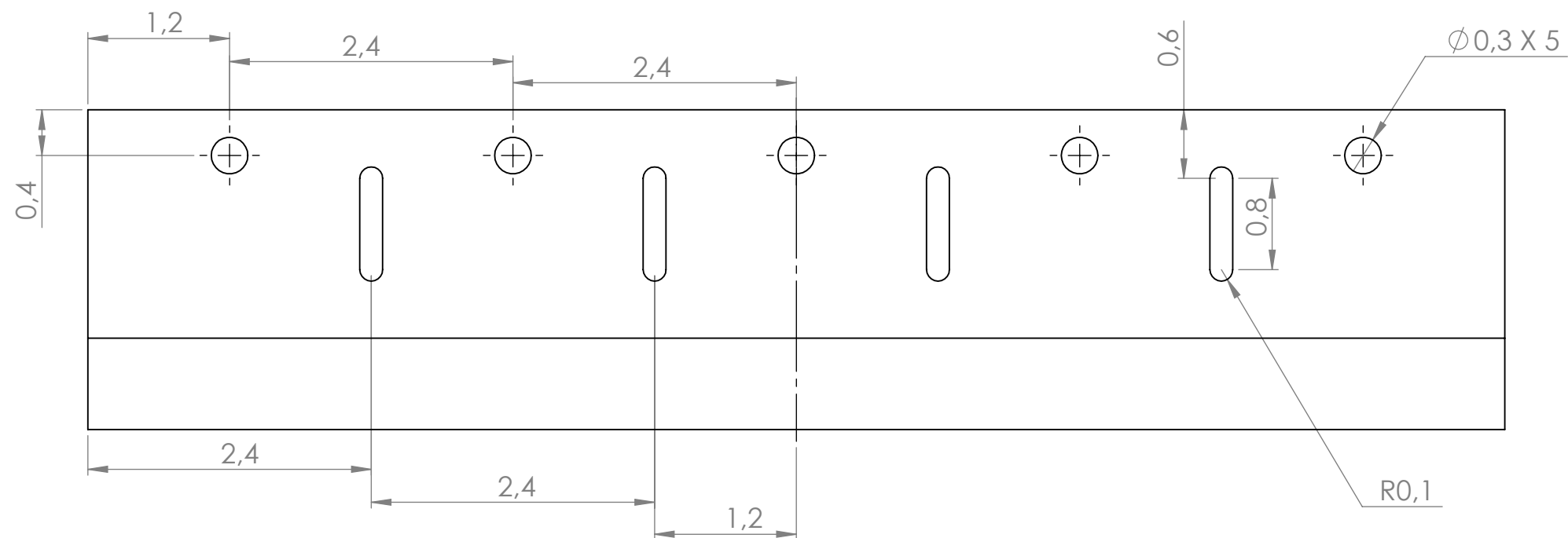
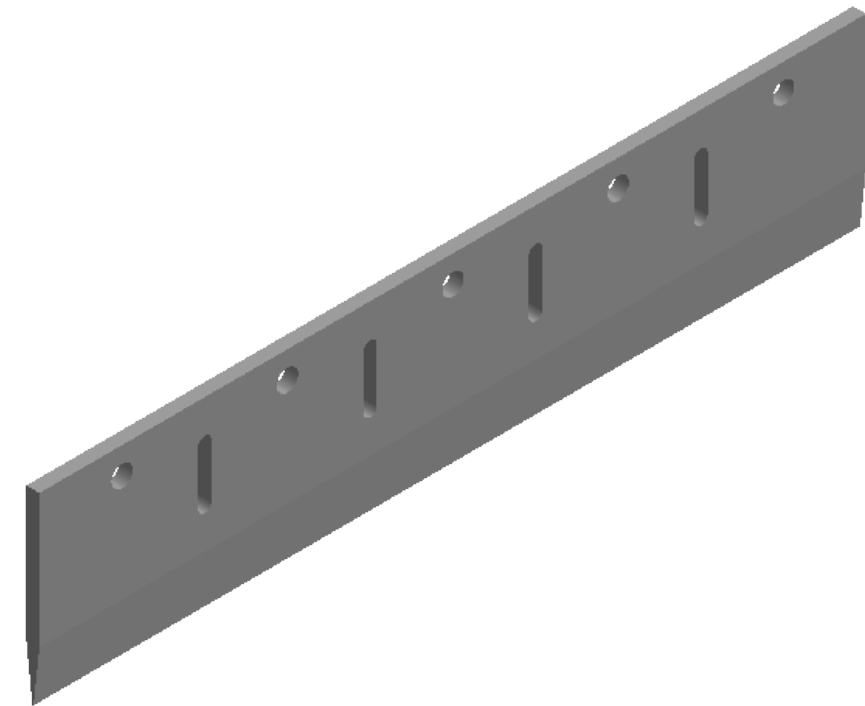
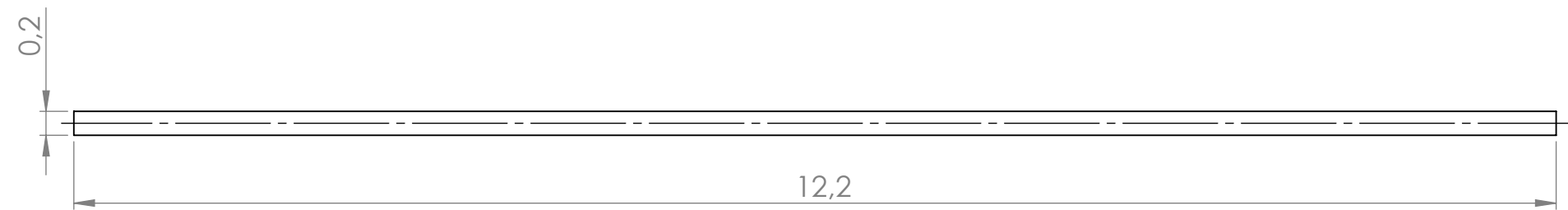


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
4.6 SOPORTE DE HERRAMIENTA 1

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

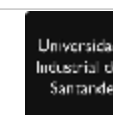
REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 43/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza lámina de 5 [mm] de espesor, acero AISI 304, se usa el formato dwg para ser usado en el software de la máquina laser y realizar los cortes respectivos.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:1.3

UNIDADES: in

A4

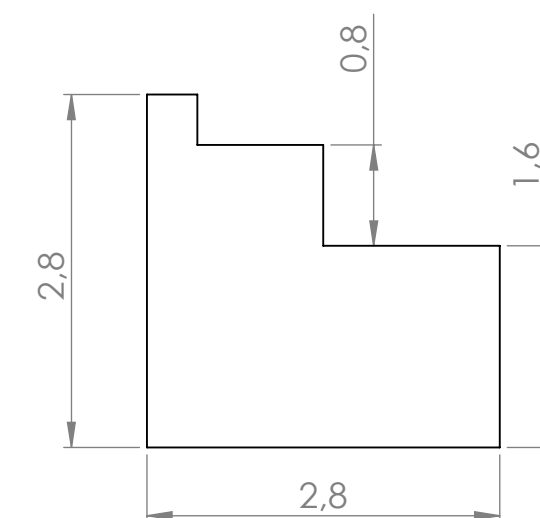
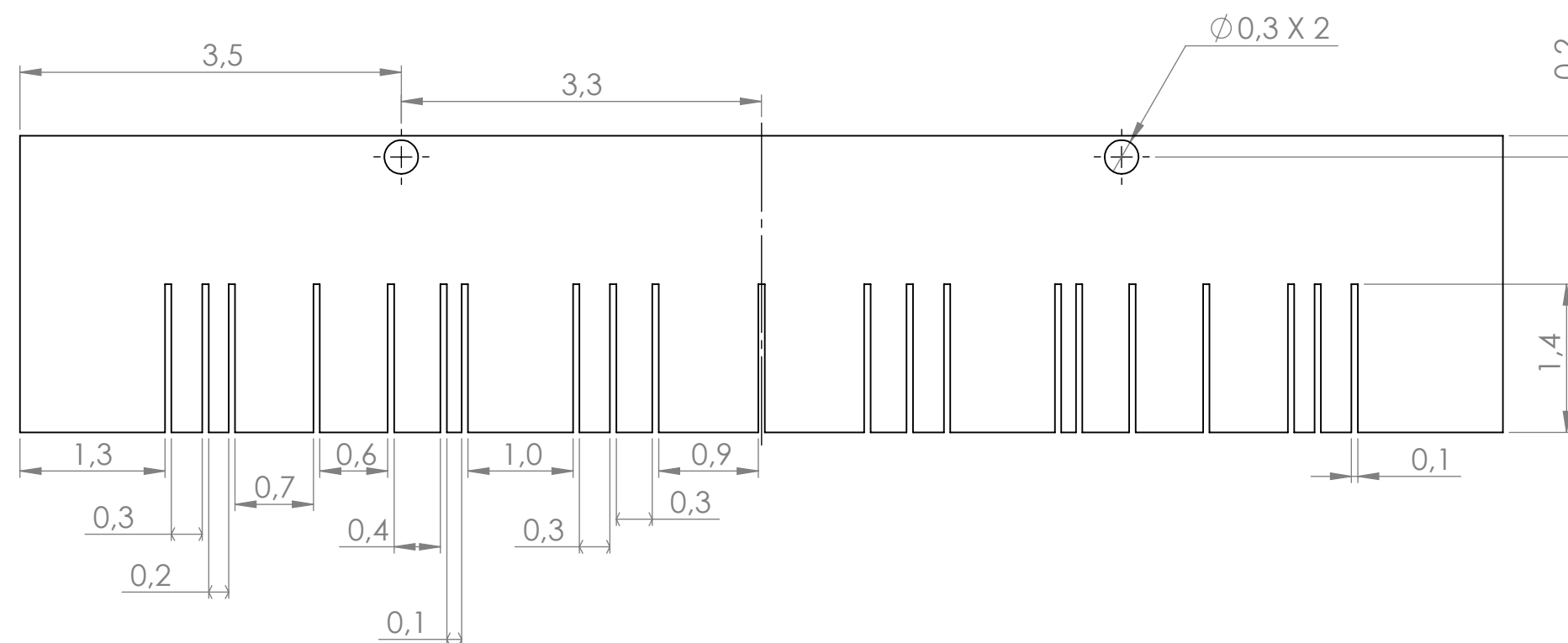
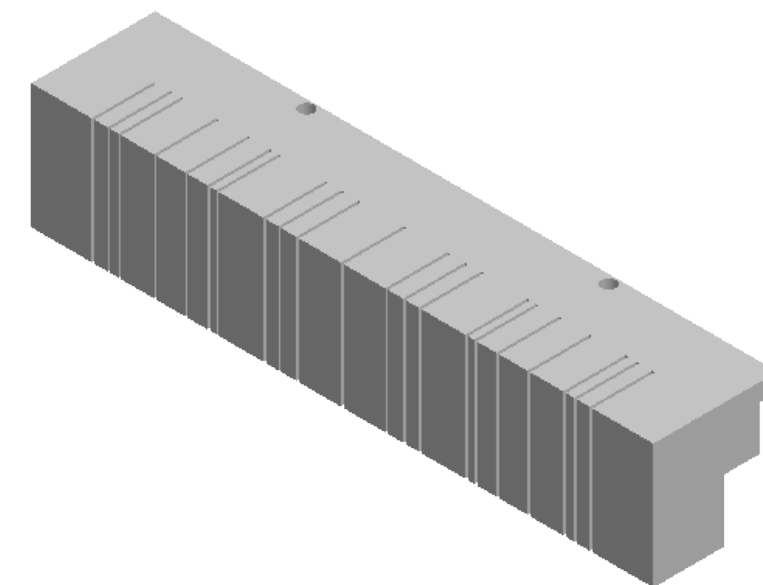
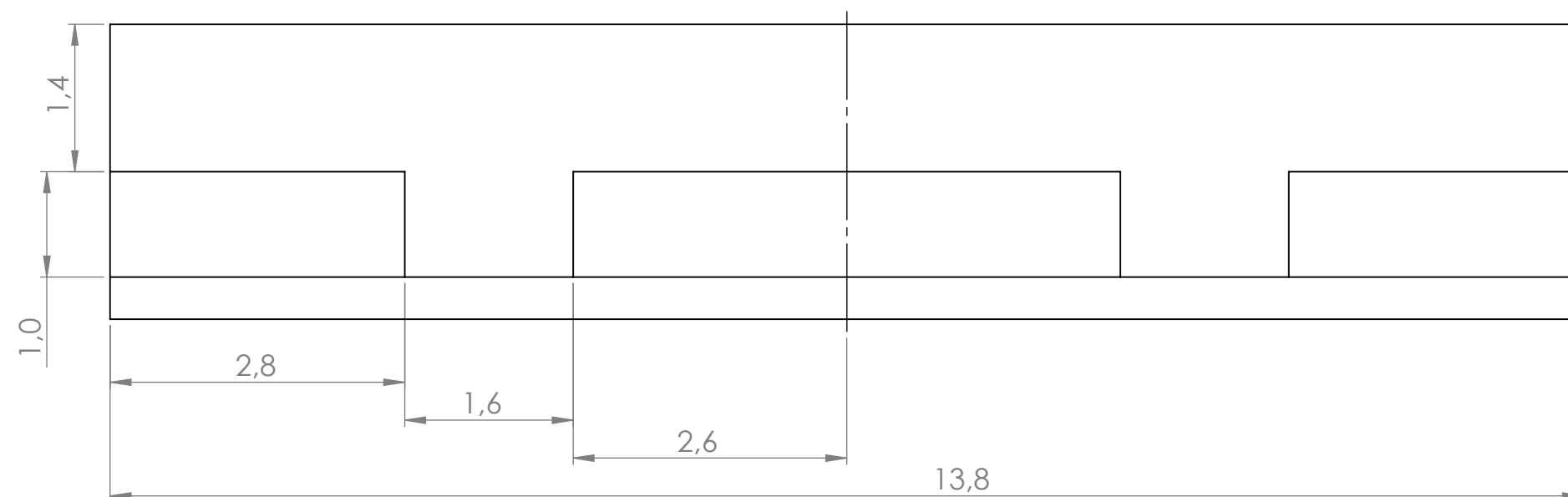


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
4.7 HERRAMIENTA ACTUADOR 1

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 44/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se utiliza polietileno para la realización de esta pieza, se guarda en formato dwg para ser usado en la máquina laser bajo las medidas especificadas en el plano.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:1.5

UNIDADES: in

A4

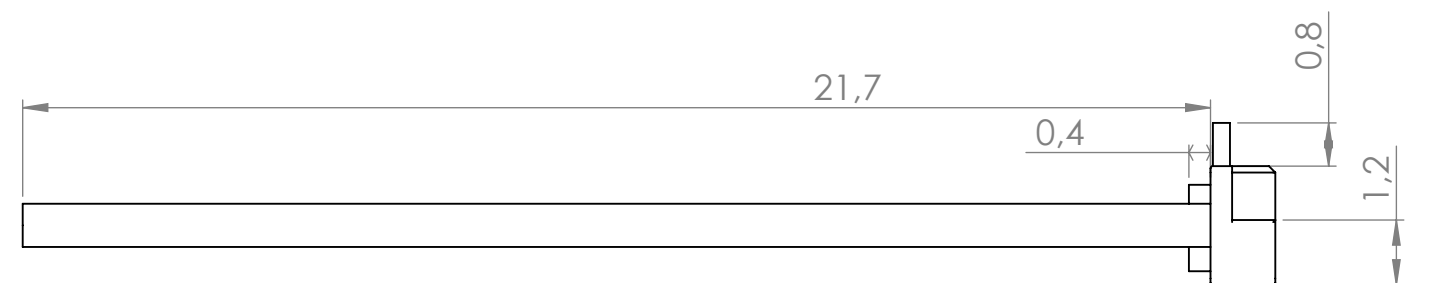
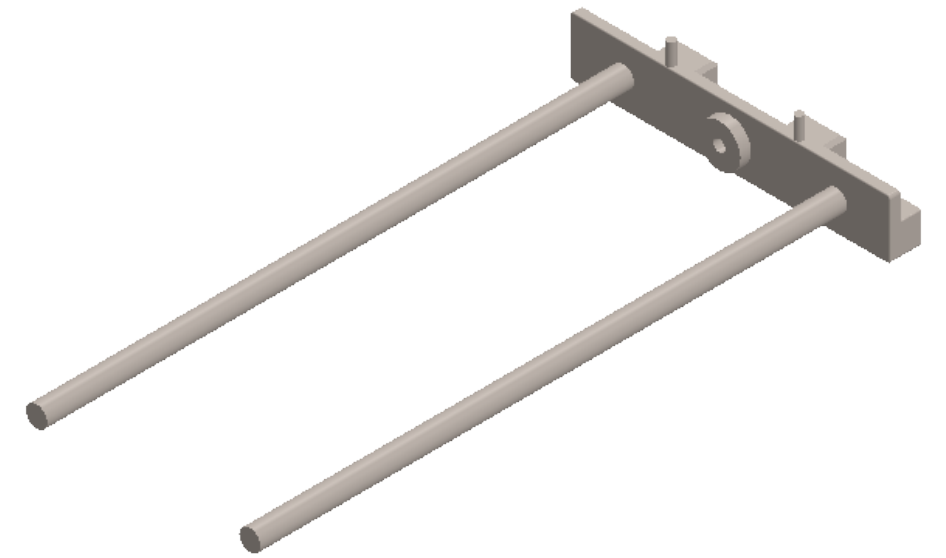
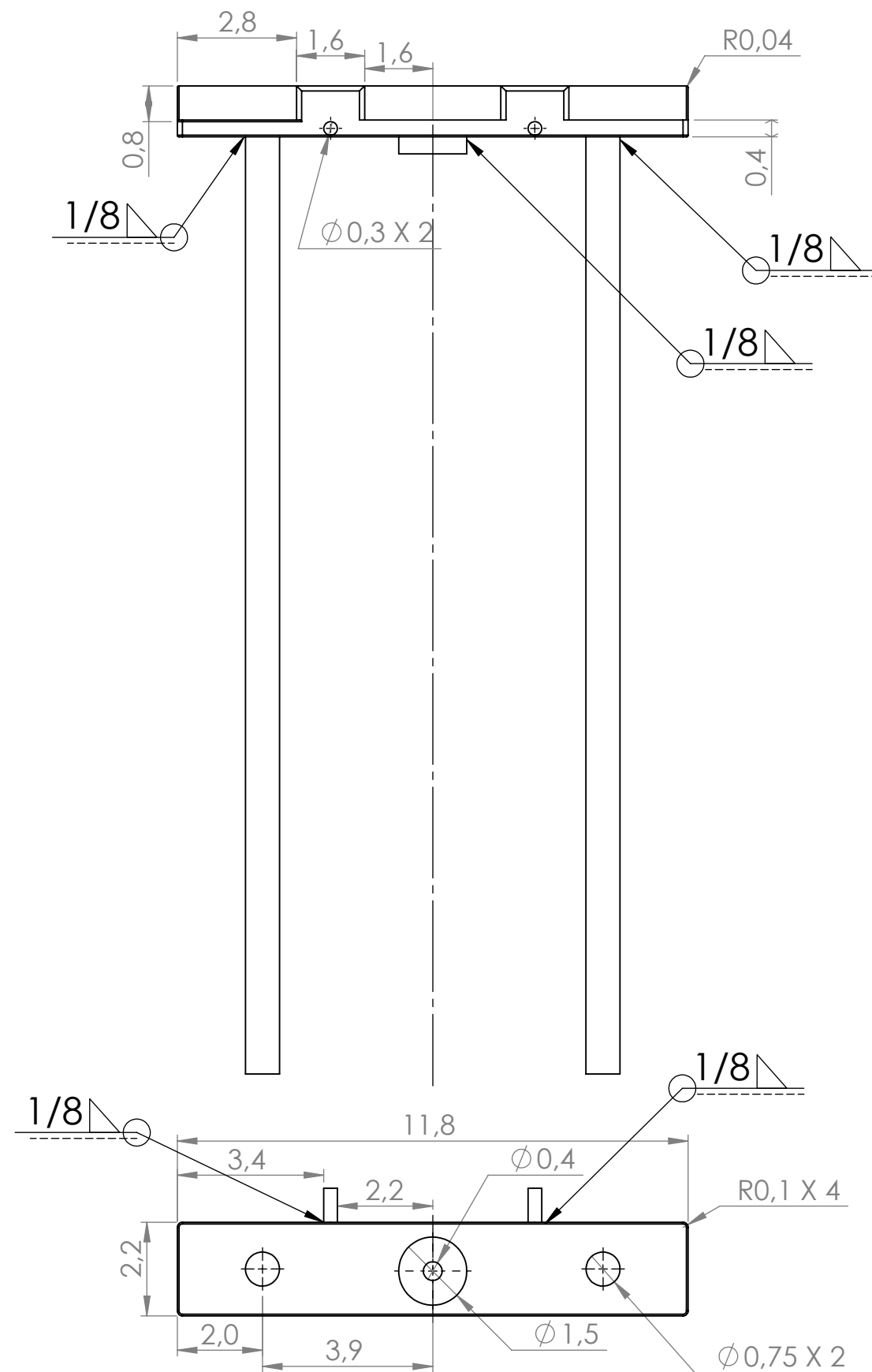


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
4.8 HERRAMIENTA ACTUADOR 2

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 45/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Todos los chaflanes de 0.1 x 45°

Se usa lámina de 5 [mm] de espesor, acero AISI 304 para realizar las secciones cuadradas que se muestran en el plano.

Se utiliza tubo de 1/3", 1 1/2" y 3/4" de diámetro, acero AISI 304 para las secciones redondas presentadas en el plano.

Por último, se realiza la soldadura de todas las partes con electrodo E308LSi.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:3.5

UNIDADES: in

A4

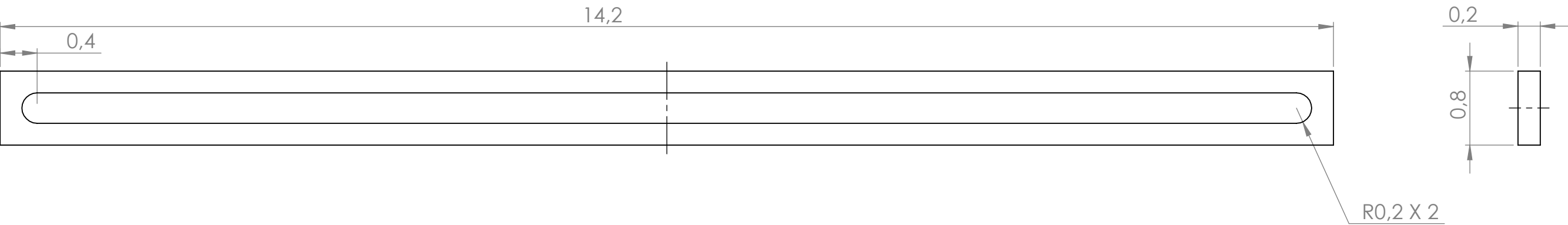
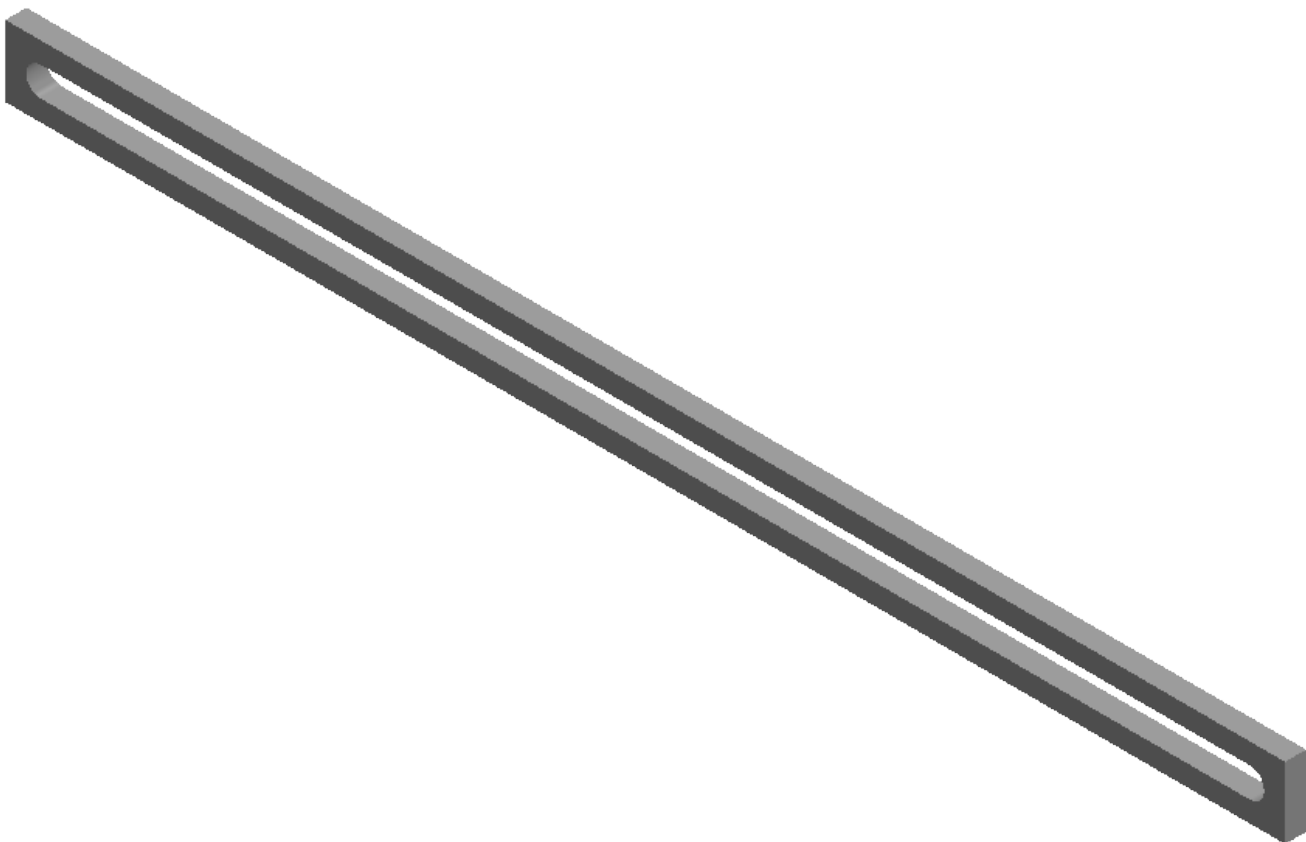


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
4.9 SOPORTE HERRAMIENTA 3

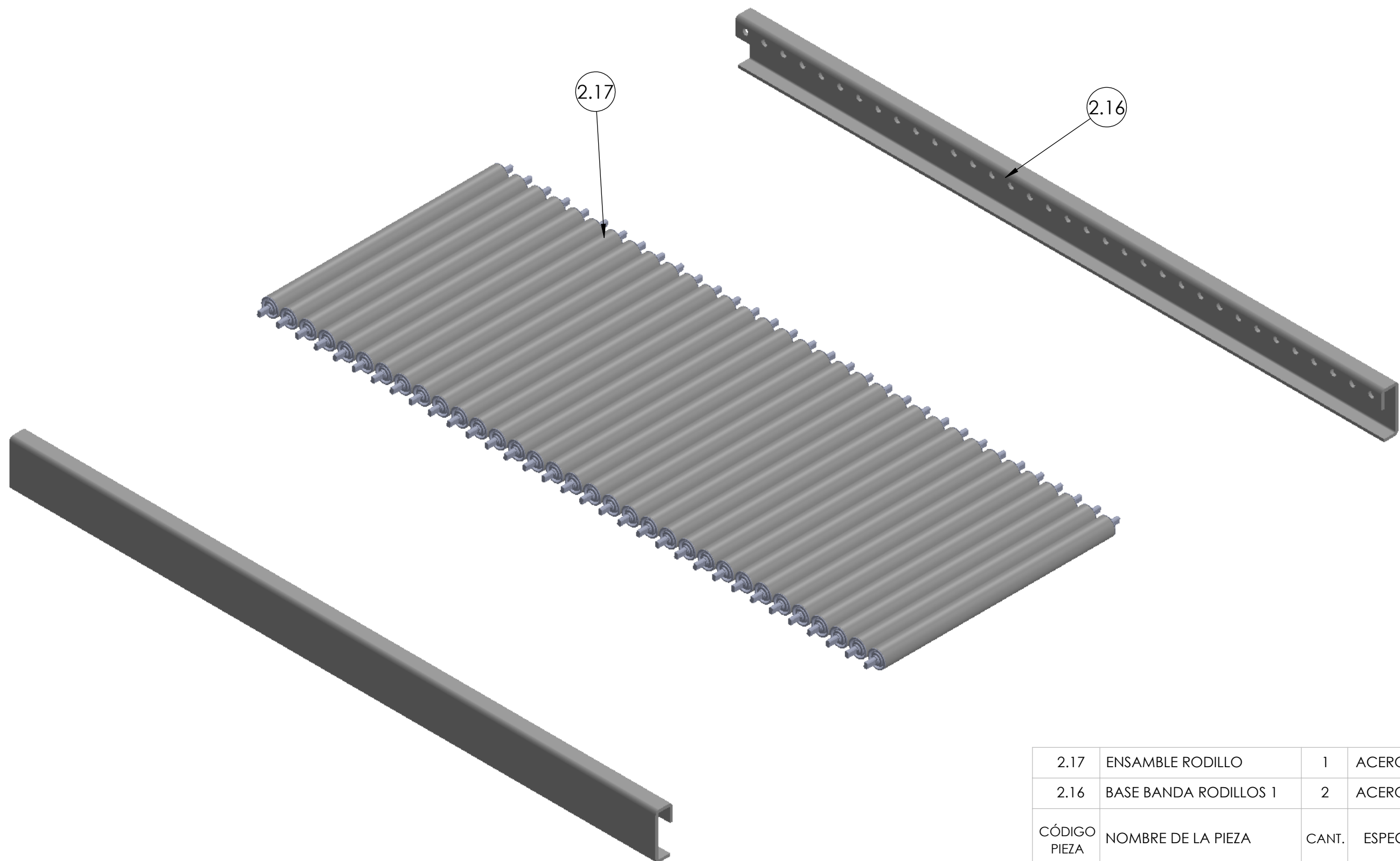
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 46/57

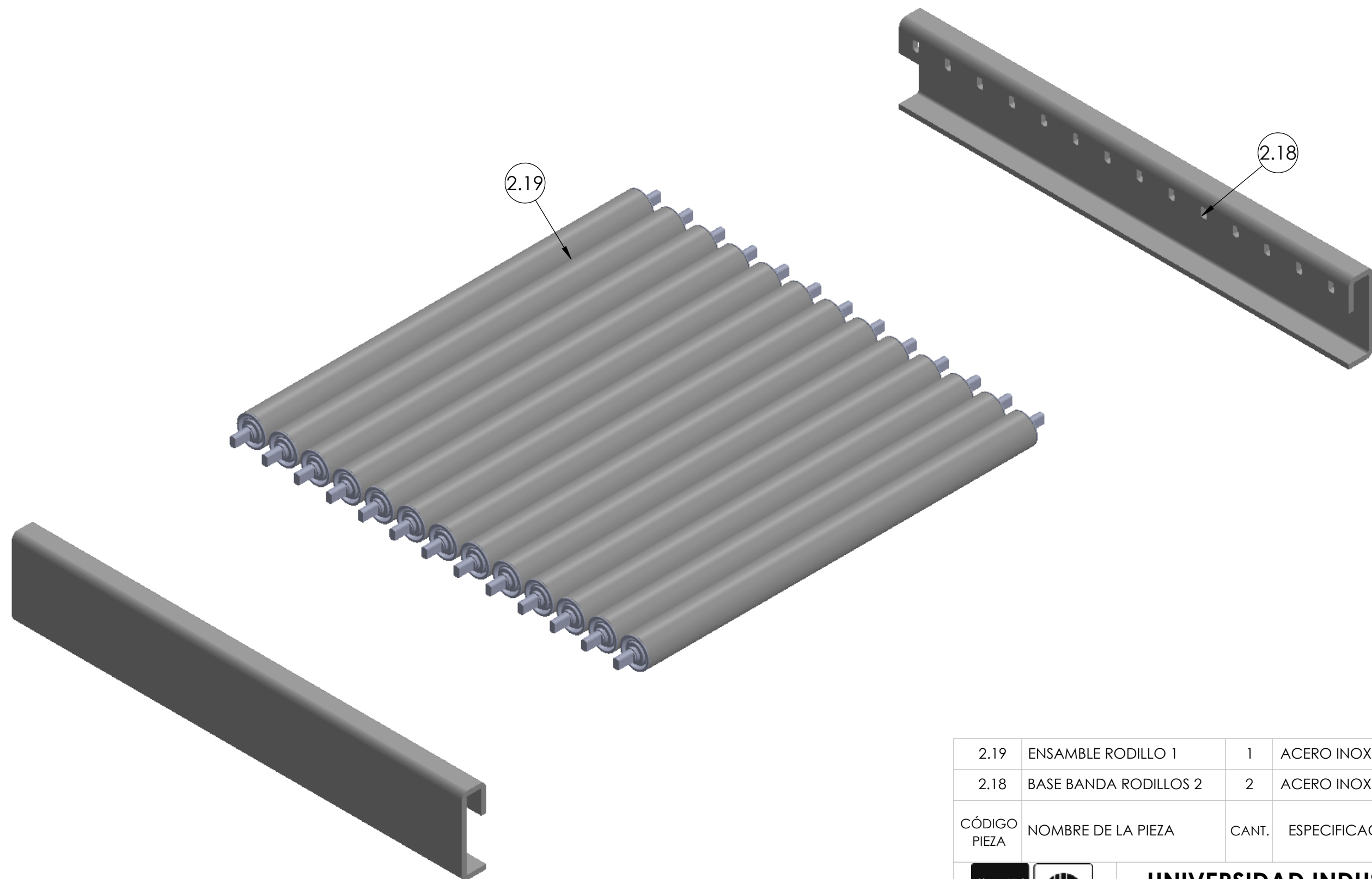


DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:		Universidad Industrial de Santander	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Se utiliza lámina de 5 [mm] de espesor, acero AISI 304, se guarda en formato dwg para ser utilizado en la máquina de laser y realizar el respectivo corte.		FECHA: 10/11/2022		TITULO: CB-2M1
		ESCALA: 1:2		TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
		UNIDADES: in		4.10 BUJE
		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES		
		REVISA: ING. JORGE MENESES		HOJA 47/57
A4				



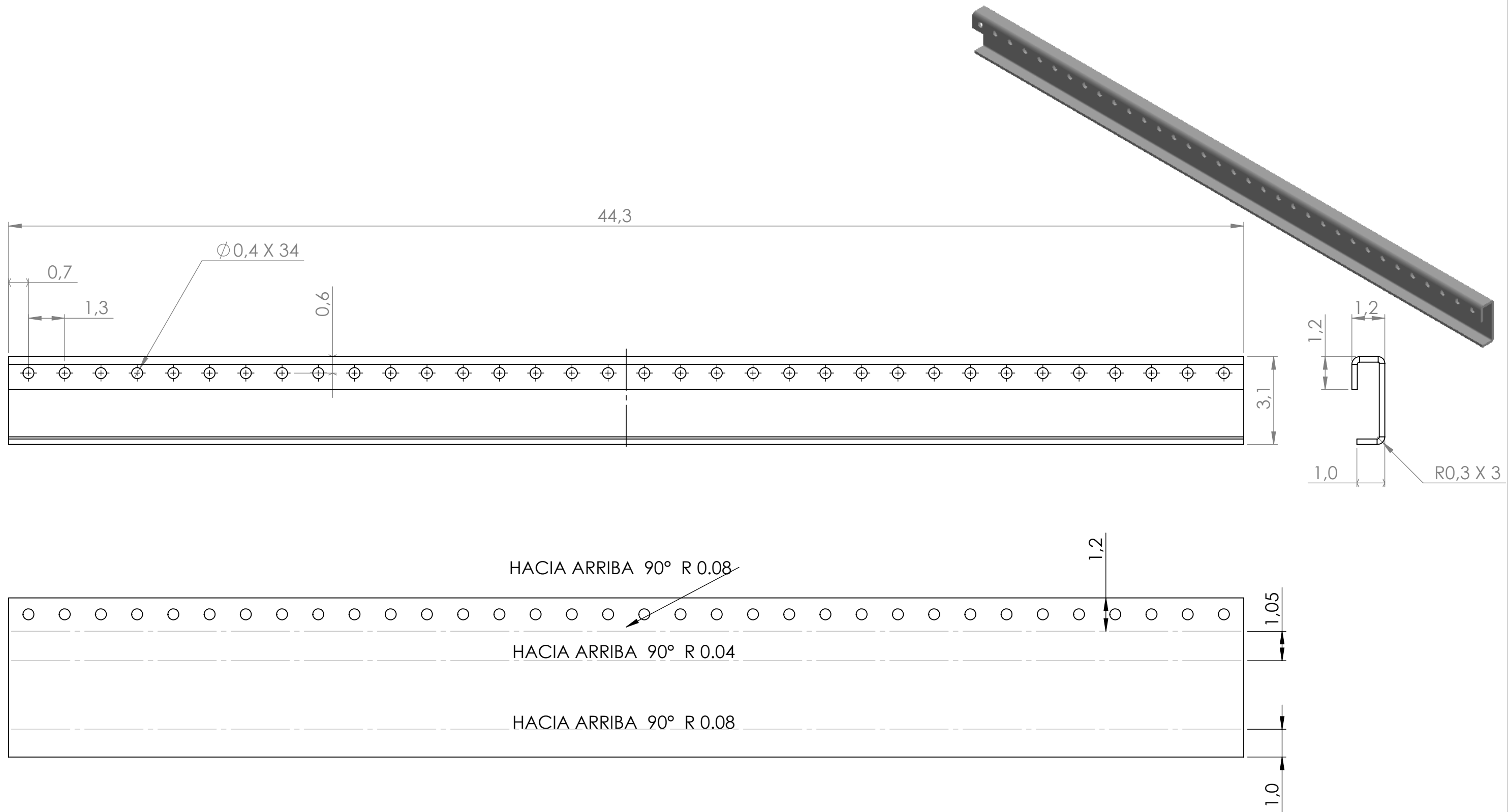
Se usa como base la pieza 2.16 del lado derecho, se hace coincidir subensamblaje de rodillo 2.17 y por ultimo se pone la pieza 2.16 del lado izquierdo.

2.17	ENSAMBLE RODILLO	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2.16	BASE BANDA RODILLOS 1	2	ACERO INOXIDABLE AISI 304
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN:
Universidad Industrial de Santander 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
FECHA: 10/11/22		TITULO: CB-2M1 TIPO DE PLANO: EXPLOSIONADO 2.0 BANDA RODILLOS GRANDE	
ESCALA: 1:5			
UNIDADES: in		AUTOR: AUTOR DEL PROYECTO, GRUPO, SUBGRUPO	
A4		REVIS: ING. JORGE MENESES	HOJA 48/57



Se usa como base la pieza 2.18 del lado derecho, se hace coincidir subensamblaje de rodillo 2.19 y por ultimo se pone la pieza 2.18 del lado izquierdo.

2.19	ENSAMBLE RODILLO 1	1	ACERO INOXIDABLE AISI 304
2.18	BASE BANDA RODILLOS 2	2	ACERO INOXIDABLE AISI 304
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN:
Universidad Industrial de Santander  UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
FECHA: 10/11/22		TITULO: CB-2M1 TIPO DE PLANO: EXPLOSIONADO 2.0 BANDA RODILLOS PEQUEÑA	
ESCALA: 1:3			
UNIDADES: in		AUTOR: AUTOR DEL PROYECTO, GRUPO, SUBGRUPO	
A4		REVIS: ING. JORGE MENESES	HOJA 49/57



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se usa lámina de 3 [mm] de espesor, acero AISI 304, se guarda el dibujo en formato dwg para ser usado en la máquina laser y realizar los respectivos cortes como lo indican las medidas en el plano, por último se realiza el dobléz.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:3.5

UNIDADES: in

A4



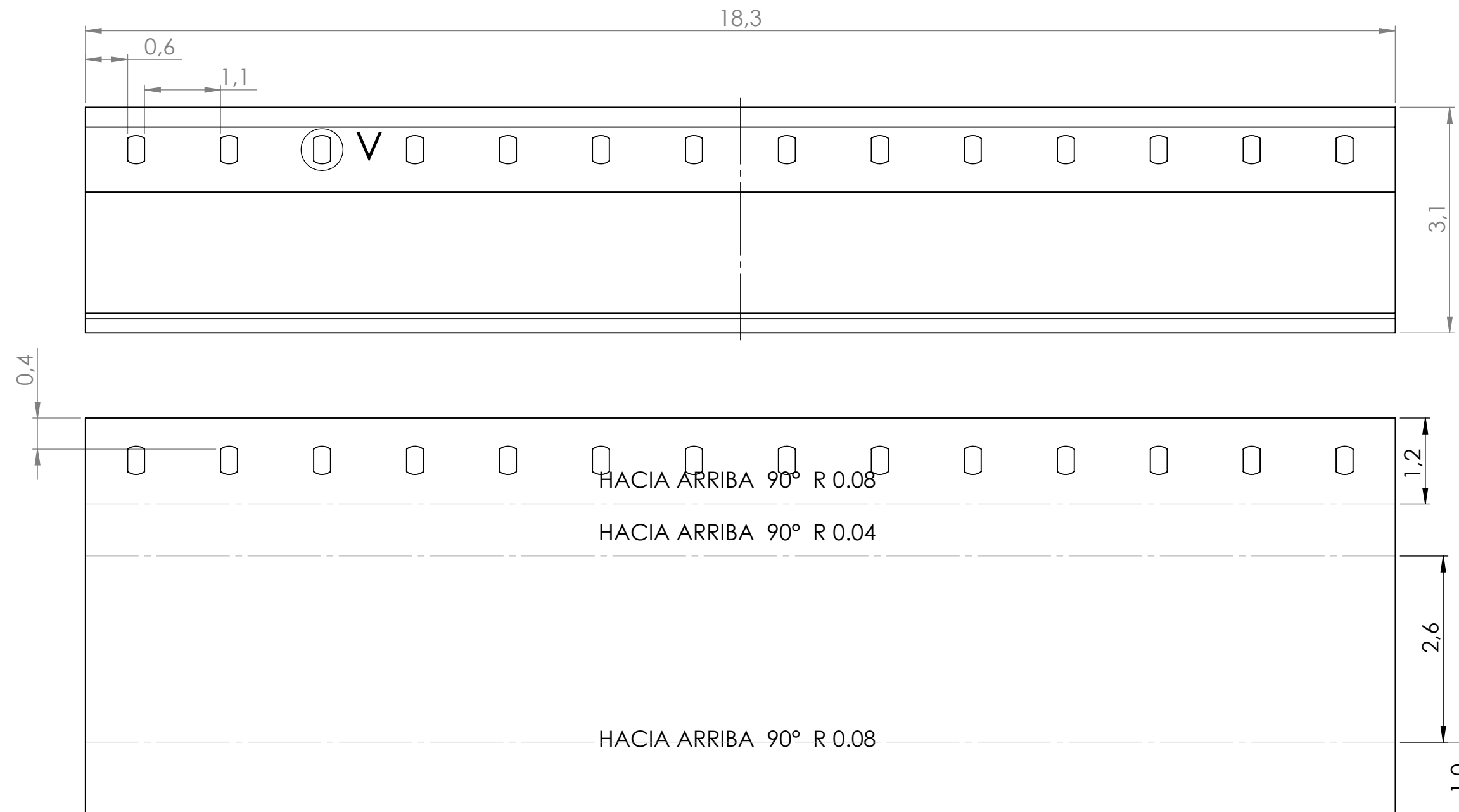
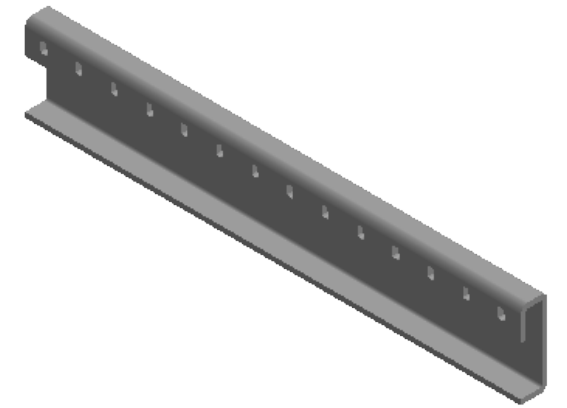
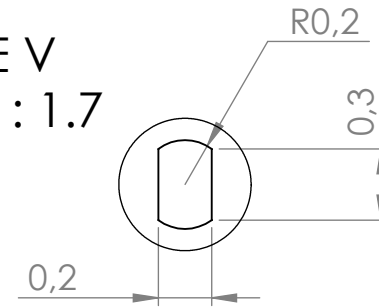
TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.16 BASE BANDA DE RODILLOS 1

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 50/57

DETALLE V
ESCALA 2 : 1.7



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se usa lámina de 0.5 [mm] , acero AISI 304, el dibujo es guardado en formato dwg para ser usado en la máquina laser, se realizn los respectivos cortes, por último, se procede a realizar los doblez.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:1.7

UNIDADES: in

A4

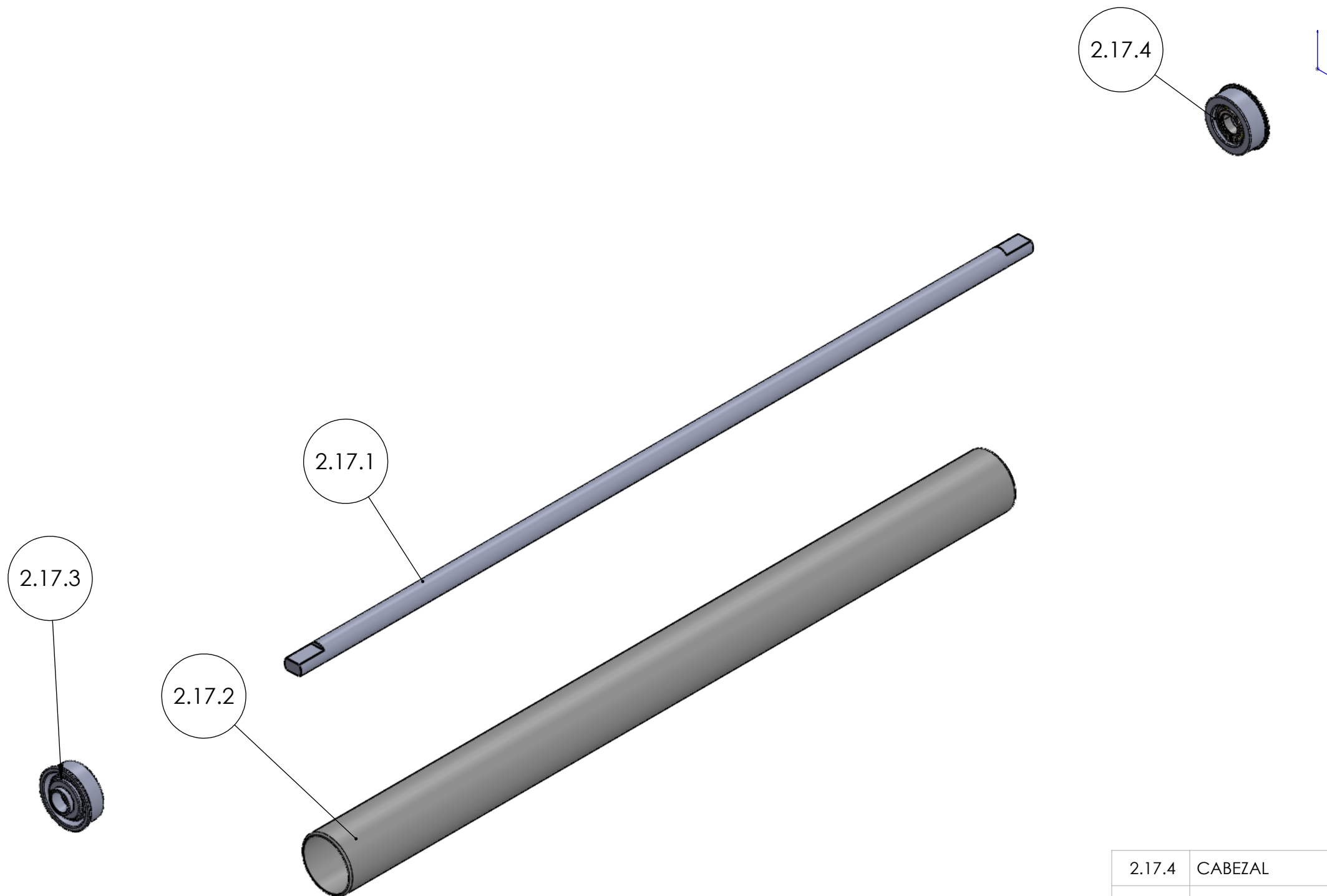


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.19 BANDA DE RODILLOS 2

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 51/57



2.17.4	CABEZAL	2	ACERO
2.17.3	BUJE CABEZAL	2	ACERO
2.17.2	ROSILLO EXTERIOR	1	ACERO AISI 304
2.17.1	EJE RODILLO	1	ACERO AISI 304
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN: DIMENSIONAL, MATERIAL, REFERENCIA TÉCNICA DE SELECCIÓN, MARCA.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Se hace el ensamble tomando como referencia la pieza 2.17.1, a continuación se inserta las pieza 2.17.2 y para filalizar se insertan las piezas 2.17.3 y 2.17.4 para posteriormente ser atornilladas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER

FECHA: 10/11/22

ESCALA: 1:2

UNIDADES: in

A4

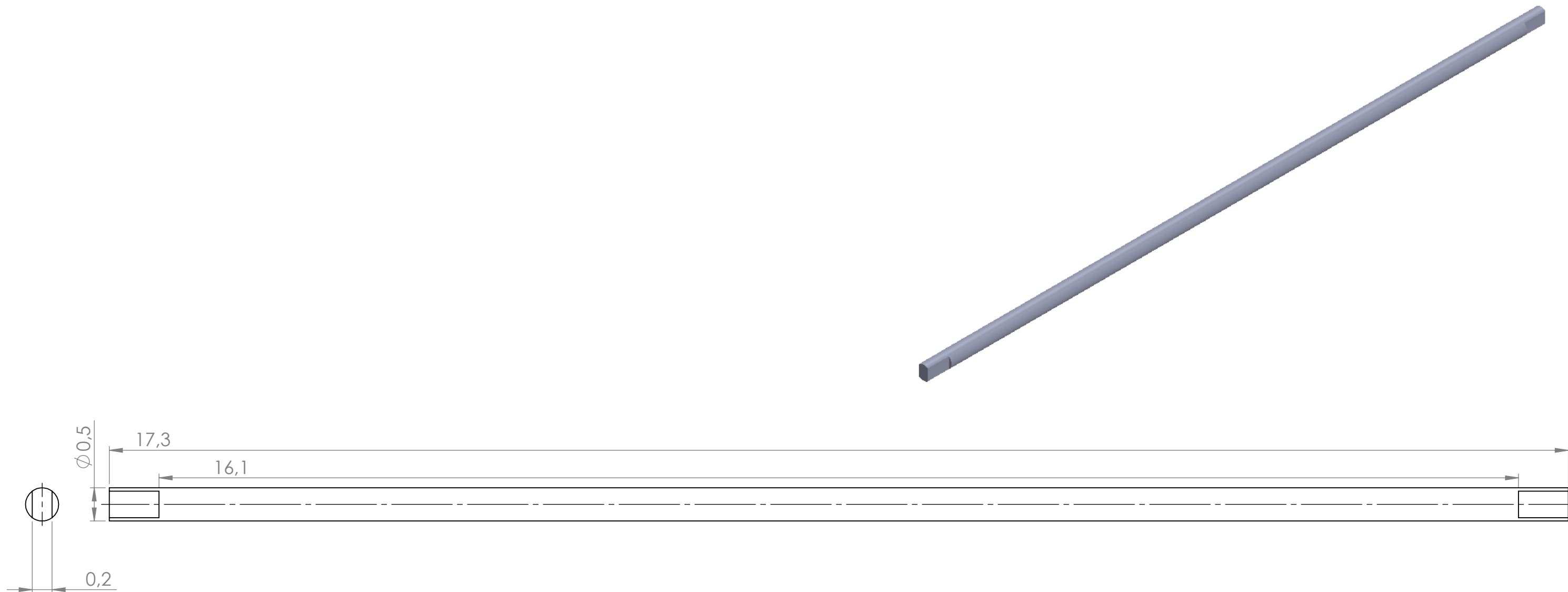


TITULO: CB-2M1
EXPLOSIONADO RODILLO BANDA DE RODILLOS
SUBENSAMBLAJE 2.17-2.19

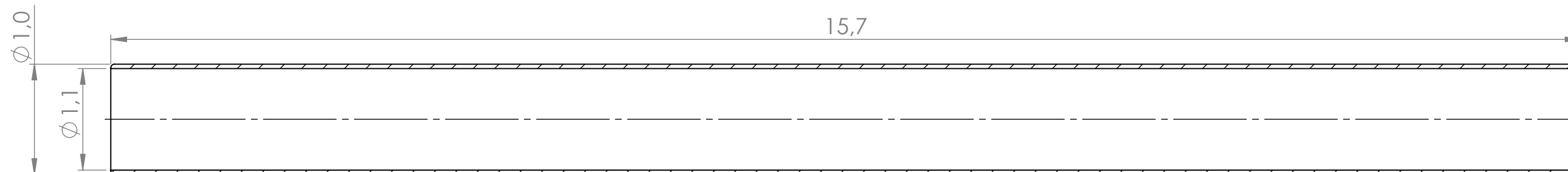
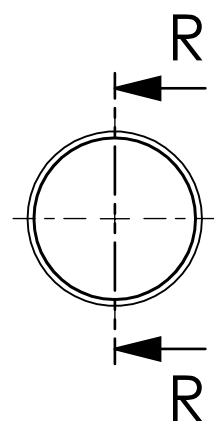
AUTOR: MIGUEL POBLADOR-SEBASTIAN WILCHES

REVISA: ING. JORGE MENESES

HOJA 52/57

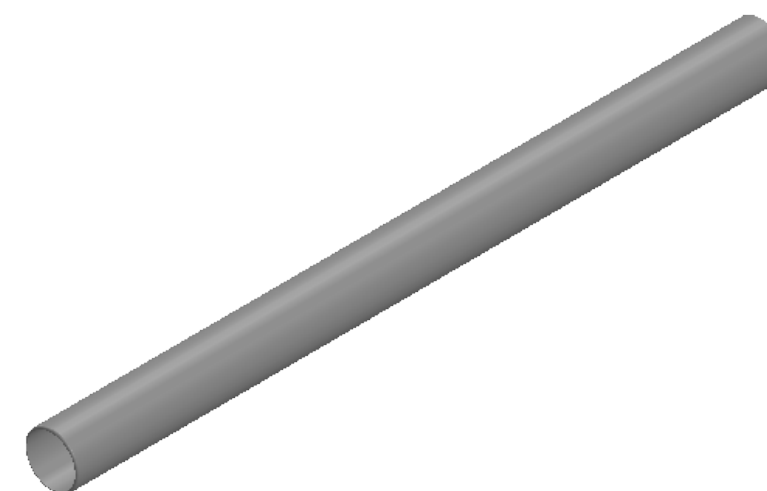


DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:		Universidad Industrial de Santander 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Se usa tubo macizo de 1/2" de diámetro, acero AISI 304, luego se realizan los respectivos cortes en los extremos.		FECHA: 10/11/2022		TITULO: CB-2M1 TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL 2.17.1 EJE RODILLO	
		ESCALA: 1:1.2			
		UNIDADES: in		AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES	
		A4			REVISA: ING. JORGE MENESES



SECCIÓN R-R
ESCALA 1 : 1.3

R0,04 X 2



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Se usa tubo de 1" de diámetro con espesor de 0.05 [in], el cual es cortado a las medidas indicadas en el plano.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 1:1.3

UNIDADES: in

A4

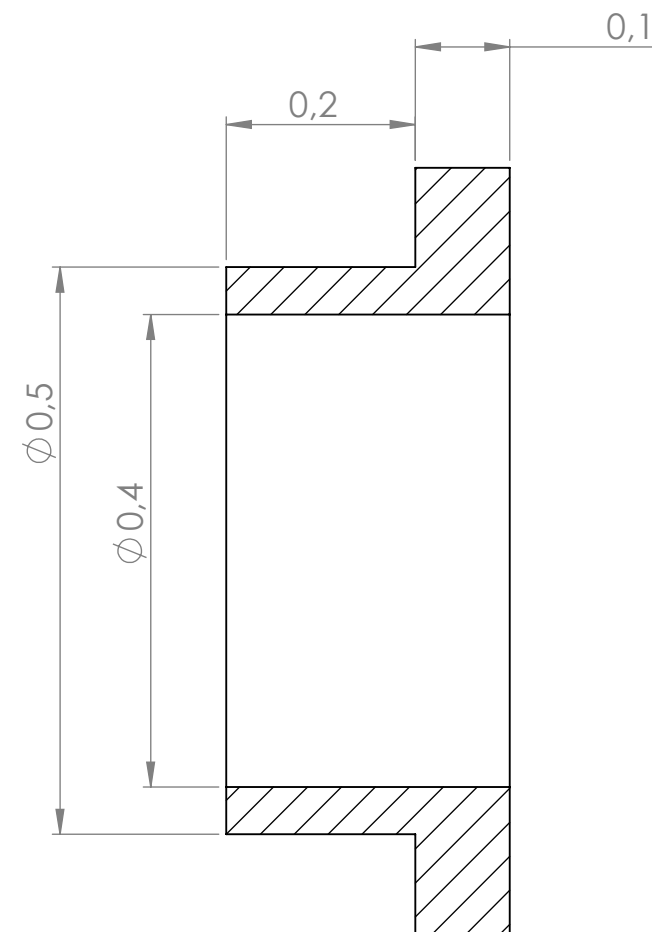
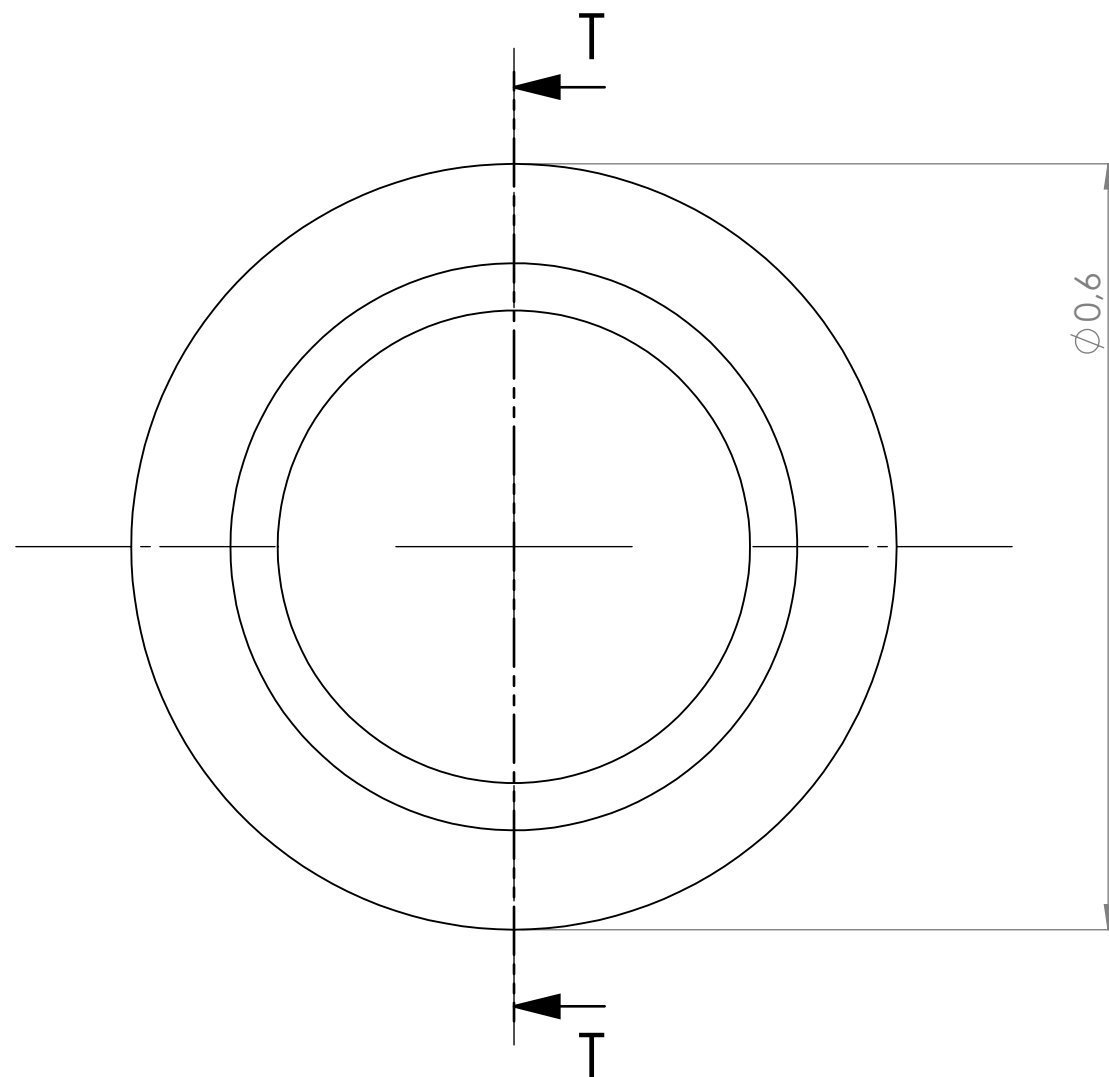


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.17.2 RODILLO EXTERIOR

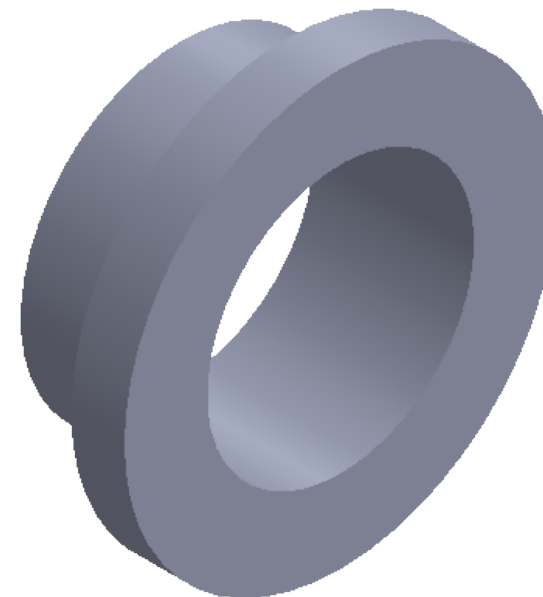
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 54/57



SECCIÓN T-T
ESCALA 5 : 0.8



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Esta pieza resulta bastante comercial (es mas factible comprarla que fabricarla), no se recomienda una marca en específico, sólo que se adapte a las medidas descritas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 5:0.8

UNIDADES: in

A4

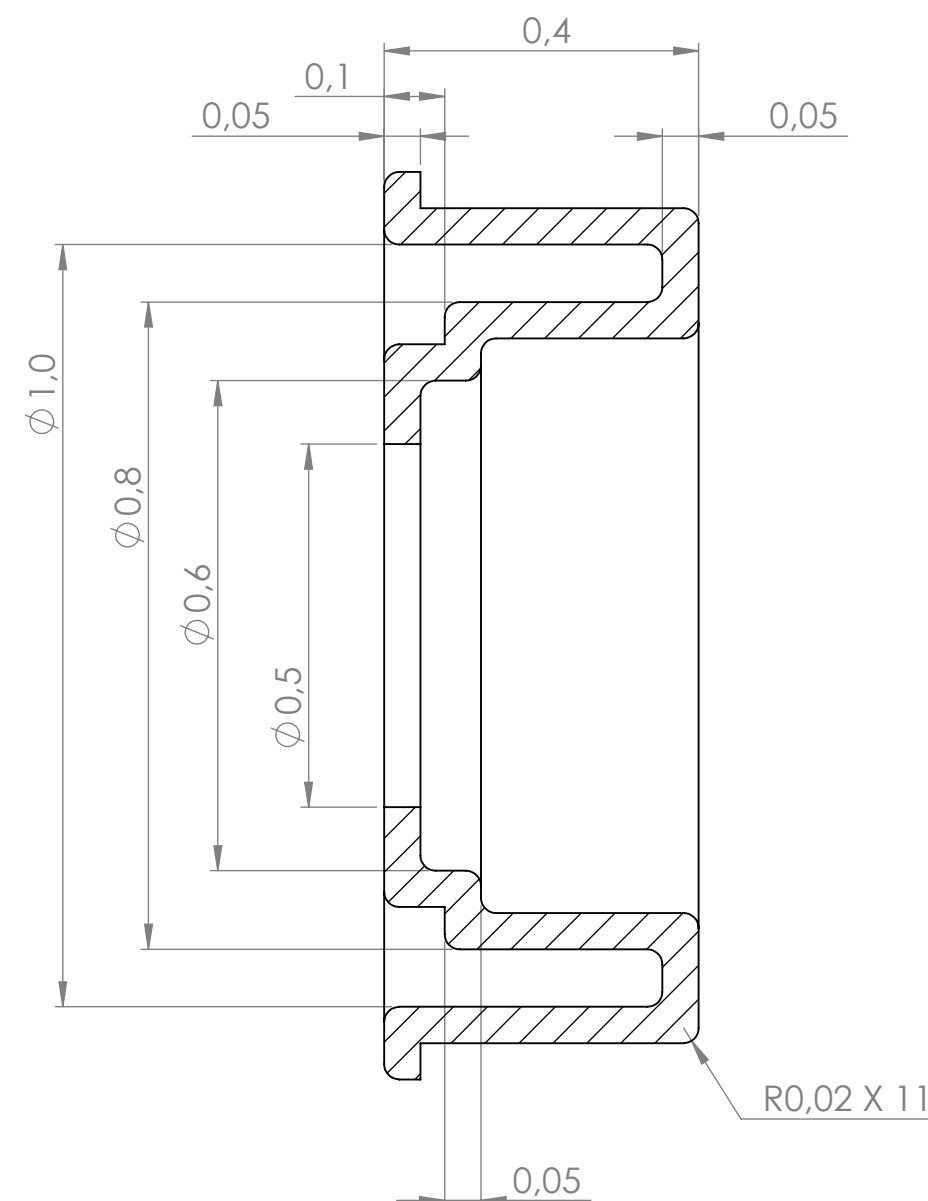
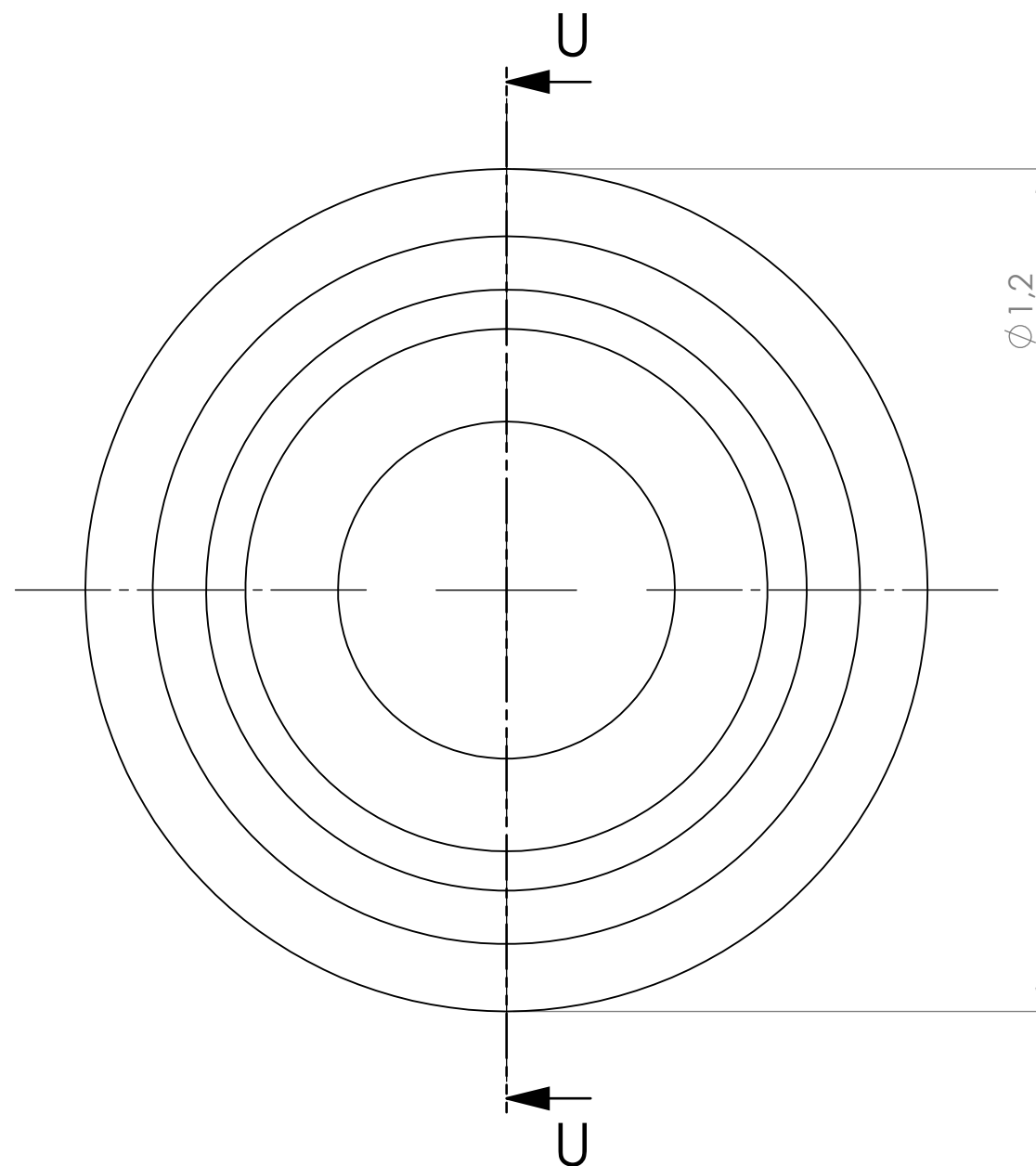


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.17.3 BUJE CABEZAL

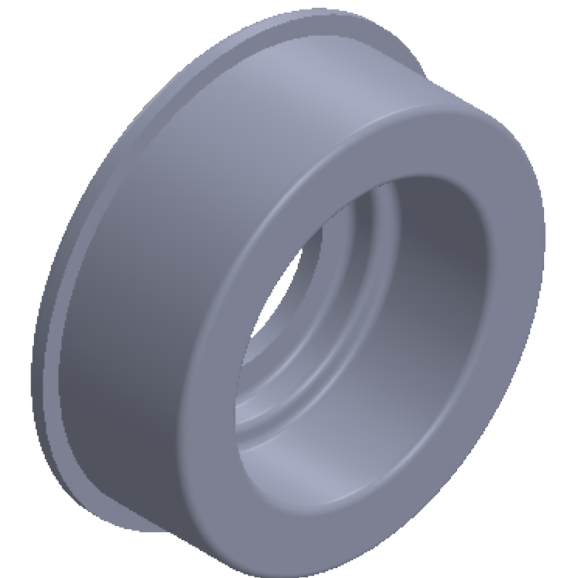
AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 55/57



SECCIÓN U-U
ESCALA 4 : 1



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Esta pieza resulta bastante comercial (es mas factible comprarla que fabricarla), no se recomienda una marca en específico, sólo que se adapte a las medidas descritas.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 10/11/2022

ESCALA: 4:1

UNIDADES: in

A4

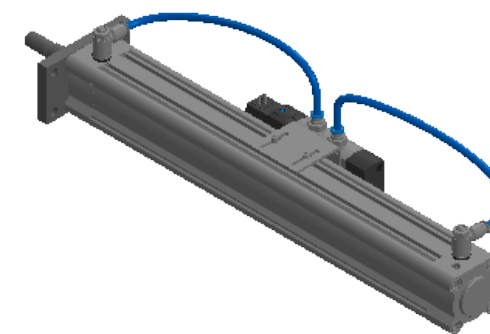
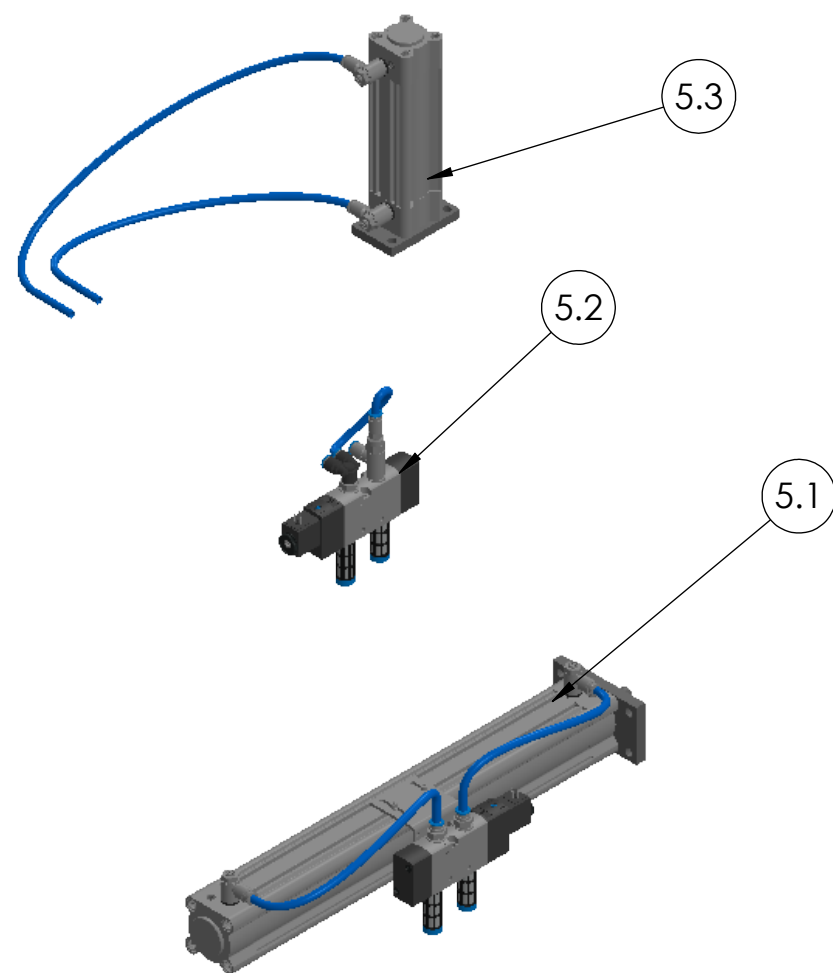


TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: PIEZA INDIVIDUAL
2.17.4 CABEZAL

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVISAR: ING. JORGE MENESES

HOJA 56/57



5.3	ACTUADOR 2 DE 50	1	DSBC-40-100-PTV FESTO
5.2	ELECTROVALVULA	1	VUVS-LT25-M52-MD-G14-F8-1B2 FESTO
5.1	ACTUADOR 2 DE 50	2	DSBC-50-400PTV FESTO
CÓDIGO PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT.	ESPECIFICACIÓN: DIMENSIONAL, MATERIAL, REFERENCIA TÉCNICA DE SELECCIÓN, MARCA.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

Vista isometrica usada para la ubicacion de los elementos, se recomienda revisar los calculos del sistema
nueumático

FECHA: 10/11/22

ESCALA: 1:5

UNIDADES: in

A4



TITULO: CB-2M1
TIPO DE PLANO: EXPLOSIONADO
5.0 SUBSISTEMA 5

AUTOR: MIGUEL POBLADOR - SEBASTIAN WILCHES

REVIS: ING. JORGE MENESES

HOJA 57/57