



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA

Tema:

REDISEÑO DE UNA MÁQUINA DE MOLDEO DE ARENA PARA AUMENTAR
LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA SMO SERVICIOS MECÁNICOS Y
METALURGIA EN LA CIUDAD DE OTAVALO

Autor:

David Alejandro Fierro Marroquín

Director:

Ing. Fernando Vinicio Valencia Aguirre MSc.

IBARRA-ECUADOR

SEPTIEMBRE, 2021

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de Identidad	100436392-3
Apellidos y Nombres	Fierro Marroquín David Alejandro
Dirección	Ibarra, Los Ceibos Río Chimbo #4-87
Email	dafierrom@utn.edu.ec
Teléfono Fijo	062 954 189
Teléfono Móvil	099303294
DATOS DE LA OBRA	
Título	Rediseño de una máquina de moldeo de arena para aumentar la producción en la empresa SMO Servicios Mecánicos y Metalurgia en la ciudad de Otavalo
Autor	Fierro Marroquín David Alejandro
Fecha	19 de agosto de 2021
Programa	Pregrado
Título por el que opta	Ingeniero en Mecatrónica
DIRECTOR	Ing. Fernando Valencia MSc.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor d terceros, por lo tanto, la obra es original y es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra a los 14 días de septiembre de 2021



Firma

Fierro Marroquín David Alejandro

1004363923

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director del presente trabajo de titulación denominado: REDISEÑO DE UNA MÁQUINA DE MOLDEO DE ARENA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA SMO SERVICIOS MECÁNICOS Y METALURGIA EN LA CIUDAD DE OTAVALO. Ha sido desarrollado por el Sr. Fierro Marroquín David Alejandro para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que el mencionado proyecto fue realizado bajo mi dirección.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

Atentamente,



firmado electrónicamente por:
FERNANDO VINICIO
VALENCIA AGUIRRE

Ing. Fernando Valencia MSc

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres José y Margarita, quienes son mi inspiración y apoyo incondicional constante cada día, quienes me colaboran continuamente en cumplir todos mis objetivos a tiempo, y guiándome siempre por el camino correcto.

Agradezco a mi tutor el Ing. Fernando Valencia, por su apoyo a lo largo de la carrera para obtener éxito en mis metas, de igual manera a extendiendo un amplio agradecimiento a mis contutores el Ing. Iván Iglesias y el Ing. Cosme Mejía por colaboración y experiencia brindada.

Extiendo un agradecimiento a todos los que conforman la empresa SMO “Servicios Mecánicos y Metalúrgica” por la contribución y cooperación para la implementación del proyecto.

Agradezco a todos mis amigos David, Shennyel, Jhon, Jonathan, Bryan, Alexander, Isabel, Carolina, Byron, Fredy, Cristian y Jennifer por el apoyo social, moral económico y emocional que me brindaron los 5 años de carrera para seguir adelante cada día y llegar a lo más alto manteniendo la humildad y la lealtad siempre.

Finalmente, agradezco a Nico por el apoyo incondicional que me brindó, por la confianza, los ánimos, las aventuras, que se resumen en experiencia para seguir adelante a pesar de las adversidades, gracias por esa amistad que me motivó a cumplir todas mis metas sea solo o acompañado de los que más estimo.

David Fierro

DEDICATORIA

Dedico este uno de los proyectos más importantes en mi vida profesional a quien más quiero en este mundo, quien es mi abuelito Carlos, quien me ha enseñado todo a lo largo de su experiencia, quien me ha apoyado en buenos y malos momentos, los consejos de vida que me ha colaborado para llegar donde estoy ahora, una persona tan grandiosa que Dios le de vida y salud para siga viéndome cumplir todas mis anheladas metas.

David Fierro

RESUMEN

La empresa de Servicio Mecánicos y Metalurgia Otavalo, a lo largo de sus 15 años de trayectoria creando proyectos de ingeniería, busca constantemente la mejora y elevar la productividad de sus servicios al sector industrial y minero, de tal manera, se ejecuta el rediseño de una máquina de moldeo en arena, este proyecto de titulación soluciona la necesidad de cubrir la demanda tecnológica e industrial, al aumentar el número de piezas de moldeo al 100%, en un menor tiempo, a través de un proceso automatizado.

En primer lugar, se realiza el levantamiento de los componentes mecánicos que posee la máquina y se compara con máquinas extranjeras obteniendo datos de costo, producción, proceso de moldeo, diseño y construcción para adaptar la máquina a condiciones óptimas de estándares internacionales.

En segundo lugar, se procede a realizar las especificaciones de rediseño en base a los requerimientos de la empresa, dispositivos automáticos dentro del mercado nacional, uso de energías renovables (neumática), elevadas condiciones de seguridad e ingeniería y fácil operabilidad, seleccionando la alternativa correcta dentro una escala cuantitativa de criterios ponderados.

Finalmente, el trabajo de titulación procede en rediseñar una máquina de moldeo en arena de funcionamiento manual a automático, implementando elementos de control, gracias a la ayuda de softwares de simulación y análisis ingeniería, que permita poner en marcha una nueva máquina semi automática, controlada con tecnología industrial del mercado nacional, generando como resultado los planos mecánicos, eléctricos, código de programación, una ficha de la máquina y un manual de funciones, en conjunto con la validación del correcto funcionamiento de la máquina de moldeo en arena.

ABSTRACT

The Otavalo Mechanics and Metallurgy Service company, throughout its 15 years of experience creating engineering projects, constantly seeks to improve, and increase the productivity of its services to the industrial and mining sector, in such a way, the redesign of a sand molding machine, this degree project solves the need to meet technological and industrial demand, by increasing the number of molding parts to 100%, in less time, through an automated process.

First, the mechanical components of the machine are surveyed and compared with foreign machines, obtaining data on cost, production, molding process, design, and construction to adapt the machine to optimal conditions of international standards.

Second, the redesign specifications are carried out based on the company's requirements, automatic devices within the national market, use of renewable energy (pneumatics), high safety and engineering conditions and easy operability, selecting the correct alternative. within a quantitative scale of weighted criteria.

Finally, the titration work proceeds to redesign a sand molding machine from manual to automatic operation, implementing control elements, thanks to the help of engineering simulation and analysis software, which allows to start up a new semi-automatic, controlled machine with industrial technology of the national market, generating as a result the mechanical and electrical drawings, programming code, a machine file and a function manual, together with the validation of the correct operation of the sand molding machine.

ÍNDICE

1.IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	II
2.CONSTANCIAS	III
CERTIFICACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
1. CAPÍTULO I - GENERALIDADES	1
1.1.Antecedentes.....	1
1.2.Planteamiento de Problema	2
1.3.Objetivos.....	3
1.3.1.Objetivos Generales.....	3
1.3.2.Objetivos Específicos	3
1.4.Justificación	3
1.5.Alcance	4
2. CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO	6
2.1.Fundición	6
2.1.1.Antecedentes.....	6
2.1.2.Definición	7
2.2.Máquina de moldeo	8
2.2.1.Tipos de moldes.....	9
2.2.2.Moldeo en arena	10
2.2.3.Arena verde.....	11
2.3.Elementos de Control	15
2.3.1.Controlador Lógico Programable (PLC)	16
2.3.2.Energía Neumática	16
2.3.3.Unidad de Mantenimiento Neumática.....	17
2.3.4.Electroválvulas	17
2.3.5.Sensores	17
2.3.6.Actuadores	18
2.4.Herramientas de simulación de ingeniería	18
2.4.1.SolidWorks	18

2.4.2.Solid Works Motion	19
2.4.3.Solid Works Simulation	19
2.4.4.Eplan Electric	19
2.4.5.WECOM PLC Editor Software	20
2.4.6.CadeSimu	20
2.4.7.FluidSim	20
3. CAPÍTULO III - METODOLOGÍA	21
3.1.Análisis del diseño previo de la máquina de moldeo en arena	21
3.1.1.Elementos de la máquina de moldeo en arena.....	21
3.1.2.Elementos mecánicos y eléctricos de la máquina de moldeo.....	24
3.1.3.Moldeo en arena manual empresa SMO	26
3.1.4.Cuadro comparativo de máquinas de moldeo de arena en el mercado.....	27
3.1.5.Análisis mecánico de máquina de moldeo de arena	33
3.2.Parámetros de diseño	42
3.2.1.Requerimientos del cliente	42
3.2.2.Especificaciones de Ingeniería	43
3.3.Diseño Conceptual.....	44
3.3.1.Diagrama funcional del rediseño de una máquina de moldeo de arena	44
3.3.2.Descomposición funcional del sistema de moldeo de arena	44
3.4.Análisis funcional del sistema de moldeo de arena.....	45
3.5.Matriz Morfológica.....	47
3.5.1.Sistema del moldeo para fundición	47
3.5.2.Energía de alimentación	47
3.5.3.Regulación de Energía.....	47
3.5.4.Controlador.....	47
3.5.5.Interfaz de notificación.....	47
3.5.6.Selección de alternativas de matriz morfológica.....	48
3.6.Selección de alternativas a rediseño de máquina moldeo de arena	48
3.6.1.Criterio de selección energía mecánica	48
3.6.2.Criterios de selección de rediseño de máquina de moldeo de arena	52
3.6.3.Criterio de selección de tipo de sistema de control	59
3.6.4.Selección de controlador micro PLC.....	63
3.7.Análisis de rediseño de máquina de moldeo en arena	68
3.7.1.Elementos de rediseño de la máquina de moldeo de arena	68

3.7.2.Elementos mecánicos, eléctricos y de control de rediseño de máquina de moldeo.....	71
3.7.3.Análisis mecánico de rediseño de máquina de moldeo	72
3.7.4.Selección de elementos mecánicos, eléctricos y de control para rediseño de máquina de moldeo.....	90
3.7.5.Programación de PLC.....	92
4. CAPÍTULO IV - RESULTADOS	94
4.1.Implementación y adecuación de equipo.....	94
4.2.Protocolo de pruebas	95
4.2.1.Verificación física de la máquina	95
4.2.2.Pruebas sin carga	98
4.2.3.Parámetros del tiempo	98
4.3.Consumo de energía eléctrica.....	100
4.4.Análisis financiero	101
4.4.1.Costos Directos.....	101
4.4.2.Costos Indirectos	102
4.4.3.Costo total.....	102
5. CAPÍTULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1.Conclusiones.....	103
5.2.Recomendaciones	105
6. REFERENCIAS	106
7. ANEXOS	109
ANEXOS A: PLANOS MECÁNICOS DISEÑO ORIGINAL.....	110
ANEXOS B: PLANOS MECÁNICOS DE REDISEÑO	111
ANEXOS C: HOJA DE PROCESOS	112
ANEXOS D: DIAGRAMA ELÉCTRICO	113
ANEXOS E: CATÁLOGO DE CILINDROS NEUMÁTICO.....	114
ANEXOS F: CATÁLOGO DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS	115
ANEXOS G: CATÁLOGO DE ELECTROVÁLVULA	116
ANEXOS H: CASA DE LA CALIDAD.....	117
ANEXO I: CATÁLOGO DE PLC WECON	118
ANEXO J: PROGRAMACIÓN PLC WECON	119
ANEXO K: FICHA DE PROCESO DE MÁQUINA DE MOLDEO EN ARENA.	120
ANEXO L: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO MÁQUINA DE MOLDEO EN ARENA.	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de fundición	6
Figura 2. Proceso de moldeo en arena	11
Figura 3. Distribución de dureza del molde según método de punzonamiento.....	15
Figura 4. Característica de ingeniería del acero AISI 1023.....	21
Figura 5. Diseño actual de máquina de moldeo de arena	22
Figura 6. Miembro estructural base	22
Figura 7. Viga de soporte principal	23
Figura 8. Mesa de trabajo.	23
Figura 9. Brazo de máquina de moldeo de arena	24
Figura 10. Cuadro de presión	24
Figura 11. Actuador neumático máquina de molde en arena	25
Figura 12. Elementos de tablero eléctrico	26
Figura 13. Máquina de moldeo en arena marca Bestech.....	29
Figura 14. Máquina de moldeo de arena Qingdao.....	30
Figura 15. Máquina de moldeo en arena marca Qingdao ANTAI	32
Figura 16. Análisis de esfuerzos Brazo de máquina.....	34
Figura 17. Análisis de desplazamiento de Brazo de máquina	34
Figura 18. Análisis de Factor de Seguridad de Brazo de máquina.....	35
Figura 19. Análisis de Convergencia de Brazo de máquina.....	35
Figura 20. Identificación de valor de FDS punto a punto en Brazo de Máquina	36
Figura 21. Análisis de esfuerzos Cuadro de Presión	37
Figura 22. Análisis de desplazamiento Cuadro de presión.....	38
Figura 23. Análisis de Factor de Seguridad Cuadro de Presión	38
Figura 24. Análisis de convergencia Cuadro de presión	39
Figura 25. Análisis de esfuerzo ensamble máquina de moldeo de arena	40
Figura 26. Análisis de desplazamiento ensamble máquina de moldeo de arena.....	40
Figura 27. Análisis de Factor de Seguridad en ensamble de máquina de moldeo de arena	41
Figura 28. Análisis de Convergencia ensamble máquina de moldeo de arena.....	41
Figura 29. Descomposición funcional de sistema de moldeo de arena	45
Figura 30. Diagrama de análisis funcional nivel 0	46
Figura 31. Diagrama de análisis funcional nivel 1	46
Figura 32. Diagrama de análisis funcional nivel 2	46

Figura 33. Simulación de rediseño de máquina de moldeo de arena	69
Figura 34. Estructura de mesa de trabajo	69
Figura 35. Cuadro de presión	70
Figura 36. Horquillas para sujeción de cilindros neumáticos.....	70
Figura 37. Seguro de máquina.....	71
Figura 38. Ejes de retención de horquillas	71
Figura 39. Cilindro Neumático Doble Efecto 1	72
Figura 40. Cilindro Neumático Doble Efecto 2.....	72
Figura 41. Nuevo modelo de compactación para moldeo en arena.....	73
Figura 42. Fuerza necesaria para elevación de cuadro de presión.....	73
Figura 43. Cálculo de fuerza necesaria para apertura y cierre de brazo articulado	74
Figura 44. Modelo de fuerza de rediseño de compactación en máquina de moldeo	75
Figura 45. Sistema de empotramiento mediante seguro mecánico	76
Figura 46. Análisis de esfuerzos de seguro de máquina.....	77
Figura 47. Análisis de desplazamiento de seguro de máquina	77
Figura 48. Análisis del factor de seguridad de seguro de máquina	78
Figura 49. Análisis de convergencia de seguro de máquina.....	78
Figura 50. DCL de eje de retención de horquilla superior del cuadro de presión	79
Figura 51. DCL con las fuerzas resultantes de eje de retención.....	80
Figura 52. Diagrama de fuerza cortante de eje de retención	81
Figura 53. Diagrama de momento flector de eje de retención.....	81
Figura 54. Diseño de eje de retención en software de simulación	82
Figura 55. Análisis estático resultado de tensión axial y de flexión en eje de retención	83
Figura 56. Análisis estático de desplazamiento de eje de retención.....	83
Figura 57. Análisis del factor de seguridad de eje de retención	83
Figura 58. Esquema de distribución de fuerza axial de eje de cuadro de presión	85
Figura 59. DCL de eje de cuadro de presión	85
Figura 60. Diagrama de fuerzas internas de eje del cuadro de presión	86
Figura 61. Diseño de eje del cuadro de presión.....	87
Figura 62. Análisis estático de esfuerzo de eje del cuadro de presión	88
Figura 63. Análisis estático de desplazamiento de eje del cuadro de presión	88
Figura 64. Análisis de factor de seguridad de eje del cuadro de presión	89
Figura 65. Selección de cilindro neumático de elevación de cuadro de presión	90
Figura 66. Selección de cilindro neumático de apertura y cierre de brazo articulado....	91

Figura 67. Selección de electroválvulas y dispositivos de acoples neumáticos	92
Figura 68. Adecuación de estructura mecánica de máquina de moldeo.....	94
Figura 69. Distribución eléctrica de elementos de control	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los procesos de fundición desechables.....	10
Tabla 2. Característica de la arena de sílice en Ecuador	12
Tabla 3. Características básicas máquina de moldeo en arena marca Bestech.....	27
Tabla 4. Máquina de moldeo de arena por compresión de la sacudida de parámetros técnicos – Marca BESTECH	28
Tabla 5. Características básicas de máquina de moldeo de arena marca Qingdao.....	29
Tabla 6. Máquina de moldeo de arena por compresión de la sacudida de parámetros técnicos – Marca Qingdao Huachan Machinery.....	30
Tabla 7. Características básica máquina de moldeo en arena marca Qingdao ANTAI..	31
Tabla 8. Máquina de molde en arena parámetros técnicos – marca Qingdao ANTAI...	32
Tabla 9. Resultados de identificación de valores punto a punto en Brazo de Máquina .	36
Tabla 10. Requerimientos del cliente traducidos a la voz del ingeniero	43
Tabla 11. Tipo de Moldeo	47
Tabla 12. Energía.....	47
Tabla 13. Regulación de Energía.....	47
Tabla 14. Tipo de Controlador	47
Tabla 15. Interfaz de notificación.....	47
Tabla 16. Matriz Morfológica	48
Tabla 17. Matriz de priorización de energía mecánica.....	49
Tabla 18. Evaluación de criterios ponderados costos.....	50
Tabla 19. Evaluación de criterios ponderados flexibilidad	50
Tabla 20. Evaluación de criterios ponderados impacto ambiental	50
Tabla 21. Evaluación de criterios ponderados robustez	51
Tabla 22. Evaluación de criterios de robustez.....	51
Tabla 23. Selección de energía mecánica para rediseño de máquina de moldeo	51
Tabla 24. Matriz de priorización de rediseño mecánico de la máquina de moldeo	54
Tabla 25. Evaluación de criterios ponderados costo	54
Tabla 26. Evaluación de criterios ponderados mantenimiento.....	54
Tabla 27. Evaluación de criterios ponderados seguridad	55
Tabla 28. Evaluación de criterios ponderados accesibilidad.....	55
Tabla 29. Evaluación de criterios ponderados modular	55
Tabla 30. Selección de tipo de rediseño mecánico de la máquina de moldeo.....	56

Tabla 31. Matriz de priorización de rediseño eléctrico y de control de máquina de moldeo	57
Tabla 32. Evaluación de criterios ponderados costo	58
Tabla 33. Evaluación de criterios ponderados mantenimiento.....	58
Tabla 34. Evaluación de criterios ponderados accesibilidad.....	58
Tabla 35. Evaluación de criterios ponderados automático.....	59
Tabla 36. Selección de tipo de rediseño eléctrico y de control de la máquina de moldeo	59
Tabla 37. Matriz de priorización para selección de controlador	61
Tabla 38. Evaluación de criterios ponderados costos.....	61
Tabla 39. Evaluación de soluciones respecto a Tamaño	61
Tabla 40. Evaluación de soluciones respecto a Mantenimiento.....	62
Tabla 41. Evaluación de soluciones respecto a Mantenimiento.....	62
Tabla 42. Evaluación de soluciones respecto a Ambiente Industrial	62
Tabla 43. Selección de controlador	63
Tabla 44. Matriz de priorización para selección de PLC	65
Tabla 45. Evaluación de soluciones respecto a alimentación.....	66
Tabla 46. Evaluación de soluciones respecto a Robustez	66
Tabla 47. Evaluación de soluciones respecto a Costo.....	66
Tabla 48. Evaluación de soluciones respecto a número de entradas y salidas	67
Tabla 49. Evaluación de soluciones respecto a Licencia Gratuita	67
Tabla 50. Selección de PLC	67
Tabla 51. Comparación de métodos de análisis estático de eje de retención	84
Tabla 52. Comparación de métodos de análisis estático del eje del cuadro de presión .	89
Tabla 53. Variables de entradas y salida digitales PLC Wecon	92
Tabla 54. Verificación de elementos de máquina de moldeo en arena	96
Tabla 55. Verificación de medidas de máquina de moldeo.....	97
Tabla 56. Pruebas sin carga de máquina de moldeo.....	98
Tabla 57. Prueba de medición de tiempo de cilindro brazo articulado	99
Tabla 58. Prueba de medición de tiempo de cilindro cuadro de presión.....	99
Tabla 59. Prueba de medición de tiempo de cilindro de compactación	99
Tabla 60. Prueba de medición de tiempo de secuencia automática.....	100
Tabla 61. Consumo eléctrico de máquina de moldeo en arena	101
Tabla 62. Costos directos de implementación	101

Tabla 63. Costos indirectos de implementación.....	102
Tabla 64. Costo total del proyecto de implementación	102

1. CAPÍTULO I - GENERALIDADES

Antecedentes

En la empresa de Servicios Mecánicos y Metalurgia Otavalo, en el año 2010 el ingeniero en Mecatrónica Edwin Velasco, graduado de la Universidad Técnica del Norte, realizó el diseño y construcción de una máquina de moldeo en arena, implementó el proceso mecánico de compactación y vibración para moldeo de doble cajetín en arena verde en conjunto con una distribución eléctrica simple para el funcionamiento de un cilindro neumático y un motor. Se resolvió que la ejecución de la máquina permitió en su momento la creación de moldes en arena con funcionamiento manual.

A lo largo de la vida útil de la máquina, los procesos para la fundición de nuevas piezas mediante moldeo, han ido optimizando a relación de nuevos métodos con menor costo de construcción o compra, mayor agilidad y precisión, algoritmos de control automatizados, según la investigación y construcción de una máquina de moldeo por coquilla realizada por Johao Pilicta, anuncia que este tipo de moldeo permanente requiere un mecanismo robusto que permite al proceso obtener mayor acople entre las matrices y mayor precisión de la pieza final moldeada. [1]

En el área industrial las tendencias del mercado muestran un elevado uso de moldeo por inyección, debido a la alta demanda de piezas plásticas al mercado, según [2] “Destaca el proceso de inyección, gracias a ciclos rápidos de producción y consecución de productos terminados a la salida de máquina, permitiendo que los materiales poliméricos estén reemplazando a otros materiales como metales, maderas, vidrios, y resolviendo necesidades tecnológicas”

Planteamiento de Problema

“La fundición consiste en una serie de operaciones mediante las cuales se obtiene un molde que reproduce la forma de la pieza a fabricar y se vierte el metal en el interior de un molde previamente fabricado” [3]. Es uno de los procesos más antiguos que se destina para dar formas a los metales en la industria, para la fabricación de diferentes piezas usadas en la agricultura, minería y pesca en herramientas manuales. Uno de los métodos más usados a nivel internacional y nacional es el moldeo por arena. “En la industria de fundición de metales, la arena de mayor uso a ha sido la arena de sílice (SiO₂), con la cual se ha obtenido muy bueno resultados en la fabricación de moldeo de arena” [4].

Para la obtención de piezas pequeñas a gran escala manufacturera este proceso es el más recomendado, por su optimización en recursos, mano de obra y tiempo. La empresa de Servicio Mecánicos y Metalurgia Otavalo (SMO), en su capacidad instalada de producción se refiere al número de unidades máximas a producir o atender con relación a la maquinaria instalada y ocupada, en una etapa inicial antes de la pandemia de Covid-19 se realizaban moldes en equipos manuales que satisfacía la necesidad de producción versus el tiempo en la época.

Posteriormente, a la paralización de las industrias durante 3 meses, la maquinaria de la empresa desembocó al fin de su vida útil, otra se acogió al mantenimiento para evitar su deterioro. A continuación, de una recuperación en los niveles de producción la demanda de piezas como las tapas de alcantarilla se incrementó y el equipo actual no cumple con los requerimientos para satisfacer la cantidad de piezas de fundición por día.

Así que, se entró en la necesidad de aplicar un plan estratégico y empleando como referencia del apartado 4.2 a la norma internacional ISO 9001 de Sistema de Gestión de Calidad. “La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura

necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto” [5], y cumplir con los nuevos niveles de producción de los clientes con la maquinaria ocupada que posee la empresa.

Objetivos

1.1.1. Objetivos Generales

- Rediseñar una máquina de moldeo de arena para aumentar el sistema de producción de la empresa SMO en Otavalo

1.1.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento del estado actual de la maquinaria
- Determinar las características principales de ingeniería para el diseño de la máquina de moldeo arena.
- Diseñar el nuevo modelo del equipo mediante herramientas computacionales de simulación mecánica y dimensionamiento eléctrico.
- Implementar y validar de la maquinaria de moldeo mediante pruebas de campo.
- Desarrollar manual de funciones y ficha de maquinaria referente al apartado 7.5.1 de la norma ISO 9001 de Sistema de Gestión de Calidad.

Justificación

“Las tendencias tecnológicas en la manufactura marcadas por el internet de las cosas, la inteligencia artificial, la robotización y la analítica de grandes datos, están transformando los procesos industriales” [6]. Adaptarse a una nueva industria, a un nuevo modo de realizar las actividades industriales y potenciarlos mediante nuevas tecnologías que benefician al cliente como al empleador a la hora de realizar sus servicios. A base de requerimientos que permiten optimizar el trabajo en la industria ecuatoriana.

La empresa de Servicio Mecánicos y Metalurgia Otavalo (SMO), es una empresa

ecuatoriana que ofrece servicios de metalurgia en la fundición de diferentes piezas industriales en diferentes materiales metálicos y no metálicos, el uso de maquinaria manual para procesos de fundición por moldeo en arena permite una producción baja de piezas fundidas por día y no cumple con los niveles de producción, ahora con la nueva demanda, los niveles se aumentaron y se entró en la necesidad de nuevas estrategias para aumentar las piezas fundidas por día, con criterios de responsabilidad ambiental, económica y de ingeniería.

La aplicación del apartado 4.2 y 7.5.1 de la norma internacional ISO 9001 de Sistema de Gestión de Calidad [5], en la empresa permite seguir un plan estratégico, para realizar la potenciación de la maquinaria mediante la automatización de procesos con el uso instrumentos tecnológicos efectivos para el cumplimiento de las necesidades de la empresa.

El presente trabajo de grado aborda temas vigentes y en auge para la industria ecuatoriana, motivando a potenciar, rediseñar y automatizar la maquinaria existente, dentro de la ingeniería ecuatoriana, en lugar de adquirir nueva y costosa maquinaria. A través de esta iniciativa se promueve el aprendizaje y aplicación de los conocimientos de los estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica, que son los capaces de lograr y cumplir todos los requerimientos expresados.

Alcance

El presente trabajo de grado desarrollará e implementará la automatización de una máquina de moldeo de arena existente en la empresa SMO, a través del levantamiento de los elementos de sistema mecánico, eléctrico del equipo, e información recabada, se realizará un nuevo rediseño adaptado a los requerimientos de la empresa.

Contará con la capacidad de entregar una producción establecida de moldes de arena para su posterior fundición, el rediseño, automatización y rehabilitación de la maquinaria permitirá aumentar los niveles de producción de piezas de fundición por día. Dentro del proceso de ingeniería se rediseña el sistema mecánico para adaptarla a nuevos moldes requeridos por la empresa y un sistema de control automático mejorado, para que sea manejado por un operador mediante una interfaz más eficaz con un proceso más eficiente controlado con un PLC.

Al tener todos los diseños mecánicos y diagramas de control se deriva a la construcción de rediseño de la maquinaria, para realizar pruebas y complementar el proceso de fundición para la validación y funcionamiento del equipo.

Finalmente, se entrega los nuevos planos mecánicos y eléctricos de la maquinaria, en conjunto con el código de programación pertinente de dispositivo de control, añadido al manual de funciones que detalla funcionamiento adecuado del equipo y mantenimiento preventivo del mismo y una ficha de la maquinaria con todos los detalles técnicos necesarios.

2. CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

Fundición

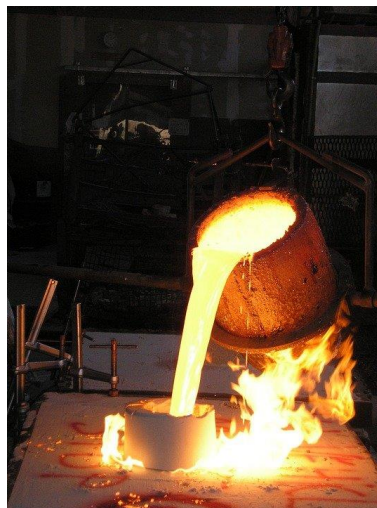
La fundición es un proceso muy antiguo a lo largo de la historia, según [7] lo describe como un proceso de transformación de metales aprovechando los minerales que estos poseen para la creación de nuevos cuerpos sólidos a partir de ello nace la metalurgia como el arte de la creación de nuevas piezas o herramientas, aprovechando las características de los metales.

2.1.1. Antecedentes

El proceso de fundición es una de las profesiones más antiguas del mundo, que ha forjado el ser humano con propósitos artísticos o prácticos, abandonar herramientas rudimentarias como la piedra, hacia la búsqueda de nuevos instrumentos para la supervivencia en la caza de animales, todo ello motivo la búsqueda de nuevo materiales y procesos dando paso al origen de la metalurgia. [8]

Figura 1.

Procedimiento de fundición



Nota. Foto tomado de librería Pixabay [9]

Con el crecimiento de una sociedad industrial la metalurgia y sus distintos procesos en fundición fueron abarcando múltiples usos en maquinarias, transporte en vehículos terrestres y aéreo, materiales para construcción entre otros, aunque cabe destacar que obtuvo mayor auge en la Revolución Industrial del siglo XVIII, un punto de inflexión modificando el estilo de vida de ciudadanos británicos en la entrada de maquinaria de que disminuía los tiempos de producción agrícola, mejoramiento en los procesos textiles, la utilización del carbón para facilitar los procesos de fundición y la introducción de máquinas como la de vapor y el desarrollo de barcos que caracterizó una época industrial gracias a la metalurgia.

2.1.2. Definición

El proceso de fundición de metales es uno de los procesos más antiguos, pero hoy en día es usado en la industria comúnmente para dar forma a piezas metálicas a través del vertido de metal fundido mediante la fabricación de moldes, para un posterior enfriamiento, seguido de varios factores que especifican su condición para lograr una operación exitosa. [10]

Según [11], plantea una secuencia detrás de la fundición, define que es un proceso lógico y sencillo, que tiene de base una matriz, que es un recipiente que toma la forma de una pieza, esta cavidad debe diseñarse de la forma deseada con cierto sobredimensionamiento o replicarse a partir de una muestra patrón, los moldes o matrices se hacen de diferentes materiales como arena, cerámica, metal, yeso, entre otros

Una vez listo el molde, se vierte el material generalmente metálico en punto de ebullición, posteriormente en la solidificación del metal, este debe disipar todo el calor interno para que la pieza fundida se pueda manipular y finalmente la nueva pieza fundida se la extrae del molde para un post proceso mecánico. A continuación, el autor [4] menciona una secuencia del proceso de fundición.

- Diseñar la pieza a fabricar
- Elaborar el molde (materiales: metal, yeso, arena, madera)
- Vertido de material fundido en cavidad de molde.
- Desmoldeo, solidificación y enfriamiento
- Tratamiento térmico
- Desbaste de metal excedente
- Maquinado de pieza
- Tratamiento térmico para mejorar características
- Inspección de calidad de nueva pieza

Máquina de moldeo

Las máquinas de moldeo son utilizadas cuando se requiere una elevada producción de piezas de igual forma, se usan diferentes medios automáticos o semi automáticos para agilizar, simplificar y reducir costos del proceso de moldeo manual y mano de obra. Existen diferentes tipos de máquinas de moldeo y generalmente se diferencian en el proceso para la compactación de la arena. [12]

- Máquinas de moldeo por presión: consiste en compactar la arena mediante la presión de un pistón. Limitada acorde al molde.
- Máquina del moldeo por sacudida: máquinas comúnmente neumáticas, que realizan el compactado en ciclo de elevación y caída.
- Máquina del moldeo por presión y sacudida: estas máquinas fusionan dos técnicas de sacudida y prensado, la vibración ajusta la arena de forma

unitaria en la parte inferior del molde, mientras que otro cilindro compacta la arena contra el cabezal dando uniformidad a la parte superior.

- Máquinas de soplado o disparo: logra una compactación consistente debido a soplado de arena en altas velocidades, y se puede controlar la dureza del molde.

2.1.3. Tipos de moldes

El molde en fundición es el elemento que marca las características principales de las nuevas piezas a crear, consiste en crear una cavidad con la forma de diseño comúnmente se lo hace en metal, pero existen diferentes tipos de moldes permanentes o desechables, en los desechables se tiene de arena, yeso, cerámica entre otros y permanentes como en metal ambas deben cumplir las siguientes características: [13]

- Resistencia en el peso del nuevo modelo de la fundición.
- Debe tolerar la erosión de metal cuando este fluye durante el colado
- Debe generar una mínima cantidad de gases, de acuerdo con el metal en fundición y realizar los respiraderos adecuados en el cuerpo molde.
- Debe poseer características refractarias, para los altos niveles de temperatura del metal y lograr un desmoldeo limpio luego del enfriamiento.

En la Tabla 1 se especifica características finales acerca de los diferentes tipos de fundición en distintos moldeos permanentes o desechables, donde la resistencia del moldeo depende de una buena compactación, a lo largo de área del molde. [13]

Tabla 1.*Características de los procesos de fundición desechables*

Proceso	Material para fundir	Peso (Kg)		Acabado superficial	Porosidad (*)	Complejidad de Forma (*)	Precisión dimensional (*)	Espesor de la sección	
		Min	Max	Ra [μm]				Mín.	Máx.
Arena	Todos	0,05	Sin límite	12,5-25	4	1-2	3	3	Sin límite
Moldeo en cáscara	Todos	0,05	100+	6,3	4	2-3	2	2	--
Modelo desechable	Todos	0,05	Sin límite	5 - 20	4	1	2	2	Sin límite
Molde de yeso	No ferroso	0,05	50+	1 - 2	3	1-2	2	1	--
Cera perdida	Todos	0,005	100+	1,6	3	1	1	1	75
Molde permanente	Todos	0,5	300	2 - 3	2-3	3-4	2	2	50
Troquel	No ferroso	<0,05	50	1 - 2	1-3	3-4	1	0,5	12
Centrífugo	Todos	--	5000+	2 - 20	1-2	3-4	3	2	100

*Calificación relativa: 1 el mejor – 5 el peor

Nota. Características generales de procesos de fundición, tomados de [3]

Realizando una comparación entre los modelos más usados, el moldeo permanente destaca por su acabado superficial de mínima porosidad, precisión dimensional, y obtener mayor precisión en el resultado final, posee la facilidad de realizar piezas de cualquier complejidad y de cualquier peso. En consecuencia, el moldeo por arena es un método rudimentario de bajo costo con bajas características de ingeniería, para realizar moldes en masa.

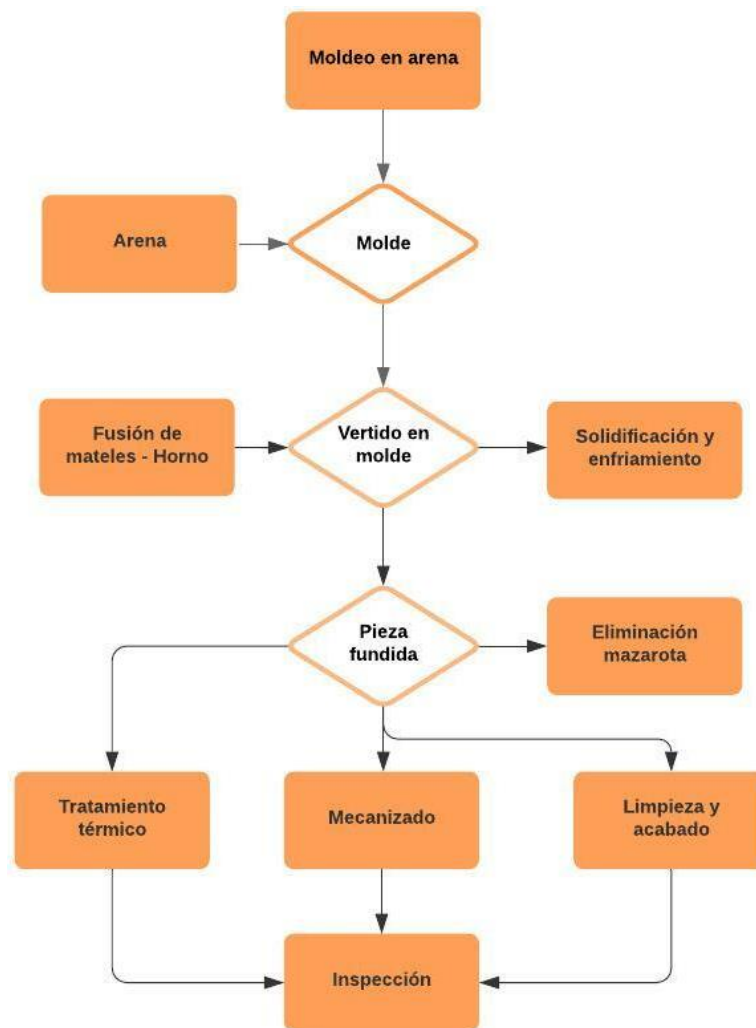
2.1.4. Moldeo en arena

Las máquinas del modelo en arena es un proceso rudimentario, que consiste en replicar el modelo del diseño, empleando arena de silicio, las cuales poseen características de plasticidad, maleabilidad y elasticidad para obtener el diseño de la nueva a través de la compactación del material, de tal manera se vierte el metal en la cavidad de arena para obtener la nueva pieza. [3]

Según [14], el moldeo por arena es un proceso económico, para la fundición de todo tipo de metales, con la condición de realizar el mismo producto en serie y con una baja calidad superficial. Su precio se relaciona en el uso de la llamada en arena verde, arena húmeda que no se ha endurecido para el horneado, se agrega ciertos aditamentos para obtener su resistencia y conservar la forma de diseño original.

Figura 2.

Proceso de moldeo en arena



2.1.5. Arena verde

Según [3], el moldeo en arena consiste en una mezcla preparada de material base a una arena generalmente de sílice (SiO_2), añadiendo cierta cantidad de agua y diferentes

materiales como aglutinantes y aglomerantes que ayudan a mejorar las características de la arena para una mejor calidad del molde, existen otros tipos de arena base como:

- Arena de cromita $FeO \cdot Cr_2O_3$
- Arcillas refractarias

Según [15] el moldeo en arena en Ecuador es uno de los métodos más usados para la creación de nuevas piezas por fundición, debido a que la comúnmente llamada arena verde o arena de sílice (SiO_2), posee abundantes yacimientos de la materia prima, lo que abarata costos de producción y menciona las características de arena en Ecuador.

Tabla 2.

Característica de la arena de sílice en Ecuador

Número de finura A.F.S.	52
Número de tamices	4 - rechazos 90,05%
Grano medio	0,32 mm en el 50% de cernidos
Pérdidas por calcinación	0,12%
Humedad	Variable no mayor a 8%

Nota. La arena de sílice es proveniente de la sierra central ecuatoriana, tomado de [15]

Considerando los diferentes materiales y la calidad final de la arena para la fundición, en su estudio [11] ha realizado pruebas tanto químicas como mecánicas para obtener las características principales que destacan al moldeo en arena como uno proceso para la fundición.

- Permeabilidad: permite la liberación de una cantidad apreciable de fluido, en este caso la porosidad de la arena permite salida de gases o vapores formados en el momento del colado.

- Resistencia: propiedades de cohesión, para que la arena conserve su forma al momento de retirar el modelo original, se libere de pistón de compactación, se manibre el molde de arena y se vierta el metal líquido.
- Plasticidad: gracia a la elevada plasticidad de la arena y arcilla permite una fiel replica de los detalles de la superficie del modelo original.
- Refractario: la capacidad de la arena en resistir a altas temperatura de los metales colados. Mientras menos aleación de arena de sílice pura tenga la mezcla de arena, obtendrá mayor temperatura de fusión, por ejemplo, la arena de lago posee una temperatura de fusión aproximada de 1538 °C, facilita el colado de los metales, debido a que, poseen un punto de fusión menor.
- Desmoldeo: capacidad de la mezcla a disociarse con facilidad, posterior al enfriado de la pieza y posea un buen acabado superficial. De esta manera se puede reutilizar la arena la otro molde.
- Flexibilidad: es la capacidad que posee la arena para deformarse y permitir la contracción de la pieza en el enfriamiento.
- Conductividad calórica: permite regular la velocidad para enfriamiento de la pieza fundida en el molde. Una arena húmeda posee mayor conductividad calórica.

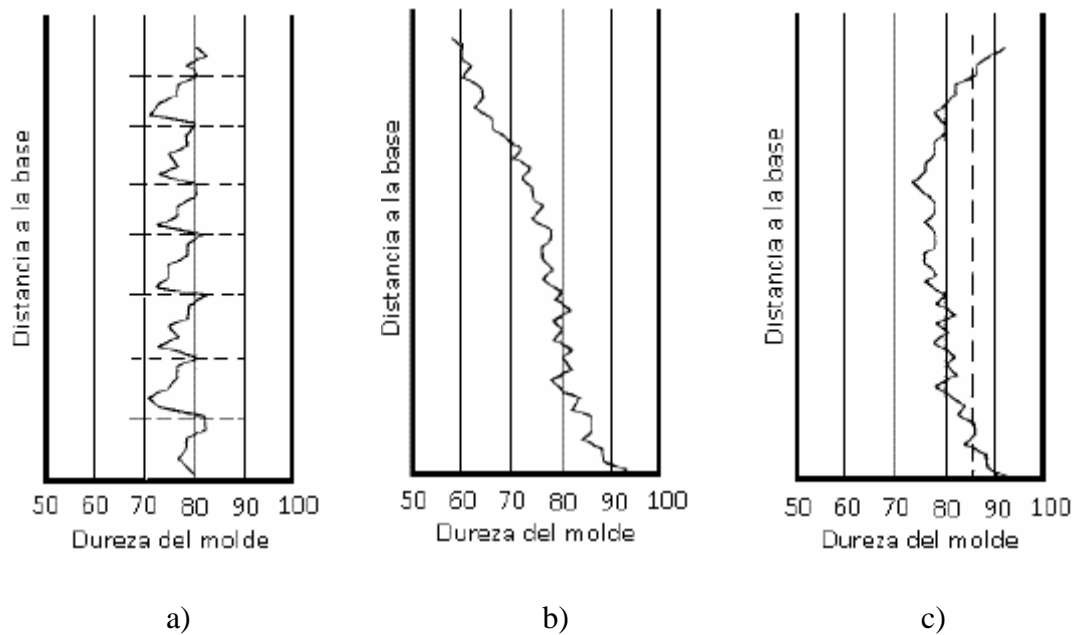
Los elementos secundarios que mejoran la calidad de la arena adecuadas para la elaboración de moldes son: [3]

- Aglutinantes: se refiere al material que posee la propiedad de unir la arena con las diferentes mezclas para proporcionar resistencia, funciona en conjunto con el agua que forma una película alrededor de los granos de arena para adherirse entre sí y brindar cohesión y plasticidad. Entre existen la bentonita, dextrina y harina de maíz
- Aglomerantes: es el producto capaz de unir la mezcla de los diferentes materiales para la fabricación de los moldes, son de corto tiempo de uso, lo que permite endurecer la mezcla y ofrecer resistencia, entre estos se puede clasificar en inorgánicos como: silicatos, cemento y orgánicos como resinas, aceites entre otros.
- Los que ayudan a evitar la adherencia del molde de arena y la nueva pieza fundida o el modelo original de la pieza (metal). (Yeso, talco, sílice en polvo)
- Los que mejoran la permeabilidad (aserrín de madera).

El molde es la pieza principal de máquina para la producción y de ello depende la calidad de la pieza final, producir un molde resistente se sujeta a un correcto proceso de compactación. Existen varios métodos de compactación dependiendo el nivel a producir, de tal manera, para una producción en serie se necesita un proceso automático de punzonamiento uniforme en la zona del molde a diferencia de un apisonamiento manual no uniforme, debido a el área pequeña de la herramienta de compactación.

Figura 3.

Distribución de dureza del molde según método de punzonamiento



Nota. a) Apisonado Manual, b) Sacudida, c) Sacudida y apretado. Estudio tomado de [3]

Según la Figura 3, el método más apropiado para conseguir una buena resistencia del molde en arena en mediante el proceso de sacudida o vibración y compactación uniforme, obteniendo mayores resultados en la dureza del moldeo en arena a diferencia del punzonamiento manual y la sacudida. Permite cumplir con la característica de resistencia en el molde para aumentar el número de piezas producidas. [3]

Elementos de Control

Estos elementos permiten una manipulación más sencilla de las propiedades físicas de la máquina de moldeo en arena, imprescindible para realizar mediciones físicas y realizar comparaciones, descubrir la diferencia entre ejecución y diseño, prevenir trabajos y errores de alto riesgo, a continuación, se describen diferentes elementos de control.

2.1.6. Controlador Lógico Programable (PLC)

A lo largo del desarrollo de las diferentes tecnologías, se da lugar a nuevos dispositivos que satisfacen el objetivo planteado optimizando recursos y mejorando la calidad del servicio del sistema, uno de los elementos que toma índole en control de procesos es el Controlador Lógico Programable (PLC), que es una unidad de procesamiento central que permite desarrollar las diferentes actividades que pueden llegar a ser sumamente peligrosas para las personas o lleven a imperfecciones a donde se requiera precisión. [16]

Según [17];

“Un autómata programable, es una máquina electrónica diseñada para ser utilizada en un entorno industrial, usa memoria programable para el almacenamiento de instrucciones orientadas, para implantar soluciones específicas, funciones lógicas, secuencias, temporización, etc. con el fin de controlar mediante entradas y salidas analógica y/o digitales diversos tipos de máquinas o procesos”

2.1.7. Energía Neumática

La energía neumática se basa en el estudio y uso de aire comprimido como elemento esencial de trabajo mecánico y considerada como energía renovable. Se caracteriza por el uso en elementos con fuerzas menores a 30 000 N y una mayor velocidad de accionamiento. El tipo de tecnología que usan los sistemas neumáticos poseen las siguientes ventajas como: usar un recurso ilimitado, renovable (aire) y no contaminante, tecnología muy fácil de operar, su mantenimiento no es muy costoso, trabaja en presiones bajas (0 – 1 MPa), elemento poco inflamable. En sus desventajas radica el excesivo ruido y los generados de la energía. [18]

2.1.8. Unidad de Mantenimiento Neumática

Los diferentes elementos que accionan sistemas neumáticos poseen capacidad máxima de servicio entre 8 a 10 bares. No obstante, es recomendable para mantener la vida útil de los elementos, los dispositivos trabajen con presiones entre 6,5 a 7 bar o menor según sea la necesidad, para garantizar la calidad del aire en cada aplicación es necesario instalar unidades de mantenimiento en cada red sistema de neumático.

La unidad de mantenimiento neumática cumple 3 requisitos importantes a la hora del suministro de aire: el filtro posee la función de eliminar las impurezas o el condensado del. El regulador de presión se encarga de mantener una presión secundaria constante deseada por el usuario, independientemente de la presión producida en el compresor, y finalmente la función lubricadora se encarga de agregar de distribuir determinada cantidad de aceite en el tramo de distribución del aire para el correcto funcionamiento del equipo. [19]

2.1.9. Electroválvulas

Una válvula electromecánica son dispositivos alimentados con energía eléctrica mediante una bobina solenoide cuya función fundamental el regular paso de flujo de todo tipo de fluidos agua, aire o aceite. Ideal para el control mediante programación para automatización de procesos, debido a que responde a una lógica binaria, se aplica comúnmente en lugares de poco acceso y sus aplicaciones son amplias en la agricultura en irrigación de agua, pero comúnmente son usadas en el ámbito industrial para el control de procesos. [20]

2.1.10. Sensores

Los sensores son aquellos dispositivos que detectan los diferentes cambios que puede realizar en el entorno de manera automática o por accionamientos manuales forzados, en la industria se usa diferentes sensores que permiten interpretar un fenómeno

físico a controlar de manera digital para su óptimo procesamiento, entre los más comunes se usa sensores analógicos de temperatura, presión, humedad, distancia entre otros o sensores digitales que permite dar accionamientos de ON/OFF sea la necesidad a cumplir. [20]

2.1.11. Actuadores

Los actuadores son los dispositivos encargados de transformar la energía neumática, eléctrica o hidráulica en energía para la activación de final de un proceso a controlar entre ellos se puede encontrar actuadores mecánicos como motores, poleas, riele, resorte entre otros, actuadores neumáticos entre ellos cilindros lineales o rotatorios, vacío, actuadores hidráulicos para manejar la carga pesada, actuadores eléctricos como contactores, relés, motores, entre otros. [20]

Herramientas de simulación de ingeniería

A medida que la tecnología se va desarrollando, los softwares de simulación se vuelven más amigables y ofrecen mejores oportunidades para ofrecer una experiencia virtual más cercana a la real y de esta manera contribuir al sector industrial a una mejor calidad en sus productos finales a menores costos, los softwares de simulación de ingeniería benefician a los ingenieros al evitar realizar pruebas costosas o de alto riesgo, entre ellas podemos encontrar las siguiente:

2.1.12. SolidWorks

El software de diseño mecánico SolidWorks permite al usuario crear diseños en 3D, con características similares a un ambiente real, lo que genera un menor riesgo de generar prototipos fallidos, además posee la capacidad de evaluar el rendimiento de los diseños, con varias extensiones del mismo paquete del software. Lo cual permite que los especialistas en el área de ingeniería puedan tomar decisiones técnicas en función al punto

de vista de la simulación, lo que establece ventajas en producción y gestión empresarial. [21]

2.1.13. Solid Works Motion

El complemento para SolidWorks de “Motion” es una herramienta que permite, someter a un ensamble final de cualquier elemento (máquina, estructura, etc.) a un análisis de movimiento, lo que ayuda a establecer un análisis de las múltiples opciones para realizar un movimiento similar al real, es posible agregar diferentes actuadores (motores lineales, rotatorios) para la simulación de la trayectoria del ensamble diseñado. [21]

2.1.14. Solid Works Simulation

“SolidWorks Simulation es un paquete de herramientas de análisis estructural fáciles de usar que utilizan el análisis de elementos finitos (FEA) para predecir el comportamiento físico real de un producto” [21], gracias a este paquete, se puede simular el comportamiento estático de las piezas lo que permite obtener datos más reales al diseño final además de aumentar la calidad final del producto, reduciendo costos en prototipos, pruebas físicas como ensayos destructivos. [21]

2.1.15. Eplan Electric

Eplan Electric es una herramienta de ingeniería eléctrica asistida por computador que permite una planificación y diseño para máquinas y sistemas de plantas de forma integral y rápida automatizando al máximo el desarrollo de un proyecto industrial para realizar tableros de distribución, tableros eléctricos, circuitos de control de mando (CCM) entre otros. El software admite varios estándares internacionales entre los más principales IEC y NEMA, además de vincular diferentes representaciones para automatizar los diseños. [22]

2.1.16. WECOM PLC Editor Software

Es una herramienta de programación para depurar, diseñar y al mantenimiento de programas, usa instrucciones de programación en Ladder. La lógica de escalera o diagrama de contactos se usa ampliamente para la programación de PLC, donde se programa el control secuencial de un proceso, se requiere operaciones lógicas y booleanas, es muy útil para sistemas de control simples o reestructurar sistemas de lógica cableada y permitir automatizar sistemas sencillos hasta muy complejos, se usa los diferentes comando principales para identificar los contactos principales en el diseño, como botones X, relé de marca M, relé de tiempo T, contador C y así sus demás propiedades similares a usar. [23]

2.1.17. CadeSimu

CadeSimu es un software de simulación electrotécnica que permite la creación de diagramas eléctricos de potencia y control y simular su funcionamiento, está enfocado en circuitos eléctricos, pero también posee librerías de neumática, PLC, arranque de motores, y también se puede usar para programar lenguaje de contactos (KOP) o en GRAFCET. Se lo considera un programa de enseñanza didáctica debido a que no posee una normativa en la simbología eléctrica, y se lo usa generalmente para crear bosquejos de sistemas automáticos. [24]

2.1.18. FluidSim

FluidSim es una herramienta de simulación que permite creación y edición de circuitos neumáticos y eléctricos, ayuda al usuario a comprobar el correcto funcionamiento y conexión de los elementos mecánicos y eléctricos, creada en colaboración de universidades de Alemania y la empresa Festo. [25]

3. CAPÍTULO III - METODOLOGÍA

Análisis del diseño previo de la máquina de moldeo en arena

Establecido el levantamiento del diseño actual de la máquina de moldeo de arena, se realiza un análisis a los componentes mecánicos para establecer sus propiedades de ingeniería necesarias para el rediseño de la máquina.

3.1.1. Elementos de la máquina de moldeo en arena

El material de la estructura mecánica de la máquina de moldeo arena aproximadamente en su totalidad es el acero AISI 1023, según la Figura 4 muestra todos los parámetros de ingeniería disponibles para realizar la simulación del diseño actual.

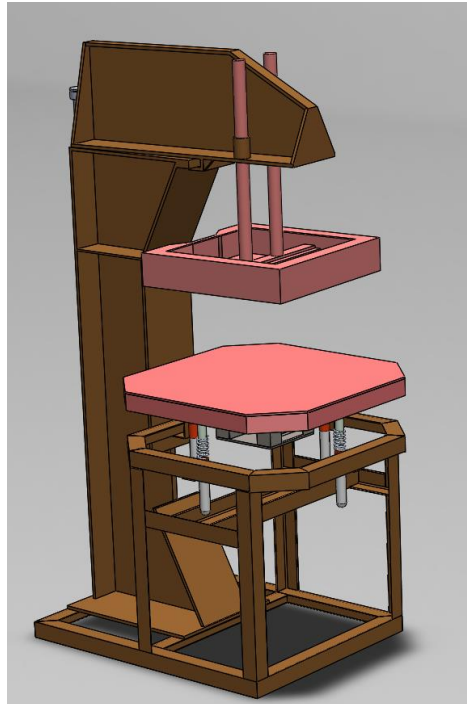
Figura 4.

Característica de ingeniería del acero AISI 1023

Acero AISI 1023, estirado en frío, redondo de 19-32 mm (0,75-1,25 pulg.)				
Categorías: Metal / Metales ferrosos / Acero al carbono / Acero serie AISI 1000 / Acero bajo en carbono				
Notas materiales: Similar al acero AISI 1020, responde bien al tratamiento térmico y al trabajo en frío. Maquinabilidad y soldabilidad justas. Excelente conformabilidad en frío.				
Palabras clave: UNS G10230				
Vendedores: No se enumeran proveedores para este material. Haga clic aquí si es un proveedor y desea información sobre cómo agregar su listado a este material.				
Versión para imprimir / Descargar como PDF / Descargar a Excel (requiere Excel y Windows) / Exportar datos a su programa CAD / FEA				
Agregar a carpeta: <input type="checkbox"/> Mi carpeta 0/0				
Propiedades físicas		Métrico	Inglés	Comentarios
Densidad		7.858 g / cc	0.2839 libras / pulg ³	
Propiedades mecánicas		Métrico	Inglés	Comentarios
Dureza, Brinell		121	121	
Dureza, Botón		140	140	Convertido de Brinell
Dureza, Rockwell B		68	68	Convertido de Brinell
Dureza, Vickers		126	126	Convertido de Brinell
Resistencia a la tracción, Ultimate		425 MPa	61600 psi	
Resistencia a la tracción, rendimiento		360 MPa	52200 psi	
Alargamiento a la rotura		15 %	15 %	En 50 mm
Reducción del área		40 %	40 %	
Módulo de elasticidad		205 GPa	29700 ksi	Típico para el acero
Módulo de volumen		160 GPa	23200 ksi	Típico para el acero
Proporción de Poisson		0.29	0.29	Típico para el acero
Maquinabilidad		65 %	65 %	Basado en acero AISI 1212, como 100% maquinabilidad
Módulo de corte		80.0 GPa	11600 Ksi	Típico para el acero

Figura 5.

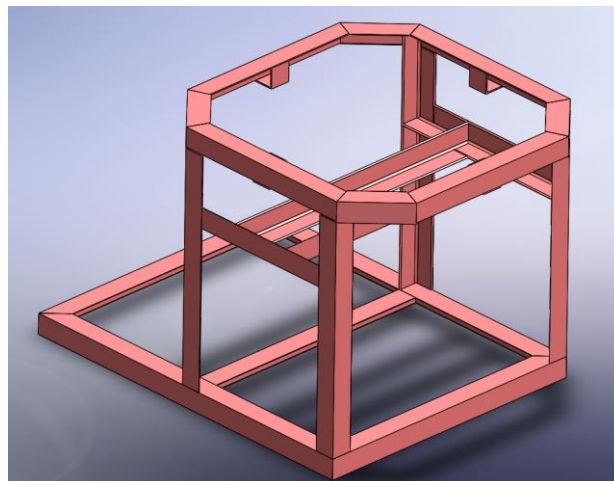
Diseño actual de máquina de moldeo de arena



Nota. El gráfico representa todos los elementos miembros estructurales de la máquina excluyendo a actuadores

Figura 6.

Miembro estructural base



Nota. Estructura base de máquina de moldeo de arena, formado por ángulo de acero estándar ANSI de 2" x 2" x 0,125".

Figura 7.

Viga de soporte principal

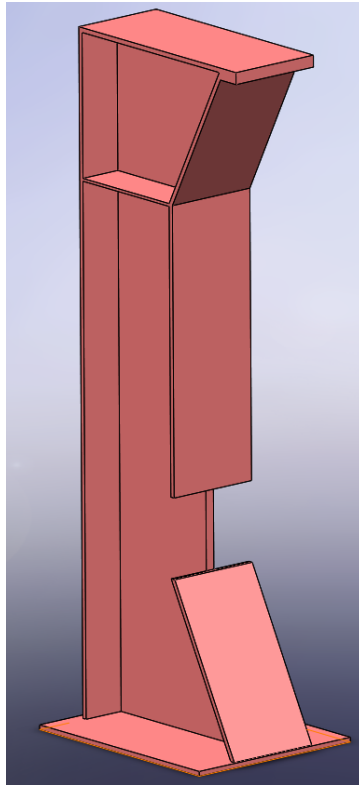
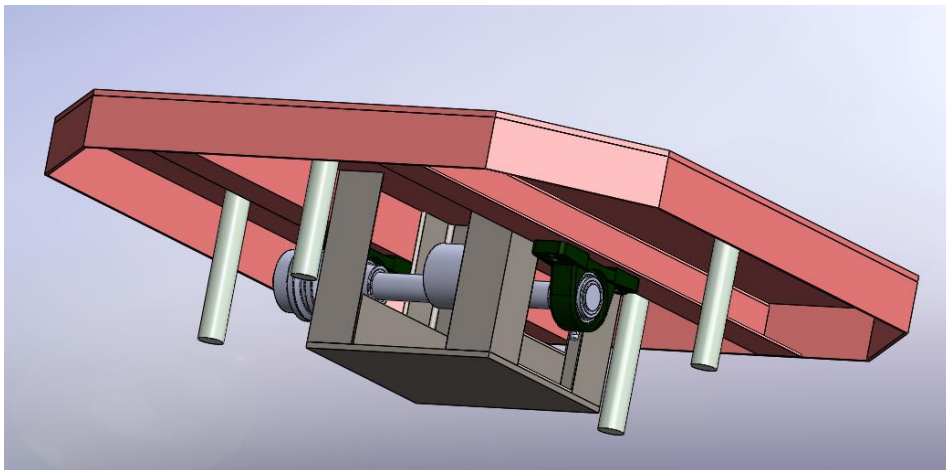


Figura 8.

Mesa de trabajo.



Nota. En la parte inferior de la mesa de trabajo se encuentra el eje excéntrico que permite el funcionamiento de vibración de la máquina

Figura 9.

Brazo de máquina de moldeo de arena

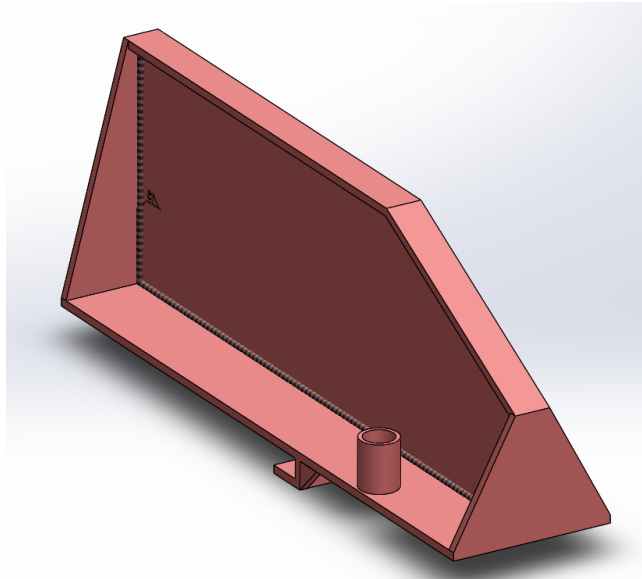
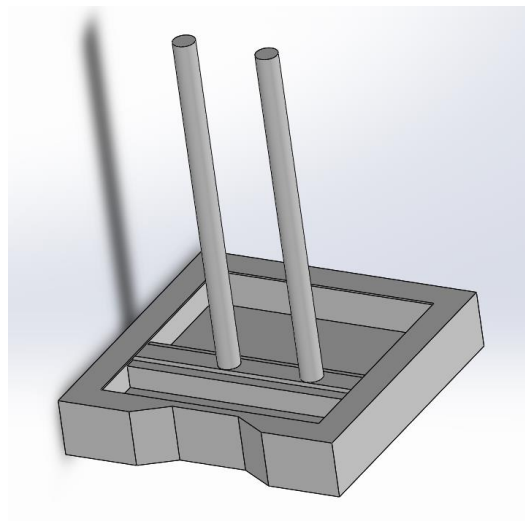


Figura 10.

Cuadro de presión



3.1.2. Elementos mecánicos y eléctricos de la máquina de moldeo

La máquina de moldeo de arena posee un sistema mecánico ejercido por energía neumática y un sistema eléctrico basado en un control de lógica cableada, que se describe a continuación sus diferentes dispositivos:

- Actuador Neumático

Figura 11.

Actuador neumático máquina de molde en arena



Nota. Fotografía tomada de máquina de moldeo de arena. ANEXOS E: CATÁLOGO DE CILINDROS NEUMÁTICO

Marca: Mindman Air Cilinder

Presión Máxima: 10 bares

Fuerza Teórica de Compresión: 8590 N

Electroválvula: Electroválvula 5/2 – ½” – 110V

- Tablero de Control

En el tablero de control se encuentra un sistema sencillo de lógica cableada con los siguientes componentes:

- Interruptor ON/OFF

- Contactor de 110V
- Luces Piloto
- Botones de mando

Figura 12.

Elementos de tablero eléctrico



Nota. Fotografía tomada de máquina de moldeo de arena. Empresa SMO (2021)

3.1.3. Moldeo en arena manual empresa SMO

En la empresa de Servicios Mecánicos y Metalurgia Otavalo, uno de los principales servicios que ofrece al cliente, es la fundición de piezas en varios materiales metálicos como aluminio, bronce, acero entre otros. Para lo cual poseen maquinaria manual para realizar el proceso de moldeo y fundido. Uno de los métodos más usados para el modelado de piezas que requieren el cliente es con arena de sílice, en conjunto con una caja de moldeo y la pieza modelo impresa en 3D.

La preparación y moldeo en arena se lo realiza de manera manual con herramientas que ayudan en la compactación y elementos químicos que favorecen el

endurecimiento de la arena, finalmente el encendido de un horno eléctrico para la fundición del material deseado. Según los operarios de la empresa, en promedio toma 20 minutos realizar todo el proceso de preparación de la arena, compactación de molde y vertido del material fundido para dejar reposar hasta el día siguiente, es decir, en promedio se realiza 20 piezas de tamaño mediano por día.

3.1.4. Cuadro comparativo de máquinas de moldeo de arena en el mercado

Las máquinas de moldeo de arena han sido uno de los elementos rudimentarios más importantes para la fundición de materiales metálicos desde hace siglos, en la actualidad diferentes empresas internacionales han mejorado sus características para satisfacer las necesidades de producción en relación con su costo, en diferentes lugares del mundo podemos encontrar las siguientes máquinas.

- **Máquina de moldeo en arena de fundición con arena verde marca Bestech**

La marca Qingdao Bestech se especializó en máquinas de fundición durante bastantes años, es una máquina fácil de operar, la arena se visualiza en todo el proceso, los procedimientos operativos pueden ser manejados por operarios y mejorar la productividad. La máquina posee mecanismo de biela manivela, sincronizador de “saft” para lograr el moldeo síncrono, posee panel de control, todos sus elementos son neumáticos para mejor funcionalidad del equipo y sencillo mantenimiento del equipo.

[26]

Tabla 3.

Características básicas máquina de moldeo en arena marca Bestech

Lugar del origen:	Dimensión (L*W*H):
Shandong, China	3000*1200*2200mm
Condición:	Certificación:
Nuevo	ISO CE
Tipo de máquina:	Garantía:

sand casting	1 Year
Video saliente de inspección:	Clave de puntos de venta:
Siempre	Fácil de operar
Informe de prueba:	Después de servicio de garantía:
Siempre	Video de apoyo técnico, Apoyo en línea, España, Campo de mantenimiento y servicio de reparación
Marketing tipo:	Servicio Local ubicación:
Nuevo Producto 2020	Perú, México, Rusia, Marruecos, Argentina, Rumania, Uzbekistán
Garantía de los componentes principales.:	Exposición de ubicación:
1 año	Perú, México, Rusia, Argentina, Rumania, Uzbekistán, Marruecos
Los componentes principales.:	Industrias aplicables:
PLC, Motor, Caja de cambios, Motor, Equipo, De la bomba	Planta de fabricación
Marca:	After-sales Service Provided:
BESTECH	Engineers available to service machinery overseas
Voltaje:	name:
380V /220V/440V	molding machine
Energía (W):	color:
7.5KW	according to your requirement
	Peso:
	1750kg

Tabla de datos de fabricante. Tomado de [26]

Tabla 4.

Máquina de moldeo de arena por compresión de la sacudida de parámetros técnicos – Marca BESTECH

Tipo	Matraz de fundición dimensión máxima (mm)	Dimensiones de la mesa de trabajo (mm)	Estrés de compresión (kgf)	Carga de sacudida (kgf)	Proceso de compresión (mm)	Proceso de moldeo (mm)	Placa de compactación de diámetro con mesa de trabajo (mm)	Consumo de aire (m ³ /caja)	Productividad (Caja/h)	Dimensiones del contorno (mm)
Z143W	500x400x100	560x420	4000	250	100	160	200-370	0,25	40-60	950x680x1280
Z144W	500x400x180	560x465	4200	260	120	150	300-400	0,35	40-60	1050x1100x1410
Z145W	600x600x150	610x515	6300	300	160	200	300-450	0,4	40-60	1200x1000x1693
Z145WB	550x450x200	600x550	6300	300	200	200	300-450	0,4	40-60	1200x800x1680
Z146W	600x500x200	700x550	7000	300	160	200	350-450	0,4	40-60	1380x850x1565
Z146WB	650x550x250	700x550	7500	400	200	200	450-600	0,4		

Parámetros técnicos de ingeniería. Tomado de [26]

Figura 13.

Máquina de moldeo en arena marca Bestech

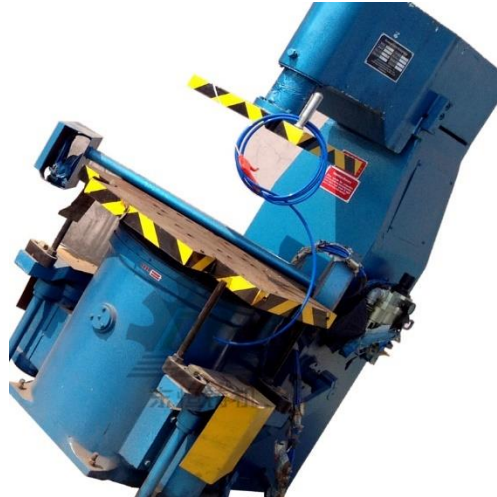


Foto de máquina de moldeo en arena. Tomado [26]

- **Z148 sacudida Squeeze tapa de registro de la máquina de moldeo de arena**

Tabla 5.

Características básicas de máquina de moldeo de arena marca Qingdao

No. de Modelo.	Marca
Z14 Series	QDHC
Personalizado	Embalaje
Personalizado	Plywood Box/ Container
Condición	Estándar
Nuevo	According to models
Grado automático	Origen
Semiautomático	Qingdao, China
Proceso de dar un título	Capacidad de Producción
CE	1000sets/Year
Escribe	
Moldeo en arena	

Nota. Información básica de máquina de moldeo en arena. Tomado [27]

Características de la máquina: [27]

- La sacudida y el ruido de la máquina de moldeo por compresión es controlada.

- Máquina de moldeo por compresión de sacudida de mesa de trabajo
- La sacudida máquina de moldeo por compresión es variable mediante temporizadores.
- Máquina de moldeo por compresión de la sacudida con relé de seguridad de funcionamiento

Tabla 6.

*Máquina de moldeo de arena por compresión de la sacudida de parámetros técnicos –
Marca Qingdao Huachan Machinery*

Molding machine	Z143W	Z145W	Z146W	Z147W	Z148W
Foundry flask max dimension (mm)	500*400	550*450	620*500	700*550	850*650
Worktable dimension	600*420	600*460	700*560	800*560	900*730
Compressive process (mm)	140	160	160	160	220
Compressive stress (Kgf)	4200	6800	8300	8300	11775
Jolting load (Kgf)	200	300	300	300	600
Moulding process (mm)	160	200	220	220	280/300
Productivity (box/hr)	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60
Consumption of free (m ³ /box)	0.25	0.4	0.4	0.4	0.5
Outline size (mm)	820*650*1310	900*750*1600	1000*800*1700	1200*900*170	1300*1120*210

Parámetros técnicos de máquina de moldeo en arena. Tomado [27]

Figura 14.

Máquina de moldeo de arena Qingdao



Nota. Modelo de máquina de moldeo en arena. Tomado [27]

- **Fundición de hierro fundido en arena verde, arcilla, línea de moldeo mecanizada marca Qingdao ANTAI**

La máquina de moldeo en arena por compresión de sacudida o vibración de la marca Qingdao es requerida para la producción en masa de moldes en arena de una sola placa de moldeo o caja de moldeo de tamaño mediano y pequeño, que puede producir moldes precisos. La máquina posee un mecanismo de compactación de micro vibración, una gran fuerza de presión y una fuerza de compactación. [28]

Tabla 7.

Características básica máquina de moldeo en arena marca Qingdao ANTAI

Lugar del origen:	Clave de puntos de venta:
Shandong, China	Larga vida de servicio
Condición:	Después de servicio de garantía:
Nuevo	Video de apoyo técnico, Apoyo en línea, España, Campo de mantenimiento y servicio de reparación
Tipo de máquina:	Industrias aplicables:
Green sand molding machine	Planta de fabricación
Video saliente de inspección:	Product name:
Siempre	Jolt squeeze molding machine
: Informe de prueba:	Application:
Siempre	Foundry Industry
Marketing tipo:	Usage:
Nuevo Producto 2020	Foundry Castings Production
Garantía de los componentes principales.:	Type:
1 año	Horizontal
Los componentes principales.:	Name:
PLC, Motor, Rodamiento, Caja de cambios, Motor, Recipiente de presión, Equipo, De la bomba	foundry moulding machine
Marca:	Technology:
Qingdao ANTAI	Clay Sand Technology
Voltaje:	Material:
380V/415V/440V	Clay sand
Energía (W):	Function:
Customized	sand molding
Dimensión (L*W*H):	Capacity:

Customized	40-60 moulds/hour
Certificación:	Color:
ISO/CE	Customized Color
Garantía:	Peso:
1 año	Customized

Nota. Datos de fabricante de máquina de moldeo en arena. Tomado [28]

Tabla 8.

Máquina de moldeo en arena parámetros técnicos marca Qingdao ANTAI

Item	Z143W	Z144W	Z145W	Z146W	Z147W	Z147Q	Z148W	Z149Q
Max size of Sand box(mm)	500×400×100	500×400×180	500×450×200	600×500×200	650×550×250	750×650×300	800×600×300	1000×800×320
Worktable size (mm)	560×420	560×465	620×520	700×550	750×600	850×700	900×730	1100×850
Compressed air (Mpa)	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Compression force(kgf)	4000	4200	6300	7000	8000	9500	10000	15000
Jolt load(kgf)	250	280	300	300	400	500	600	800
Compaction stroke(mm)	100	120	120	160	200	200	200	250
Molding stroke (mm)	160	160	160	200	220	250	350	350
Distance from pressure head to worktable (mm)	200~370	300~400	300~450	350~450	450~600	550~650	600~700	700~800
Distance from jolt platform to ground(mm)	520	620	780	800	800	850	860	900
Productivity (mold/hour)	40~60	40~60	40~60	40~60	40~60	40~60	40~60	40~60
Overall size (L*W*H)(mm)	950×680×1330	1000×800×1420	1200×1000×1700	1400×1000×1700	1200×1100×1800	1250×1100×1900	1800×1300×2300	1060×1660×2300

Datos de ingeniería de máquina de moldeo en arena. Tomado [28]

Figura 15.

Máquina de moldeo en arena marca Qingdao ANTAI



Modelo de máquina de moldeo en arena. Tomado [28]

Las siguientes características de ingeniería de la Tabla 4, Tabla 6 y Tabla 8 establece los más principales parámetros de diseño para el análisis de elementos finitos: [28]

- Estrés compresivo
- Dimensión máxima del moldeo de arena
- Distancia de la placa de compactación, con la mesa de trabajo

3.1.5. Análisis mecánico de máquina de moldeo de arena

El diseño de ingeniería para los análisis mecánicos de las piezas, se lo realiza mediante herramientas computacionales de análisis de elementos finitos, debido a la forma geométrica heterogénea que poseen los diferentes elementos de la maquinaria.

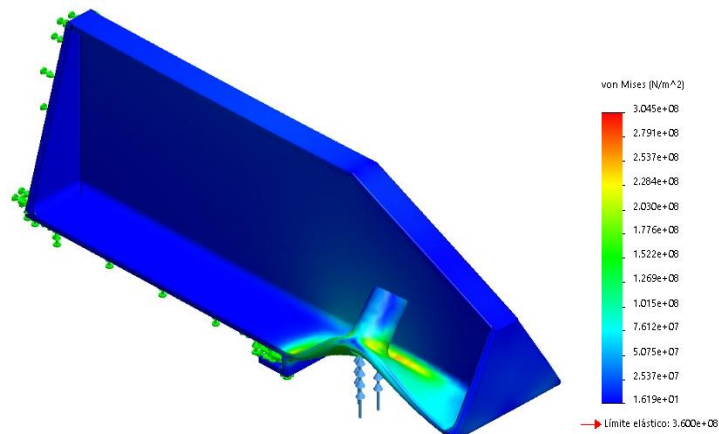
Según la Tabla 4, Tabla 6 y Tabla 8 se establecen parámetros de diseño acorde a las dimensiones de 500x500 mm de la máquina de moldeo de marcas internacionales para establecer un rediseño de la máquina de moldeo de la empresa SMO, mediante el criterio de las tablas de máquinas internacionales se fija el dato de estrés compresivo máximo de 6300 Kgf o 61 781,89 N, describirá de 2 formas diferentes de manera individual en cada elemento y en modelo completo del ensamble.

3.1.5.1. Brazo de máquina

Se realiza la simulación del mecanismo de brazo que desplaza la matriz superior del molde con un cilindro neumático, se considera el estrés compresivo máximo aproximado de 61 000 N.

Figura 16.

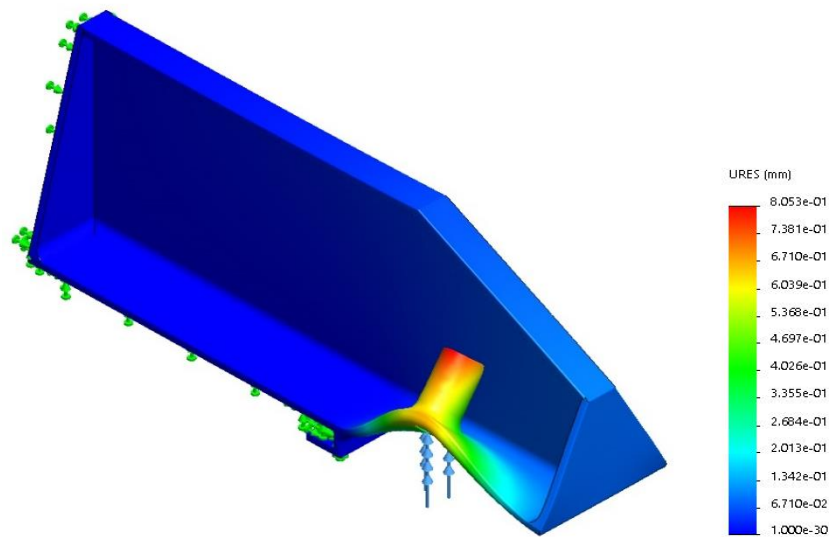
Análisis de esfuerzos Brazo de máquina



Según la Figura 16, se obtiene un diseño mecánico mediante el criterio de Von Mises con un esfuerzo máximo de 304,5 MPa.

Figura 17.

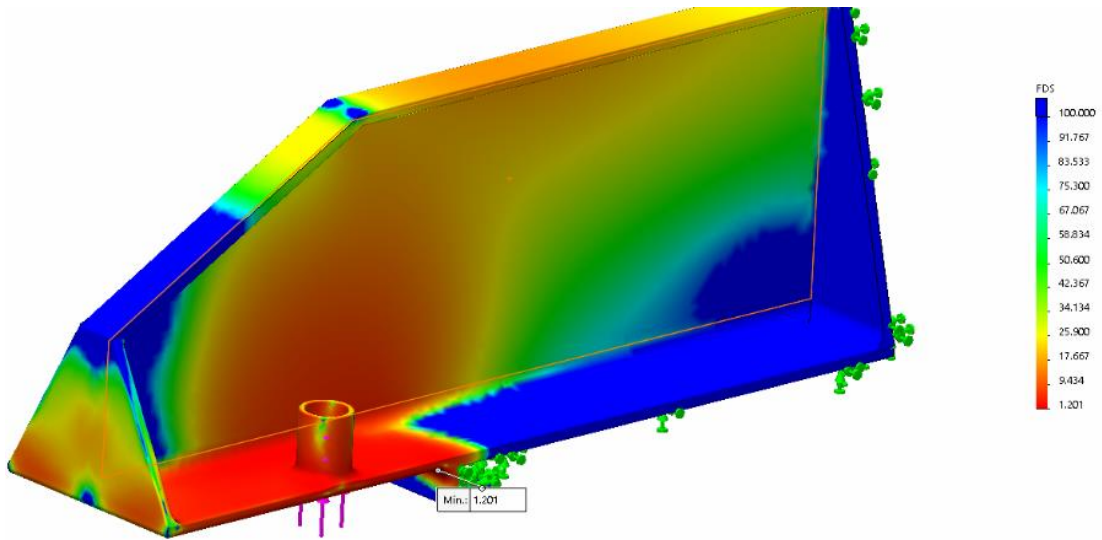
Análisis de desplazamiento de Brazo de máquina



Según la Figura 17, se obtiene del diseño un desplazamiento máximo de 0,8 mm en la zona del tubo de conexión con el cuadro de presión.

Figura 18.

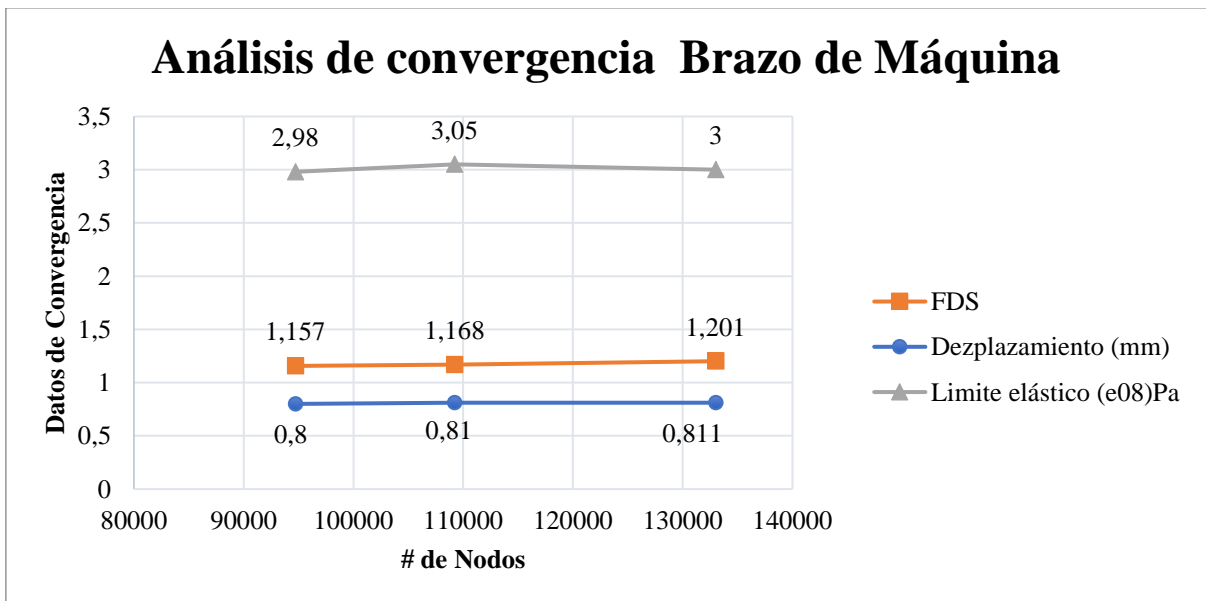
Análisis de Factor de Seguridad de Brazo de máquina



Según la Figura 18, se determina un Factor de Seguridad (FDS) de 1,2. Para obtener datos óptimos se realizar un análisis de convergencia usando 3 iteraciones con un número diferente de nodos en mallado.

Figura 19.

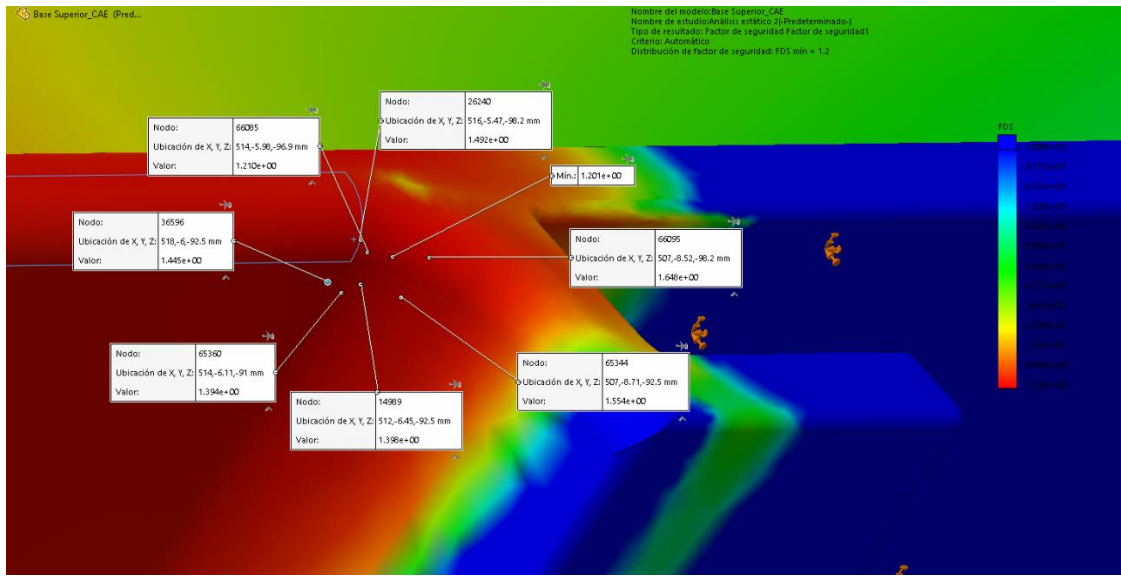
Análisis de Convergencia de Brazo de máquina



Según la Figura 19, el análisis de convergencia muestra un error aproximado de 4% resultado de las 3 iteraciones, para obtener más precisión en el FDS, se realiza una identificación de valores punto a punto en la zona crítica del modelo.

Figura 20.

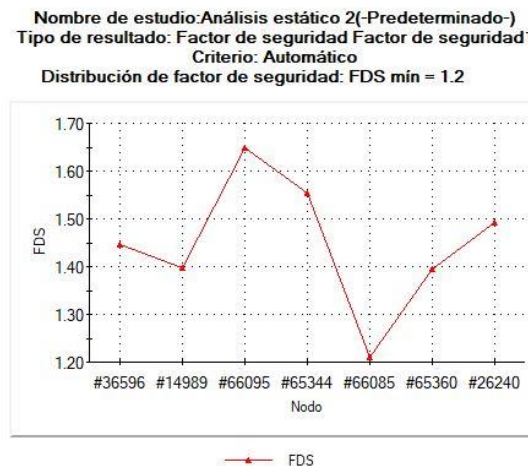
Identificación de valor de FDS punto a punto en Brazo de Máquina



Según la Figura 20, se toma 8 diferentes valores cerca de la zona crítica de FDS del modelo para determinar un promedio óptimo y preciso acerca del diseño de la estructura en análisis.

Tabla 9.

Resultados de identificación de valores punto a punto en Brazo de Máquina



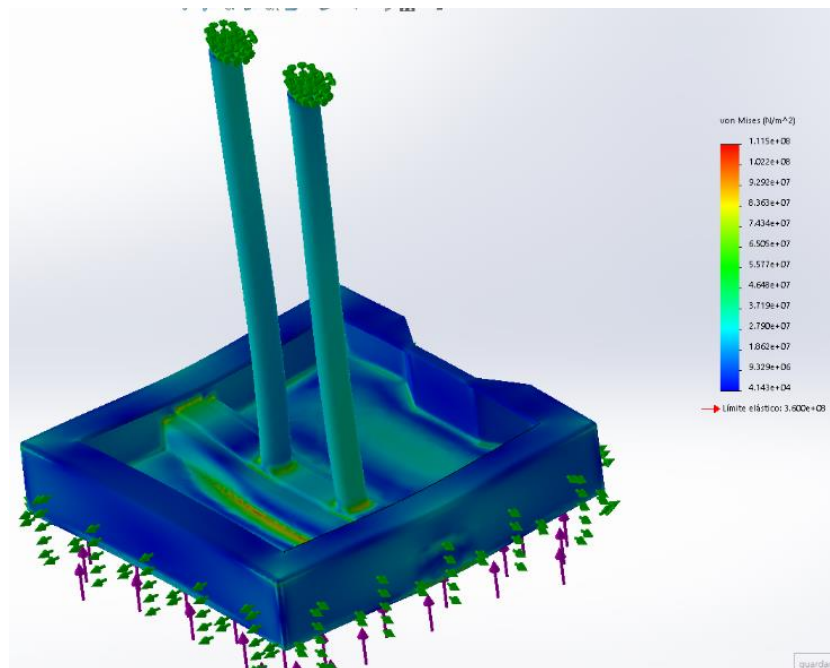
En la Tabla 9, muestra los resultados del análisis de identificación de valores punto a punto con un FDS máximo de 1,64, un FDS mínimo de 1,21, obteniendo un AVG de 1,45.

3.1.5.2. Cuadro de Presión

Se realiza la simulación de cuadro de presión de la máquina de moldeo de arena, cumple la función de compactar el modelo del diseño para obtener una dureza necesaria en el molde de arena saliente para fundición, se determina una presión máxima de 61 000 N.

Figura 21.

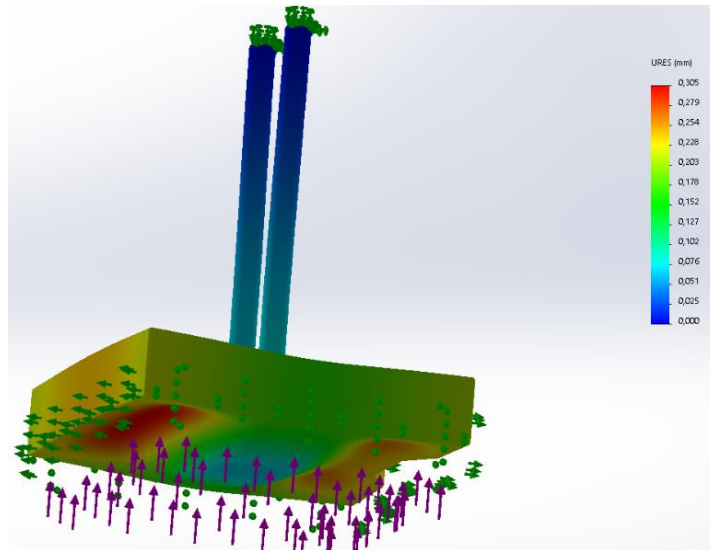
Análisis de esfuerzos Cuadro de Presión



Según la Figura 21, se obtiene un diseño mecánico mediante el criterio de Von Mises con un esfuerzo máximo de 111,5 MPa.

Figura 22.

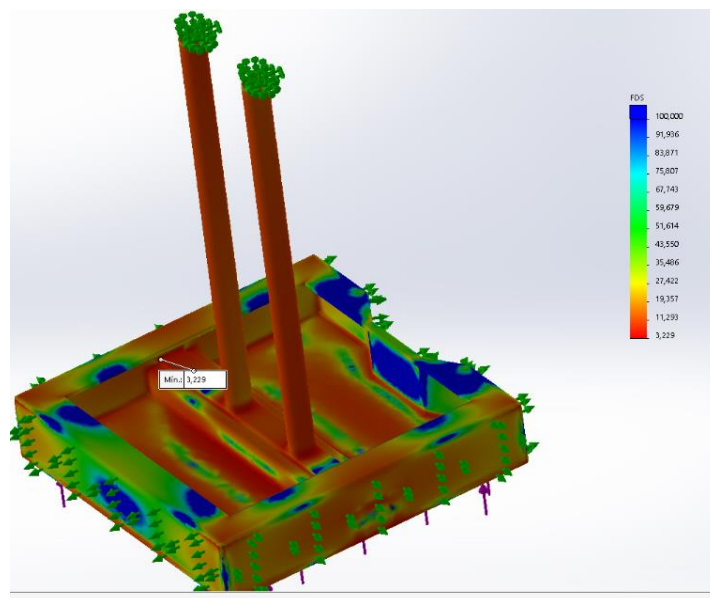
Análisis de desplazamiento Cuadro de presión



Según la Figura 22, se obtiene del diseño un desplazamiento máximo de 0,305 mm en la zona inferior de la placa donde realiza presión con la arena.

Figura 23.

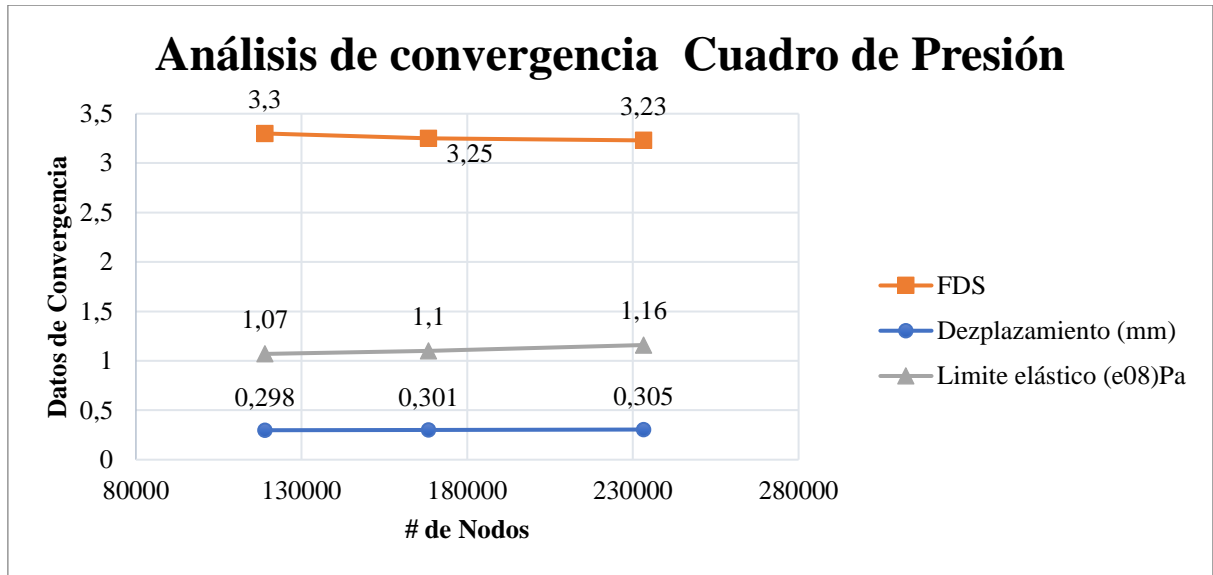
Análisis de Factor de Seguridad Cuadro de Presión



Según la Figura 23, se determina un Factor de Seguridad (FDS) de 3,2. Para obtener datos óptimos se realiza un análisis de convergencia usando 3 iteraciones con un número diferente de nodos en mallado.

Figura 24.

Análisis de convergencia Cuadro de presión



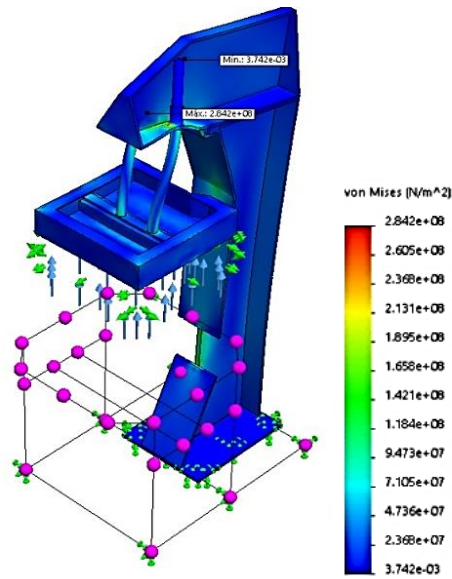
Según la Figura 24, el análisis de convergencia muestra un resultado de FDS óptimo y conservador con un promedio de 2,74.

3.1.5.3. Ensamble completo de máquina de moldeo de arena

Para una visualización completa de las cargas que posee la máquina en diferentes puntos difíciles de calcular en un diseño individual, se toma la decisión de realizar la simulación completa del equipo.

Figura 25.

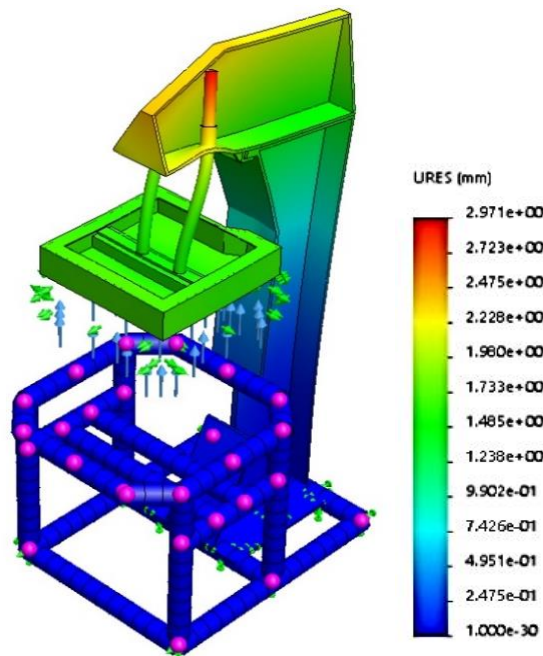
Análisis de esfuerzo ensamble máquina de moldeo de arena



Según la Figura 25, el análisis de esfuerzo máximo es de 284,2 MPa, en la zona de los tubos macizos del cuadro de presión.

Figura 26.

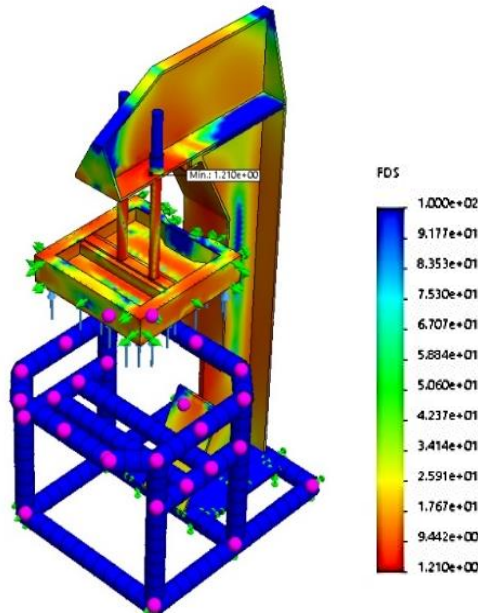
Análisis de desplazamiento ensamble máquina de moldeo de arena



Según la Figura 26, el desplazamiento máximo es 2,97 mm ubicado en la parte superior de cuadro de presión.

Figura 27.

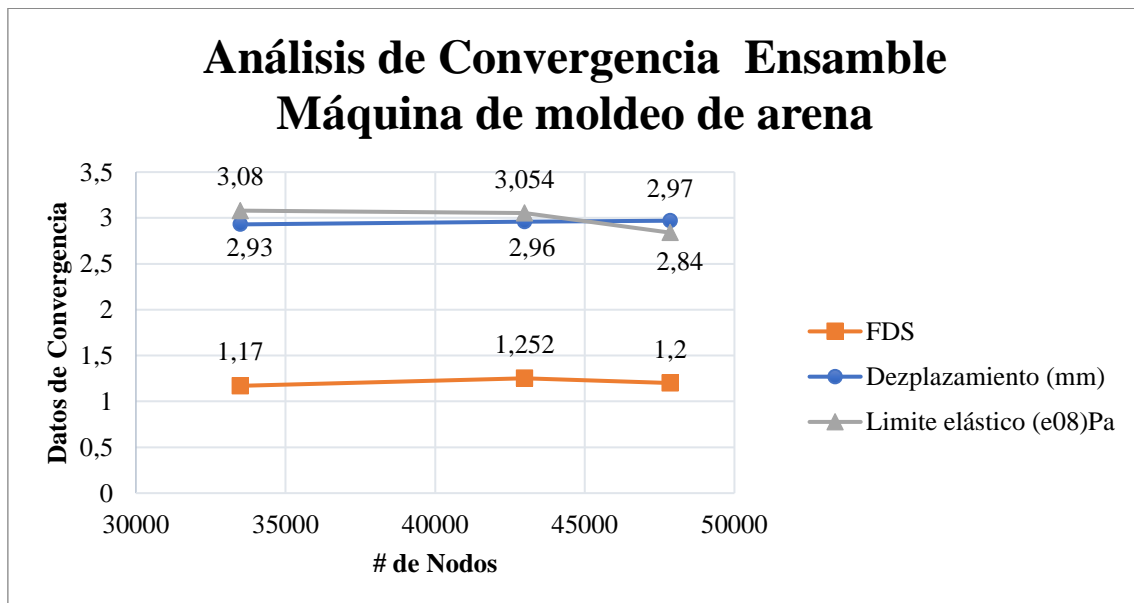
Análisis de Factor de Seguridad en ensamble de máquina de moldeo de arena



Según la Figura 27, el FDS mínimo que posee el diseño es de 1.21, ubicado en el cuadro presión, lo que conlleva a realizar un análisis de convergencia de 3 iteraciones con un número de nodos diferentes para visualizar su error existente.

Figura 28.

Análisis de Convergencia ensamble máquina de moldeo de arena



Según la Figura 28, el análisis de convergencia relacionado al FDS obtiene un error máximo de 4,33% en las 3 iteraciones de valores.

Una vez finalizado todos los análisis estáticos individuales y completos de la máquina de moldeo en arena con relación a los factores de estrés compresivo y masa total de la máquina, se recomienda al diseñador acorde al factor de seguridad de la máquina no ejercer más del 80% de estrés compresivo a los diferentes elementos de la máquina con fines de rediseño en base de máquinas internacionales.

Parámetros de diseño

En el siguiente bloque se definirá y caracterizará las variables de ingeniería esenciales que debe cumplir el nuevo diseño de la maquinaria para su funcionamiento. Se ha tomado la decisión de realizar un rediseño de la maquinaria, que satisface las necesidades de la empresa SMO para aumentar el número de producción, en la máquina.

3.1.6. Requerimientos del cliente

Los requerimientos recomendados por la empresa propietaria de la máquina de moldeo de arena a cumplir son:

- El rediseño de la máquina de moldeo de arena debe ser capaz realizar múltiples matrices de arena para el proceso de fundición.
- El rediseño de la nueva máquina de moldeo de arena debe ser automática y fácil de operar.
- El rediseño de la nueva máquina de moldeo de arena debe adaptarse a la nueva matriz del moldeo de (500x500) mm de la empresa.
- El rediseño de la nueva máquina de moldeo de arena debe emitir bajas emisiones de CO₂

- La inversión del rediseño de la nueva máquina de moldeo de arena debe ser menor a las máquinas extranjeras.
- El rediseño de la nueva máquina de moldeo de arena debe poseer un mejor espacio de trabajo.

3.1.7. Especificaciones de Ingeniería

En esta sección se especifica la terminología coloquial y científica, acerca de los requerimientos por el cliente y la empresa traducido a términos técnicos de diseño para la máquina de moldeo de arena, como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10.

Requerimientos del cliente traducidos a la voz del ingeniero

	Requerimientos del cliente	Voz del ingeniero
1	Aumentar número de producción	Rediseño mecánico, eléctrico y de control
2	Baja inversión	Rediseño el modelo existente de máquina de moldeo de arena con elementos de la empresa.
3	Fácil de usar para el operario	Nueva interfaz automatizada (PLC o microcontrolador)
4	Entregar múltiples modelos de molde de área	Espacio de trabajo mejorado de 500x500 mm
5	Uso de energías limpias	Uso de energías renovables energía eléctrica y energía neumática
6	Que sea fácil de instalar	Portabilidad

7	Fácil mantenimiento	Desmontable
---	---------------------	-------------

Diseño Conceptual

La máquina de moldeo en arena entra en un proceso que conlleva en crear una nueva alternativa de rediseño en base a toda la información investigada acerca del diseño actual y los requerimientos iniciales de la empresa, con el objetivo de cumplir la necesidad del cliente.

3.1.8. Diagrama funcional del rediseño de una máquina de moldeo de arena

La casa de la calidad es una herramienta que permite obtener información específica relacionada de cada uno de los requerimientos de voz del cliente y especificaciones técnicas, para relacionar la innovación para el nuevo diseño de producto a realizar. (Ver ANEXOS H: CASA DE LA CALIDAD). Se obtuvieron los datos más destacados en la ejecución del proyecto.

Requerimientos que sobresalen son los siguientes:

- Aumentar el número de producción de moldes de arena.
- Baja inversión
- Optimización del mercado internacional

3.1.9. Descomposición funcional del sistema de moldeo de arena

Figura 29.

Descomposición funcional de sistema de moldeo de arena



Análisis funcional del sistema de moldeo de arena

El análisis funcional determina el algoritmo que ejecuta la máquina de moldeo de arena, descrito en diferentes diagramas de bloque. A continuación, se especifican 3 niveles de función:

Nivel 0

Figura 30.

Diagrama de análisis funcional nivel 0

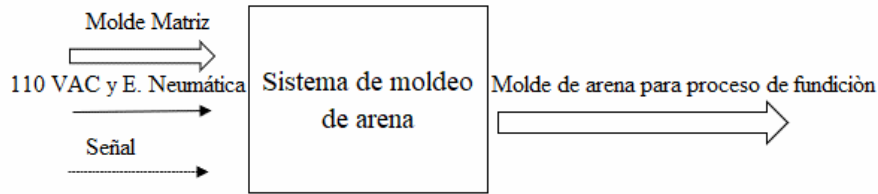


Figura 31.

Diagrama de análisis funcional nivel 1

Nivel 1

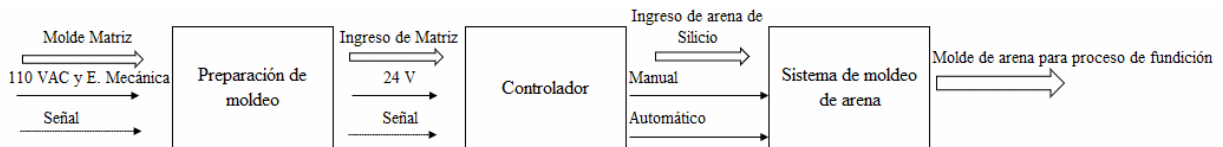
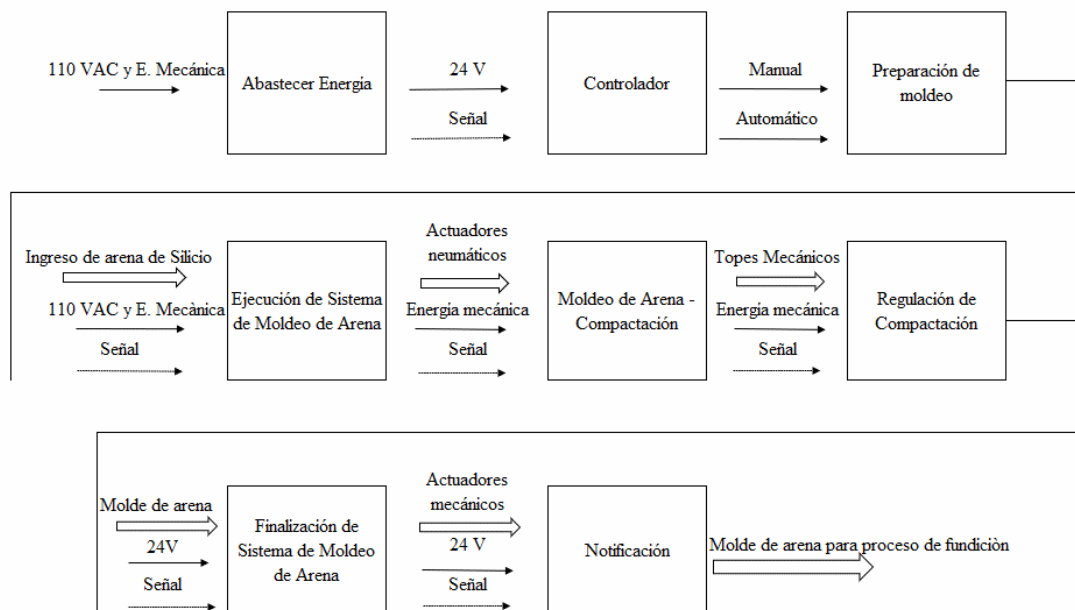


Figura 32.

Diagrama de análisis funcional nivel 2

Nivel 2



Matriz Morfológica

3.1.10. Sistema del moldeo para fundición

Tabla 11.

Tipo de Moldeo

Sistema de moldeo	Moldeo por arena
--------------------------	------------------

3.1.11. Energía de alimentación

Tabla 12.

Energía

Energía eléctrica	Red Eléctrica	Baterías
Energía mecánica	Neumática	Hidráulica

3.1.12. Regulación de Energía

Tabla 13.

Regulación de Energía

Regulación de energía	Convertor AC/DC	Integrado
------------------------------	-----------------	-----------

3.1.13. Controlador

Tabla 14.

Alternativas de rediseño

Rediseño Mecánico	Renovar y mejorar mecanismos de máquina de moldeo	Semi automatización de secuencia de compactación de arena
Rediseño Eléctrico y Control	Restaurar sistema eléctrico	Implementación de sistema de control

3.1.14. Interfaz de notificación

Tabla 15.

Interfaz de notificación

Interfaz de notificación	Botonera y luces piloto	HMI
---------------------------------	-------------------------	-----

3.1.15. Selección de alternativas de matriz morfológica

Tabla 16.

Matriz Morfológica

<u>Sistema de Moldeo</u>		Arena	
<u>Energía de Alimentación</u>	Energía eléctrica	Red Eléctrica 110V	Baterías
	Energía mecánica	Neumática	Hidráulica
	Regulación de Energía	Convertidor AC-DC	Integrado
<u>Alternativas de rediseño</u>	Mecánico	Renovar y mejorar mecanismos de máquina de moldeo	Semi automatización de secuencia de compactación de arena
	Eléctrico y Control	Restaurar sistema eléctrico	Implementación de sistema de control
<u>Interfaz de notificación</u>		Botonera y luces Piloto	
		→ Alternativa A	→ Alternativa B

Selección de alternativas a rediseño de máquina moldeo de arena

Una vez analizado y desglosado las diferentes funcionalidades que conforman al sistema de moldeo por arena se analizará las diferentes opciones de la alternativa A y B de la Tabla 16 de la matriz morfológica, es importante la investigación de cada una de las opciones posibles para realizar una comparación y obtener la alternativa óptima para el diseño.

3.1.16. Criterio de selección energía mecánica

Es importante considerar el tipo de alimentación para el funcionamiento del control de potencia de la máquina de moldeo, a partir de este surgen varios parámetros de ingeniería como costo de mantenimiento, control de impacto ambiental, control de actuadores entre otros elementos a analizar según sea el caso.

Solución A: Energía neumática

Solución B: Energía hidráulica

A continuación, se presenta los criterios de priorización cuantitativos que se ha designado para ponderar las alternativas sobre el sistema que se va a implementar al rediseño de la máquina de moldeo de arena.

- **Costo:** hace referencia al valor económico de compra y disponibilidad en el mercado.
- **Flexibilidad:** se refiere a capacidad de adaptarse a las diversas circunstancias de cambio que posee el entorno industrial.
- **Impacto Ambiental:** se refiere a la baja emisión de contaminación.
- **Mantenimiento:** Se refiere a la disposición para ensamblar, desmontar, regular el nuevo equipo y un mantenimiento preventivo.
- **Robustez:** se refiere al nivel de vida útil y funcionamiento del equipo en relación con el área industrial de que se desee trabajar.

3.1.16.1. Matrices de criterios ponderados

Tabla 17.

Matriz de priorización de rediseño de energía mecánica

CRITERIO	Costo	Flexibilidad	Impacto Ambiental	Mantenimiento	Robustez	Sumatoria +1	Ponderación
Costo	1	0	0	1	3	20,0	
Flexibilidad	0	1	0	1	2	13,3	
Impacto Ambiental	1	1	1	1	5	33,3	
Mantenimiento	1	1	0	0	3	20,0	
Robustez	0	0	0	1	2	13,3	
Suma						15	100,0

Tabla 18.*Evaluación de criterios ponderados costos*

Costo	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	2	66,7	1
Alternativa B	0		1	33,3	2
	Suma		3	100,0	

Tabla 19.*Evaluación de criterios ponderados flexibilidad*

Flexibilidad	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	2	66,7	1
Alternativa B	0		1	33,3	2
	Suma		3	100,0	

Tabla 20.*Evaluación de criterios ponderados impacto ambiental*

Impacto Ambiental	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	2	66,7	1
Alternativa B	0		1	33,3	2
	Suma		3	100,0	

Tabla 21.*Evaluación de criterios ponderados mantenimiento*

Mantenimiento	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	2	66,7	1
Alternativa B	0		1	33,3	0
	Suma		3	100,0	

Tabla 22.*Evaluación de criterios de robustez*

Robustez	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0	1	33,3	2
Alternativa B	1		2	66,7	1
	Suma		3	100,0	

Tabla 23.*Selección de energía mecánica para rediseño de máquina de moldeo*

Selección	Alternativa A	Alternativa B
Costo	1333,3	666,67
Flexibilidad	888,89	444,4
Impacto Ambiental	2222,2	1111,1
Mantenimiento	1333,3	666,7
Robustez	444,44	888,89
Suma	5777,8	2888,9

Se ha tomado la decisión de escoger la Alternativa A, como indica la Tabla 23, para la implementación de energía neumática debido a sus características principales de menor costo y mayor accesibilidad y por emitir la mínima cantidad de contaminación.

3.1.17. Criterios de selección de rediseño de máquina de moldeo de arena

Uno de los criterios más importante es el tipo de rediseño al cual la máquina va a aplicar, acorde al eje temático a focalizar entre mejorar el diseño mecánico con un nuevo modelo de mecanismos, que mejora el rendimiento mecánico de la máquina o un nuevo sistema de control que automatice el proceso del moldeo.

3.1.17.1. Rediseño mecánico

Solución A: Renovar y mejorar mecanismos de máquina de moldeo

- Mejorar la estructura de la máquina de moldeo de arena es asemejar la máquina actual con los modelos del mercado internacional, en específico mejorar el diseño de la mesa de trabajo, a una mesa maciza, para mejorar la robustez de la maquinaria.
- Modificar mecanismos de accionamiento de cilindro neumático para proceso de compactación.
- Creación de piezas más robustas.
- Se disminuye la portabilidad

Solución B: Semi automatización de secuencia de compactación de arena

- Modificar el modelo de compactación, para aumentar producción de piezas, modificando el mecanismo de accionamiento de actuadores neumáticos.
- Optimización de moldeo de piezas pequeñas en serie.
- Mayor mantenimiento preventivo y correctivo.
- Control de mecanismos de compactación mediante colocación de cilindros neumáticos.
- Semi automatización de cilindros neumáticos en control de recorrido de cilindros y accionamiento manual y automático.

A continuación, se presenta los criterios de priorización cuantitativos que se ha designado para ponderar las alternativas sobre el tipo de rediseño de ingeniería que se va a implementar a la máquina de moldeo de arena.

- **Costo:** hace referencia al valor económico de compra de materiales en el mercado nacional o internacional
- **Mantenimiento:** se refiere a la disposición de ensamblar y desmontar el equipo además de un mantenimiento correctivo y preventivo.
- **Seguridad:** se refiere al nivel de seguridad industrial que posee el equipo para el manejo de los operadores
- **Accesibilidad:** se refiere a la disposición para acceder fácil y localmente a los diferentes equipos que requiera el nuevo diseño

- **Modular:** se refiere a lograr ampliar su nivel de funcionalidad para obtener mayores prestaciones y cubrir mayores necesidades en la empresa en los próximos 10 años.

Tabla 24.

Matriz de priorización de rediseño mecánico de la máquina de moldeo

CRITERIO	Costo	Mantenimiento	Seguridad	Accesibilidad	Modular	Sumatoria +1	Ponderación
Costo		1	0	0,5	0,5	3	20,0
Mantenimiento	0		0	1	0	2	13,3
Seguridad	1	1		1	0	4	26,7
Accesibilidad	0,5	0	0		1	2,5	16,7
Modular	0,5	1	1	0		3,5	23,3
Suma							15

Tabla 25.

Evaluación de criterios ponderados costo

Costo	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0	1	33,3	2
Alternativa B	1		2	66,7	1
Suma			3	100,0	

Tabla 26.

Evaluación de criterios ponderados mantenimiento

Mantenimiento	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	2	66,7	1
Alternativa B	0		1	33,3	2
Suma			3	100,0	

Tabla 27.*Evaluación de criterios ponderados seguridad*

Seguridad	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0	1	33,3	2
Alternativa B	1		2	66,7	1
	Suma		3	100,0	

Tabla 28.*Evaluación de criterios ponderados accesibilidad*

Accesibilidad	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0	1	33,3	0
Alternativa B	1		2	66,7	1
	Suma		3	100,0	

Tabla 29.*Evaluación de criterios ponderados modular*

Modular	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	2	66,7	1
Alternativa B	0		1	33,3	2
	Suma		3	100,0	

Tabla 30.

Selección de tipo de rediseño mecánico de la máquina de moldeo

Selección	Alternativa A	Alternativa B
Costo	666,67	1333,3
Mantenimiento	888,89	444,4
Seguridad	888,89	1777,8
Accesibilidad	555,6	1111,1
Modular	1555,6	777,8
Suma	4555,6	5444,4

Se ha tomado la decisión de escoger la Alternativa B de rediseño al sistema de mecánico, como indica la Tabla 30, para la implementación, la mejora del mecanismo de compactación en la máquina de moldeo de arena como principal característica al transformar y adaptar la máquina a un nuevo proceso del moldeo para aumenta el número de piezas en serie.

3.1.17.2. Rediseño sistema eléctrico y de control

Solución A: Restaurar sistema eléctrico

- Renovar componentes electromecánicos de control industrial.
- Mejora de diseño de lógica cableada del sistema de moldeo en arena.

Solución B: Implementación de un sistema de control

- Implementación de un controlador (PLC o microcontrolador) para mejorar del proceso de moldeo en arena.
- Reduce uso de dispositivos electromecánicos.
- Optimización de proceso de moldeo de arena, al ser semi automático.

A continuación, se presenta los criterios de priorización cuantitativos que se ha designado para ponderar las alternativas sobre el tipo de rediseño de ingeniería que se va a implementar a la máquina de moldeo de arena.

- **Costo:** hace referencia al valor económico de compra de materiales en el mercado nacional o internacional
- **Mantenimiento:** se refiere a la disposición de ensamblar y desmontar el equipo además de un mantenimiento correctivo y preventivo.
- **Accesibilidad:** se refiere a la disposición para acceder fácil y localmente a los diferentes equipos que requiera el nuevo diseño
- **Automático:** se refiere a la capacidad de la máquina a rescindir de operaciones manuales.

Tabla 31.

Matriz de priorización de rediseño eléctrico y de control de máquina de moldeo

CRITERIO	Costo	Mantenimiento	Accesibilidad	Automático	Sumatoria +1	Ponderación
Costo		1	0	0	2	20,0
Mantenimiento	0		1	0	2	20,0
Accesibilidad	1	0		0,5	2,5	25,0
Automático	1	1	0,5		3,5	35,0
				Suma	10	100,0

Tabla 32.*Evaluación de criterios ponderados costo*

Costo	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	2	66,7	1
Alternativa B	0		1	33,3	2
	Suma		3	100,0	

Tabla 33.*Evaluación de criterios ponderados mantenimiento*

Mantenimiento	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0	1	33,3	2
Alternativa B	1		2	66,7	1
	Suma		3	100,0	

Tabla 34.*Evaluación de criterios ponderados accesibilidad*

Accesibilidad	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	2	66,7	1
Alternativa B	0		1	33,3	2
	Suma		3	100,0	

Tabla 35.*Evaluación de criterios ponderados automático*

Automático	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0	1	33,3	2
Alternativa B	1		2	66,7	1
	Suma		3	100,0	

Tabla 36.*Selección de tipo de rediseño eléctrico y de control de la máquina de moldeo*

Selección	Alternativa A	Alternativa B
Costo	1333,3	666,67
Mantenimiento	666,67	1333,3
Accesibilidad	1666,7	833,3
Automático	1166,7	2333,3
Suma	4833,3	5166,7

Se ha tomado la decisión de escoger la Alternativa B de rediseño al sistema eléctrico y de control, como indica la Tabla 36, se implementa un sistema de control para una óptima verificación del proceso de moldeo en arena además de la verificación de información de la producción de moldeos, con una mayor robustez y vida útil del dispositivo.

3.1.18. Criterio de selección de tipo de sistema de control

Es importante considerar la mejora tecnológica de automatización de la máquina con el eje central que es su sistema de control, a continuación, se detalla las características principales de controladores considerados como opción para el desarrollo del proyecto.

Se ha tomado en cuenta dos soluciones que pueden ser implementados en la elaboración para este proyecto.

Solución A: PLC

Solución B: Microcontrolador

A continuación, se presenta los criterios de priorización cuantitativos que se ha designado para ponderar las alternativas sobre el sistema que se va a implementar al rediseño de la máquina de moldeo de arena.

- **Costo:** hace referencia al valor económico de los materiales y su rápida disponibilidad en el mercado
- **Tamaño:** se refiere a facilitar la portabilidad del equipo en diferentes condiciones
- **Durabilidad:** se refiere a la duración o vida útil que el producto posee en el equipo con su respectivo mantenimiento.
- **Mantenimiento:** Se refiere a la disposición para ensamblar, desmontar y regular el nuevo equipo
- **Ambiente industrial o Robustez:** se refiere al nivel de protección del equipo en relación con el área industrial de que se desee trabajar.

3.1.18.1. Matrices de criterios ponderados

Tabla 37.*Matriz de priorización para selección de controlador*

CRITERIO	Costo	Tamaño	Durabilidad	Mantenimiento	Ambiente Industrial	Sumatoria +1	Ponderación
Costo		1	0	0	1	3	20,0
Tamaño	0		0	0	0,5	1,5	10,0
Durabilidad	1	1		1	0	4	26,7
Mantenimiento	1	1	0		0	3	20,0
Ambiente Industrial	0	0,5	1	1		3,5	23,3
				Suma		15	100,0

Tabla 38.*Evaluación de soluciones respecto a Costo*

Costo	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0	1	33,3	2
Alternativa B	1		2	66,7	1
	Suma		3	100,0	

Tabla 39.*Evaluación de soluciones respecto a Tamaño*

Tamaño	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0	1	33,3	2
Alternativa B	1		2	66,7	1
	Suma		3	100,0	

Tabla 40.*Evaluación de soluciones respecto a Durabilidad*

Durabilidad	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A	1	0	2	66,7	1
Alternativa B	0	1	1	33,3	0
Suma			3	100,0	

Tabla 41.*Evaluación de soluciones respecto a Mantenimiento*

Mantenimiento	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A	1	0	2	66,7	1
Alternativa B	0	1	1	33,3	0
Suma			3	100,0	

Tabla 42.*Evaluación de soluciones respecto a Ambiente Industrial*

Ambiente Industrial	Alternativa A	Alternativa B	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A	1	0	2	66,7	1
Alternativa B	0	1	1	33,3	0
Suma			3	100,0	

Tabla 43.

Selección de controlador

Selección	Alternativa A	Alternativa B
Costo	666,67	1333,3
Tamaño	333,33	666,7
Durabilidad	1777,8	888,9
Mantenimiento	1333,3	666,7
Ambiente Industrial	1555,6	777,78
Suma	4111,1	3555,6

Se ha tomado la decisión de escoger la Alternativa A, como indica la

Tabla 43, para la implementación de un micro PLC como controlador del proceso de control de una máquina de moldeo de arena.

3.1.19. Selección de controlador micro PLC

Se ha tomado en cuenta dos soluciones que pueden ser implementados en la elaboración para este proyecto.

PLC Siemens S7-1200

- Voltaje de operación 20.4-28.8 V DC
- Consumo máx. 1.4 A; 24V DC
- Puerto Ethernet
- Costo elevado
- Alimentación de sensores 24V
- Reloj en tiempo real
- 7 entradas digitales
- 6 salidas de relé

- Programable mediante software
- Salidas de transistor o relé
- Pila interna
- Resistencia al ruido
- Memoria integrada 4Mbyte

Logo V8

- Voltaje de alimentación de 20.4-28.8 V DC
- 8 entradas digitales
- 5 salidas de relé
- Programable mediante software
- Puerto Ethernet
- Costo reducido

Wecon LXV3V

- Conexión de programación en serie Mini USB
- Software Libre
- Comunicación RS22 o RS485
- Temperatura de operación máxima: 55 °C
- Salida tipo transistor/relé
- Alimentación 110V o 220V AC

Solución A: Siemens S7-1200

Solución B: Siemens Logo V8

Solución A: Wecon

A continuación, se presenta los criterios de priorización cuantitativos que se ha designado para ponderar las alternativas sobre el tipo de PLC que se va a implementar al rediseño de la máquina de moldeo de arena.

- **Alimentación:** se refiere al tipo de alimentación de energía eléctrica AC o DC y su facilidad de acceso.
- **Robustez:** se refiere al nivel de protección ante ruido o interferencias a nivel industrial que pueda afectar al dispositivo.
- **Costo:** hace referencia al valor económico de los materiales y su rápida disponibilidad en el mercado
- **Número de entradas y salidas:** se refiere al número de entradas y salidas Relé o Transistor que posee el dispositivo en su modelo estándar.
- **Licencia Gratuita:** se refiere al software de programación y su libertad de uso en requerimiento legales.

3.1.19.1. Matriz de selección de controlador PLC

Tabla 44.

Matriz de priorización para selección de PLC

CRITERIOS	Alimentación	Robustez	Costo	Número entradas y salidas	Licencia	Sumatoria +1	Ponderación
Alimentación	1	0	0	0	0	2	14,3
Robustez	0	1	1	0	0	2	14,3
Costo	1	0	1	1	1	3	21,4
Número entradas y salidas	1	1	0	1	0	3	21,4
Licencia Gratuita	1	1	0	1	1	4	28,6
				Suma		14	100

Tabla 45.*Evaluación de soluciones respecto a alimentación*

Alimentación	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A	1	1	1	3	50,0	1
Alternativa B	0	1	0,5	1,5	25,0	2
Alternativa C	0	0,5	1	1,5	25,0	2
	Suma			6	100,0	

Tabla 46.*Evaluación de soluciones respecto a Robustez*

Robutez	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A	1	1	1	3	50,0	1
Alternativa B	0	1	0	1	16,7	3
Alternativa C	0	1	1	2	33,3	2
	Suma			6	100,0	

Tabla 47.*Evaluación de soluciones respecto a Costo*

Costo	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A	1	0	0	1	16,7	2
Alternativa B	1	1	0,5	2,5	41,7	1
Alternativa C	1	0,5	1	2,5	41,7	1
	Suma			6	100,0	

Tabla 48.*Evaluación de soluciones respecto a número de entradas y salidas*

Número entradas y salidas	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		1	0,5	2,5	41,7	1
Alternativa B	0		0	1	16,7	2
Alternativa C	0,5	1		2,5	41,7	1
		Suma		6	100,0	

Tabla 49.*Evaluación de soluciones respecto a Licencia Gratuita*

Licencia	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Sumatoria +1	Ponderación	Prioridad
Alternativa A		0,5	0	1,5	25,0	2
Alternativa B	0,5		0	1,5	25,0	2
Alternativa C	1	1		3	50,0	1
		Suma		6	100,0	

Tabla 50.*Selección de PLC*

Solución	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alimentación	714	357	357
Robustez	714	238	476
Costo	357	893	893
Número entradas y salidas	893	357	893
Licencia Gratuita	714	714	1429
Total	3393	2560	4048

Se ha tomado la decisión de escoger la Alternativa C, como indica la **Tabla 50**, para la implementación de un micro PLC marca Wecon como controlador del proceso de control de una máquina de moldeo de arena, debido a sus características principales de software, comunicación en serie y alimentación.

Análisis de rediseño de máquina de moldeo en arena

Una vez, elegida la alternativa y realizado el dibujo mecánico de simulación para el nuevo rediseño de la máquina con los nuevos elementos añadidos, este entra en un análisis de ingeniería, donde se evaluará la viabilidad mecánica de cada uno los elementos, por medio de análisis de elementos finitos. Tomado de los planos mecánicos de ANEXOS B: PLANOS MECÁNICOS DE REDISEÑO y del ensamble y construcción de ANEXOS C: HOJA DE PROCESOS

3.1.20. Elementos de rediseño de la máquina de moldeo de arena

Establecido los parámetros de diseño y la alternativa para el rediseño de la máquina de moldeo en arena, prosigue a describir los nuevos elementos diseñados para la máquina de moldeo. El material usado en los nuevos elementos es AISI 1023, todas sus características se pueden ver en la Figura 4, a continuación, se describirá la función de los nuevos elementos.

Cada uno de los elementos posee su plano mecánico y hoja de procesos adjuntos en el ANEXOS C: HOJA DE PROCESOS ANEXOS B: PLANOS MECÁNICOS DE REDISEÑO

Figura 33.

Simulación de rediseño de máquina de moldeo de arena

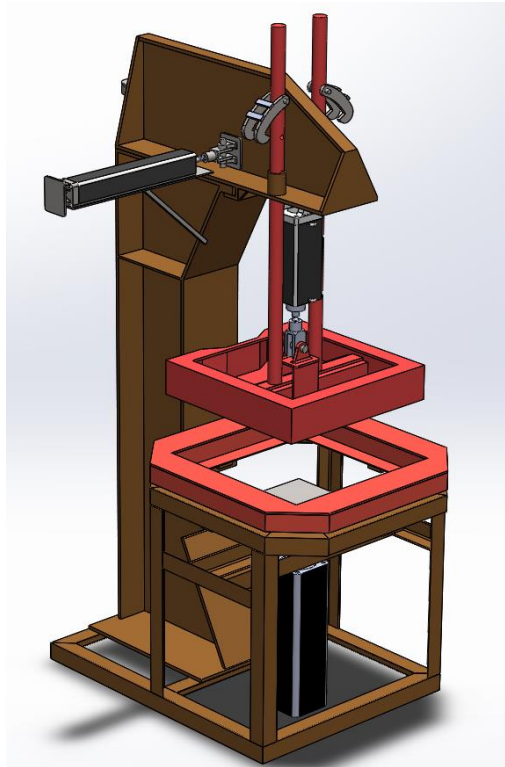
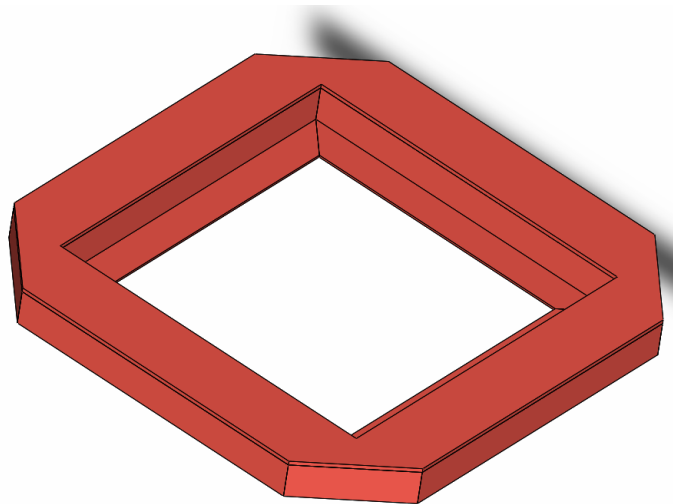


Figura 34.

Estructura de mesa de trabajo



Nota. Se reemplaza la mesa de trabajo acorde a un nuevo diseño que reduzca el peso, a fin de optimizar la fuerza del cilindro neumático.

Figura 35.

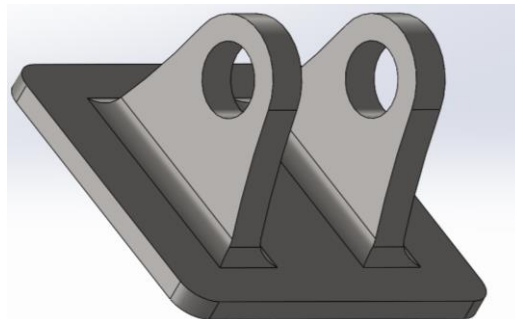
Cuadro de presión



Nota. Se reemplazo los dos ejes verticales para mayor alcance del brazo articulado y la mesa de trabajo

Figura 36.

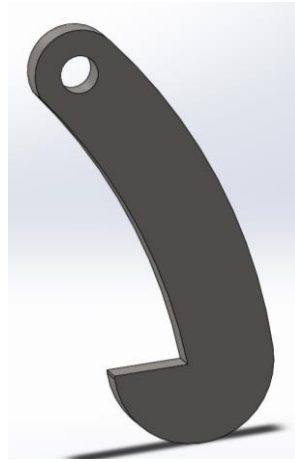
Horquillas para sujeción de cilindros neumáticos



Nota. Se elaboraron 4 horquillas para la colocación de los 3 cilindros neumáticos en la máquina de moldeo.

Figura 37.

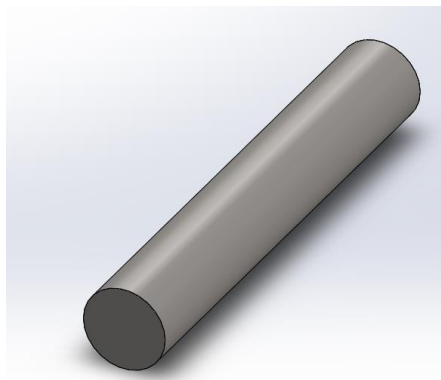
Seguro de máquina



Nota. El seguro de máquina permite empotrar el brazo articulado, para evitar un trabajo forzoso hacia los nuevos cilindros neumáticos

Figura 38.

Ejes de retención de horquillas



Nota. Se elaboraron 4 eje de retención para cada horquilla de los cilindros neumáticos y 2 para sujeción de los seguros de máquina.

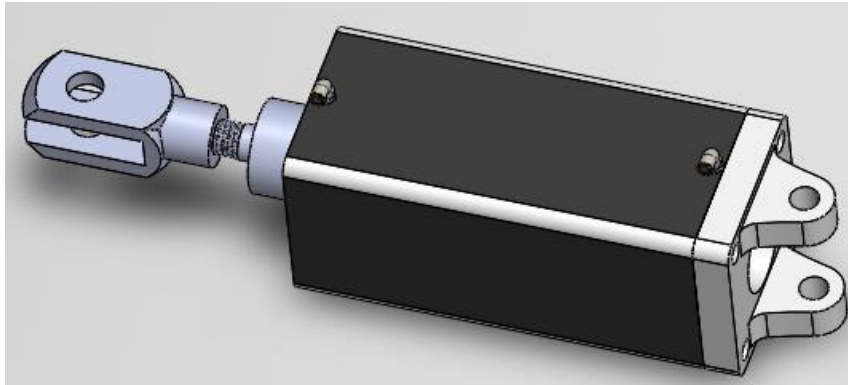
3.1.21. Elementos mecánicos, eléctricos y de control de rediseño de máquina de moldeo

Los nuevos dispositivos que forman parte de la alternativa de rediseño en la máquina de moldeo de arena reúnen un compendio de elementos mecatrónicos, actuadores mecánicos mediante energía neumática y elementos de control de presión con

válvulas estranguladoras, elementos eléctricos de mando como: botoneras, selectores, paro de emergencia, luces piloto, electroválvulas entre otros, acompañado del elemento de control industrial el PLC, según datos de ANEXOS E: CATÁLOGO DE CILINDROS NEUMÁTICO

Figura 39.

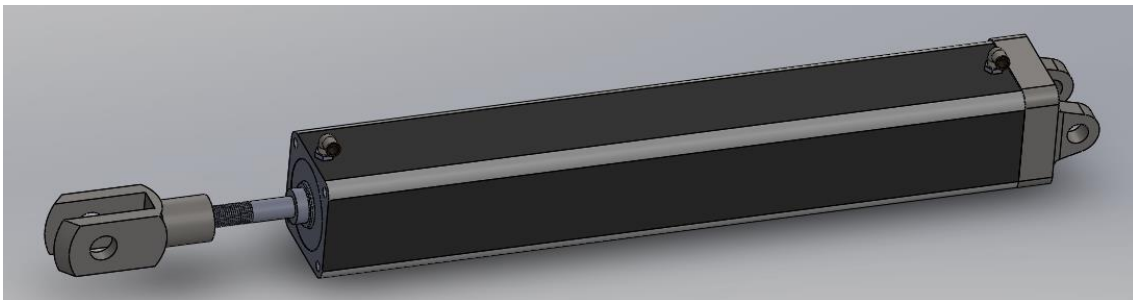
Cilindro Neumático Doble Efecto 2



Nota. Cilindro doble efecto para control de elevación del cuadro de presión.

Figura 40.

Cilindro Neumático Doble Efecto 2



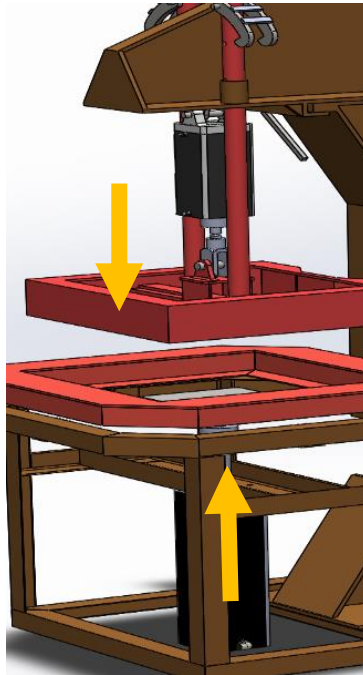
Nota. Cilindro doble efecto para control de apertura y cierre de brazo articulado

3.1.22. Análisis mecánico de rediseño de máquina de moldeo

Tras a la alternativa de rediseño, esta describe un nuevo modelo de compactación en arena, modificando la estructura de la mesa de trabajo, con una personalizada con el diseño de la pieza requerida y añadiendo un actuador neumático para control del cuadro de presión, de esta manera el sistema ejerce una doble presión, superior e inferior para mayor compactación de la arena, como se observa en la Figura 41.

Figura 41.

Nuevo modelo de compactación para moldeo en arena



De esta manera, el nuevo modelo de compactación de moldeo en arena entra en un análisis de ingeniería, que establece diferentes parámetros para el cumplimiento de la alternativa anteriormente descrita.

- **Capacidad del cilindro neumático para el control de elevación del cuadro de presión**

Según la simulación del dibujo del nuevo diseño del cuadro de presión, este posee una masa de 54,76 Kg, es decir, según la Figura 42, el nuevo cilindro neumático necesita una fuerza mayor a 644 N para lograr un control de elevación satisfactorio y está condicionada al espacio de trabajo que existe entre los dos ejes del cuadro de presión.

Figura 42.

Fuerza necesaria para elevación de cuadro de presión

$$F[N] = m * a = 54,76Kg * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$F[N] = 536,64 N$$

Factor de seguridad al 20%

$$F[N] = 536,64 N * 120\%$$

$$F[N] = 644 N$$

- **Capacidad del cilindro neumático para la apertura y cierre del brazo articulado**

Según la simulación de dibujo del brazo articulado, este posee una masa de 41,70 Kg, según Figura 43 debe poseer una fuerza mayor a 572,04 N y debe poseer una carrera, tal que, el brazo a la hora de la apertura no interrumpa al operario en el retiro del molde de arena.

Figura 43.

Cálculo de fuerza necesaria para apertura y cierre de brazo articulado

$$F[N] = m * a = 41,70Kg * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$F[N] = 408,66 N$$

Factor de seguridad al 20% + 20% estado de humedad de rozamiento entre brazo articulado y viga de máquina.

$$F[N] = 408,6 * 140\%$$

$$F[N] = 507,04 N$$

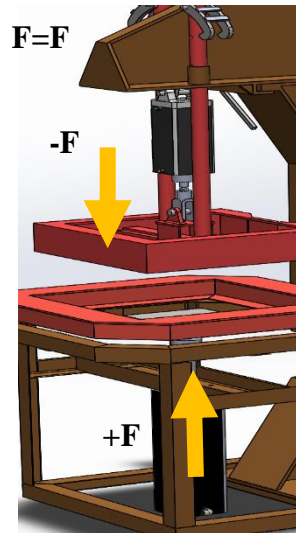
- **Fluencia de cilindros neumáticos en compactación**

Según el fabricante del cilindro neumático usado en el diseño original ejerce una fuerza de 8590 N en un rango útil de 0,7 MPa en compresión, de esta manera se halla una solución, se requiere un empotramiento del cuadro de presión mientras el cilindro se halle accionado, de esta manera la fuerza se distribuirá a través de los elementos de cuadro de presión y evitará la retracción de cilindro neumático. Según la Figura 48 el método de

empotramiento es el diseño y construcción de un seguro que será conectado en el eje del cuadro a presión.

Figura 44.

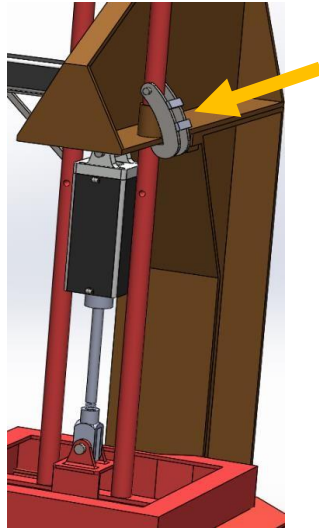
Modelo de fuerza de rediseño de compactación en máquina de moldeo



Según el fabricante del cilindro neumático usado en el diseño original ejerce una fuerza de 8590 N en un rango útil de 0,7 MPa en compresión, se halla una solución, donde se requiere un empotramiento del cuadro de presión mientras el cilindro se halle accionado, de esta manera la fuerza se distribuirá a través de los elementos de cuadro de presión y evitará la retracción de cilindro neumático. Según la Figura 48 el método de empotramiento es el diseño y construcción de un seguro que será conectado en el eje del cuadro a presión.

Figura 45.

Sistema de empotramiento mediante seguro mecánico



En el diseño y construcción del seguro mecánico entra en el análisis diferentes puntos críticos, debido a que la fuerza es distribuida a todo el cuadro de presión y sus respectivos elementos, con un análisis estático en los 4 elementos que se ha considerado más vulnerables en el diseño, se comprobaba la resistencia mecánica del elemento.

○ **Análisis estático de seguro de máquina**

Para el análisis estático del seguro de máquina, para ser considerado como empotramiento, se colocarán 4 seguros, dos en cada eje del cuadro de presión, considerando la fuerza del cilindro principal de compactación y restando la fuerza posible del cilindro del cuadro de presión, se establece un parámetro de seguridad de 6 veces la fuerza necesaria para levantar el cuadro de presión. [29]

$$Fuerza_{Cilindro\ Principal} - 6 * Fuerza\ Cilindro\ de\ Presión$$

$$= Fuerza\ de\ retracción$$

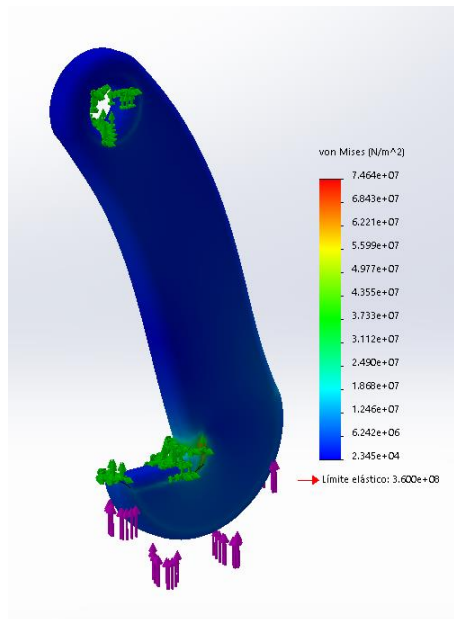
$$= 8590[N] - 6 * 644[N]$$

$$Fuerza\ de\ retracción = 4696 [N]$$

De esta manera, cada pasador ejerce una fuerza distribuida de 1 174 [N].

Figura 46.

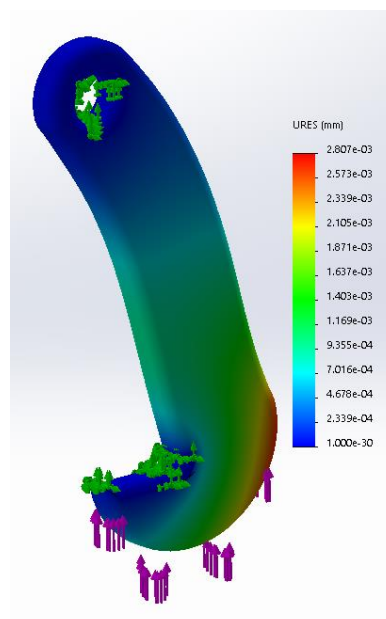
Análisis de esfuerzos de seguro de máquina



Según la Figura 46, se obtiene un diseño mecánico mediante el criterio de Von Mises con un esfuerzo máximo de 74,64 MPa, dirigida hacia un concentrador de esfuerzo en la esquina del seguro.

Figura 47.

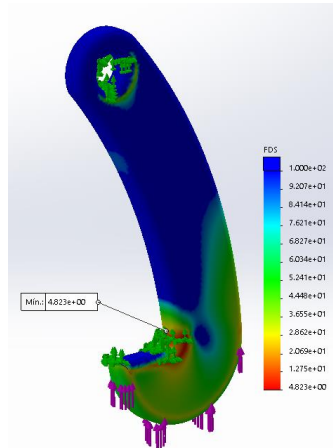
Análisis de desplazamiento de seguro de máquina



Según la Figura 47, se obtiene un diseño mecánico de desplazamiento máximo de 0,0028 mm, dirigida en la punta de empotramiento con el brazo articulado.

Figura 48.

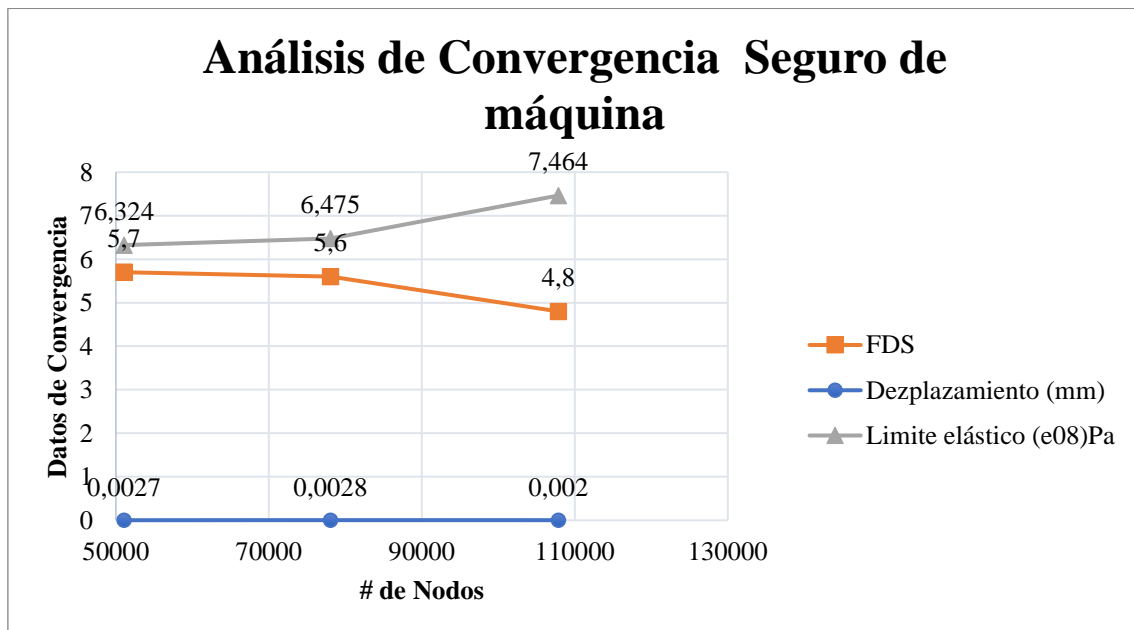
Análisis del factor de seguridad de seguro de máquina



Según la Figura 48, se obtiene un diseño del factor de seguridad de 4,8, dirigida hacia el concentrador de esfuerzo de la pieza a diseñar. Para obtener datos precisos, se realiza un análisis de convergencia usando 3 iteraciones con un número diferente de nodos en mallado.

Figura 49.

Análisis de convergencia de seguro de máquina



Según la Figura 52, el análisis de convergencia muestra un resultado de FDS óptimo y conservador con un promedio de 2,73.

De tal manera con los resultados obtenidos, se concluye que el seguro de máquina puede ser usado para solución a la alternativa de empotramiento del cuadro de presión y el brazo articulado para evitar la retracción neumática, para la selección de un cilindro de menor características.

- **Análisis de puntos críticos del cuadro de presión**

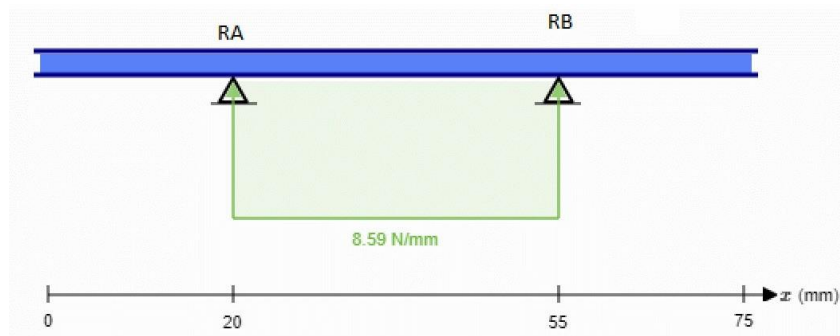
Para el análisis estático de pandeo de un eje de retención de los elementos de horquilla o seguro de máquina se ha escogido el más crítico entre 6 elementos, es decir, el de menor sección transversal y mayor longitud que pueda provocar fluencia en el diseño. El eje de la horquilla superior del cuadro de presión posee un diámetro de 12mm y una longitud de diseño de 35mm. Se empleará la fuerza de compresión del cilindro neumático de 8590 N. Para se empleará dos métodos de análisis mediante simulación de software y método matemático mediante corte y momento.

- Análisis de pandeo mediante diagramas de corte y momento

En primer lugar, realizamos el DCL (Diagrama de Cuerpo Libre), con las reacciones de los vínculos y la fuerza que se ejecutan. Posteriormente se realiza sumatoria de momentos y sumatoria de fuerzas para hallar el valor de las reacciones en los vínculos.

Figura 50.

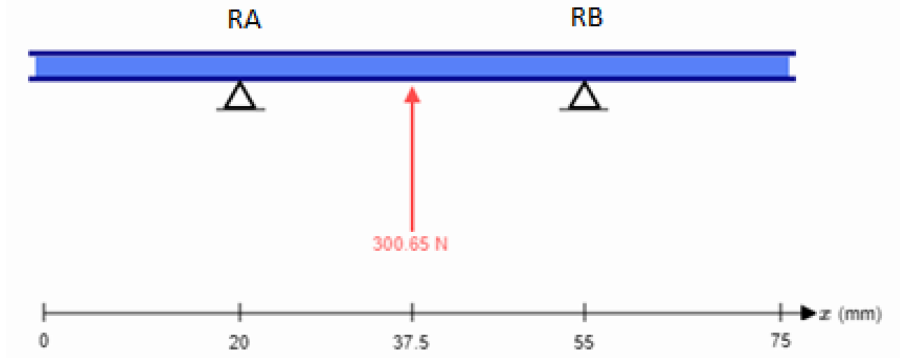
DCL de eje de retención de horquilla superior del cuadro de presión



Datos para análisis

Sy (Límite de fluencia)	360 MPa	Diámetro de eje [D]	12mm
Módulo de elasticidad	206,8 GPa	Fuerza [N/m]	8590 N/m

DCL con fuerzas puntuales para resolver diseño de reacción de los vínculos



Sumatoria de momentos de A

$$\Sigma MA = (17,5\text{mm})(300,65\text{N}) - RB(35\text{mm})$$

$$0 = 5261,375 \text{ Nmm} - RB(25\text{mm})$$

$$RB = 150,33 \text{ [N]}$$

Sumatoria de fuerzas en Y

$$\Sigma Fy = -RA - RB + 300,65$$

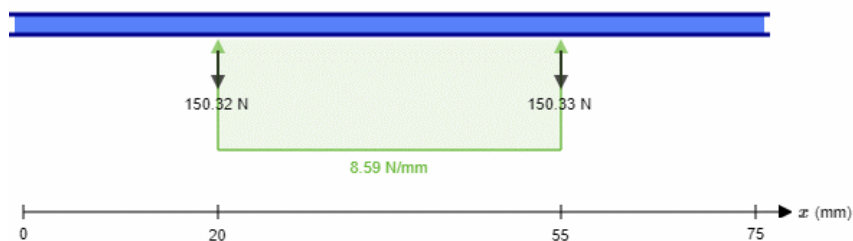
$$0 = -RA - 150,33 + 300,65$$

$$RA = -150,33 + 300,65$$

$$RA = 150,32 \text{ [N]}$$

Figura 51.

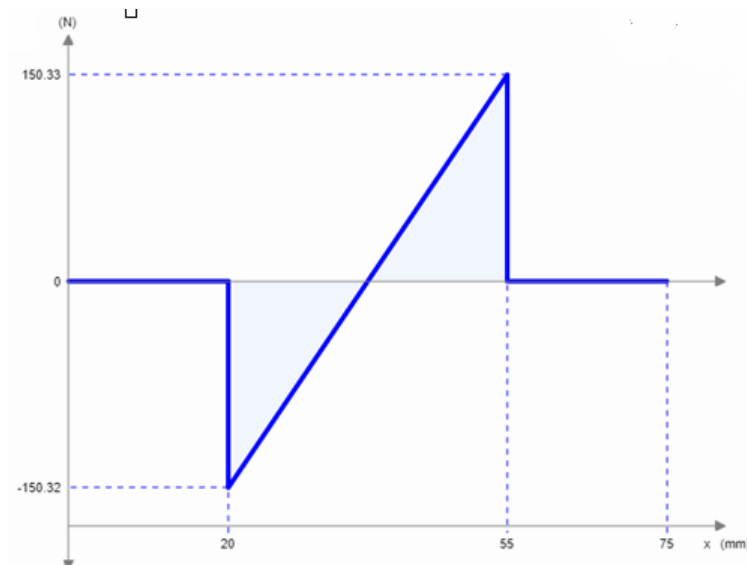
DCL con las fuerzas resultantes de eje de retención



Nota. Ecuación y=8.59

Figura 52.

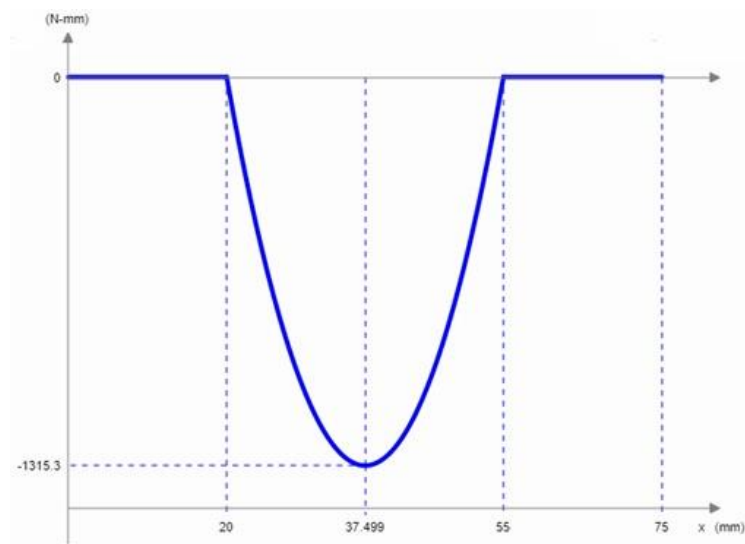
Diagrama de fuerza cortante de eje de retención



Nota. Ecuación de la recta $y(x) = 8.59(x) - 150.32$ y punto donde interseca con 0 es 17,5mm entre A y B

Figura 53.

Diagrama de momento flector de eje de retención



Nota. Ecuación $y(x) = 4,295x^2 - 150,32(x)$

Esfuerzo Máximo

$$M_{max} = 1315,3 \text{ N} * \text{mm}$$

Fórmula de módulo de sección polar

$$S_p [mm^3] = \frac{\pi}{32} * D^3$$

$$S_p [mm^3] = \frac{\pi}{32} * (12,7mm)^3$$

$$S_p [mm^3] = 201,1 mm^3$$

Ecuación de diseño por esfuerzos

$$T_{adm} [Mpa] = \frac{M_{max}}{S_p}$$

$$T_{adm} [Mpa] = \frac{1315,3 N * mm}{201,1 mm^3}$$

$$T_{adm} [Mpa] = 6,53 \frac{N}{mm^2}$$

Cálculo de factor de seguridad

$$N = \frac{S_y}{T_{adm}}$$

$$N = \frac{360 MPa}{6,53 Mpa}$$

$$N = 55,13$$

- Análisis estático mediante simulación de software

En el software de simulación se dibuja el eje de retención y se aplica la reacción de los vínculos empotrados y se añade la fuerza distribuida de 8590 N*m, para continuar con el análisis considerándolo como una viga.

Figura 54.

Diseño de eje de retención en software de simulación

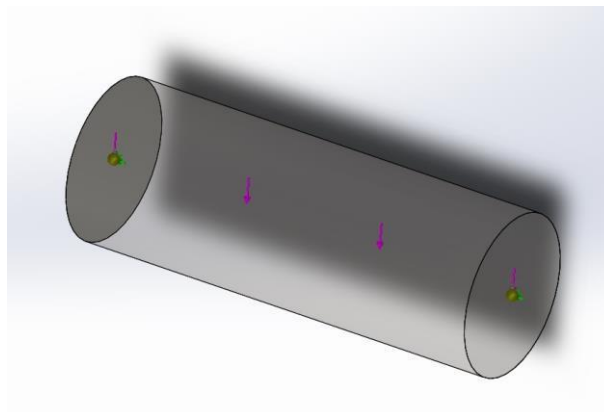
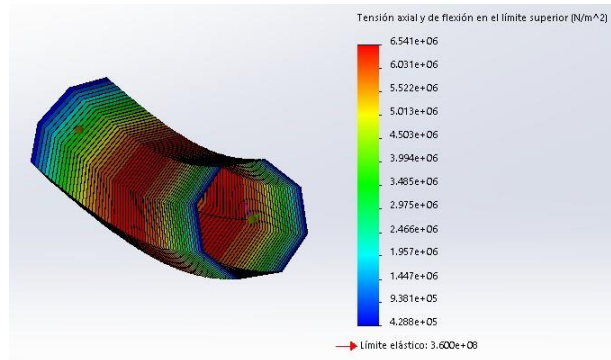


Figura 55.

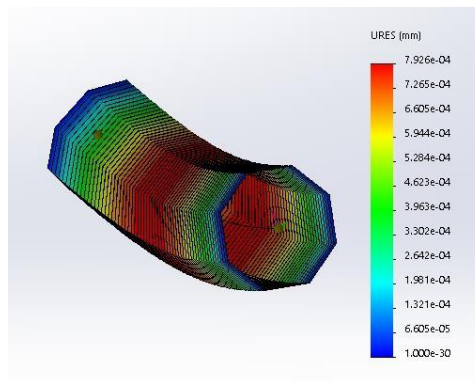
Análisis estático resultado de tensión axial y de flexión en eje de retención



Según la Figura 55, en análisis estático para el diseño de tensión axial y de flexión en el límite superior del eje de retención es de 6,54 MPa.

Figura 56.

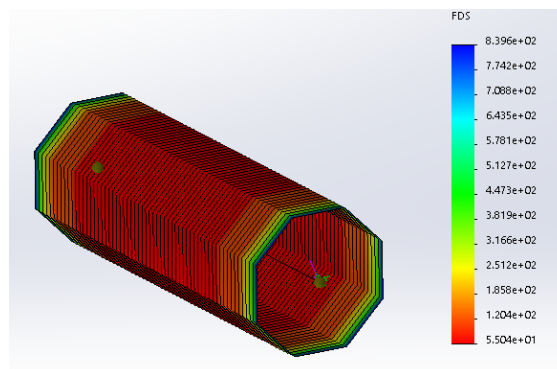
Análisis estático de desplazamiento de eje de retención



Según la Figura 56, en análisis estático de desplazamiento eje de retención es de máximo 0.00079 mm.

Figura 57.

Análisis del factor de seguridad de eje de retención



Según la Figura 57, el análisis estático del mínimo valor del factor de seguridad del eje es 55.04.

Tabla 51.

Comparación de métodos de análisis estático de eje de retención

	Tensión Admisible [MPa]	FDS
Análisis de Corte y Momento	6,53	55,13
Análisis de simulación de software	6,541	55,04
Error Absoluto	0.011	0.09

Según la Tabla 49, existe una mínima diferencia entre el análisis mediante diagramas de corte y momento y la simulación de software. De tal manera, gracias a los dos criterios de análisis se concluye que no existe fluencia en el eje de retención más crítico del cuadro de presión, de tal modo, los demás elementos se encuentran dentro de límite de seguridad admisible.

- **Análisis de cuadro de presión**

Para el análisis estático de los dos ejes del cuadro de retención, se evaluará únicamente un eje, debido a que los dos elementos son simétricos, el eje posee un diámetro de 38mm y un largo de 1000mm, la fuerza distribuida llega debido al empotramiento entre el brazo articulado y el cuadro de presión a la hora de la compactación del molde, se ejecutará dos procesos mediante el cálculo manual considerando al eje una barra hiperestática y mediante simulación de software.

- Análisis de barra hiperestática

Se escriben los diferentes datos a usar y se realiza el DCL del eje de retención para posteriormente realizar sumatoria de fuerza y aplicar la ecuación de compatibilidad de barras hiperestáticas.

Datos para análisis

Sy (Límite de fluencia)	360 MPa	Diámetro de eje [D]	38mm
Módulo de elasticidad	206,8 GPa	Fuerza [N/m]	8590 N/m (Distribuida a los 2 ejes)
LAB	500mm	LAC	1000mm

Figura 58.

Esquema de distribución de fuerza axial de eje de cuadro de presión

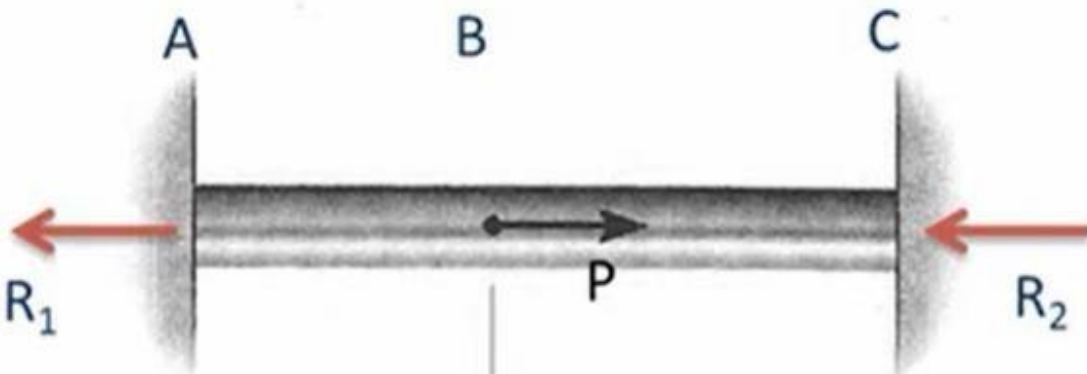
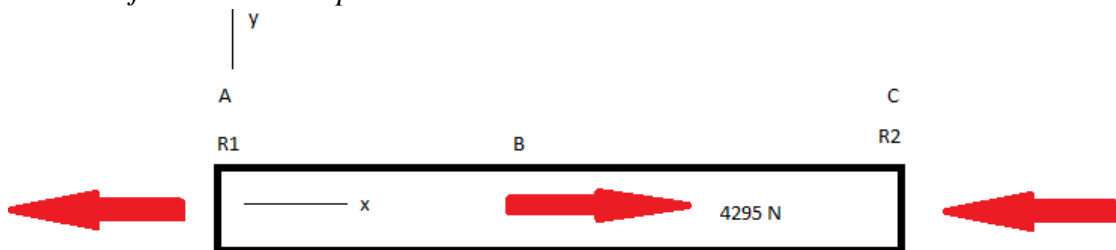


Figura 59.

DCL de eje de cuadro de presión



Sumatoria de Fuerzas en X

$$\Sigma F_x = -R_A - R_B + 4295 \text{ N}$$

$$0 = -R_A - R_B + 4295 \text{ N}$$

$$R_A + R_B = 4294 \text{ N (1)}$$

Ecuación de compatibilidad de barra hiperestática

$$\frac{R_A * L_{AB}}{E_{AB} * A_{AB}} = \frac{R_B * L_{BC}}{E_{BC} * A_{BC}}$$

donde,

RA y RB	= Reacción de los		EAB y EBC	= Módulo de
	vínculos			elasticidad
LAB y LBC	= Longitud			

$$E_{AB} * A_{AB} = E_{BC} * A_{BC} \text{ (se simplifican)}$$

$$RA * 500 = RB * 500$$

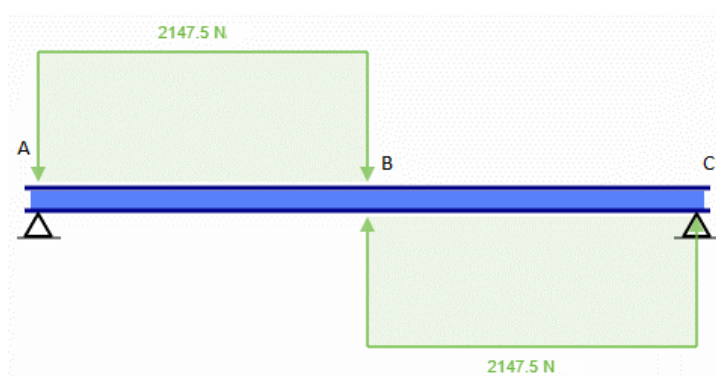
$$RA = RB \text{ (2)}$$

Reemplazamos (2) en (1)

$$RA = RB = 2147,5 \text{ N}$$

Figura 60.

Diagrama de fuerzas internas de eje del cuadro de presión



Ecuación de diseño por esfuerzo

$$T_{adm}[MPa] = \frac{P_{AB}}{A_{AB}}$$

$$T_{adm}[MPa] = \frac{2147.5 \text{ N}}{\pi * (19mm)^2}$$

$$T_{adm}[MPa] = 1.894 \frac{N}{mm^2}$$

Cálculo de Factor de Seguridad

$$N = \frac{Sy}{T_{adm}}$$

$$N = \frac{360 \text{ MPa}}{1,894 \text{ MPa}}$$

$$N = 190.07$$

Ecuación de diseño por esfuerzos

$$T_{adm}[Mpa] = \frac{P_{AB}}{A_{AB}}$$

$$T_{adm}[Mpa] = \frac{2147,5 N}{\pi * (19mm)^2}$$

$$T_{adm}[Mpa] = 1,894 \frac{N}{mm^2}$$

Cálculo de factor de seguridad

$$N = \frac{S_y}{T_{adm}}$$

$$N = \frac{360 MPa}{1,894 MPa}$$

$$N = 190,07$$

○ Análisis estático mediante simulación de software

En el software de simulación, se dibuja el eje del cuadro de presión y se aplica la reacción de los vínculos empotrados y se añade la fuerza resultante para un eje de 4295 N, para continuar con el análisis considerándolo como una barra hiperestática.

Figura 61.

Diseño de eje del cuadro de presión

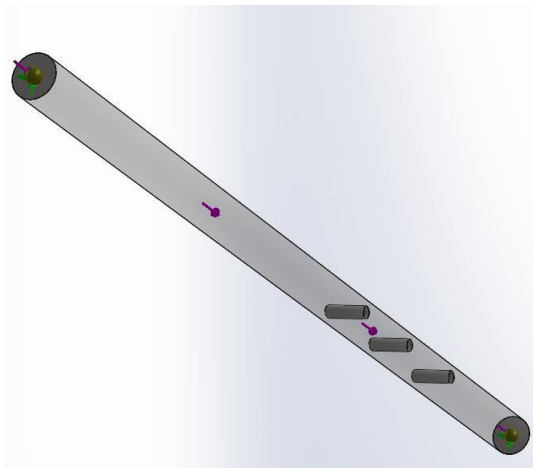
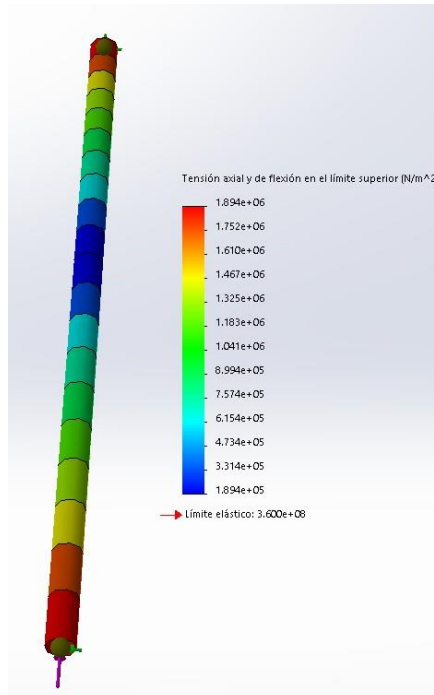


Figura 62.

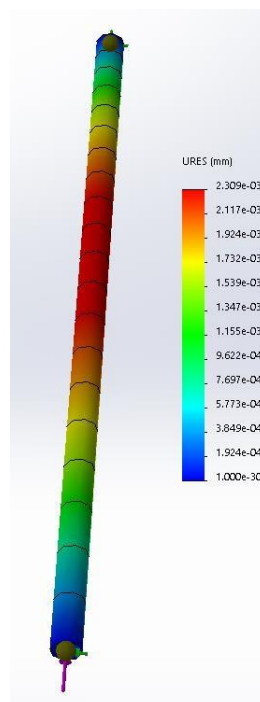
Análisis estático de esfuerzo de eje del cuadro de presión



Según la Figura 62, el análisis estático en tensión axial y de flexión en el límite superior muestra un esfuerzo máximo de 1,894 MPa.

Figura 63.

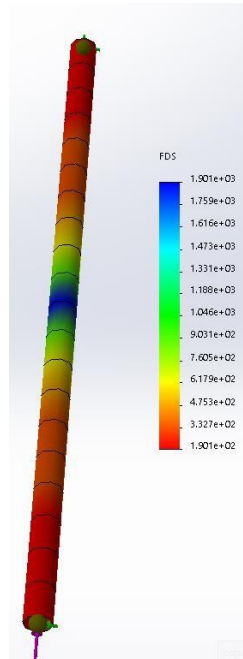
Análisis estático de desplazamiento de eje del cuadro de presión



Según la Figura 63, el análisis mecánico en desplazamiento de eje del cuadro de presión posee una elongación máxima de 0,0023 mm.

Figura 64.

Análisis de factor de seguridad de eje del cuadro de presión



Según la Figura 64, mediante el análisis estático del eje del cuadro a presión se obtiene un factor de seguridad mínimo de 190.

Tabla 52.

Comparación de métodos de análisis estático del eje del cuadro de presión

	Tensión Admisible [MPa]	FDS
Análisis de Corte y Momento	1,894	190,0 7
Análisis de simulación desoftware	1.894	190,1
Error Absoluto	0	0.03

Según la Tabla 52, existe una mínima diferencia entre el análisis mediante el cálculo del eje mediante barra hiperestática y la simulación de software. De tal manera, gracias a los dos criterios de análisis se concluye que no existe fluencia en el eje del

cuadro de presión.

Una vez finalizada, la evaluación de la alternativa de rediseño de un nuevo modelo de compactación para la máquina de moldeo de arena se concluye que el diseño es óptimo para su implementación, debido a que posee un factor de seguridad alto, en el análisis de los elementos críticos, con el uso del cilindro neumático del diseño original.

3.1.23. Selección de elementos mecánicos, eléctricos y de control para rediseño de máquina de moldeo

- **Selección de cilindro neumático de ascenso y descenso del cuadro de presión**

Según la Figura 45, el cilindro neumático debe poseer una fuerza mayor a 644 N y está condicionada por el espacio entre los dos ejes del cuadro de presión, de esta manera, se escoge el cilindro Hexroth Mecman Neumatik 80-100 “168-08-0001-1”, marca alemana con un diámetro de embolo de 80 mm y una capacidad máxima de 10 bares y una fuerza de compresión de 3000 N según el catálogo de ANEXOS E, que se halla en el inventario de la empresa y encaja correctamente en el espacio del cuadro de presión. Utilizando el 21,46% de total de fuerza del cilindro neumático sin la fuerza opuesta de compactación del cilindro con mayor capacidad.

Figura 65.

Selección de cilindro neumático de elevación de cuadro de presión



- **Selección de cilindro neumático de partura y cierre del brazo articulado**

Según la Figura 43, el cilindro neumático debe poseer una fuerza mayor a 572,04 N debe poseer una carrera larga para lograr una apertura óptima para que el operario logre retirar el molde de arena sin inconvenientes. El cilindro para escoger es un cilindro neumático marca “Hoerbiger Pneumatic P0 33817 – DZS 105-09”, según ANEXOS E, es un cilindro que posee una carrera máxima de 320 mm y una fuerza de compresión de 680 N en presiones entre 6 a 7 bares, usando el 85% de su capacidad para la apertura y cierre del brazo articulado.

Figura 66.

Selección de cilindro neumático de apertura y cierre de brazo articulado



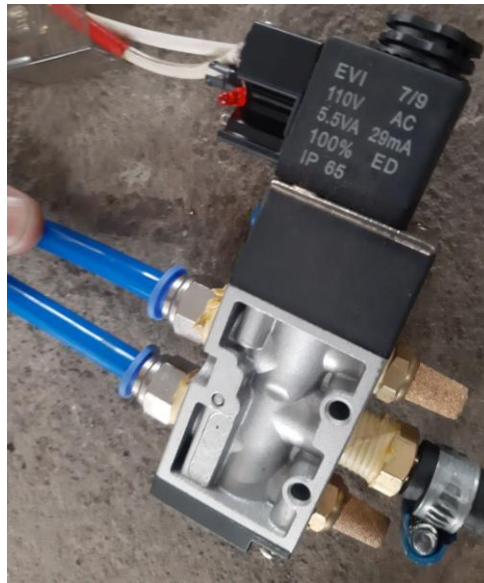
- **Selección de equipo neumático para control de cilindros neumáticos**

Según los catálogos de ANEXOS E, ambos cilindros poseen una presión máxima de trabajo de 10 bares siendo el trabajo útil entre 6 a 7 bares, de tal manera, las electroválvulas deben ser de 2 válvulas a 5 posiciones, poseer una capacidad máxima de 10 bares y trabajar a 110V al ser dispositivos de ambientes industriales, de tal manera, se escoge la electroválvula marca Mindman, según ANEXOS G, es una válvula solenoide 5/2 de conexión de tubo de 1/4” y accionamiento 110V cumpliendo con todos los parámetros establecidos para el control de distribución neumático de los 2 cilindros preestablecidos.

En conjunto con las electroválvulas, se escoge los racores y válvulas estranguladoras de caudal para el manejo correcto de las mismas, en las diferentes dimensiones como se observa en la Figura 67.

Figura 67.

Selección de electroválvulas y dispositivos de acoples neumáticos



3.1.24. Programación de PLC

El sistema de control seleccionado es un PLC Wecon LX3V-0806, según ANEXO I: CATÁLOGO DE PLC WECON, el controlador lógico maneja 8 variables de entradas digitales y 6 salidas digitales, con una fuente de alimentación de 110V, en la siguiente tabla, se describe el número de variables digitales física y virtuales usadas para la programación.

Tabla 53.

Variables de entradas y salida digitales PLC Wecon

Entradas Digitales	
X00	Paro de emergencia
X01	Selector – Cilindro de cuadro de presión
X02	Pulsador – Cilindro de compactación
X03	Selector Automático/Manual
X04	Selector - Cilindro Brazo Articulado
Salidas Digitales	

Y00	Electroválvula Cilindro de compactación
Y01	Electroválvula Cilindro de cuadro de presión
Y02	Electroválvula Cilindro brazo articulado
Y03	Luz piloto verde
Y04	Luz piloto roja

Marcas Virtuales de PLC			
M00	Proceso Manual	M10	Step_2
M01	Proceso Auto	M11	Step_3
M02	M_Emergencia	M12	Step_4
M03	Cond. Iniciales	M13	Step_5
M04	Máquina ON	M14	Step_6
M05	Continue	M15	Step_7
M06	Manual CPC (Cilindro Principal de Compactación)	M16	Step_8
M07	Manual CCP (Cilindro Cuadro de Presión)	M17	Auto ON
M08	Manual CBA (Cilindro Brazo Articulado)	M18	Error_1
M09	Step_1		

A continuación, se realiza el diagrama de escaleras con la lógica manual de accionamiento individual de los 3 cilindros principales y la secuencia automática donde el programa se ejecuta únicamente con el “Pulsador Cilindro de compactación”, para ejecutar 8 diferentes pasos para cumplir el proceso de moldeo en arena, ver ANEXO J: PROGRAMACIÓN PLC WECON y ANEXOS D: DIAGRAMA ELÉCTRICO, para obtener más detalles acerca de la lógica secuencial del programa.

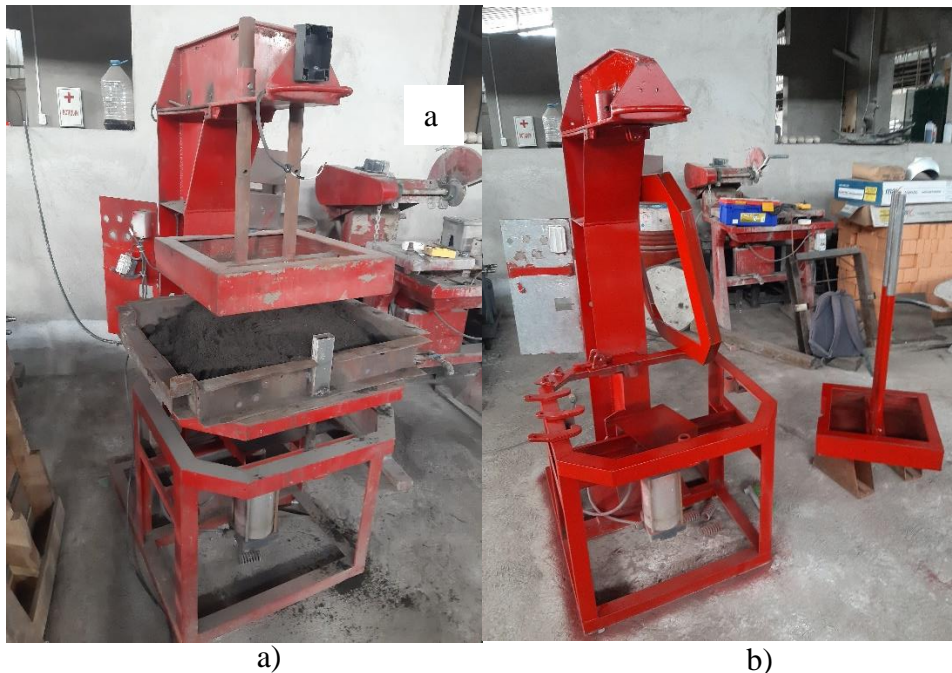
4. CAPÍTULO IV - RESULTADOS

Implementación y adecuación de equipo

Una vez, diseñado y aprobado todos los planos mecánicos, eléctricos y código de programación, se pone en marcha la implementación de los elementos y dispositivos de la alternativa seleccionada. En primer lugar, se realizó la construcción de las piezas mecánicas para la instalación de los cilindros neumáticos, ver ANEXOS C: HOJA DE PROCESOS, y posteriormente se adecuó la estructura de la máquina de moldeo para adaptar los nuevos mecanismos.

Figura 68.

Adecuación de estructura mecánica de máquina de moldeo



Nota. a) Máquina del moldeo diseño original, b) Máquina de moldeo rediseño

Finalmente, se realizó la distribución del cableado eléctrico ubicando todos los elementos de control y potencia, ver ANEXOS D: DIAGRAMA ELÉCTRICO, adaptando el tablero eléctrico en la “Viga de la máquina”, para mayor accesibilidad y flexibilidad de los elementos de control y potencia.

Figura 69.

Distribución eléctrica de elementos de control



Protocolo de pruebas

Una vez instalados y ensamblados todos los elementos y cargado correctamente el código de programación se procede a realizar pruebas de funcionamiento dividida en 3 fases que son: verificación física de la maquinaria, pruebas en vacío y tiempo del proceso manual y automático.

4.1.1. Verificación física de la máquina

Consiste en la verificación y comparación de las piezas físicas construidas para el ensamble de la máquina, con el fin de asegurar que cumplen con los planos mecánicos aprobados en el proyecto.

Figura 70.

Implementación de máquina de moldeo en arena



La Tabla 54, muestra los elementos ensamblados en la máquina de moldeo en arena. Donde 1 indica que fueron construidos e implementados y 0 que no forman parte del ensamble.

Tabla 54.

Verificación de elementos de máquina de moldeo en arena

Elemento	Prueba N°1	Total
Brazo Articulado	1	100%
Cuadro de presión	1	100%
Compactador	1	100%
Mesa de trabajo	1	100%
Estructura Base	1	100%
Mesa de trabajo	1	100%
Sistema de empotramiento	0	0%
Total	6	85,71%

Los resultados de la Tabla 54, muestra que las piezas principales para el proceso de moldeo en arena están ensambladas con relación al diseño, a excepción de la matriz permanente para el modelado que es una pieza propia de la empresa, cumpliendo con el 85,71% entre en sistema completo de moldeo en arena diseñado y el ya fabricado.

Los instrumentos de medida utilizados son calibrador pie de rey, flexómetro, nivelador y escuadra. La Tabla 55, muestra los resultados de la evaluación de las dimensiones de los elementos de la máquina acorde a los planos mecánicos aprobados para construcción. Donde 1 indica que las dimensiones cumplen dentro de la tolerancia y 0 que no coinciden dentro del rango de tolerancia.

Tabla 55.

Verificación de medidas de máquina de moldeo

Elemento	Prueba N° 1	Total
Brazo Articulado	1	100%
Cuadro de presión	1	100%
Viga de máquina	1	100%
Compactador	1	100%
Mesa de trabajo	0	0%
Estructura Base	1	100%
Mesa de trabajo	1	100%
Base de cilindro BA	1	100%
Horquillas de cilindros	1	100%
Ejes de horquillas	1	100%
Seguro de máquina	1	100%
Total	10	90,91%

Los resultados de la Tabla 55, muestran que los diferentes elementos de ensamble de la máquina cumplen la dimensiones y tolerancias requeridas en el diseño, a excepción de la mesa de trabajo, evidenciado un cumplimiento de 90,91% entre el sistema de rediseño y lo construido.

4.1.2. Pruebas sin carga

Se realizó una prueba de funcionamiento visual de cada uno de los elementos de ensamble de la máquina, para determinar si cumplen con el proceso de moldeo en arena en inserción y retiro de molde en arena y el proceso de compactación, sin que provoque ningún error o afecte el modelo en arena. Donde 1 indica el funcionamiento correcto y 0 errores en la prueba.

Tabla 56.

Pruebas sin carga de máquina de moldeo

Módulo	Nro. de Prueba							Total	Total
	1	2	3	4	5	6	7		
Apertura C. Brazo Articulado	0	0	1	1	1	1	1	5	71,4%
Cierre C. Brazo Articulado	1	1	1	1	1	1	1	7	100,0%
Descenso C. Cuadro de presión	0	1	1	1	1	1	1	6	85,7%
Ascenso C. Cuadro de presión	0	1	1	1	1	1	1	6	85,7%
Descenso C. Compactación	1	1	1	1	1	1	1	7	100,0%
Ascenso C. Compactación	1	1	1	1	1	1	1	7	100,0%
Control PLC	1	1	1	1	1	1	1	7	100,0%
Total								7	91,84%

Para el control eléctrico y del PLC, se realizaron pruebas y revisión de correcto cableado, con el uso de un multímetro, para determinar el funcionamiento correcto de cada uno de los elementos de maniobra del sistema.

4.1.3. Parámetros del tiempo

El parámetro del tiempo es una prueba física, acerca de la duración del proceso en la que tarda compactar un modelo en vacío en la máquina de moldeo de arena implementada, para ellos se realizaron pruebas individuales de los cilindros neumáticos

una vez ya calibrado su velocidad de entrada y salida y una prueba del funcionamiento automático de la secuencia de compactación.

Tabla 57.

Prueba de medición de tiempo de cilindro brazo articulado

Cilindro Brazo Articulado	
Prueba	Tiempo
1	04'41
2	04'59
3	04'33
4	04'04
5	04'50
Promedio	04'37

Tabla 58.

Prueba de medición de tiempo de cilindro cuadro de presión

Cilindro Cuadro de presión	
Prueba	Tiempo
1	03'33
2	03'38
3	03'40
4	03'25
5	03'23
Promedio	03'31

Tabla 59.

Prueba de medición de tiempo de cilindro de compactación

Cilindro de Compactación	
Prueba	Tiempo
1	04'07
2	04'41
3	04'35
4	04'47
5	04'40
Promedio	04'34

Nota. La regulación del cilindro de compactación se mantuvo a la configuración original

Tabla 60.

Prueba de medición de tiempo de secuencia automática

Máquina de moldeo en arena	
Prueba	Tiempo
1	03''33'
2	03''25'
3	03''22'
4	03''40'
5	03''35'
6	03''21'
Promedio	03''29

La Tabla 57, Tabla 58, Tabla 59 y Tabla 60 muestra los tiempos que necesita cada maniobra para cumplir su objetivo. Obteniendo un promedio de la secuencia de moldeo en arena de 3 minutos y 29 segundos. La variación en el cilindro de brazo articulado puede llegar a darse debido al rozamiento que existe con la viga de máquina.

Consumo de energía eléctrica

El uso de energías renovables fue uno de los requerimientos cumplidos utilizando energía eléctrica y energía neumática, de tal manera para calcular el consumo es importante investigar el consumo individual de cada uno de los elementos utilizados en la máquina de moldeo de arena.

Para el cálculo del consumo eléctrico según [30], menciona un factor de potencia en lugares como metalurgia entre 0,60 a 0,70, y se analiza el consumo individual de los elementos eléctricos, como se muestra en la Tabla 61, muestra un consumo relativamente bajo de 111,3 W/hora.

Tabla 61.*Consumo eléctrico de máquina de moldeo en arena*

Dispositivo	Número	VAC	Potencia Activa (W)	Potencia Total (W)
PLC WECOM LX3V-0806MR	1	127	100	100
Electroválvulas 5/2 - 1/4" - 110VAC	3	127	5,5	16,5
Luces piloto	2	127	0,15	0,3
Total, de consumo eléctrico				116,8

Análisis financiero

En análisis financiero determina la inversión total, a la implementación del rediseño semiautomático de la máquina de moldeo en arena, para el cálculo financiero se utiliza las categorías de costos directos e indirectos del proyecto ejecutado.

4.1.4. Costos Directos

Los costos directos, son aquellos elementos que fueron adquiridos para el rediseño de la máquina y permitieron cumplir con los objetivos del proyecto, como se muestra en la Tabla 62.

Tabla 62.*Costos directos de implementación*

Costos Directos			
Descripción	Unidades	Precio Unitario	Precio Total
PLC WECOM LX3V-0806MR	1	\$220,00	\$ 220,00
Electroválvulas 5/2 - 1/4" -110VAC	2	\$35,50	\$ 71,00
Reguladores de velocidad 3/8"	2	\$7,99	\$ 15,98
Regulador de velocidad 1/2"	2	\$11,61	\$ 23,22
Selector 2 posiciones	3	\$3,35	\$ 10,05
Luz piloto 110V	2	\$1,74	\$ 3,48
Pulsador	1	\$2,63	\$ 2,63
Paro de emergencia	1	\$4,24	\$ 4,24
Caja - Paro de Emergencia	1	\$2,01	\$ 2,01
Eje transmisión 1m - 38mm	2	\$20,00	\$ 40,00
Total			\$ 392,61

4.1.5. Costos Indirectos

Los costos indirectos corresponden a los materiales utilizados para la implementación de la máquina de moldeo de arena, como se muestra en la Tabla 63.

Tabla 63.

Costos indirectos de implementación

Costos Indirectos			
Descripción	Unidades	Precio Unitario	Precio Total
Silenciador de bronce 1/8	4	\$1,44	\$5,76
Tubo de poliuretano 8mm Blue	8	\$1,27	\$10,16
Racor recto 1/4"	4	\$1,13	\$4,52
Riel Din 1 metro	1	\$3,13	\$3,13
Borneras riel DIN 12-14 AWG	20	\$0,76	\$15,20
Cable flexible	7	\$0,36	\$2,52
Enchufe	2	\$2,23	\$4,46
Capacitación EPLAN Electric	1	\$70,00	\$70,00
Pasadores	1	\$10,00	\$10,00
Cables y canaleta	1	\$15,00	\$15,00
Acoples neumáticos	1	\$30,00	\$30,00
Total			\$170,75

4.1.6. Costo total

El costo total del proyecto de implementación se resume en la suma de los costos directos e indirectos, como se muestra en la Tabla 64.

Tabla 64.

Costo total del proyecto de implementación

Costos Totales	
Costos Directos	\$ 392,61
Costos Indirectos	\$ 170,75
Total	\$ 563,36
Imprevisto (10%)	\$ 56,33
Total	\$ 619,70

5. CAPÍTULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que es necesario el rediseño de la máquina de moldeo en arena por lo que se realiza la investigación de diferentes sistemas de moldeo en arena a nivel internacional, con esto se estableció los parámetros mecánicos y el tipo de moldeo convenientes para adecuar el diseño original, obteniendo como resultado un 80% de compatibilidad es resistencia mecánica, tamaño de mesa de trabajo 500x500 mm, sistemas automatizado con PLC debido al ambiente industrial, uso de energías renovables (neumática) , para asemejar la máquina a niveles de empresas internacionales.
- El rediseño de la máquina de moldeo en arena se realizó en base a los requerimientos de la empresa, enunciados en la sección de metodología, con la ayuda de una matriz QFD se determinó criterios esenciales como: la automatización del sistema de moldeo , adaptar la mesa de trabajo a matrices personalizadas en un área de trabajo de 500x500 mm y que sea de bajo costo, posteriormente mediante un análisis de criterios ponderados, se determinó una solución que consiste en el rediseño semiautomático de la máquina de moldeo renovando el mecanismos de compactación con el uso de dos cilindros neumáticos y un sistema de empotramiento para obtener mayor dureza del modelo final y un sistema semi automático controlado por un PLC.
- Se adaptó una estructura adicional de acero AISI 1023, para la inserción de los cilindros neumáticos, una nueva mesa de trabajo y un sistema de empotramiento para la compactación de la máquina, se analizó las diferentes secciones más críticas del sistema, una de ellas el empotramiento, obteniendo un factor de seguridad $N=4,8$ en el sistema de empotramiento como el menor FDS en el

sistema, verificando los procesos de manera manual y con la asistencia de software obteniendo errores bajo de 0,01%. Genera criterios de confiabilidad al 100% en la estructura mecánica

- Mediante el uso de un Controlador Lógico Programable (PLC), la máquina controla los 3 movimientos principales (apertura y cierre de brazo articulado, elevación y descenso de cuadro de presión y proceso de compactación) del mecanismo de la máquina con la ayuda de cilindros neumáticos, se configuró 2 tipos de funcionamiento manual y automático. El modo manual permite en control individual de cada cilindro con un botón de mando y el control automático permite realizar la secuencia de compactación de la arena mediante el mando de un solo botón.
- La máquina ya implementada fue sometida a pruebas, para determinar el correcto funcionamiento del PLC, compactación en vacío, tiempo aproximado del proceso de compactación, revisión del tablero eléctrico y posibles rozamientos entre los elementos de la máquina, obteniendo datos del 100% de funcionalidad en cada uno de los mecanismos de cilindros neumático y el proceso de compactación.
- La empresa SMO realiza fundiciones de piezas en materiales metálicos con una capacidad máxima de 20 elementos por día con el uso de herramientas manuales, gracias a la implementación de la máquina de moldeo en arena el proceso de compactación optimizó tiempo de trabajo, aumentado el número de las piezas al 90%, con un total de 38 piezas por día.

5.2. Recomendaciones

- Para obtener los resultados finales de la máquina de moldeo en arena se recomienda la fabricación de una matriz el molde permanente de dimensiones área de la mesa de trabajo, para obtener datos finales acerca de la dureza de la arena y los rangos de presión necesarios.
- Se recomienda que todos los dispositivos eléctricos posean una configuración de seguridad mínima IP 60, con relación al ambiente industria de la empresa SMO.
- Se recomienda realiza un mantenimiento preventivo al mecanismo de apertura y cierre del brazo articulado, para evitar obtener mayor fuerza de rozamiento a la hora de funcionamiento.

6. REFERENCIAS

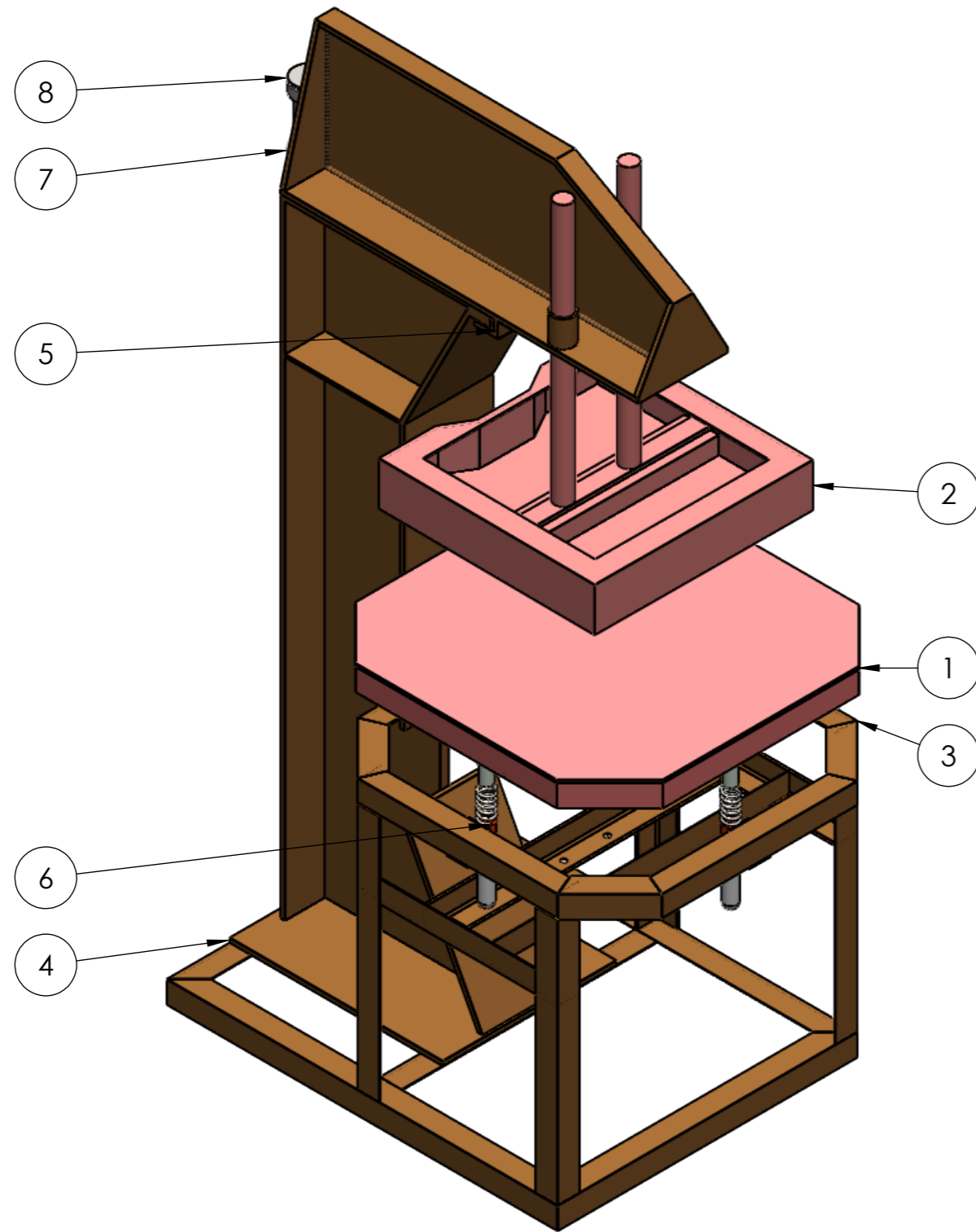
- [1] J. Pilicita, «Diseño de máquina semiautomática para cierre y apertura de la matriz en el proceso de fundición en coquilla; para la empresa SMO Servicios Mecánicos y Metalúrgica,» *Universidad Técnica del Norte*, 2020.
- [2] D. Juárez, R. Balart y P. Miguel Ángel, ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL MOLDEO POR INYECCIÓN DE MATERIALES POLIMÉRICOS TERMOPLÁSTICOS, 2012.
- [3] J. García, «Estudio de la influencia de diferentes diseños de los sistemas de alimentación y compensación en la fundición en arena,» *Universidad de Sevilla*, 2016.
- [4] R. Bisbal, F. D. Y. C. Gómez y M. Pérez, «Evaluación de las características y propiedades de fundición de Arena de Olivino Venezolana (Parte I),» *Scielo*, 2015.
- [5] International Standardization Organization, «ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad: 7.5 Información documentada,» *ISO TOOLS*, 2015.
- [6] M. Casalet, «La digitalización industrial Un camino hacia la gobernanza colaborativa,» *CEPAL*, 2018.
- [7] Real Academia Española, Fundición, 2021.
- [8] G. Mikell P., Fundamentos de manufactura Moderna: Materiales, procesos y sistemas, México: Pearson - Prentice Hall, 2007.
- [9] PIXABEY, «pixabay.com,» 03 03 2017. [En línea]. Available: <https://pixabay.com/es/photos/crisol-fundici%C3%B3n-fundido-bronce-2109202/>. [Último acceso: 10 08 2021].
- [10] F. Pando y Z. Christian, Análisis del proceso de fundición de aluminio y propuestas de mejoras en la eficiencia de producción de bases dentadas en la empresa Press Forja SA, Cuenca: UPS, 2012.
- [11] R. B. A. Intelángelo, «Fundición y Moldeo,» *Dpto. Formación Tecnológica*, 2016.
- [12] A. Ramírez, R. Jesús y E. Ramos, Propuesta de práctica para el proceso de fundición en arena en verde con modelo bipartido en placa para procesos de manufactura, Sinaloa: CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM, 2019.
- [13] Ingeniería Mecánica: Fundición, Tecnología Mecánica, Madrid: Universidad Carlos III.
- [14] G. Castro, «Fundiciones,» *Dpto. de Ingeniería Mecánica FIUBA*, 2009.
- [15] E. Dionicio, V. Vega y T. Edgardo, «Influencia del molde y el tratamiento térmico en las propiedades del bronce-aluminio,» *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*, 2004.

- [16] QuimiNet , «Contexto de los controladores lógicos programables (PLCs),» QuimiNet , 2006 Septiembre 01. [En línea]. Available: <https://www.quiminet.com/articulos/contexto-de-los-controladores-logicos-programables-plcs-14872..> [Último acceso: 2021 08 17].
- [17] IEC 61131, Estandarización en la programación del control industrial, 2003.
- [18] A. Creus Solé, Neumática e Hidráulica, Catalonia: Marcombo, 2007.
- [19] J. Peláez y García, Neumática e Hidráulica, Barcelona: Marcombo, 2011.
- [20] J. Espinosa y I. Rubio, Documentación técnica electrónica y automatización, Madrid: Paraninfo, 2018.
- [21] SolidWorks Corporation, «<https://www.solidworks.com/>,» 5 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.solidworks.com/es/product/solidworks-simulation>.
- [22] EPLAN, «Eplan Electric,» EPLAN, 15 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.eplan-software.com/solutions/eplan-platform/eplan-electric-p8/>. [Último acceso: 2021 Agosto 2021].
- [23] Wecom, LX3V Series PLC User Manual, China, 2016.
- [24] CadeSimu, «cade-simu.,» CadeSimu, 2021. [En línea]. Available: <https://cade-simu.com/>. [Último acceso: 17 Julio 2021].
- [25] FESTO, «festo-didactic,» FESTO, 2021. [En línea]. Available: <https://www.festo-didactic.com/es-es/productos/aprendizaje-digital/fluidsim/fluidsim-6.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjU5MS4xMDMzNzc>. [Último acceso: 14 Agosto 2021].
- [26] Qingdao Besttech, «spanish.alibaba,» 2020. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/foundry-sand-moulding-machine-with-green-sand-jolt-squeeze-moulding-machine-foundry-industrial-molding-machine-1600064242244.html>.
- [27] QINGDAO HUACHUAN MACHINERY CO., LTD., «Made in China,» 2019. [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_huachuanmachine/product_Z148-Jolt-Squeeze-Manhole-Cover-Sand-Molding-Machine_ehnehhhuy.html.
- [28] Qingdao ANTAI, «Spanish Alibaba,» 2020. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/foundry-cast-iron-green-sand-clay-sand-mechanized-molding-line-1600094532464.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.385567ddb6fOPL&s=p.
- [29] L. C. Ríos y E. Roncancio, ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE SELECCIÓN RÁPIDA DE FACTORES DE SEGURIDAD, PARA DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira., 2007.

- [30] B. A. Bhatia, Power Factor in electrical Energy Management, USA: Continuing Education Provider, 2012.
- [31] A. Campoverde, «Automatización de una máquina etiquetadora de botellas de aceite de aguacate,» *Universidad Técnica del Norte*, 2020.
- [32] E. Lojan, «AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE CONGELADORES E INGRESO DE PRODUCTO TERMINADO EN LA EMPRESA INDUGLOB S.A.,» *Dspace*, 2015.
- [33] E. Mandado, J. Marcos y C. Fernández, Autómatas Programables y Sistema de Automatización, Barcelona: Marcombo, 2009.
- [34] Mindman , Technical Data Air Cylinder MCQV, Taiwan, 2020.

7. ANEXOS

ANEXOS A: PLANOS MECÁNICOS DISEÑO ORIGINAL

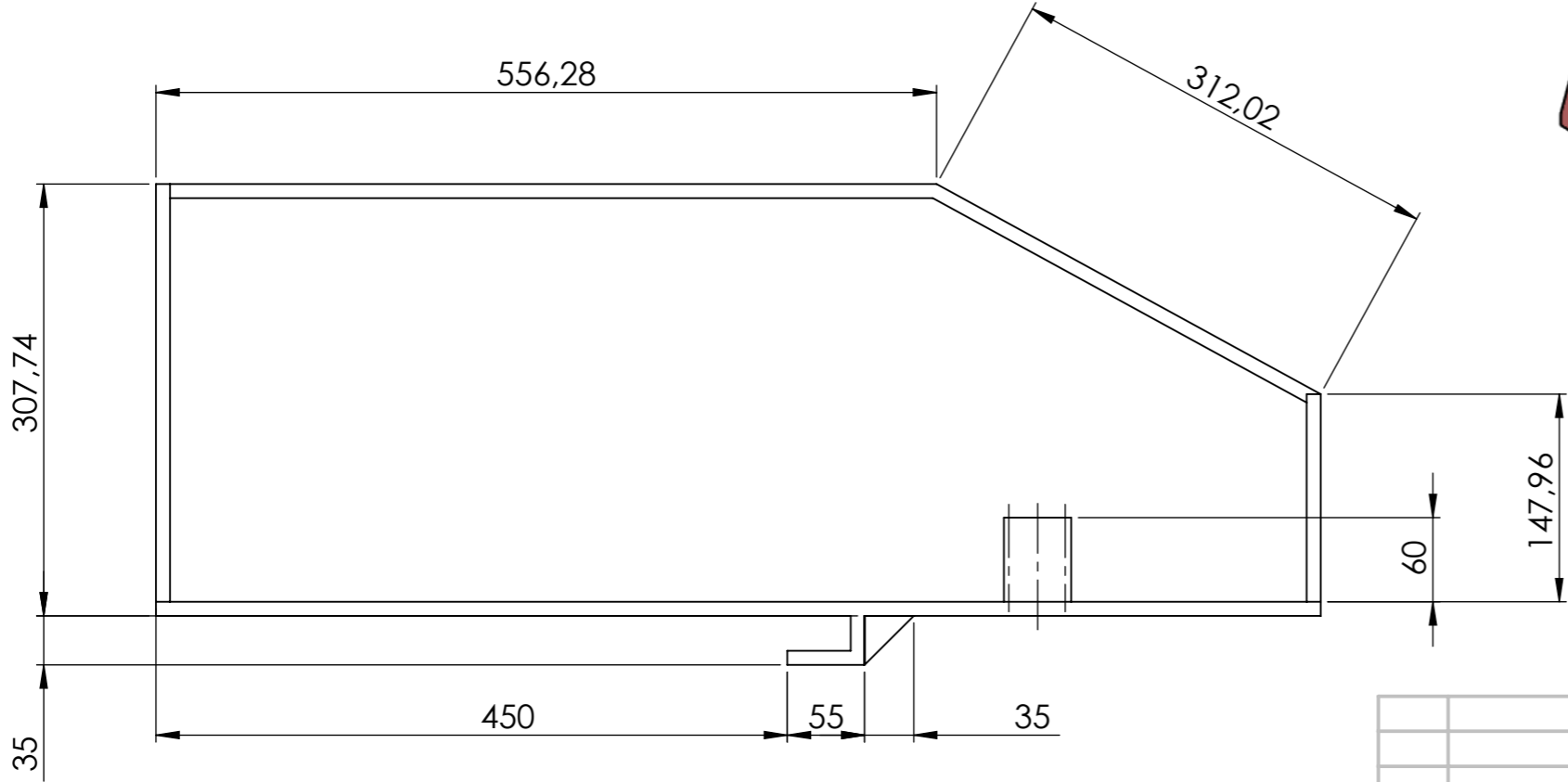
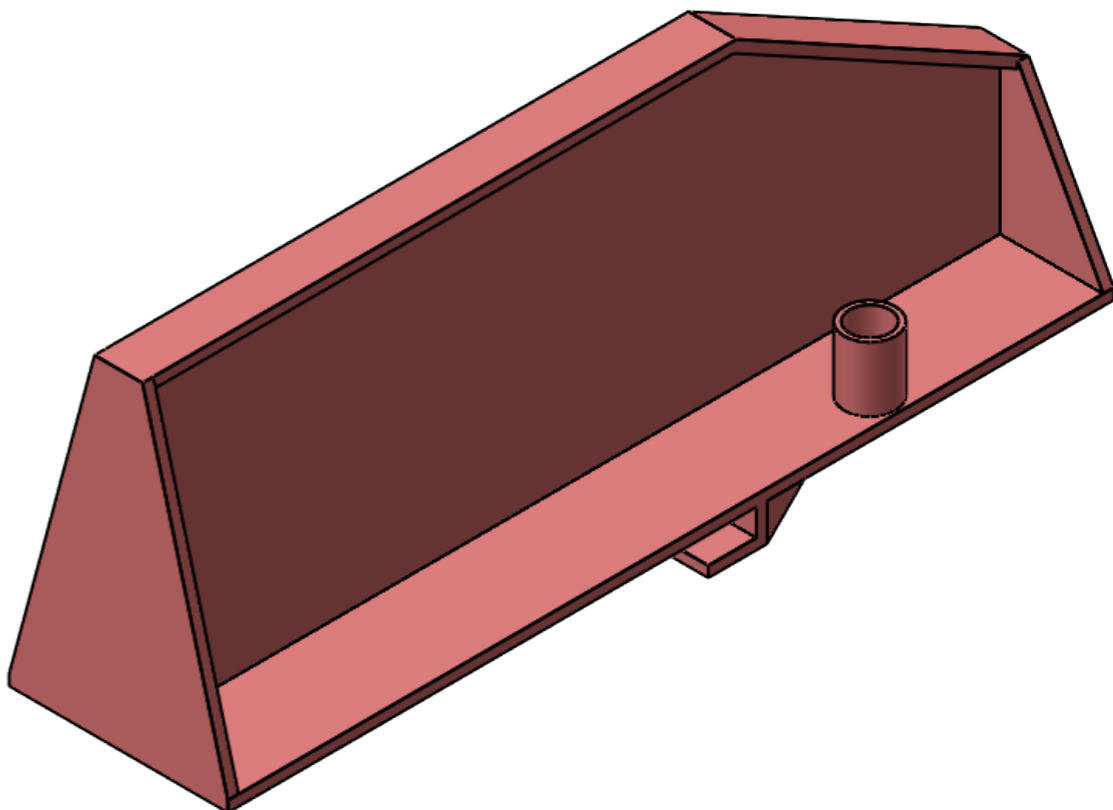
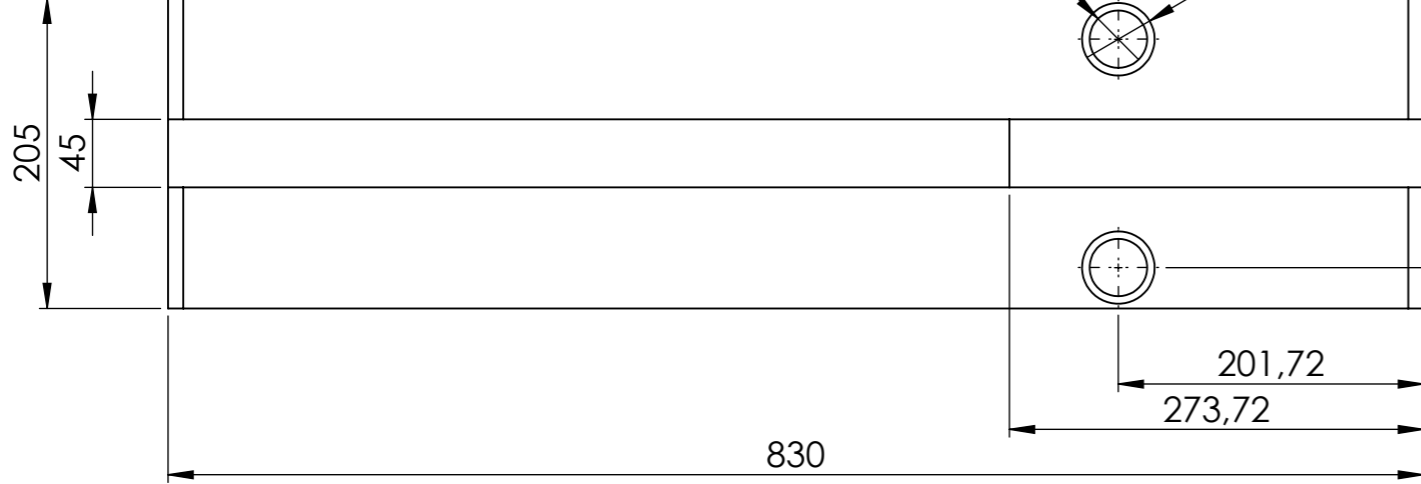
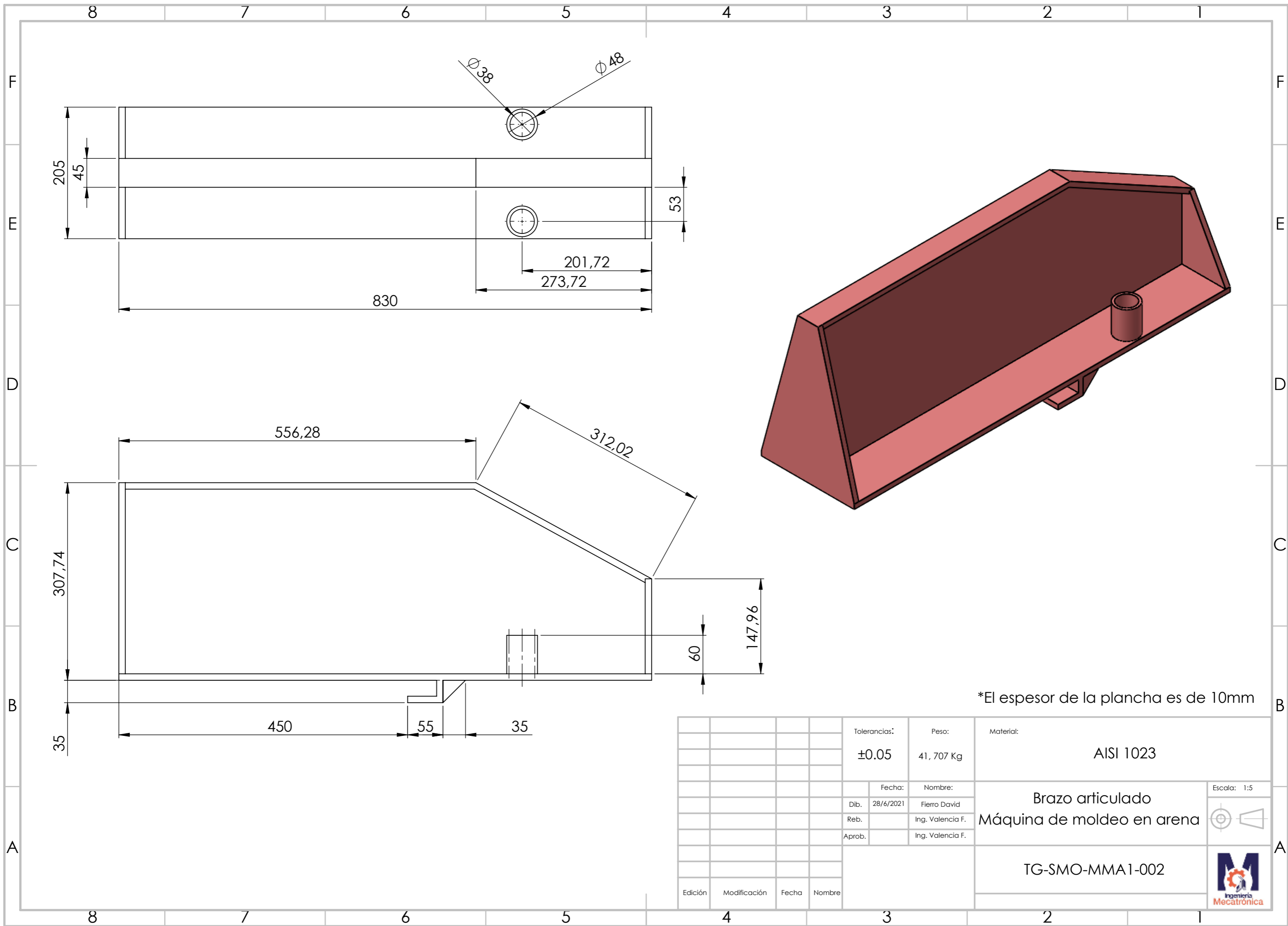


8	TG_BASE_BISAGRA	TG-SMO-MMA1-007	1
7	TG_ANILLO_BISAGRA	TG-SMO-MMA1-008	2
6	TG_RESORTE_ENSAMBLE	TG-SMO-MMA1-009	4
5	TG_BRAZO_ARTICULADO	TG-SMO-MMA1-002	1
4	TG_VIGA_DE_MÁQUINA	TG-SMO-MMA1-003	1
3	TG_BASE_ESTRUCTURAL	TG-SMO-MMA1-004	1
2	TG_CUADRO_DE_PRESIÓN	TG-SMO-MMA1-005	1
1	TG_MESA_DE_TRABAJO	TG-SMO-MMA1-006	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		295,651 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Estructura General Máquina de moldeo en arena
Dib.	28/6/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	
Edición			TG-SMO-MMA1-001
Modificación			
Fecha			
Nombre			

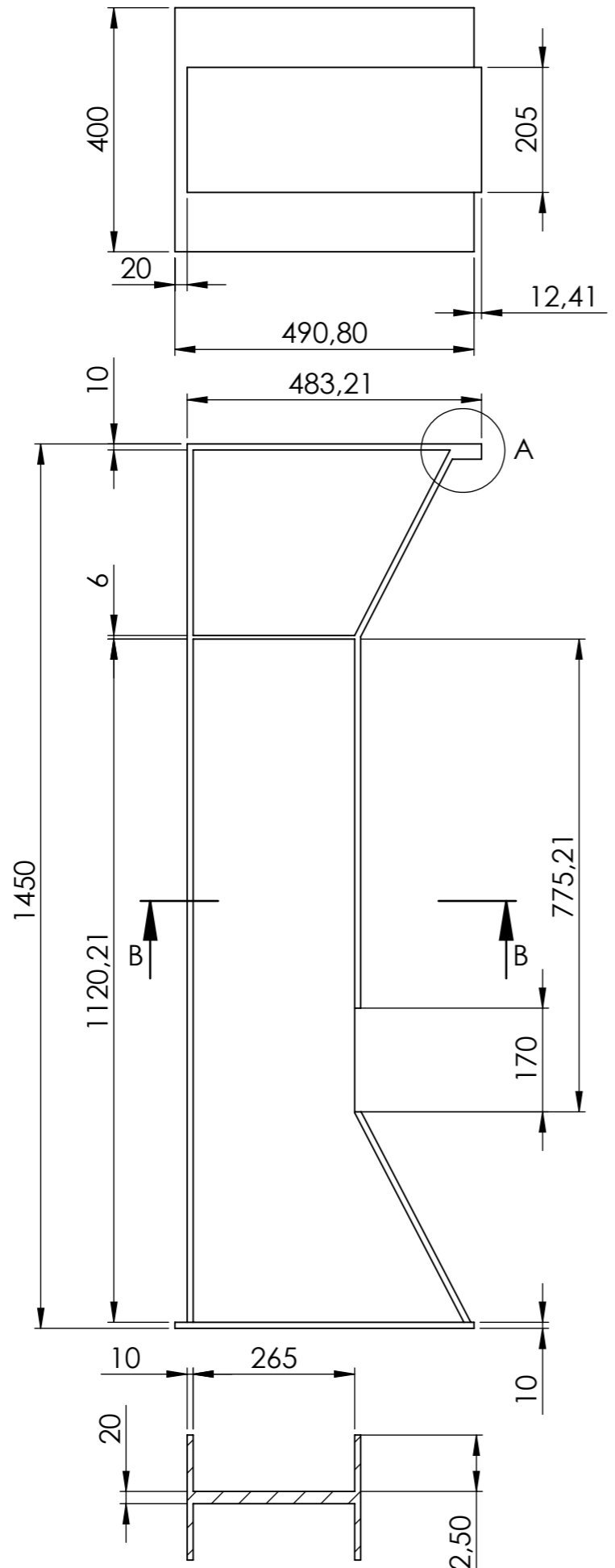
Escala: 1:10



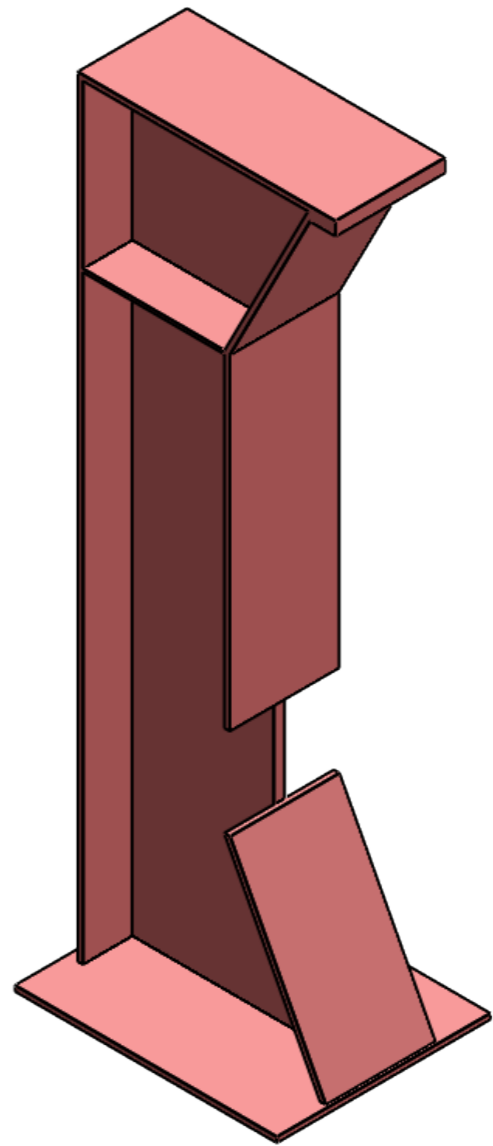
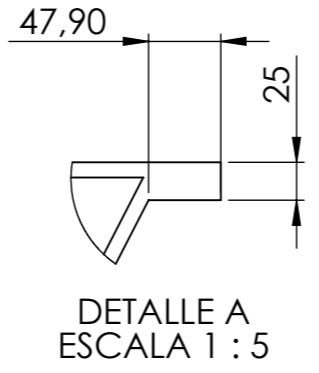


*El espesor de la plancha es de 10mm

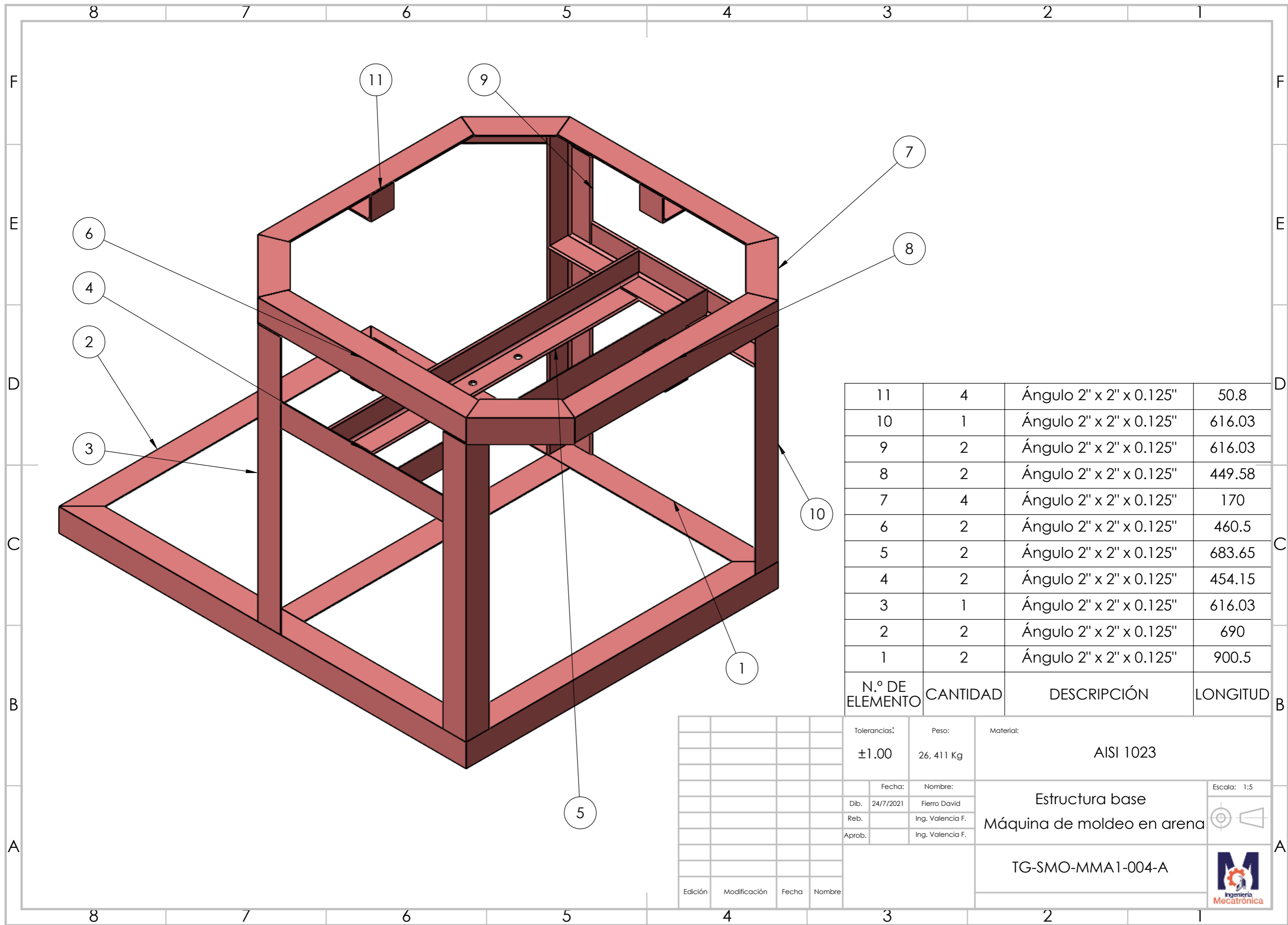
				Tolerancias:	Peso:	Material:
				±0.05	41,707 Kg	AISI 1023
				Fecha:	Nombre:	Brazo articulado Máquina de moldeo en arena
				Dib. 28/6/2021	Fierro David	
				Reb.	Ing. Valencia F.	
				Aprob.	Ing. Valencia F.	Escala: 1:5
				TG-SMO-MMA1-002		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 10



				Tolerancias:	Peso:	Material:	
				±0.05	138,964 Kg	AISI 1023	
					Fecha:	Nombre:	Escala: 1:10
				Dib. 28/6/2021	Fierro David	Viga	⊕
				Reb.	Ing. Valencia F.	Máquina de moldeo en arena	◁
				Aprob.	Ing. Valencia F.		
						TG-SMO-MMA1-003	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

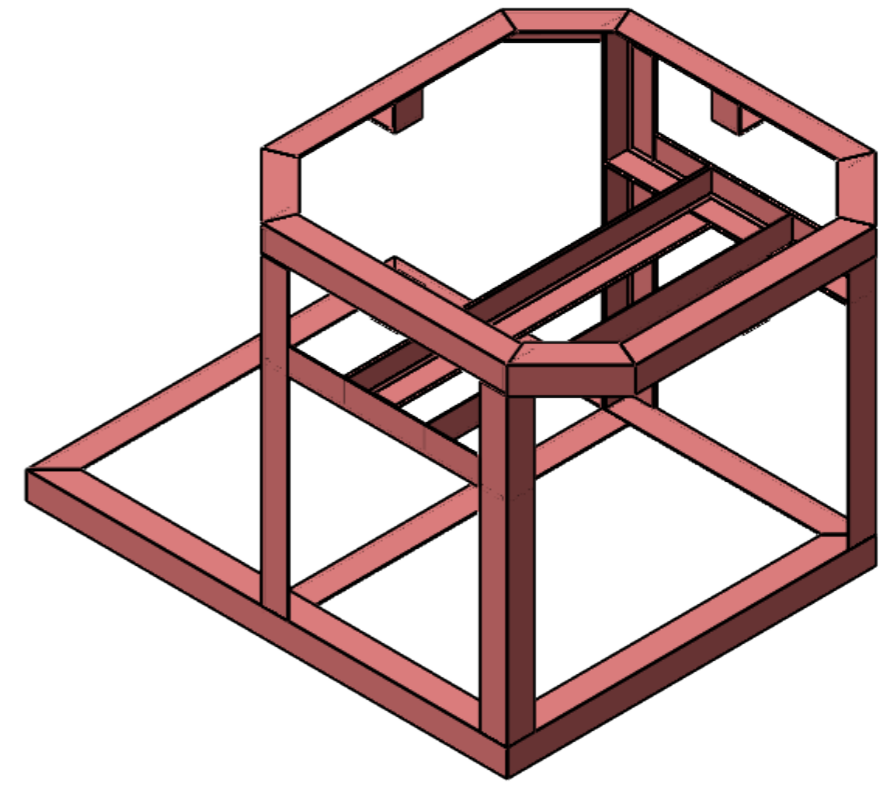
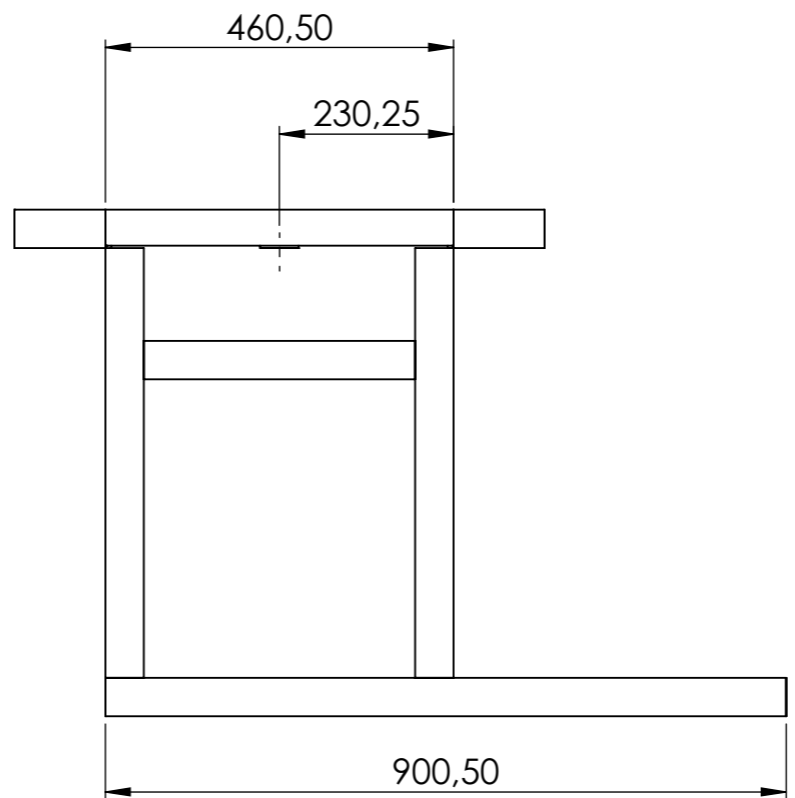
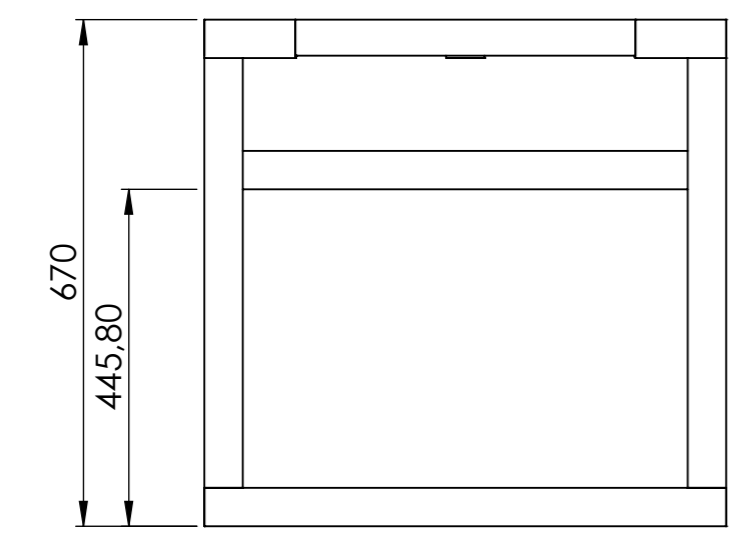
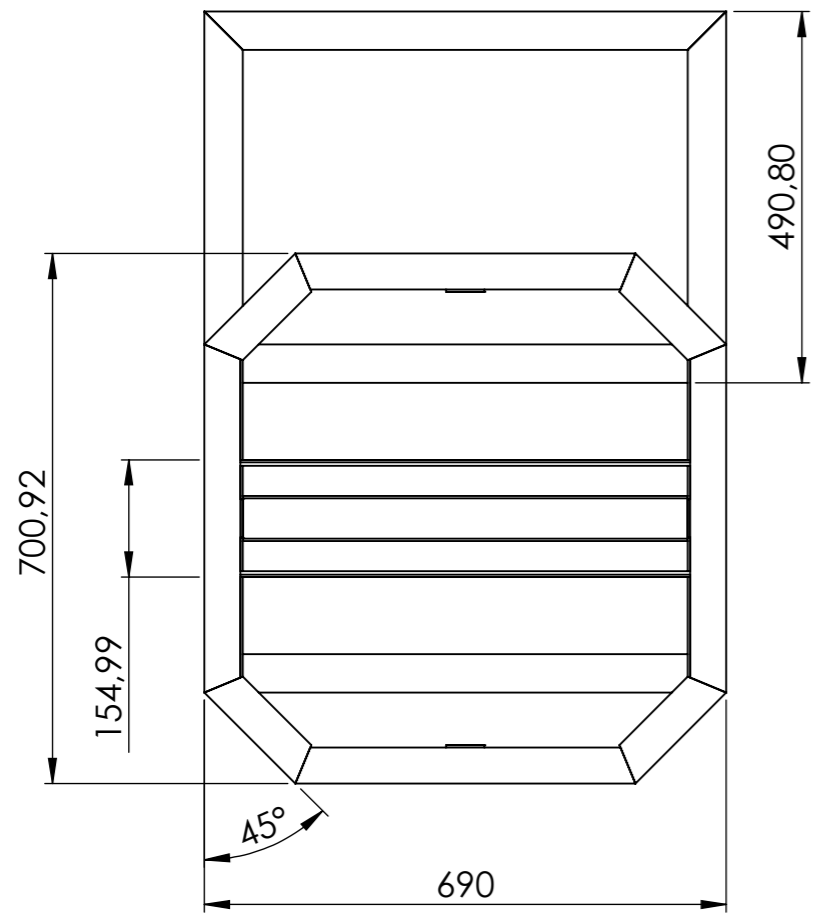


11	4	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	50.8
10	1	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	616.03
9	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	616.03
8	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	449.58
7	4	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	170
6	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	460.5
5	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	683.65
4	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	454.15
3	1	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	616.03
2	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	690
1	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	900.5
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

Tolerancias:		Peso:	Material:
±1.00		26,411 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Estructura base Máquina de moldeo en arena
Dib.	24/7/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	Escala: 1:5
TG-SMO-MMA1-004-A			
Edición	Modificación	Fecha	

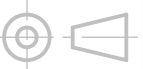

8 7 6 5 4 3 2 1

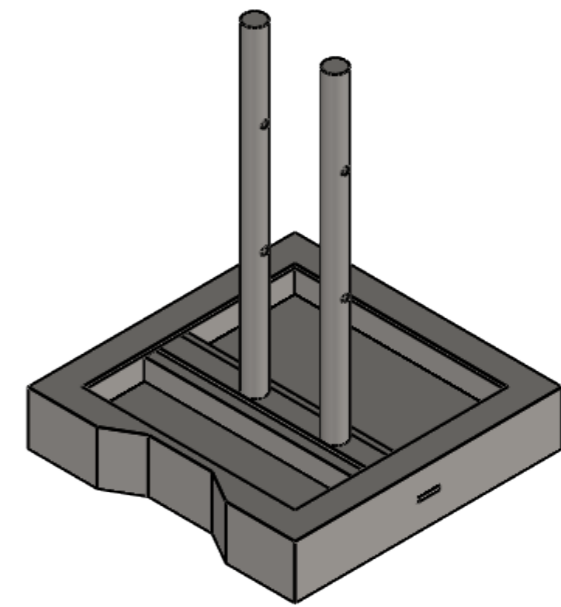
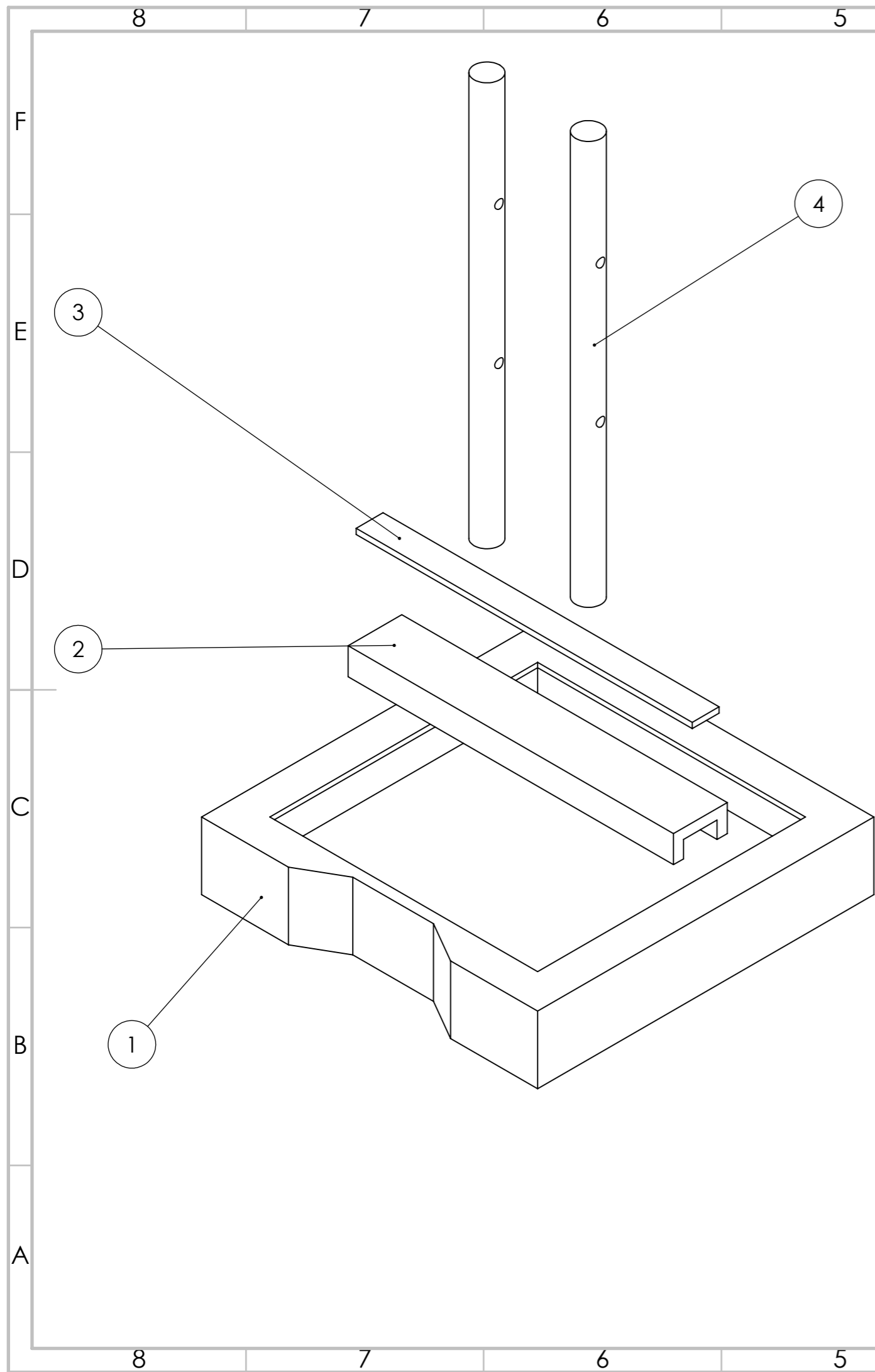
F
E
D
C
B
A



F
E
D
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1

				Tolerancias: ±1.00	Peso: 26, 411 Kg	Material: AISI 1023	
							Fecha: 29/6/2021
							Nombre: Fierro David
							Reb. Ing. Valencia F.
							Aprob. Ing. Valencia F.
							Escala: 1:10
							
							Estructura base Máquina de moldeo en arena
							
							TG-SMO-MMA1-004-B
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

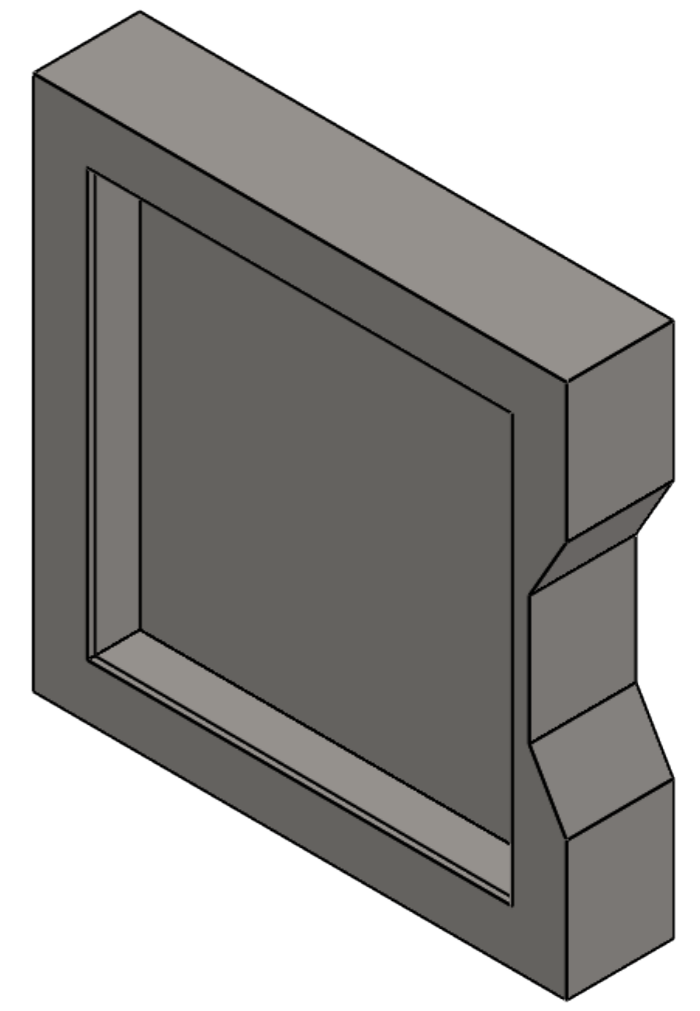
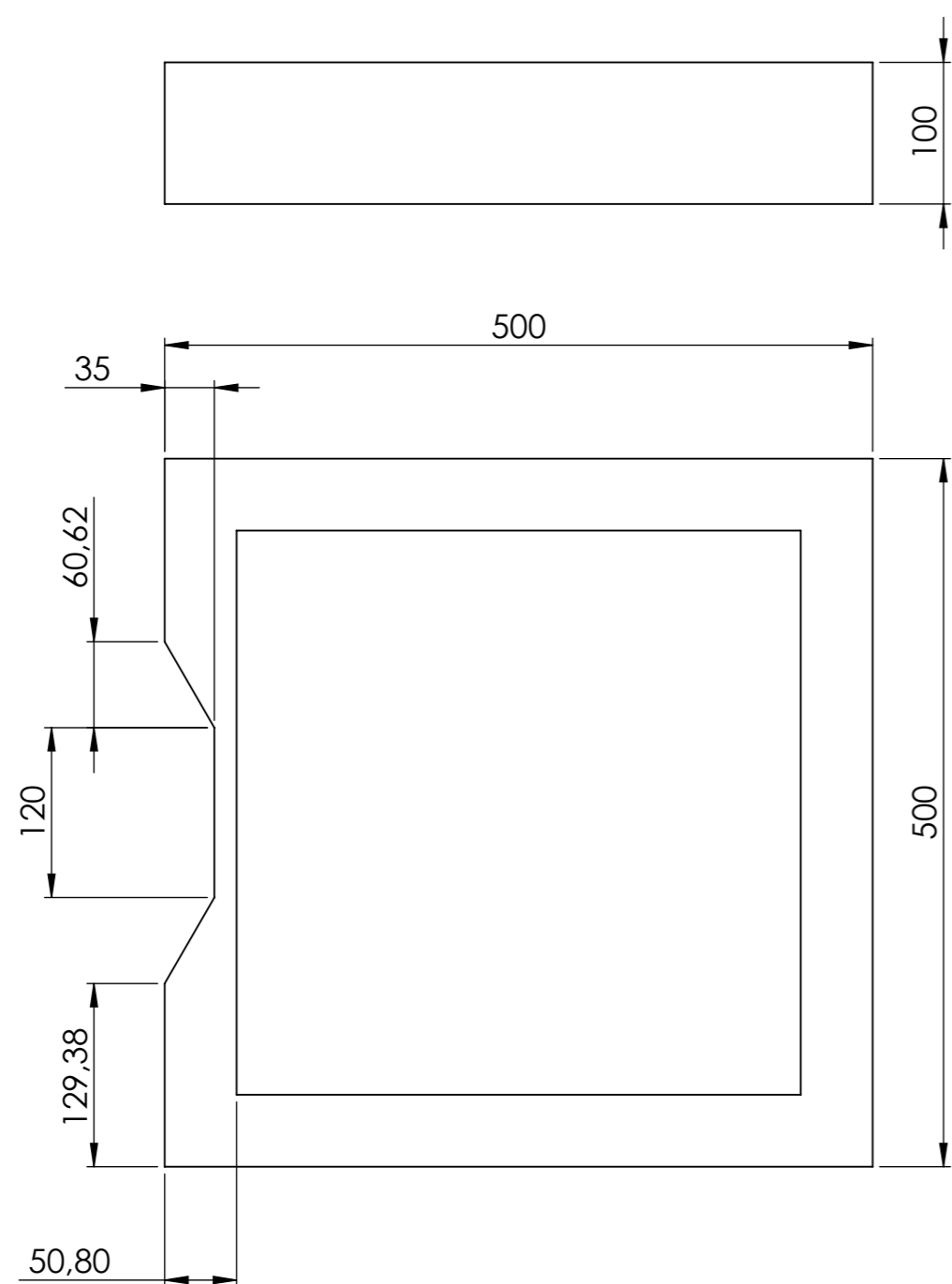


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
4	TG_TUBO	TG-SMO-MMA1-005-E	2
3	TG_PLATINA	TG-SMO-MMA1-005-D	1
2	TG_CANAL C	TG-SMO-MMA1-005-C	1
1	TG_CUADRO	TG-SMO-MMA1-005-B	1

Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		49, 826 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Cuadro de presión Máquina de moldeo en arena
Dib.	28/6/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	
Edición			TG-SMO-MMA1-005-A
Modificación			
Fecha			
Nombre			

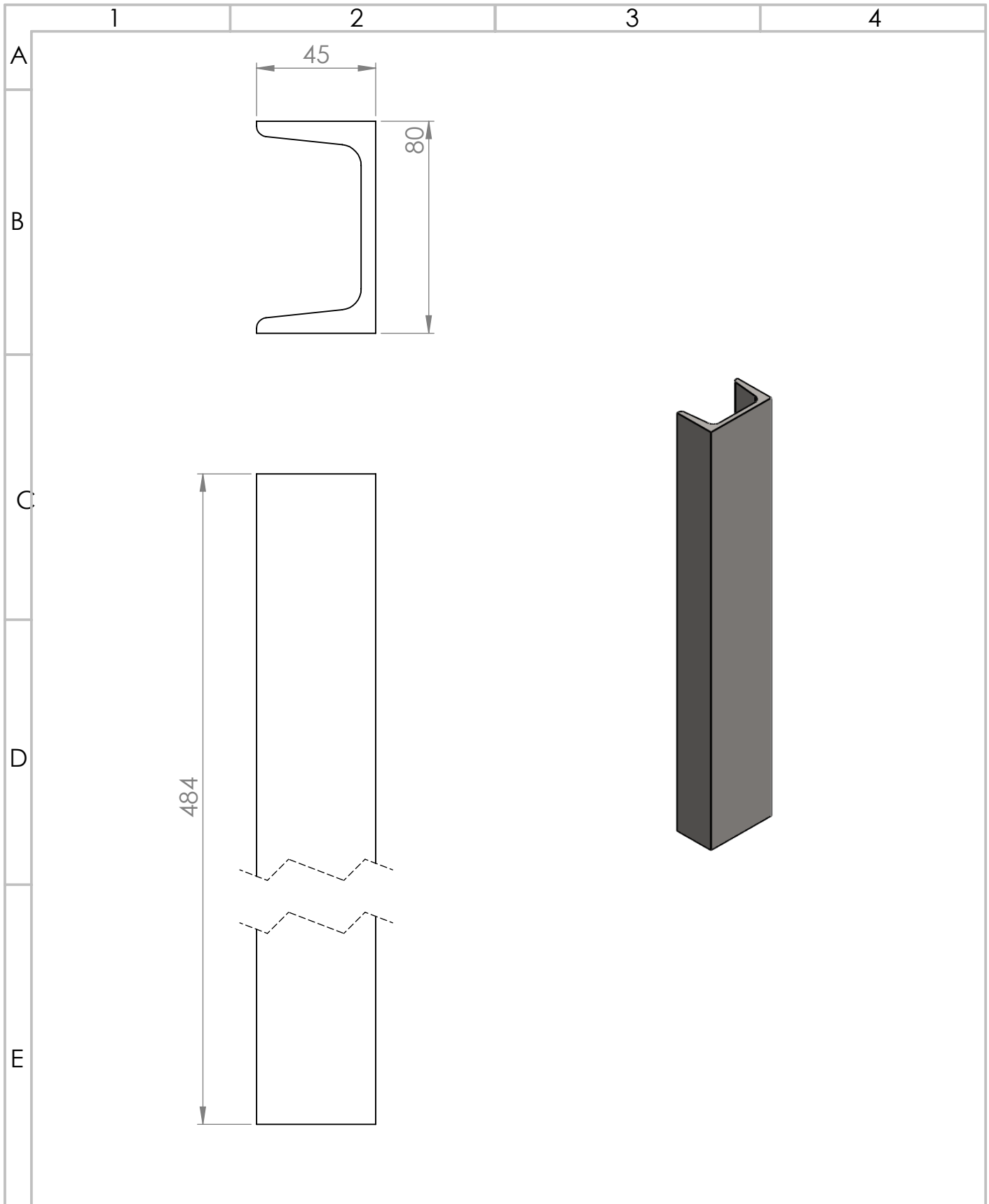
Escala: 1:5



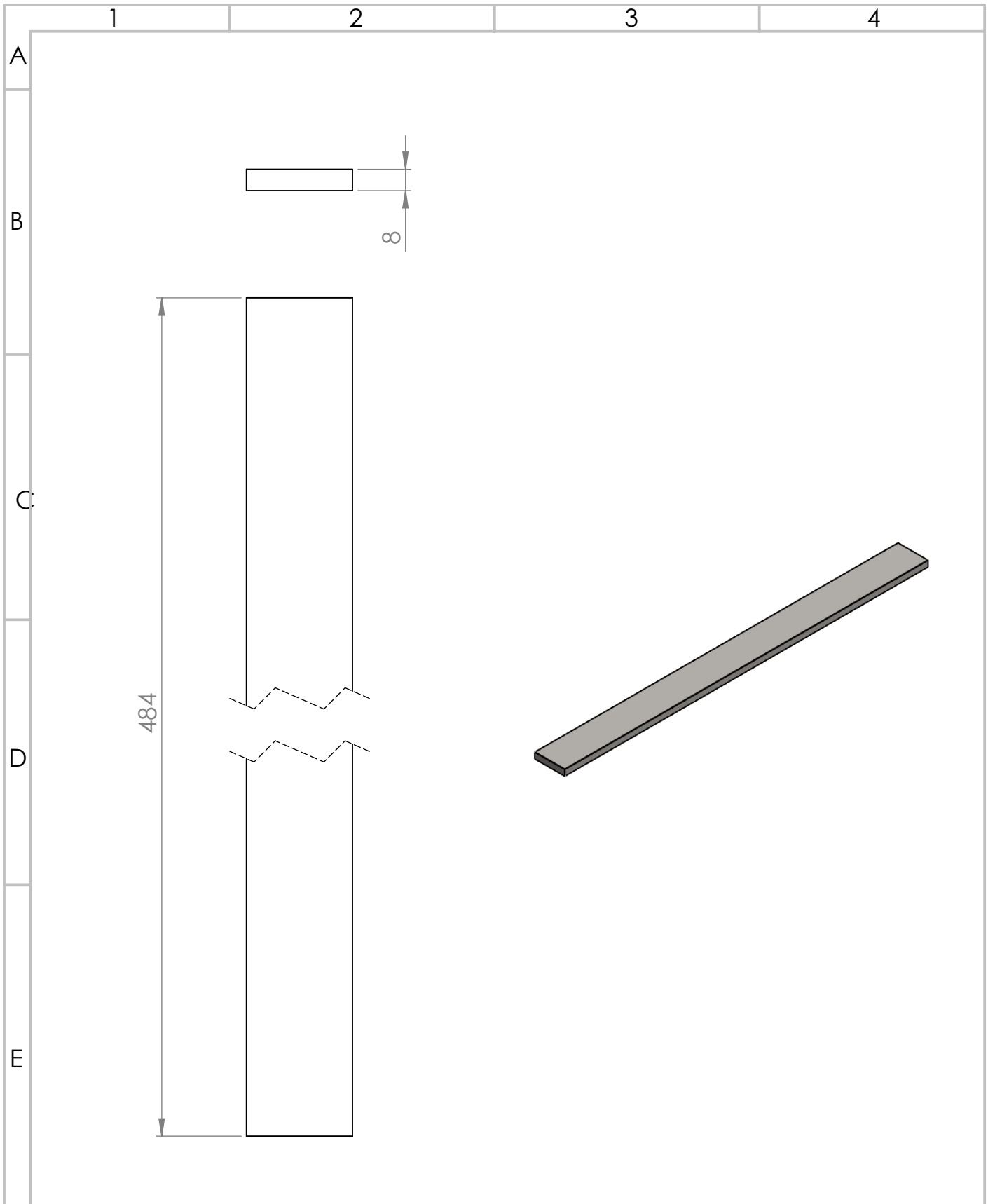


*Plancha de acero de 6mm

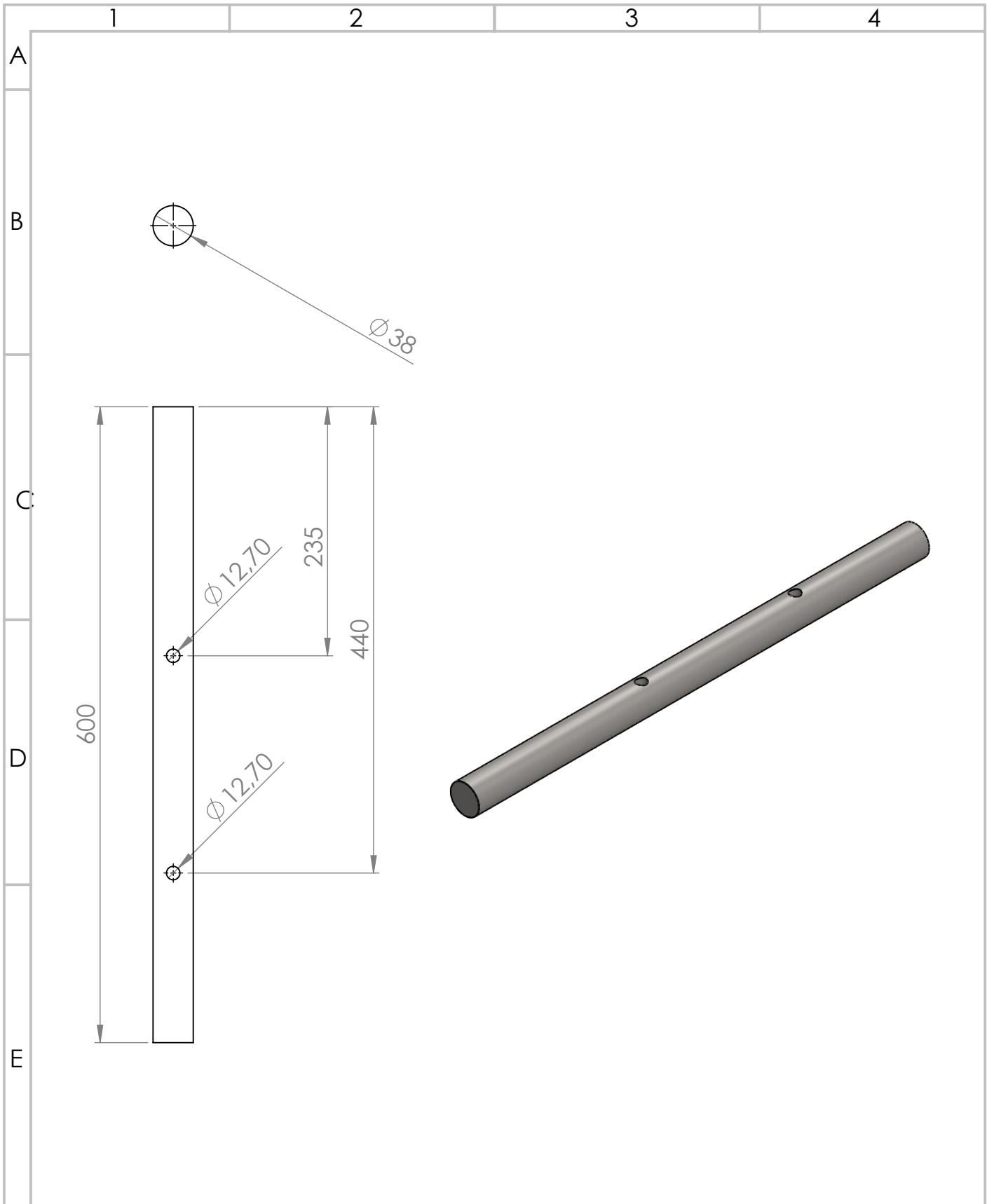
Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		30, 60 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Marco de presión Máquina de moldeo en arena Escala: 1:5
Dib.	28/6/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre
TG-SMO-MMA1-005-B			



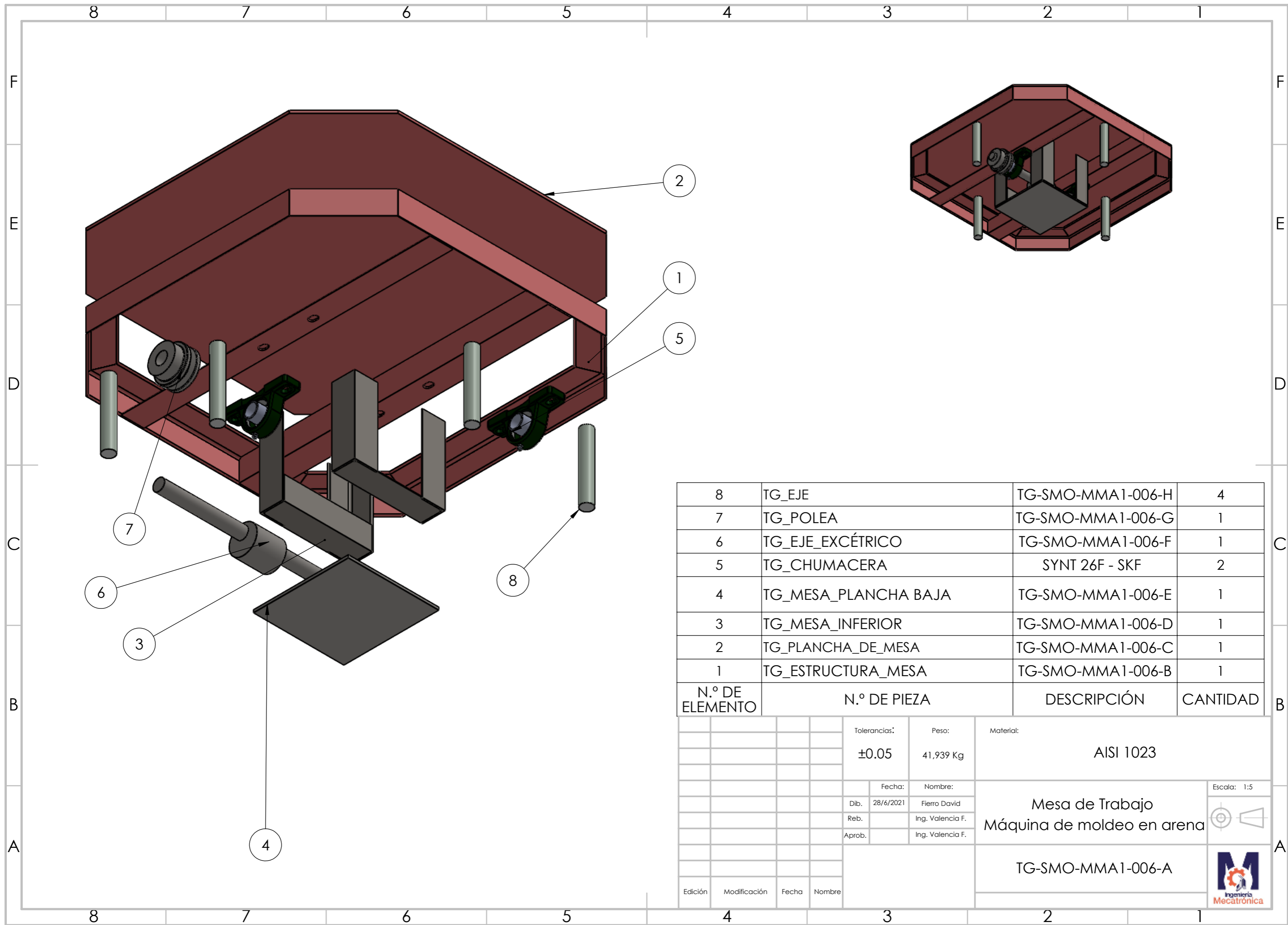
				Tolerancias: ±0.05	Peso: 3,987 Kg	Material AISI 1023	
				Fecha: Dib. 29/6/2021	Nombre: Reb. Ing. Fernando V	Canal C - Cuadro de presión Máquina de moldeo en arena	Escala: 1:2
				Aprob.	Ing. Fernando V		
				TG-SMO-MMA1-005-C			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias: ± 0.05	Peso: 1,21 Kg	Material AISI 1023	
				Fecha: 29/6/2021	Nombre: Fierro David	Platina Máquina de moldeo en arena	Escala: 1:2
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
						TG-SMO-MMA1-005-D	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias: ± 0.05	Peso: 5,272 Kg	Material AISI 1023
				Fecha: 29/6/2021	Nombre: Fierro David	Tubo macizo Máquina de moldeo en arena
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			TG-SMO-MMA1-005-E

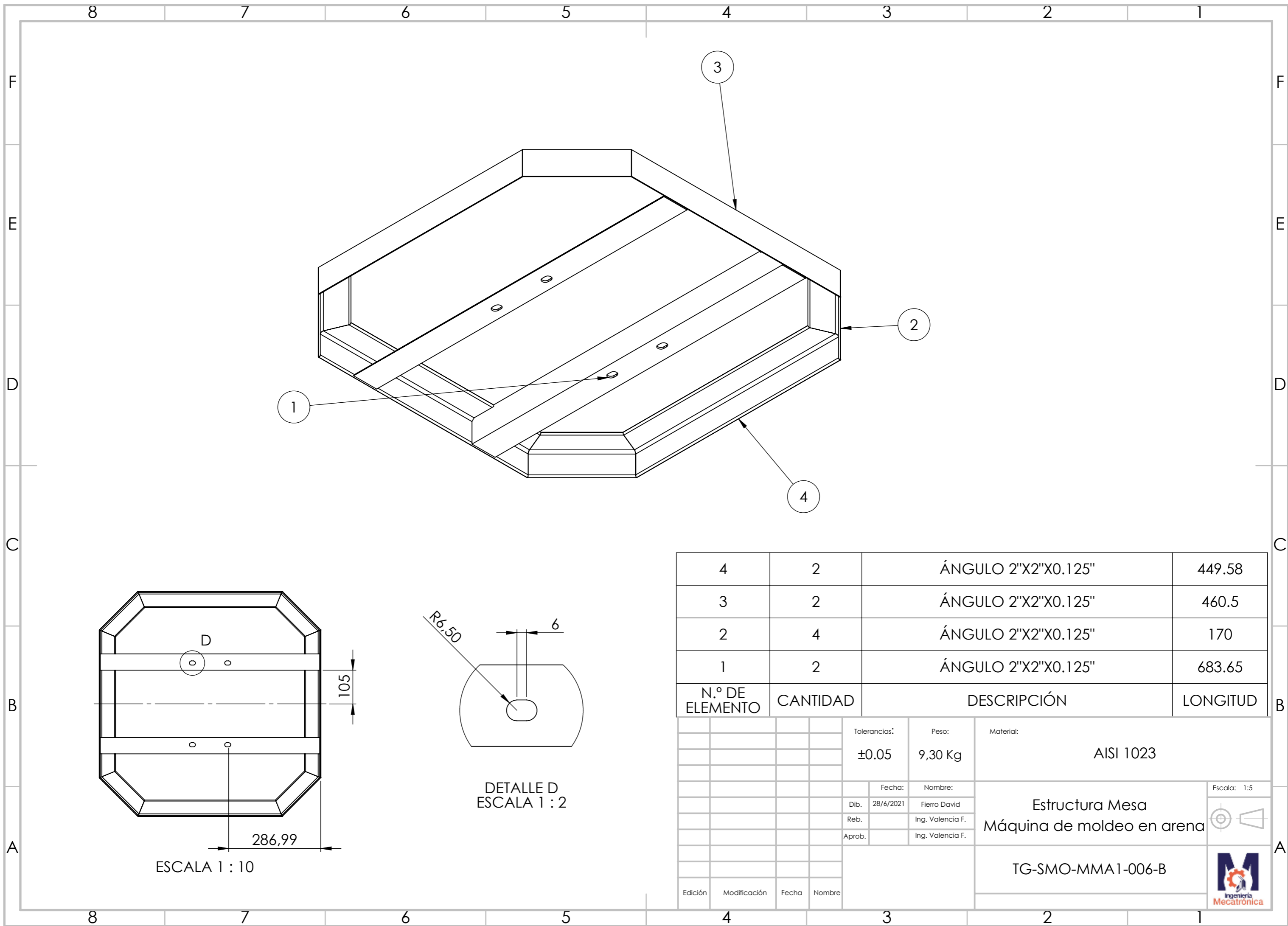


8	TG_EJE	TG-SMO-MMA1-006-H	4
7	TG_POLEA	TG-SMO-MMA1-006-G	1
6	TG_EJE_EXCÉTRICO	TG-SMO-MMA1-006-F	1
5	TG_CHUMACERA	SYNT 26F - SKF	2
4	TG_MESA_PLANCHA BAJA	TG-SMO-MMA1-006-E	1
3	TG_MESA_INFERIOR	TG-SMO-MMA1-006-D	1
2	TG_PLANCHA_DE_MESA	TG-SMO-MMA1-006-C	1
1	TG_ESTRUCTURA_MESA	TG-SMO-MMA1-006-B	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD



Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		41,939 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Mesa de Trabajo Máquina de moldeo en arena
Dib.	28/6/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	
Edición			TG-SMO-MMA1-006-A
Modificación			
Fecha			
Nombre			

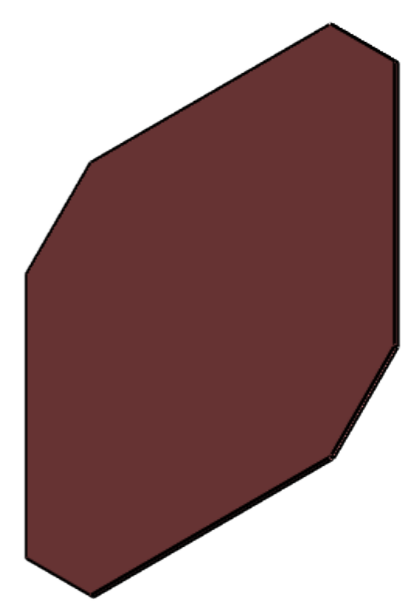
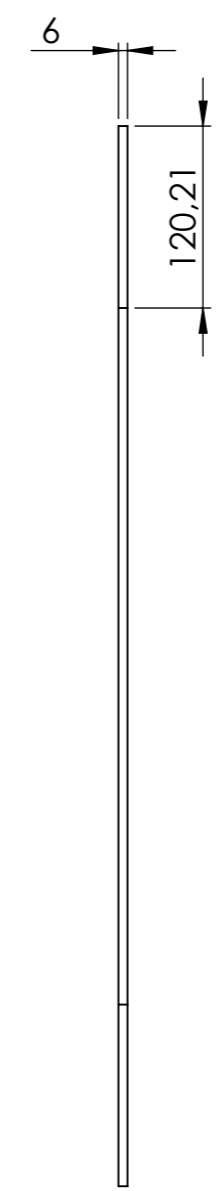
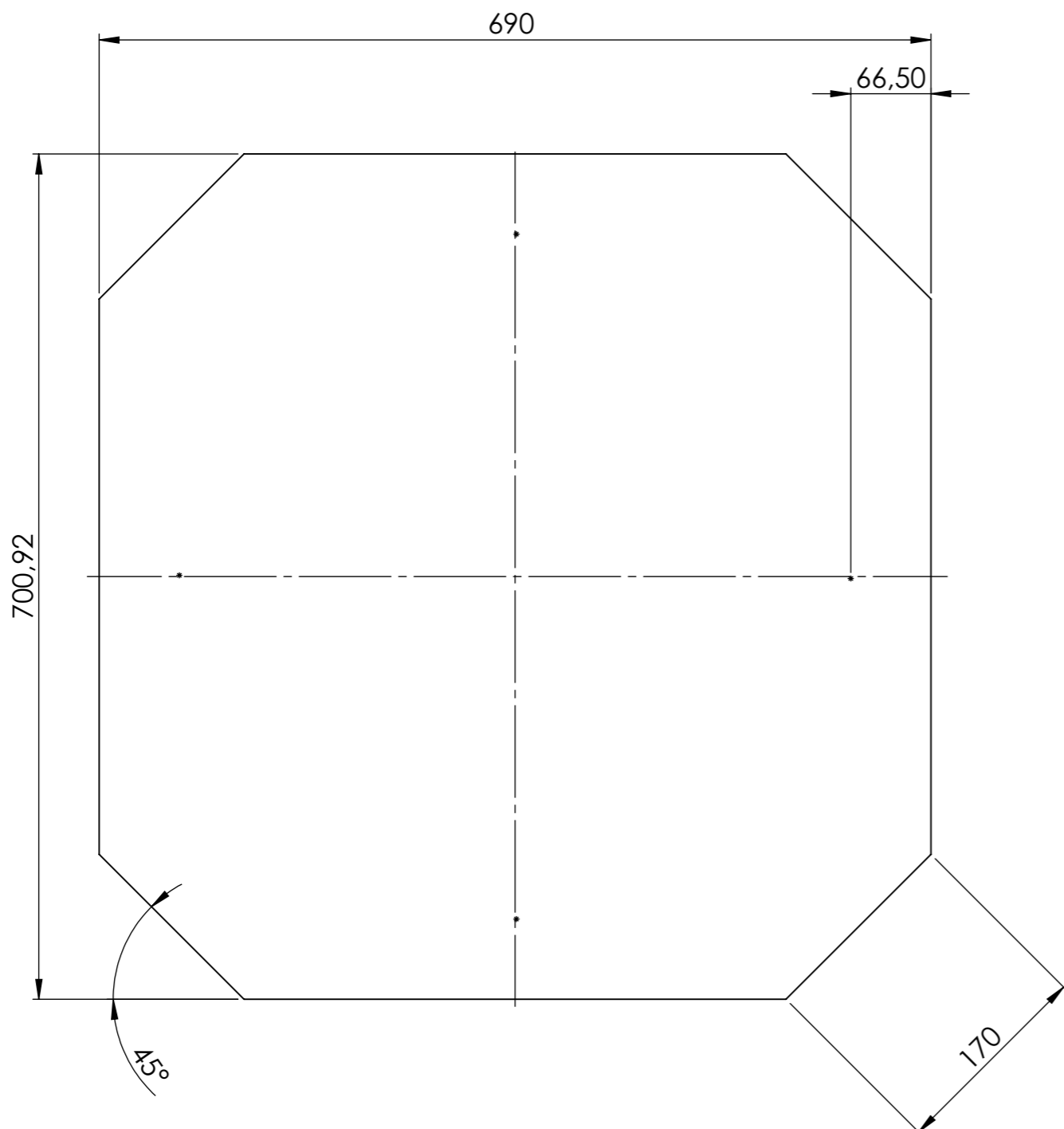
Escala: 1:5



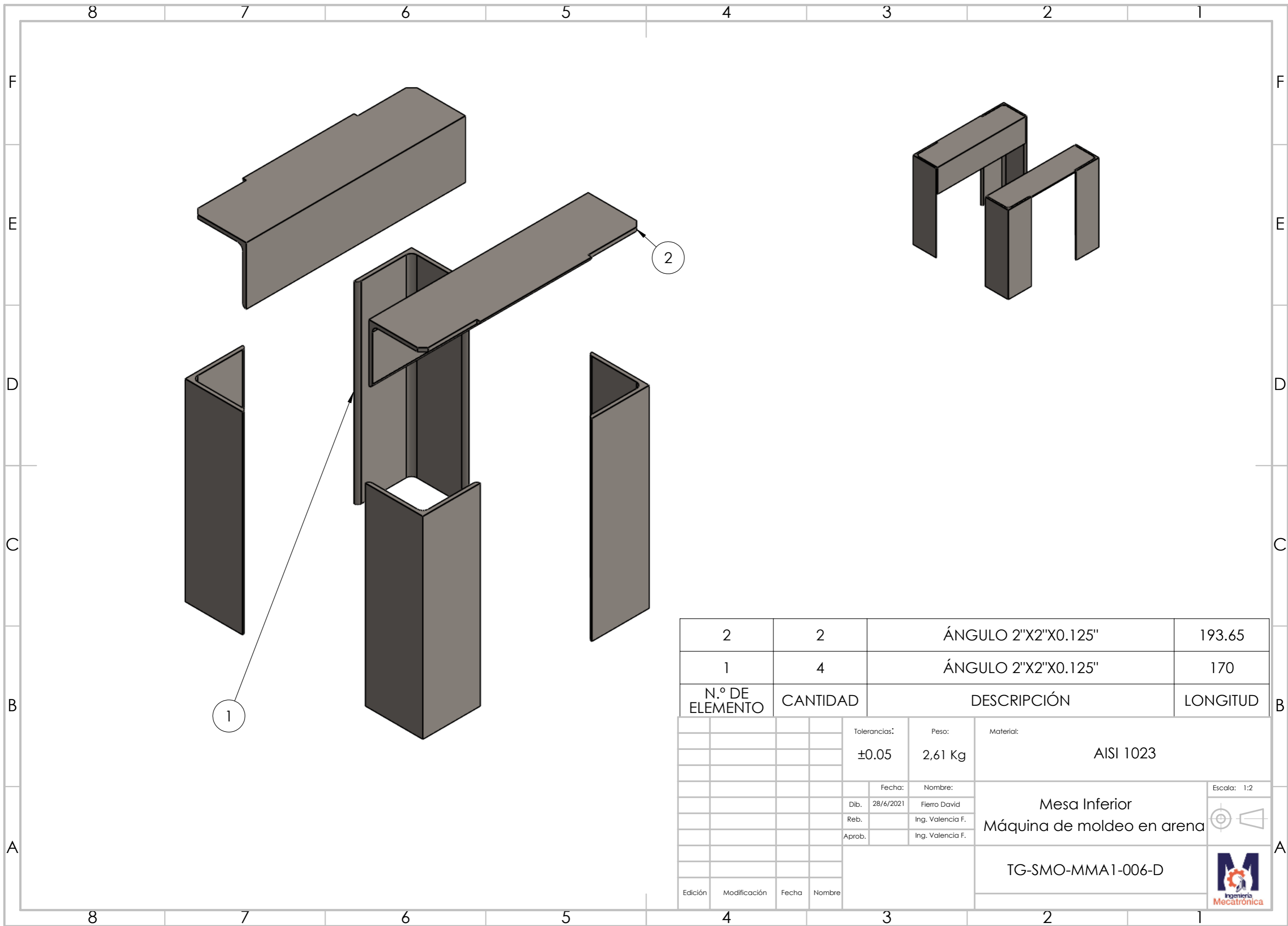


N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD
4	2	ÁNGULO 2"X2"X0.125"	449.58
3	2	ÁNGULO 2"X2"X0.125"	460.5
2	4	ÁNGULO 2"X2"X0.125"	170
1	2	ÁNGULO 2"X2"X0.125"	683.65

Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		9,30 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Estructura Mesa Máquina de moldeo en arena
Dib.	28/6/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre
TG-SMO-MMA1-006-B			Escala: 1:5  



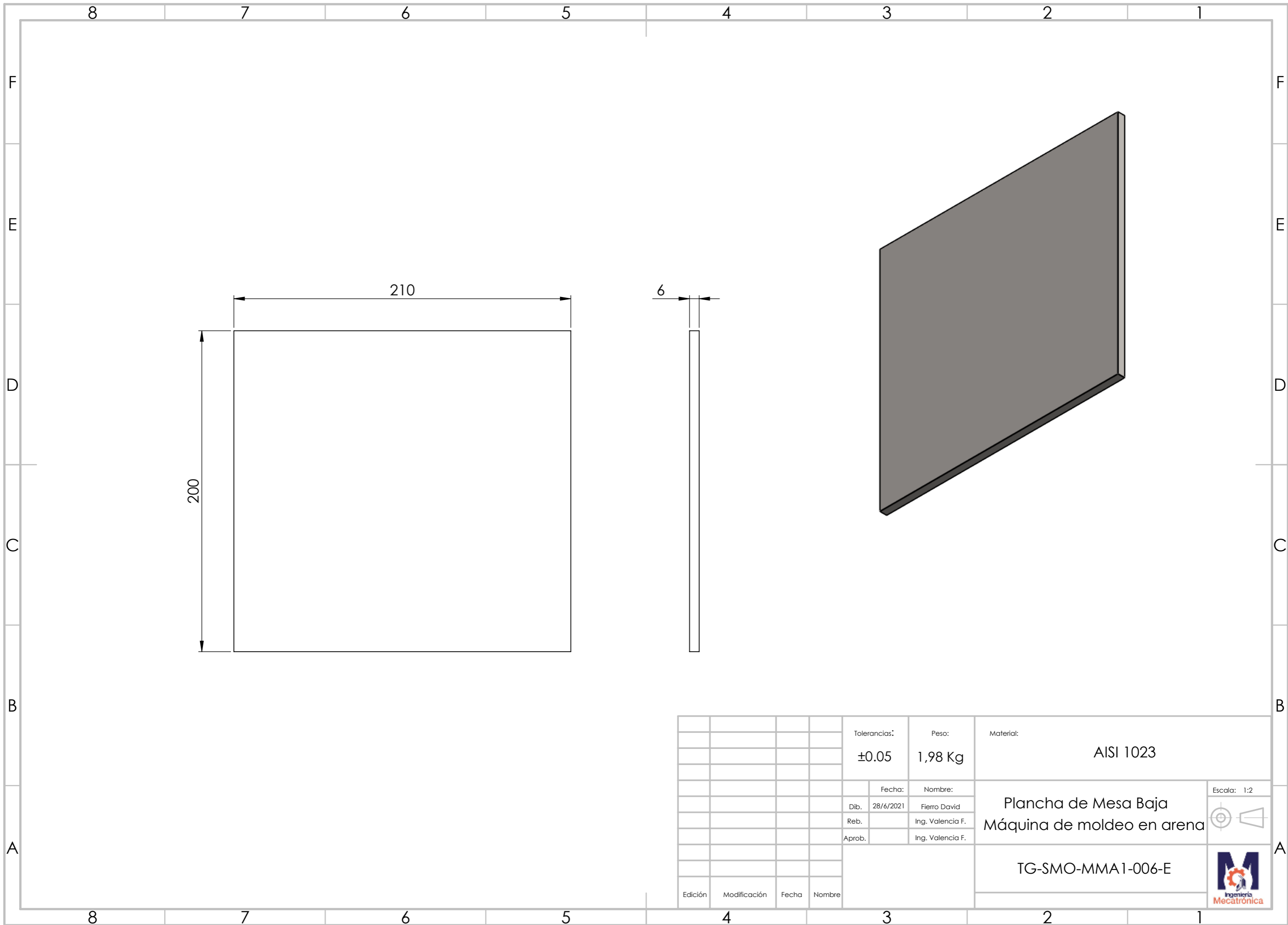
				Tolerancias:	Peso:	Material:	
				±0.05	21,923 Kg	AISI 1023	
					Fecha:	Nombre:	Escala: 1:5
				Dib. 28/6/2021	Fierro David	Plancha de mesa Máquina de moldeo en arena	
				Reb.	Ing. Valencia F.		
				Aprob.	Ing. Valencia F.		
						TG-SMO-MMA1-006-C	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



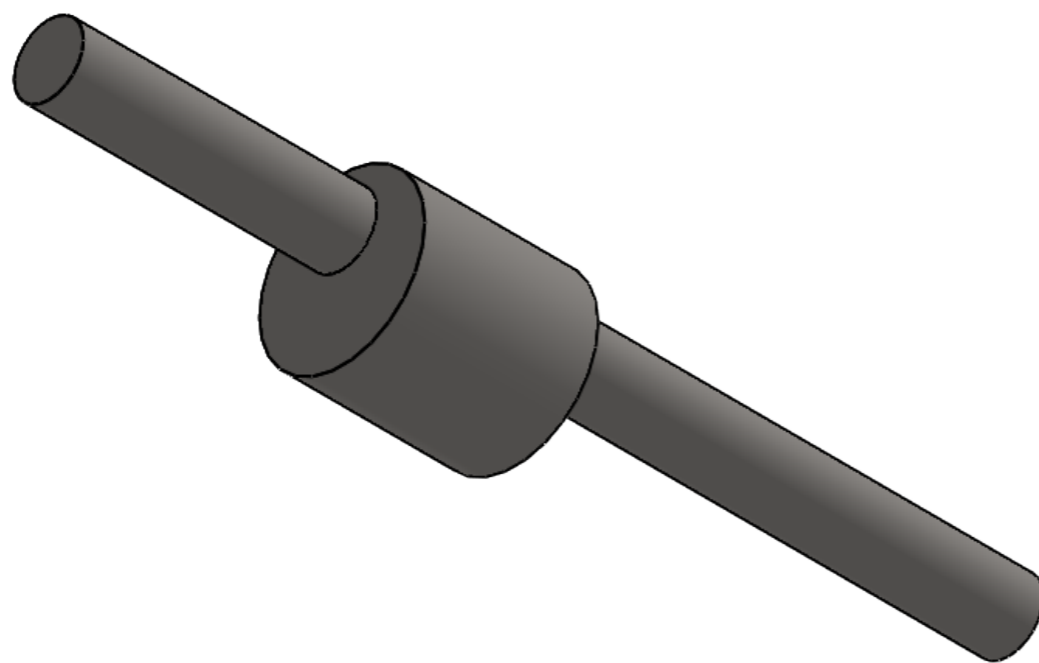
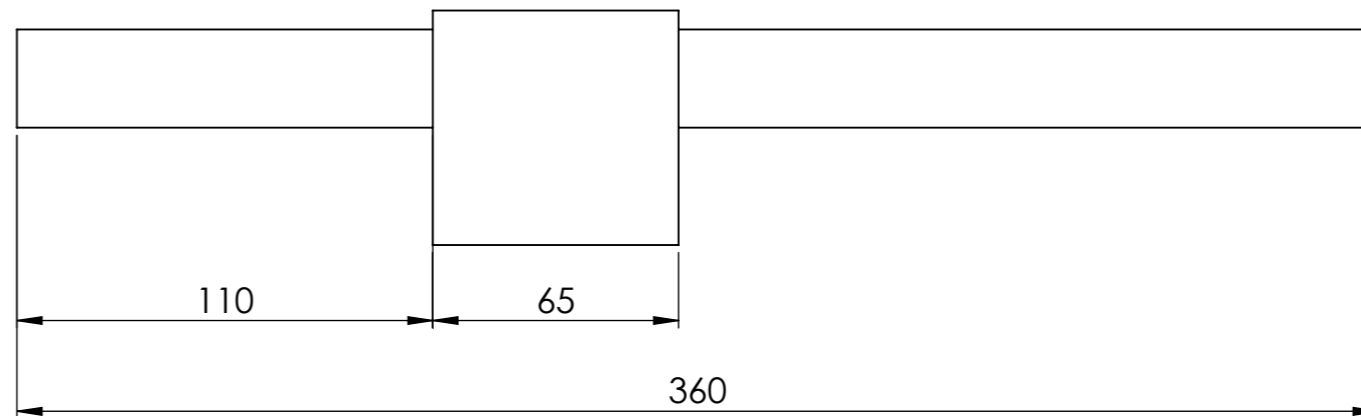
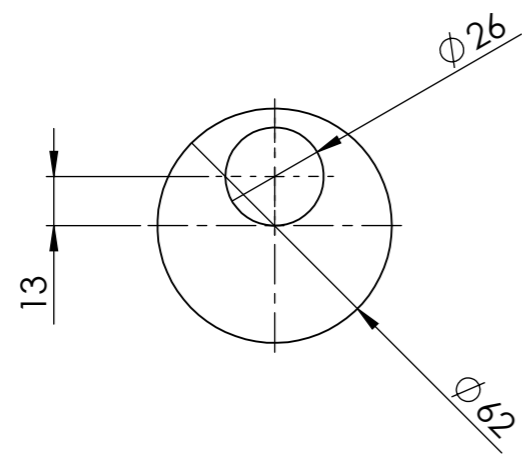
2	2	ÁNGULO 2"X2"X0.125"	193.65
1	4	ÁNGULO 2"X2"X0.125"	170
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		2,61 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Mesa Inferior Máquina de moldeo en arena
Dib.	28/6/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre
			TG-SMO-MMA1-006-D

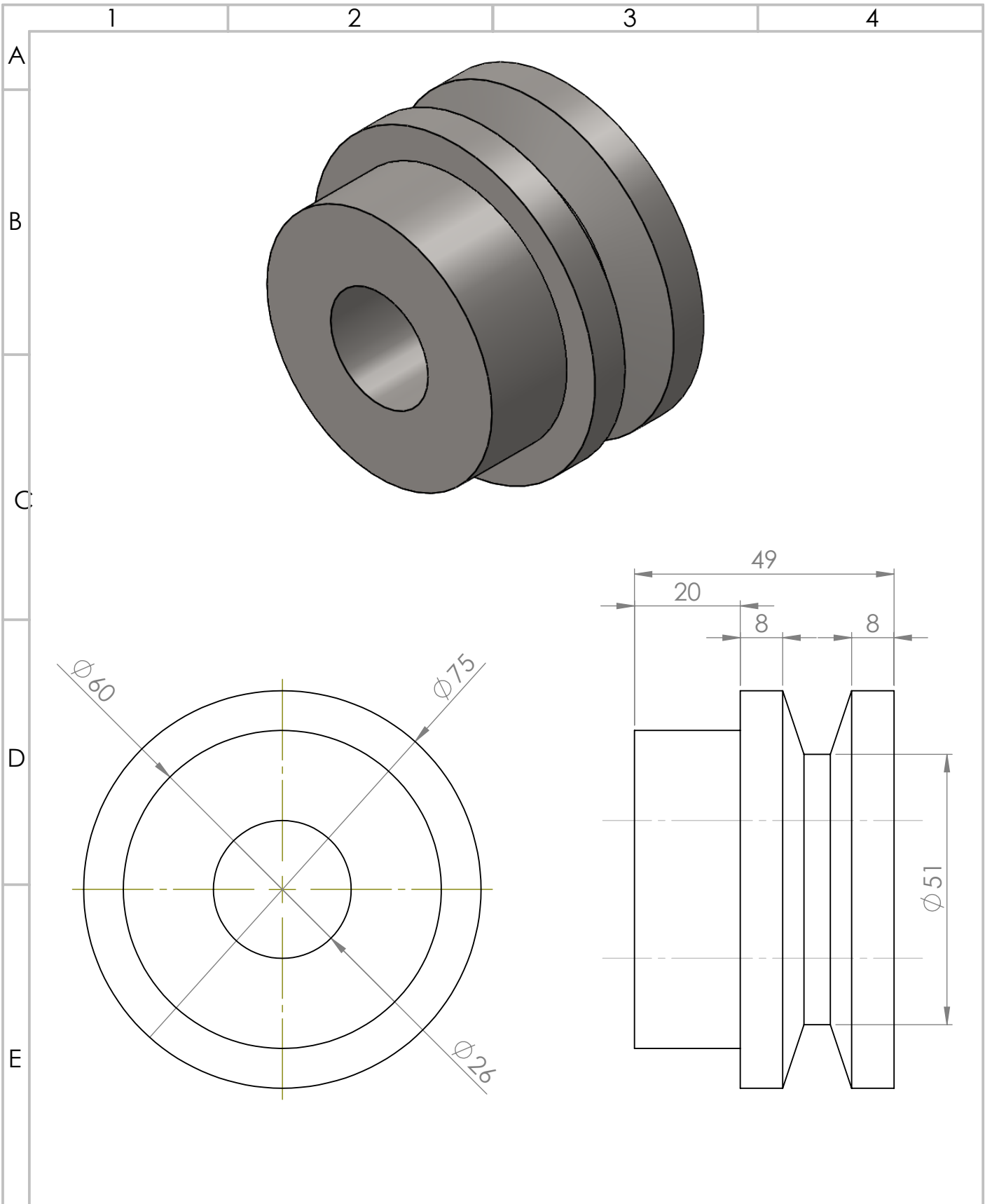
Escala: 1:2



Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		1,98 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Plancha de Mesa Baja Máquina de moldeo en arena Escala: 1:2
Dib.	28/6/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	
TG-SMO-MMA1-006-E			
Edición	Modificación	Fecha	



				Tolerancias:	Peso:	Material:	
				± 0.05	2,772 Kg	AISI 1023	
					Fecha:	Nombre:	Eje excéntrico Máquina de moldeo en arena
				Dib.	28/6/2021	Fierro David	
				Reb.		Ing. Valencia F.	
				Aprob.		Ing. Valencia F.	Escala: 1:2
							TG-SMO-MMA1-006-F
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias:	Peso:	Material	
				± 0.05	1,073 Kg	AISI 1023	
				Fecha:	Nombre:	Polea Máquina de moldeo en arena Escala: 1:1	
				Dib. 29/7/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
						TG-SMO-MMA1-006-G	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

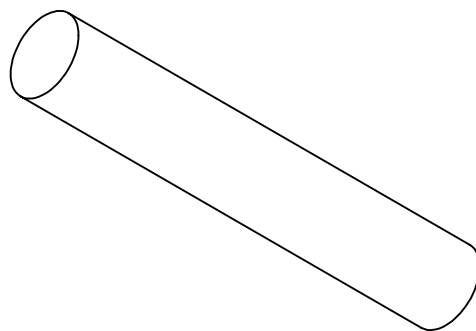
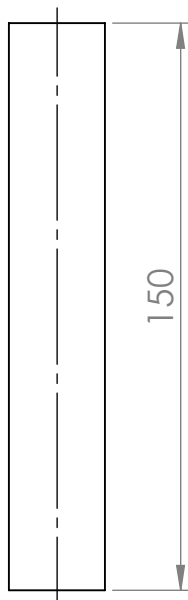
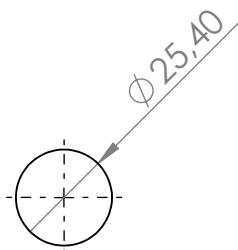
A

B

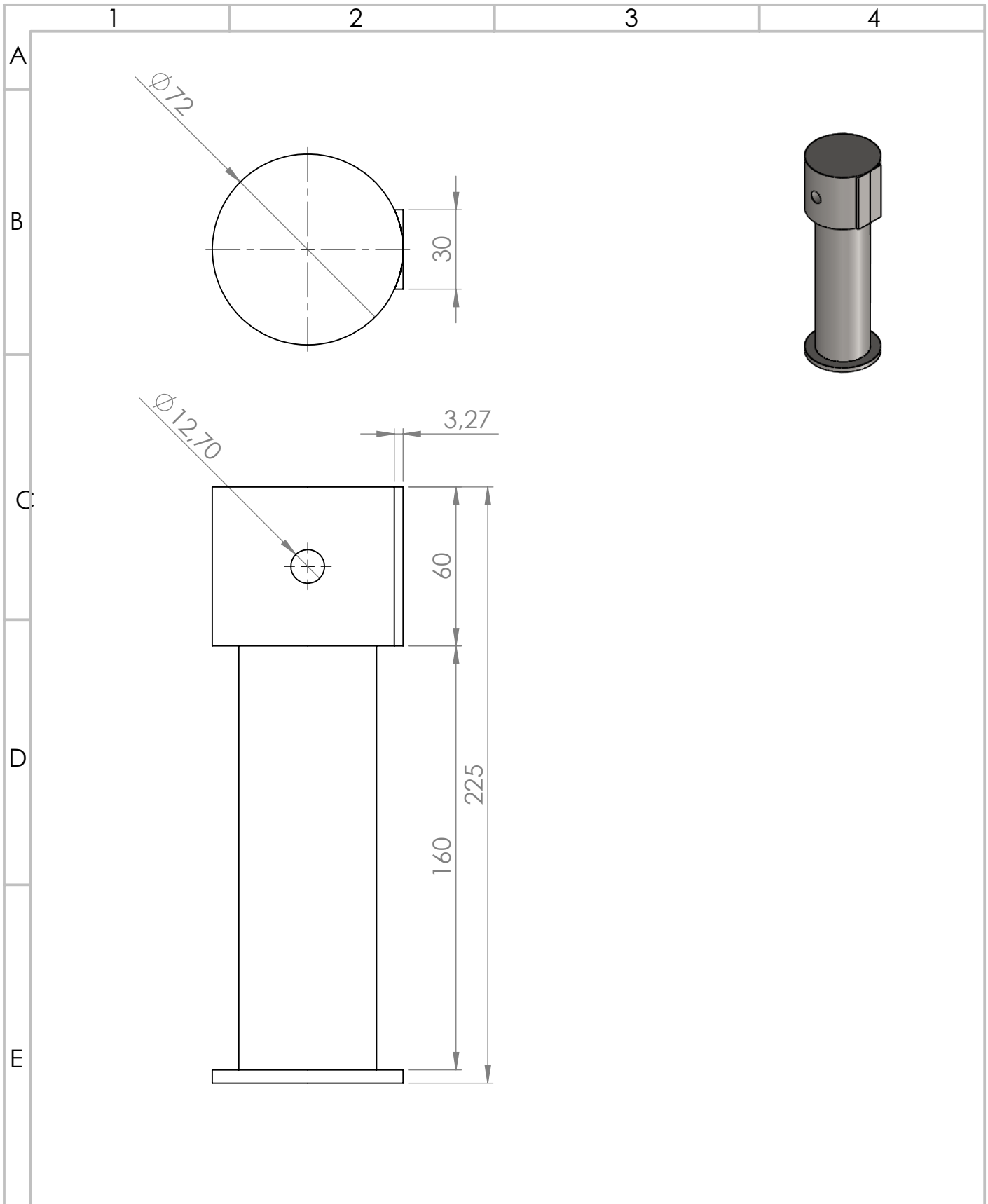
C

D

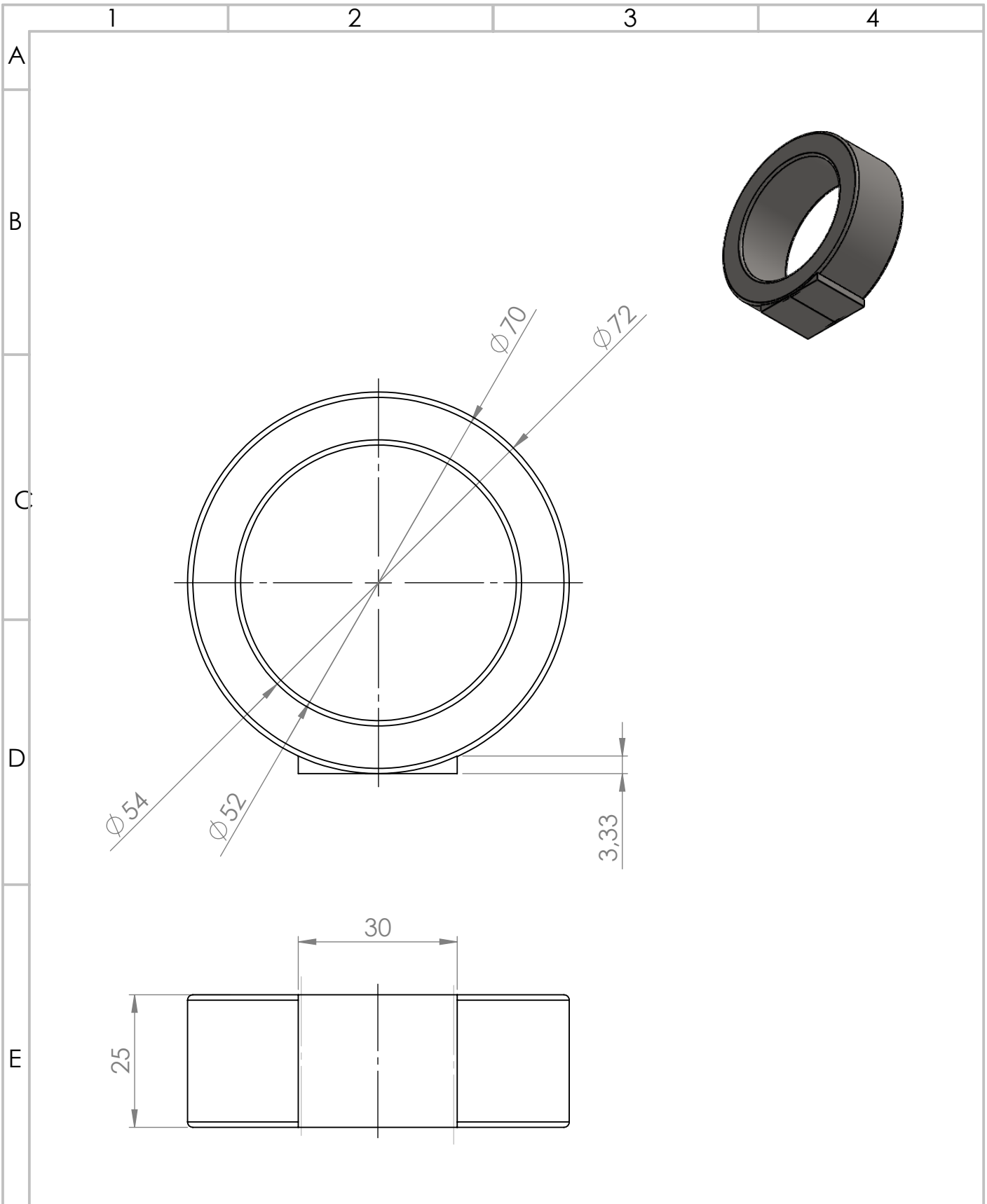
E



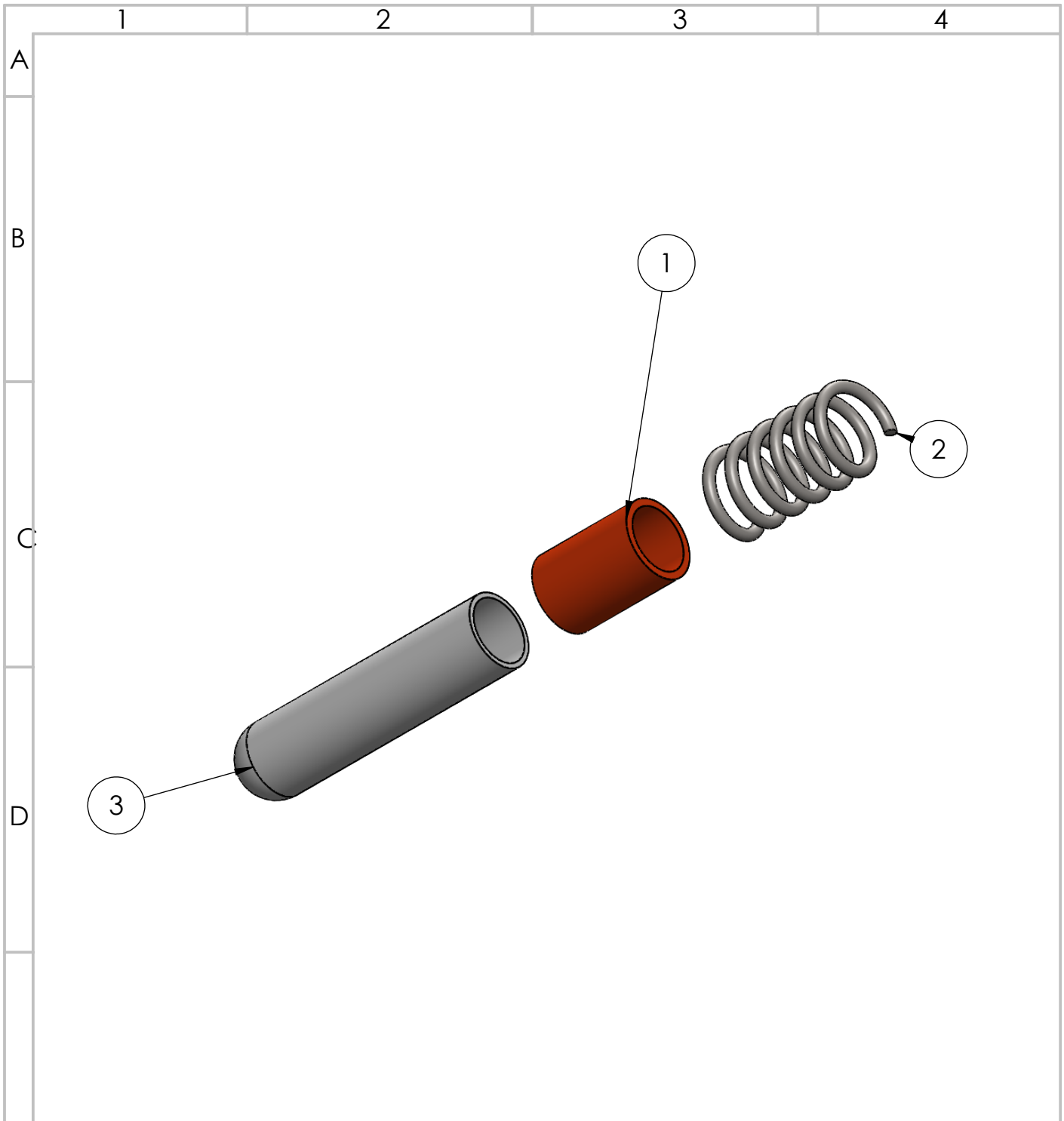
				Tolerancias:	Peso:	Material		
				±0.05	600,45 g	AISI 1023		
				Fecha:	Nombre:	Eje	Escala: 1:2	
				Dib. 29/7/2021	Fierro David		Máquina de moldeo en arena	
				Reb.	Ing. Fernando V			
				Aprob.	Ing. Fernando V			
						TG-SMO-MMA1-006-H		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancias: ±0.05	Peso: 4,52 Kg	Material AISI 1023
				Fecha: 29/6/2021	Nombre: Fierro David	Base de Bisagra Máquina de moldeo en arena
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
						TG-SMO-MMA1-007
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			

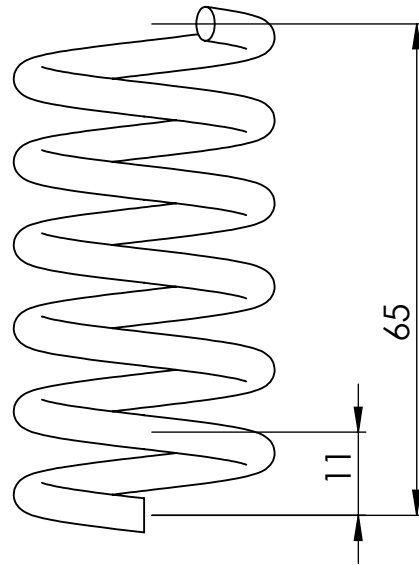
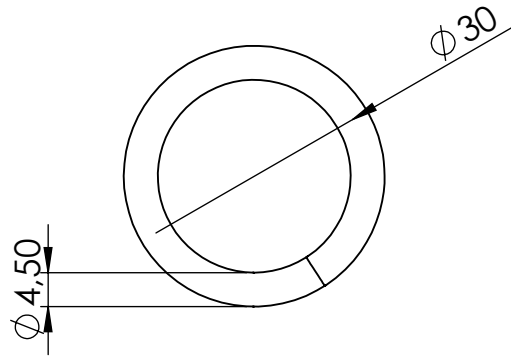
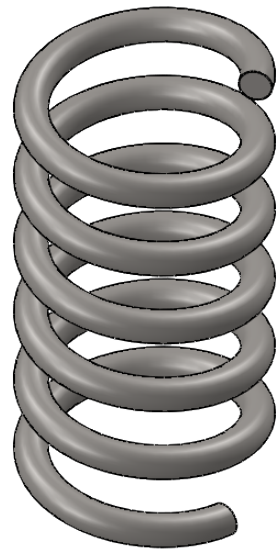


				Tolerancias: ± 0.05	Peso: 387 g	Material AISI 1023
				Fecha: 29/7/2021	Nombre: Fierro David	Anillo de bisagra Máquina de moldeo en arena
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
				TG-SMO-MMA1-008		Escala: 1:1
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			



3	TG_BASE_HUECA	TG-SMO-MMA1-009-D	1
2	TG_RESORTE	TG-SMO-MMA1-009-B	1
1	TG_TUBO	TG-SMO-MMA1-009-C	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

				Tolerancias:	Peso:	Material		
				±0.05	1,073 Kg	AISI 1023		
				Fecha:	Nombre:	Escala: 1:2 		
				Dib. 6/9/2021	Fierro David			
				Reb.	Ing. Fernando V			
				Aprob.	Ing. Fernando V			
						Ensamble resorte		
						Máquina de moldeo en arena		
						TG-SMO-MMA1-009-A		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancias: ± 0.05	Peso: 60,69 g	Material AISI 1023	
				Fecha: 30/6/2021	Nombre: Fierro David	Resorte Máquina de moldeo en arena	Escala: 1:1
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
				TG-SMO-MMA1-009-B			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

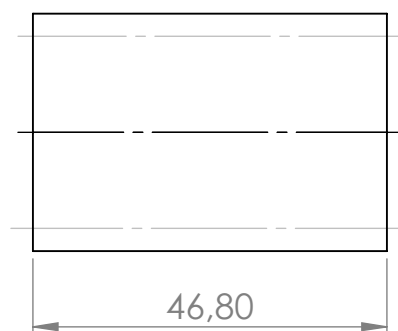
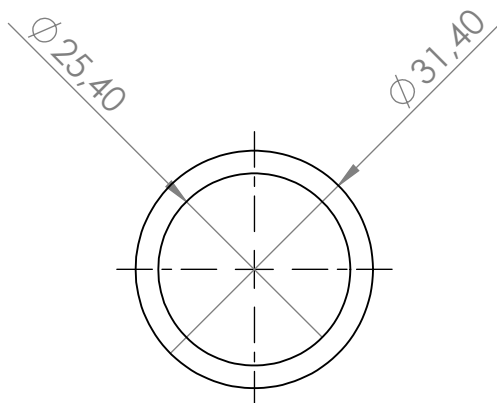
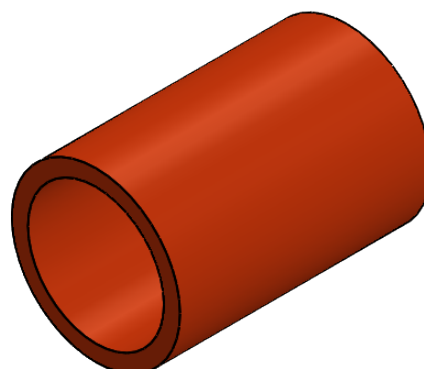
A

B

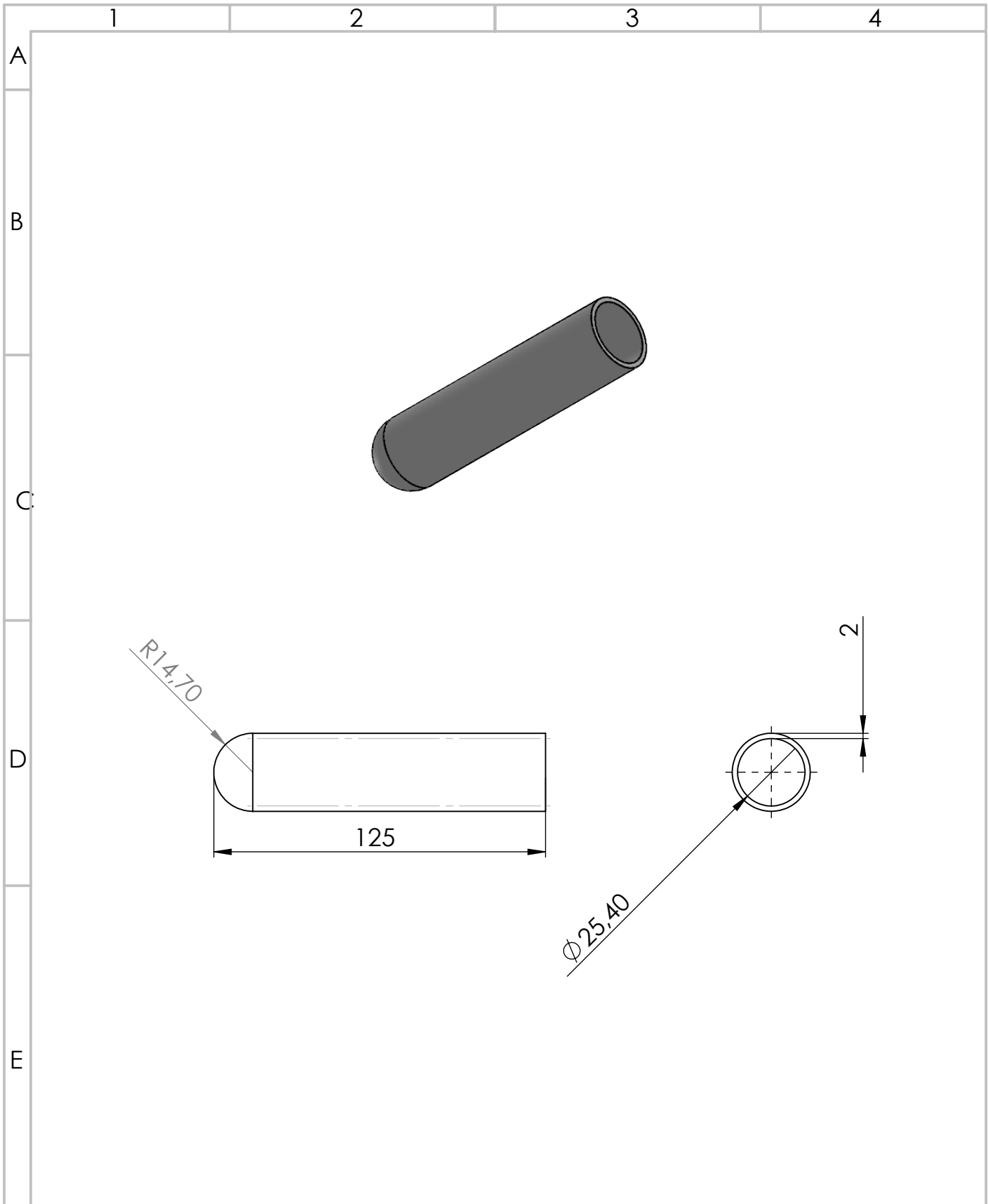
C

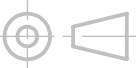

D

E

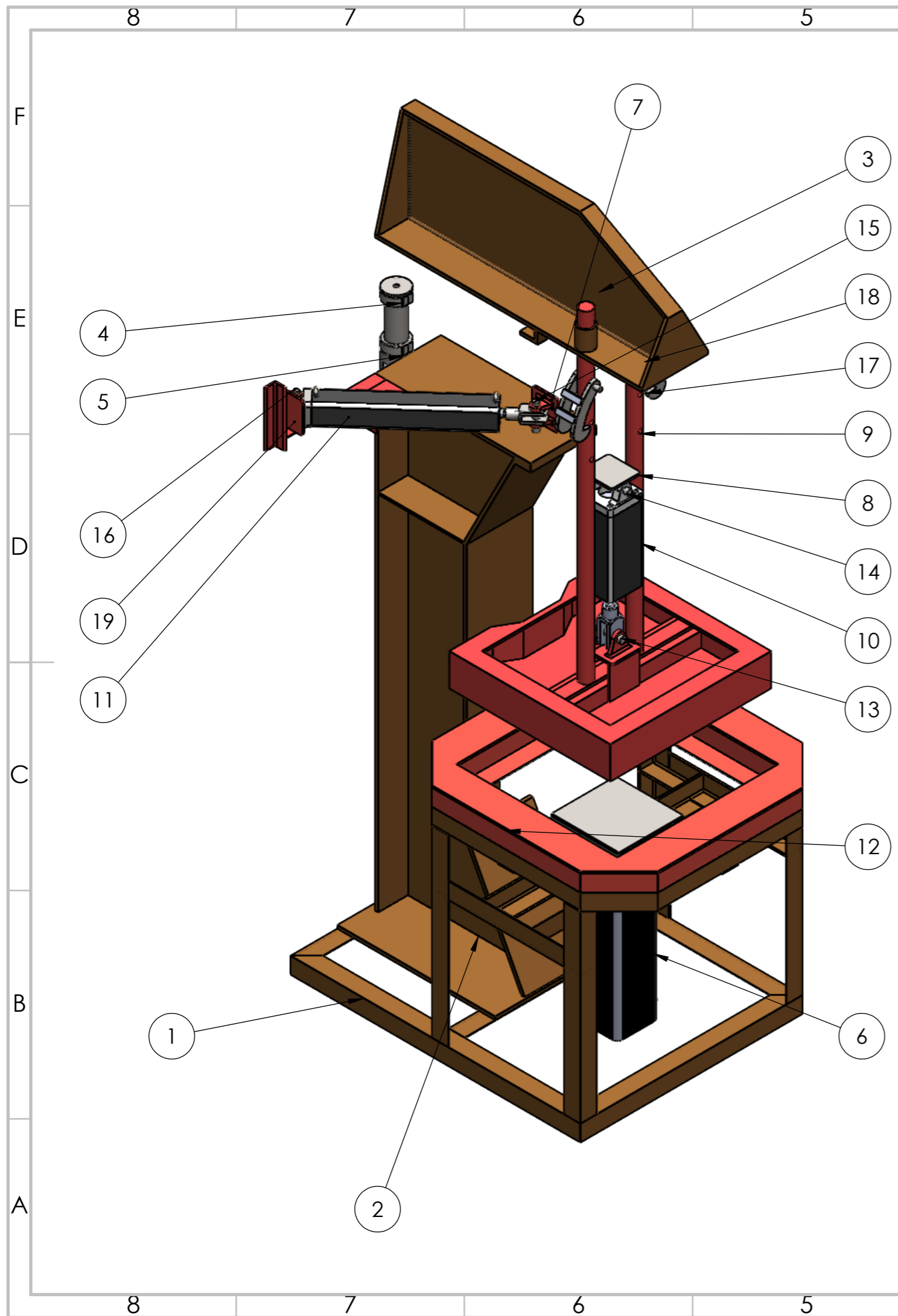


				Tolerancias:	Peso:	Material	
				±0.05	90,8 g	AISI 1023	
					Fecha:	Nombre:	Escala: 1:1
				Dib.	29/7/2021	Fierro David	
				Reb.		Ing. Fernando V	
				Aprob.		Ing. Fernando V	
						Tubo	
						Máquina de moldeo en arena	
						TG-SMO-MMA1-009-C	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias: ± 0.05	Peso: 168,6 g	Material AISI 1023
				Fecha: 29/7/2021	Nombre: Fierro David	Base hueca Máquina de moldeo en arena
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
						TG-SMO-MMA1-009-D
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			 

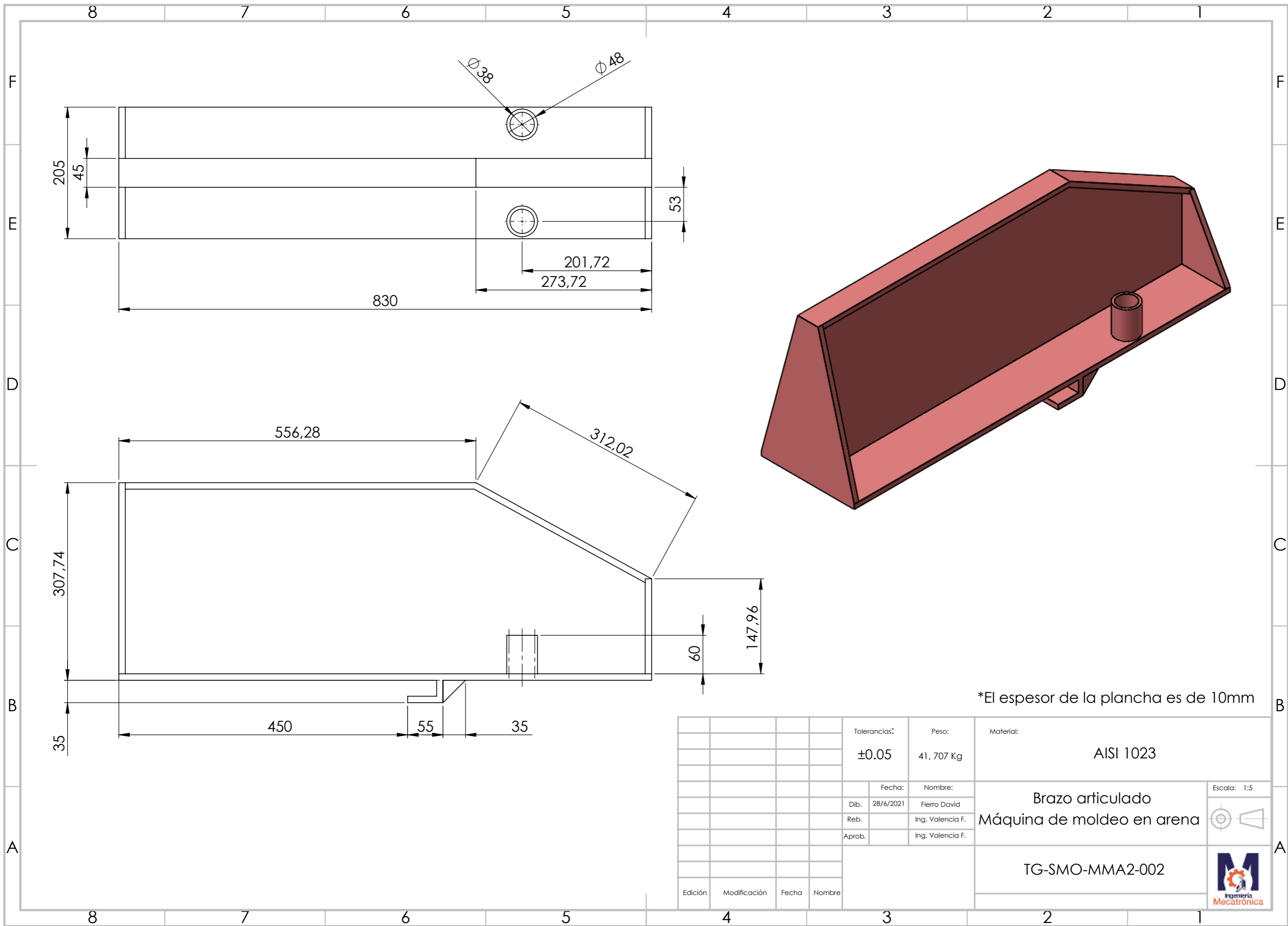
ANEXOS B: PLANOS MECÁNICOS DE REDISEÑO



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
20	TG_Base_Cilindro_BA	TG-SMO-MMA2-018	1
19	TG_Orquilla_Superior_BA	TG-SMO-MMA2-010	1
18	TG_Eje_Seguro de Máquina	TG-SMO-MMA2-017	2
17	TG_Seguro_de máquina	TG-SMO-MMA2-014	4
16	TG_Eje_Orquilla_Superior_BA	TG-SMO-MMA2-011	1
15	TG_Eje_Horquilla_Inferior_BA	TG-SMO-MMA2-013	1
14	TG_Eje_Orquilla_superior_CP	TG-SMO-MMA2-008	1
13	TG_Eje_Horquilla_Inferior_CP	TG-SMO-MMA2-009	1
12	TG_Mesa_de_Trabajo	TG-SMO-MMA2-006	1
11	TG_Cilindro_Neumático_3		1
10	TG_Cilindro_Neumático_2		1
9	TG_Cuadro de Presión	TG-SMO-MMA2-005	1
8	TG_Orquilla_Superior_CP	TG-SMO-MMA2-007	1
7	TG_Horquilla_Inferior_BA	TG-SMO-MMA2-012	1
6	TG_Cilindro_Neumático_1		1
5	TG_Base_Bisagra	TG-SMO-MMA2-016	1
4	TG-Anillo_Bisagra	TG-SMO-MMA2-015	2
3	TG_Brazo_Articulado	TG-SMO-MMA2-002	1
2	TG_Viga_de máquina	TG-SMO-MMA2-003	1
1	TG_Base_Estructural	TG-SMO-MMA2-004	1

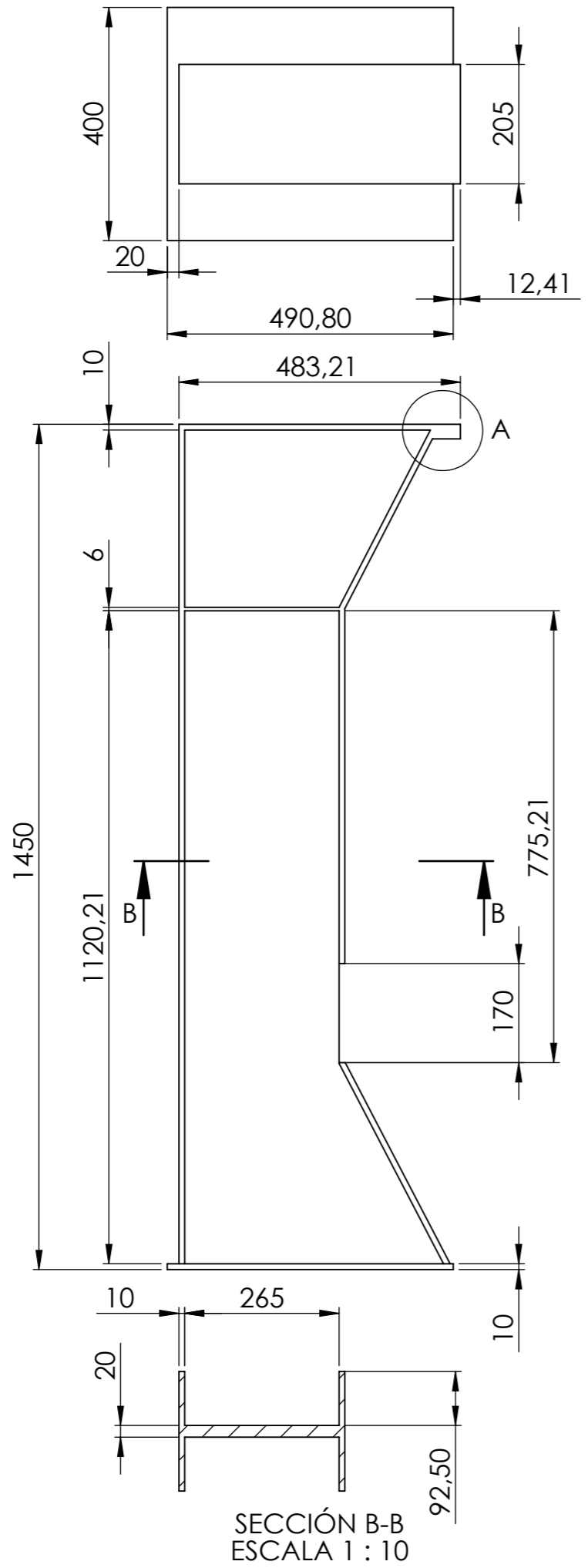
Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05			
Fecha:	Nombre:	Ensamble MMA Máquina de moldeo en arena TG-SMO-MMA2-001	
Dib. 24/7/2021	Fierro David		
Reb.	Ing. Valencia F.		
Aprob.	Ing. Valencia F.		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre
Sustituye a:			TG-SMO-MMA1-001

Escala: 1:5

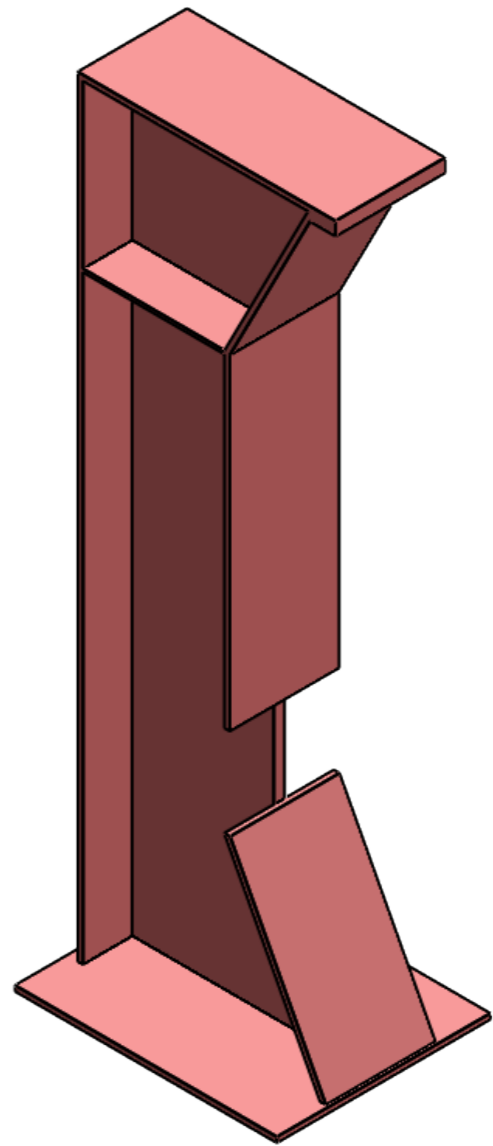
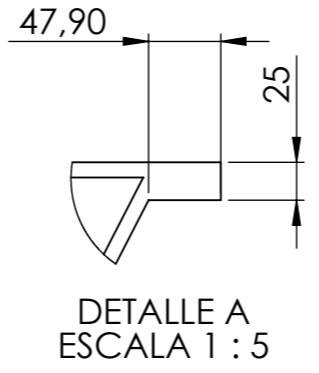


*El espesor de la plancha es de 10mm

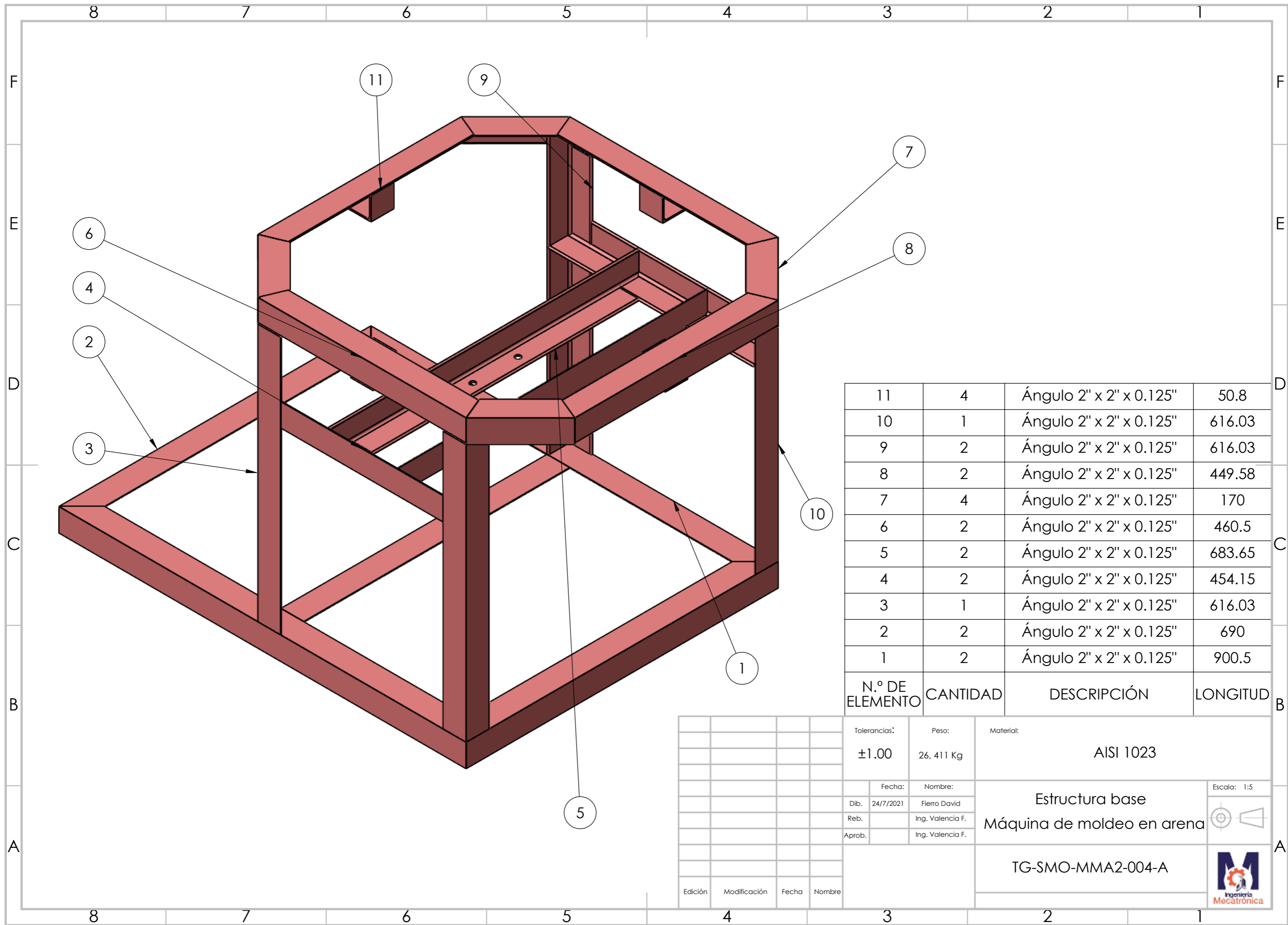
Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		41,707 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Brazo articulado Máquina de moldeo en arena
Dib.	28/6/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	Escala: 1:5
TG-SMO-MMA2-002			
Edición	Modificación	Fecha	



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 10

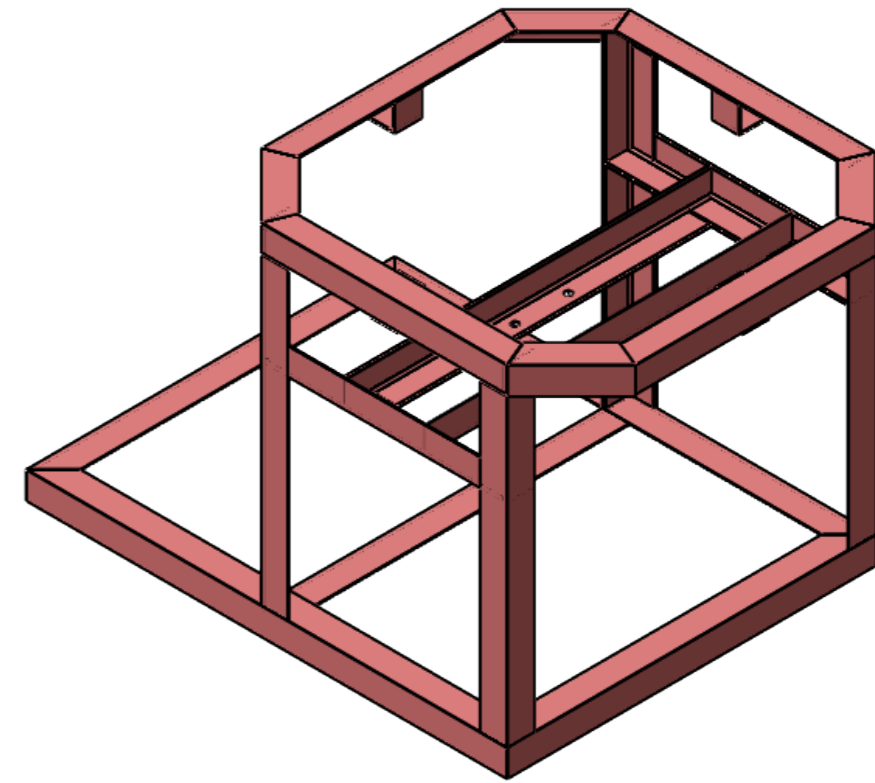
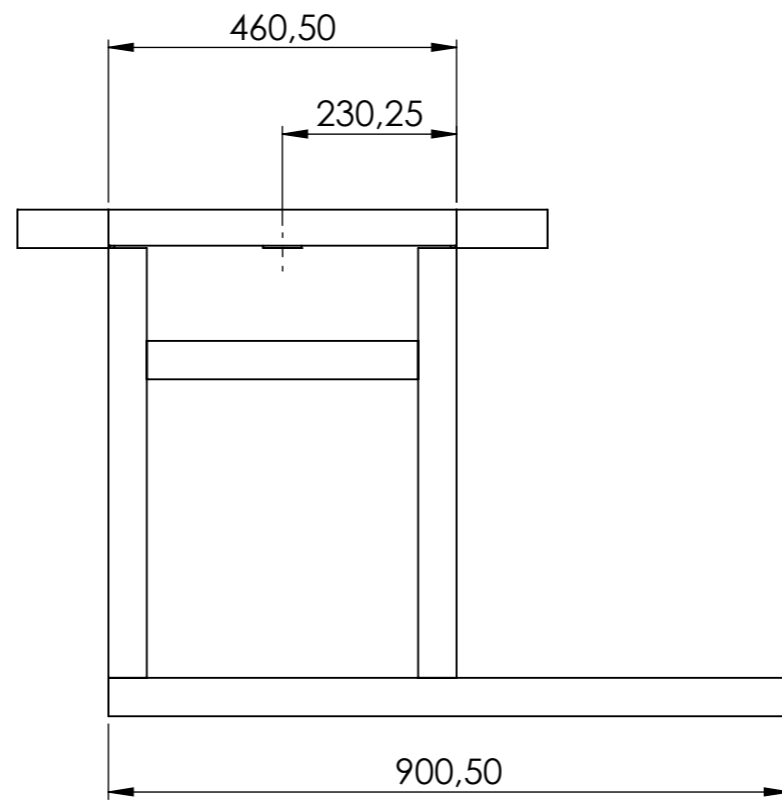
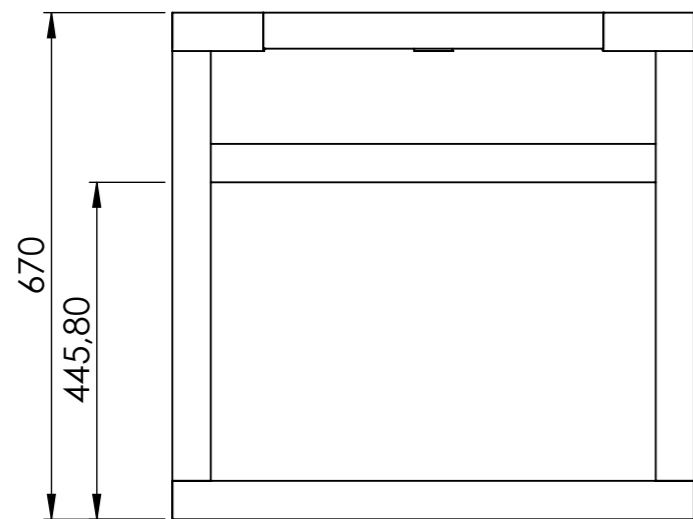
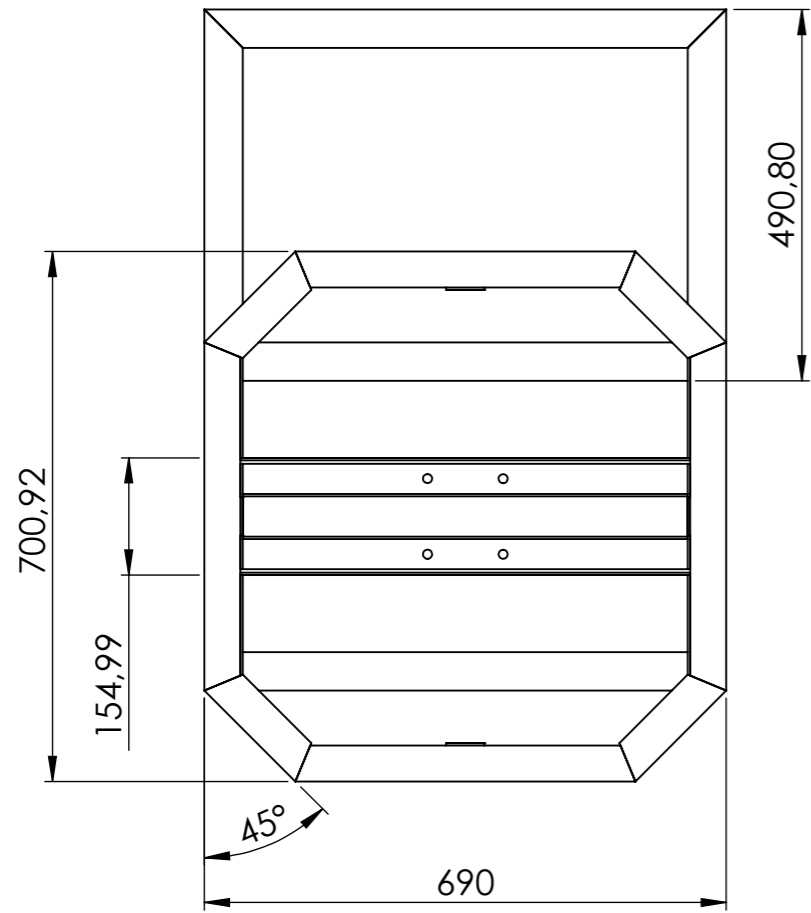


				Tolerancias:	Peso:	Material:	
				±0.05	138,964 Kg	AISI 1023	
					Fecha:	Nombre:	Escala: 1:10
				Dib. 24/7/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Valencia F.	Viga	
				Aprob.	Ing. Valencia F.	Máquina de moldeo en arena	
						TG-SMO-MMA2-003	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

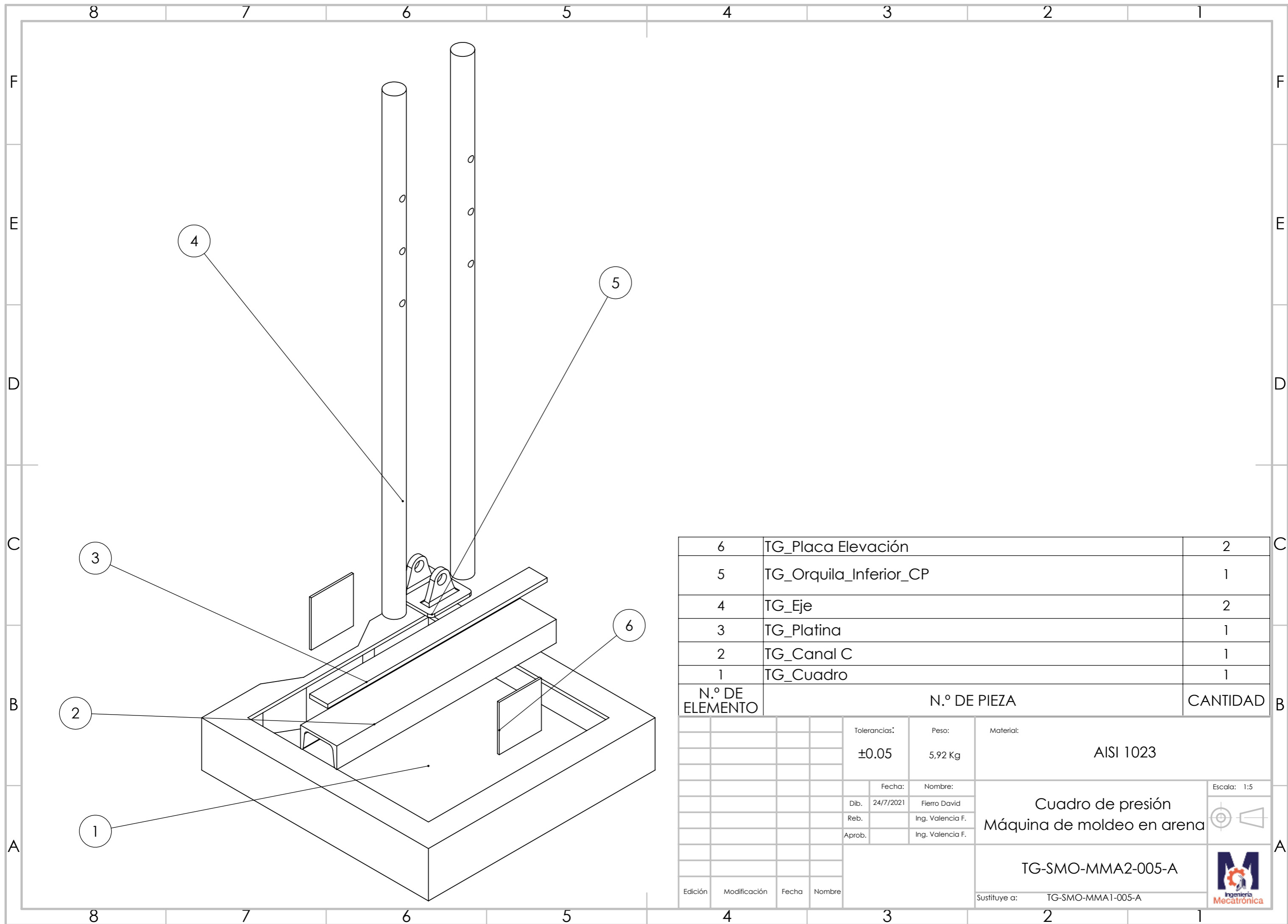


11	4	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	50.8
10	1	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	616.03
9	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	616.03
8	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	449.58
7	4	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	170
6	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	460.5
5	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	683.65
4	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	454.15
3	1	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	616.03
2	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	690
1	2	Ángulo 2" x 2" x 0.125"	900.5
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

Tolerancias:		Peso:	Material:
±1.00		26,411 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Estructura base Máquina de moldeo en arena
Dib.	24/7/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	Escala: 1:5
TG-SMO-MMA2-004-A			
Edición	Modificación	Fecha	

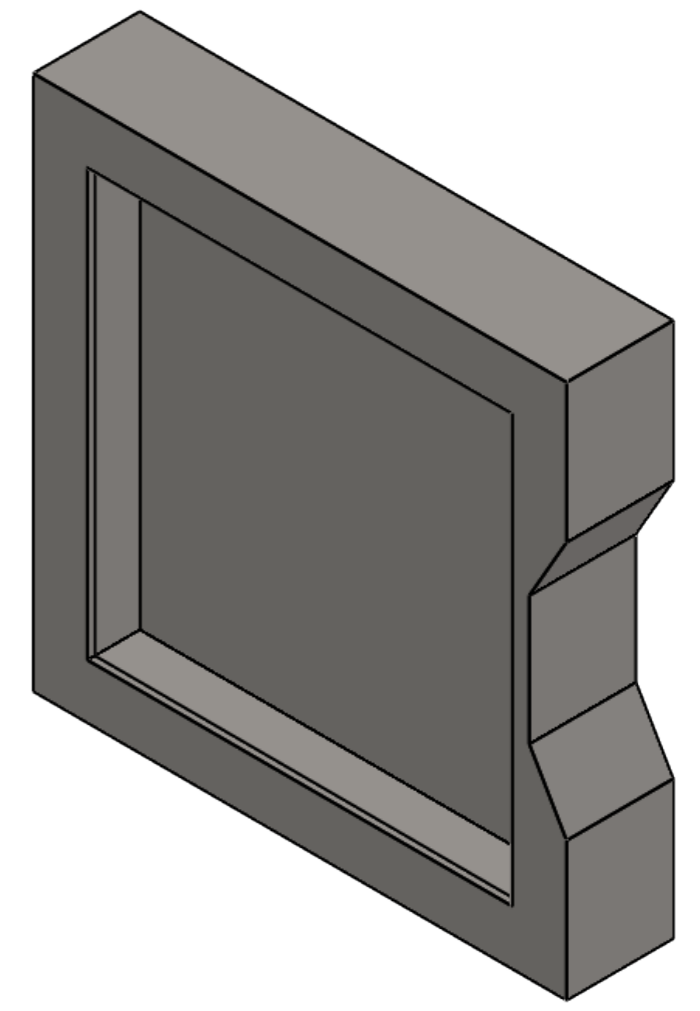
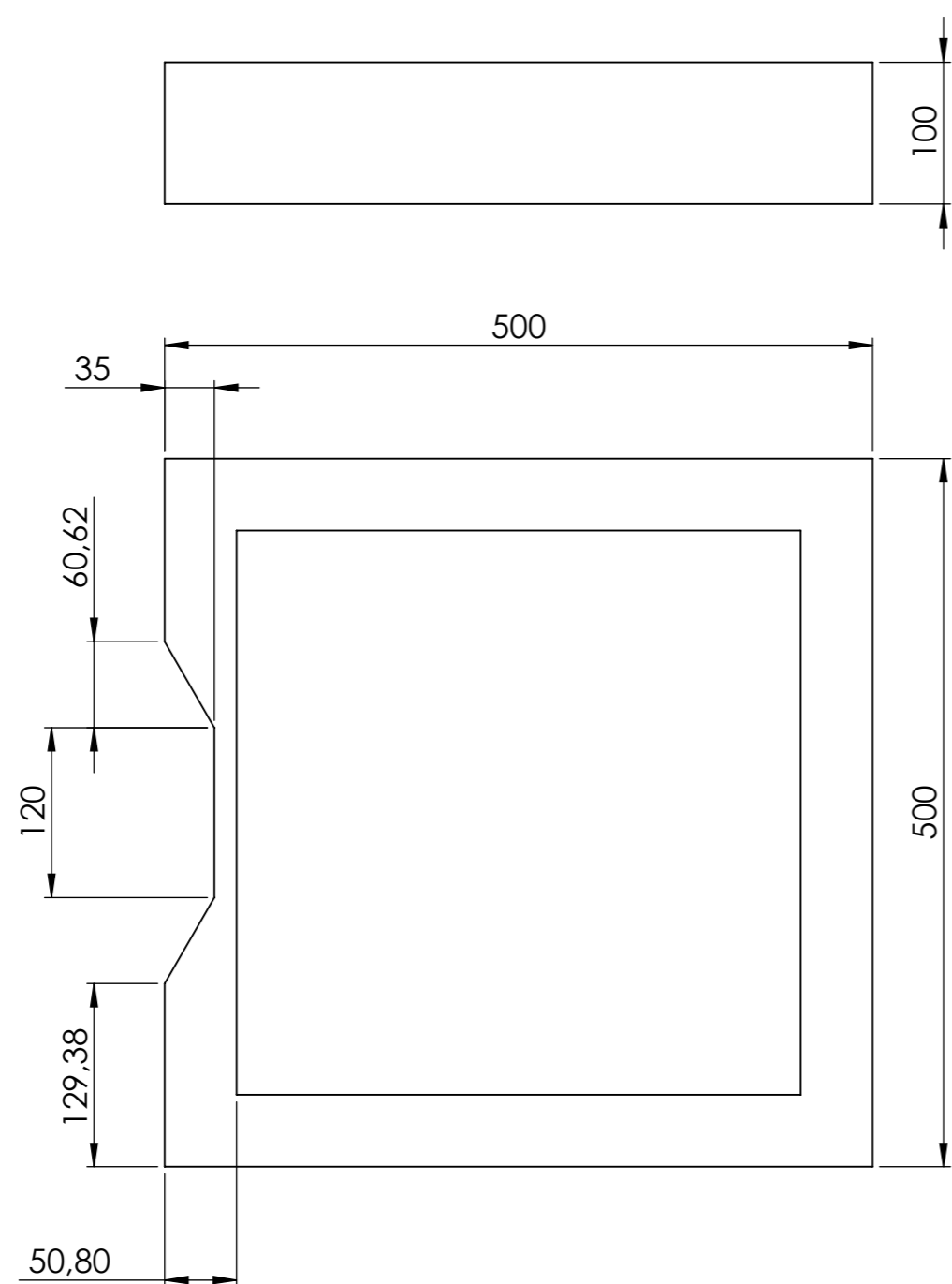


				Tolerancias:	Peso:	Material:		
				± 1.00	26,411 Kg	AISI 1023		
					Fecha:	Nombre:		
				Dib.	24/7/2021	Fierro David		
				Reb.		Ing. Valencia F.		
				Aprob.		Ing. Valencia F.		
							Escala: 1:10	
							Estructura base Máquina de moldeo en arena	
							TG-SMO-MMA2-004-B	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					






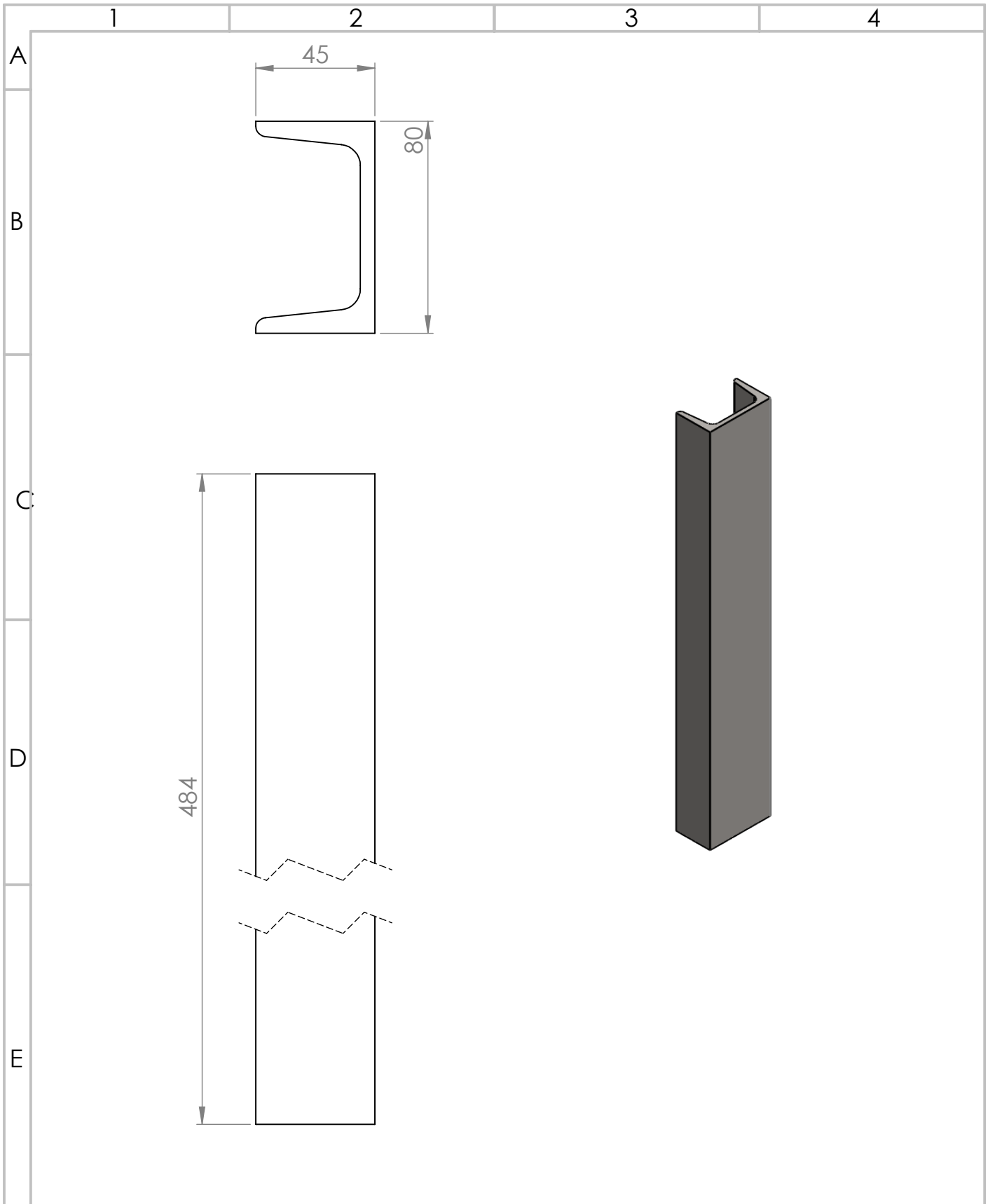
6	TG_Placa Elevación	2
5	TG_Orquilla_Inferior_CP	1
4	TG_Eje	2
3	TG_Platina	1
2	TG_Canal C	1
1	TG_Cuadro	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD

Tolerancias:		Peso:	Material:
±0.05		5,92 Kg	AISI 1023
Fecha:		Nombre:	Cuadro de presión Máquina de moldeo en arena
Dib.	24/7/2021	Fierro David	
Reb.		Ing. Valencia F.	
Aprob.		Ing. Valencia F.	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre
TG-SMO-MMA2-005-A			Escala: 1:5
Sustituye a: TG-SMO-MMA1-005-A			



*Plancha de acero de 6mm

				Tolerancias:	Peso:	Material:	
				±0.05	30, 60 Kg	AISI 1023	
					Fecha:	Nombre:	
				Dib.	24/7/2021	Fierro David	
				Reb.		Ing. Valencia F.	
				Aprob.		Ing. Valencia F.	
							Escala: 1:5
							 
							<p>Marco de presión</p> <p>Máquina de moldeo en arena</p>
							
							TG-SMO-MMA2-005-B
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias:	Peso:	Material
				±0.05	3,987 Kg	AISI 1023
				Fecha:	Nombre:	Canal C - Cuadro de presión Máquina de moldeo en arena
				Dib. 24/7/2021	Fierro David	
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
						TG-SMO-MMA2-005-C
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			

1

2

3

4

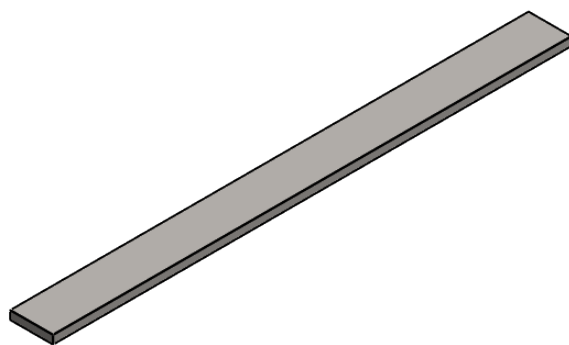
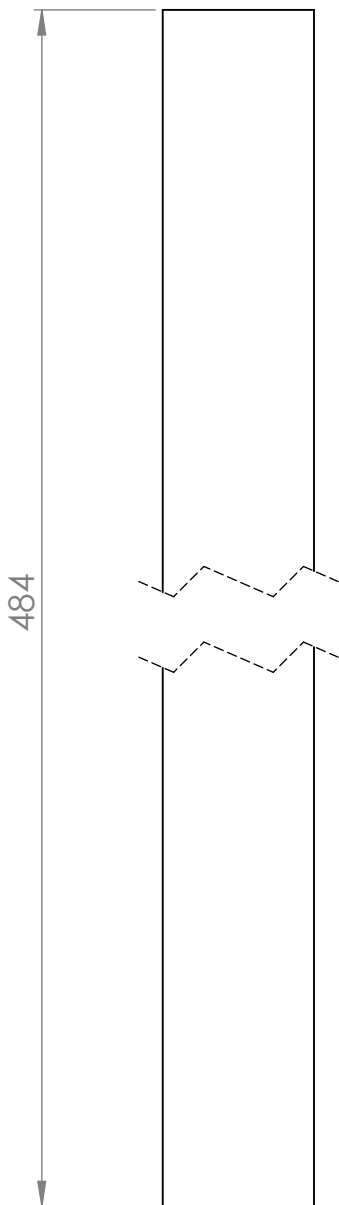
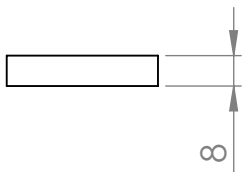
A

B

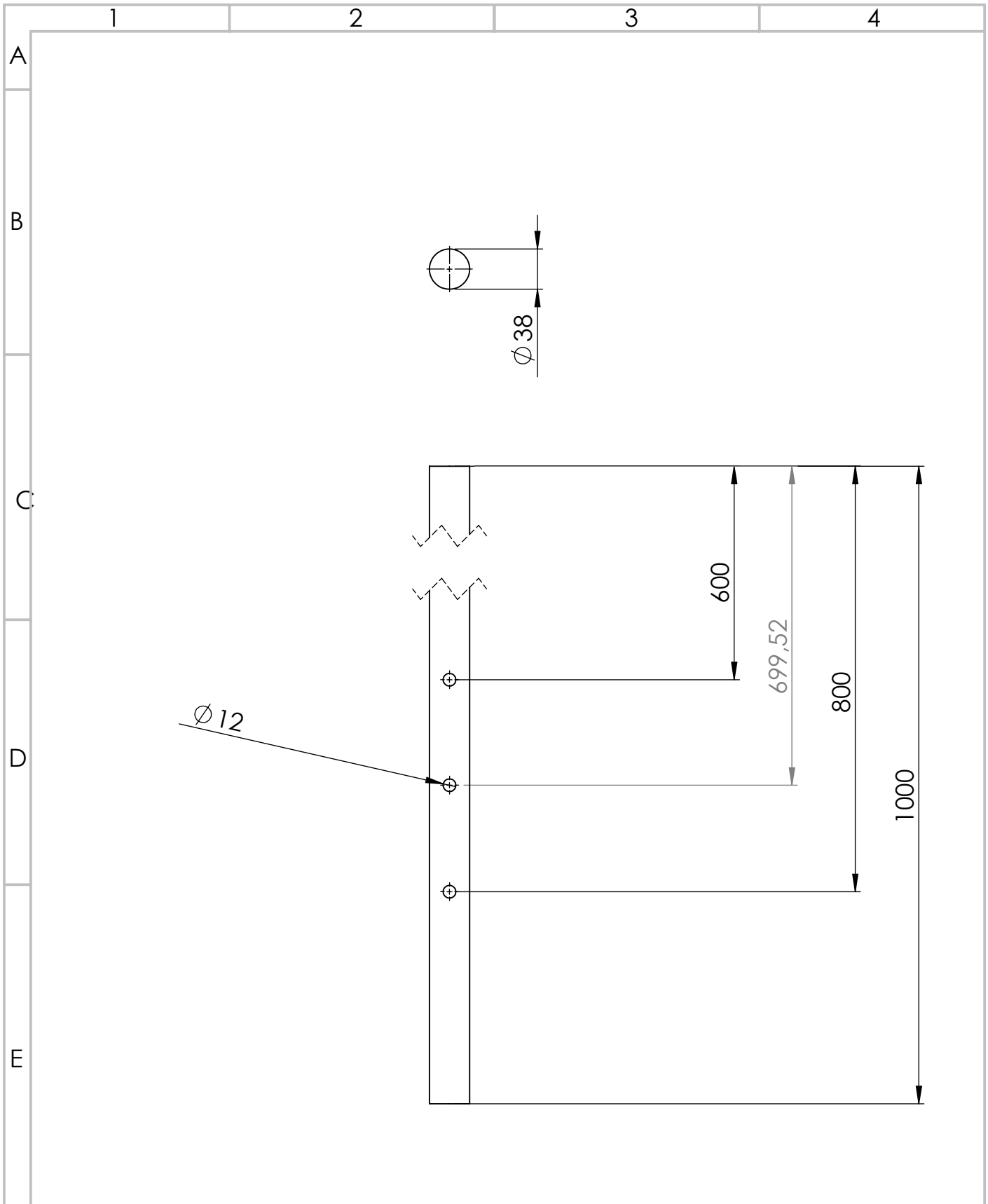
C

D

E



				Tolerancias: ±0.05	Peso: 1,21 Kg	Material AISI 1023	
							Escala: 1:2
				Fecha: Dib. 24/7/2021	Nombre: Fierro David	Platina Máquina de moldeo en arena	
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
						TG-SMO-MMA2-005-D	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias:	Peso:	Material	
				± 0.05	8,81 Kg	AISI 1023	
				Fecha:	Nombre:	Eje Máquina de moldeo en arena	Escala: 1:5
			Dib.	24/7/2021	Fierro David		
			Reb.		Ing. Fernando V		
			Aprob.		Ing. Fernando V		
						TG-SMO-MMA2-005-E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a: TG-SMO-MMA1-006-E	

1 2 3 4

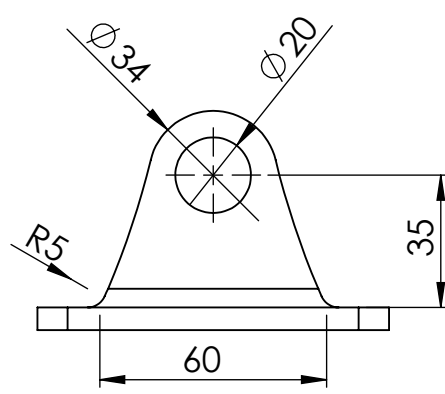
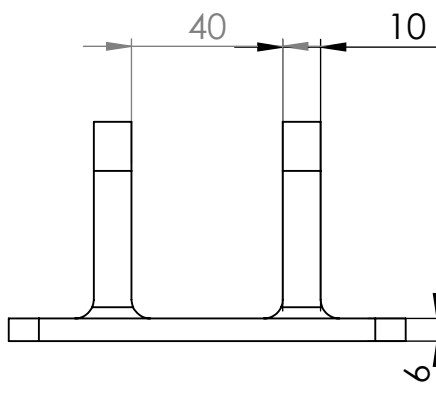
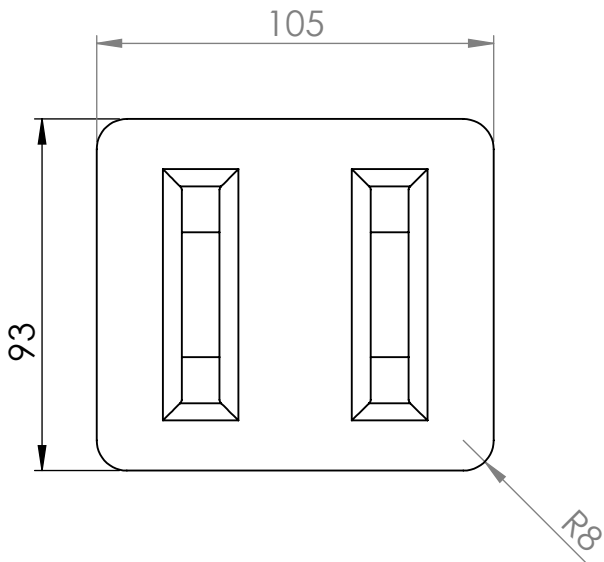
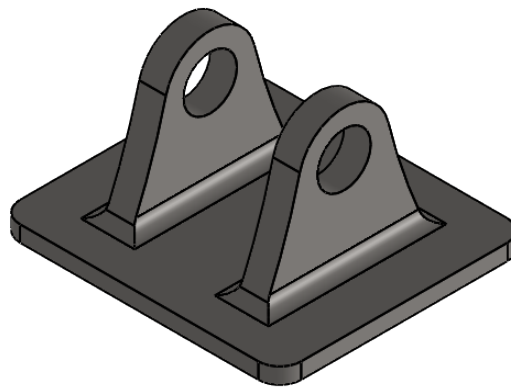
A

B

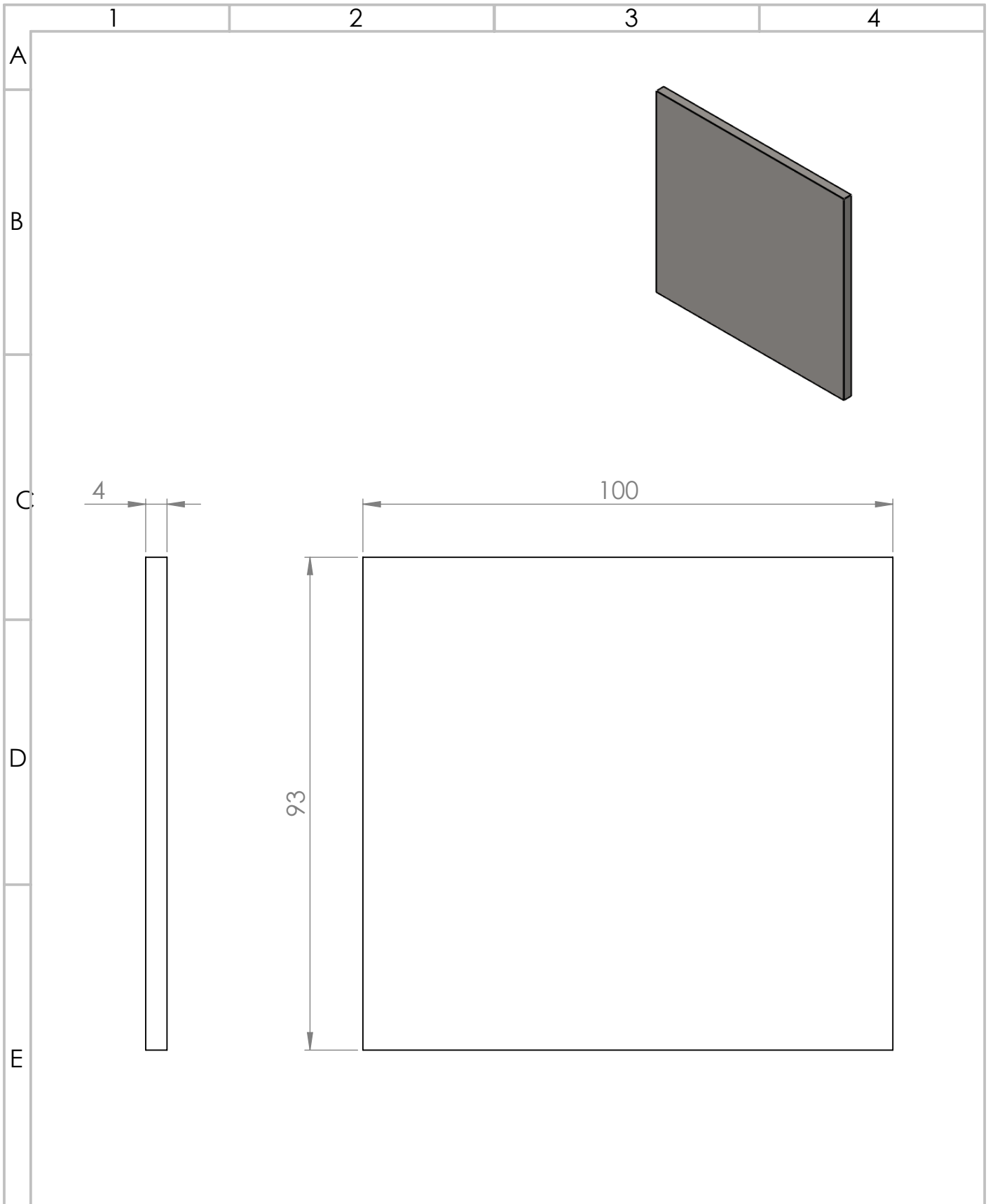
C

D

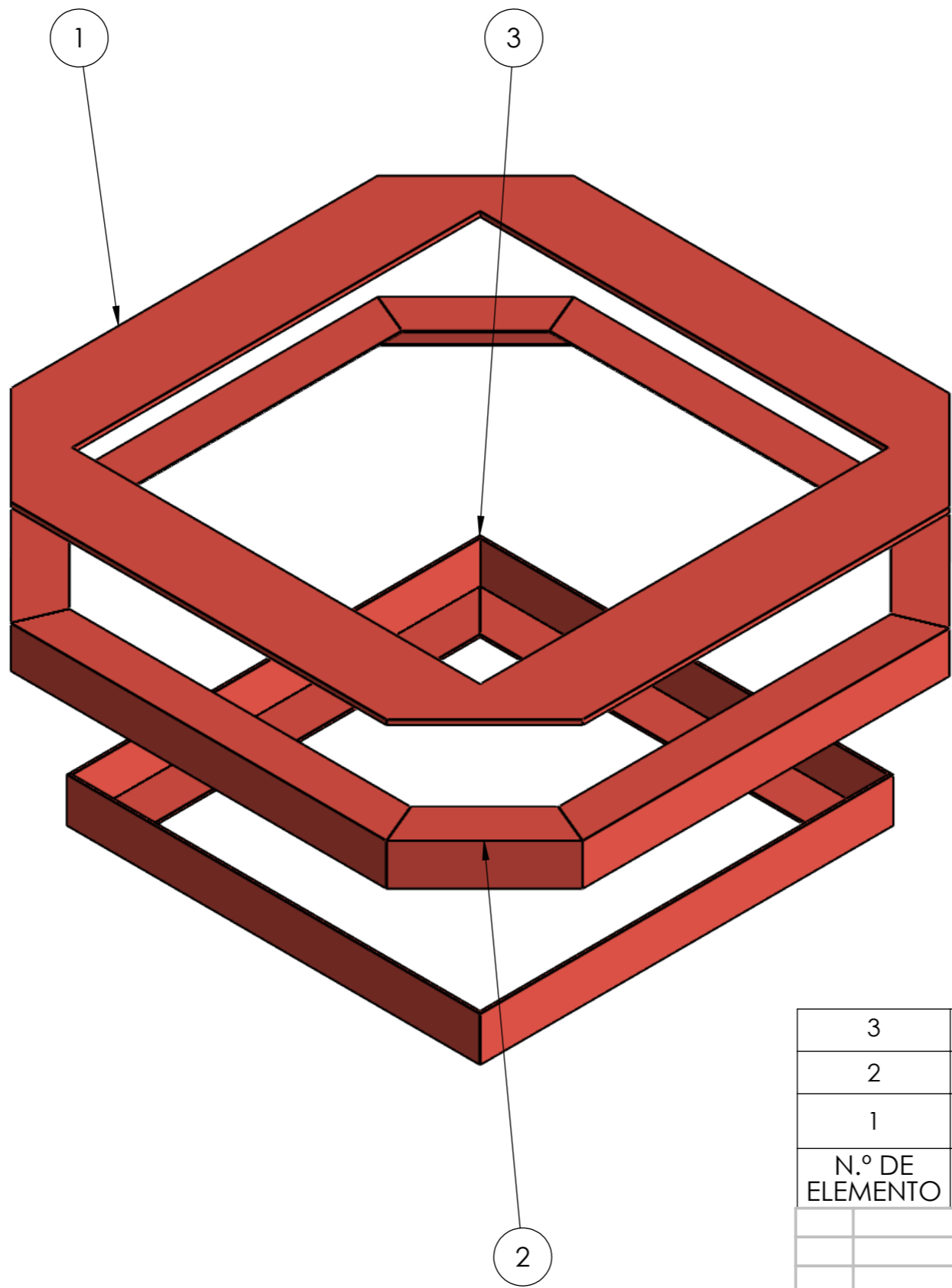
E



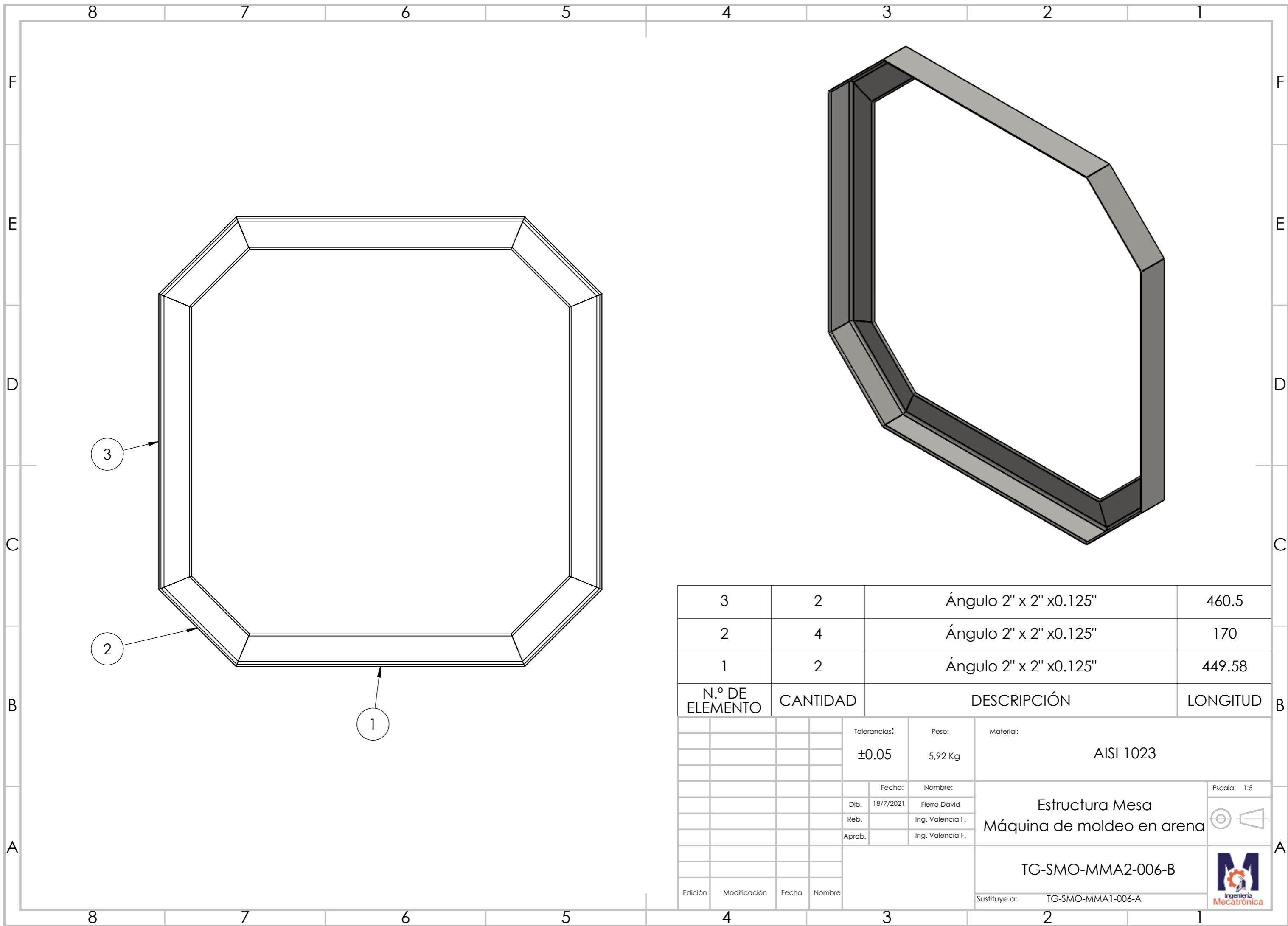
				Tolerancias:	Peso:	Material	
				±0.05	746 g	AISI 1023	
				Fecha:	Nombre:	Escala: 1:2	
				Dib. 25/7/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
						Horquilla inferior cuadro de presión	
						Máquina de moldeo en arena	
						TG-SMO-MMA2-006-F	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias:	Peso:	Material	
				±0.05	292 g	AISI 1023	
				Fecha:	Nombre:		Escala: 1:1
				Dib. 24/7/2021	Fierro David	Placa de elevación	
				Reb.	Ing. Fernando V	Máquina de moldeo en arena	
				Aprob.	Ing. Fernando V		
						TG-SMO-MMA2-006-G	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



3	TG_Caja_Mesa	1
2	TG_Estructura_Mesa	1
1	TG_Plancha_de_Mesa_Nuevo	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
	Tolerancias: ± 0.05	Peso: 20,57 Kg
	Material: AISI 1023	
	Fecha: 24/7/2021	Nombre: Fierro David
	Dib.	Ing. Valencia F.
	Reb.	Ing. Valencia F.
	Aprob.	Ing. Valencia F.
Edición	Modificación	Fecha
		Nombre
Mesa de Trabajo Máquina de moldeo en arena		Escala: 1:5
TG-SMO-MMA2-006-A		
Sustituye a: TG-SMO-MMA1-006-A		

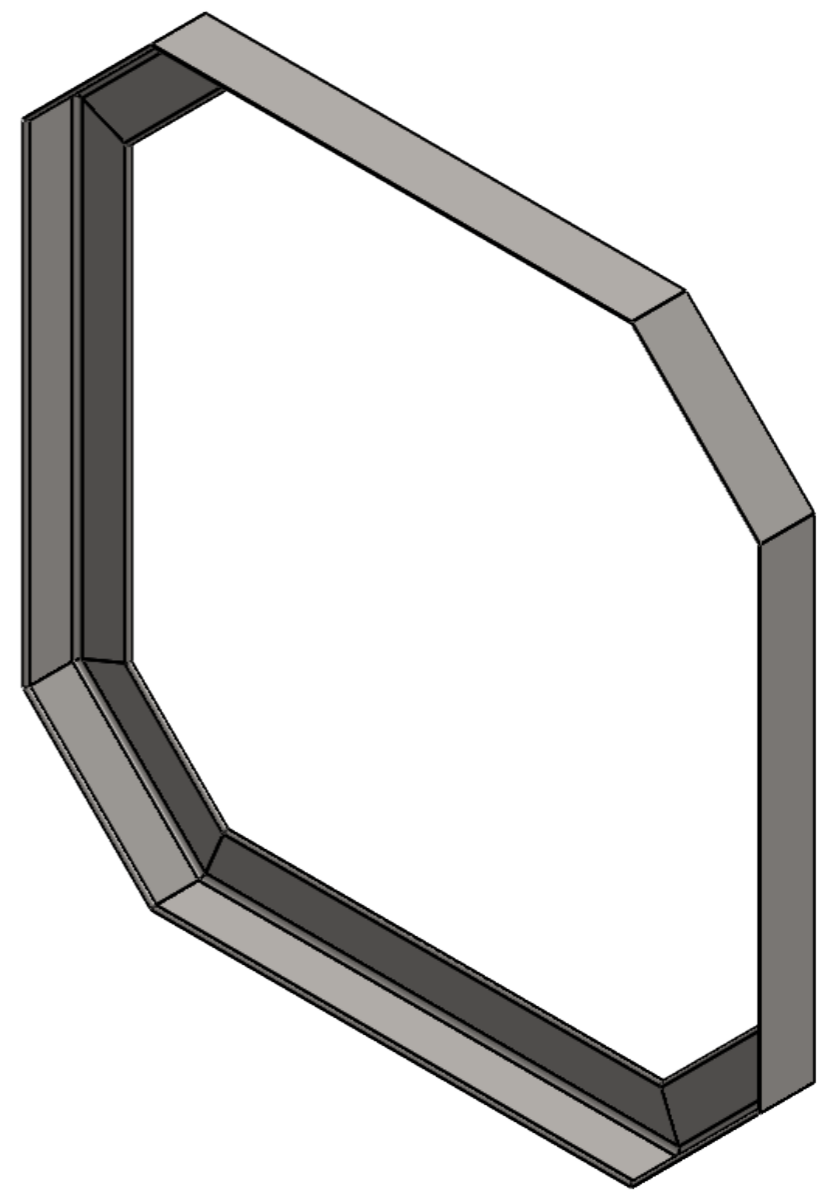
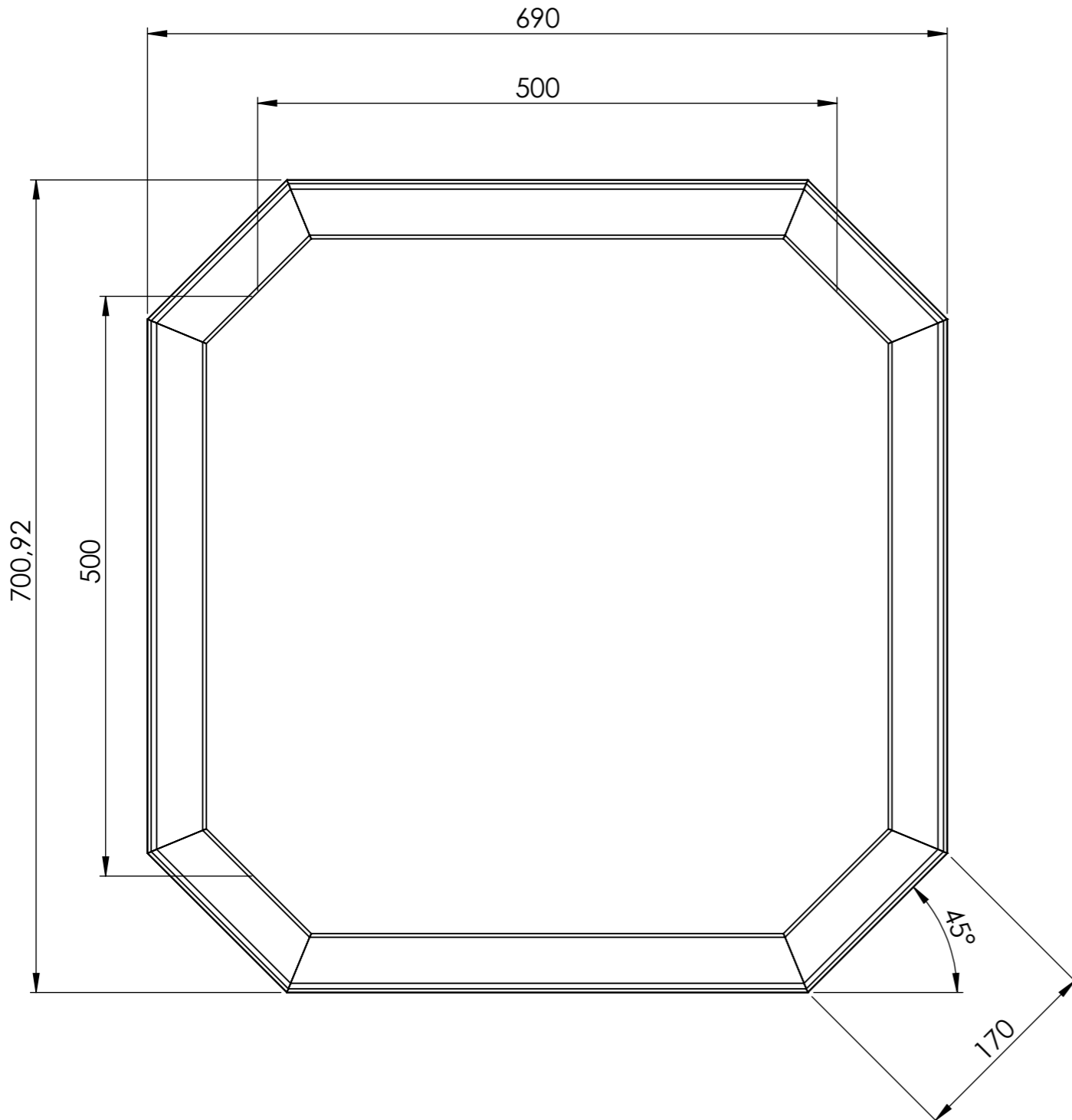
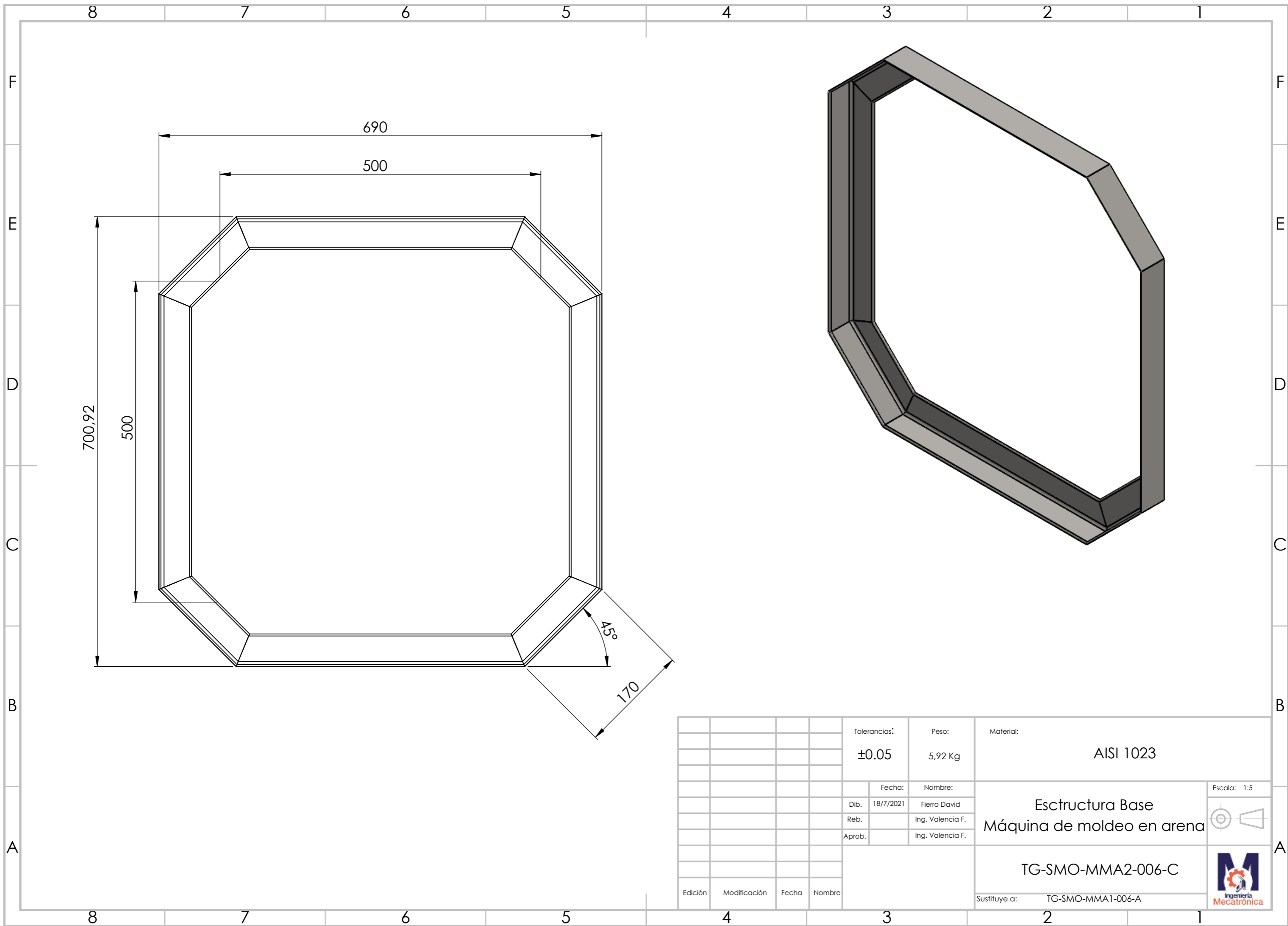


N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD
3	2	Ángulo 2" x 2" x0.125"	460.5
2	4	Ángulo 2" x 2" x0.125"	170
1	2	Ángulo 2" x 2" x0.125"	449.58

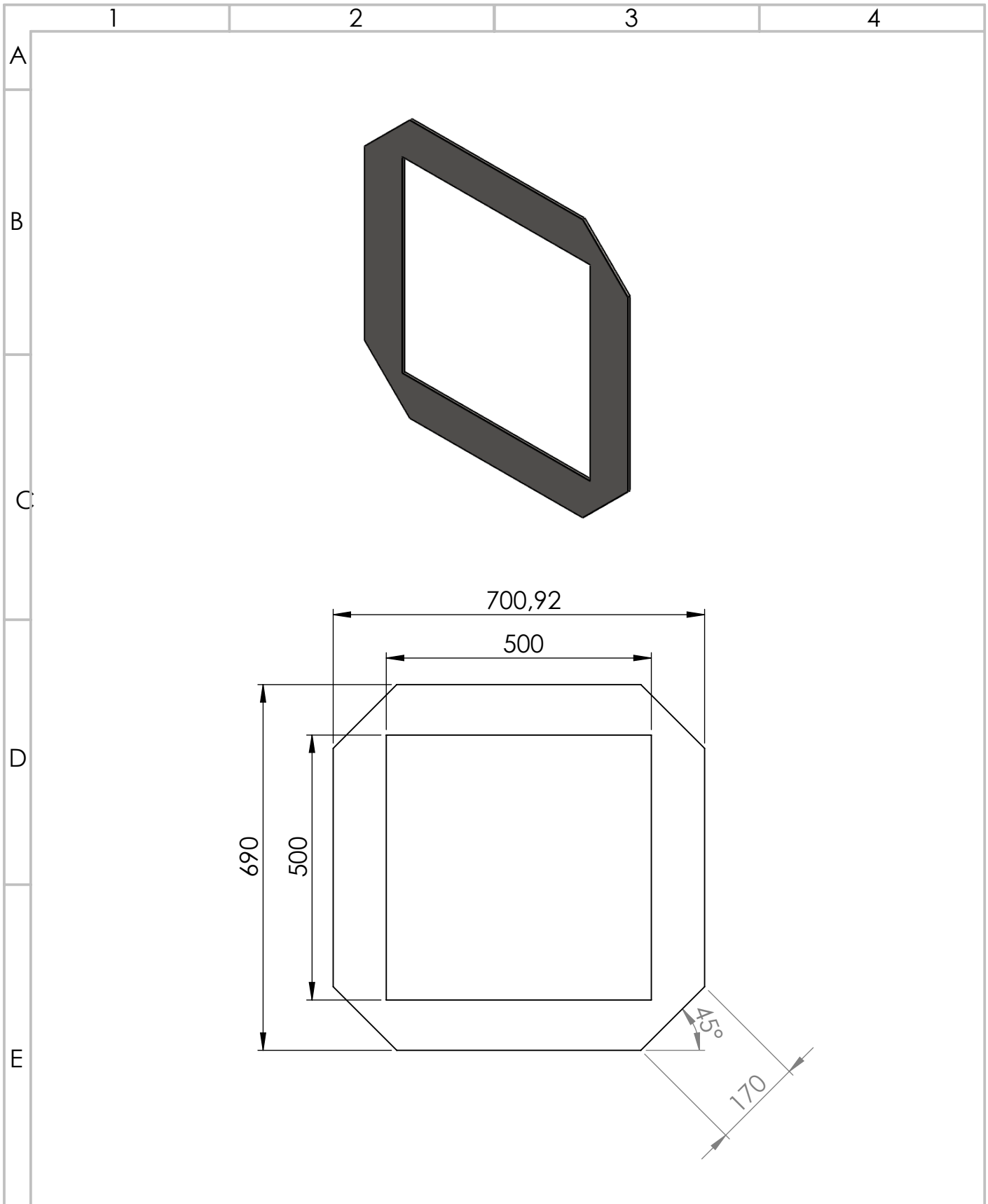
Tolerancias:	Peso:	Material:			
±0.05	5,92 Kg	AISI 1023			
Fecha:	Nombre:	Estructura Mesa Máquina de moldeo en arena			
Dib. 18/7/2021	Fierro David				
Reb.	Ing. Valencia F.				
Aprob.	Ing. Valencia F.				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	TG-SMO-MMA2-006-B	
Sustituye a: TG-SMO-MMA1-006-A					

Escala: 1:5

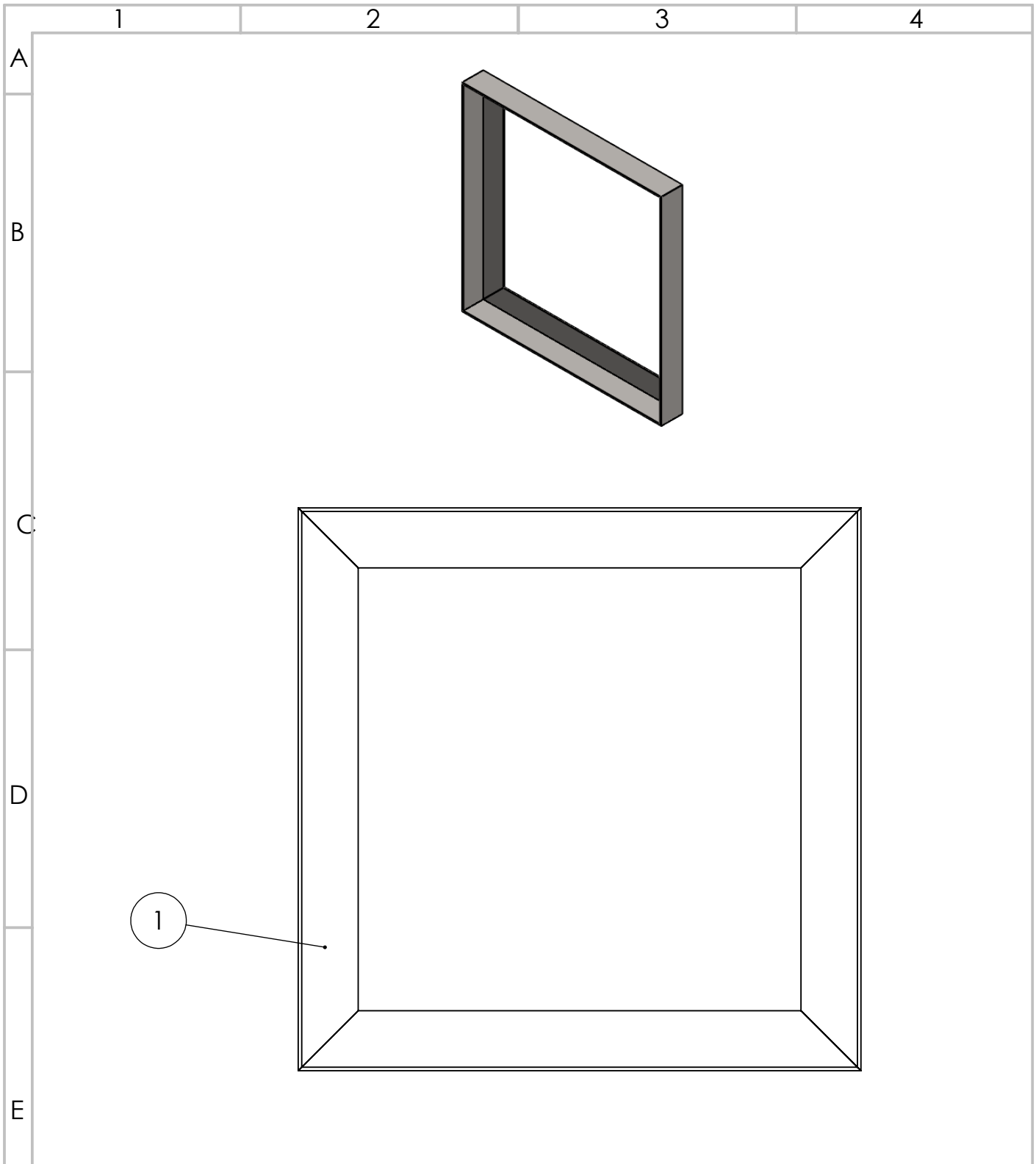




				Tolerancias:	Peso:	Material:	
				±0.05	5.92 Kg		AISI 1023
				Fecha:	Nombre:	Estructura Base Máquina de moldeo en arena	Escala: 1:5
				Dib. 18/7/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Valencia F.		
				Aprob.	Ing. Valencia F.		
						TG-SMO-MMA2-006-C	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	TG-SMO-MMA1-006-A

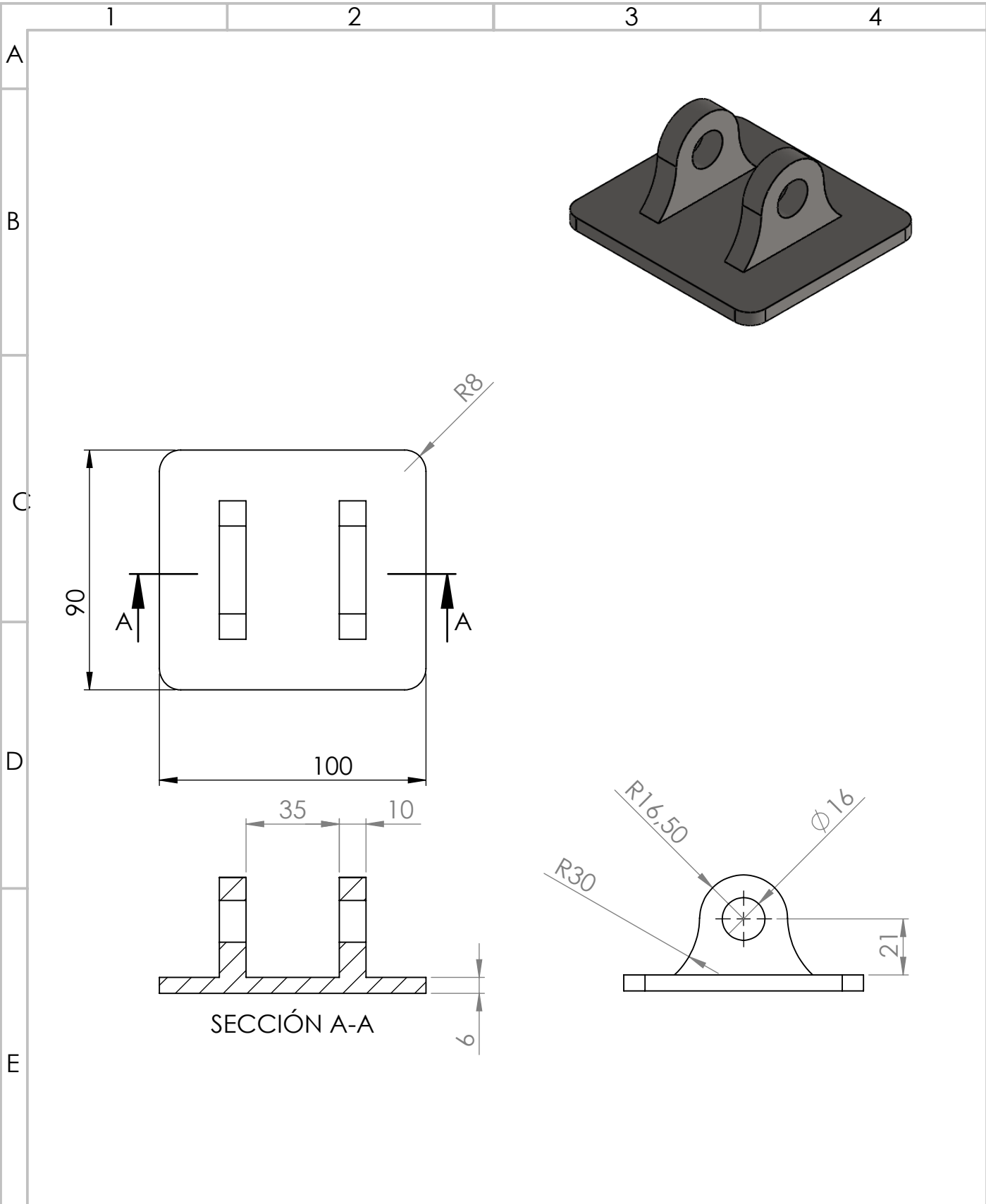


				Tolerancias: ± 0.05	Peso: 9,65 Kg	Material AISI 1023
				Fecha: 24/7/2021	Nombre: Fierro David	Plancha de mesa de trabajo Máquina de moldeo en arena
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
				TG-SMO-MMA2-006-D		  
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a: TG-SMO-MMA1-006-A		

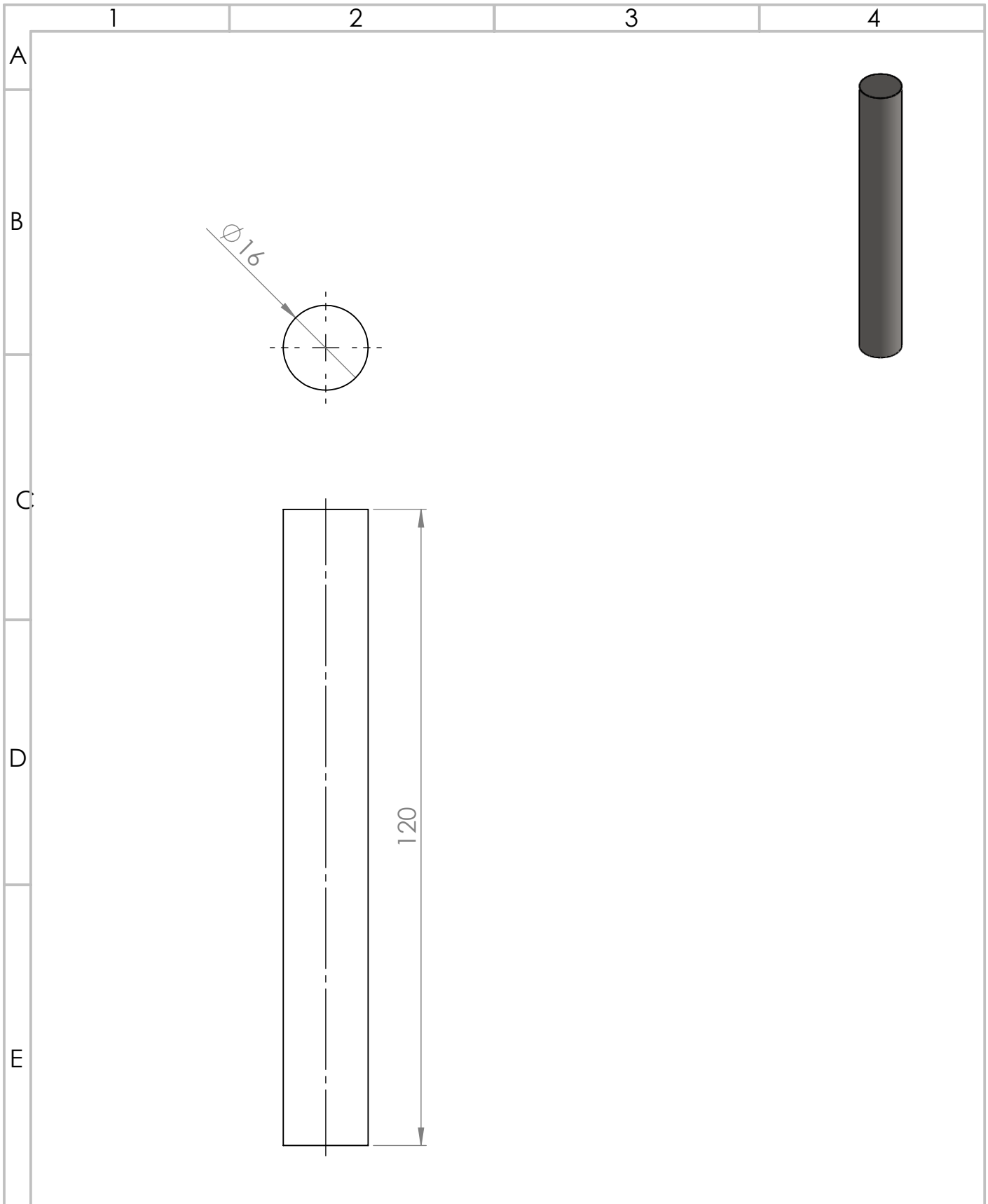


1	4	Ángulo 2" x 2" x0,125"	506.36
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

				Tolerancias:	Peso:	Material	
				±0.05	5,00 Kg	AISI 1023	
				Fecha:	Nombre:	Caja de mesa de trabajo Máquina de moldeo en arena	
				Dib. 6/9/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
				TG-SMO-MMA2-006-E			Escala: 1:10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a: TG-SMO-MMA1-006-A			

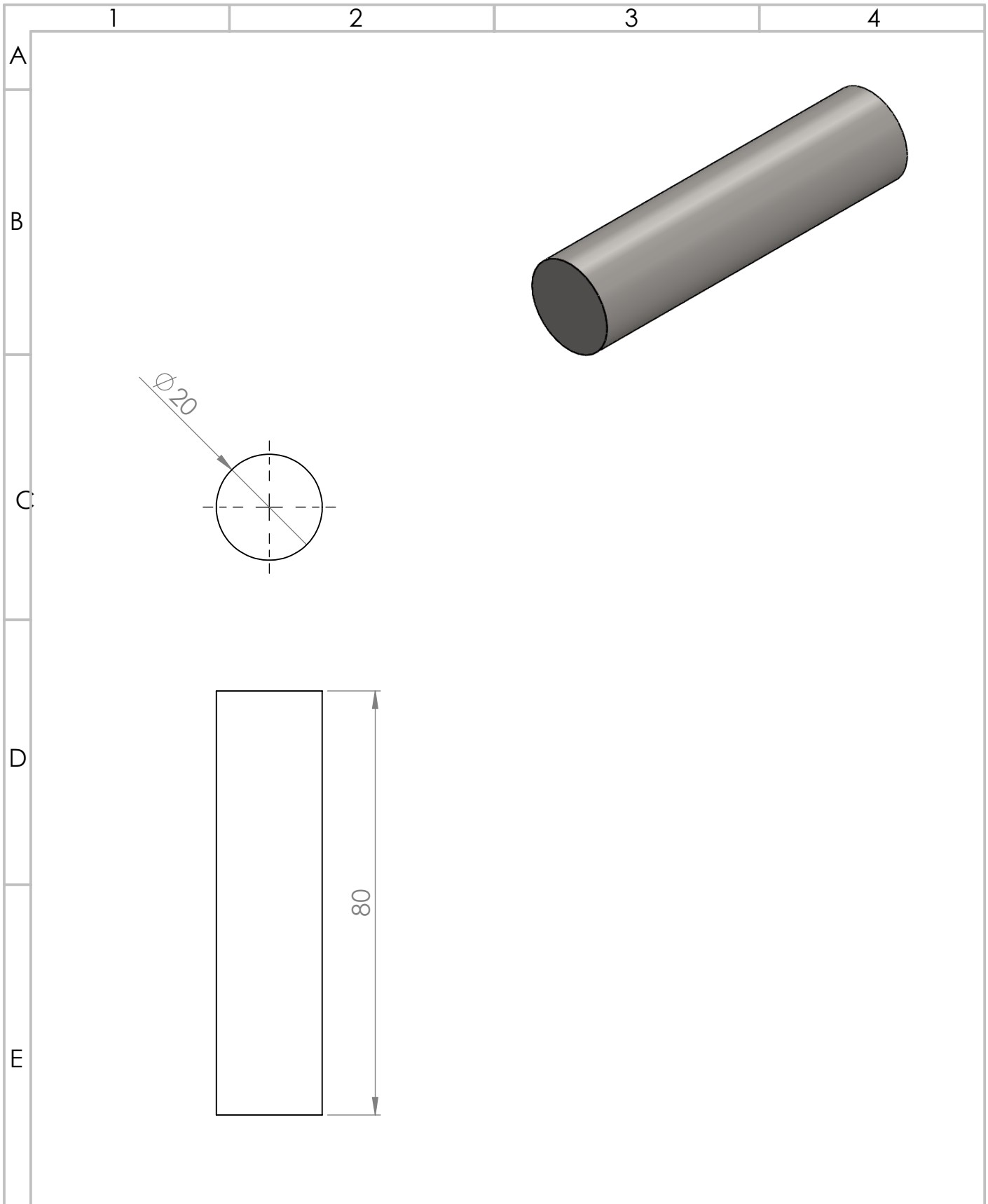


				Tolerancias:	Peso:	Material	AISI 1023
				±0.05	586 g		
				Fecha:	Nombre:	Horquilla superior cuadro de presión Máquina de moldeo en arena	Escala: 1:2
				Dib. 29/7/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V	TG-SMO-MMA2-007	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

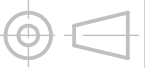


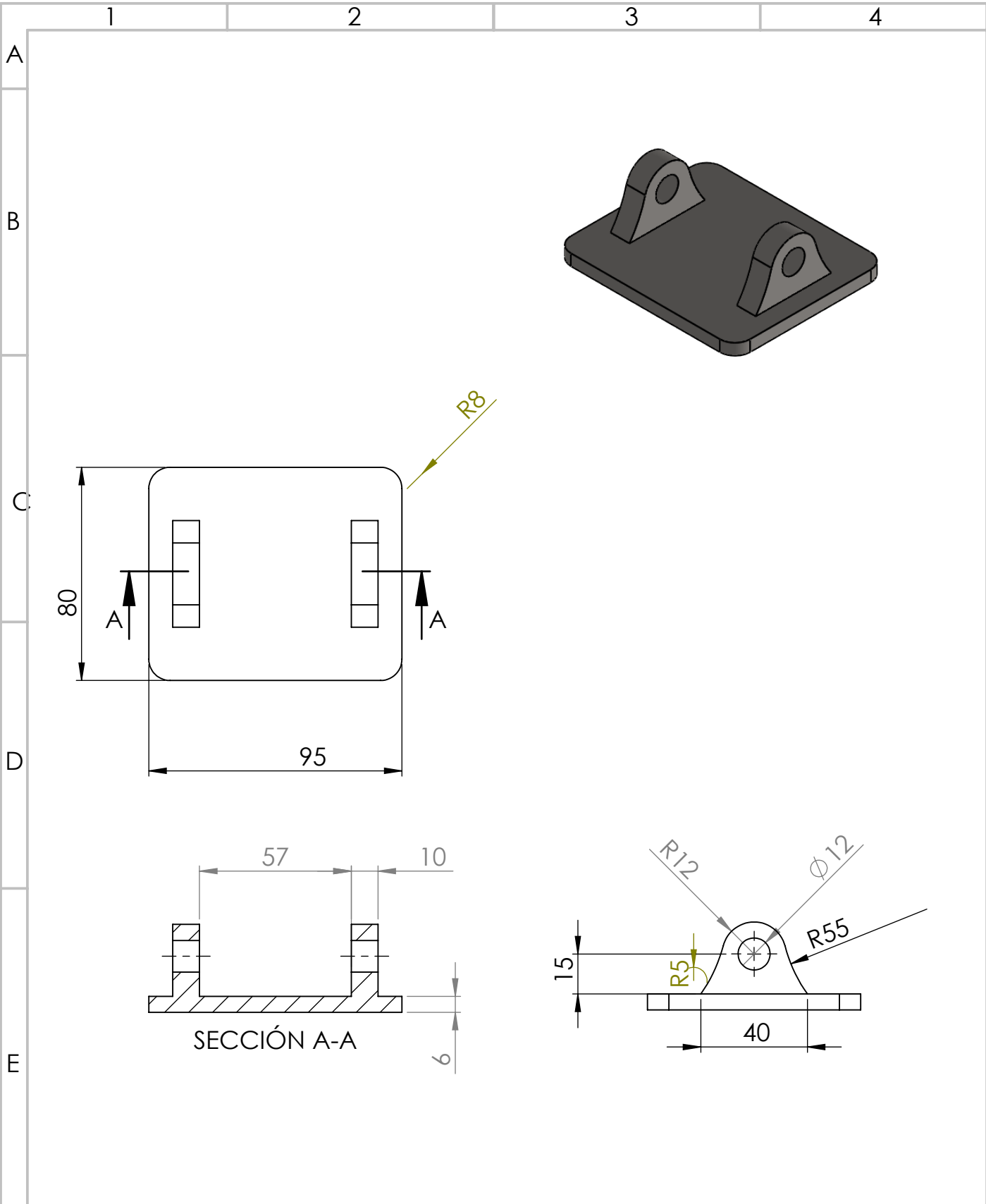
				Tolerancias:	Peso:	Material
				±0.05	200 g	AISI 1023
				Fecha:	Nombre:	Escala: 1:1
				Dib. 29/7/2021	Fierro David	Eje horquilla superior CP Máquina de moldeo en arena
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
						TG-SMO-MMA2-008
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			





				Tolerancias:	Peso:	Material
				± 0.05	200 g	AISI 1023
				Fecha:	Nombre:	Eje de horquilla inferior CP Máquina de moldeo en arena
				Dib. 25/7/2021	Fierro David	
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	Escala: 1:1
						TG-SMO-MMA2-009
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			





				Tolerancias:	Peso:	Material	
				±0.05	492 g	AISI 1023	
				Fecha:	Nombre:	Escala: 1:2	
				Dib. 29/7/2021	Fierro David	Horquilla superior brazo articulado Máquina de moldeo en arena	
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
						TG-SMO-MMA2-010	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

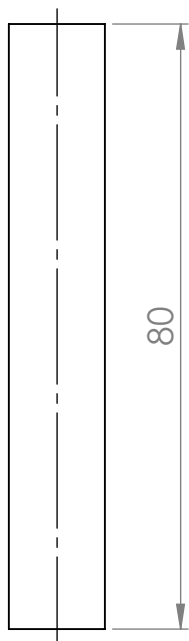
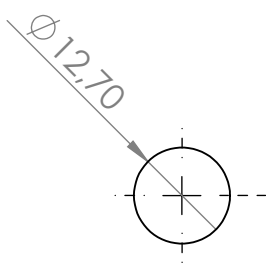
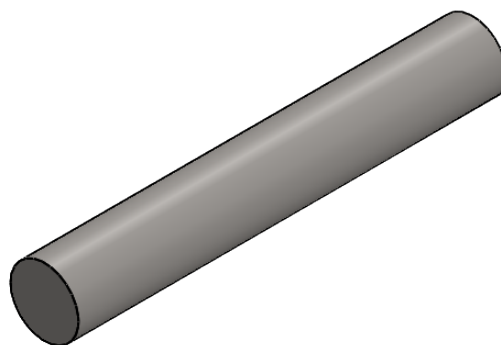
A

B

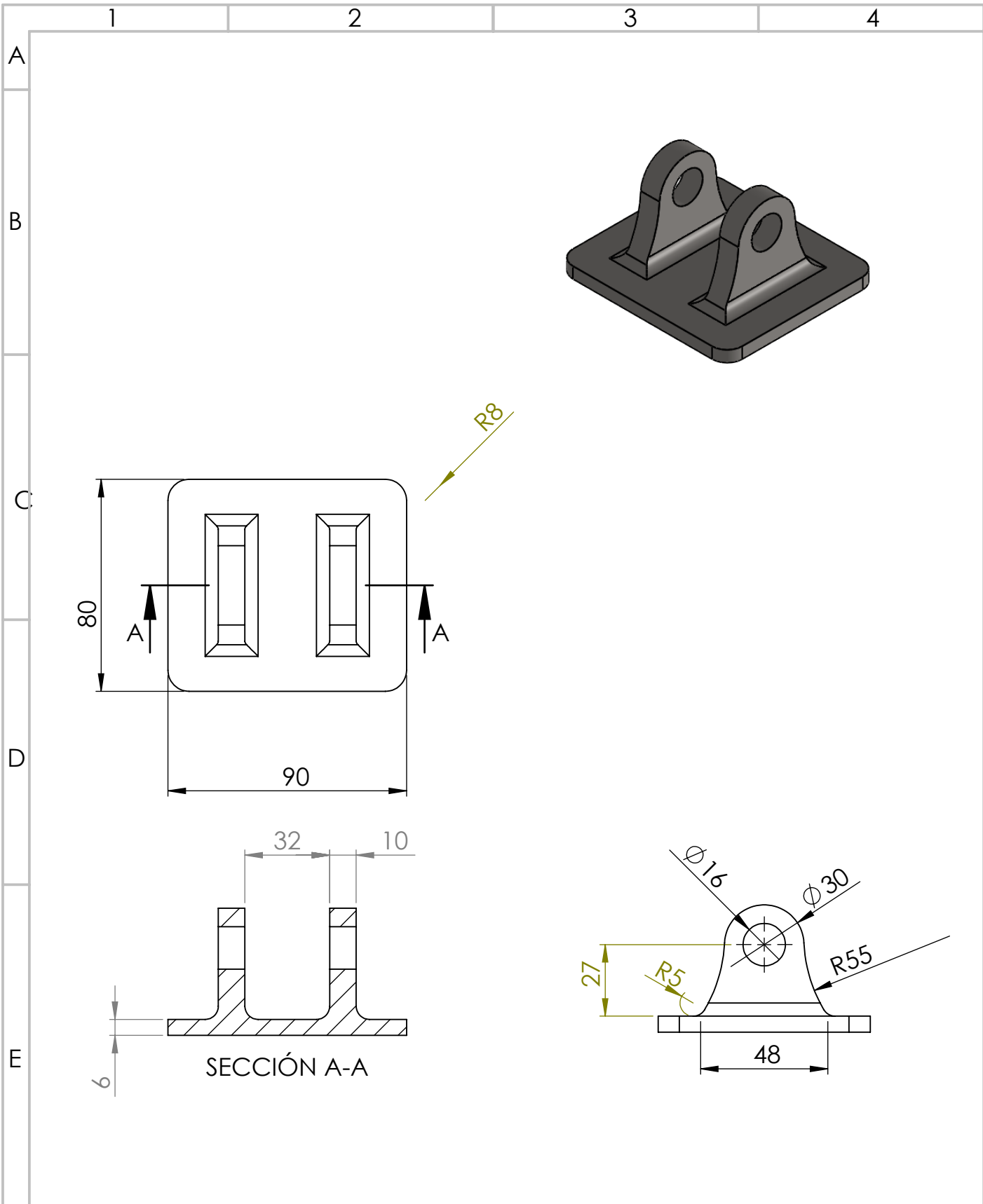
C

D

E



				Tolerancias:	Peso:	Material
				± 0.05	80 g	AISI 1023
				Fecha:	Nombre:	Eje de horquilla superior BA Máquina de moldeo en arena
				Dib. 29/7/2021	Fierro David	
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
						TG-SMO-MMA2-011
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			



				Tolerancias: ± 0.05	Peso: 580 g	Material AISI 1023
				Fecha: 29/7/2021	Nombre: Fierro David	Horquilla inferior brazo articulado Máquina de moldeo en arena
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
						TG-SMO-MMA2-012
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			

1

2

3

4

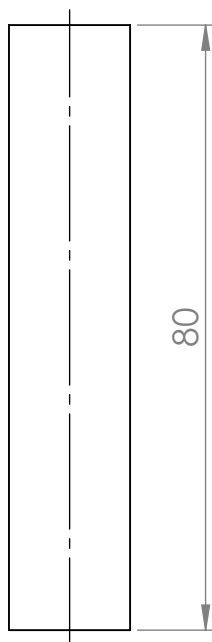
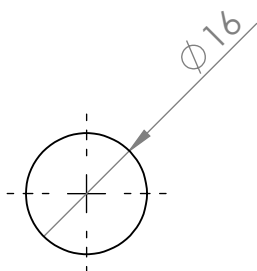
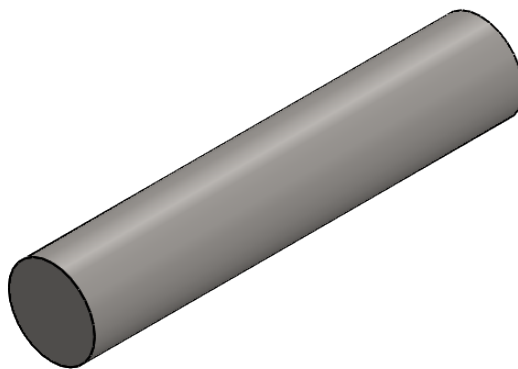
A

B

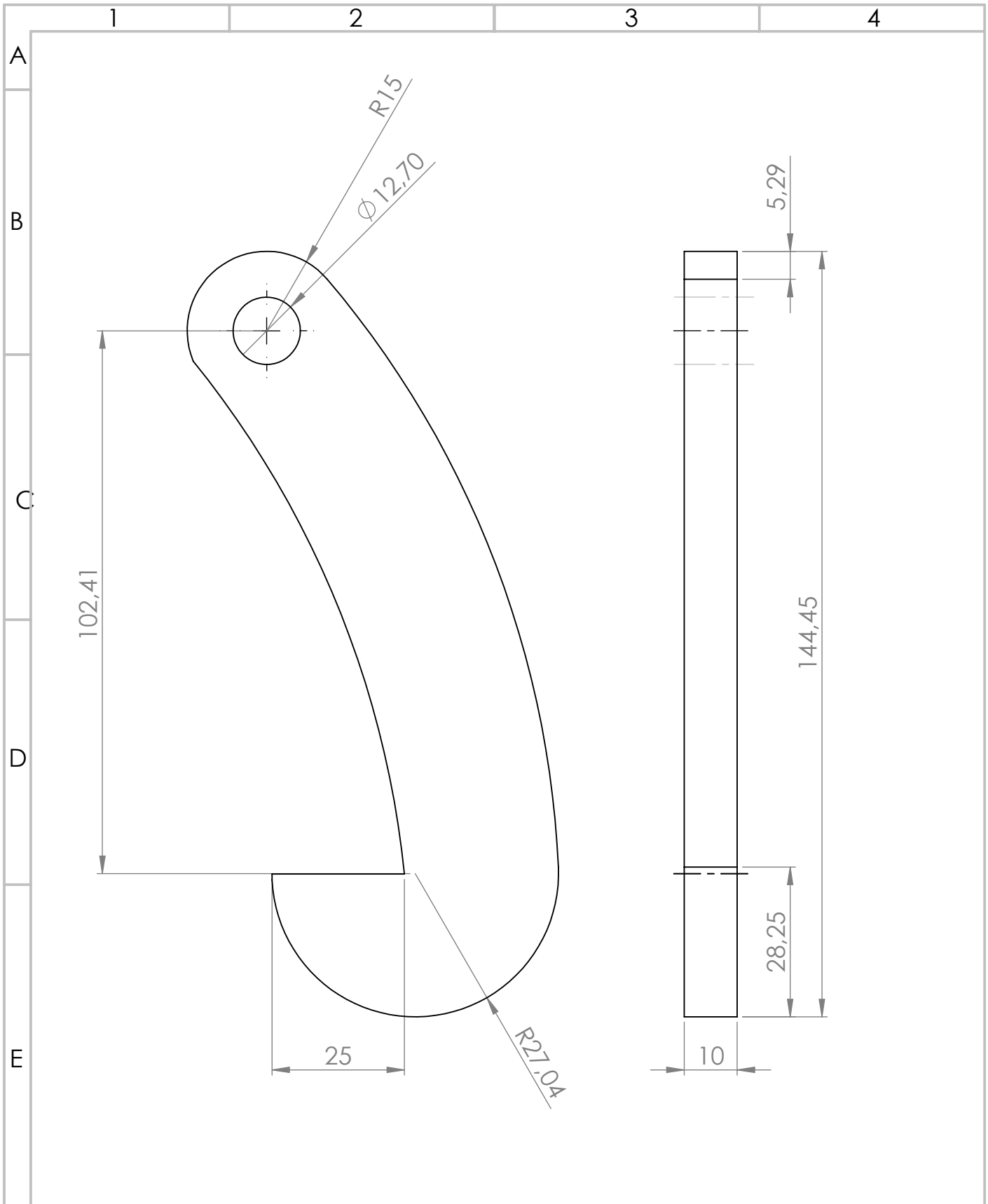
C

D

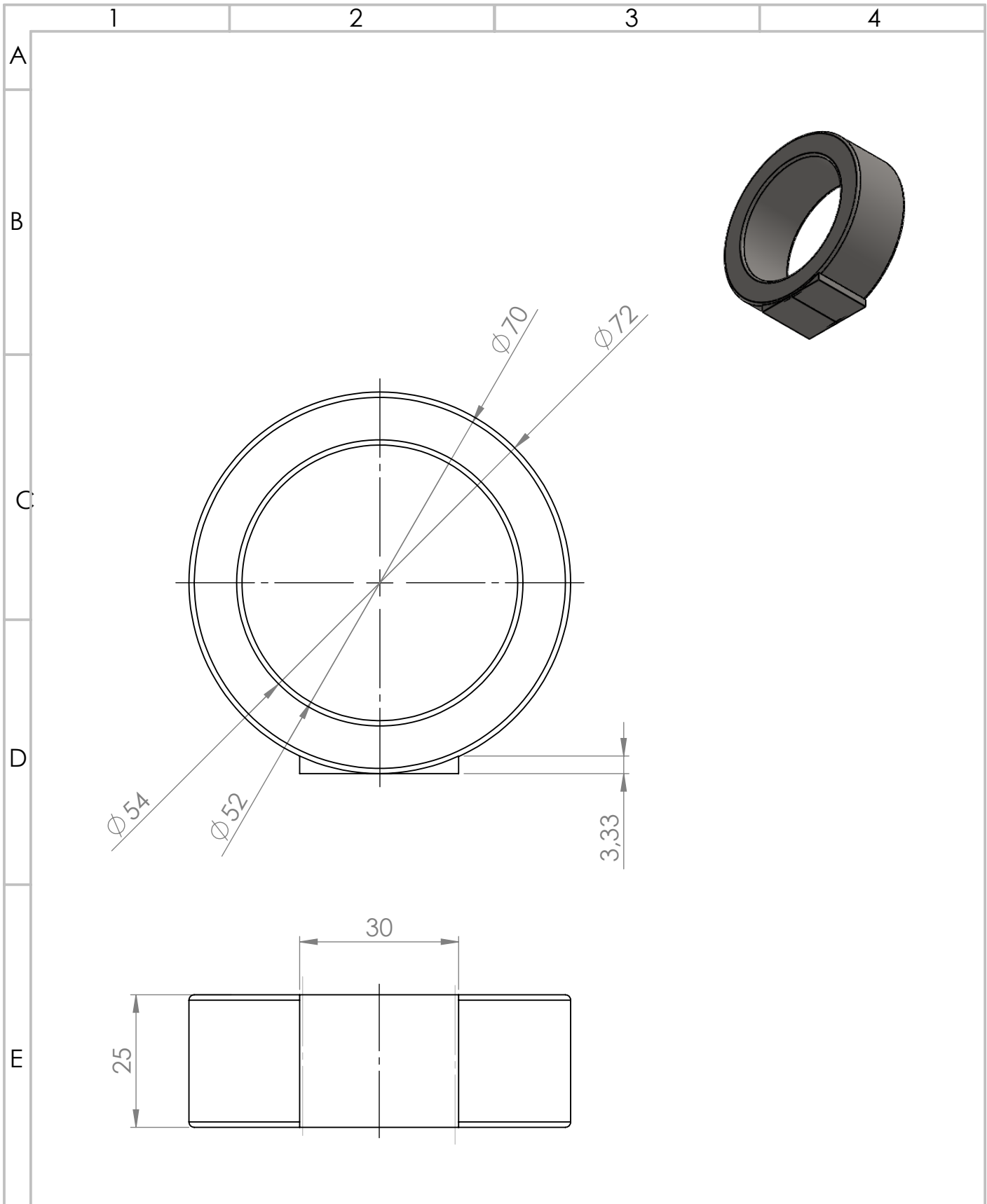
E



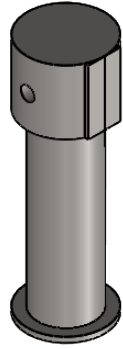
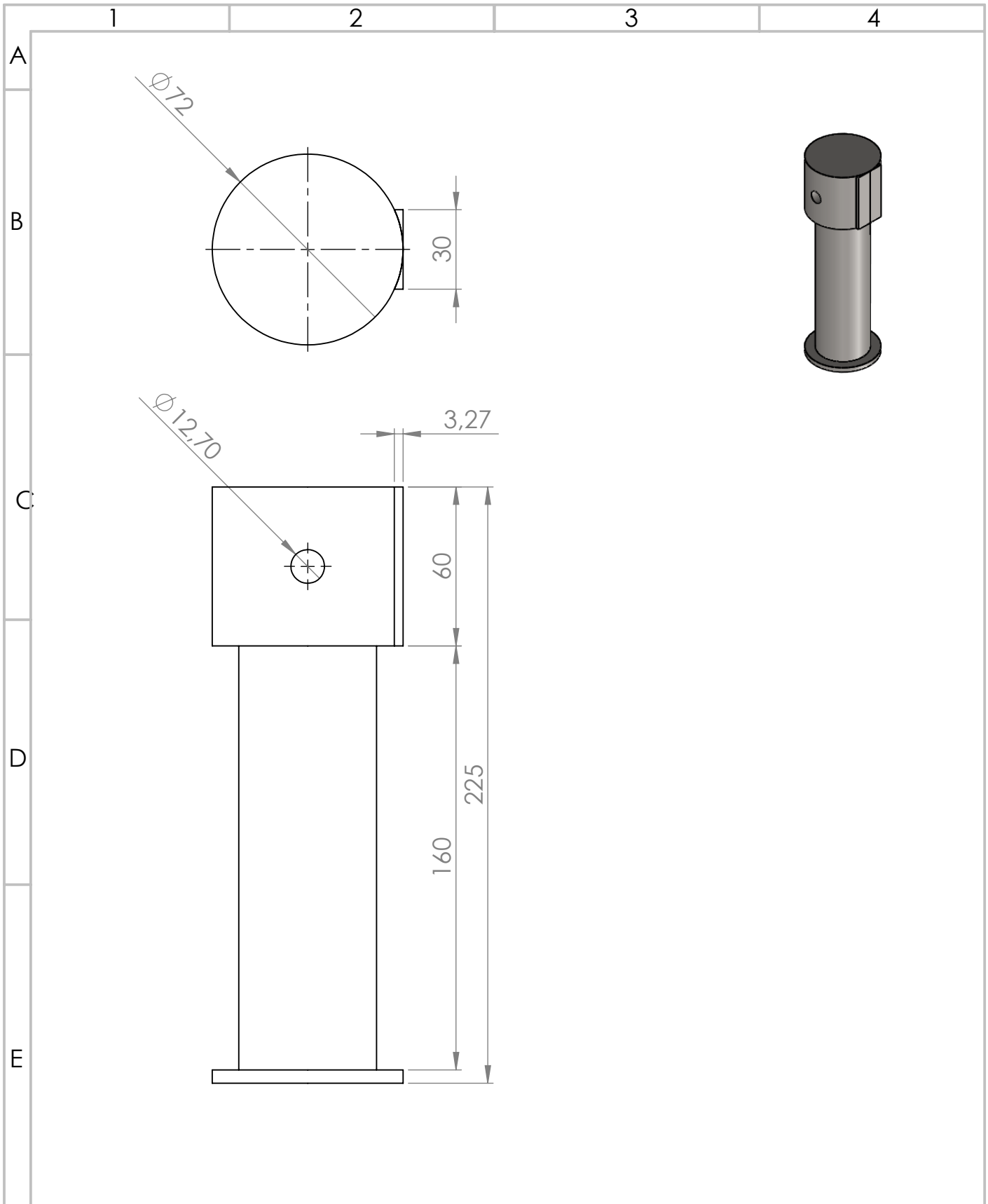
				Tolerancias:	Peso:	Material		
				± 0.05	200 g	AISI 1023		
					Fecha:	Nombre:	Escala: 1:1	
				Dib.	29/7/2021	Fierro David		
				Reb.		Ing. Fernando V		
				Aprob.		Ing. Fernando V		
							TG-SMO-MMA2-013	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancias: ±0.05	Peso: 373 g	Material AISI 1023
				Fecha: Dib. 29/7/2021	Nombre: Fierro David	Escala: 1:1
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
						TG-SMO-MMA2-014
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			



				Tolerancias: ± 0.05	Peso: 387 g	Material AISI 1023
				Fecha: 29/7/2021	Nombre: Fierro David	Anillo de bisagra Máquina de moldeo en arena
				Reb.	Ing. Fernando V	
				Aprob.	Ing. Fernando V	
						TG-SMO-MMA2-015
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:1



				Tolerancias:	Peso:	Material	AISI 1023
				±0.05	4,52 Kg		
				Fecha:	Nombre:	Base de Bisagra Máquina de moldeo en arena	Escala: 1:2
				Dib. 24/7/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V	TG-SMO-MMA2-016	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

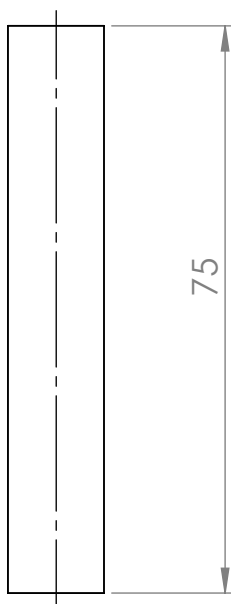
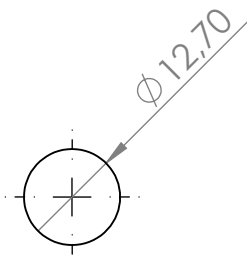
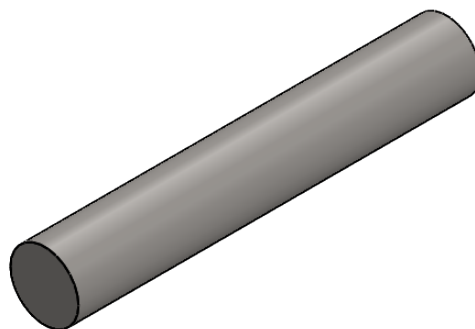
A

B

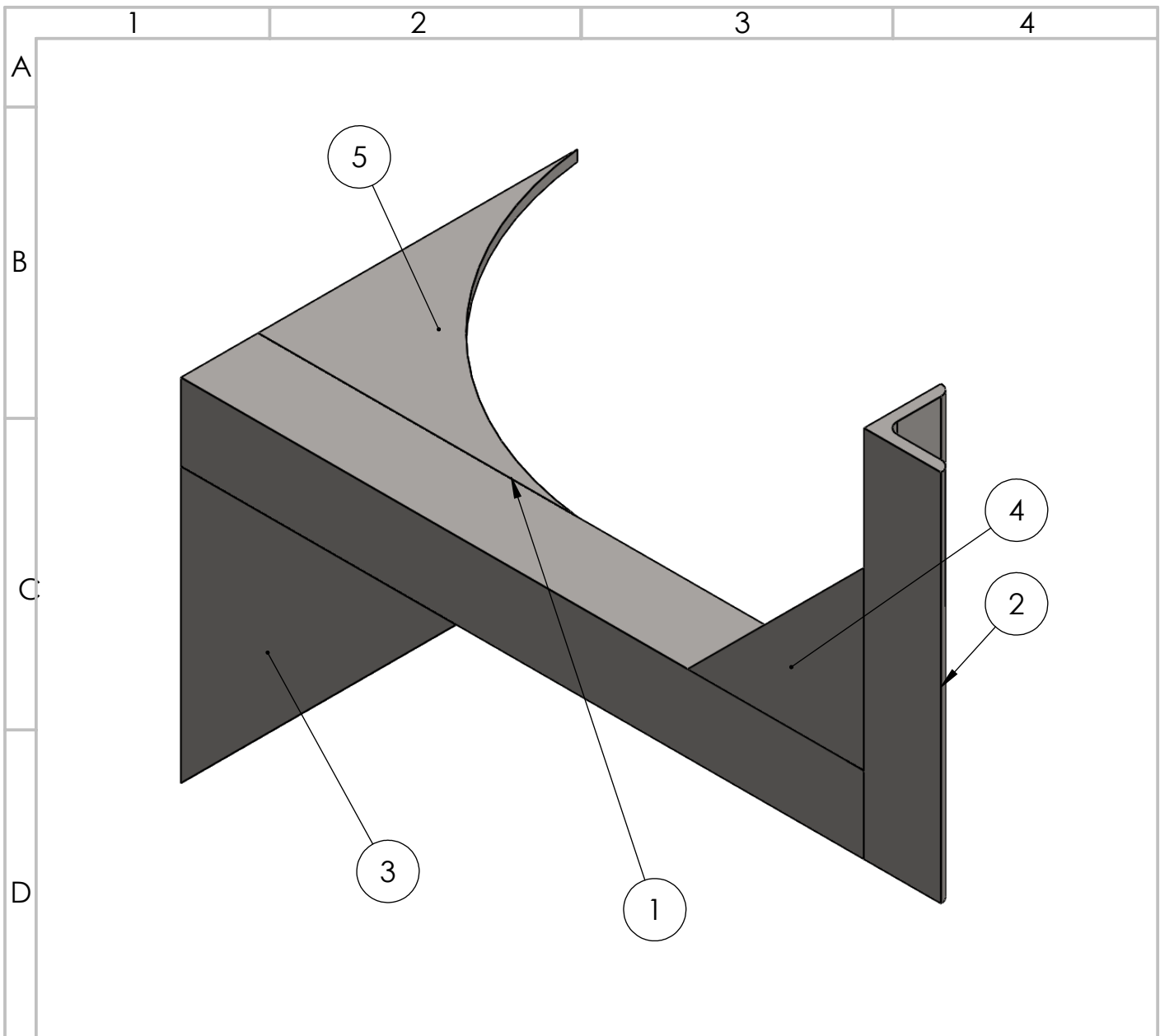
C

D

E



				Tolerancias:	Peso:	Material	
				± 0.05	75 g	AISI 1023	
				Fecha:	Nombre:	Eje seguro de máquina Máquina de moldeo en arena	Escala: 1:1
				Dib. 29/7/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
						TG-SMO-MMA2-017	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



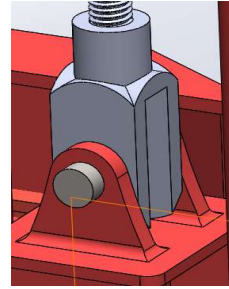
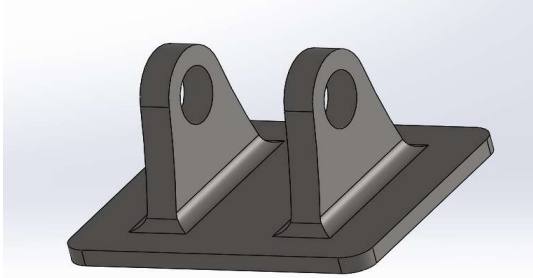
E	5	1	Cartela 145x145x4	
	4	1	Cartela 8x8x4	
	3	1	Cartela 125x125x4	
	2	1	Ángulo 35*35*5	170
	1	1	Ángulo 35*35*5	310
	N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

				Tolerancias:	Peso:	Material	
				±0.05	1,85 Kg	AISI 1023	
				Fecha:	Nombre:	Base_Cilindro_BA Máquina de moldeo en arena	
				Dib. 6/9/2021	Fierro David		
				Reb.	Ing. Fernando V		
				Aprob.	Ing. Fernando V		
						Escala: 1:5	
						TG-SMO-MMA2-018	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

ANEXOS C: HOJA DE PROCESOS

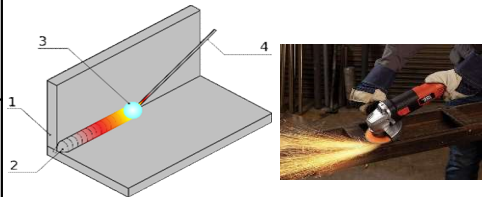
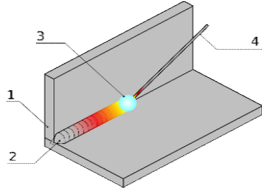
HOJA DE PROCESO

PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena	PLANO N°: 2	HOJA N° 1	FECHA:
PIEZA:	Horquilla retén de cilindros neumáticos	PLANO N°: SMO-MMA2_005F ; SMO-MMA2_007 ; SMO-MMA2_010 ; SMO-MMA2_012	HOJA 1/2	26/7/2021
MATERIAL:	AISI 1023	DIMENSIONES EN BRUTO: 1000x240		
REALIZADO POR:	Fierro David - SMO			



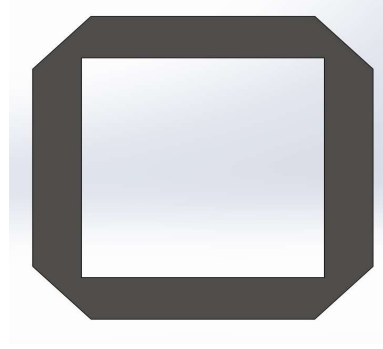
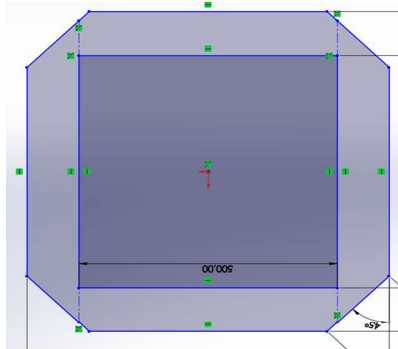
FASE	SUBFASE	OPERACIÓN	DENOMINACIONES	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	P (mm)	N (rpm)	a (mm/r ot)	tc (min)	Pc (w)	CONTROL
1. MODELADO	1.1. Dibujo	1.1.1	Lectura e interpretación de planos mecánicos de la pieza		Planos mecánicos							Escuadra, flexómetro, planos mecánicos y calibrador
		1.1.2	Moldeado en papel de pieza escala 1:1		Tijera, papel y brujita							
		1.1.3	Rayado de nueva pieza		Rayador							
		1.1.4	Granetado de centros de taladrado		Granete							
2. MECANIZADO MANUAL	2.1. Corte	2.1.1	Corte del material		Cortadora Plasma							
		2.1.2	Pullido de pieza		Moladora manual							
	2.2. Taladrado	2.2.1	Taladrado Previo		Taladro de Pedestal	1						
2.2.2		Taladrado	1									

HOJA DE PROCESO

PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena	PLANO N°:	HOJA N° 2	FECHA:								
PIEZA:	Cubo	PLANO N°:	HOJA 2/2	26/7/2021								
MATERIAL:	Madera	DIMENSIONES EN BRUTO: 1000x240										
REALIZADO POR:	Fierro David - SMO											
FASE	SUBFASE	OPERACIÓN	DENOMINACIONES	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	P (mm)	N (rpm)	a (mm/rot)	Tc (min/pasada)	Pc (w)	CONTROL
2. MECANIZADO MANUAL	2.3 Soldadura	2.3.1	Soldadura de orquila en base de plancha metálica		Suelda							Escuadra, flexómetro, planos mecánicos y calibrador
		2.3.2	Pulido de aristas vivas		Moladora							
3. ENSAMBLE	3.1 Soldadura	3.1.1	Soldadura de pieza completa en máquina de moldeo de arena		Suelda							

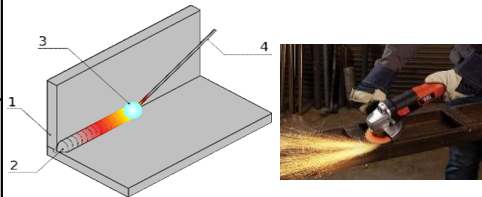
HOJA DE PROCESO

PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena	PLANO N°:		HOJA N° 1		FECHA:	
PIEZA:	Plancha de mesa de trabajo	PLANO N°:	SMO-MMA2_006-D	HOJA 1/2		26/7/2021	
MATERIAL:	AISI 1023		DIMENSIONES EN BRUTO: Plancha 2400x1000				
REALIZADO POR:	Fierro David - SMO						



FASE	SUBFASE	OPERACIÓN	DENOMINACIONES	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	P (mm)	N (rpm)	a (mm/r ot)	tc (min)	Pc (w)	CONTROL
1. MODELADO	1.1. Dibujo	1.1.1	Lectura e interpretación de planos mecánicos de la pieza		Planos mecánicos							Escuadra, flexómetro, planos mecánicos y calibrador
		1.1.2	Medición de piezas por partes		Tijera, papel y brujita							
		1.1.3	Rayado de piezas		Rayador							
2. MECANIZADO MANUAL	2.1. Corte	2.1.1	Corte del material		Cortadora Plasma							
		2.1.2	Eliminación de rebabas		Punzón							
2.2. Taladrado	2.2.1	2.2.1	Ensamble previo de piezas		Soldadura							
		2.2.2	Soldadura en punto									


HOJA DE PROCESO

PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena	PLANO N°:		HOJA N° 2		FECHA:						
PIEZA:	Cubo	PLANO N°:		HOJA 2/2		26/7/2021						
MATERIAL:	Madera	DIMENSIONES EN BRUTO: Plancha 2400x1000										
REALIZADO POR:	Fierro David - SMO											
FASE	SUBFASE	OPERACIÓN	DENOMINACIONES	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	P (mm)	N (rpm)	a (mm/rot)	Tc (min/pasada)	Pc (w)	CONTROL
2. MECANIZADO MANUAL	2.3 Soldadura	2.3.1	Soldura en cordón		Suelda							Escuadra, flexómetro, planos mecánicos y calibrador
		2.3.2	Pulido de aristas vivas y cordón excesivo de soldadura		Moladora							

ANEXOS D: DIAGRAMA ELÉCTRICO



Cliente	Servicios Mecánicos y Metalurgia Otavalo		
Nombre del Proyecto	Máquina de moldeo en arena		
Nombre de Tablero	SMO_MMA		
Orden de Fabricacion		Tipo de Armario	Armario de distribución
Lista de Materiales		Tensión de Fuerza	110VAC 60Hz
Empresa Fabricante	Universidad Técnica del Norte	Tensión de Mando	110VAC 60Hz
Responsable	Ing. Fernando Valencia MSc	Capacidad Interruptor Principal	
Revisión	Ing. Fernando Valencia MSc	Nota	Para fabricación
Fecha		Número de Páginas	16

	Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:		Trabajo de Grado Ingeniería en Mecatrónica - UTN
	Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:	Máquina de moldeo en arena		
		DISEÑO	David Fierro	24/07/21		ACABADO:	TITULO:		
		REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc		FORMATO: A3	PROTECCIÓN:	ORDEN DE FABRICACION: PORTADA		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc	ESCALA: 1:1	MATERIAL:			Hoja 1 Página 1 / 16

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

SISTEMA DE ALIMENTACION	127VAC-1F-60Hz
TENSION DE CONTROL	110VAC
CORRIENTE NOMINAL	
CORRIENTE CORTO CIRCUITO (ICU)	
ALTURA	2225 m.s.n.m.

CARACTERISTICAS MECANICAS

DIMENSIONES (A x L x P)	1980x1400x792.5
FIJACION	PORTABLE
TIPO DE USO	EXTERIOR
NIVEL DE PROTECCION	
TIPO DE PINTURA	THINNER ACRÍLICO AUTOMOTRIZ REFORZADO
ACABADO	
CABLEADO DE ACOMETIDA DE FUERZA	INFERIOR
CABLEADO DE SALIDA DE FUERZA	INFERIOR
CABLEADO DE ACOMETIDA DE CONTROL	INFERIOR
CABLEADO DE SALIDA DE CONTROL	INFERIOR

BARRAS / IDENTIFICACION

MATERIAL	COBRE
BARRA COLECTORA (DIMENSION)	
ACABADO (COLECTORA)	
BARRA TIERRA (DIMENSION)	
ACABADO (TIERRA)	

IDENTIFICACION DE BARRAS

FASE R	AZUL
FASE S	
FASE T	
NEUTRO	AZUL
TIERRA	

CABLEADO

TIPO DE CABLE/COLOR/SECCION	NH-80 16AWG AZUL
FUERZA	..
CCTO. DE CORRIENTE DE LOS CT's	NH-80 16AWG AZUL
CCTO. DE TENSION DE LOS PT's	NH-80 16AWG AZUL
CONTROL	NH-80 16AWG AZUL
CIRCUITOS DE TIERRA	

MARCACION

TIPO	
SISTEMA	
INFORMACION	

LETREROS

MATERIAL	PLÁSTICO
COLOR DE FONDO	NEGRAS
COLOR DE LETRAS	BLANCO
FIJACION	PEGADO

		Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena			Trabajo de Grado Ingeniería en Mecatrónica - UTN	
		Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:						
			DISEÑO	David Fierro	24/07/21		FORMATO: A3	ACABADO:					
			REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc			ESCALA: 1:1	PROTECCIÓN:					
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc			MATERIAL:	ORDEN DE FABRICACION: PORTADA	LISTA DE MATERIALES:		Hoja 2	Página 2 / 16	

PLANO DE BORNES

Regleta de Bornes

=TG_SMO_MMA_002_PE+-X1

Descripción

Origen

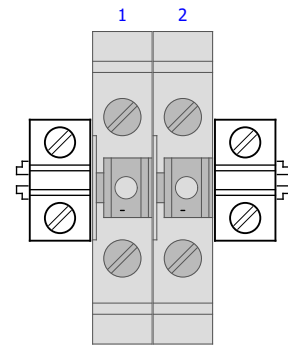
Cableado

Cableado

Destino

Descripción

Página



-Q1

-Q1

/9.1:A

/9.1:A

		Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:		PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena
		Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:			
			DISEÑO	David Fierro	24/07/21		ACABADO:			TITULO:
			REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc		FORMATO:	A3	PROTECCIÓN:		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc		ESCALA:	1:1	MATERIAL:	ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_001_LM	LISTA DE MATERIALES:



Trabajo de Grado
Ingeniería en Mecatrónica - UTN

PLANO DE BORNES

Regleta de Bornes

=TG_SMO_MMA_002_PE+-X2

Descripción

Origen

Cableado

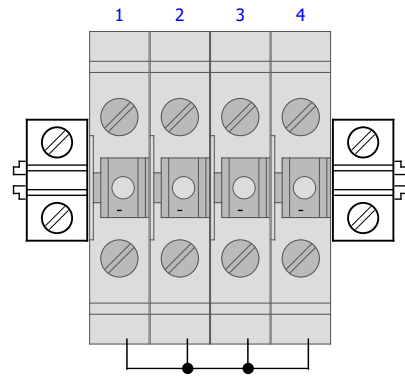
Cableado

Destino

Descripción

Página

-A1-24V+



-S1

-S2

-S3

-S4

/9.3:C

/9.3:C

/9.4:C

/9.5:C

		Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		TIPO DE TABLERO:		PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena	
		Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21			CANTIDAD:			
			DISEÑO	David Fierro	24/07/21			ACABADO:		TITULO:	Plano de bornes =TG_SMO_MMA_002_PE+-X2
			REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc			FORMATO:	A3	PROTECCIÓN:		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc			ESCALA:	1:1	MATERIAL:		
									ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_001_LM	LISTA DE MATERIALES:	

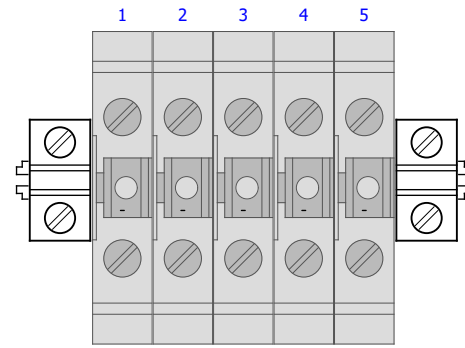


Trabajo de Grado
Ingeniería en Mecatrónica - UTN

PLANO DE BORNES

Regleta de Bornes =TG_SMO_MMA_002_PE+-X3

Página	Descripción	Destino	Cableado	Cableado	Origen	Descripción
/9.3:D	P.EMERGENCIA	-A1-X0			-S1	
/9.3:D	SELECTOR C1	-A1-X1			-S2	
/9.4:D	PULSADOR C2	-A1-X2			-S3	
/9.5:D	A/M	-A1-X3			-S4	
/9.5:D	SELECTOR C3	-A1-X4			-S5	



Ing. Fernando Valencia MSc		RESPONSABLE		FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN 	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO: Máquina de moldeo en arena	
Para fabricación		DIBUJO	David Fierro		17/07/21		CANTIDAD:		
		DISEÑO	David Fierro		24/07/21	FORMATO: A3	ACABADO:	TITULO: Plano de bornes =TG_SMO_MMA_002_PE+-X3	
		REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc			ESCALA: 1:1	PROTECCIÓN:		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc			MATERIAL:	ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_001_LM	LISTA DE MATERIALES:



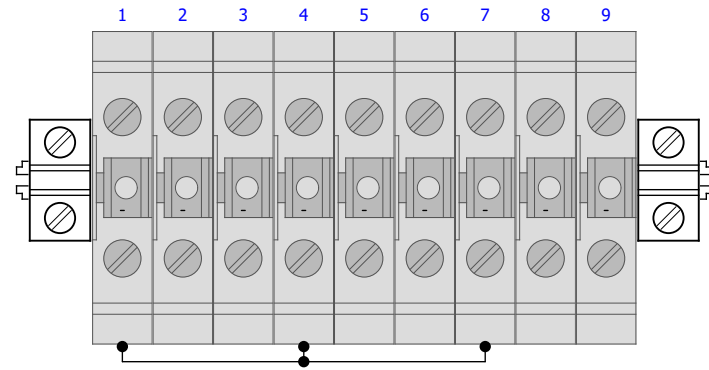
Trabajo de Grado
Ingeniería en Mecatrónica - UTN

PLANO DE BORNES

Regleta de Bornes

=TG_SMO_MMA_002_PE+-X4

Página	Descripción	Destino	Cableado	Cableado	Origen	Descripción
/10.3:C		-Q1			-A1-COM0	
/10.3:C		-Y1			-A1-Y0	VÁLVULA
/10.4:C		-Y2			-A1-Y1	=
/10.4:C					-A1-COM1	
/10.5:C		-Y3			-A1-Y2	VÁLVULA
/10.6:C		-H1			-A1-Y3	LUZ PILOTO
/10.6:C					-A1-COM2	
/10.7:C		-H2			-A1-Y4	LUZ PILOTO
/10.8:C		-H3			-A1-Y5	LUZ PILOTO A/M



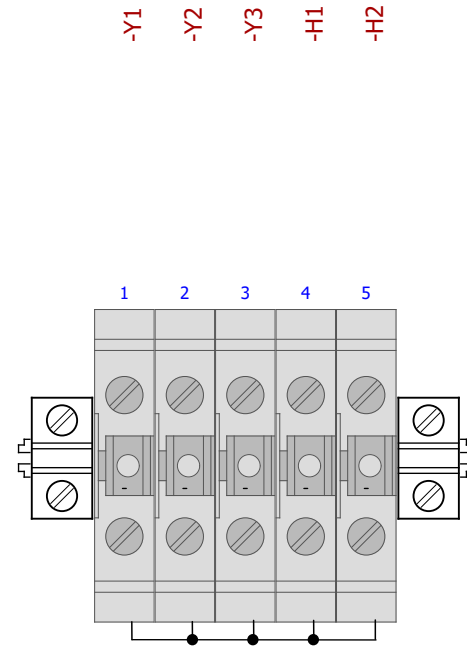
		Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE		FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN 	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO: Máquina de moldeo en arena
		Para fabricación	DIBUJO	David Fierro		17/07/21		CANTIDAD:	
			DISEÑO	David Fierro		24/07/21	ACABADO:	TITULO: Plano de bornes =TG_SMO_MMA_002_PE+-X4	
			REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc			PROTECCIÓN:	ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_001_LM	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc			FORMATO: A3	MATERIAL:	LISTA DE MATERIALES:
							ESCALA: 1:1		



Trabajo de Grado
Ingeniería en Mecatrónica - UTN

PLANO DE BORNES

Regleta de Bornes
=TG_SMO_MMA_002_PE+-X5



Página Descripción Origen Cableado Destino Cableado Descripción

/10.3:D
/10.4:D
/10.5:D
/10.6:D
/10.7:D

-Q1

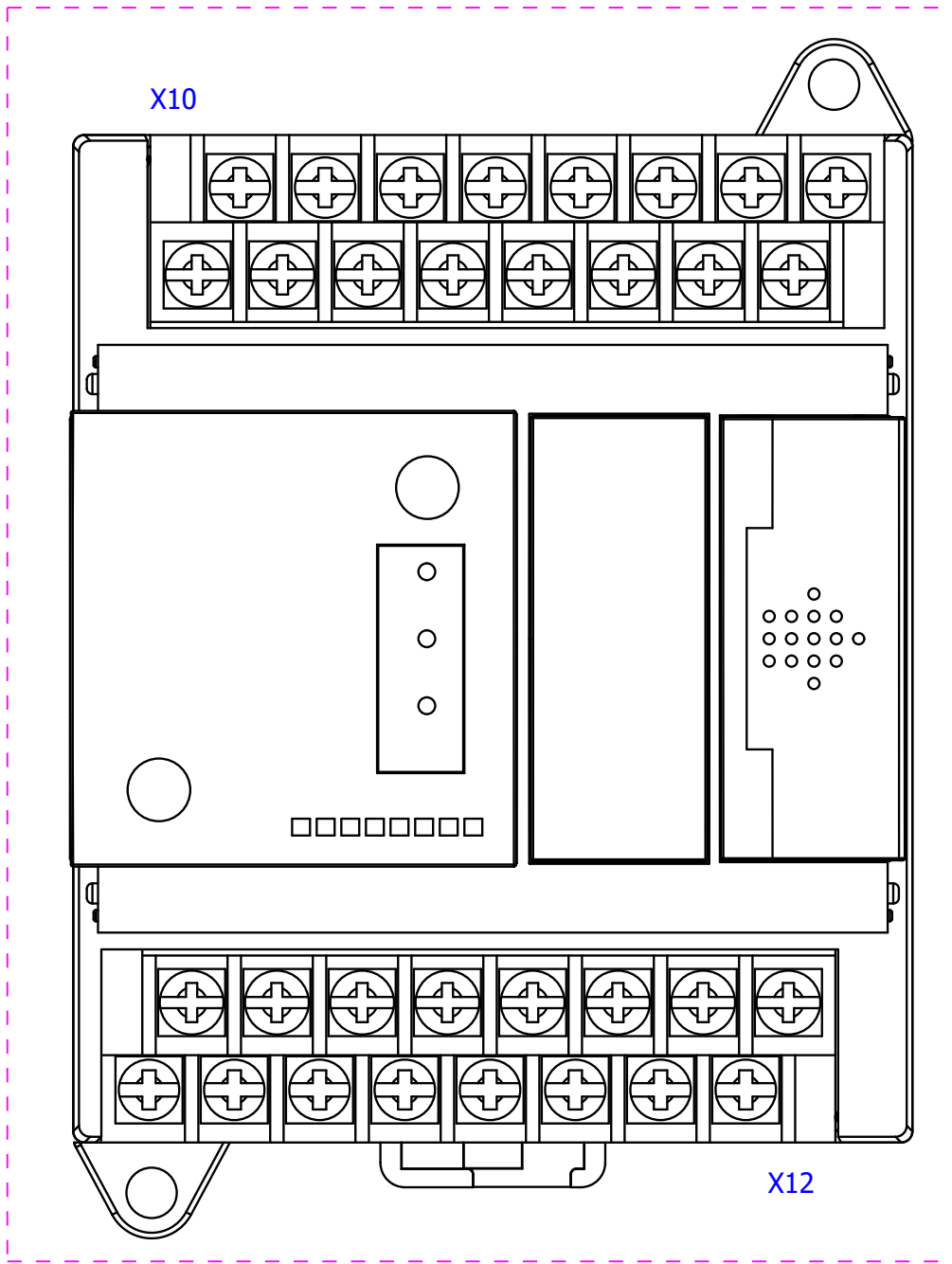
-Y1
-Y2
-Y3
-H1
-H2

Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena	
Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:	TITULO:	Plano de bornes =TG_SMO_MMA_002_PE+-X5	
	DISEÑO	David Fierro	24/07/21		FORMATO: A3	ACABADO:	ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_001_LM	LISTA DE MATERIALES:
	REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc		ESCALA: 1:1	PROTECCIÓN:			
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc	MATERIAL:			



Trabajo de Grado
Ingeniería en Mecatrónica - UTN

-A1
/10.3:B
/11.1:D
/12.1:A

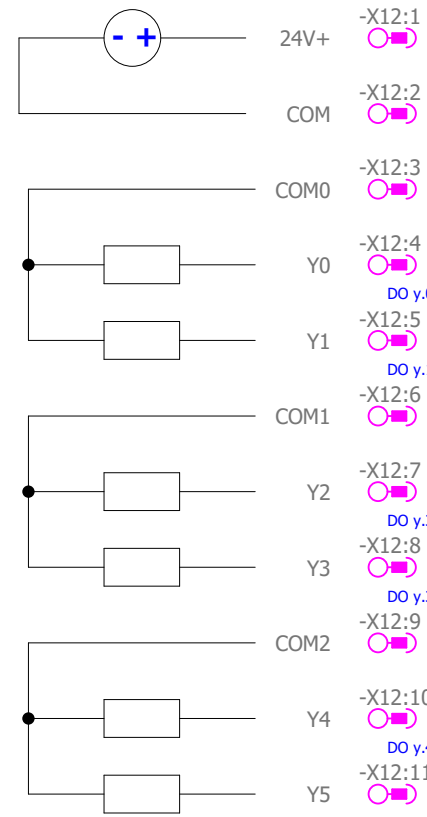
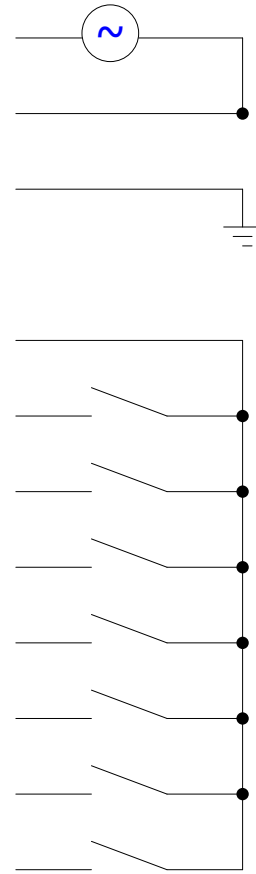


	Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA		TIPO DE TABLERO:		PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena
	Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:		TITULO:	MÓDULO PLC WECON
		DISEÑO	David Fierro	24/07/21		ACABADO:		ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_002_PE	LISTA DE MATERIALES:
		REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc		FORMATO:	A3	PROTECCIÓN:		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc	ESCALA:	1:1	MATERIAL:		



-A1
PLC WECOM
LX3V 0806MR

- X10:1 L+
- X10:2 N
- X10:3 FE
- X10:4 S/S
- X10:5 DI x.0 X0
- X10:6 DI x.1 X1
- X10:7 DI x.3 X2
- X10:8 DI x.4 X3
- X10:9 DI x.5 X5
- X10:10 DI x.6 X6
- X10:11 DI x.7 X7



- 24V+
- COM
- COM0
- Y0
- Y1
- COM1
- Y2
- Y3
- COM2
- Y4
- Y5

- X12:1 DO y.0
- X12:2 DO y.1
- X12:3 DO y.3
- X12:4 DO y.3
- X12:5 DO y.3
- X12:6 DO y.3
- X12:7 DO y.3
- X12:8 DO y.3
- X12:9 DO y.3
- X12:10 DO y.4
- X12:11 DO y.5

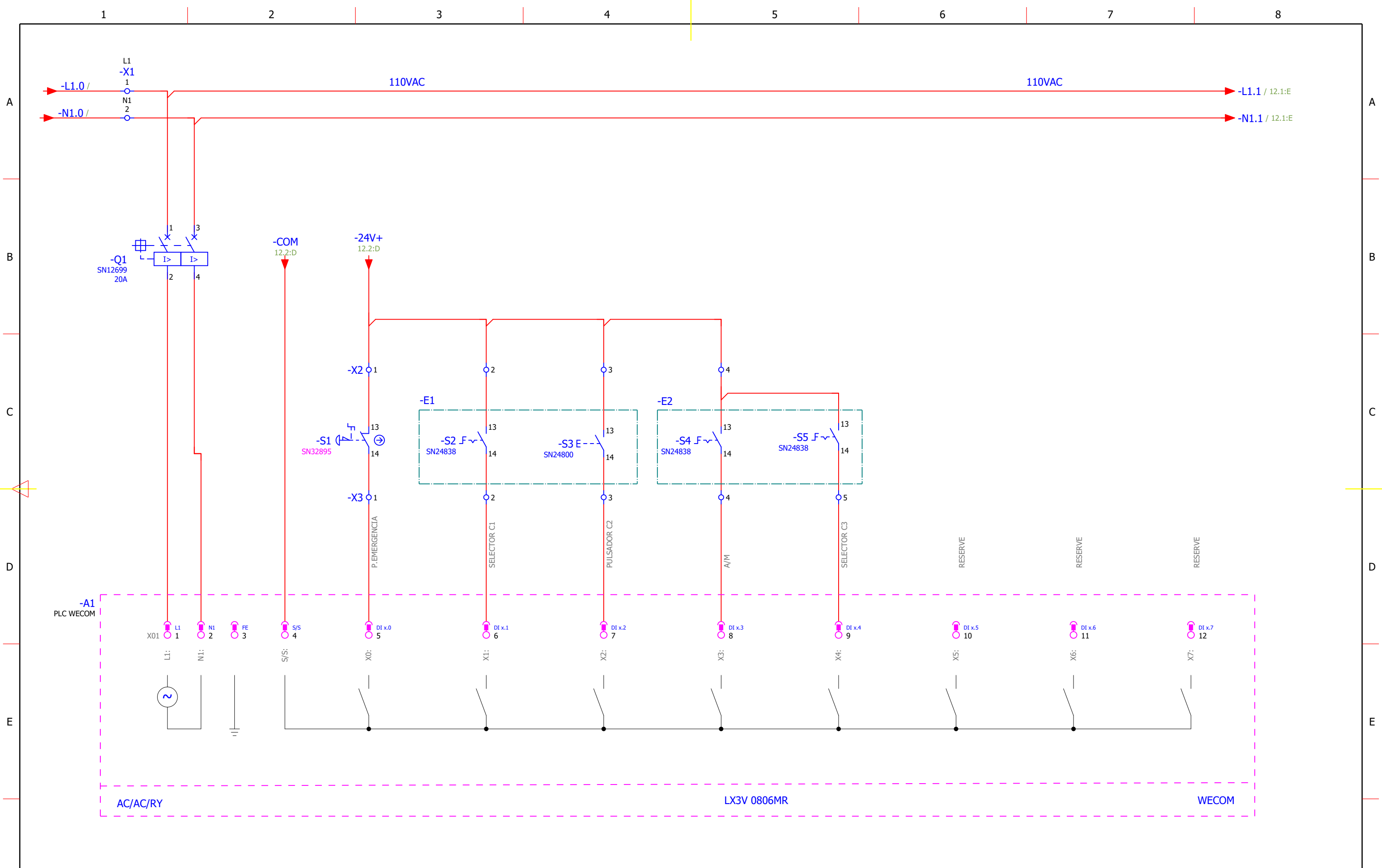
- Botón de Emergencia
- Selector Cilindro Cuadro de Presión
- Pulsador Cilindro Principal de Compactación
- Automático Manual
- Selector Cilindro Brazo Articulado

- Electroválvula Cilindro 1 - Presión de Cavidad Inferior
- Electroválvula Cilindro 2 - Presión de Cavidad superior
- Electroválvula Cilindro 3 - Brazo Articulado
- Luz Piloto Verde
- Luz Piloto Roja
- Luz Piloto A/M

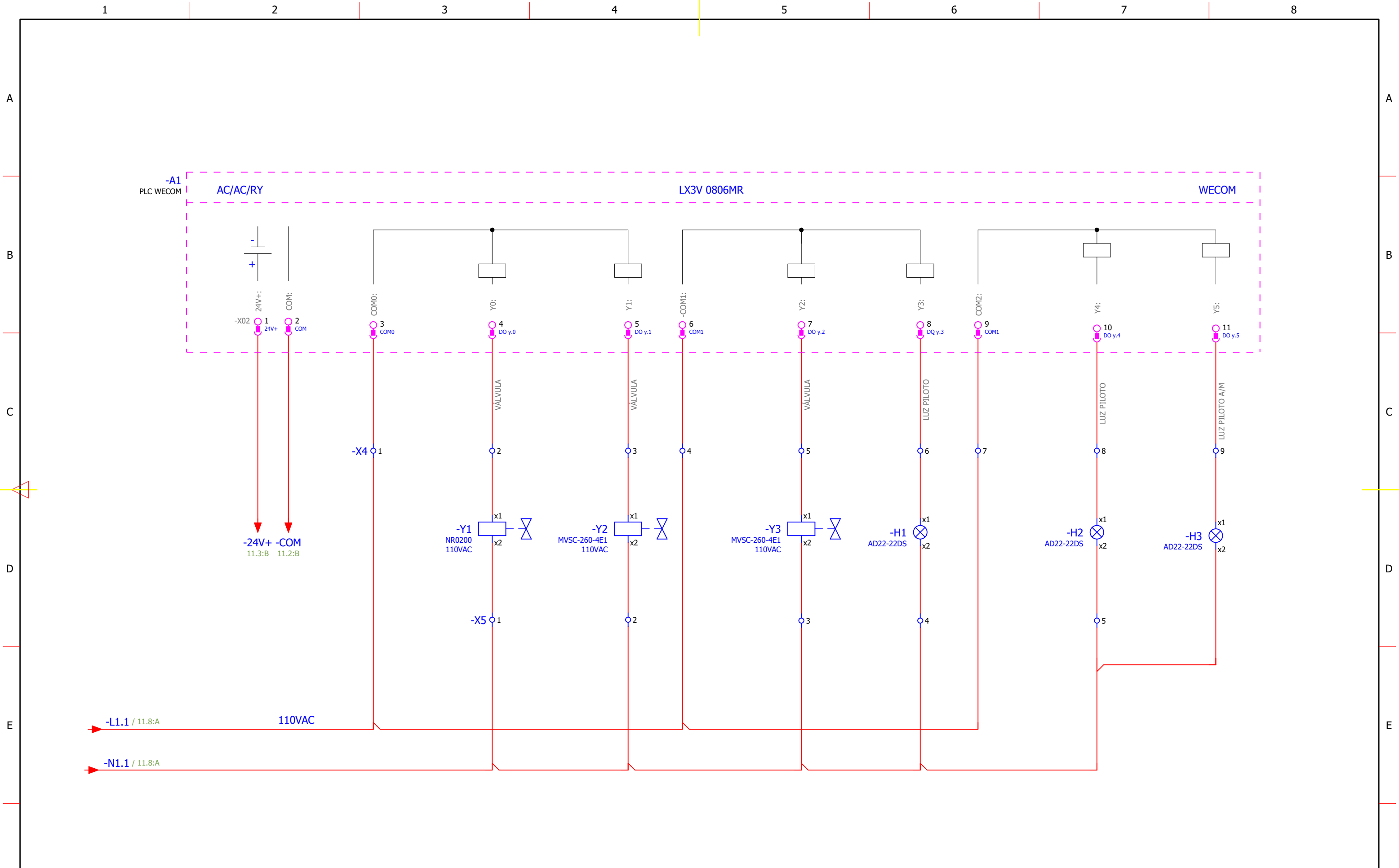
Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:	Máquina de molde en arena	
Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:	TITULO:	RESUMEN DE PLC	
	DISEÑO	David Fierro	24/07/21		FORMATO:	ACABADO:	ORDEN DE FABRICACION:	TG_SMO_MMA_002_PE
	REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc		ESCALA:	PROTECCIÓN:			
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc				


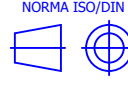


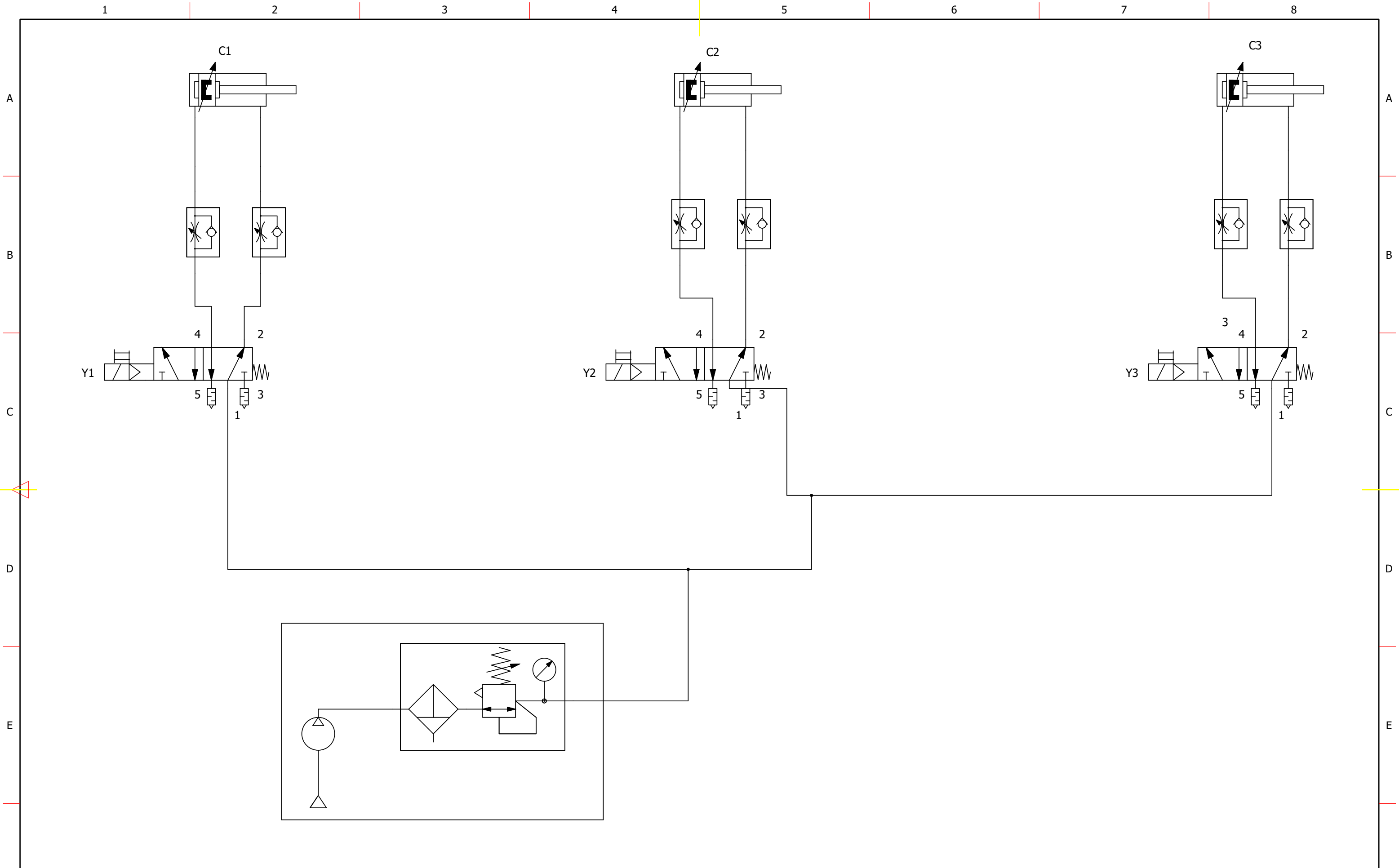
Trabajo de Grado
Ingeniería en Mecatrónica - UTN



Ing. Fernando Valencia MSc		RESPONSABLE		FIRMA	FECHA		TIPO DE TABLERO:	PROYECTO: Máquina de moldeo en arena			Trabajo de Grado	
Para fabricación		DIBUJO	David Fierro		17/07/21		CANTIDAD:				Ingeniería en Mecatrónica - UTN	
		DISEÑO	David Fierro		24/07/21		ACABADO:				Hoja 11	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc		FORMATO: A3	PROTECCIÓN:	TÍTULO: DIAGRAMA DE CONTROL PLC ENTRADAS			Página 11 / 16	
				Ing. Fernando Valencia MSc		ESCALA: 1:1	MATERIAL:	ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_002_PE	LISTA DE MATERIALES:			

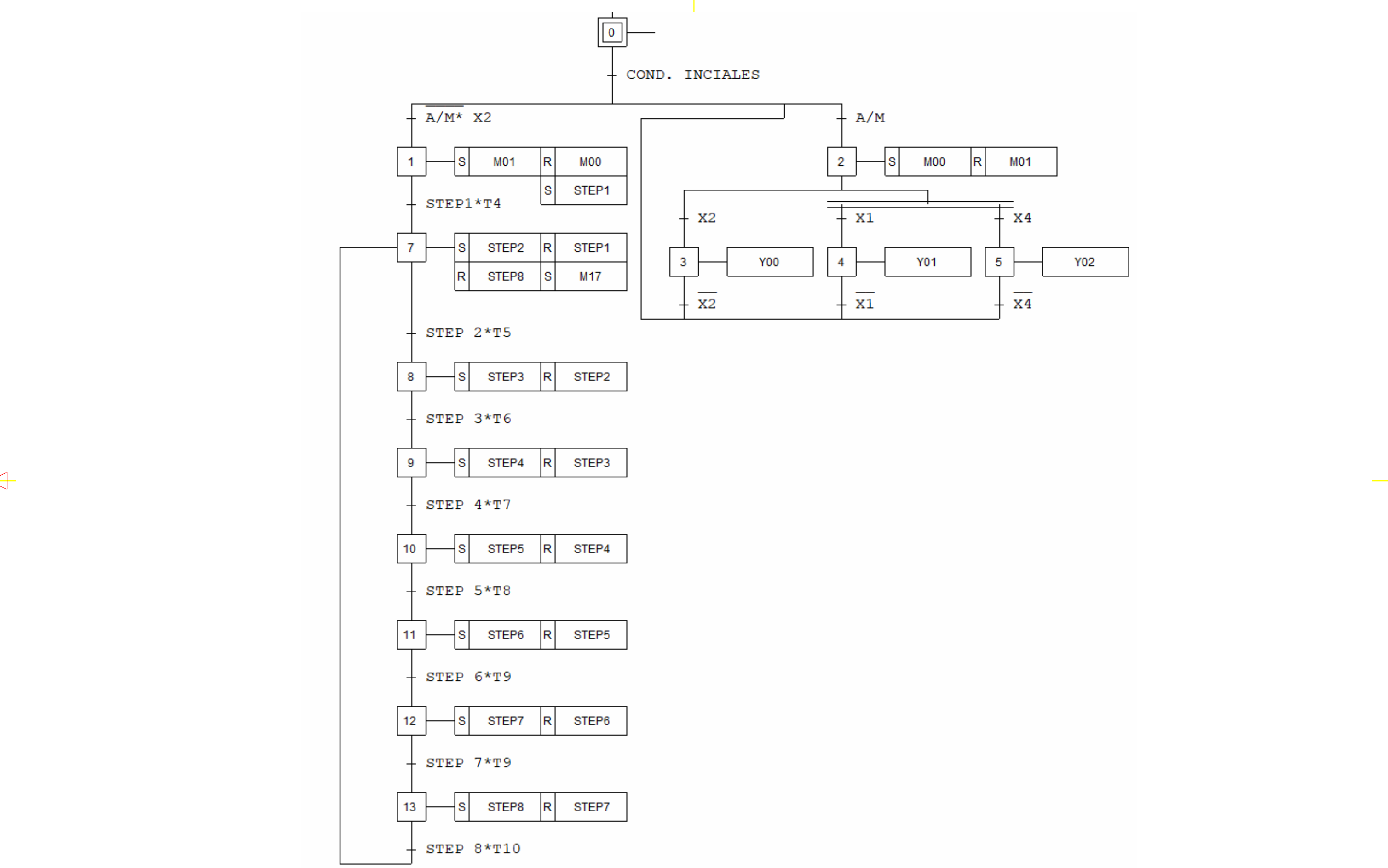


Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:		Trabajo de Grado Ingeniería en Mecatrónica - UTN
Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:	Máquina de moldeo en arena		
	DISEÑO	David Fierro	24/07/21		ACABADO:	TÍTULO:		
	REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc		FORMATO:	PROTECCIÓN:	ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_002_PE		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc	ESCALA:	1:1		Hoja 12 Página 12 / 16



	Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:
	Para fabricación	DIBUJO David Fierro		17/07/21		CANTIDAD:	Máquina de moldeo en arena
		DISEÑO David Fierro		24/07/21		FORMATO: A3	ACABADO:
		REVISO Ing. Fernando Valencia MSc			ESCALA: 1:1	PROTECCIÓN:	ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_003_PN
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO Ing. Fernando Valencia MSc			MATERIAL:	LISTA DE MATERIALES:

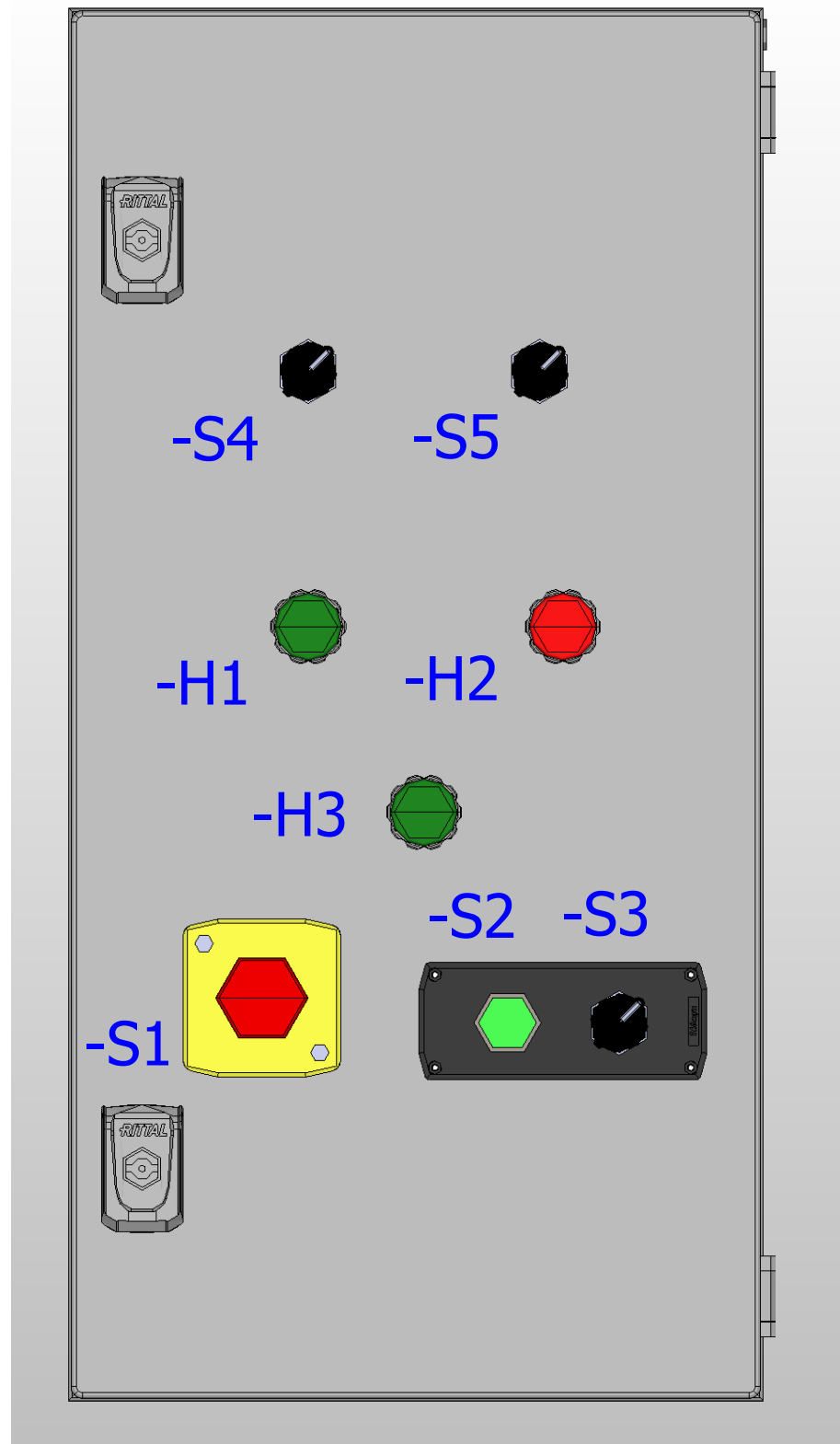




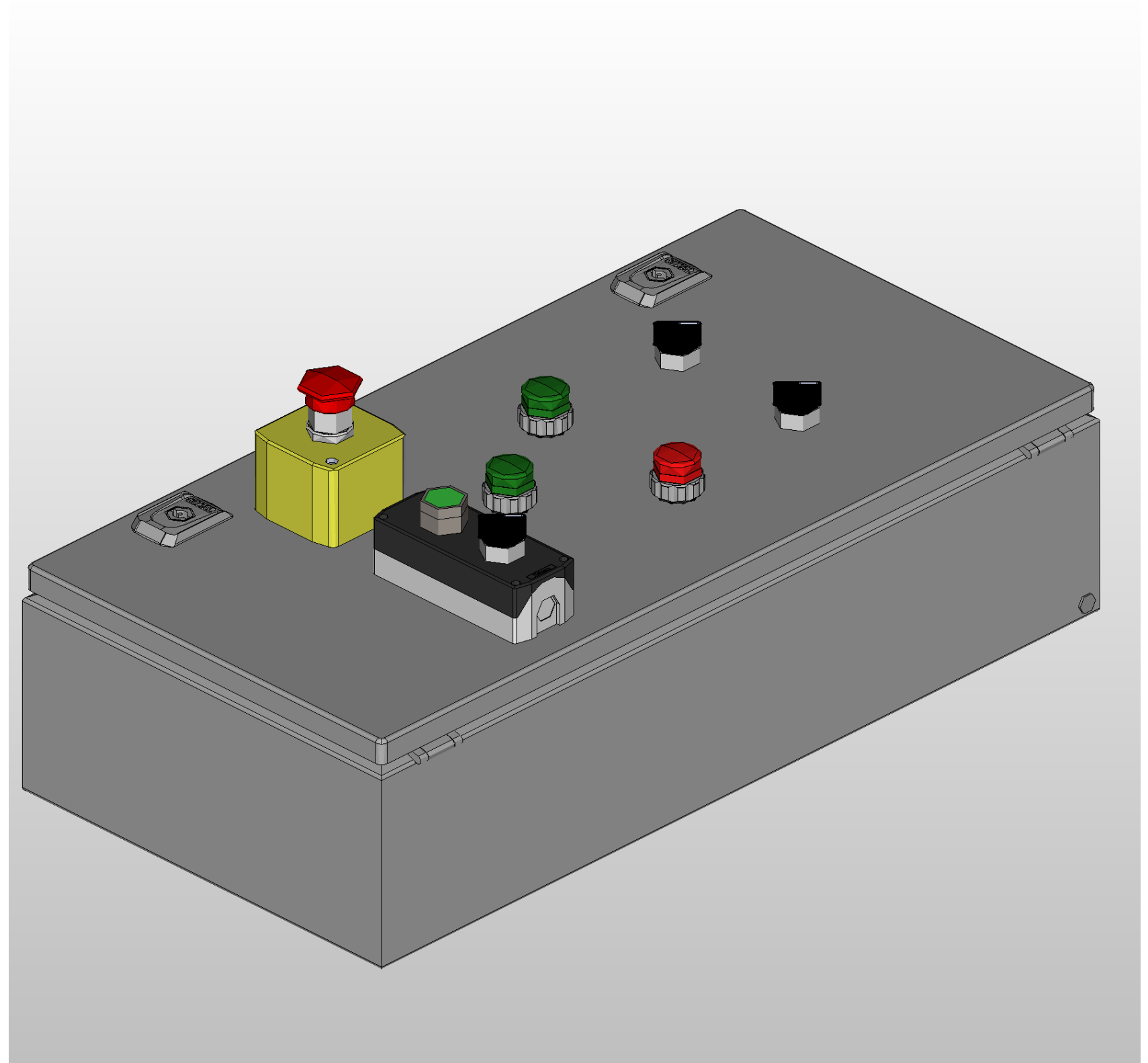
Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:	Máquina de moldeo en arena	
Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:	TÍTULO: GRAFCET		
	DISEÑO	David Fierro	24/07/21		ACABADO:			
	REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc		FORMATO: A3	PROTECCIÓN:	ORDEN DE FABRICACION: TG_SMO_MMA_003_PN		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	ESCALA: 1:1	MATERIAL:			




VISTA FRONTAL

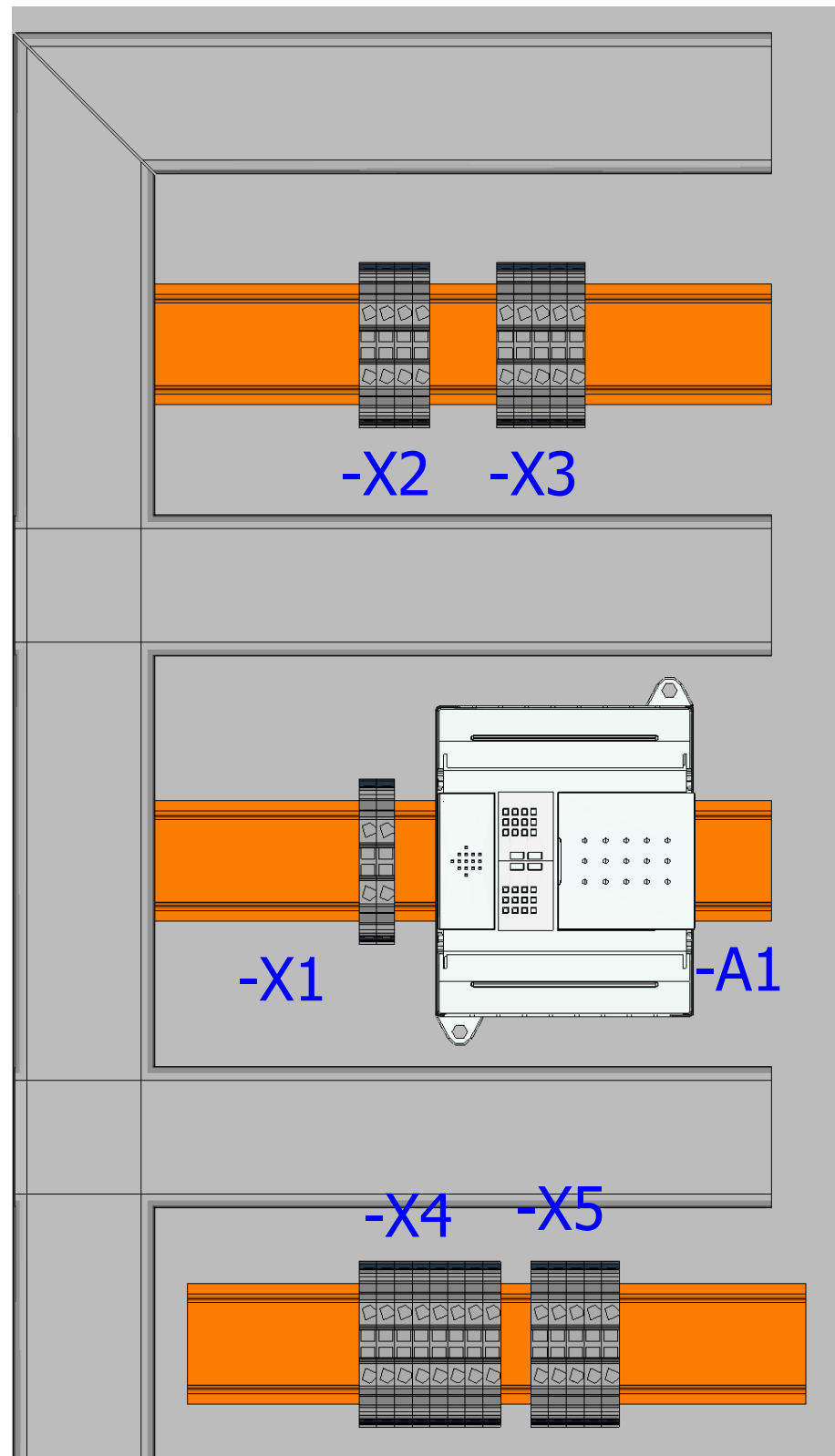


VISTA ISOMÉTRICA

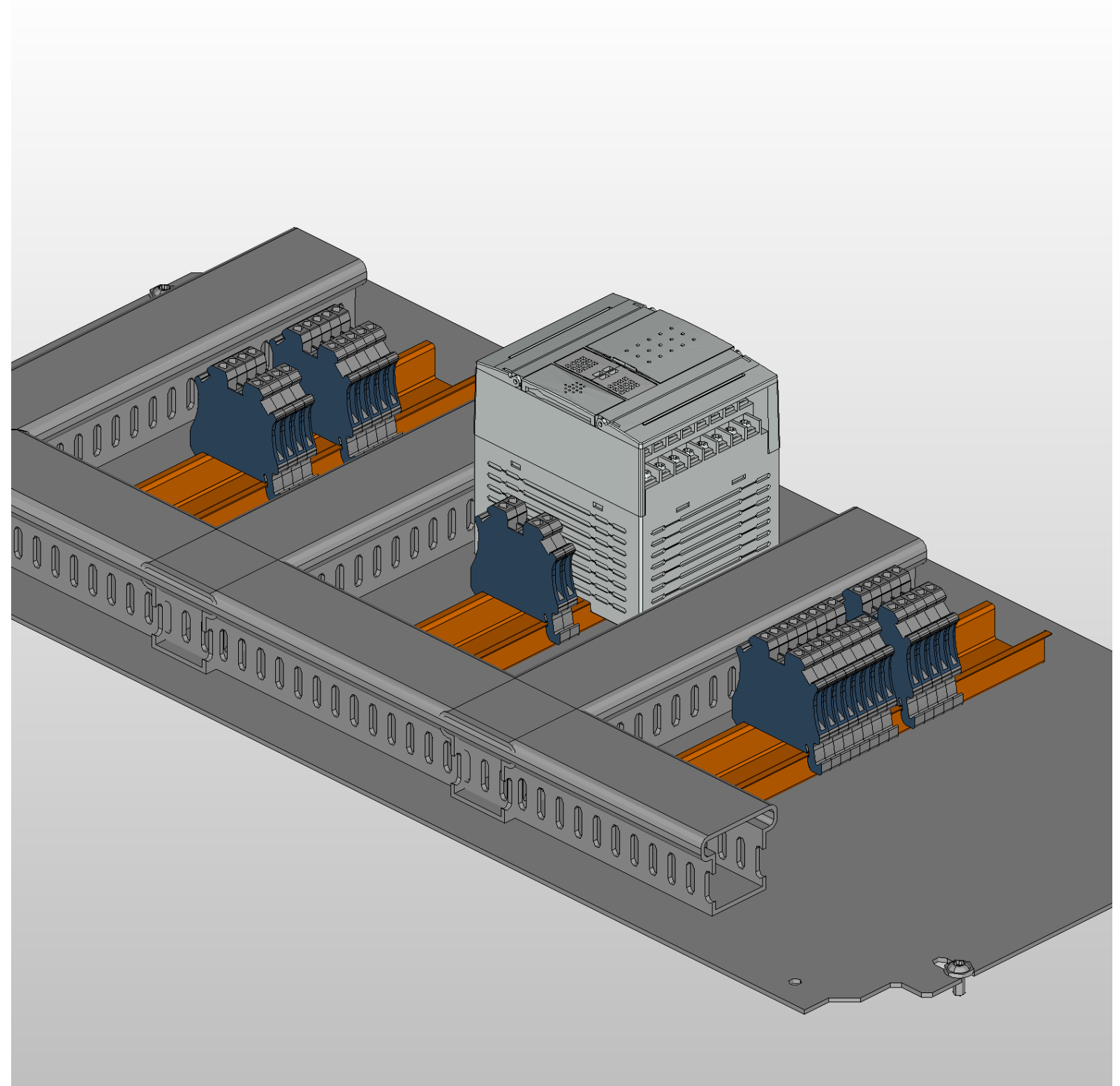


	Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:		Trabajo de Grado Ingeniería en Mecatrónica - UTN	
	Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:	Máquina de moldeo en arena			
		DISEÑO	David Fierro	24/07/21		ACABADO:	TÍTULO:			DISEÑO 3D TABLERO ELÉCTRICO
		REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc			PROTECCIÓN:	ORDEN DE FABRICACION:			DISEÑO_TABLERO_ELÉCTRICO
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc	ESCALA:	MATERIAL:	LISTA DE MATERIALES:		Hoja 15 Página 15 / 16	

VISTA FRONTAL



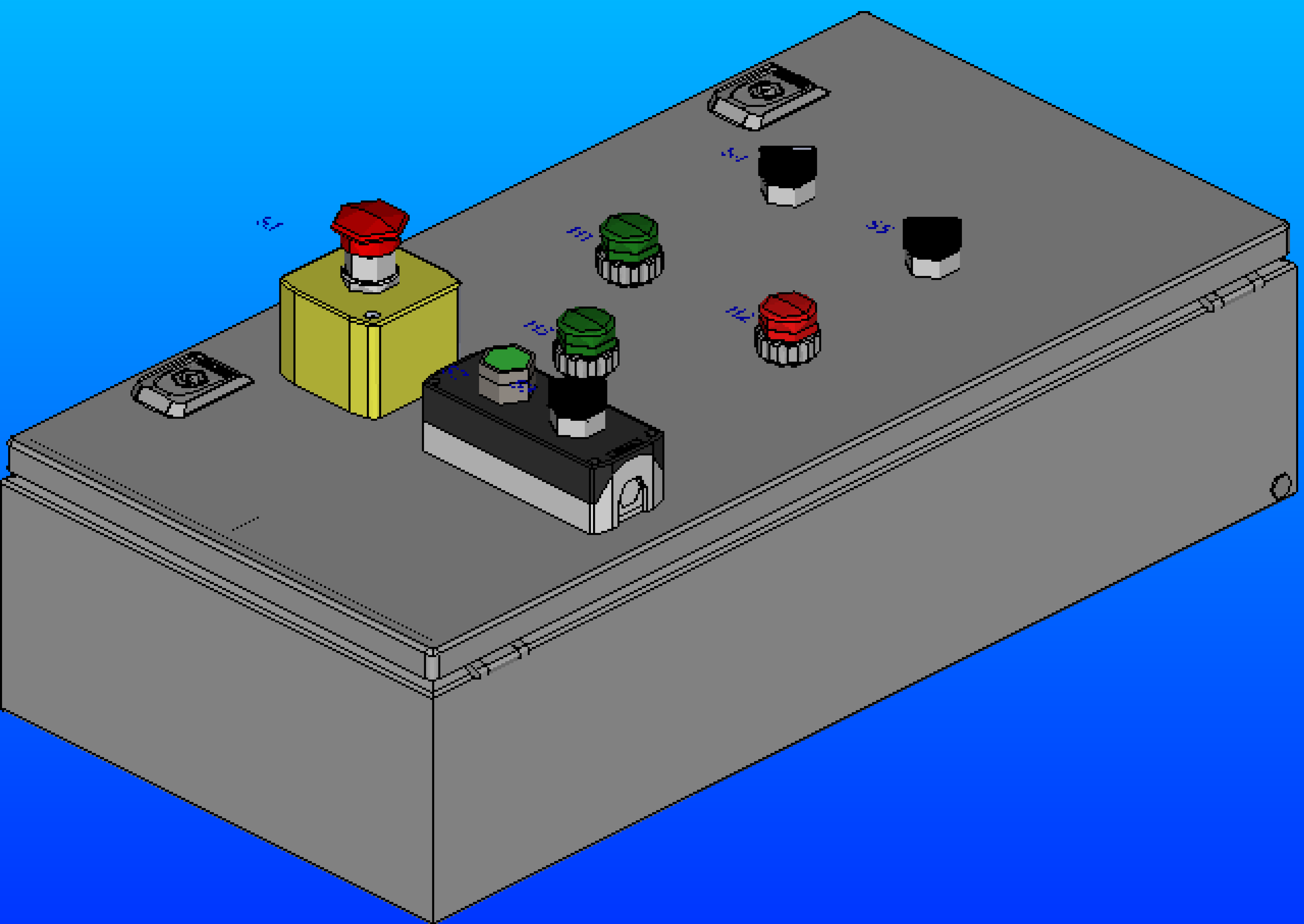
VISTA ISOMÉTRICA



	Ing. Fernando Valencia MSc	RESPONSABLE	FIRMA	FECHA	NORMA ISO/DIN	TIPO DE TABLERO:	PROYECTO:
	Para fabricación	DIBUJO	David Fierro	17/07/21		CANTIDAD:	Máquina de moldeo en arena
		DISEÑO	David Fierro	24/07/21		FORMATO:	ACABADO:
		REVISO	Ing. Fernando Valencia MSc		ESCALA:	PROTECCIÓN:	DISEÑO INTERNO TABLERO
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBO	Ing. Fernando Valencia MSc	ESCALA:	MATERIAL:	ORDEN DE FABRICACION: DISEÑO_TABLERO_ELÉCTRICO



Trabajo de Grado
Ingeniería en Mecatrónica - UTN



ANEXOS E: CATÁLOGO DE CILINDROS NEUMÁTICO


CILINDRO NEUMÁTICO HOERBIGER PNEUMATIC

Standard Cylinder Ø 32-100mm

to ISO 15552
(ISO 6431)
VDMA 24562 and
CETOP RP43P

Series AZ....

Versions:

- double acting with cushioning
- for contactless position sensing
- ATEX-Version 

Special Versions:

- Viton version for high temperature range (+150°)
- With through piston rod
- With additional piston rod
- With locking unit
- Version H for hydraulic operation ($p_{max} = 10$ bar)
- Tie rod version
- With metal wiper
- Various piston rod extensions
- Various piston rod materials
- With adaptor plate for valve mounting

The delivery includes:

- 1 Cylinder
- 1 Hexagon nut for piston rod thread

Magnetic switches are not included - please order these separately.



Characteristics

Characteristics	Symbol	Unit	Description					
General Features								
Type	Cylinder							
Series	AZ							
System	Piston rod cylinder							
AZ5..., AZZ5...	Double acting with cushioning							
AZZ5.../.../...	Multi position cylinder							
AZD5...	With through piston rod Double acting with cushioning							
AZV5...	Non-rotating Double acting with cushioning							
AZ35...	Non-rotating, with through piston rod, double acting with cushioning							
AZ45...	Non-rotating, with through piston rod, double acting with cushioning							
Mounting	See drawing							
Tube connection	Thread							
Ambient temperature range	T_{min} T_{max}	°C	-20	Note: When using below freezing point (°C) it is necessary to consult us				
Medium temperature range	T_{max}	°C	+80					
Weight (mass)	kg		See table					
Installation	In any position							
Medium	Filtered and lubricated or filtered and unlubricated compressed air							
Lubrication	Oil mist lubrication compatible with Buna N							
Material								
Cylinder tube	Aluminium, anodized							
Front/Rear end caps	Cast Aluminium							
Piston rod	Steel, high-alloy – Series AZ Steel, hard-chrome plated – Series AZV							
Pneumatic Characteristics								
Nominal pressure	p_n	bar	6					
Operating pressure range	p_{min} p_{max}	bar bar	0,5 10					
Piston diameter	mm		32	40	50	63	80	100
Port size			G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2
Piston rod diameter								
Series AZ	mm		12	16	20	20	25	25
Series AZV	mm		8	10	12	16	20	20
Piston rod thread			M10 x1.25	M12 x1.25	M16 x1.5	M16 x1.5	M20 x1.5	M20 x1.5
Stroke length	mm		For standard stroke lengths see order instructions max. 2000mm, longer strokes on request					
Piston force and air consumption	See page 9							
Compression force	AZV* AZ3* AZ4*	N	430	680	1060	1680	2714	4240
		N	374	570	890	1510	2464	4002
		N	380	590	940	1466	2375	3900
Tensile force	AZV* AZ3* AZ4*	N	380	590	940	1466	2375	3900
		N	380	590	940	1466	2375	3900
		N	380	590	940	1466	2375	3900
Cushioning	mm		At both ends, infinitely variable					
Cushioned stroke Series AZ	mm		23	23	23	23	37	37
Cushioned stroke Series AZV	mm		20	25	25	25	28	30

* 6 bar

Weight (mass) kg

Cylinder version	Cylinder diameter											
	Ø32		Ø40		Ø50		Ø63		Ø80		Ø100	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Standard Type AZ	0.770	0.220	1.200	0.340	1.740	0.480	2.500	0.610	3.680	0.880	5.200	1.130
with through piston rod Type AZD	0.960	0.250	1.520	0.490	2.260	0.720	3.060	0.850	4.540	1.260	6.190	1.500
non-rotating Type AZV	0.800	0.250	1.000	0.350	1.700	0.500	2.600	0.600	4.200	0.900	6.200	1.000
non-rotating with through piston rod Type AZ3	0.800	0.250	1.000	0.350	1.700	0.500	2.600	0.600	4.200	0.900	6.200	1.000
non-rotating with through piston rods Type AZ4	1.000	0.300	1.400	0.400	2.300	0.600	3.200	0.900	5.600	1.400	7.400	1.500
multiple pos. cyl. Typ AZZ	0.950	0.250	1.300	0.550	2.200	0.650	2.800	0.750	4.600	1.150	6.700	1.400

* 1 = Cylinder weight (100 mm stroke)

2 = Weight per further 100 mm stroke length

Mounting	Cylinder diameter					
	Ø32	Ø40	Ø50	Ø63	Ø80	Ø100
A	0.150	0.190	0.340	0.390	0.790	1.000
B	0.070	0.090	0.170	0.220	0.490	0.740
BA	0.100	0.130	0.210	0.300	0.570	0.910
BAS	0.100	0.150	0.220	0.320	0.560	0.860
C	0.100	0.120	0.230	0.280	0.620	0.780
D	0.100	0.120	0.230	0.280	0.620	0.780
EN	0.110	0.180	0.230	0.390	0.530	0.720
EN for series AZZ	0.110	0.290	0.330	0.650	0.830	1.560

Dimensions (mm) for Special Piston Rod Threads and Thread Length

Piston Rod with External Thread (mm)			
Cylinder-Ø	Special thread KK	Standard thread KK	SW
32	M10x1.5	M10x1.25	10
40	M12x1.75	M12x1.25	13
50	M16x2	M16x1.5	17
63	M16x2	M16x1.5	17
80	M20x2.5	M20x1.5	22
100	M20x2.5	M20x1.5	22
External Thread Length of the Piston Rod (mm)			
Cylinder-Ø	AM _{min.}	AM _{Standard}	AM _{max.}
32	12	22	99
40	16	24	99
50	20	32	99
63	20	32	99
80	25	40	99
100	25	40	99
Internal Thread Length of the Piston Rod (mm)			
Cylinder-Ø	Internal thread KK	Thread depth AF _{min.}	Core hole depth
32	M6x1	13	18
40	M8x1,25	16	23
50	M10x1,5	20	28
63	M10x1,5	20	28
80	M12x1,75	24	32
100	M12x1,75	24	32

Note:

In the configuration of a cylinder with through piston rod, Series AZD, the assumption is that both piston rods are identical. Only one is configured and this applies to both piston rods. If two different piston rods are required, a special cylinder must be ordered. Special cylinders are not configurable.

The new cylinder profile makes position sensing possible with magnetic switches in either dovetail slot version (Type RS, ES) or T-slot version (Type RST, EST).

One or more magnetic proximity sensors (depending on stroke length) can be mounted in the grooves in the cylinder profile, for sensing the end positions or intermediate positions of the piston.

Profile AZ Basic Cylinder

Ø 32



Ø 40



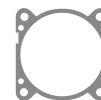
Ø 50



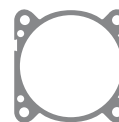
Ø 63



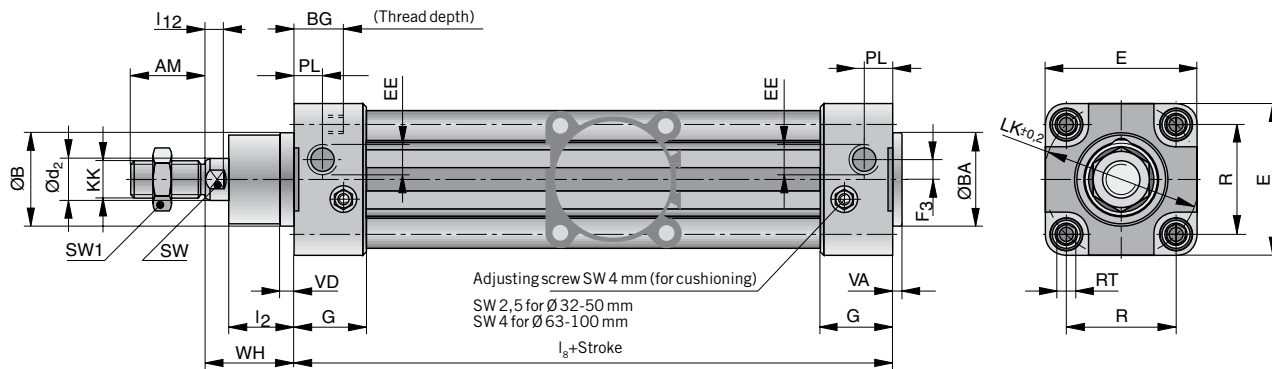
Ø 80



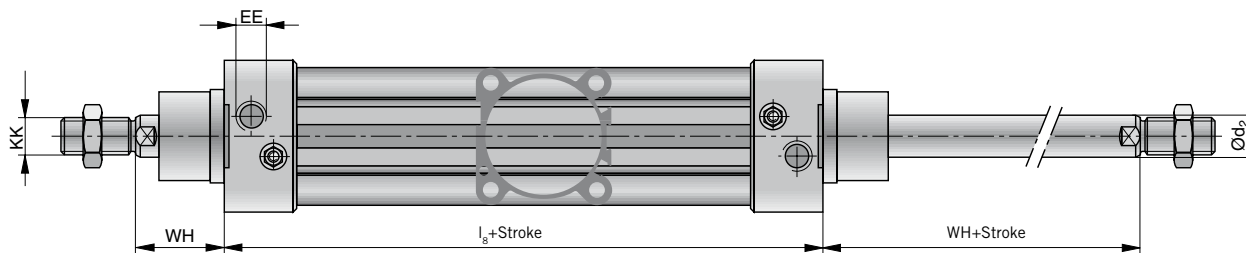
Ø 100



Dimensions for Basic Cylinder, Series AZ..., Ø 32 – 100 mm



Dimensions – Basic Cylinder with Through Piston Rod, Series AZD..., Ø 32 – 100 mm



Dimension Table (mm) – Series AZ..., AZD..., AZZ...

Cyl. Ø	ØB_{d11}	Ød_2	E	F_3	G	I_2	$\text{I}_8 + \text{Stroke}$	I_{12}	R	AM	ØBA_{d11}	BG
32	30	12	47	4.5	30.5	20	94	6	32.5	22	30	16
40	35	16	55	5.3	34	20.5	105	6.5	38	24	35	16
50	40	20	65	8.5	31	28	106	8	46.5	32	40	16
63	45	20	78	8	33	26	121	8	56.5	32	45	16
80	45	25	95	9	35.5	32.5	128	10	72	40	45	17
100	55	25	115	13	37	37.5	138	10	89	40	55	17

Zugstangenzyylinder Serie 167

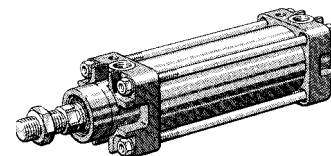
doppeltwirkend, ohne Dämpfung, Ø 40-320 mm, kältebeständig

Rexroth
Bosch Group

Technische Daten

Norm	ISO 6431 (Ø40-320 mm)
Betriebsdruck max.	10 bar
Thermischer Anwendungsbereich	-40°C bis +70°C
Medium	Druckluft, geölt bzw. ölfrei

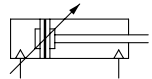
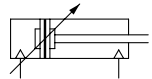
Werkstoffe	Kolbenstange	X 20 Cr 13 X 10 Cr Ni S 18 9, Ø 40-125 mm X 20 Cr 13, Ø 160-320 mm
	Kolbenstangenbuchse Zylinderrohr Deckel	Stahl mit Gleitschicht aus PVDF und PTFE anodisiertes Aluminium Aluminium Ø 25-100 mm anodisiertes Aluminium, Ø 125-320 mm
	Zugstange, Mutter Kolben Dämpfungsschrauben Abstreifer Dichtungen	verzinkter Stahl Aluminium, Ø 40-320 mm Messing Metal-scaper NBR



Technische Informationen (weitere Informationen siehe Register 15)

Kolben-Ø		[mm]	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320
Kolbenkräfte, theoretisch	Druckkraft	[kN]	0,76	1,18	1,86	3,00	4,68	7,32	12,1	18,8	29,5	48,2
	Zugkraft	[kN]	0,64	0,99	1,68	2,72	4,23	6,84	11,3	18,1	27,6	46,4
Masse (Gewicht)	0 mm Hub	[kg]	0,76	1,1	1,7	2,5	3,7	6,9	12,5	17,7	34,0	58,0
	je 100 mm	[kg]	0,32	0,42	0,54	0,72	1,00	1,31	2,00	2,49	4,70	6,00

Bestellnummer



	Kolben-Ø ⁴⁾	40	50	63	80	100
	Kolbenstangengewinde Gewindeanschluß	M 12 x 1,25 G 1/4	M 16 x 1,5 G 1/4	M 16 x 1,5 G 3/8	M 20 x 1,5 G 3/8	M 20 x 1,5 G 1/2
	Zwischenhübe ²⁾ PCC-Nummer ²⁾	299-075-704-0 167/40/xxx/16/ B03075	299-075-705-0 167/50/xxx/16/ B03075	299-075-706-0 167/63/xxx/16/ B03075	299-075-708-0 167/80/xxx/25/ B03075	299-075-710-0 167/100/xxx/25/ B03075
	Empf. max. Hub ³⁾	1600	1600	1600	1700	1700
	Kolben-Ø⁴⁾	125	160	200	250	320
	Kolbenstangengewinde Gewindeanschluß	M 27 x 2 G 1/2	M 36 x 2 G 3/4	M 36 x 2 G 3/4	M 42 x 2 G 1	M 48 x 2 G 1
	Zwischenhübe ²⁾ PCC-Nummer ²⁾	299-075-712-0 167/125/xxx/32/ B03075	299-075-716-0 167/160/xxx/40/ B03075	299-075-720-0 167/200/xxx/40/ B03075	299-075-725-0 167/250/xxx/63/ B03075	299-075-732-0 167/320/xxx/63/ B03075
Empf. max. Hub ³⁾	1700	1700	1700	1700	1700	

²⁾ Bei Bestellung, bitte zusätzlich PCC-Nummer angeben.
Beispiel: Zylinder Ø40 299-075-704-0, PCC-Nr.: 167/40/185/16/B03075 für Hublänge 185 mm


³⁾ Größere Hübe auf Anfrage

⁴⁾ mit Magnetkolben auf Anfrage

Zubehör (gesondert bestellen)

Zubehör	Typ	40	50	63	80	100
	Kolben-Ø	40	50	63	80	100
	Flanschbefestigung, vorne oder hinten	366-200-400-0	366-200-500-0	366-200-600-0	366-200-800-0	366-201-000-0
	Winkelbefestigung, paarweise geliefert	366-220-400-0	366-220-500-0	366-220-600-0	366-220-800-0	366-221-000-0
	Schwenkzapfenbefestigung mit Bolzen	367-280-400-0	367-280-500-0	367-280-600-0	367-280-800-0	367-281-000-0
	Aufhängebefestigung mit Bolzen	367-290-400-0	367-290-500-0	367-290-600-0	367-290-800-0	367-291-000-0
	Aufhängebefestigung	366-320-400-0	366-320-500-0	366-320-600-0	366-320-800-0	366-321-000-0
	Aufhängebefestigung mit sphärischem Lager	366-360-400-0	366-360-500-0	366-360-600-0	366-360-800-0	366-361-000-0
	Kolben-Ø	125	160	200	250	320
	Flanschbefestigung, vorne oder hinten	366-201-200-0	366-201-600-0	366-202-000-0	366-205-500-0	366-203-200-0
	Winkelbefestigung, paarweise geliefert	366-221-200-0	366-221-600-0	366-222-000-0	366-222-500-0	366-223-200-0
	Schwenkzapfenbefestigung mit Bolzen	367-281-200-0	367-281-600-0	367-282-000-0	366-282-500-0	366-283-200-0
Aufhängebefestigung mit Bolzen	367-291-200-0	367-291-600-0	367-292-000-0	367-292-500-0	367-293-200-0	
Aufhängebefestigung	-	-	-	366-322-500-0	366-323-200-0	
Aufhängebefestigung mit sphärischem Lager	366-361-200-0	366-361-600-0	366-362-000-0	-	-	
	Kolben-Ø	40	50	63	80	100
	Gabelkopf	895-801-910-2	895-801-920-2	895-801-920-2	895-801-930-2	895-801-930-2
	Gelenkkopf mit sphärischem Lager (ISO 8139)	366-090-400-0	366-090-500-0	366-090-500-0	366-090-800-0	366-090-800-0
	Ausgleichskupplung	895-820-874-2	895-820-875-2	895-820-875-2	895-820-876-2	895-820-876-2
	Kolben-Ø	125	160	200	250	320
	Gelenkkopf	895-802-270-2	895-801-931-2	895-801-931-2	895-801-932-2	895-801-933-2
Gelenkkopf mit sphärischem Lager (ISO 8139)	367-091-200-0	366-091-600-0	366-091-600-0	366-092-500-0	366-093-200-0	
Ausgleichskupplung	895-820-877-2	-	-	-	-	

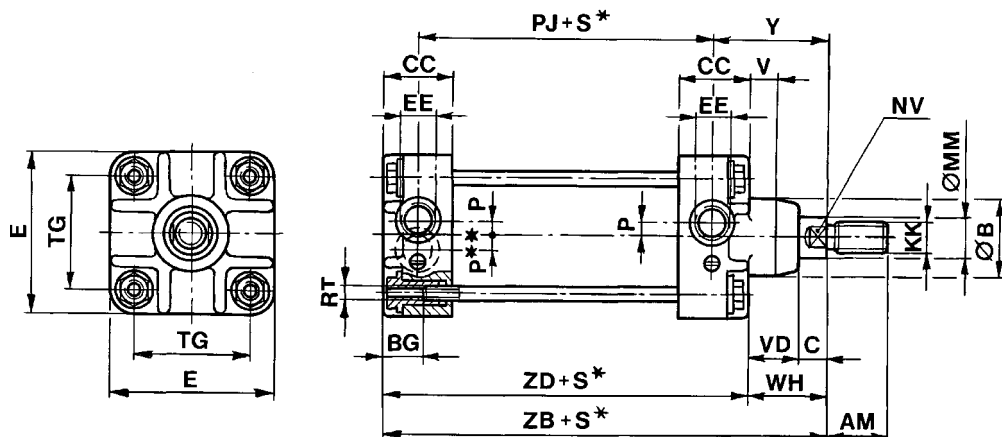
Ersatzteilpäckchen

	Kolben-Ø	40	50	63	80
	Bestellnummer	049-039-440-0	049-039-450-8	049-039-460-5	049-039-470-2
	Kolben-Ø	160	200	250	320
	Bestellnummer	049-035-150-7	049-035-160-4	049-037-350-0	049-037-360-8

Zugstangenzylinder Serie 167

doppeltwirkend, ohne Dämpfung, Ø 40-320 mm, kältebeständig

Rexroth
Bosch Group



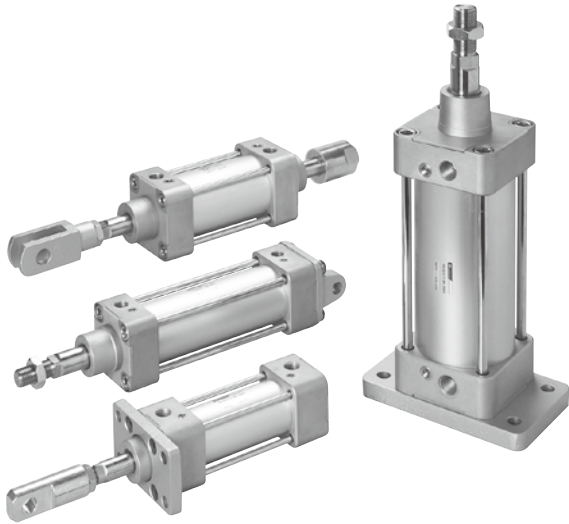
S* = Hub
P** = für Zylinder-Ø 250 und 320 mm.

Kolben-Ø	B h12	C	E	P	V	Y	CC	EE	KK	MM g8
40	35	13	56	4	5	48	30,0	G 1/4	M 12x1,25	16
50	40	15	63	4	6	54	30,0	G 1/4	M 16x1,5	20
63	40	14	81	6	6	58	34,0	G 3/8	M 16x1,5	20
80	48	16	95	9	8	67	36,0	G 3/8	M 20x1,5	25
100	55	16	115	12	8	70	40,0	G 1/2	M 20x1,5	25
125	60	27	140	13	15	92	46,5	G 1/2	M 27x2	32
160	70	36	180	13	15	113	52,5	G 3/4	M 36x2	40
200	80	49	220	16	15	126	60,5	G 3/4	M 36x2	40
250	95	42	274	15	-	137	57,0	G 1	M 42x2	63
320	98	57	344	15	-	152	57,0	G 1	M 48x2	63

Kolben-Ø	AM	BG	NV	PJ	RT	TG	VD	WH	ZB	ZD	Tol. Hub
40	24	15	14	69	M 6	40	20	33	132 ±1,2	99	+2/-0
50	32	15	17	72	M 6	46	23	38	142 ±1,2	104	+2/-0
63	32	19	17	79	M 8	59	27	41	154 ±1,4	113	+2,5/-0
80	40	19	22	86	M 8	73	32	48	172 ±1,4	124	+2,5/-0
100	40	23	22	100	M 10	90	37	53	187 ±1,4	134	+2,5/-0
125	54	27	27	109	M 12	110	38	65	225 ±1,4	160	+2,5/-0
160	72	30	36	121	M 14	140	46	82	258 ±1,7	176	+4/-0
200	72	31	36	129	M 16	175	46	95	275 ±1,7	180	+4/-0
250	84	40	55	136	M 20	218	63	105	305 ±2	200	+4/-0
320	96	44	55	156	M 24	274	63	120	340 ±2,5	220	+4/-0

MCQV / MCQV2 series

ISO 15552 STANDARD CYLINDER



Features

■ Non lubrication

Special housing and bushing enables self lubrication of piston rod.

■ High quality long service life

Hard anodised aluminium cylinder tubes offer a high resistance to corrosion and low internal friction.

■ ISO 15552 standard specification

Conforms to ISO 15552 specification enabling worldwide interchangeability.

■ Cylinder mountings

Available with comprehensive internationally recognised range of fixed and flexible mountings.

Table for standard stroke

Tube I.D.	Stroke (mm)
ø32,40	50,75,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500
ø50,63	↑ 600
ø80,100,125,160	↑ 600,700
ø200	↑ 600,700,800,900,1000,1500

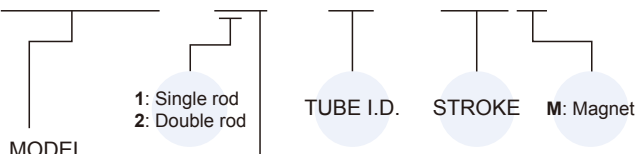
- Stroke out of specification is also available.
- Please consult us if stroke out of specification.

Specification

Model	MCQV2			MCQV		
Tube I.D. (mm)	32,40	50,63	80,100	125	160	200
Medium	Air					
Operating pressure range	0.05~1 MPa					
Proof pressure	1.5 MPa					
Ambient temperature	-5~+60°C (No freezing)					
Available speed range	50~500 mm/sec					
Sensor switch	RCA (Please refer to page 8-6)					
Sensor switch holder	HV1	HV2	HV3	HV4	PM16	HA5V

Order example

MCQV2 – 11 – 40 – 100M



MODEL	Tube I.D.
MCQV2	ø32~ø100
MCQV	ø125~ø200

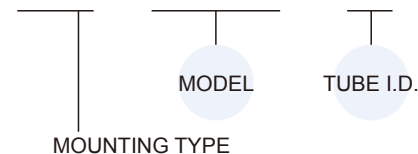
STYLE

Code	Symbol	Description
1 1		Double acting / Male thread
2 1		Double rod / Male thread
2 7		Double rod / Adjustable male thread (*)

- * Please mark "adjustable distance(mm)" at order list.
- * Order example for special specification, refer to page 0-7.
- * Order example for Rc or NPT thread please consult us.

Mounting accessories

FAC – MCQV – 40



MOUNTING TYPE	
	LB
	CA
	CB
	CDB (+CB+PIN)
	FAC
	FBC
	TA
	TB
	TC
	Y
	I
	YS (Y+Floating+PIN)

* for ø32~ø100
CB+PIN have to extra purchase.

* for ø32~ø100

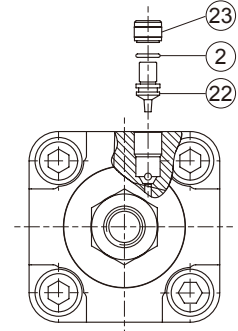
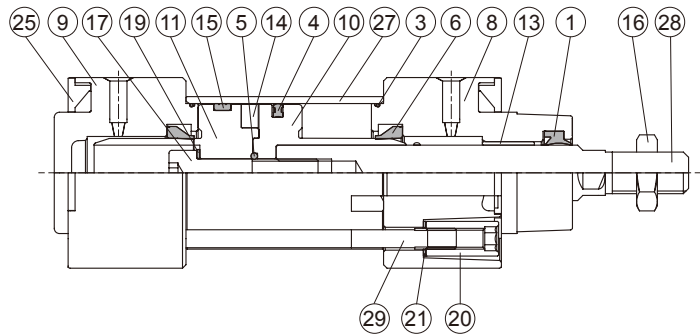
MCQV*-11 Inside structure & Parts list

ISO 15552 STANDARD CYLINDER

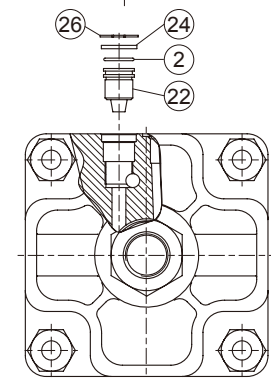
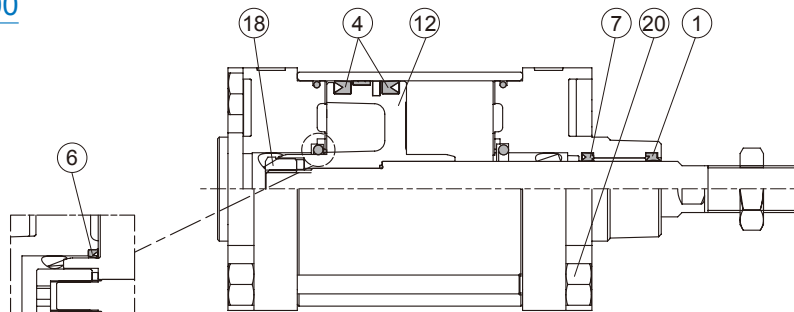


Single rod 11 type

ø32~ø100



ø125~ø200



ø200

No.	Part name	Material	Q'y	Component parts (inclusion)		Repair kits (inclusion)		Note
				ø32~ø100	ø125~ø200	ø32~ø100	ø125~ø200	
1	Rod packing	NBR	1	●	●	●	●	
2	O-ring	NBR	2	●	●		●	
3	O-ring	NBR	2	●	●	●	●	
4	Piston packing	NBR	1 or 2	●	●	●	●	ø125~ø200 (Q'y 2)
5	O-ring	NBR	1	●	●	●	●	
6	Cushion packing	NBR	2	●	●	●	●*1	
7	Rod packing	NBR	1		●		●	
8	Rod cover	Aluminum alloy	1	●	●			
9	Head cover	Aluminum alloy	1	●	●			
10	Piston-R	Aluminum alloy	1	●				
11	Piston-H	Aluminum alloy	1	●				
12	Piston	Aluminum alloy	1		●			
13	Bush	Bearing alloy	1	●	●			
14	Magnet ring	Magnet material	1	◎	◎			◎ Option
15	Wear ring	Resin	1	●	●			
16	Hex nut	Carbon steel	1	●	●			
17	Bolt	Carbon steel	1	●				
18	Piston nut	Carbon steel	1		●			
19	Washer	Carbon steel	1	●	●			ø32 does not contain item #19
20	Tie rod nut	Carbon steel	8	●	●			
21	Tie rod washer	Carbon steel	8	●				
22	Needle valve	Copper alloy	2	●	●			
23	Insert nut	Copper alloy	2	●				
24	Needle valve washer	Carbon steel	2		●			
25	Cover plate	Plastic	2	●				
26	Snap ring	Carbon steel	2		●			
27	Cylinder tube	Aluminum alloy	1					
28	Piston rod *2	Carbon steel	1					
29	Tie rod	Carbon steel	4					

*1. Cushion packing is not included in ø200 repair kits.

*2. When customized material is bearing steel, only two-side across flat (wrench flat) is available.

MCQV*-2* Inside structure & Parts list

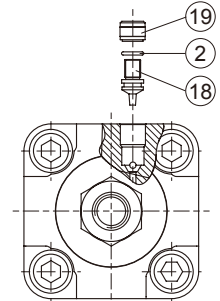
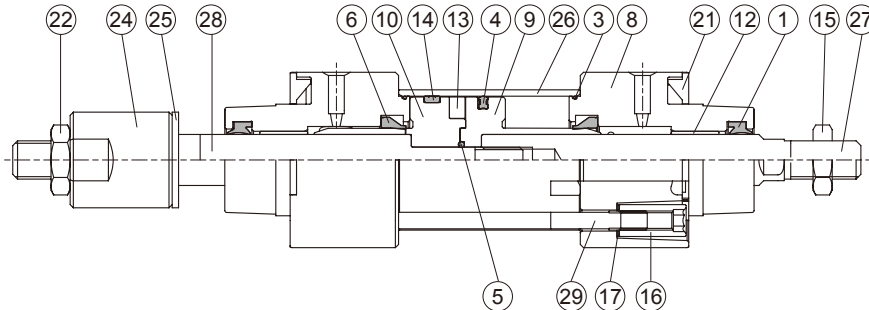
ISO 1552 STANDARD CYLINDER



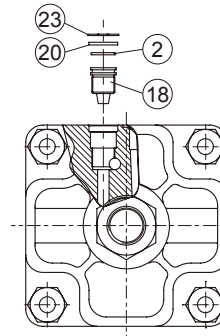
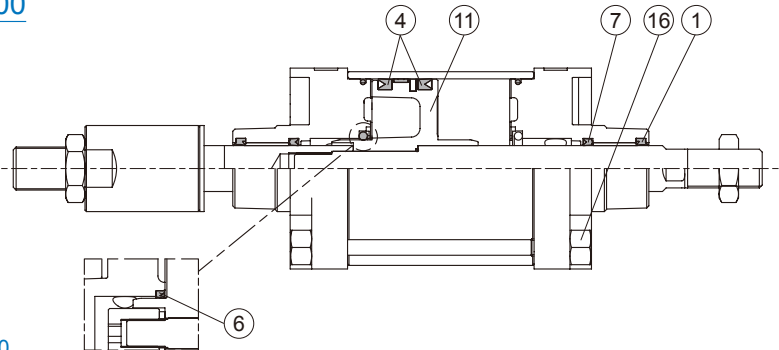
Mindman

Double rod 21 / 27 type

ø32~ø100



ø125~ø200



ø200

A: ø40~ø100
B: ø125~ø200

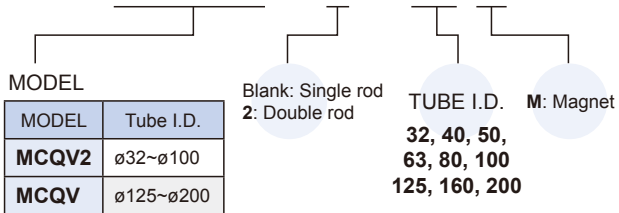
No.	21 type		27 type		Part name	Material	Q'y	Component parts (inclusion)		Repair kits (inclusion)		Note
	A	B	A	B				ø40~ø100	ø125~ø200	ø40~ø100	ø125~ø200	
1	●	●	●	●	Rod packing	NBR	2	●	●	●	●	
2	●	●	●	●	O-ring	NBR	2	●	●		●	
3	●	●	●	●	O-ring	NBR	2	●	●	●	●	
4	●	●	●	●	Piston packing	NBR	1 or 2	●	●	●	●	ø125~ø200 (Q'y 2)
5	●	●	●	●	O-ring	NBR	1	●	●	●	●	
6	●	●	●	●	Cushion packing	NBR	2	●	●	●	●	*1
7		●		●	Rod packing	NBR	2		●		●	
8	●	●	●	●	Rod cover	Aluminum alloy	2	●	●			
9	●		●		Piston-R	Aluminum alloy	1	●				
10	●		●		Piston-H	Aluminum alloy	1	●				
11		●		●	Piston	Aluminum alloy	1		●			
12	●	●	●	●	Bush	Bearing alloy	2	●	●			
13	◎	◎	◎	◎	Magnet ring	Magnet material	1	◎	◎			◎ Option
14	●	●	●	●	Wear ring	Resin	1	●	●			
15	●	●	●	●	Screw	Carbon steel	1	●	●			
16	●	●	●	●	Tie rod nut	Carbon steel	8	●	●			
17	●		●		Tie rod washer	Carbon steel	8	●				
18	●	●	●	●	Needle valve	Copper alloy	2	●	●			
19	●		●		Insert nut	Copper alloy	2	●				
20		●		●	Needle valve washer	Carbon steel	2		●			
21	●		●		Cover plate	Plastic	2	●				
22	●	●	●	●	Hex nut	Carbon steel	1	●	●			
23		●		●	Snap ring	Carbon steel	2		●			
24			●	●	Adjustable nut	Carbon steel	1					
25			●	●	Gasket	PU	1					
26	●	●	●	●	Cylinder tube	Aluminum alloy	1					
27	●	●	●	●	Piston rod #1 *2	Carbon steel	1					
28	●	●	●	●	Piston rod #2 *2	Carbon steel	1					
29	●	●	●	●	Tie rod	Carbon steel	4					

*1. Cushion packing is not included in ø200 repair kits.

*2. When customized material is bearing steel, only two-side across flat (wrench flat) is available.

Order example of component parts

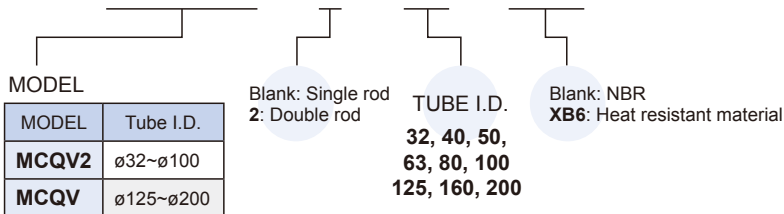
CP – MCQV2 – 2 – 40 M



* Order example for Rc or NPT thread please consult us.

Order example of repair kits



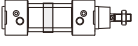
PS – MCQV2 – 2 – 40 – XB6



Cylinder & accessories weight












Cylinder weight

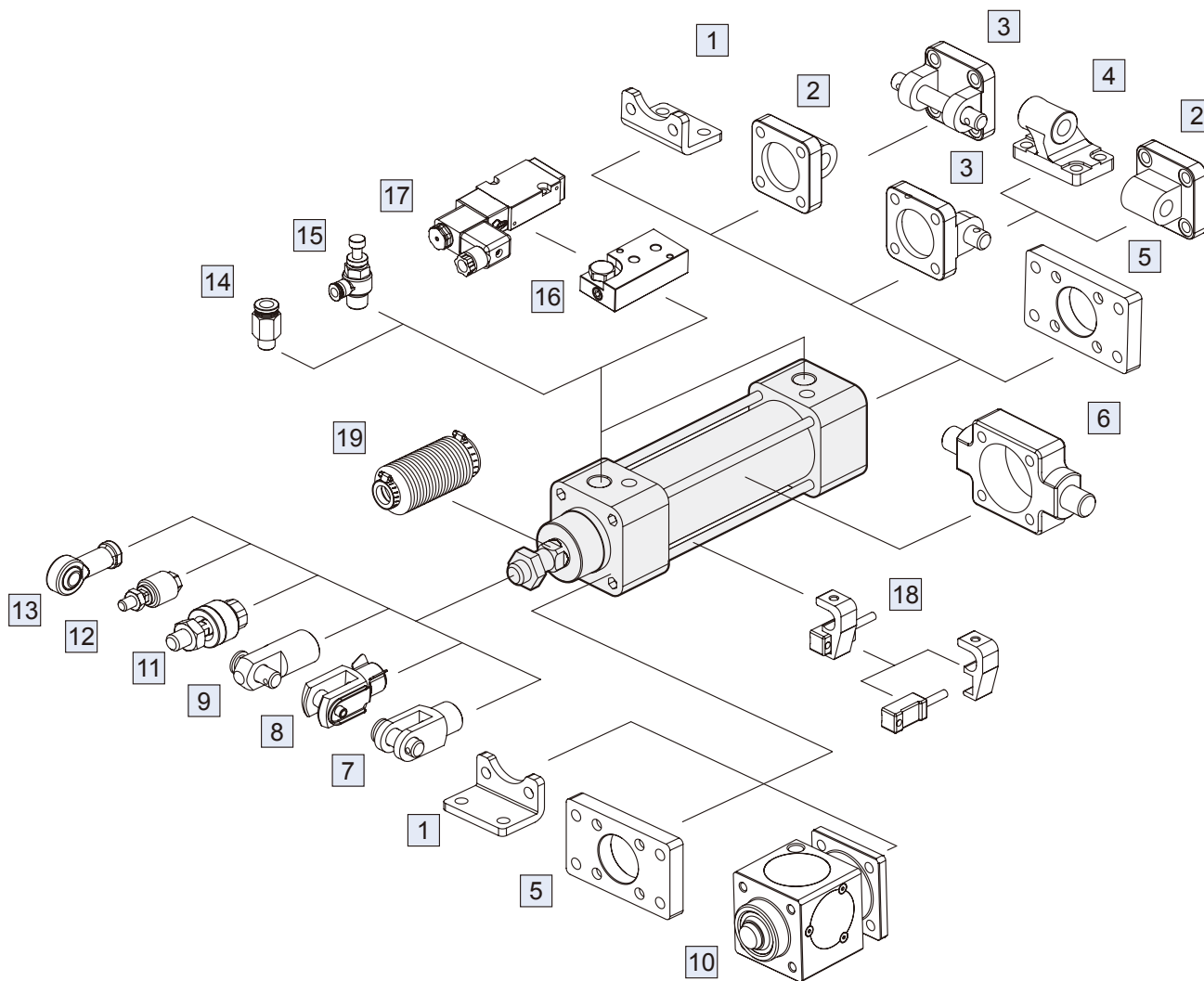
Unit: kg

Model	Basic weight MCQV*-11	Basic weight (magnet) MCQV*-11	Stroke 25 mm MCQV*-11
Tube I.D.			
ø32	0.520	0.526	0.053
ø40	0.770	0.782	0.075
ø50	1.200	1.217	0.115
ø63	1.700	1.720	0.128
ø80	2.770	2.797	0.181
ø100	3.960	3.995	0.220
ø125	7.345	7.388	0.372
ø160	13.864	13.974	0.555
ø200	19.450	19.560	0.570

Accessories weight

Unit: kg

Model	LB	CA	CB	CDB	FAC/FBC	TA/TB/TC	Y	I	Pin		YS
									Y / I	CA / CB	
Tube I.D.											
ø32	0.163	0.213	0.185	0.170	0.235	0.208	0.067	0.082	0.016	0.036	0.018
ø40	0.211	0.253	0.211	0.230	0.265	0.282	0.115	0.141	0.029	0.057	0.031
ø50	0.315	0.390	0.352	0.410	0.460	0.377	0.272	0.334	0.067	0.063	0.070
ø63	0.395	0.670	0.544	0.550	0.684	0.675	0.272	0.334	0.067	0.128	0.070
ø80	0.816	1.076	0.982	0.870	1.508	1.025	0.551	0.553	0.142	0.158	0.150
ø100	1.014	1.587	1.493	1.400	1.975	1.680	0.551	0.553	0.142	0.292	0.150
ø125	2.500	3.780	3.560	–	4.020	2.750	1.160	1.400	0.382	0.525	–
ø160	4.600	7.400	7.140	–	7.170	5.130	2.482	1.727	0.567	0.906	–
ø200	7.342	9.440	9.208	–	10.852	6.981	2.482	1.727	0.567	0.906	–



No.	Accessories	Material	Page
1	Mounting accessories LB	Carbon steel	1-36, 42
2	Mounting accessories CA	Cast iron	1-38, 43
3	Mounting accessories CB+PIN	Cast iron / *1	1-38, 43, 46, 47
4	Mounting accessories CDB	Cast iron	1-39
5	Mounting accessories FAC/FBC	Carbon steel	1-37, 42
6	Mounting accessories TA/TB/TC	Cast iron	1-39, 40, 44, 45
7	Accessories Y+PIN	Cast iron / *1	1-46, 47
8	Accessories YS (Y+Floating pin)	Carbon steel	1-46
9	Accessories I+PIN	Carbon steel	1-46, 47
10	Locking unit MCBQV*	Aluminum alloy+*2	1-65

No.	Accessories	Material	Page
11	Floating joint MFC	Carbon steel	8-2
12	Floating joint MFCS	Carbon steel	8-4
13	Female rod ends PHS	Carbon steel	8-5
14	Fitting PC (PISCO)	—	7-3 (Vol.1)
15	Speed controller JSC (PISCO)	—	7-15 (Vol.1)
16	Cylinder link seats MVSN-300-C	Aluminum alloy	1-66 (Vol.1)
17	Solenoid valve MVSN-220 / 300	—	1-62, 64 (Vol.1)
18	Sensor switch RCA+HV*	—	8-6
19	Protective bellows kit	NBR	—

*1. PIN material is carbon steel.
*2. Bronze alloy.

Cylinders' theoretic force



Unit: N

Bore (mm)		12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	150	200	
Rod (mm)		6	6	8	10	12	16	20	20	25	25	35	40	50	
Area (mm ²)	A	113	201	314	491	804	1257	1963	3117	5027	7854	12272	17671	31416	
	B	85	173	264	412	691	1056	1649	2803	4536	7363	11310	16414	29453	
Operating pressure (MPa)	0.1	A	11	20	31	49	80	126	196	312	503	785	1227	1767	3142
		B	9	17	26	41	69	106	165	280	454	736	1131	1641	2945
	0.2	A	23	40	63	98	161	251	393	623	1005	1571	2454	3534	6283
		B	17	35	53	82	138	211	330	561	907	1473	2262	3283	5891
	0.3	A	34	60	94	147	241	377	589	935	1508	2356	3682	5301	9425
		B	26	52	79	124	207	317	495	841	1361	2209	3393	4924	8836
	0.4	A	45	80	126	196	322	503	785	1247	2011	3142	4909	7068	12566
		B	34	69	106	165	276	422	660	1121	1814	2945	4524	6566	11781
	0.5	A	57	101	157	246	402	629	982	1559	2514	3927	6136	8836	15708
		B	43	87	132	206	346	528	825	1402	2268	3682	5655	8207	14727
	0.6	A	68	121	188	295	482	754	1178	1870	3016	4712	7363	10603	18850
		B	51	104	158	247	415	634	989	1682	2722	4418	6786	9848	17672
	0.7	A	79	141	220	344	563	880	1374	2182	3519	5498	8590	12370	21991
		B	59	121	185	288	484	739	1154	1962	3175	5154	7917	11490	20617
	0.8	A	90	161	251	393	643	1006	1570	2494	4022	6283	9818	14137	25133
		B	68	138	211	330	553	845	1319	2242	3629	5890	9048	13131	23562
	0.9	A	102	181	283	442	724	1131	1767	2805	4524	7069	11045	15904	28274
		B	77	156	238	371	622	950	1484	2523	4082	6627	10179	14773	26508
	1.0	A	113	201	314	491	804	1257	1963	3117	5027	7854	12272	17671	31416
		B	85	173	264	412	691	1056	1649	2803	4536	7363	11310	16414	29453

The method of calculation (Cylinders' force)

$$F = P \times A - f$$

F:	Cylinder's force	(N)
P:	Air pressure	(MPa)
A:	Piston area	(mm ²)
f:	Friction drag	(N)

Pressure conversion chart

Pa	kPa	MPa	bar	mbar	kgf/cm ²	cmH ₂ O	mmH ₂ O	mmHg	p.s.i.
1	0.001	0.000001	0.00001	0.01	0.0000102	0.0102	0.10197	0.0075	0.000145
1000	1	0.001	0.01	10	0.0102	10.2	101.97	7.5	0.145
1000000	1000	1	10	10000	10.2	10200	101970	7500	145
100000	100	0.1	1	1000	1.02	1020	10200	750.06	14.5
100	0.1	0.0001	0.001	1	0.00102	1.02	10.2	0.75	0.0145
98066.5	98.07	0.09807	0.98	980.67	1	1000	10000	735.56	14.22
98.0665	0.9807	0.0009807	0.00098	0.98	0.001	1	10	0.74	0.01422
9.80665	0.09807	0.00009807	0.00009807	0.09807	0.0001	0.1	1	0.07356	0.00142
133.32	0.13332	0.00013332	0.00133	1.33	0.00136	1.36	13.6	1	0.01934
6895	6.895	0.006895	0.06895	68.95	0.07031	70.31	703.07	51.71	1

Compressed air consumption



Unit: ℓ/min

Bore (mm)	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	150	200	
Rod (mm)	6	6	8	10	12	16	20	20	25	25	35	40	50	
Area (mm ²)	A	113	201	314	491	804	1257	1963	3117	5027	7854	12272	17671	31416
	B	85	173	264	412	691	1056	1649	2803	4536	7363	11310	16414	29453
Operating pressure (MPa)	0.1	0.039	0.074	0.115	0.180	0.298	0.460	0.719	1.178	1.903	3.028	4.693	6.783	12.114
	0.2	0.059	0.111	0.172	0.269	0.446	0.689	1.076	1.764	2.850	4.535	7.028	10.158	18.140
	0.3	0.079	0.148	0.229	0.359	0.594	0.918	1.434	2.350	3.797	6.042	9.363	13.533	24.167
	0.4	0.098	0.186	0.287	0.448	0.742	1.147	1.792	2.937	4.744	7.548	11.698	16.908	30.193
	0.5	0.118	0.223	0.344	0.537	0.890	1.376	2.149	3.523	5.690	9.055	14.032	20.282	36.220
	0.6	0.137	0.260	0.401	0.627	1.038	1.605	2.507	4.109	6.637	10.562	16.367	23.657	42.247
	0.7	0.157	0.297	0.458	0.716	1.186	1.834	2.865	4.695	7.584	12.068	18.702	27.032	48.273
	0.8	0.177	0.334	0.516	0.806	1.334	2.063	3.222	5.281	8.531	13.575	21.037	30.407	54.300
	0.9	0.196	0.371	0.573	0.895	1.482	2.292	3.580	5.867	9.478	15.081	23.372	33.781	60.327
	1.0	0.216	0.408	0.630	0.984	1.630	2.521	3.937	6.453	10.425	16.588	25.707	37.156	66.353

• The table is for a complete cycle 100mm stroke in one minute.

The method of calculation (Compressed air consumption)

$$Q_n = (A_a + A_b) \times L \times \frac{P + 0.101}{0.101} \times n \times 10^{-6}$$

Q_n:	Compressed air consumption	(ℓ/min)
A_a:	Piston area of A	(mm ²)
A_b:	Piston area of B	(mm ²)
L:	Stroke of cylinder	(mm)
P:	Air pressure	(MPa)
n:	Cycle of operation	(cycle/min)

Flow rate conversion chart

m ³ /s	l/s	cm ³ /s	m ³ /h	m ³ /min	l/h	l/min	ft ³ /min (scfm)	gallon min UK	gallon min USA
1	1000	1000000	3600000	60	3600000	60000	2120	13200	15850
0.001	1	1000	3.6	0.06	3600	60	2.12	13.2	15.85
0.000001	0.001	1	0.0036	0.00006	3.6	0.06	0.0212	0.0132	0.01585
0.00028	0.28	280	1	0.01667	1000	16.67	0.59	3.67	4.4
0.01667	16.67	16670	60	1	60000	1000	35.31	219.97	264.17
0.00000028	0.00028	0.28	0.001	0.00001667	1	0.01667	0.00059	0.00367	0.0044
0.00001667	0.01667	16.67	0.06	0.001	60	1	0.03531	0.21997	0.264
0.00047	0.47	470	1.699	0.02832	1699	28.32	1	6.23	7.48
0.00007579	0.07577	75.77	0.273	0.00455	273	4.55	0.16	1	1.2
0.00006309	0.06309	63.09	0.227	0.00379	227	3.79	0.13	0.83	1

ANEXOS F: CATÁLOGO DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS

SASSIN

Respaldo de Fábrica





24 AÑOS CONOCIENDO A SASSIN

Desde 1993 es una de las empresas líderes en el campo de la electricidad, SASSIN International Electric Shanghai Co., Ltd se compromete a ofrecer soluciones a todo el mundo, ayudando a los clientes a mejorar constantemente la eficiencia de la producción y la eficiencia energética, y reduciendo su impacto tiene más de 1.500 empleados, dos fábricas propias y tres en conjunto. Los productos eléctricos de baja tensión que se desarrollan y producen exportando a más de 120 países y regiones.

El 2008 SASSIN aprobó la ISO 9001 (sistema de calidad), ISO 14001 (medio ambiente).

Los productos aprobaron la certificación internacional de China (CCC) y CB, KEMA (Holanda), VDE (Alemania), la TUV (Alemania), EAC (Rusia), INMETRO (Brasil). Además con certificación nacional (SEC) para los productos que lo requieren (interruptores miniatura, interruptor diferencial, tableros, entre otros).



Certificados

La directriz de calidad del centro es el "método científico, comportamiento justo, resultado preciso, trabajo oportuno." Actualmente las capacidades de probar llega a las normas profesionales nacionales.

Con el fin de satisfacer las necesidades de desarrollo de productos del mercado, en junio de 2011 el centro de la prueba fue completamente renovado, y el 27 de junio de 2012 aprobó el reconocimiento inicial por el Consejo Nacional de Acreditación de China (CNAS) y obtuvo exploración continua y aprobación anual de CNAS, ha completado el trabajo de cambiar de certificado.





MIX PROTECCIÓN

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS 6KA SERIE 3SB1-63N IEC60898

SN23438	INTERRUPTOR 1X 6A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN23439	INTERRUPTOR 1X 10A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN20730	INTERRUPTOR 1X 16A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN20731	INTERRUPTOR 1X 20A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60899
SN20732	INTERRUPTOR 1X 25A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN36596	INTERRUPTOR 1X 32A, CURVA C 6KA, SERIE 3SB5-IEC 60898
SN36597	INTERRUPTOR 1X 40A, CURVA C 6KA, SERIE 3SB5-IEC 60898
SN20735	INTERRUPTOR 1X 50A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN20750	INTERRUPTOR 3X 1A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63 IEC60898
SN20751	INTERRUPTOR 3X 2A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63 IEC60898
SN20752	INTERRUPTOR 3X 3A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63 IEC60898
SN20753	INTERRUPTOR 3X 4A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63 IEC60898
SN20754	INTERRUPTOR 3X 6A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63 IEC60898
SN23465	INTERRUPTOR 3X 10A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN23466	INTERRUPTOR 3X 16A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN23467	INTERRUPTOR 3X 20A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN23468	INTERRUPTOR 3X 25A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN20759	INTERRUPTOR 3X 32A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN20760	INTERRUPTOR 3X 40A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898
SN20761	INTERRUPTOR 3X 50A, CURVA C, 6KA, SERIE 3SB1-63N IEC60898



CÓDIGO DESCRIPCIÓN

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS 10KA SERIE 3SB1-63N IEC60898

SN19271	INTERRUPTOR 1X 2A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20046	INTERRUPTOR 1X 6A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20047	INTERRUPTOR 1X 10A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20048	INTERRUPTOR 1X 16A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20049	INTERRUPTOR 1X 20A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20050	INTERRUPTOR 1X 25A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20051	INTERRUPTOR 1X 32A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20052	INTERRUPTOR 1X 40A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20053	INTERRUPTOR 1X 50A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20054	INTERRUPTOR 1X 63A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20064	INTERRUPTOR 3X 6A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20065	INTERRUPTOR 3X 10A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20066	INTERRUPTOR 3X 16A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20067	INTERRUPTOR 3X 20A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20068	INTERRUPTOR 3X 25A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20069	INTERRUPTOR 3X 32A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20070	INTERRUPTOR 3X 40A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20071	INTERRUPTOR 3X 50A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN20072	INTERRUPTOR 3X 63A, 10KA, CURVA C, SERIE 3SB71-63 IEC60898
SN21159	INTERRUPTOR 3X 80A, 10KA CURVA C, SERIE 3SB71-63 (A PEDIDO)
SN21160	INTERRUPTOR 3X 100A, 10KA CURVA C, SERIE 3SB71-63 (A PEDIDO)





REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
INTERRUPTORES DIFERENCIALES		
	SN23703	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2X 25A, 30MA TIPO AC
	SN24281	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2X 40A, 30MA TIPO AC
	SN23757	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2X 25A, 30MA TIPO A INMUNIZADO
	SN24048	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4X 25A, 30MA TIPO AC
	SN23732	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4X 40A, 30MA TIPO AC
	SN24052	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4X 63A, 30MA TIPO AC

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
INTERRUPTORES TIPO CAJA MOLDEADA FIJOS Y REGULABLES		
	SN10485	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X16A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10486	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X20A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10487	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X25A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10488	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X32A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10489	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X40A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10490	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X50A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10491	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X63A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10492	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X80A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10493	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X100A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN10494	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X125A 20KA FIJO 3SM29-125B
	SN50601	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X25A 25KA REGULABLE 3SM29-100B
	SN50602	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X32A 25KA REGULABLE 3SM29-100B
	SN10579	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X160A 20KA REGULABLE 3SM29-160B
	SN34140	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X160A 35KA REGULABLE 3SM29-250N
	SN34144	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X250A 35KA REGULABLE 3SM29-250N
	SN36292	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X400A 35KA REGULABLE 3SM29-400N
	SN36342	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X630A 35KA REGULABLE 3SM29-630N
	SN34310	INT. CAJA MOLDEADA TM. 3X1600A 50KA REGULABLE 3SM29-1600N

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
BOBINAS DE TENSIÓN PARA INTERRUPTORES CAJA MOLDEADA DE 400 A 1600 AMP		
	SN10721	RELÉ CONTROL VOLTAJE 220VAC PARA MODELOS 3SM29-250 A 400
	SN10741	RELÉ CONTROL VOLTAJE 220VAC PARA MODELOS 3SM29-630 A 1600

MIX CONTROL Y COMANDO

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CONTACTORES DE 09 A 95 AMP AC3		
	SN21621	CONTACTOR 3P 9A, AC3, NA 220V AC 50/60Hz, C80910P7
	SN21711	CONTACTOR 3P 12A, AC3, NA 220V AC 50/60Hz, C81210P7
	SN21801	CONTACTOR 3P 18A, AC3, NA 220V AC 50/60Hz, C81810P7
	SN21891	CONTACTOR 3P 25A, AC3, NA 220V AC 50/60Hz, C82510P7
	SN21981	CONTACTOR 3P 32A, AC3, NA 220V AC 50/60Hz, C83210P7
	SN22044	CONTACTOR 3P 40A, AC3, NA+NC 220V AC 50/60Hz, C84011P7
	SN22089	CONTACTOR 3P 50A, AC3, NA+NC 220V AC 50/60Hz, C85011P7
	SN22134	CONTACTOR 3P 65A, AC3, NA+NC 220V AC 50/60Hz, C86511P7



SN22179	CONTACTOR 3P 80A, AC3, NA+NC 220V AC 50/60Hz, C88011P7
SN22224	CONTACTOR 3P 95A, AC3, NA+NC 220V AC 50/60Hz, C89511P7

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

RELÉS TÉRMICOS PARA INSTALAR EN CONTACTORES DE 09 A 95 AMP



SN22879	RELÉ TÉRMICO 0,63 - 1A, PARA CONTACTOR 3SC8-09
SN22880	RELÉ TÉRMICO 1 - 1,6A, PARA CONTACTOR 3SC8-09
SN22882	RELÉ TÉRMICO 1,6 - 2,5A, PARA CONTACTOR 3SC8-09
SN22883	RELÉ TÉRMICO 2,5 - 4A, PARA CONTACTOR 3SC8-09
SN22884	RELÉ TÉRMICO 4 - 6A, PARA CONTACTOR 3SC8-09
SN22885	RELÉ TÉRMICO 5,5 - 8A, PARA CONTACTOR 3SC8-09
SN22886	RELÉ TÉRMICO 7 - 10A, PARA CONTACTOR 3SC8-12
SN22887	RELÉ TÉRMICO 9 - 13A, PARA CONTACTOR 3SC8-12
SN22888	RELÉ TÉRMICO 12 - 18A, PARA CONTACTOR 3SC8-18
SN22889	RELÉ TÉRMICO 17 - 25A, PARA CONTACTOR 3SC8-25
SN22890	RELÉ TÉRMICO 23 - 32A, PARA CONTACTOR 3SC8-25
SN22893	RELÉ TÉRMICO 30 - 40A, PARA CONTACTOR 3SC8-40
SN22894	RELÉ TÉRMICO 37 - 50A, PARA CONTACTOR 3SC8-40
SN22895	RELÉ TÉRMICO 48 - 65A, PARA CONTACTOR 3SC8-65
SN22896	RELÉ TÉRMICO 55 - 70A, PARA CONTACTOR 3SC8-80
SN22897	RELÉ TÉRMICO 73 - 80A, PARA CONTACTOR 3SC8-80
SN22898	RELÉ TÉRMICO 80 - 93A, PARA CONTACTOR 3SC8-95
SN15971	BASE RELÉ R8 25



REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

BLOCK DE CONTACTOS AUXILIARES PARA CONTACTORES



SN29579	BLOCK CONT FRONTAL PARA CONTACTOR 3SC8, 1NA+1NC, C8 A1/11
SN29583	BLOCK CONT FRONTAL PARA CONTACTOR 3SC8, 2NA+2NC, C8 A1/22

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS PARA INSTALAR EN CONTACTORES



SN29590	TIME DELAY AUXILIARY CONTACT 3SC8, 0.1-30S, 1N0+1NC, C8 A2/T2
SN29593	TIME DELAY AUXILIARY CONTACT 3SC8, 0.1-30S, 1N0+1NC, C8 A3/R2

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

CONTACTORES DE 115 A 630 AMP AC3



SN12093	CONTACTOR 3P 115A, AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F1153P5
SN12094	CONTACTOR 3P 150A, AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F1503P5
SN12095	CONTACTOR 3P 185A, AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F1853P5
SN12096	CONTACTOR 3P, 225A AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F2253P5
SN12097	CONTACTOR 3P, 265A AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F2653P5
SN12098	CONTACTOR 3P, 330A AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F3303P5
SN12099	CONTACTOR 3P, 400A AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F4003P5
SN12100	CONTACTOR 3P, 500A AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F5003P5
SN12102	CONTACTOR 3P, 630A AC3, 220V AC 50/60Hz, C8F6303P5

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

RELÉS TÉRMICOS PARA INSTALAR EN CONTACTORES DE 115 A 630 AMP



SN15712	RELÉ TÉRMICO, 60 - 100A, PARA CONTACTOR 3SC8-F115 A F185
SN15713	RELÉ TÉRMICO, 90 - 150A, PARA CONTACTOR 3SC8-F115 A F185



SN15714	RELÉ TÉRMICO, 132 - 220A, PARA CONTACTOR 3SC8-F225 A F265
SN15715	RELÉ TÉRMICO, 200 - 330A, PARA CONTACTOR 3SC8-F225 A F500
SN15716	RELÉ TÉRMICO, 300 - 500A, PARA CONTACTOR 3SC8-F225 A F500

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
------	--------	-------------



CONTACTORES PARA BANCO CONDENSADORES

SN27308	CONTACTOR BANCO DE CONDENSADORES, 12 KVAR, 220VAC, 50HZ
SN26311	CONTACTOR BANCO DE CONDENSADORES, 16 KVAR, 220VAC, 50HZ
SN26314	CONTACTOR BANCO DE CONDENSADORES, 20 KVAR, 220VAC, 50HZ
SN26318	CONTACTOR BANCO DE CONDENSADORES, 25 KVAR, 220VAC, 50HZ
SN26320	CONTACTOR BANCO DE CONDENSADORES, 30 KVAR, 220VAC, 50HZ
SN26322	CONTACTOR BANCO DE CONDENSADORES, 45 KVAR, 220VAC, 50HZ
SN26324	CONTACTOR BANCO DE CONDENSADORES, 50 KVAR, 220VAC, 50HZ

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
------	--------	-------------



GUARDAMOTORES TERMOMAGNETICOS

SN12732	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 0.25-0.4A, M182M0.4
SN12735	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 1-1.6A, M182M1.6
SN12736	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 1.6-2.5A, M182M2.5
SN12737	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 2.5-4A, M182M4.0
SN12738	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 4-6.3A, M182M6.3
SN12739	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 6-10A, M182M10
SN12740	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 9-14A, M182M14
SN12741	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 13-18A, M182M18
SN12743	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 20-25A, M182M25
SN12744	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 24-32A, M182M32
SN12767	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 25-40A, M183/40
SN12768	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 40-63A, M183/63
SN12769	GUARDAMOTOR TERMOMAGNETICO, 56-80A, M183/80
SN12785	CAJA SOBREPUESTA PARA GUARDAMOTOR 3S18M

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
------	--------	-------------



BLOCK DE CONTACTORES AUXILIARES PARA GUARDAMOTORES

SN12786	CONTACTO AUXILIAR FRONTAL, P/3SM18 NA+NC
SN12788	CONTACTO AUXILIAR LATERAL, P/3SM18 NA+NC

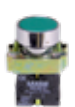
REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
------	--------	-------------



CONTACTORES AUXILIARES

SN11378	CONTACTOR AUXILIAR 9A + NA
SN11382	CONTACTOR AUXILIAR 12A + NA

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
------	--------	-------------



BOTONERAS DE MANDO METALI CAS 22MM Y PARADA DE EMERGENCIA

SN24800	PULSADOR RASANTE, 1NA VERDE 3SA8-BA31
SN24804	PULSADOR RASANTE, 1NC ROJO 3SA8-BA42
SN24812	PULSADOR CAPUCHÓN DE GOMA, 1NA VERDE 3SA8-BP31
SN24815	PULSADOR CAPUCHÓN DE GOMA, 1NC ROJO 3SA8-BP42
SN24820	PULSADOR TIPO HONGO ROJO 30 MM, 1NC SIN RETENCIÓN 3SA8-BC4
SN24822	PULSADOR TIPO HONGO ROJO 60 MM NO RETENIDO 01 NC
SN24833	PULSADOR DE EMERGENCIA TIPO HONGO CON GIRO, 1NC ROJO 40M



SN24838	SELECTOR 2 POSICIONES, METÁLICO, 1NA 3SA8-BD25
SN24839	SELECTOR 2 POSICIONES, METÁLICO, 1NA+1NC NEGRO 3SA8-BD25
SN24842	SELECTOR 3 POSICIONES, METÁLICO, 2NA NEGRO 3SA8-BD53

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

BOTONERAS DE MANDO PVC 22MM Y PARADA DE EMERGENCIA



SN32759	PULSADOR 22MM 01 NA VERDE 3SA5-BL31
SN32761	PULSADOR 22MM 01 NC ROJO 3SA5-BL61
SN32792	PULSADOR TIPO HONGO RETENIDO 01 N/C ROJO 3SA5-BS542
SN32801	SELECTOR 3 POSICIONES 2NA COLOR NEGRO 3SA5-BD33
SN32854	PULSADOR PARTIR-PARAR VERDE-ROJO N/O-N/C 3SA5-BL8325

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

PILOTOS DE SEÑALIZACIÓN LED



SNAD22-22B	LUZ PILOTO, Ø22MM, 24VDC, RED AD22-22B ROJO
SNAD22-22BG	LUZ PILOTO, Ø22MM, 24VDC, GREEN AD22-22B VERDE
SN50101	LUZ PILOTO, Ø22MM, 220VAC, GREEN AD22-22D VERDE
SN50102	LUZ PILOTO, Ø22MM, 220VAC, RED AD22-22D ROJO
SN50103	PILOTO 22MM AMARILLA
SN50201	LUZ PILOTO 16MM VERDE

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

CAJAS DE CONTROL Y SEÑALIZACIÓN SOBREPUESTAS



SN32891	PULSADOR RASANTE START N/C VERDE SOBREPUESTO 3SA10-B103
SN32893	PULSADOR RASANTE STOP N/C ROJO SOBREPUESTO 3SA10-B112
SN32896	BOTONERA PARADA EMERGENCIA 1 NC AMARILLO 40MM
SN32914	BOTONERA SOBREPUESTA ON OFF 10A
SN32895	EMERGENCY STOP BUTTOM, Ø40MM, N/C, RED SOBREPUESTA 3SA10
SN32901	BOTONERA PARTIR/PARAR 1NO+1NC SOBREPUESTO 3SA10-B213
SN32911	BOTONERA PARTIR/PARAR PILOTO LED ROJO 1NO+1NC SOBREPUES

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

BOTONERAS DE CONTROL DE MANDO COLGANTES



SN12699	BOTONERA COLGANTE 4 OPERACIONES 3SP-A471
SN12705	BOTONERA COLGANTE 6 OPERACIONES 3SP-A671
SN12708	BOTONERA COLGANTE 6 ACCIONES + PARADA DE EMERGENCIA

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

INTERRUPTORES FINAL DE CARRERA SASSIN SOLO HASTA AGOTAR STOCK



SN3SX5-J1161	INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA PULSADOR METALICO
SN3SX5-J161	INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA PULSADOR CON ROLDANA DE ACER
SN3SX5-J10541	INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA VARILLA ROLDANA AJUSTABLE
SN3SX5-J10511	INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA ROLDANA TERMOPLÁSTICA FIJA
SN3SX5-J167	INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA PULSADOR CON ROLDANA DE ACE

MIX MISCELANEOS

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

FUSIBLES Y PORTA FUSIBLES



SN24685	PORTA FUSIBLE UNIPOLAR CON INDICADOR
SN24701	FUSIBLE 2A, 10X38



SN24702	FUSIBLE 4A, 10X38
SN24703	FUSIBLE 6A, 10X38
SN50808	FUSIBLE 8A, 10X38
SN24704	FUSIBLE 10A, 10X38
SN50809	FUSIBLE 12A, 10X38
SN24705	FUSIBLE 16A, 10X38

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

INTERRUPTOR HORARIO



SN24007	INTERRUPTOR HORARIO 3SHC18A 24 HORAS 16A
SN24011	INTERRUPTOR DE ESCALA DE 7 MINUTOS

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN

TABLEROS DE PVC



SN23159	TABLERO EMPOTRAR 4 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23165	TABLERO EMPOTRAR 6 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23171	TABLERO EMPOTRAR 8 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23139	TABLERO EMPOTRAR 12 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23145	TABLERO EMPOTRAR 18 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23150	TABLERO EMPOTRAR 24 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23153	TABLERO EMPOTRAR 36 MÓDULOS, PUERTA OPACA
SN23154	TABLERO EMPOTRAR 36 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN36033	CALOTA SOBREPUESTA DE 4 PUESTOS
SN23162	TABLERO SOBREPUESTO 4 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23168	TABLERO SOBREPUESTO 6 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23174	TABLERO SOBREPUESTO 8 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23142	TABLERO SOBREPUESTO 12 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23152	TABLERO SOBREPUESTO 24 MÓDULOS, PUERTA FUME
SN23156	TABLERO SOBREPUESTO 36 MÓDULOS, PUERTA FUME

REF. CÓDIGO DESCRIPCIÓN



ENCHUFES INDUSTRIALES






SN31433	ENCHUFE MACHO VOLANTE 16A, 2P+T 220V, IP44
SN31434	ENCHUFE MACHO VOLANTE 32A, 2P+T 220V, IP44
SN31436	ENCHUFE MACHO VOLANTE 16A, 3P+T, 380V, IP44
SN31437	ENCHUFE MACHO VOLANTE 32A, 3P+T 380V, IP44
SN31438	ENCHUFE MACHO VOLANTE 63A, 3P+T 380V, IP67
SN31439	ENCHUFE MACHO VOLANTE 16A, 3P+N+T, 380V, IP44
SN31440	ENCHUFE MACHO VOLANTE 32A, 3P+N+T 380V, IP44
SN31441	ENCHUFE MACHO VOLANTE 63A, 3P+N+T 380V IP67
SN31442	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 16A, 2P+T 220V, IP44
SN31445	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 16A, 3P+T 380V, IP44
SN31446	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 32A, 3P+T, 380V, IP44
SN31447	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 63A, 3P+T 380V, IP67
SN31448	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 3P+N+T 16A, 380V
SN31449	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 3P+N+T 32A, 380V




SN31450	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 63A, 3P+N+T, 380, IP67
SN31451	ENCHUFE HEMBRA VOLANTE 16A, 2P+T, 220V, IP44
SN31452	ENCHUFE HEMBRA VOLANTE 32A, 2P+T, 220V, IP44
SN31454	ENCHUFE HEMBRA VOLANTE 16A, 3P+T, 380V, IP44
SN31455	ENCHUFE HEMBRA VOLANTE 32A, 3P+T, 380V, IP44
SN31456	ENCHUFE HEMBRA VOLANTE 63A, 3P+T 380V, IP67
SN31457	ENCHUFE HEMBRA VOLANTE 16A, 3P+N+T, 380V, IP44
SN31458	ENCHUFE HEMBRA VOLANTE 32A, 3P+N+T 380V, IP44
SN31459	ENCHUFE HEMBRA VOLANTE 63A, 3P+N+T 380V, IP67
SN31460	ENCHUFE HEMBRA EMBUTIDA 16A, 2P+T, 220V, IP44
SN31463	ENCHUFE HEMBRA EMBUTIDA 16A, 3P+T, 380V, IP44
SN31464	ENCHUFE HEMBRA EMBUTIDA 32A, 3P+T, 380V, IP44
SN31461	ENCHUFE HEMBRA EMBUTIDA 32A, 2P+T, 220V, IP44
SN31465	ENCHUFE HEMBRA EMBUTIDA 63A, 3P+T, 380V, IP67
SN31466	ENCHUFE HEMBRA EMBUTIDA 16A, 3P+N+T, 380V
SN31467	ENCHUFE HEMBRA EMBUTIDA 32A, 3P+N+T, 380V
SN31468	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 63A, 3P+N+T, 380V, IP67
SN31478	ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO, 16A, 2P+T, 220V, IP67
SN10469	ENCHUFE MULTIPLICADOR 16A, 2P+T, 220V, IP44, 6H

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
BORNE DE CONEXIÓN		
	SN50501	BORNE 2,5MM PARA CONEXIÓN RIEL DIN INCLUYE TORNILLO
	SN50502	BORNE 4MM PARA CONEXIÓN RIEL DIN INCLUYE TORNILLO
	SN50504	BORNE 10MM PARA CONEXIÓN RIEL DIN INCLUYE TORNILLO
	SN50520	BORNE PARA TOPE DE FIJACIÓN
	SN50523	BORNE DE CONEXIÓN/TIERRA RIEL DIN 10MM

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CAJAS ESTANCAS		
	SN29790	CAJA DISTRIBUCIÓN REDONDA 80X50 CON CONOS
	SN29792	CAJA DISTRIBUCIÓN CUADRADA 85X85X50 CON CONOS
	SN29804	CAJA DISTRIBUCIÓN CUADRADA 100X100X70 CON CONO
	SN29806	CAJA DISTRIBUCIÓN RECTANGULAR 150X110X70 PARED LISA

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
REPARTIDOR TETRAPOLAR		
	SN50551	REPARTIDOR TETRAPOLAR 15 BARRAS 125A 500V

REF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
TABLERO DE FAENA ARMADOS		
	EP2003031009	TABLERO DE FAENA TIPO 5
	EP20030434	TABLERO METÁLICO 500X400X200MM C/ P INT Y PLACA MONTAJE
	SN50102	(X3) LUZ PILOTO 22MM LED ROJA 220 VAC
	SN24685	(X3) BASE FUSIBLE RT 18
	SN24701	(X3) LFUSIBLE 2A 10X38MM
	SN24822	PARADA DE EMERGENCIA TIPO HONGO
	SN24800	BOTÓN PARTIR VERDE

SASSIN

Respaldo de Fábrica



SN21981	CONTACTOR 32A BOBINA 220V 50HZ + 3NO + 1NO
SN50551	BARRA REPARTIDORA TETRAPOLAR 7 POS 125A
SN20759	(X2) INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 3X32A 10KA C
SN20730	(X6) INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 1X16A 10KA C
SN24302	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4X40A 30MA AC
SN31449	(X2) ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 3P+N+T 32A
SN31442	(X6) ENCHUFE HEMBRA SOBREPUESTO 2P+T 16A

*PARA OTRAS CONFIGURACIONES DE TABLERO A PEDIDO, PRECIOS MÁS IVA.

SASSIN
Respaldo de Fábrica

Casa matriz:
Av Pdte. Eduardo Frei Montalva 3585
electroproductos@epp.cl
Tel: (56-2) 2728 6060

Concepción:
Rengo 1653, Concepción.
Tel: (56) 41 222 8700



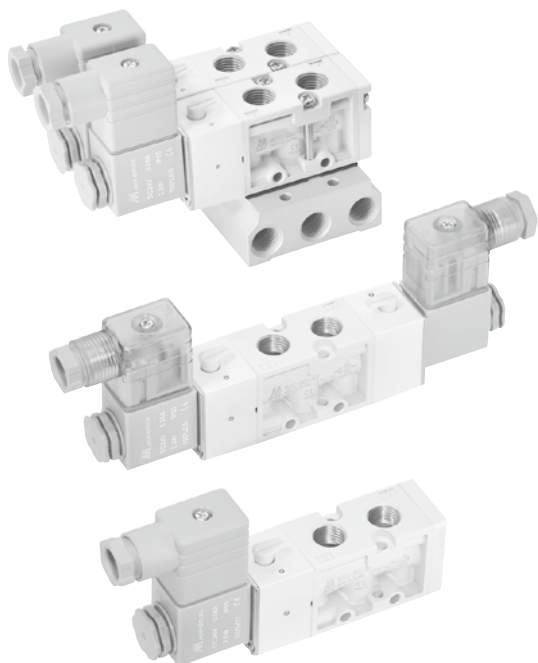
**ELECTRO
PRODUCTOS**
Desde 1996

Visítanos en www.epp.cl

Síguenos:

 @electroproductossa

ANEXOS G: CATÁLOGO DE ELECTROVÁLVULA

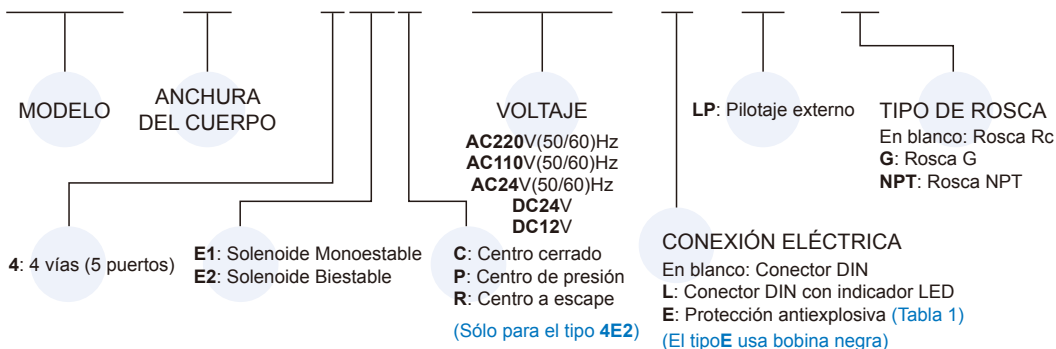


Especificaciones

Modelo	4E1	4E2	4E2 C.P.R
Diámetro interior	8A		
Tamaño del puerto	Rc1/4		
Núm. de puertos	5		
Núm. de posición	2	3	
Medio	Aire		
Rango de presión de funcionamiento	0.2~0.8 MPa		0.3~0.8 MPa
Presión operativa (LP)	0~0.8 MPa		
Rango de presión piloto (LP)	(0.34×P*+0.1)~0.5 MPa		
Presión de prueba	1 MPa		
Sección efectiva	18 mm ²	16 mm ²	
Tiempo de respuesta	40 ms		
Temperatura ambiente	-5~+50°C (Sin congelación)		
Voltaje	AC110V, 220V, 24V (50/60)Hz, DC24V, 12V		
Consumo energético	AC=4.8/4.4VA, 6/4.9VA, 6.7/5.4VA, DC=2W, 2.5W		
Rango de voltaje admisible	±10%		
Clase de aislamiento	Clase F		
Peso	228 g	314 g	444 g

Ejemplo de pedido de una válvula

MVSC – 260 – 4E2C – AC110 – L – LP – G



* P: Opresión de funcionamiento

Ejemplo de pedido de placa base

MVSC – 260 – 5B3 – G

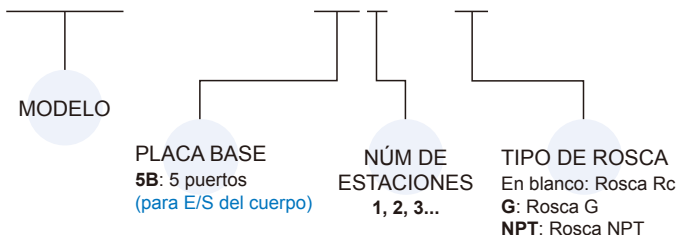


Tabla 1

Características del tipo prueba de explosión

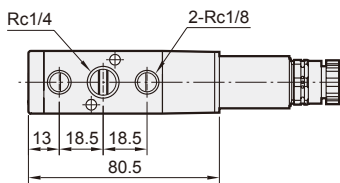
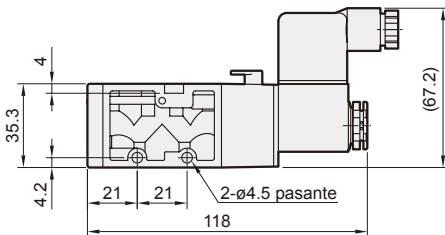
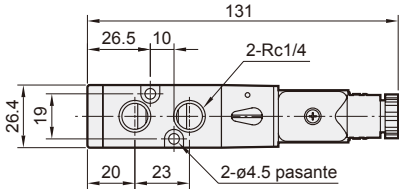
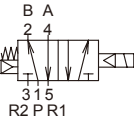
Clase antiexplosiva	EEx m II T4
Voltaje	AC110V. 220V.(50/60)Hz. DC24V.
Consumo energético	AC=4.4VA DC=5W
Rango de voltaje admisible	±10%
Clase de aislamiento	Clase F
Longitud de cable	3 m

MVSC-260 Dimensiones

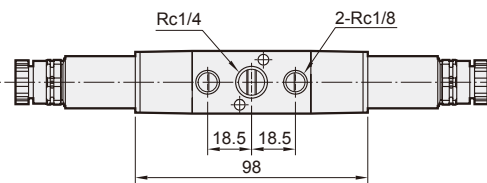
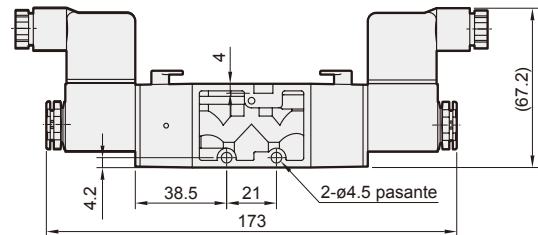
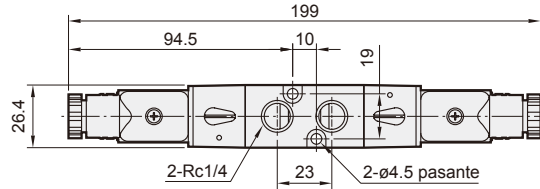
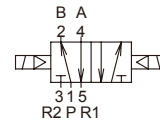
ELECTROVÁLVULA



MVSC-260-4E1

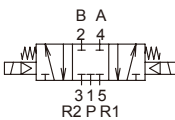


MVSC-260-4E2

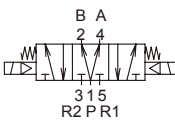


MVSC-260-4E2C.P.R

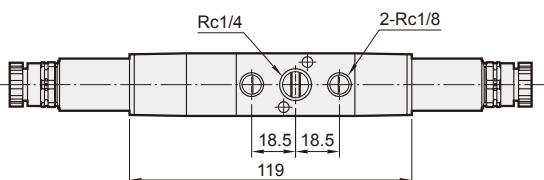
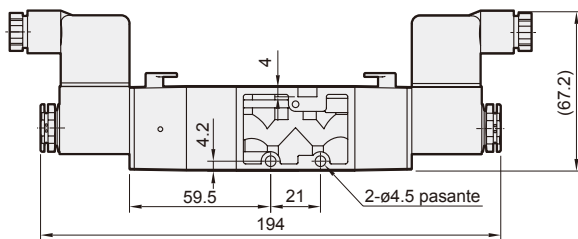
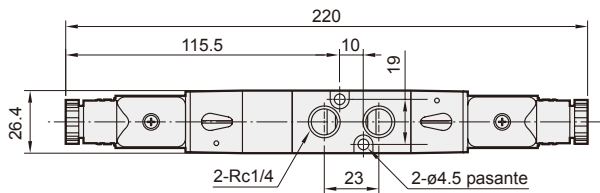
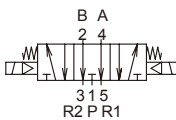
MVSC-260-4E2C



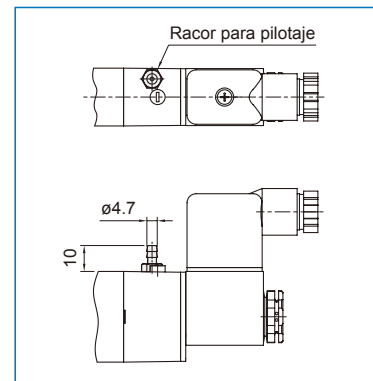
MVSC-260-4E2P



MVSC-260-4E2R

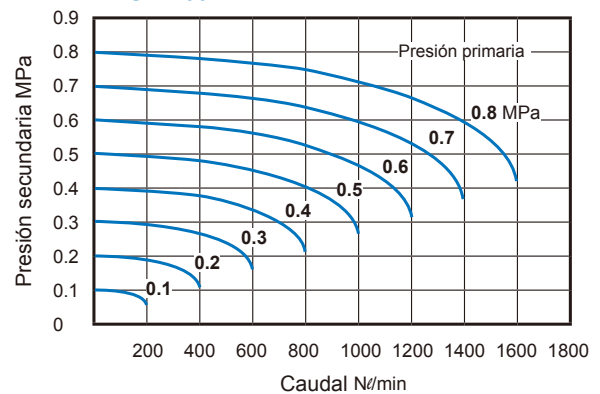


LP



Características de caudal

MVSC-260-4E1/4E2



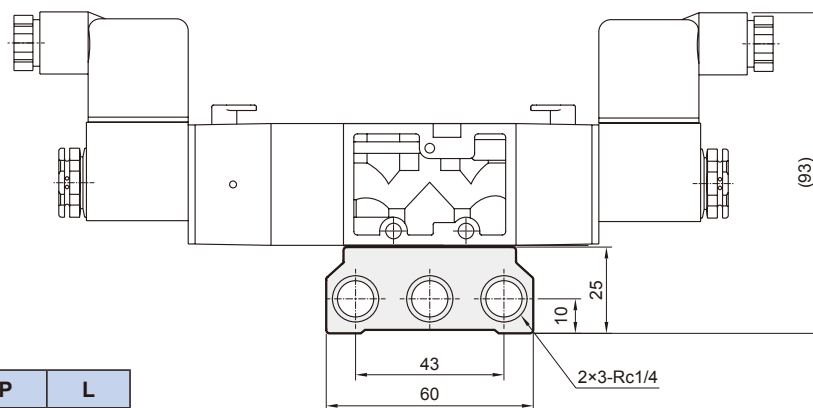
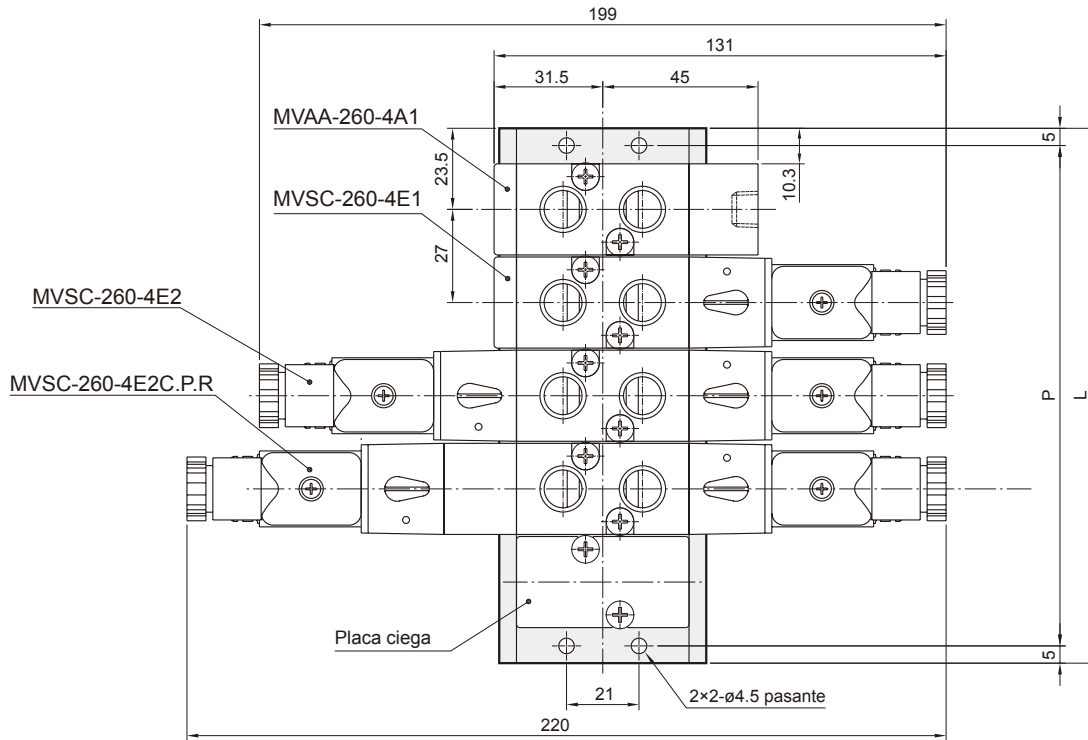
MVSC-260 Placa base

ELECTROVÁLVULA



MVSC-260-5B*

5 puertos (para E/S del cuerpo)



Núm. de estaciones	P	L
2	64	74
3	91	101
4	118	128
5	145	155
6	172	182
7	199	209
8	226	236
9	253	263
10	280	290

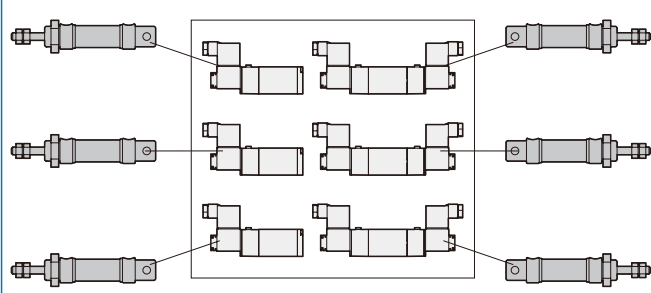
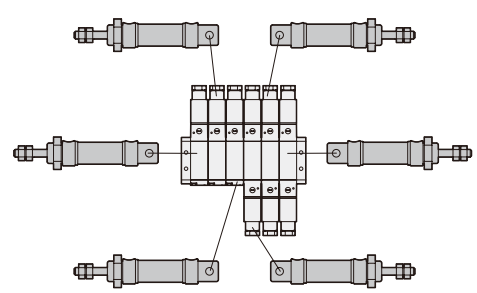
Tabla de conversión de presión

Pa	kPa	MPa	bar	mbar	kgf/cm ²	cmH ² O	mmH ² O	mmHg	p.s.i.
1	0.001	0.000001	0.00001	0.01	0.0000102	0.0102	0.10197	0.0075	0.000145
1000	1	0.001	0.01	10	0.0102	10.2	101.97	7.5	0.145
1000000	1000	1	10	10000	10.2	10200	101970	7500	145
100000	100	0.1	1	1000	1.02	1020	10200	750.06	14.5
100	0.1	0.0001	0.001	1	0.00102	1.02	10.2	0.75	0.0145
98066.5	98.07	0.09807	0.98	980.67	1	1000	10000	735.56	14.22
98.0665	0.9807	0.0009807	0.00098	0.98	0.001	1	10	0.74	0.01422
9.80665	0.09807	0.00009807	0.00009807	0.09807	0,0001	0.1	1	0.07356	0.00142
133.32	0.13332	0.00013332	0.00133	1.33	0.00136	1.36	13.6	1	0.01934
6895	6.895	0.006895	0.06895	68.95	0.07031	70.31	703.07	51.71	1

Tabla de conversión de caudal

m ³ /s	l/s	cm ³ /s	m ³ /h	m ³ /min	l/h	l/min	ft ³ /min (scfm)	galón min UK	galón min USA
1	1000	1000000	3600000	60	3600000	60000	2120	13200	15850
0.001	1	1000	3.6	0.06	3600	60	2.12	13,2	15.85
0.000001	0.001	1	0.0036	0.00006	3.6	0.06	0.0212	0.0132	0.01585
0.00028	0.28	280	1	0.1667	1000	16.67	0.59	3.67	4.4
0.01667	16,67	16670	60	1	60000	1000	35.31	219.97	264.17
0.00000028	0.00028	0.28	0.001	0.00001667	1	0.01667	0.00059	0.00367	0.0044
0,00001667	0.01667	16,67	0.06	0.001	60	1	0.03531	0.21997	0.264
0.00047	0.47	470	1.699	0.02832	1699	28.32	1	6.23	7.48
0.00007579	0.07577	75.77	0.273	0.00455	273	4.55	0.16	1	1.2
0.00006309	0.06309	63.09	0.227	0.00379	227	3.79	0.13	0.83	1

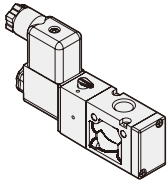
El sistema de conexión integrado ofrece mejoras en las instalaciones

Instalaciones con el sistema de conexión tradicional	Instalaciones aplicadas con sistema de conexión integrado
<ul style="list-style-type: none"> ● Mayor distancia desde la válvula de control a la unidad de operación. ● Tiempo de respuesta más lento. ● Mayor consumo de aire. ● Disposiciones complicadas de conexión. ● Gran cantidad de cableado eléctrico y de conexiones a la tarea de control de válvulas. ● Mayor costo para ejecutar las instalaciones. ● Mayor caída de presión. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Menor distancia desde la válvula de control a la unidad de operación. ● Tiempo de respuesta más rápido. ● Menor consumo de aire. ● Disposiciones de conexión simples. ● Tarea moderada de conexiones de cableado eléctrico. ● Menor costo para ejecutar las instalaciones. ● Menor caída de presión. 

ELECTROVÁLVULA

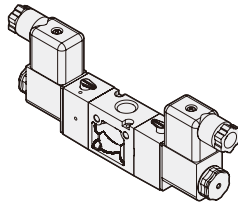
3E1

Solenoido monoestable de 3 vías



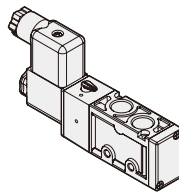
3E2

Solenoido biestable de 3 vías



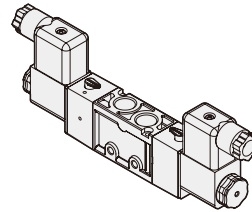
4E1

Solenoido monoestable de 4 vías



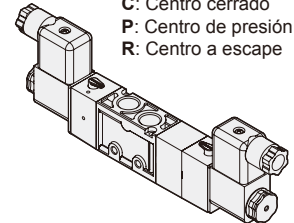
4E2

Solenoido biestable de 4 vías

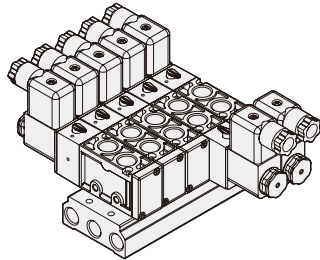


4E2C.P.R

Solenoido biestable de 4 vías
C: Centro cerrado
P: Centro de presión
R: Centro a escape

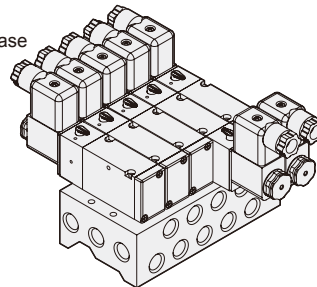


Tipo E/S del cuerpo



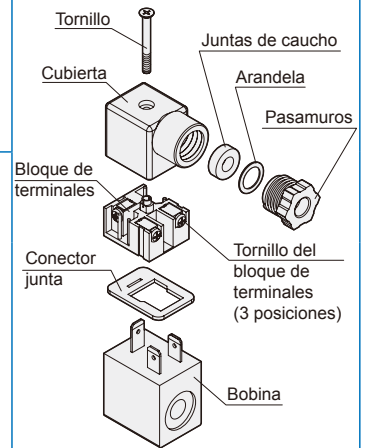
M

Tipo placa base

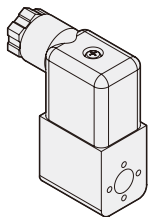


Conector DIN

- Cables adecuados: $\phi 6-\phi 9$
 Tamaño máximo del conductor: 1.5 mm^2
- Par de apriete recomendado
 Tornillo: 0.5 Nm
 Tornillo del bloque de terminales: 0.5 Nm

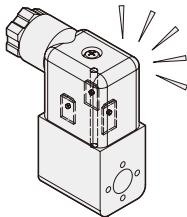


Conector DIN



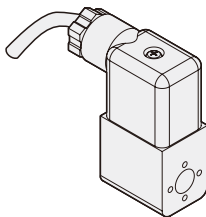
L

Indicador de LED



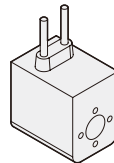
E

Protección antiexplosiva



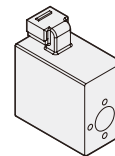
W

Cable conductor



H

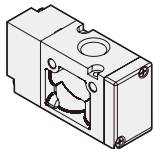
Conector Horizontal
 Con indicador LED



VÁLVULA PILOTO

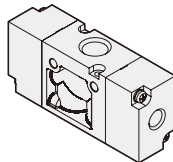
3A1

3/2 Piloto simple



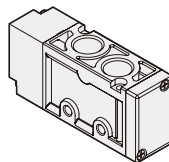
3A2

3/2 Piloto doble



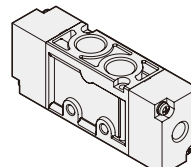
4A1

5/2 Piloto simple



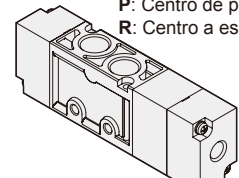
4A2

5/2 Piloto doble



4A2(C.P.R)

5/3 Piloto doble
C: Centro cerrado
P: Centro de presión
R: Centro a escape



VÁLVULA MECÁNICA

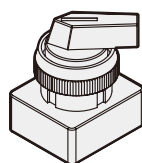
EB

Pulsador de emergencia tipo seta



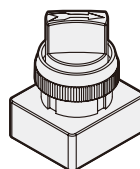
LB

Selector palanca larga



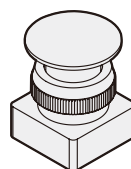
TB

Selector palanca corta



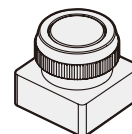
PB

Pulsador tipo seta



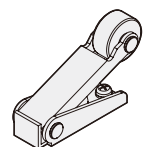
PP

Pulsador



R1

Palanca de rodillo





Suministros
Neumáticos Industriales



REGULADOR DE VELOCIDAD
COD. NSC



Suministros
Neumáticos Industriales



SILENCIADOR DE BRONCE
COD. BSL



Suministros
Neumáticos Industriales



RACOR RECTO
COD. PC

ANEXOS H: CASA DE LA CALIDAD

QFD: Casa de la calidad

Proyecto: Automatización de una maquinaria de Moldeo de Arena

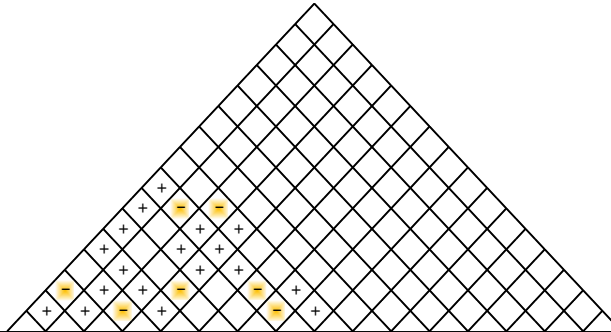
Revisión:

Fecha:

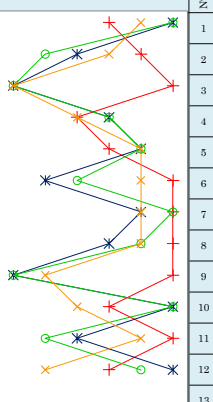
Correlaciones	
Positivo	+
Negativo	-
No Correlación	

Relaciones	
Fuerte	●
Moderado	○
Débil	▽

Dirección de mejora	
Maximizar	▲
Objetivo	◇
Minimizar	▼



Nº de Fila	Tabla de Peso	Peso Relativo	Importancia del Cliente	Relación Máxima	REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE (Explicitos e Implícitos)	EVALUACIÓN COMPETITIVA DEL CLIENTE																																											
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº de Columna</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dirección de Mejora</td> <td>▲</td><td>◇</td><td>▼</td><td>◇</td><td>◇</td><td>◇</td><td>▲</td><td>▲</td><td>◇</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>																Nº de Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Dirección de Mejora	▲	◇	▼	◇	◇	◇	▲	▲	◇	
Nº de Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16																																	
Dirección de Mejora	▲	◇	▼	◇	◇	◇	▲	▲	◇																																								
1	15%	20	9	Aumentar el número de producción de piezas	●		▽	●	●									3	5	5	4																												
2	11%	15	9	Potenciar maquinaria semi-automática	●		○		●	●	○							4	2	1	3																												
3	9%	12	9	Elementos de rediseño locales	○	●	●	○	●	▽	○	●	▽					5	0	0	0																												
4	2%	3	3	Matriz de Moldeo adaptable	▽		▽	○					▽					2	3	3	2																												
5	4%	5	3	Diseño innovador para la industria	○		▽	○	▽				▽					3	4	4	4																												
6	15%	20	9	Fácil de manejar	●	○		●	●	●	●	●	▽					5	1	2	4																												
7	6%	8	9	Seguridad	○		▽	▽	▽	○	○	▽	●					5	4	5	4																												
8	6%	8	9	Energía Renovable		●			●			●	●					5	3	4	4																												
9	11%	15	9	Baja Inversión	▽	●	●	▽	○	○	▽	●	▽					5	0	0	1																												
10	15%	20	9	Automatización	●	○	○	●	○	●	○	●	●					3	5	5	2																												
11	7%	10	3	Espacio de Trabajo		○		▽	○									5	2	1	4																												
12	10%	9		Portabilidad	○	●		●	●		●	▽	●					3	5	4	1																												



Objetivos Para el Requisito Funcional	Controlador PLC para procesos	Fuente de energía neumática y eléctrica	Materiales de mercado local	Modificación de mecanismo de maquinaria	Fuente de energía 110V 60Hz Monofásica	Botonera de Manido o HMI	Reducir exigencia de operación en moldeo	Pedido de componentes y elementos de la empresa	Mantenimiento predictivo y preventivo
	Relación Máxima	9	9	9	9	9	9	9	9
Clasificación de Importancia Técnica	594,7	431,9	282,4	555,4	595,9	423,5	420,9	477,6	295,1
Peso Relativo	15%	11%	7%	14%	15%	10%	10%	12%	7%
Tabla de Peso									
Nuestro Producto	3	5	4	3	5	3	3	5	
Competidor #1: MM Kurtz	5	2	0	4	5	5	4	1	
Competidor #2: MM Kurtz ersa	5	2	0	4	5	4	4	1	
Competidor #3: FOB Alibaba	2	3	0	2	5	1	2	3	
Competidor #4: Product Name									

EVALUACIÓN TÉCNICA COMPETITIVA																
Nº de Fila	5															
	4															
	3															
	2															
	1															
	0															
Nº de Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16



ANEXO I: CATÁLOGO DE PLC WECON

Wecon 14 I/O PLC : LX3V-0806M

- ◇ Modelo: LX3V-0806MR/ LX3V-0806MT
- ◇ Fuente de alimentación: potencia AC85-265V; D: potencia DC24V, potencia nominal de 20W.
- ◇ IO: 08xDI / 06xDO.
- ◇ Puerto: RS422, RS485 respaldado; 1 placas BD compatibles.
- ◇ Protocolo: 2N SIN PROTOCOLO, PROTOCOLO LX3V.



-
- Descripción
 - Información adicional

Controlador lógico programable

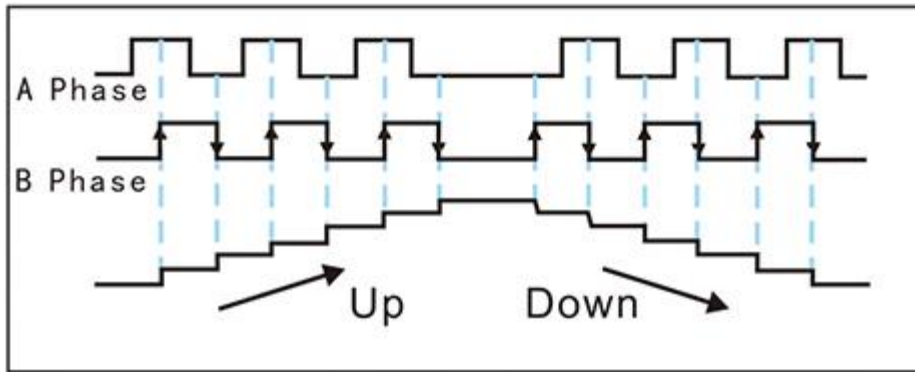
Introducción al PLC

- Concepción universal para alimentación eléctrica -85 ~ 264V AC @ 50/60 HZ, alimentación eléctrica de amplia gama.

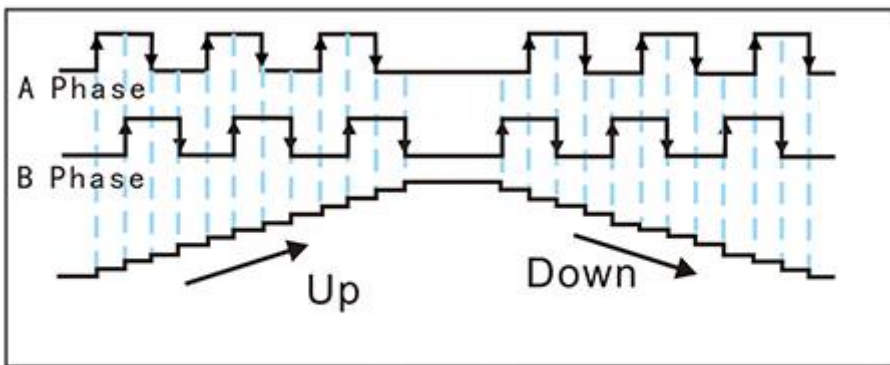
- Todos los principales componentes usados son de las marcas mundiales conocidas
- Revestimiento de tres capas garantiza la fiabilidad en el ambiente severo
- Almacenamiento de datos con la memoria flash que guarda los datos al menos un siglo, incluso en el caso de fallo de batería.
- Entradas / salidas de alta velocidad de 200 Khz diseñadas con aislamiento óptico.
- Puerto com- 600 TVS, protección contra sobrevoltaje estático
- Puerto de comunicación Rs485 garantiza la fiabilidad de la comunicación en la vibración.

Entrada de pulso de alta velocidad.

- Entrada externa de pulso de alta velocidad soporta entrada con codificador (fase AB), entrada de modo de dirección + pulso; soporta entrada de señal máxima de pulso hasta 200KHz.
- Señal de fase AB soporta la configuración de frecuencia (i.e. X1, x2 o x4)



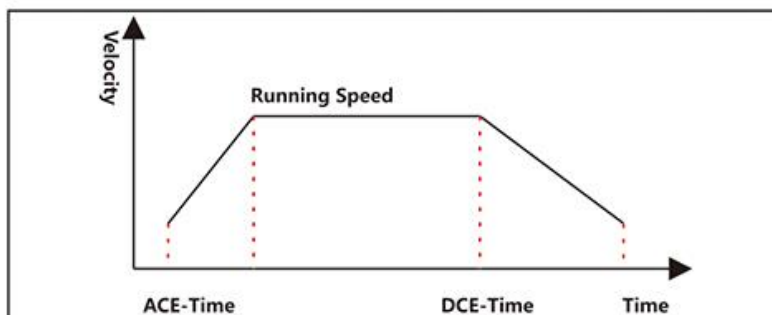
2-doubling



4-doubling

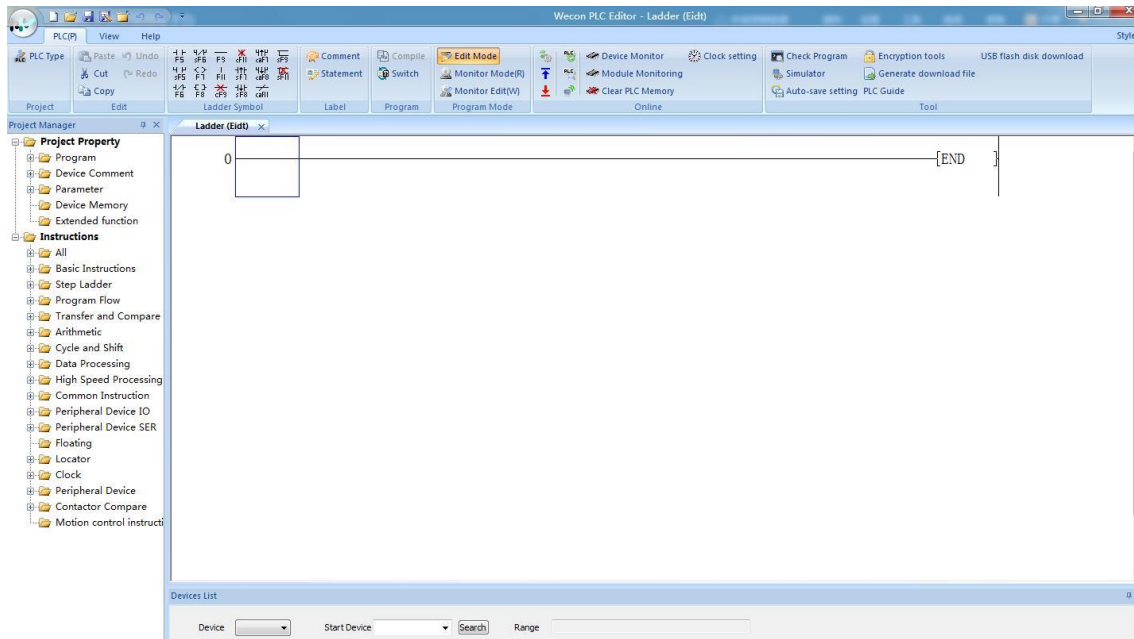
Sáida de pulso de alta velocidad.

- Soporta salida de señal de pulso de alta velocidad con aceleración y deceleración.



- Son configurables los tiempos de aceleración y deceleración
- Salida de modulación de fase

Editor de CLP WECON (descarga gratuita de software, fácil de aprender a programar)



Aplicaciones de los CLP 's WECON

los productos WECON se usan ampliamente en máquinas e equipamientos, metalurgia, química, petróleo e otras industrias.



Modelo	entrada	salida	tipo de salida	pulse count	pulse output	RS485	BD Board	Module	Alimentación
LX3V-0806MR-A1 (D1)	08	06	relé	2	0	1	1	N/A	AC (DC)
LX3V-0806MT-A1 (D1)	08	06	transistor	2	2	1	1	N/A	AC (DC)
LX3V-0806MR-A2 (D2)	08	06	relé	2	0	1	1	N/A	AC (DC)
LX3V-0806MT-A2 (D2)	08	06	transistor	2	2	1	1	N/A	AC (DC)

General

	LX3V Series	LX3VP Series	LX3VE/3VM Series
Modo Funcionamiento	Round Scan/Interrupt		
Programación	Lista de instrucciones/Diagrama de contactos		
Instrucciones Totales	Instrucciones Básicas: 27/ Instrucciones aplicadas: 136+2	140	
Tiempo de Ejecución	Instrucciones básicas: 0.06us /Instrucción aplicada: 1~10us		
Sistema Almacenamiento	16k	64k	32k
Descarga / Monitor	Cable de programación serie/ Mini USB		
Salida Tren de	Transistor Type: 2 Canales(Opcional 4 Canales)		
Pulsos Alta Velocidad	/ Relee N/A(Opcional 2 canales)		
Interrupción Externa	6 Channels		
Interrupción	3 Channels		
Temporización			
Direcciones Retenidas	Ajustable		
Almacenamiento	FLASH		
Filtro	Para todos terminales entrada		
Puerto Serie	COM1:RS422 or RS485 COM2:RS485		
Temperatura	Temperatura operación : 0 ~ 55°C		

	/ Temperatura almacenaje : 0 ~ 70°C
Humedad	35~85%RH (Sin condensación)
Resistencia de shock	JIS C0040 Estándar
Inmunidad a Ruido	Tension ruido:1000Vp-p Pulso; Rango:1us; Frecuencia:30-100Hz (Simulador deruido)

Salida

		Salida Relee	Salida Transistor
Tipo de Salida		--	NPN
Tensión de Entrada		DC 24V	DC 24V
Tensión de Salida		<AC 250V;DC 30V	DC 5~30V
Corriente Puerto COM		--	<0.1mA(DC 30V)
Aislamiento		Mecánico	Acoplamiento óptico
Corriente de Fuga		--	0.1mA/DC 30V
Mínima Carga		--	DC 5V 2mA
Max. Carga	Resistiva	2A point 8A Puerto COM	0.5A point; 0.8A Puerto COM; 0.3A punto HSPO
	Inductiva	80VA	12W/DC 24V7.2W punto HSPO
	General	100W	0.9W/DC 24V
Tiempo Res puesta	ON	<10ms< td="">	<0.2ms< td="">
	OFF		(Salida de pulsos terminal : <5us< td="">

Fuente de alimentación AC

Item	LX3V(P)0806M/1208M/1212M/1412M	LX3V(P)1616M/2416M/3624M
Tensión	AC100~240V 50~60Hz	
Tiempo de Corte	10ms	
Corriente de Irrupción	<15A 5ms/AC 100V; <30A 5ms/AC 200V	
Fusible de Potencia	250V 1A	250V 3.15A
Consumo Potencia	<35w< span="">	<60w< span="">
Potencia de Salida	DC 24V 850mA	DC 24V 700mA

Fuente de alimentación DC

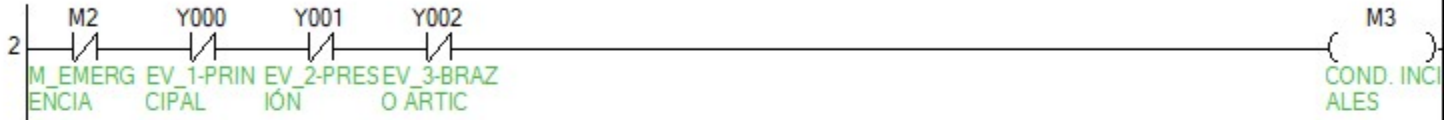
Item	LX3V/LX3VP
Tensión de Alimentación	DC 24V±10%
Tiempo de Corte	10ms
Fusible de Potencia	250V 3.15A
Corriente de Irrupción	<15A 1ms/DC 24V
Consumo Potencia	<30w< span="">

ANEXO J: PROGRAMACIÓN PLC WECON

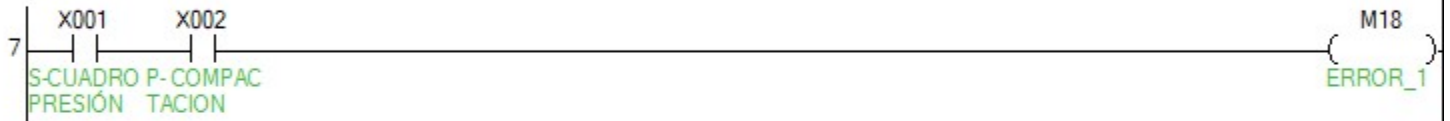
EJECUCIÓN DE PARO DE EMERGENCIA



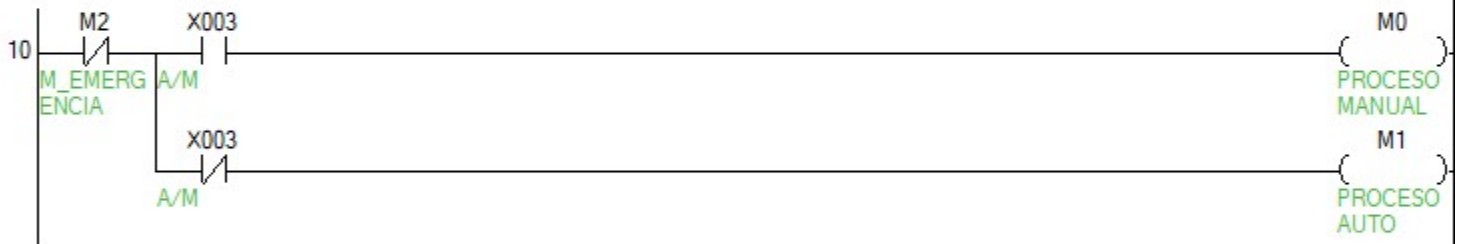
CONDICIONES INICIALES



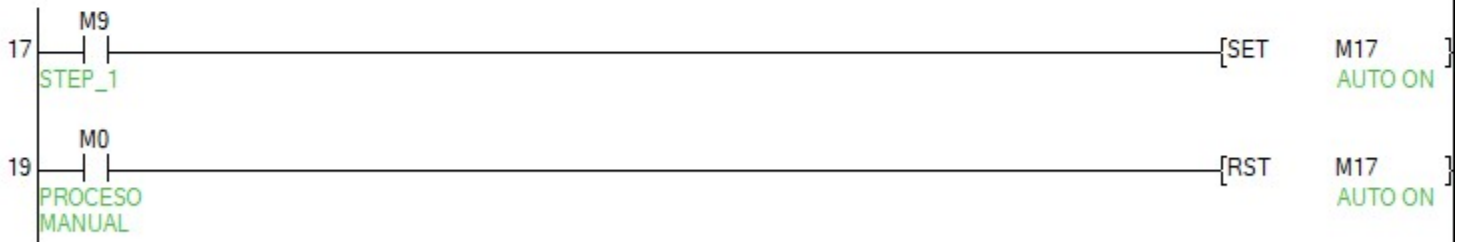
ERROR_1 NO SE PUEDEN ENCENDER DE MANERA SIMULTÁNEA



PROCESO MANUAL O AUTOMÁTICO



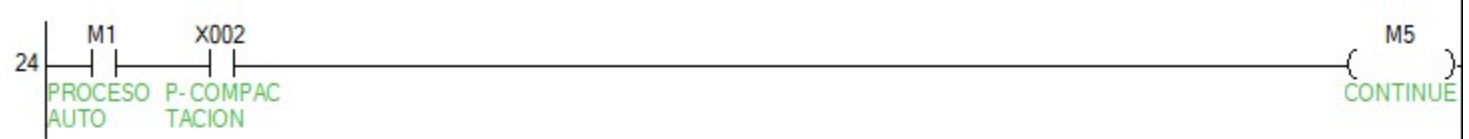
PROCESO DE AUTOMÁTICO ENCENDIDO



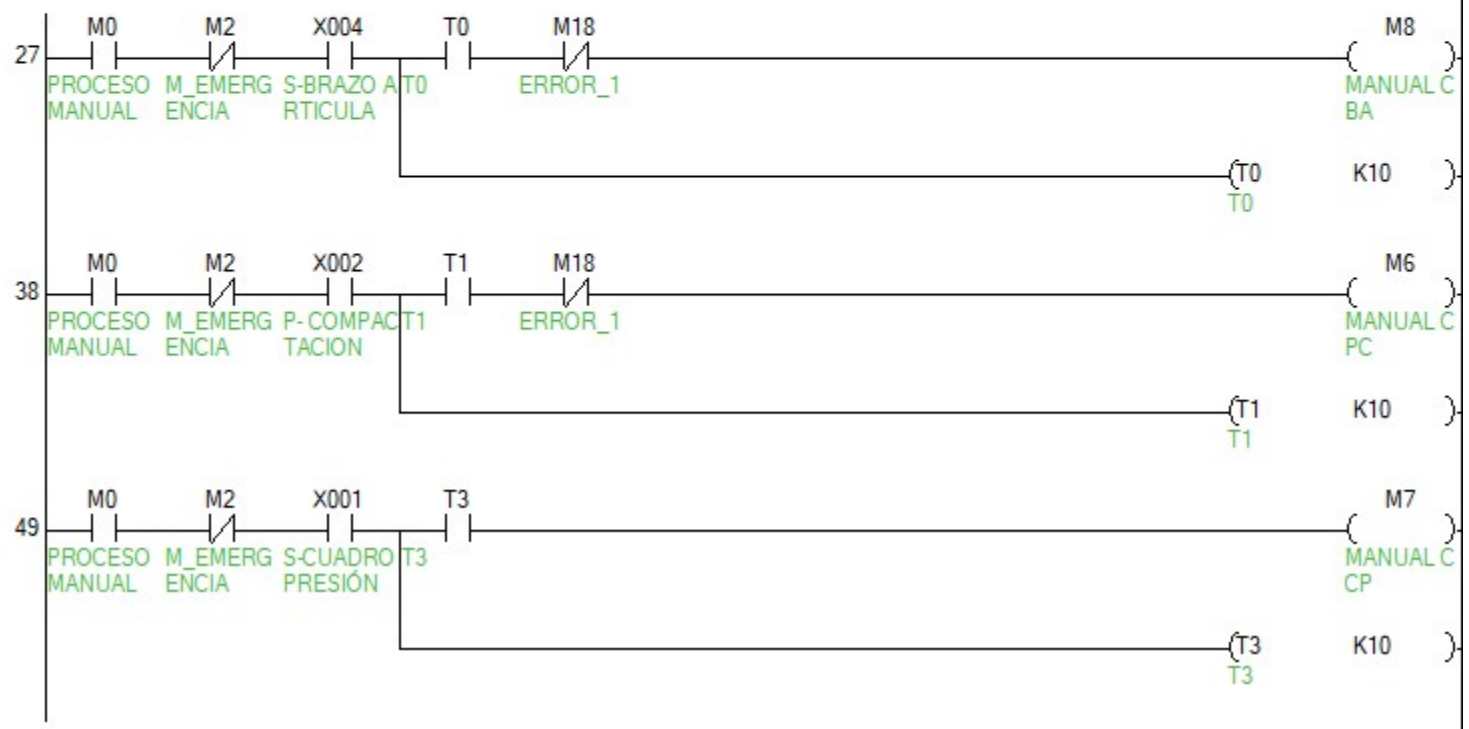
MÁQUINA ON



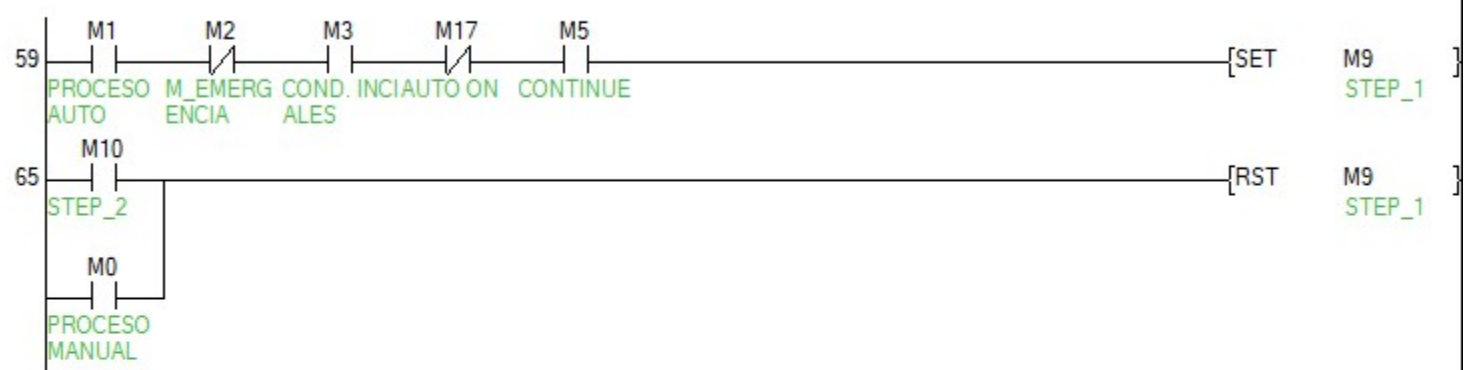
* ACTIVACIÓN DE BOTON START PARA AUTOMATICO



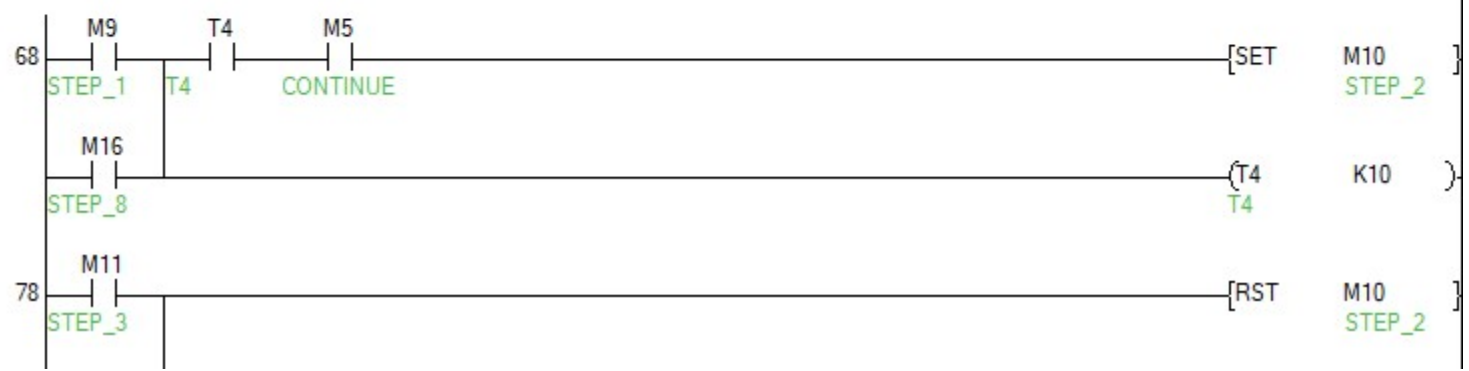
* PROCESO MANUAL



* PROCESO AUTOMÁTICO PASO 0

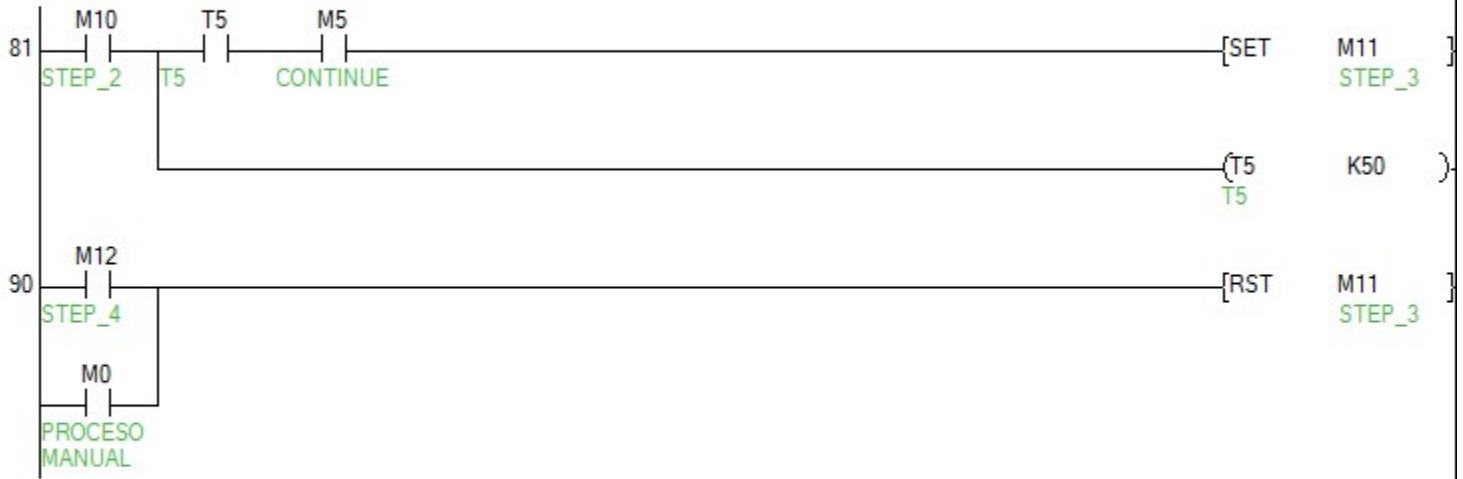


* PROCESO AUTOMÁTICO PASO 2 APERTURA BRAZO ARTICULADO

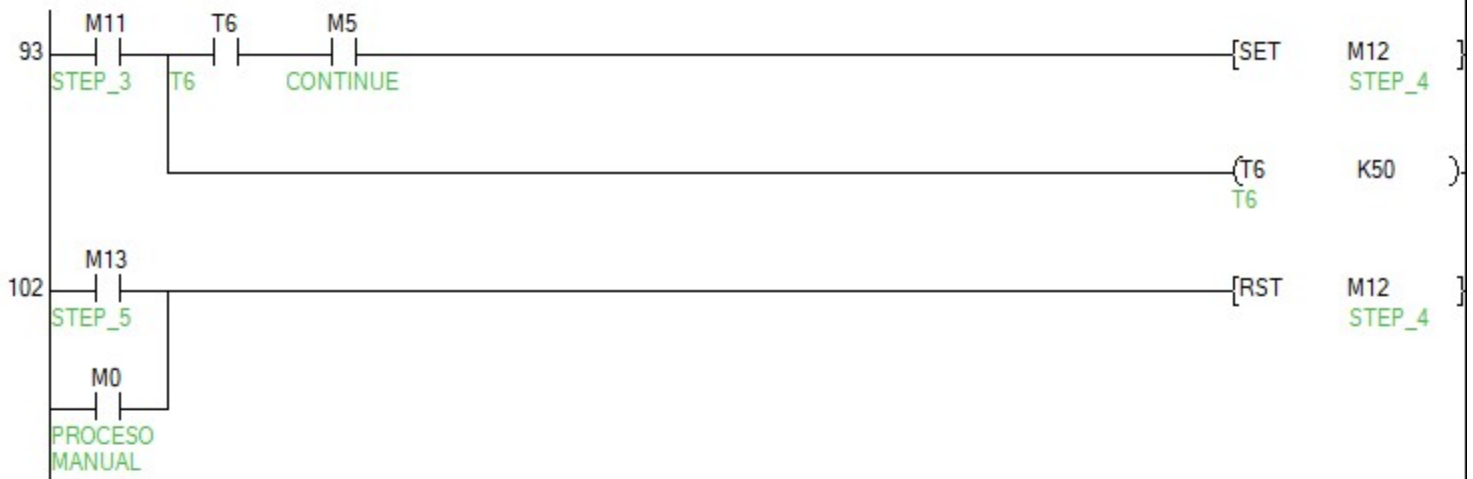




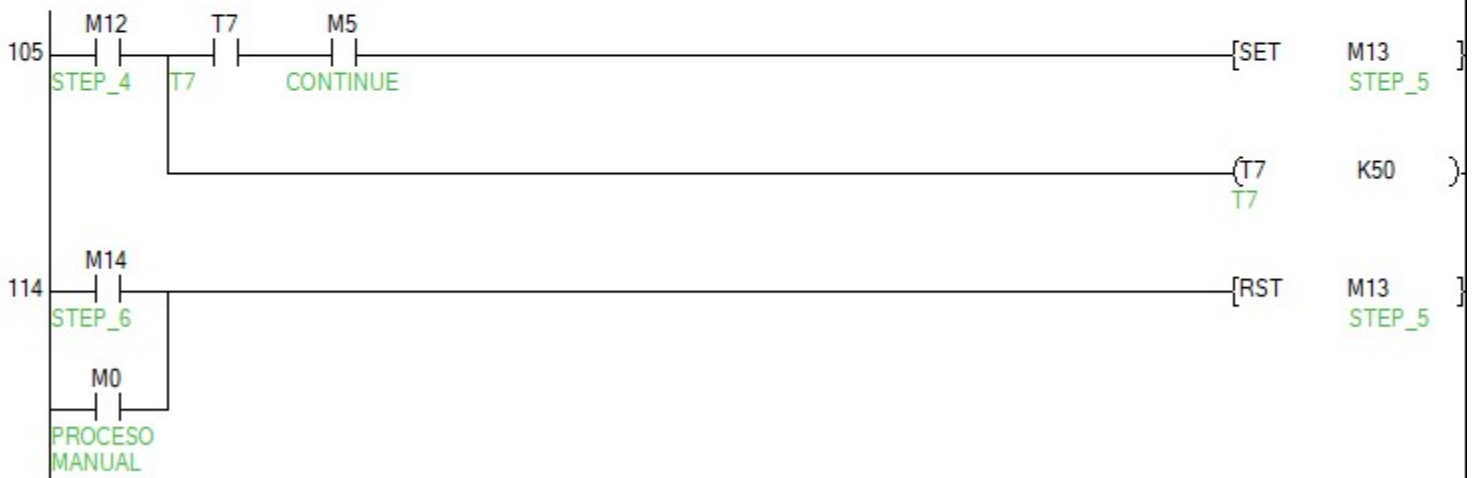
* CIERRE DE CILINDRO BRAZO ARTICULADO



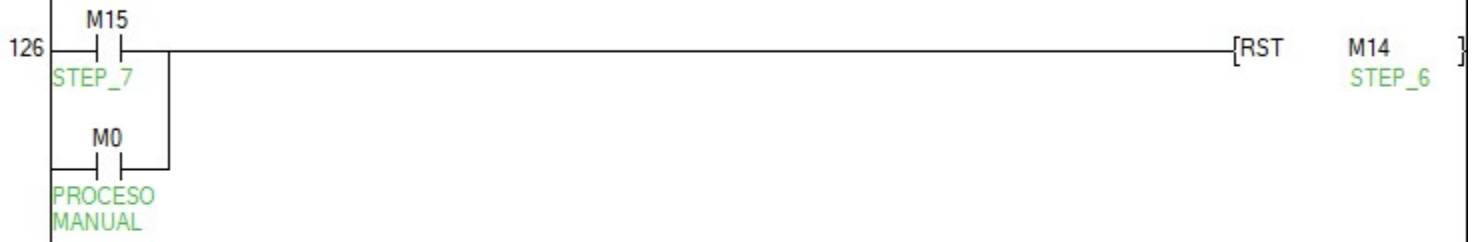
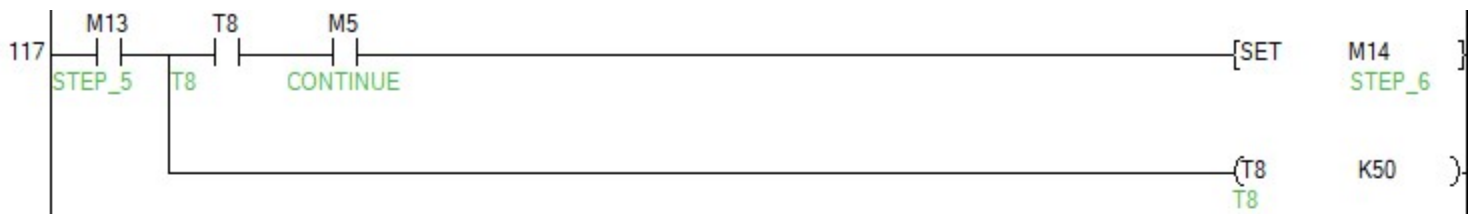
* DESCENSO DE CILINDRO DE CUADRO DE PRESIÓN



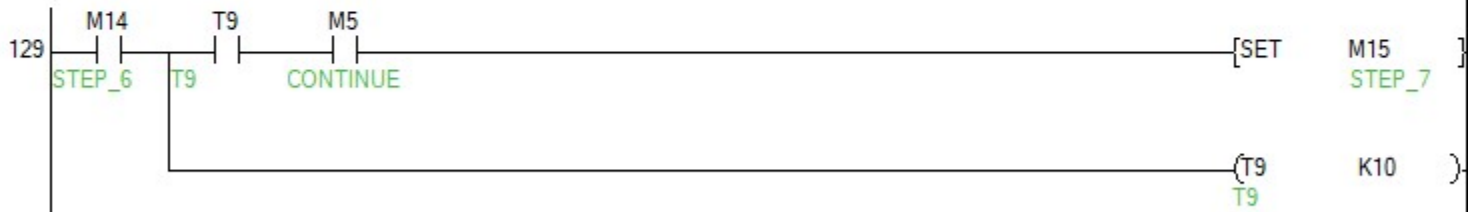
* ASCENSO DE CILINDRO PRINCIPAL PARA COMPACTACIÓN



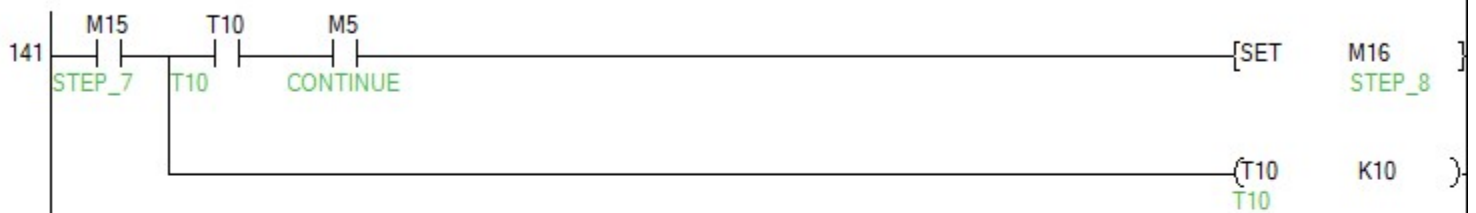
* DESCENSO DE CILINDRO PRINCIPAL DE COMPACTACIÓN



* LUZ ROJA DE ADVERTENCIA PARA RETIRAR SEGURO MECÁNICO

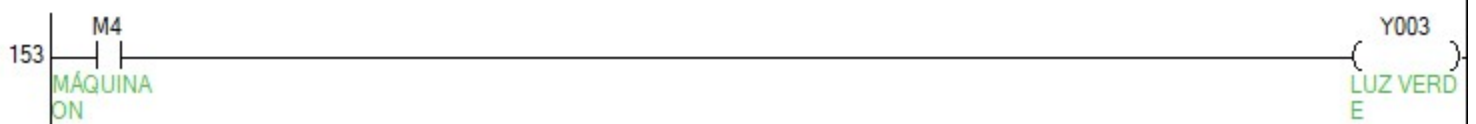


* ASCENSO DE CILINDRO DE CUADRO DE PRESIÓN



* ACTUADORES

* LUZ PILOTO VERDE



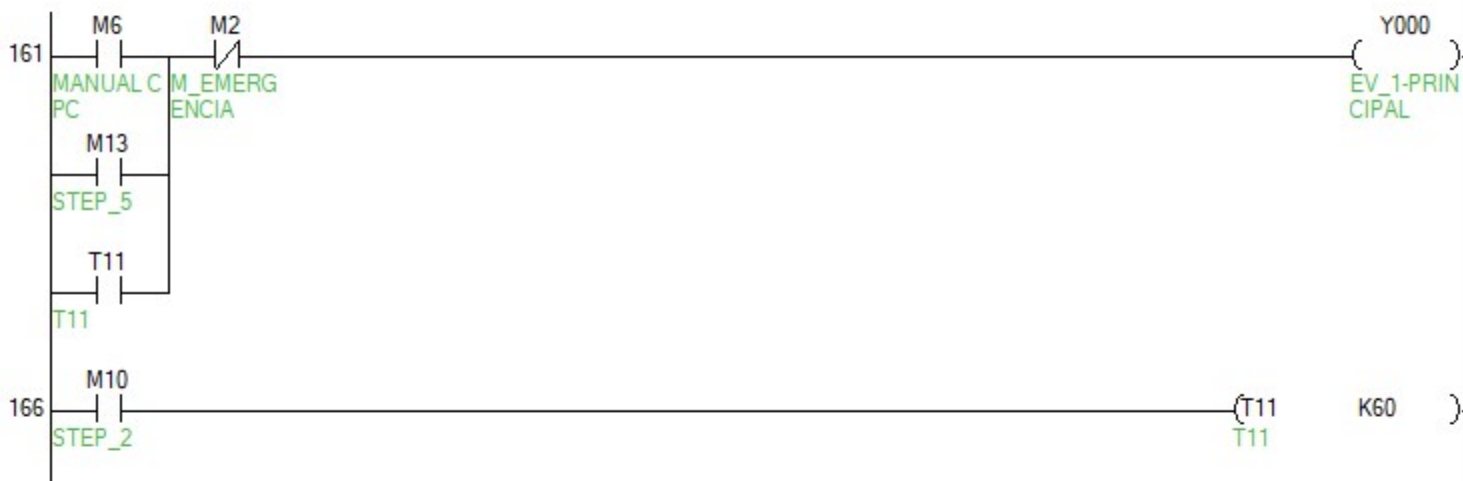
/* LUZ PILOTO ROJA */



/* Luz de Automatico/Manual */



/* CILINDRO DE COMPACTACIÓN C1 */

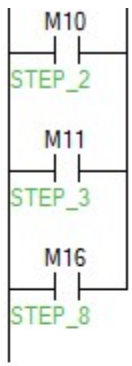


/* CILINDRO BRAZO ARTICULADO C3 */



/* CILINDRO CUADRO DE PRESIÓN C2 */





181

[END

**ANEXO K: FICHA DE PROCESO DE MÁQUINA DE MOLDEO
EN ARENA**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
SERVICIOS MECÁNICOS Y METALURGIA OTAVALO

FICHA DEL PROCESO - MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS		
MDP-SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE PROCESOS		
FICHAS DE PROCESOS		TG_SMO_FP01
FICHA DEL PROCESO	EDICIÓN	FECHA REVISIÓN
GESTIÓN DE DOCUMENTO	1	8/8/2021
MISIÓN DEL PROCESO		
Asegurar la materia prima, equipos mecánicos y de control mediante toma de medidas visuales y mediante equipos de verificación para mayor calidad de salida del producto de moldeo en arena		
ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROCESO		
Equipos de medida: Durómetro de arena, flexómetro, multímetro Revisión de manuales de equipos: PLC Wecon, Cilindros neumáticos, electroválvulas Calibración de equipos: Altura de compactación de matriz Revisión de equipos: Revisión de proceso de moldeo en arena		
RESPONSABLES DEL PROCESO		
Responsable de control de calidad de empresa SMO		
ENTRADAS DEL PROCESO	SALIDAS DEL PROCESO	
Equipos de medida	Equipos Verificados	
Materia Prima: Arena de Sílice	Control de datos de modelo en arena	
PROCESOS RELACIONADOS		
Recepción y apilado de moldes en arena		
RECURSOS/NECESIDADES		
Calibración de equipos de medida y expertos en fundición con moldes en arena		
REGISTROS/ARCHIVOS		
Lista de equipos de Medición bajo control Ficha de equipos de medición		
INDICADORES		
Número de incidencias en dureza de moldes en arena		
Número de incidencias relacionadas con el proceso de moldeo		

**ANEXO L: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO MÁQUINA DE
MOLDEO EN ARENA**

Manual de funciones

Máquina de moldeo en arena

SMO



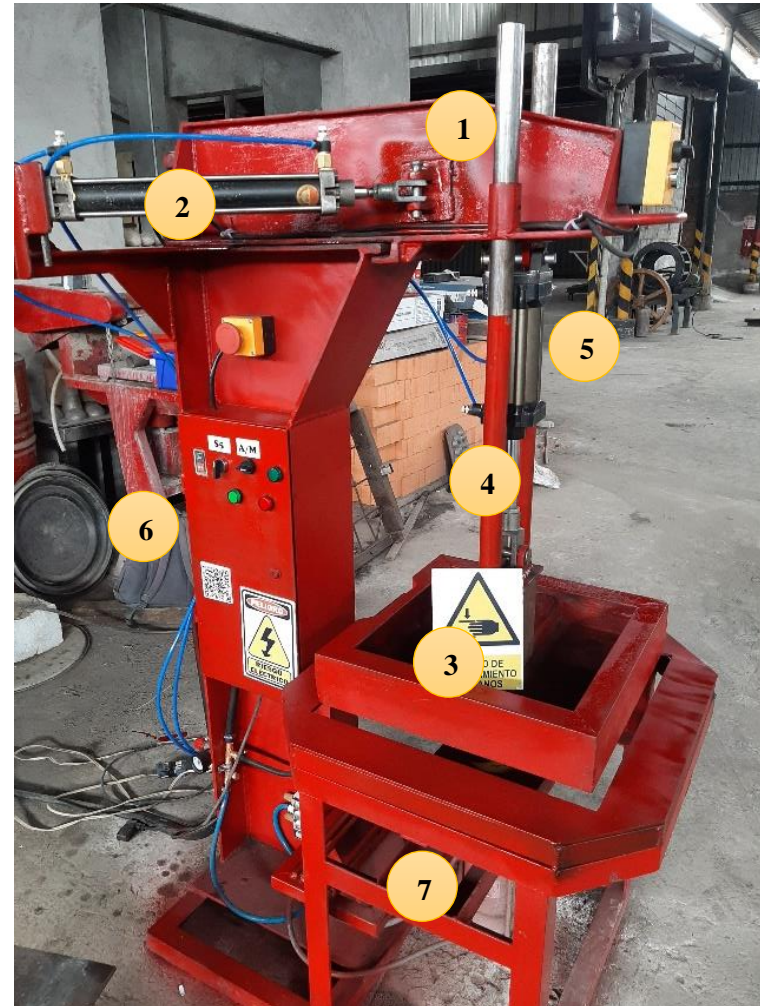


Contenido

1. Elementos	3
2. Especificaciones Técnicas	4
3. Seguridad	5
4. Mantenimiento	5
5. Montaje	5
6. Puesta en marcha.....	5
7. Problemas y soluciones	5

1. Elementos

1. Brazo Articulado
2. Cilindro Brazo Articulado
3. Cuadro de presión
4. Cilindro cuadro de presión
5. Mesa de Trabajo
6. Tablero Eléctrico
7. Cilindro de compactación



2. Especificaciones Técnicas

Dimensionamiento	1980x1400x792,5 mm
Tipo de material	AISI 1023
Potencia	111,3 W
Energía	Eléctrica 1-127 VAC
	Neumática max. 10 bares

Funcionamiento

La máquina de moldeo en arena permite realizar moldes en arena para el proceso de fundición de metales (aluminio) acelerando el proceso manual.

Controlado por un PLC, permite un funcionamiento de apertura y cierre de un brazo articulado y un proceso manual o automático para la secuencia de compactación de la materia prima.



3. Seguridad

Precauciones generales

- Una vez iniciado el proceso, se debe evitar poner o quitar piezas en las máquinas.
- No se recomienda manipular la máquina cuando esté en funcionamiento
- Cuando se requiera desmontar algún elemento de la maquinaria realiza limpieza con aire comprimido
- Mantener el área de trabajo libre de obstáculos.
- Realizar mantenimiento con la máquina desconectada
- Suministrar energía correctamente.
- La longitud de los materiales no debe exceder el diámetro de agujero del troquel.
- Antes de la operación asegurarse de que los tornillos roscado estén lo suficientemente apretados para evitar caer y dañar los pernos del rodillo.
- Comprobar la fijación correcta de la matriz permanente.



4. Mantenimiento

Limpieza

- Realizar purgas de aire periódicas, para evitar acumulación de polvo
- Mantener los dispositivos eléctricos fuera del contacto de líquidos de forma intencional.
- Verificar que no exista obstáculos u objetos duros que se interpongan en la compactación de la arena

Elementos Mecánico

- Realizar limpieza habitual de zonas en constante contacto con la materia prima
- Realizar mantenimiento preventivo de los cilindros neumáticos cada 10 000 ciclos de funcionamiento
- Realizar mantenimiento preventivo de engrasamiento del brazo articulado para disminuir la fricción en la apertura y cierre en el funcionamiento

5. Montaje

Recomendaciones

- No debe haber máquinas pesadas que produzcan ruidos y vibraciones cerca.
- Ambiente limpio y libre salpicaduras de líquidos.
- Humedad normal sin condensaciones.
- Alejar todo lo posible las fuentes de EMI (Incompatibilidad Electromagnética).
- Verificar la calidad de la toma de tierra.
- Temperatura ambiente moderada evitando temperaturas extremas.



6. Puesta en marcha

Procedimiento de Funcionamiento

Proceso Manual

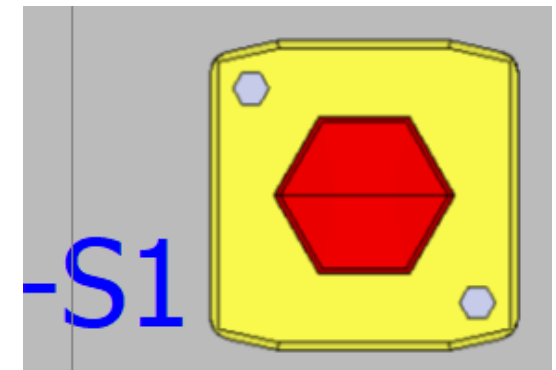
S4-ON – Activado Proceso Manual

S2 – Cilindro de compactación

S3 – Cilindro de cuadro de presión

S1 – Paro de Emergencia

Antes de iniciar el proceso manual revisar que el Botón de “Paro de Emergencia” este desactivado para continuar con el proceso y revisar que H2 este apagado y H1 este encendido.





Procedimiento de Funcionamiento

Proceso Automático

S4-OFF – Activado Proceso Automático

S2 – Botón de Inicio de ciclo

Antes de iniciar el proceso manual revisar que el Botón de “Paro de Emergencia” este desactivado para continuar con el proceso y revisar que H2 este apagado y H1 este encendido.

Procedimiento de Funcionamiento Automático

- Paso 1: Revisión de parámetros iniciales como: Paro de emergencia, proceso automático, condiciones iniciales.
- Paso 2: Apertura de cilindro brazo articulado. Colocación de materia prima arena de sílice.
- Paso 3: Cierre de cilindro brazo articulado
- Paso 4: Descenso del cilindro cuadro de presión. Posterior empotramiento de mecanismo.
- Paso 5: Ascenso de cilindro principal de compactación.
- Paso 6: Descenso de cilindro principal de compactación.
- Paso 7: Activación de luz roja, para desactivar manualmente mecanismo de enclavamiento.
- Paso 8: Ascenso de cilindro cuadro de presión y ascenso de cilindro principal de compactación para retirar molde en arena.

Retorna a Paso 2.

La ejecución de cada una de las secuencias se realiza con el pulsador “S2”.

7. Problemas y soluciones

Problema	Causa	Solución
Luz roja de advertencia encendida	Paro de emergencia activado	Desactivar paro de emergencia
	Paso 7 de proceso automático en proceso	Verificación visual de liberación de empotramiento y pulsación de botón "S2"
Avería funcionamiento de cilindro neumáticos	Falta de aire comprimido	Revisar manómetro de presión y fuente de aire comprimido
	Desconexión de cableado en tablero eléctrico	Revisión de borneras X4 y X5

