



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

Tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL MEDIANTE CALENTAMIENTO Y ENFRIADO PARA BALONES NÚMERO 5, EN EL TALLER ARTESANAL “TOP BALON”.

Autor:

Rodrigo Alejandro Norambuena Silva

Tutor:

Ing. Francisco Peña, Msc

Ambato-Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo Ing. Francisco Peña en calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL MEDIANTE CALENTAMIENTO Y ENFRIADO PARA BALONES NÚMERO 5, EN EL TALLER ARTESANAL “TOP BALON”. Elaborado por el señor Rodrigo Alejandro Norambuena Silva, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente tesis es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.
- Esta concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, 11 de agosto de 2017

.....
Ing. Francisco Peña, Msc

Tutor.

AUTORÍA DEL TRABAJO

Declaro que el contenido del proyecto técnico: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL MEDIANTE CALENTAMIENTO Y ENFRIADO PARA BALONES NÚMERO 5, EN EL TALLER ARTESANAL “TOP BALON”, así como sus ideas, opiniones, resultados, conclusiones, son auténticos y de responsabilidad exclusiva de mi persona en calidad de autor del proyecto.

Ambato, 11 de agosto de 2017

EL AUTOR

.....

Rodrigo Norambuena

C.I. 180375662-4

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimonial de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, 11 de agosto de 2017

EL AUTOR

.....

Rodrigo Alejandro Norambuena Silva

C.I. 180375662-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto técnico realizado por el estudiante Rodrigo Alejandro Norambuena Silva, de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL MEDIANTE CALENTAMIENTO Y ENFRIADO PARA BALONES NÚMERO 5, EN EL TALLER ARTESANAL “TOP BALLON”

Ambato, 11 de agosto de 2017

Para constancia firman:

.....

Ing. Mg. Mauricio Carrillo

.....

Ing. Mg. Belén Paredes

DEDICATORIA

Dedico este proyecto primeramente a Dios, por ser quien ha guiado mi camino día a día en mi formación profesional. A mis queridos padres Damaris y Rodrigo quienes aparte de regalarme la vida, han sido un apoyo incondicional en cada decisión tomada. A mis hermanos por haber compartido alegrías y tristezas junto a mí. A mi novia Jenifer quien ha estado junto a mí en toda mi carrera universitaria. A mis amigos/as que me han brindado una amistad verdadera e ilimitada, y a todas aquellas personas que forman parte de mi vida, misma que han llenado de palabras, alentándome a seguir en este arduo camino, llenándome de buenas energías para seguir adelante. Gracias a todos ellos por formar parte de mi sueño.

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí a estar a un paso de llegar a cumplir un sueño y anhelo más. A mis padres porque sé que siempre puedo contar con ellos en cualquier situación debido a que sin su apoyo no estaría donde estoy ahora, a mi tutor el Ingeniero Francisco Peña. A todas las personas que han sido mis profesores y han sabido hacer llegar hasta mí todos sus conocimientos, y a las personas que desinteresadamente han colaborado para desarrollar de la mejor manera esta investigación, un sincero agradecimiento por su ayuda.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN EJECUTIVO	XVI
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO 1	1
1.1. Tema:.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Antecedentes de la empresa.....	3

CAPÍTULO 2	4
2.1. Investigaciones previas.....	4
2.2. Fundamentación Teórica	5
2.2.1. Datos del moldeo manual.....	5
2.2.2. Calentamiento	10
2.2.3. Resistencias eléctricas.....	11
2.2.4. Acumulador de calor.....	12
2.2.5. Enfriamiento.....	14
2.2.6. Estructura	14
2.2.7. Estadístico	15
2.2.8. Factor de seguridad	16
CAPÍTULO 3	18
3.1. Selección de Alternativas	18
3.1.1. Método de árbol de decisiones:.....	19
3.2. Cálculos o Modelo Operativo.....	24
3.2.1. Selección de parámetros (tiempo, temperatura y presión) de moldeo ...	24
3.2.2. Diseño de moldes y portamoldes.	30
3.2.3. Diseño de la estructura y elementos mecánicos	31
3.2.4. Análisis térmico	75
3.2.5. Diseño del sistema eléctrico y de control.....	89

3.3.	Presupuesto.....	93
3.3.1.	Costo de materiales	94
3.3.2.	Mano de obra.....	97
3.3.3.	Maquinaria y Herramientas.....	97
3.3.4.	Costo total máquina.....	97
3.4.	Especificaciones técnicas	98
3.4.1.	Manual de operación y mantenimiento de la máquina.....	99
3.5.	Evaluación de desempeño de la máquina.....	100
CAPÍTULO 4.....		103
4.1.	Conclusiones.....	103
4.2.	Recomendaciones.....	104
Material De Referencia		106
ANEXOS.....		109
PLANOS		199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Flujograma de proceso manual de moldeado	7
Figura 2.2 Flujograma de proceso con una máquina moldeadora	9
Figura 2.3. Convención de signos para el flujo de calor por conducción, [5, p. 10].	11
Figura 2.4 Flujo de electrones en un buen y mal conductor de calor, [5].....	12
Figura 2.5. Curva de esfuerzo - deformación para un acero ASTM A-36, [8, p. 54]	15
Figura 3.1 Árbol de decisiones y ponderación de máquina moldeadora de balones	21
Figura 3.2: Árbol de decisiones y ponderación del apriete del porta-molde	23
Figura 3.3. Balón con repujado desvanecido vs. repujado ideal	26
Figura 3.4 Moldeado desalineado vs. moldeado uniforme	27
Figura 3.5 Aparición de línea por apriete inadecuado vs moldeado correcto	27
Figura 3.6. Presión ejercida dentro del molde.....	31
Figura 3.7. Esquema de la estructura de la máquina.....	32
Figura 3.8. Estructura superior de la máquina moldeadora.	33
Figura 3.9. Cargas puntuales en la viga superior	34
Figura 3.10. Diagrama de fuerza y momentos en la viga superior	34
Figura 3.11. Cargas puntuales en la viga inferior	40
Figura 3.12. Esquema de la aplicación de la fuerza sobre el ángulo	41
Figura 3.13. Voladizo carga intermedia.....	42

Figura 3.14. Esquema de la aplicación de la fuerza máxima sobre el ángulo.....	44
Figura 3.15. Patrón de soldadura.....	45
Figura 3.16. Esquema de la estructura base.	48
Figura 3.17. Carga en la viga transversal.....	49
Figura 3.18. Diagrama de fuerza y momentos de las cargas en la viga transversal.	49
Figura 3.19. Carga puntual en la viga longitudinal.....	51
Figura 3.20. Diagrama de fuerza y momentos de las cargas en la viga transversal.	51
Figura 3.21. Esquema de la placa.....	57
Figura 3.22. Aplicación de la fuerza en la placa.....	57
Figura 3.23. Dimensiones de la sección de la placa.....	58
Figura 3.24. Dimensiones generales de la placa.	59
Figura 3.25. Esquema del pasador.....	60
Figura 3.26. Diagrama de cuerpo libre, fuerza cortante y momento flector del pasador.....	61
Figura 3.27. Diseño general del eje ubicado en la parte inferior de la excéntrica.....	64
Figura 3.28. Función de la polea excéntrica.....	66
Figura 3.29. Fuerza aplicada en la polea excéntrica.....	67
Figura 3.30. Dimensiones generales de la polea excéntrica.....	67
Figura 3.31. Aplicación de la fuerza en la polea.....	68
Figura 3.32. Análisis de la polea excéntrica.....	68
Figura 3.33. Esquema de la ubicación del resorte.....	69

Figura 3.34. Compresión del resorte.....	70
Figura 3.35. Esquema de la resistencia de tres materiales distintos.....	77
Figura 3.36 Ingreso de cargas térmicas para análisis.....	84
Figura 3.37 Resultados de la simulación térmica del molde.....	85
Figura 3.38 Balón sumergido dentro del tanque con agua.....	87
Figura 3.39. Diagrama eléctrico las entradas del PLC.....	90
Figura 3.40. Diagrama eléctrico de salidas del PLC.....	91
Figura 3.41. Diagrama de control de calentamiento.	92
Figura 3.42. Circuito de potencia con una prensa activada y otra desactivada.....	93
Figura 4.1. Patrón de soldadura.....	170
Figura 4.2. Propiedades de material de aporte, y Esfuerzo permisible.....	171
Figura 4.3. Equivalentes decimales de calibres de alambre y lámina de metal.....	172
Figura 4.4. Constantes A y m.....	173
Figura 4.5. Propiedades mecánicas para algunos resortes.....	174
Figura 4.6. Tipos de extremos en los resortes.....	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Instructivo de producción.....	6
Tabla 2.2: Instructivo de producción de moldeo con la máquina moldeadora.....	8
Tabla 2.3 Normas aprobadas de corrosión.....	13
Tabla 2.4. Propiedades de Nytro 11GNX, [6].....	13
Tabla 3.1 Alternativas de máquina moldeadora de balones de fútbol	18
Tabla 3.2. Matriz de decisiones para máquina moldeadora de balones de fútbol.....	22
Tabla 3.3. Matriz de decisiones para sujeción y apriete del portamolde	24
Tabla 3.4: Ficha de pruebas de moldeo.....	28
Tabla 3.5: Resultados de las pruebas de moldeo.....	29
Tabla 3.6. Parámetros de presión, temperatura y tiempo admisible de moldeo.....	30
Tabla 3.7. Fuerza máxima actuante por el molde hacia el sistema	31
Tabla 3.8. Reacciones y momento en la viga superior.....	35
Tabla 3.9. Fuerzas aplicadas en la viga inferior.....	40
Tabla 3.10. Información técnica de cilindro “Persan”, [13].	75
Tabla 3.11. Conductividad térmica, [4].	78
Tabla 3.12 Costo de elementos del sistema de calentamiento	94
Tabla 3.13 Estructura del sistema de calentamiento	94
Tabla 3.14 Elementos extras del sistema de calentamiento	94

Tabla 3.15 Costo total del sistema de calentamiento	95
Tabla 3.16 Costo de la estructura de la máquina	95
Tabla 3.17 Costo del sistema neumático.....	96
Tabla 3.18 Costo del sistema eléctrico.....	96
Tabla 3.19 Costo de mano de obra para la máquina	97
Tabla 3.20. Costo del uso de maquinaria y herramientas	97
Tabla 3.21 Costo total de la máquina moldeadora de balones	97
Tabla 3.22. Parámetros de presión, temperatura y tiempo admisible de moldeo.....	101
Tabla 3.23 Resultados de moldeo con la máquina moldeadora	102

RESUMEN EJECUTIVO

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL MEDIANTE CALENTAMIENTO Y ENFRIADO PARA BALONES NÚMERO 5, EN EL TALLER ARTESANAL “TOP BALLON”

Autor: Rodrigo Alejandro Norambuena Silva

Tutor: Ing. Francisco Peña, Msc

Para desarrollar el proyecto de investigación se utiliza la técnica fundamentada en el Método de Árbol de Decisiones debido a que es muy útil a la hora de analizar diversas elecciones sobre un tema en la realización de un proyecto o investigación. En la realización del árbol de decisiones el primer paso es identificar los criterios de diseño para la futura construcción de la máquina, puesto que es una fuente principal de información donde se identifican diferentes factores para el diseño y construcción de la máquina. Después se determina el factor de ponderación para cada uno de los criterios de diseño, y esto se lo realiza mediante la construcción de un árbol jerárquico objetivo, el cual consiste en dividir el problema en dos niveles.

El Modelo Operativo se da según la selección de parámetros como son: Tiempo, Temperatura y Presión de moldeo a nivel térmico, así como el diseño de la estructura y elementos mecánicos como son: viga superior, columna, viga inferior, ángulos para desplazamiento, estructura base, soporte para palanca y pasador. El desarrollo del proyecto de investigación cumple con el objetivo que es, diseñar y construir una máquina moldeadora de balones de fútbol mediante calentamiento y enfriado para balones número 5 en el Taller Artesanal “Top Ballon”

Se debe tener presente que la máquina moldeadora de balones de fútbol, fue diseñada de la forma más sencilla posible para brindar facilidad de operación al trabajador; sin embargo esta contiene sistemas mecánicos y de control, por lo que se recomienda capacitar al personal, encargado de operar la máquina moldeadora de balones, sobre el uso y mantenimiento de la misma.

ABSTRACT

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL MEDIANTE CALENTAMIENTO Y ENFRIADO PARA BALONES NÚMERO 5, EN EL TALLER ARTESANAL “TOP BALLON”

Author: Rodrigo Alejandro Norambuena Silva

Advisor: Ing. Francisco Peña, Msc

SUMMARY

To develop the research project, the technique based on the Decision Tree Method is used because they are very useful when analyzing different choices on a topic in the execution of a project or research. In the implementation of the decision tree the first step is to identify the design criteria for the future construction of the machine, since it is a main source of information where different factors are identified for the design and construction of the machine. Then we determine the weighting factor for each of the design criteria, and this is done by building a target hierarchical tree, which consists of dividing the problem into two levels. The Operational Model is given according to the selection of parameters such as: Time, Temperature and Pressure molding at thermal level, as well as the design of the structure and Mechanical Elements such as: upper beam, column, lower beam, angles for displacement, structure Base, support for lever and pin. The development of the research project fulfills the objective of designing and building a soccer ball molding machine by heating and cooling for balls number 5 in the "Top Ballon" It should be kept in mind that the soccer ball molding machine was designed in the simplest possible way to provide ease of operation to the worker; However it contains mechanical and control systems, so it is recommended to train the personnel, in charge of operating the ball molding machine, on the use and maintenance of the same.

CAPÍTULO 1

1.1.Tema:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL MEDIANTE CALENTAMIENTO Y ENFRIADO PARA BALONES NÚMERO 5, EN EL TALLER ARTESANAL “TOP BALLON”

ANTECEDENTES

1.2. Justificación

El taller artesanal Top Ballon produce balones de fútbol de forma manual desde su proceso inicial hasta el terminado del producto. El proceso de moldeo se realiza introduciendo presión de aire en el interior del molde para el planchado del cuero sintético del balón, posteriormente se transporta los balones dentro de sus respectivos moldes hacia una olla de agua hirviendo un cierto tiempo. Concluido este tiempo de cocinado, se procede a transportarlos a un recipiente con agua fría hasta la temperatura ambiente. El estudio del presente tema de diseño y construcción es importante, debido a que a través del mismo, se contribuye al desarrollo del proceso del moldeo de balones en el taller artesanal “Top Ballon”, mediante una máquina que ayude a la optimización de tiempos, mejora de calidad, y seguridad del operario.

La máquina moldeadora opera con resistencias eléctricas la cual hace la función de calentamiento al molde, y consecuentemente al balón. El calentamiento contribuye a la correcta activación del pegamento interno, la masilla, y un planchado del cuero sintético del balón, con lo que se consigue una fusión de los elementos internos, y estos a su vez forman una especie de fibra. Las temperaturas de operación de la máquina son de suma importancia debido a la sensibilidad del cuero sintético, el cual a temperaturas muy altas es susceptible a quemarse, sin embargo si no se tiene una temperatura adecuada el cuero sintético no llega a tener su óptima deformación, y no se aprecia una buena apariencia visual.

Para el diseño de la máquina se requiere parámetros con los cuales la máquina trabaja, tales como: gradientes de temperatura y transferencia de calor que existe tanto en el calentamiento como en el enfriamiento de los balones. El flujo de calor es importante en relación a costo energético, esto debido a que se debe calentar el molde y no obstante se debe evitar la disipación de calor hacia el exterior para optimizar al máximo el rendimiento del sistema. El tiempo es un parámetro fundamental en todo proceso de producción debido a que está ligado estrechamente con los costos de producción. Por lo que se busca que la máquina disminuya al máximo los tiempos de moldeado de los balones. La presión influye directamente en la superficie del cuero sintético del balón debido a que esto interviene de manera considerable en la apariencia estética final, razón por la cual se debe analizar las presiones de trabajo antes de iniciar el diseño de los componentes de la máquina. Sin embargo previamente a la construcción de la máquina se diseña cada uno de los componentes constitutivos de acuerdo a estándares de diseño mecánico y transferencia de calor. La selección de los materiales se la realiza en función de los parámetros y condiciones físicas a las cuales debe a trabajar. Es importante buscar un óptimo diseño garantizando un buen funcionamiento y seguridad del trabajo, tanto para la máquina como para el operador.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar y construir una máquina moldeadora de balones de fútbol mediante calentamiento y enfriado para balones número 5 en el Taller Artesanal “Top Ballon”

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar Gradientes de temperaturas, tiempos, presión y capacidad a la cual debe trabajar la máquina.
- Diseñar los componentes constitutivos de la máquina moldeadora de balones fútbol aplicando la teoría de diseño de máquinas y transferencia de calor.

- Construir los componentes que conforman la máquina mediante la aplicación de los estándares determinados en la fase de diseño.
- Evaluar la funcionalidad y operabilidad de la máquina en proceso de producción de los balones para que cumpla con los requerimientos de la fabricación de balones.

1.4. Antecedentes de la empresa

La fábrica nace en el 1990, fundada por Rodrigo Norambuena y Damaris Silva, con el nombre de TIAC. La empresa estaba ubicada en sector de “El Arbolito”, cantón Ambato cuando se fundó su principal actividad fue la producción de bleris idea extraída de familiares del Sr. Rodrigo Norambuena quienes trajeron la tecnología de Alemania, para dicha fabricación. En la guerra del Cenepa la empresa TIAC se encontró al borde de la quiebra por que su mercadería era principalmente adquirida a crédito sin poder recuperar gran parte de la inversión, por lo que optaron por incursionar en un nuevo mercado que consiste en la fabricación de balones. Al pasar los años la fábrica se dividió por razones personales, quedando como propietaria la señora Damaris Silva. Luego de 4 años se traslada a la zona de Santa Rosa barrio Guayaquil, gracias a la adquisición de su propio local ubicado en este sector. La producción se centró principalmente en la fabricación y venta de bleris siendo sus principales compradores las personas del sector centro del país.

Años después debido al control de químicos se generó trabas para la elaboración del bleris, lo que provoco un incremento en los costos de fabricación, generando poca competitividad con relación al producto extranjero, por lo que la empresa se vio obligada a enfocarse como principal actividad en la fabricación de balones de fútbol pegados. Cambiando su razón social a Top Ballon en el año 2015. En la actualidad la fábrica sigue a cargo de la señora Damaris Silva, con el tiempo ha logrado innovar el producto con nuevos modelos y la visión es posicionarse en el mercado con su marca, y llegar a ser reconocidos a nivel nacional por la calidad en su producto.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Investigaciones previas

Una vez analizada la información, relacionada con el tema de investigación, se puede detallar que:

Según (Arcos, Emmanuel), concluye que la importancia del estudio de la transferencia en un cable aéreo tipo ACSR es grande, para lo cual se ha formulado un modelo térmico que sirve para cualquier conductor, utilizándose técnicas de perturbación regular y capa límite; mostrándose que la temperatura máxima, depende en gran medida de la intensidad de corriente eléctrica, indicándose que mientras más grande sea el flujo de corriente eléctrica, la generación de calor interna crece, graficándose en variables adimensionales, entendiéndose que si el calor tiende a cero, la temperatura longitudinal estará en función de las propiedades y características físicas, disminuyendo rápidamente hasta igualarse al aire, [1].

(Fragoso, Gary; Prieto, Edwin), indica que, el mejor método para hallar la función de transferencia equivalente de un sistema térmico, realizado para el diseño y construcción de una máquina vulcanizadora de caucho automatizada de reforzadores de frenos para automóvil, es el realizado sobre las pruebas del sistema en donde se halla el tiempo de retraso, la ganancia del sistema y la constante de tiempo, para de esta manera encontrar una función que contemple todos los factores que afecten al sistema; debido a la naturaleza de la materia prima, la cual se precalienta a una temperatura máxima de 85 C, debido a que un incremento mayor puede causar que el material se vulcanice antes de llegar al molde; en donde el coeficiente de convección del aire es un factor importante para poder hacer aproximaciones matemáticas del comportamiento, [2].

(Centeno, Daniel), detalla que en el diseño y fabricación de un molde de termo-formado, define la temperatura generada por el ciclo, y mediante las simulaciones detalladas se

identificó las fallas en el moldeo de las piezas corrigiéndose a tiempo; con el uso de técnicas de prototipado el diseñador pudo contar con una réplica del modelo CAD en tres dimensiones, la misma que se utilizó para verificar los conceptos de diseño, dimensiones y funcionalidad del artículo a producir, concluyéndose además mediante comparaciones que mientras más preciso sea el modelo tridimensional del molde, la variación entre las distribuciones de espesor simuladas y experimentales será también menor; el uso de herramientas CAD/CAE, predijo las fallas que se pudieran presentar en el procesamiento de las piezas y realizar las modificaciones necesarias para corregirlas de forma rápida y sencilla antes de elaborar el prototipo del molde, [3].

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Datos del moldeo manual

El inflado del balón dentro del molde se lo realiza mediante un compresor de 2 hp por un intervalo de tiempo de 20 a 25 segundos, llegando la presión interna del inflado a 75psi.


El calentamiento se lo realiza introduciendo el molde en una olla con agua hirviendo, debido a que el taller no cuenta con una máquina moldeadora de balones. La temperatura medida del agua en la olla donde se calienta el molde con el balón, varía entre 89 y 91 °C, y debido a la resistencia térmica que presenta las paredes del molde se determina que el promedio de la temperatura existente entre la superficie del balón y molde es de 71°C. Mientras que el enfriamiento del balón se lo realiza introduciendo el molde en un tanque de agua a temperatura ambiente (14°C), como se puede ver en la figura 2.1.

2.2.1.1. Proceso de moldeo manual

El proceso de moldeo manual se lo realiza siguiendo una metodología y con condiciones previas para cada proceso como se detalla en la tabla 2.1. El flujograma de proceso del moldeo manual en la figura 2.1 se detalla todos los pasos y condiciones a seguir para

un correcto moldeado de los balones comenzando desde el ingreso del balón en el molde hasta cuando esta moldeado correctamente y listo para su respectiva limpieza.

Tabla 2.1. Instructivo de producción

INSTRUCTIVO DE PRODUCCIÓN DE MOLDEADO MANUAL			
	PREPARACIÓN		CÓDIGO: TB 01
	MOLDEADO		VERSIÓN: IN-1
			PÁGINA: ½
Elaborado por: Rodrigo Norambuena		Aprobado: Sra. Damaris Silva (Propietaria)	
1.-Objetivo: Moldear el balón de fútbol		2.- Alcance: Obtener un balón con moldeado correcto con una estética aceptable	
3.- Descripción de actividades			
Metodología	Descripción de trabajo	Condiciones	RSP
Introducción del balón en el interior del molde	Introducción del balón dentro el molde seguido del inflado hasta que el balón tope la superficie interna del molde	Molde debe estar completamente limpio Correcto pegado de piezas de PVC en el bleris hilado	RN
Cerrar las dos tapas del molde	Con el balón ubicado correctamente se procede a cerrar el molde	Las uniones de las piezas deben estar alineadas con las venas del molde, y el orificio de la válvula debe ser concéntrico con el orificio del molde	RN
Inflado del balón dentro del molde	Se infla el balón a una presión de 66 a 78 Psi	Apriete correcto de las tapas para soportar la presión de inflado	RN
Cocinado del balón por 35 segundos	El molde se le calienta a una temperatura de 71 °C por 35 segundos	Controlar la temperatura a 71 °C Controlar el tiempo de cocinado a 35 seg.	RN
Enfriado del molde	Se introduce el molde dentro de un tanque con agua a temperatura ambiente	Controlar temperatura del agua del tanque enfriado	RN
Sacar el balón del molde	Desinflar el balón para retirar la presión interna y después quitar el apriete del molde	Balón no debe tener presión de aire interna para poder quitar el apriete del molde	RN
Inflado del balón a presión reglamentaria	Se saca el balón del molde y se infla a la presión reglamentaria para su limpieza	El inflado final del balón no debe exceder los 9 Psi.	RN

(Fuente: Elaborado por el autor)

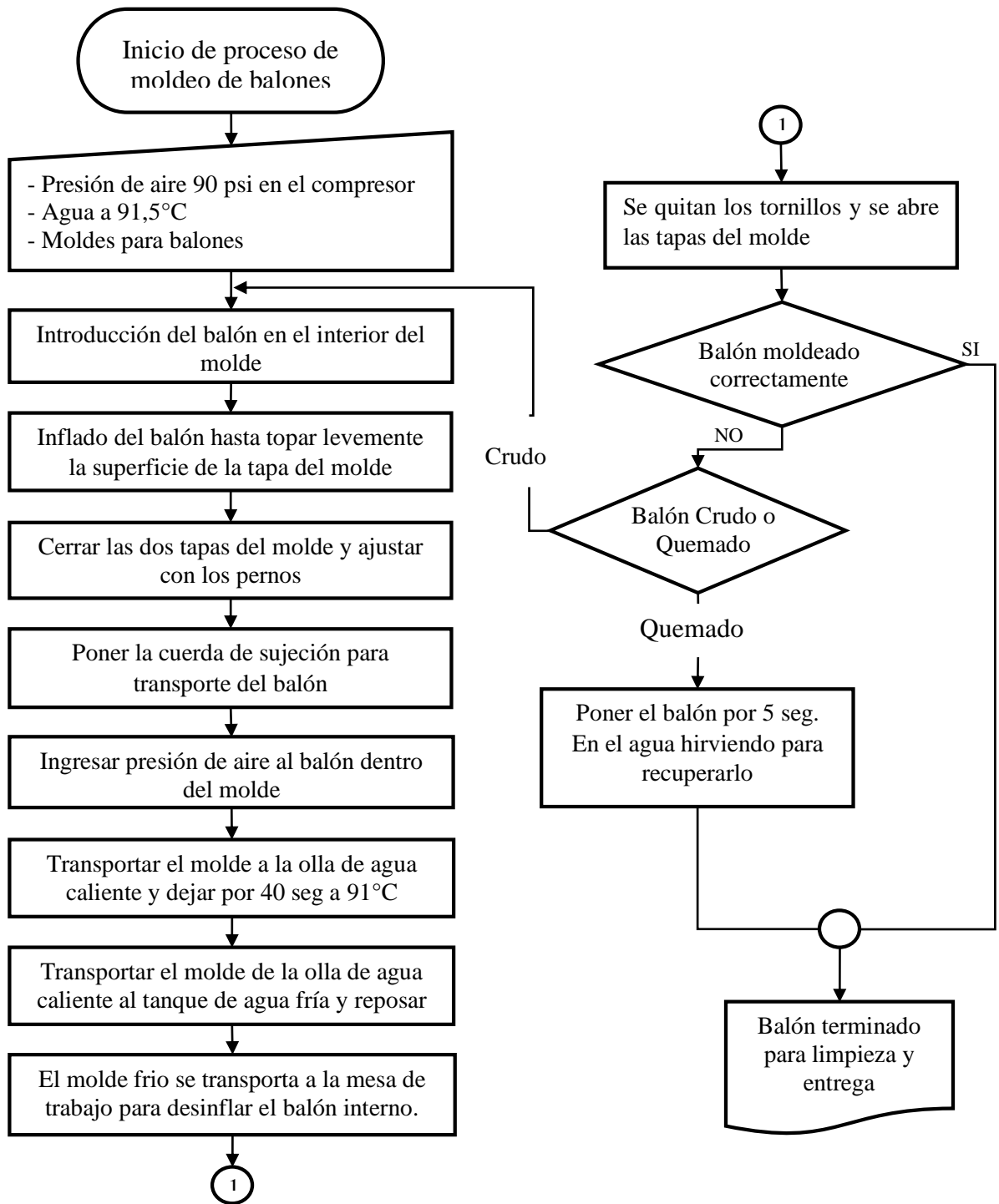



Figura 2.1: Flujograma de proceso manual de moldeado

(Fuente: Elaborado: Por el Autor)

2.2.1.2. Proceso de moldeo en máquina

El proceso del moldeo de los balones de fútbol varía en gran parte al momento de implementar una máquina debido a que los métodos de moldeo se simplifican de manera considerable. Estos métodos de realización del proceso se pueden identificar en la tabla 2.2.

Tabla 2.2: Instructivo de producción de moldeo con la máquina moldeadora

INSTRUCTIVO DE PRODUCCIÓN DE MOLDEADO LA MÁQUINA			
	PREPARACIÓN		CÓDIGO: TB 02
	MOLDEADO		VERSIÓN: IN-1
			PÁGINA: 2/2
Elaborado por: Rodrigo Norambuena		Aprobado: Sra. Damaris Silva (Propietaria)	
1.- Objetivo: Moldear el balón de fútbol		2.- Alcance: Obtener un balón con moldeo correcto con una estética aceptable	
3.- Descripción de actividades			
Metodología	Descripción de trabajo	Condiciones	RSP
Introducción del balón en el interior del molde	Introducción del balón dentro del molde seguido del inflado hasta que el balón tope la superficie interna del molde	Molde debe estar totalmente limpio, y correctamente lubricado. correcto pegado de piezas de PVC en el bleris hilado	RN
Cerrar el molde	Con el balón ubicado correctamente se procede a cerrar el molde	Las uniones de las piezas deben estar alineadas con las venas del molde, y el orificio de la válvula debe ser concéntrico con el orificio del molde	RN
Inflado del balón dentro del molde	Se infla el balón a una presión de 66 a 78 Psi	Fin de carreras de ángulos y de la excéntrica activadas para el ingreso de la presión.	RN
Cocinado del balón	El balón dentro se le calienta a una temperatura de 60 °C por 35 segundos	Controlar la temperatura a 60 °C Controlar el tiempo de cocinado a 35 seg.	RN
Sacar el balón del molde	desinflar el balón para retirar la presión interna y después quitar el apriete del molde	Balón no debe tener presión de aire interna para poder quitar el apriete del molde	RN
Enfriado del balón	Se introduce el balón en tanque de agua y se acciona el pistón neumático para sumergirlo	Temperatura del agua del tanque enfriado dentro de los límites admitidos	RN
Inflado del balón a presión reglamentaria	El balón ya enfriado en el tanque se infla para la respectiva limpieza.	El inflado final del balón no debe exceder los 9 Psi.	RN

En el flujograma de proceso mediante la máquina moldeadora en la figura 2.2, se detalla todos los pasos a seguir para un correcto moldeo de los balones de fútbol, comenzando desde el ingreso del balones en el molde, hasta cuando esta moldeado correctamente, con mucho menor esfuerzo del realizado manualmente.

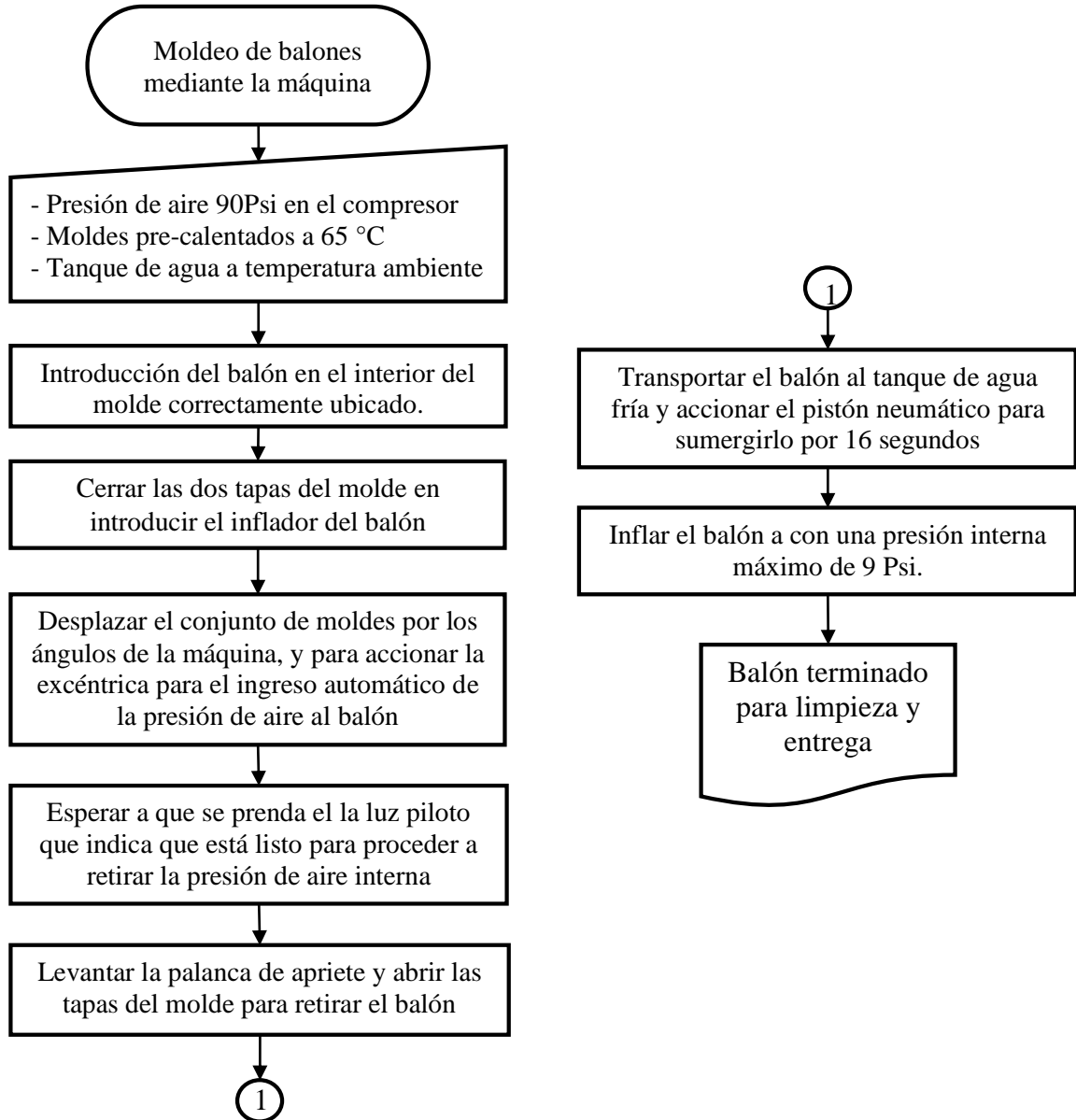


Figura 2.2 Flujograma de proceso con una máquina moldeadora
(Fuente: Elaborado por el autor)

2.2.2. Calentamiento

En la transferencia de calor en un sistema a través de un fluido se considera convección cuando el fluido se encuentra en movimiento, y conducción cuando el fluido no tiene movimiento. Por lo tanto, la conducción de un fluido se puede concebir como el caso límite de la convección, correspondiente al caso de fluido en reposo el cual es el caso presentado para el siguiente estudio de calentamiento.

Calentamiento en sistemas transitorios:

En general la temperatura de un cuerpo siempre varía con relación al tiempo y la posición en sistemas unidimensionales y multidimensionales. Los sistemas concentrados son denominados de resistencia interna despreciable debido a que la temperatura del cuerpo varía con el tiempo, pero permanece constante en cualquier instante, esto quiere decir que supone una distribución de temperatura uniforme en todo el cuerpo, el cual es el caso cuando la resistencia térmica del cuerpo a la conducción de calor es igual a cero. Para análisis de sistemas concentrados se debe definir la longitud característica y el número de biot utilizadas para formas geométricas simples. Un número pequeño de biot presenta poca resistencia a la conducción del calor, y por lo tanto gradientes pequeños de temperatura en el interior del cuerpo. Sin embargo debido a que biot debe ser lo más cercano posible a cero, siempre existe una incertidumbre con respecto al grado exactitud que debe tener el análisis, considerando un 15% de incertidumbre como normal en la transferencia de calor por convección. Cuando un cuerpo se calienta por un fluido a mayor temperatura que lo rodea, el principio de calor es llevado por convección hacia el cuerpo, y después es conducido por el interior del cuerpo. [4]

Conducción:

La transferencia de calor por conducción entre dos cuerpos se considera como la intercambio de energía de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia debido a las interacciones entre las mismas. Siempre que exista un gradiente de temperatura en un medio sólido, el calor fluirá de la región de mayor temperatura a la de menor. La velocidad a la que el calor se transfiere por conducción, (q_k) es proporcional

al gradiente de temperatura dT/dx por el área A a través de la que se transfiere el calor. En esta relación, $T(x)$ es la temperatura local y dx es la distancia en la dirección del flujo de calor. La rapidez del flujo de calor depende de la conductividad térmica k , que es una propiedad física del medio. Entonces para la conducción a través de un medio homogéneo, la tasa de transferencia de calor se calcula mediante la ecuación 2.1:

$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \quad (\text{Ec. 2.1}) [5]$$

El signo menos (-), es consecuencia de la segunda ley de la termodinámica, que requiere que el flujo de calor debe fluir en dirección de una temperatura mayor a una menor. Como se ilustra en la figura 2.3, el gradiente de temperatura será negativo si la temperatura disminuye al aumentar los valores de x . Por tanto, si el calor transferido en la dirección positiva debe ser una cantidad positiva, se debe insertar un signo negativo en el miembro derecho de la ecuación. [5]

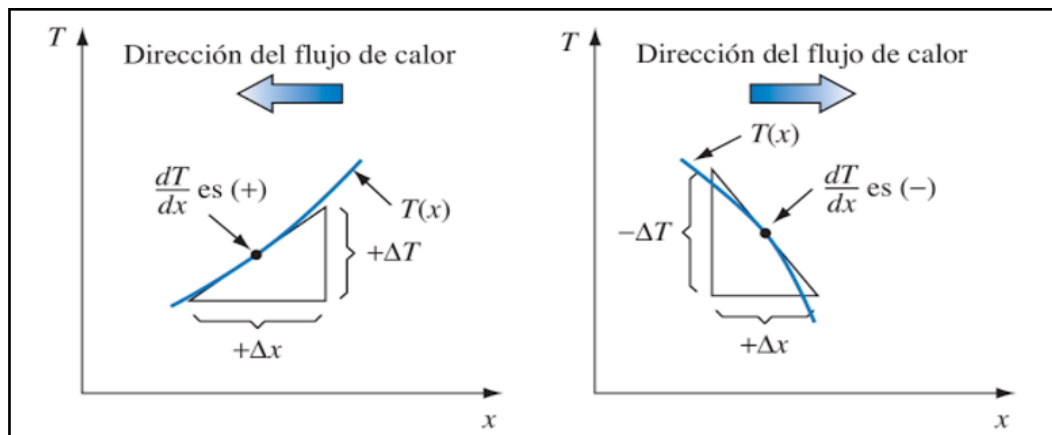


Figura 2.3. Convención de signos para el flujo de calor por conducción, [5, p. 10].

2.2.3. Resistencias eléctricas

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia, u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica. En la figura 2.4, se puede observar dos cuerpos que son atravesados por un flujo

de electrones donde el cuerpo “A” cuenta con electrones fluyendo por un buen conductor eléctrico, que ofrece baja resistencia, mientras que el cuerpo “B” presenta electrones fluyendo por un mal conductor eléctrico, que ofrece alta resistencia a su paso. En ese caso los electrones chocan unos contra otros al no poder circular libremente, y como consecuencia, generan calor.

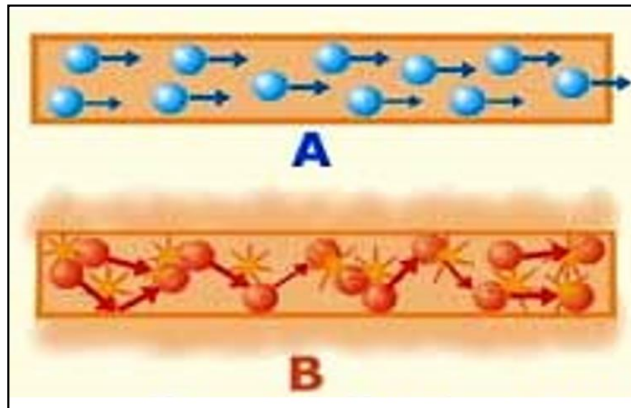


Figura 2.4 Flujo de electrones en un buen y mal conductor de calor, [5].

2.2.4. Acumulador de calor

En el estudio de la transformación de energía se deben identificar una serie de elementos que ayudarán en el análisis. La energía se encuentra almacenada, de distintas formas, en lo que se llamará acumuladores. De estos acumuladores se puede extraer energía adecuadamente para, transformarla en trabajo o calor.

El aceite dieléctrico “Nytro 11 GBX-US” presenta buena transferencia de calor, gracias a su baja viscosidad y el índice de viscosidad que presenta, este grado estándar ofrece muy buenas características de transferencia de calor como una excelente estabilidad a la oxidación. Desarrollado y formulado para ofrecer una buena resistencia a la degradación del aceite. Este grado también proporciona una buena estabilidad a la oxidación de la vida del material a trabajar y generando un mantenimiento mínimo. Nytro 11 GBX-US es un aceite rigurosamente analizado y aprobado por requerimientos de algunas normas y estándares como se puede observar en la tabla 2.3. Es un Aceite de alta calidad el cual no contiene PCB y DBDS (sustancias altamente cancerígenas). [6]

Tabla 2.3 Normas aprobadas de corrosión

Nytro 11 GBX	
Pruebas de corrosión aprobadas	- ASTM D1275 método B - ASTM D 3487 Tipo II - IEC 62535 - DIN 51353

(Fuente: Elaborado por el autor)

A continuación en la tabla 2.4 se muestran las propiedades físicas, químicas, y eléctricas del aceite Nytro 11GBX, que se utiliza en la máquina moldeadora

Tabla 2.4. Propiedades de Nytro 11GNX, [6]

PROPERTY	UNIT	TEST METHOD ASTM	SPECIFICATION LIMITS		TYPICAL DATA
			MIN	MAX	
PHYSICAL					
Appearance		D 1524	Clear and bright		compites
Density. 15°C	kg/dm ³	D 1298	0.910		0.881
Viscosity. 40°C	mm ² /s	D 445	12.0		9.0
Viscosity. 100°C	mm ² /s	D 445	3.0		2.3
Viscosity. 0°C	mm ² /s	D 445	76		60
Flash Point. COC	°C	D 92	145		156
Aniline Point	°C	611	63		77
Colour		1500	0.5		< 0.5
Interfacial tension at 25°C	mN /m	0.971	40		48
CHEMICAL					
Total acid No.	mgKOH/g	D 974	0.03		<0.01
Corrosive sulphur		D 1275 B	non - corrosive		non - corrosive
Antioxidant, phenols	Wt %	D 2668	0.3		≤ 0.3
Water content	ppm	D 1533	35		<20
PCB Content	ppm	D 4059	not detectable		not detectable
ELECTRICAL					
Dielectric dissipation factor at 100°C	%	D 924	0.3		<0.1
Breakdown voltage					
As received	kV	D 1816 (0.08"gap)	35		>50
As processed	kV	D 1816 (0.08"gap)	56		>70
Impulse breakdown	kV	D 3300	145		>300
Gassing tendency	µl /min	D 2300	+30		+14

(Fuente: Elaborado por el autor)

2.2.5. Enfriamiento

La teoría del calor se define por el movimiento molecular. Cuanto más enérgico resulta dicho movimiento, mayor es el calor que proporciona al cuerpo. Al desprenderse este calor disminuye el movimiento de las moléculas, que no desaparece hasta llegar al cero absoluto (-273,15°C). Así pues, en todo cuerpo que se halle por encima de esta temperatura existe teóricamente calor. En cuanto al frío, no existe teóricamente como término positivo, sino que representa simplemente ausencia de calor. El frío no puede desprenderse ni radiarse. La sensación de frío que se nota al aproximar la mano a un trozo de hielo no obedece a que se desprenda frío del hielo, sino que desaparece el calor de la mano al dirigirse hacia este. El enfriamiento de los balones de fútbol es importante para facilitar la manipulación de los mismos; para esto, se debe extraer el calor previamente añadido por las resistencias en el moldeado. [7]

El enfriamiento de los balones se lo realiza sumergiendo el balón por medio de un pistón en un tanque de agua a temperatura ambiente, donde se retira el calor paulatinamente del PVC en un tiempo aproximado de 20 segundos, esto para evitar que el material se cristalice, el uso de agua como refrigerante se lo realiza porque no daña al material ni al balón, el agua es el líquido más común, y su costo es relativamente bajo en comparación con otros sistemas de enfriamiento y refrigeración.

2.2.6. Estructura

La estructura de la máquina moldeadora de balones de fútbol está comprendida por diferentes materiales y formas de los componentes constitutivos de cada sistema. Así, comenzando con la parte inferior de la estructura, los cuales constan de perfiles de acero que sujetaran a los puestos de trabajo de calentamiento y de enfriamiento.

Acero A36:

El acero es muy utilizado en la fabricación de máquinas y edificaciones debido a que presenta varias ventajas con respecto a otros materiales con el mismo fin esto se debe a su resistencia y ductilidad. Los aceros estructurales en su mayoría reciben la designación de

ASTM, uno de los aceros más frecuentemente utilizados es el ASTM A36 el cual tiene un punto de fluencia mínimo de 36000 psi (248MPa), y es muy dúctil. Este acero es bajo en carbón y laminado en caliente, viene presentado en láminas, placas y perfiles estructurales como canales o ángulos. [8]

Para el estudio del comportamiento del acero ASTM A36 resulta muy útil revisar la curva esfuerzo-deformación de este material en la figura 2.6. En un ensayo de tensión simple, una barra es solicitada por carga axial creciente hasta llevarla normalmente a la rotura. Si durante el proceso de carga se mide el alargamiento de la barra correspondiente a varios incrementos de carga, puede dibujarse una curva que represente el comportamiento de la barra, conocida como curva de Esfuerzo-Deformación, o simplemente curva $\sigma - \delta$. En las ordenadas se ubican los esfuerzos teóricos calculados dividiendo los valores de las cargas medidas. [8]

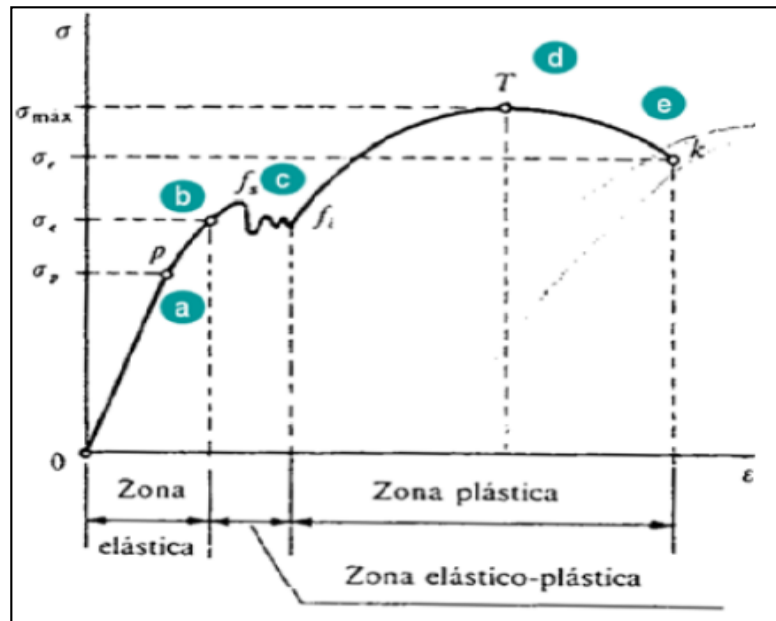


Figura 2.5. Curva de esfuerzo - deformación para un acero ASTM A-36, [8, p. 54]

2.2.7. Estadístico

La fabricación de balones en el taller artesanal “Top Ballon” es variable, esto se debe a la cantidad de pedidos realizados por los clientes, sin embargo la media diaria de

fabricación es de 40 balones al día de cada número (3, 4, 5). Para el estudio de la máquina moldeadora se analiza únicamente los balones N°5 por lo cual se debe obtener una muestra significativa de la población de estos balones. Mediante la cantidad de la muestra obtenida se analiza los parámetros de presión, temperatura y tiempos necesarios bajo los cuales la máquina moldeadora se debe diseñar.

Población:

La población es el conjunto total de balones número 5 perfectamente identificados, donde se tiene que su producción total diaria es de alrededor de 40 balones. [9]

Muestra:

La muestra es un subconjunto del total de la población de los balones de fútbol (número 5), que se considera una parte representativa de la misma. Esto ayuda a tener una idea clara de la población en el estudio de los parámetros requeridos para el diseño de la máquina moldeadora. Para el cálculo de la muestra se utilizará la ecuación 2.2. [9]

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N - 1)e^2 + Z^2PQ} \quad (\text{Ec. 2.2}) [9]$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

P = Probabilidad de éxito

Q = Probabilidad de fracaso

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza.

e = Límite aceptable de error muestral [9]

2.2.8. Factor de seguridad

El factor de seguridad en el diseño de cualquier máquina es de mucha importancia, dado que esto nos ayuda a garantizar el trabajo. Es un punto clave en el diseño debido a que

ayuda al investigador a estar alerta ante la incertidumbre de agentes externos que no siempre se los puede controlar, por esta razón se debe seleccionar un factor de seguridad para el diseño de cualquier componente interno que realice una determinada función, pero el factor de seguridad no es recomendable que sea muy pequeño porque es posible que se presenten ciertos fallos en el momento de ejecución, ni tampoco muy alto porque se llegaría a tener componentes sobredimensionados los cuales representarían costos innecesarios y poco funcionales al momento de construir una máquina.

Para el diseño de la máquina moldeadora de balones se trabaja con un factor de seguridad $\eta = 2$, puesto que para un adecuado diseño se debe tomar un factor de seguridad $\eta > 1$, y entre mayor sea el η , el diseño será más seguro.


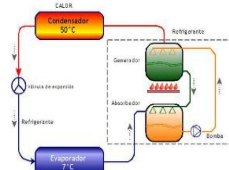


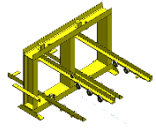


CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. Selección de Alternativas

Para la selección de alternativas en la fabricación de la máquina moldeadora de balones se deben tener en cuenta algunos aspectos bajo los cuales la máquina debe funcionar como se indican en la tabla 3.1, y estos son: El tipo de transferencia de calor para el calentamiento mediante un acumulador y aislante de calor, el apriete que debe existir entre las dos partes del molde para que no se abra al momento de introducir la presión de aire interna, el tipo de material con el que se construye la máquina, y un sistema de enfriamiento de los balones de manera adecuada.

Tabla 3.1 Alternativas de máquina moldeadora de balones de fútbol

ALTERNATIVAS	MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL				
	Acumulador de Calor	Aprieta del Porta Moldes	Material de la Estructura	Sistema de Enfriamiento	Desplazamiento del Porta Moldes
1	 Poliuretano aislante para fugas de calor	Mediante Mordazas	Aluminio	 Sistema de Refrigeración	Desplazamiento con Pistones Hidráulico
2	 Aceite Dieléctrico	Mediante excéntrica con ejes regulables	Acero ASTM A36	 Sistema de Pistón en un Tanque de Agua	 Desplazamiento de Rodamiento
3	 Cemento Refractario	Mediante Pistón Hidráulico	Acero Inoxidable AISI 304	 Agua circulante con Torre de Enfriamiento	Desplazamiento con Pistones Neumático

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.1.1. Método de árbol de decisiones:

El análisis de la selección de alternativas se lo realiza utilizando un árbol de decisiones debido a que son muy útiles a la hora de analizar diversas elecciones sobre un tema en la realización de un proyecto o investigación. El nombre de este método se lo da por ser una representación en forma de árbol cuyas ramas contienen los valores tomados por las variables, se suele ocupar este método cuando el número de condiciones no es muy grande. En la realización de el árbol de decisiones el primer paso es identificar los criterios de diseño para la futura construcción de la máquina, puesto que es una fuente principal de información donde se identifican diferentes factores para el diseño y construcción de la máquina, por esto se evaluaron bajo los siguientes conceptos. [10]

Los criterios de diseño se identifican como:

- Costo de material.
- El costo de fabricación.
- Mantenimiento.
- El tiempo de producción
- La durabilidad.
- La Maniobrabilidad.

Costo de Material

Es necesario evaluar los distintos tipos de proceso de moldeado puesto que cada máquina ocupa diferentes elementos por lo cual se debe identificar los costos de los posibles componentes constitutivos que debe tener la máquina al momento de su construcción.

El costo de fabricación

Debido a la complejidad que tiene una la máquina al momento del ensamblaje de sus componentes, puede variar el tiempo en que este tarde en construirse y por consiguiente puede alterar su costo final. Por lo que se debe analizar el costo total de cada método de fabricación.

Mantenimiento

Al momento de construir se debe tomar en cuenta que toda máquina está sujeta a mantenimiento; por lo que debe ser diseñada de la mejor manera que el mantenimiento sea lo más sencillo posible, y que en el momento de arreglar o cambiar algún componente, se lo pueda realizar sin afectar a otros.

El tiempo de producción

Cada máquina opera de diferente manera, esto se debe a los mecanismos que tiene para cumplir una función determinada por lo tanto, el tiempo que se demore en el moldeado completo de un balón varía según la forma en el que la máquina opere.

La durabilidad.

Del tipo de funcionamiento que tenga la máquina dependerá su durabilidad, por ejemplo componentes que estén sometidos a cambios bruscos de temperatura podrían sufrir desgastes más rápidos que el resto de componentes.

La Maniobrabilidad.

La maniobrabilidad es muy importante debido a que depende del tipo de máquina para poder seleccionar al tipo de personal que la puede operar, por lo que la máquina moldeadora de balones debe ser lo más fácil posible en su manejo.

Ponderación del árbol de decisiones

Una vez analizados cada uno de los criterios de diseño, se determina el factor de ponderación para cada uno de ellos, y esto se lo realiza mediante la construcción de un árbol jerárquico objetivo. Esto consiste en dividir el problema en dos niveles. En el primer nivel del árbol los pesos de las categorías individuales deben sumar un total de 1,0, para lo cual se decidirá la ponderación de valores en función de: El “Costo”, con un valor de 0,6, y la “Calidad” con un valor de 0,4. A continuación, en el siguiente nivel se dividirá la parte del costo en sub-partes los cuales serán: El costo de material, el coste de

fabricación, y el costo de Mantenimiento. Para obtener el valor de un factor en un nivel inferior, se debe multiplicar los pesos a medida que avanza en la cadena hasta obtener el valor de ponderación de cada punto analizado.

A continuación en la figura 3.1 se muestra el esquema del árbol de decisiones para una máquina moldeadora de balones tomando en cuenta principales factores de diseño y la ponderación asignada según las necesidades requeridas.

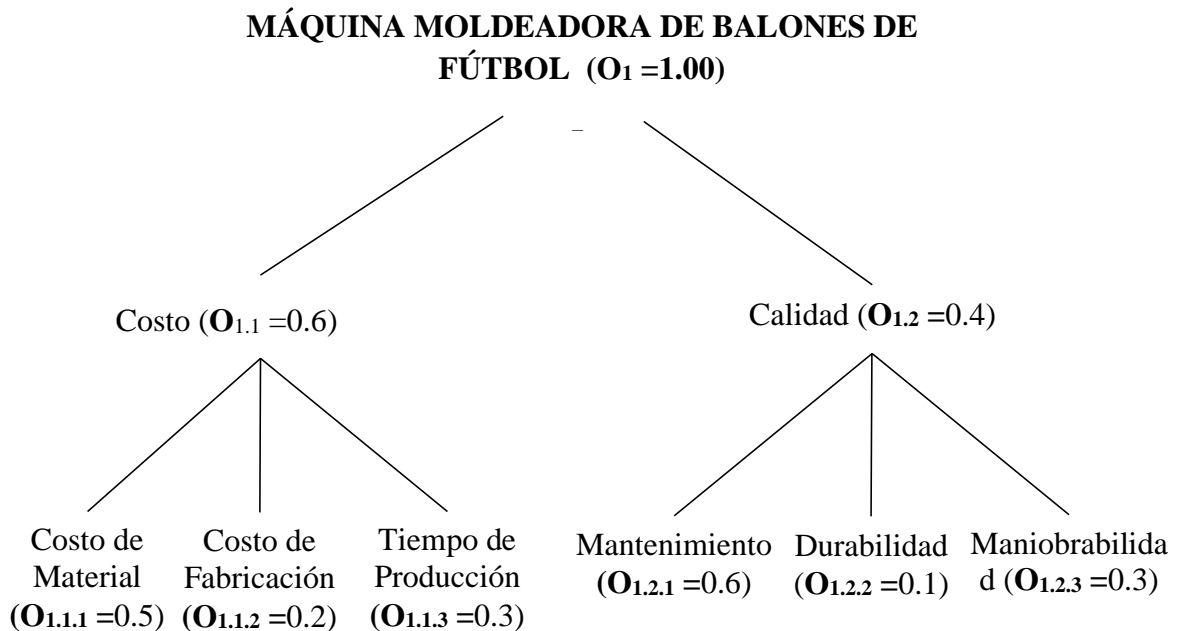


Figura 3.1 Árbol de decisiones y ponderación de máquina moldeadora de balones

(Fuente: Elaborado por el autor)

Una vez establecido el árbol de decisiones en la figura 3.1 con sus respectivos parámetros de ponderación, se procede a analizar las posibles máquinas moldeadoras de balones que se pueden diseñar como se muestra en la tabla 3.2, aquí mediante la matriz se logra decidir la mejor opción para el diseño y fabricación según el mayor valor obtenido, en base a la puntuación que es asignada y la calificación final obtenida [10]

Tabla 3.2. Matriz de decisiones para máquina moldeadora de balones de fútbol

MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL							
Criterio de diseño	Factor de ponderación	Calentamiento con vapor de agua y enfriamiento con agua refrigerada en el mismo puesto de trabajo		Calentamiento con resistencia eléctrica, con acumulador de calor y enfriamiento en un tanque.		Calentamiento con aire a altas temperaturas y enfriamiento con aire sub enfriado	
		Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación
Costo de Material	0,3	7	2,1	9	2,7	9	2,7
Costo de fabricación	0,12	8	0,96	8	0,96	7	0,84
Mantenimiento	0,18	6	1,08	8	1,44	8	1,44
Tiempo de producción	0,24	7	1,68	9	2,16	7	1,68
Fiabilidad	0,04	9	0,36	6	0,24	8	0,32
Durabilidad	0,12	8	0,96	9	1,08	8	0,96
		Σ	7,14	Σ	8,58	Σ	7,94

(Fuente: Elaborado por el autor)

Como se puede observar en la tabla 3.2 de la matriz de selección de alternativas para la máquina moldeadora de balones de fútbol; La alternativa de calentamiento mediante resistencias eléctricas y un acumulador de calor que permita mantener la temperatura deseada por el mayor tiempo posible es la mejor opción más favorable debido a que tiene un costo relativamente bajo en relación a las dos alternativas de calentamiento, además es de fácil mantenimiento, y el tiempo de producción es mucho menor, esto gracias a que el enfriamiento se lo realiza en un tanque de agua que ayuda a obtener el balón a la temperatura deseada, y de la misma manera aprovechar la máquina con dos puestos de calentamiento. Esta se ajusta a los requerimientos necesarios para la investigación, por lo tanto el diseño y construcción de la máquina será en base al calentamiento con resistencias eléctricas. [10]

Después de saber el tipo de calentamiento y enfriamiento que la máquina debe tener en su diseño y construcción, se debe analizar el siguiente punto, que es el tipo de apriete que la máquina debe tener para asegurar que los moldes no se habrán con la presión de aire ingresada, debido a que esto puede ocasionar la aparición de una línea de moldeo sobre la mitad del balón, en la unión de las tapas del molde, y con esto puede afectar a la apariencia del balón. El apriete debe ser sencillo de utilizar, por lo que en la figura 3.2 se representa mediante un árbol de decisiones, los puntos a analizar.

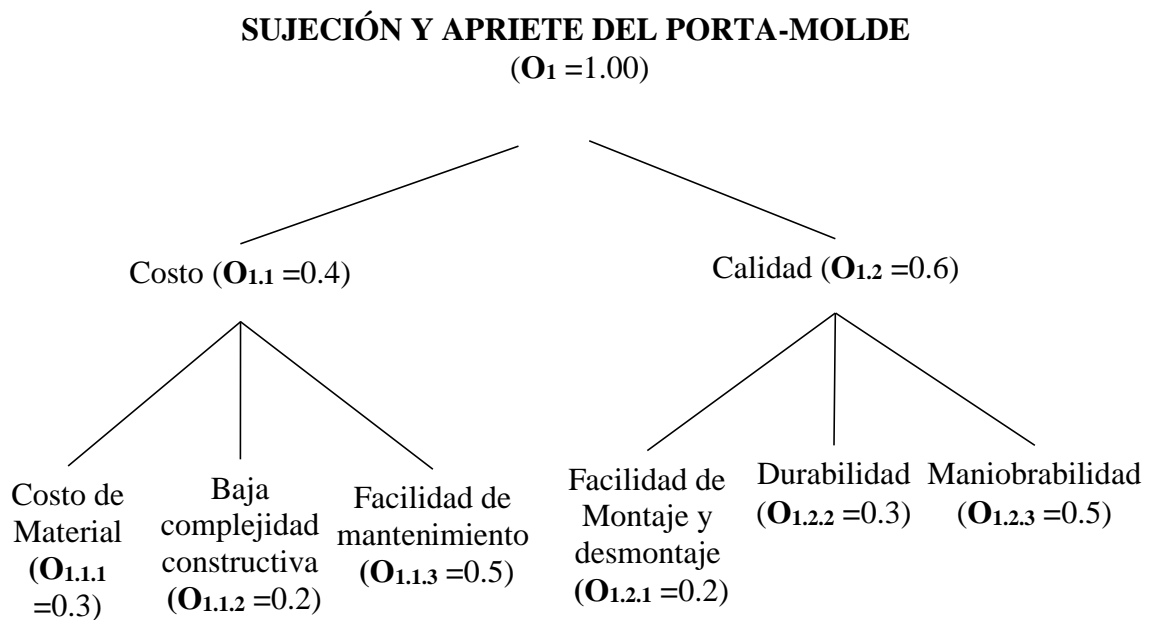


Figura 3.2: Árbol de decisiones y ponderación del apriete del porta-molde
(Fuente: Elaborado por el autor)

Una vez establecido el factor de ponderación para la selección de la mejor alternativa de apriete para los porta moldes, en la tabla 3.3, se realiza una matriz para el análisis de la mejor alternativa para el diseño y construcción de la máquina. El puntaje debe ser analizado con el fin de optimizar el apriete de las tapas con un mecanismo de baja complejidad, de fácil montaje y a su vez minimizando los costos de fabricación. Por lo que se tiene tres opciones: **a)** apriete del portamolde mediante excéntrica con eje regulable, **b)** sujeción del portamolde mediante mordazas, **c)** apriete mediante pistones hidráulicos.

Tabla 3.3. Matriz de decisiones para sujeción y apriete del portamolde

APRIETE DE LOS PORTA MOLDES.							
Criterio de diseño	Factor de ponderación	apriete del porta molde mediante excéntrica con eje regulable		Sujeción del porta molde mediante mordazas		apriete mediante pistones hidráulicos	
		Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación
Costo de Material	0,12	8	0,96	9	1,08	1	0,12
Baja complejidad constructiva	0,08	8	0,64	8	0,64	4	0,32
Facilidad de mantenimiento	0,2	9	1,8	9	1,8	8	1,6
Facilidad de Montaje y desmontaje	0,12	8	0,96	7	0,84	7	0,84
Durabilidad	0,18	9	1,62	8	1,44	8	1,44
Maniobrabilidad	0,3	9	2,7	7	2,1	8	2,4
			8,68		7,9		6,72

(Fuente: Elaborado por el autor)

Mediante la matriz de selección en la tabla 3.3, se determinó que el apriete que debe tener los porta moldes debe ser mediante una excéntrica con eje de altura regulable. Esto debido a que tiene un bajo costo de construcción, y una gran facilidad de montaje y desmontaje del mismo para su mantenimiento.

3.2. Cálculos o Modelo Operativo

3.2.1. Selección de parámetros (tiempo, temperatura y presión) de moldeo

Para la investigación y obtención de parámetros de estudio de tiempo, temperatura, y presión de moldeo, se toma los datos de un día de trabajo en el taller artesanal Top Ballon; el tamaño de la población es de 40 balones, la desviación estándar es de 0,5%, con un nivel de confianza del 90% (1,64). Este valor se lo toma debido a que existen varios factores externos los cuales no se pueden controlar, y estos ocasionan que el producto final tenga ciertas variaciones en el terminado, por este motivo el nivel de confianza otorgado es del 90% para evitar inconvenientes futuros. El valor del error muestral que se aceptará para la investigación es de 0,10.

Cálculo de la muestra

Datos:

n = el tamaño de la muestra. ?

N = tamaño de la población. 40 balones número 5

P = Probabilidad de éxito 50%

Q = Probabilidad de fracaso 50%

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza.

e = Límite aceptable de error muestral

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N - 1)e^2 + Z^2PQ} \quad (\text{Ec. 2.2}) [9]$$

$$n = \frac{40 \times 1,64^2 \times 0,5 \times 0,5}{(40 - 1)0,10^2 + 1,64^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 25$$

Una vez determinado el tamaño de la muestra que se debe analizar el proceso de moldeado, sus tiempos, temperaturas, y presiones ideales para obtener un balón estéticamente aceptable evitando quemaduras, y alteraciones en el repujado del PVC, para lo cual se realiza pruebas con la cantidad de balones obtenidos en la selección de la muestra. Esto se lo realiza variando cada uno de los parámetros de moldeo, y estos son analizados en base a las condiciones antes mencionadas a fin de conseguir los rangos idóneos de moldeo y bajo los cuales la máquina se debe fabricar. Para poder realizar las pruebas con las diferentes condiciones de moldeo se debe fijar un criterio de aceptación y rechazo, con el fin de poder hallar los parámetros ideales bajo los cuales la máquina debe ser diseñada. Con esto se establece una tabla que contenga los resultados de cada prueba realizada; y mediante estos criterios se mide si el balón es aprobado o no. En la tabla 3.4 se establece 4 aspectos importantes que el balón debe tener los cuales son: **a)** conserva brillo característico del material PVC, **b)** conserva el repujado intacto, **c)** piezas alineadas con las venas de moldeo y **d)** línea de cierre de tapas del molde mínima o inexistente. Cada uno de los aspectos se los lleva a cabo

a) Conserva brillo característico del material PVC:

El cuero sintético presenta un brillo natural en su superficie el cual se pierde cuando este se quema en momento del moldeoado como se puede ver en la parte izquierda de la figura 3.2, a comparación de la parte derecha en el cual se presenta un balón donde la temperatura de moldeoado no afecta al cuero sintético, este conserva su brillo natural.



Figura 3.2 Balón con pérdida de brillo vs balón con brillo natural
(Fuente: Elaborado por el autor)

b) Conserva el repujado intacto

Las piezas de PVC son repujadas en una máquina alta frecuencia donde se la forma de las letras y de las figuras correspondientes. Sin embargo, si hay una presión de aire excesiva en conjunto con temperatura alta al momento del moldeoado, esta serigrafía se desvanece del PVC del balón parcial o totalmente como se puede ver en la parte izquierda de la figura 3.3, respecto a un balón moldeoado con la temperatura y presión correctas en la parte derecha de la misma.



Figura 3.3. Balón con repujado desvanecido vs repujado ideal
(Fuente: Elaborado por el autor)

c) Piezas alineadas con las venas de moldeoado

Los moldes presentan unas venas en forma de triángulos y pentágonos, donde las uniones de las piezas del balón deben estar alineadas al momento de ser moldeoado. De no ser así,

el balón terminado puede mostrarse con la presencia de las marcas de las venas del molde en lugares ajenos a las uniones de estas piezas, como se puede ver en la parte izquierda de la figura 3.4, en donde se ve una leve desalineación en la unión de las piezas y las marcas del molde.



Figura 3.4 Moldeado desalineado vs moldeado uniforme
(Fuente: Elaborado por el autor)

d) Línea de cierre de tapas del molde mínima o inexistente

Al momento del apriete de las tapas del molde se lo debe realizar de manera adecuada procurando que el cierre sea lo más hermético posible, esto con el fin de evitar la aparición de una línea de moldeado en la unión de las tapas del molde, como se puede ver en la parte izquierda de la figura 3.5 donde esto afecta a la estética final del balón, a diferencia de la parte derecha de la figura donde no se evidencia la presencia de esta línea de moldeo en el balón.




Figura 3.5 Aparición de línea por apriete inadecuado vs moldeado correcto
(Fuente: Elaborado por el autor)

Para el registro de las pruebas de moldeado se utiliza la tabla 3.4, esta que contiene los datos de tiempo, presión, y temperatura de moldeo que se modifican en cada prueba, esto a fin de obtener los parámetros ideales bajo los cuales la máquina debe operar. También

se registran en la parte inferior de la tabla los criterios de aceptación y rechazo descritos anteriormente. La observación se la realiza mediante inspección visual, y se fotografía para su respectivo registro de evidencia, y en caso de encontrar con algún suceso se registran observaciones.

Tabla 3.4: Ficha de pruebas de moldeado

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO N°-000			
	Presión de inflado del balón:	(---) psi	
	Temperatura de calentamiento :	(---) °C	
	Tiempo de cocinado:	(---) seg	
	Tiempo de enfriamiento:	(---) seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	Si / No	
Fotografía:		Observaciones:	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI	SI	SI	SI
NO:	NO:	NO:	NO:

(Fuente: Elaborado por el autor)

Las pruebas de moldeado se las realiza variando los tiempos de cocinado, presión de inflado, y temperatura de cocinado para poder obtener de los rangos ideales de moldeo (ver Anexo B1). Estos a su vez se deben presentar resumidos, y analizar, de forma ordenada como se puede ver en la tabla 3.5. Donde se registran los resultados con los balones que han sido aprobados y rechazados.

Tabla 3.5: Resultados de las pruebas de moldeo

PRUEBAS DE MOLDEADO MANUAL DE LOS BALONES				
	Presión (PSI)	Tiempo (SEGUNDOS)	Temperatura (°C)	Aprobado
Prueba 1	40	40	70	NO
Prueba 2	60	40	71	NO
Prueba 3	75	40	71	SI
Prueba 4	90	40	71	NO
Prueba 5	66	20	62	NO
Prueba 6	66	40	68	SI
Prueba 7	66	50	71	SI
Prueba 8	40	60	71	SI
Prueba 9	66	40	53	NO
Prueba 10	66	60	60	NO
Prueba 11	66	35	65	SI
Prueba 12	50	120	50	SI
Prueba 13	66	35	71	NO
Prueba 14	30	120	60	NO
Prueba 15	40	120	57	SI
Prueba 16	50	120	60	NO
Prueba 17	50	40	71	NO
Prueba 18	60	50	71	SI
Prueba 19	78	40	55	SI
Prueba 20	66	45	70	SI
Prueba 21	78	45	55	SI
Prueba 22	78	40	70	NO
Prueba 23	70	40	70	SI
Prueba 24	78	55	55	SI
Prueba 25	78	40	55	SI

(Fuente: Elaborado por el autor)

Mediante las pruebas de moldeo manual realizadas en los balones, se obtuvo resultados aceptables con diferentes valores, generando rangos permisibles para un moldeo óptimo. De estas pruebas se dedujo que tiempo de calentamiento es inversamente proporcional a la presión y a la temperatura de cocinado como se puede observar en las pruebas: 10, 12, 14, y 15, en donde se obtuvo buenos resultados de moldeo al introducir una presión y temperatura moderada, pero un tiempo más prolongado. Sin embargo a

pesar de obtener buenos resultados en dichas pruebas, no se recomienda utilizar estos parámetros debido a que esto genera mayor costo en producción por la disminución en la cantidad de balones producidos por unidad de tiempo. Tomando en cuenta estas consideraciones en la tabla 3.6 se establece rangos permisibles con los cuales se puede obtener el resultado esperado tanto en el moldeado como en la cantidad de balones a producir

Tabla 3.6. Parámetros de presión, temperatura y tiempo admisible de moldeo.

Parámetros de Presión, Temperatura, y Tiempo de moldeado manual de balones de fútbol #5	
Parámetro.	rango de medidas
Presión	66 - 78 Psi.
Temperatura	55 - 71
Tiempo admisible a $T_{(cte.)}$ y $P_{(cte.)}$	35 - 60

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.2.2. Diseño de moldes y portamoldes.

Para el diseño de la máquina se toman los valores críticos más altos los cuales son: Presión 78 psi, Temperatura 71°C y Tiempo 60 segundos. La presión que ejerce el aire dentro del molde será el punto de partida para el diseño de los elementos que conforman el sistema mecánico.

- **Fuerza Actuante por el Portamolde**

Mediante los resultados de las pruebas de calidad para moldeado, se obtuvo la presión máxima de trabajo para que el balón mantenga su calidad esta es de 78 Psi = 538.555 KPa, y esta es distribuida alrededor de toda la esfera como se muestra en la figura 3.6. Los balones del taller artesanal Top Ballon se realizan con medidas reglamentarias, por lo que se obtiene que los moldes tienen una medida de 107mm de radio interno, y gracias a esto se comienza por calcular la fuerza ejercida por el balón hacia el molde, y consiguiente a las diferentes partes de la máquina.

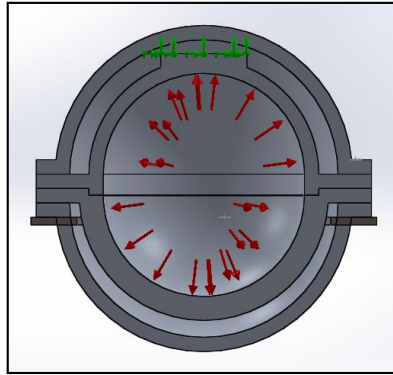


Figura 3.6. Presión ejercida dentro del molde.
(Fuente: Elaborado por el autor)

En la tabla 3.7 se presenta la fuerza que el molde ejerce sobre los componentes, y a su vez es la que el sistema de apriete debe soportar como mínimo para que las tapas del molde permanezcan cerradas y no se origine la línea de cierre de moldeo en el balón.

$$F = P \times A \quad (\text{Ec. 3.1}) [11]$$

Donde:

P = Presión

A = Área

Tabla 3.7. Fuerza máxima actuante por el molde hacia el sistema

Datos		Ecuación		Resultado
Presión	$P = 538.555 \text{ kPa}$ (78psi)	Fuerza Actuante	$F = P \times A$	$F = 39.104 \text{ kN}$
Área molde	$A = 0,07261 \text{ m}^2$			

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.2.3. Diseño de la estructura y elementos mecánicos

La estructura se analiza bajo los parámetros de diseño estático de elementos mecánicos según la teoría de Von mises, en donde se toma en cuenta la fuerza calculada en la sección

de la Fuerza Actuante por el Porta moldes, “ $F= 39.1 \text{ kN}$ ”. La estructura cuenta con varios elementos, especificados en la figura 3.7, como:

- 1) Viga superior
- 2) Columnas
- 3) Viga inferior
- 4) Ángulos para desplazamiento del portamolde
- 5) Estructura base
- 6) Soportes para palanca
- 7) Palanca excéntrica

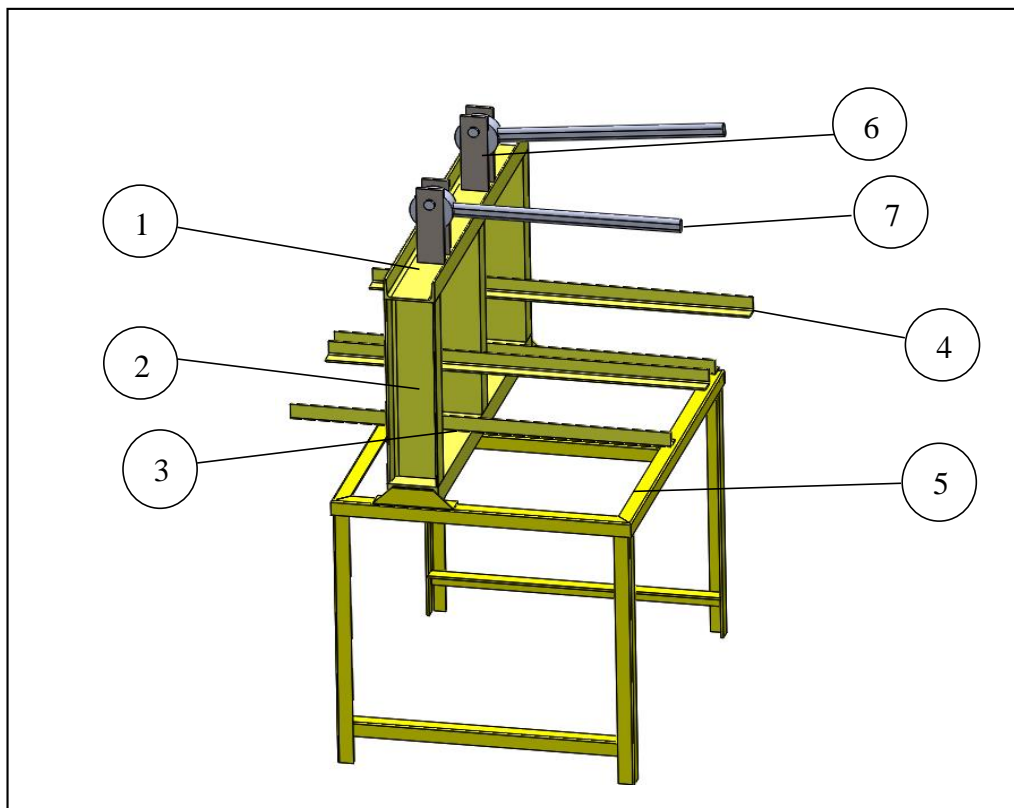


Figura 3.7. Esquema de la estructura de la máquina
(Fuente: Realizado el Autor)

3.2.3.1. Validación del material a usar en la viga superior

Para la validación del material previsto a usar en la viga superior, de la estructura de la máquina moldeadora mostrada en la figura 3.8, se procede de la siguiente manera:

- Carga requerida de la presión por molde: $39,104 \text{ kN} = 3987,55 \text{ Kgf}$
- Carga originada por el material de los soportes y palancas: $3,48 \text{ Kgf}$
- Dando un Total requerido de: $3991,044 \text{ Kgf} = 39.13 \text{ kN}$
- Longitud de la Viga es de $0,950 \text{ m}$.
- Límite de Fluencia $F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, del Acero A36

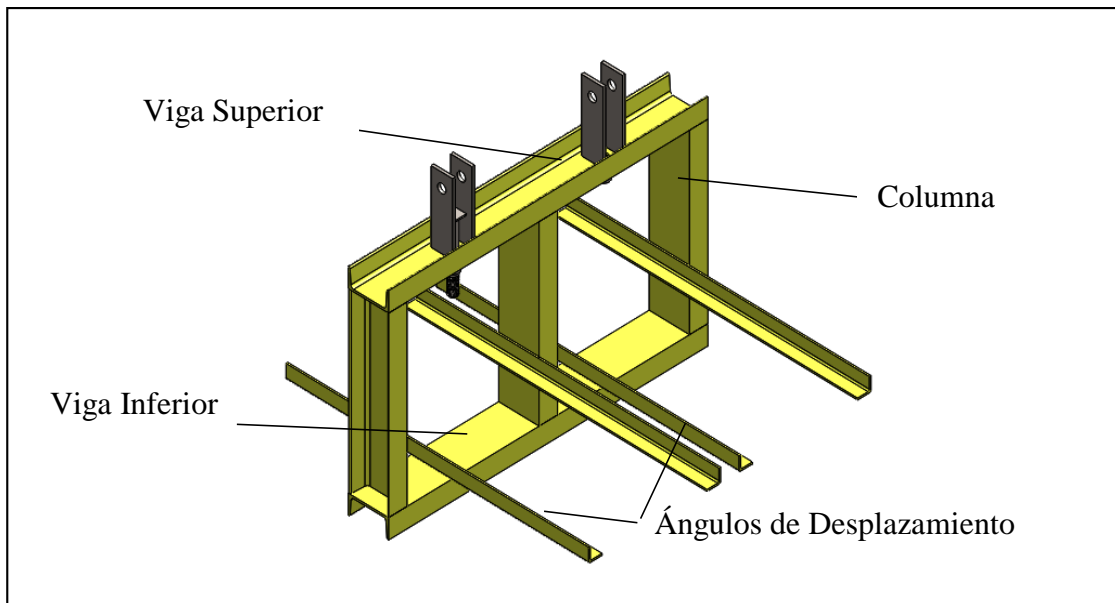


Figura 3.8. Estructura superior de la máquina moldeadora.

(Fuente: Elaborado por el autor)

La viga superior de la estructura se considera para su análisis con tres apoyos simples como se puede ver en la figura 3.9, la cual tiene dos apoyos en sus extremos y un tercero en la mitad de la viga por lo que se denomina hiperestática. Para su diseño se considera el caso crítico cuando los dos puestos de trabajo están accionados, por lo que la viga debe soportar las dos fuerzas provenientes de los moldes.

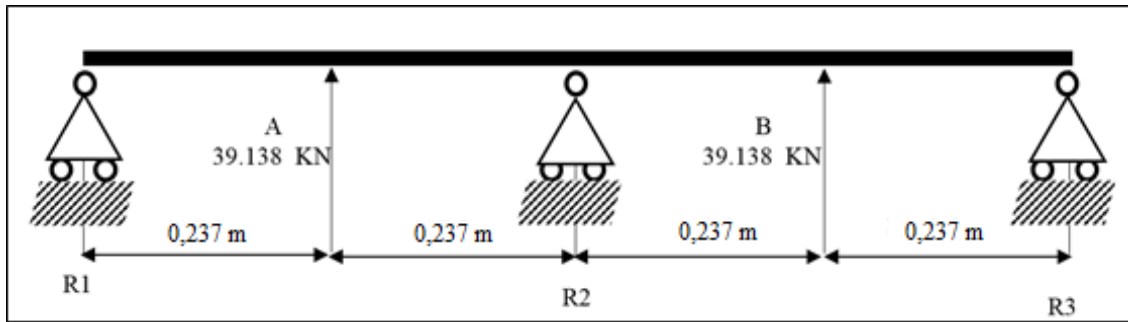


Figura 3.9. Cargas puntuales en la viga superior

(Fuente: Elaborado por el autor)

Después de realizar el diagrama de cargas puntuales, se procede a determinar el diagrama de esfuerzos cortantes y momentos flectores que se originan en la viga superior como se puede ver en la figura 3.10

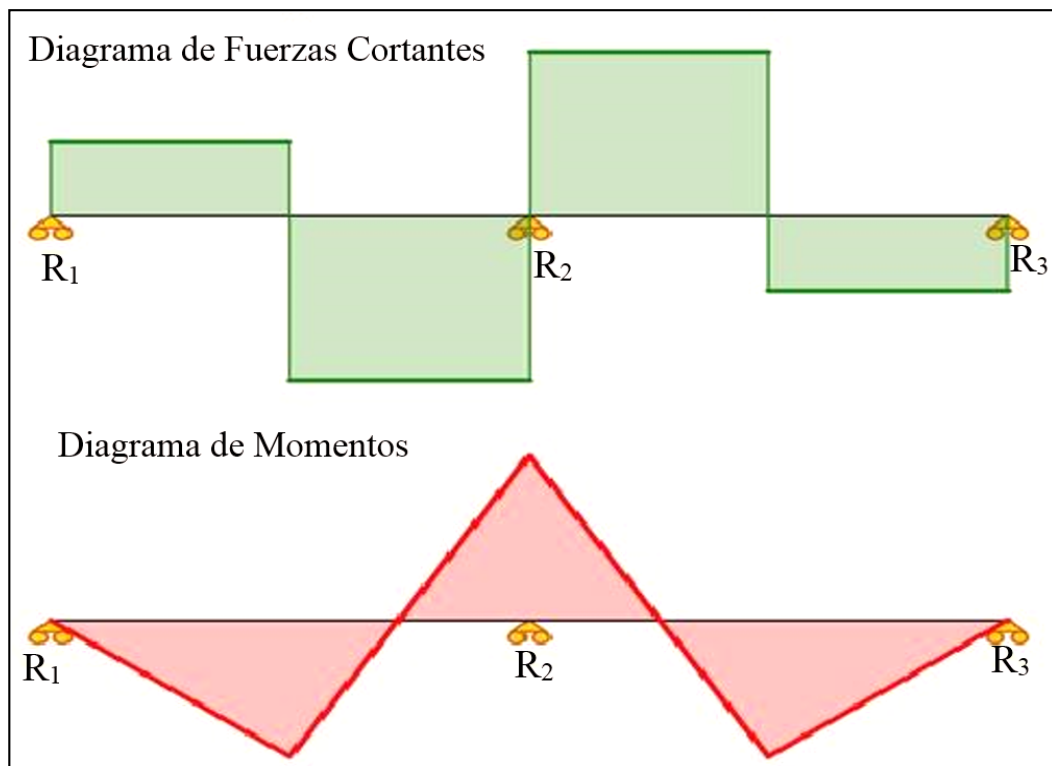


Figura 3.10. Diagrama de fuerza y momentos en la viga superior

(Fuente: Elaborado por el autor)

De los diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores se obtuvo las reacciones en cada punto, las cuales posteriormente sirven como fuerzas en el diseño de las columnas. El momento máximo al igual que su ubicación se muestra en la en la tabla 3.8.

Tabla 3.8. Reacciones y momento en la viga superior.

Reacciones y Momento	Valores máximos	Posición
R1	12,23 [kN]	0.000 m
R2	53,81 [kN]	0.475 m
R3	12,23 [kN]	0.950 m
Momento Max.	3,48 [kNm]	0.475 m

(Fuente: Elaborado por el autor)

Una vez obtenido el Momento Máximo, Se procede a determinar el Esfuerzo Permisible (Ec. 3.2), de la siguiente manera:

Donde:

- F_b = Esfuerzo Permisible
- $F_y = 36$ Kpsi
- $M_{Max} = 3,48$ KNm = 35 544,76 Kg * cm

$$F_b = 0,66 F_y \quad (\text{Ec. 3.2}) \quad [11]$$

$$F_b = 0,66 \times 36 \text{ Kpsi}$$

$$F_b = 23,76 \text{ Kpsi} = 1\,674,003 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Para finalmente determinar el Módulo de Sección (S_x) mediante la ecuación (Ec. 3.3):

$$S_x = \frac{M}{F_b} \quad (\text{Ec. 3.3}) \quad [11]$$

$$S_x = \frac{35\,544,76 \text{ Kg} * \text{cm}}{1\,674,003 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$S_x = 21.23 \text{ cm}^3$$

Una vez obtenido el Módulo de Sección Requerido se procede a comparar con el Módulo de Sección del Material previsto a utilizar, debido a que el mismo es proporcionado por

la empresa, el cual se encuentra en el Anexo A1 (Perfil UPN), con las siguientes características.

UPN 120

- $A_{\text{Sección}} = 17 \text{ cm}^2$
- $S_m = 60.70 \text{ cm}^3$

Como se puede notar que el Módulo de Sección Requerido es Menor que el módulo de sección del perfil proporcionado, validándose de esta manera el UPN seleccionado.

$$S_x < S_m$$

$$21.233 \text{ cm}^3 < 60.70 \text{ cm}^3$$

3.2.3.2. Validación del material a usar en las columnas.

A continuación se procede a validar el material, previsto a utilizar como columna de la estructura superior, para lo cual, inicialmente se debe tener presente, todas las reacciones que se generan en la columna, las mismas que son: $R_1 = 12,23 \text{ kN}$, $R_2 = 53,81 \text{ kN}$, y $R_3 = 12,23 \text{ N}$, y de estas reacciones se selecciona la columna que soporta mayor fuerza, siendo la columna de la mitad la que está sometida a la mayor carga por lo que se genera una reacción $R_2 = 53,81 \text{ kN}$, teniéndose presente además que la misma, debe soportar la carga de los moldes, portamoldes, placas, soportes y la viga superior de la estructura, dándose un peso aproximado de $93,32 \text{ kg} = 915,18 \text{ N}$, entonces la carga total que se aplica sobre la columna es de $53,815 \text{ kN} + 0,915 \text{ kN} = 54,73 \text{ kN} = 12\,303,84 \text{ lb}$

Como se sabe que la estructura se encuentra empotrada–empotrada, se designa un factor $k = 0,65$, según la longitud efectiva (Anexo A2). La longitud de la columna es de $0,5 \text{ m}$, y el material de la columna es de acero ASTM A36 el cual tiene un límite de fluencia de $2\,530 \text{ Kg/cm}^2 = 36 \text{ Klb/pulg}^2$. Inicialmente se asume una relación de esbeltez $KL/r = 50$, y mediante esto se determina un esfuerzo permisible $F_a = 22,69 \text{ Kpsi}$, (Anexo A3).

A continuación se procede a determinar el Área de la Sección del Perfil mediante la ecuación (Ec. 3.4), con el dato propuesto inicialmente:

Donde:

- $A = \text{Área de la Sección, cm}^2$
- $P = \text{Carga Aplicada} = 12\,303,84 \text{ lb}$
- $F_a = \text{Esfuerzo Permisible} = 22\,690 \text{ psi}$

Por lo que:

$$A = \frac{P}{F_a} \quad (\text{Ec. 3.4}) \quad [11]$$

$$A = \frac{12\,303,84 \text{ lb}}{22\,690 \frac{\text{lb}}{\text{pulg.}^2}}$$

$$A = 0.5422 \text{ pulg.}^2 = 3.5 \text{ cm}^2$$

En base al área de la sección requerida, se procede a comparar con el área de la sección del material previsto a utilizar “Perfil UPN 120”, esto gracias a que el mismo es proporcionado por el taller, y en Anexo A1 (Perfil UPN) se encuentra las características principales de este perfil, tomado desde un catálogo local.

UPN 120

- $A_{\text{sección}} = 17 \text{ cm}^2$
- $S_m = 60.70 \text{ cm}^3$
- $r = \text{Radio de Giro} = 9 \text{ mm}$

$$A_{UPN} > A_{\text{requerida}}$$

$$17 \text{ cm}^2 > 3.5 \text{ cm}^2 \rightarrow Ok$$

Como se puede ver, el área de la sección requerida es menor que el área de perfil encontrado (Ver Anexo A1). Se puede establecer que el material proporcionado por el taller cumple con los requisitos necesarios para la fabricación de la máquina

Comprobación:

Inicialmente se determina la constante de columna mediante la ecuación 3.5:

- E = Módulo de elasticidad del acero A36, (E = 30000 Kpsi)
- Fy = Límite de fluencia, 36 Kpsi,

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \quad (\text{Ec. 3.5}) \quad [12]$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 * 30000 \text{ kpsi}}{36 \text{ kpsi}}}$$

$$C_c = 128.25$$

A continuación se procede a determinar la Relación de Esbeltez mediante la ecuación 3.6.

- K= Factor de K = 0.65 (Según tabla - Anexo A2)
- L = Longitud de la columna = 500 mm
- r = Radio de Giro = 9 mm

$$\frac{KL}{r} \quad (\text{Ec. 3.6}) \quad [12]$$

$$\frac{0,65 \times 500 \text{ mm}}{9 \text{ mm}} = 36.111$$

$$\frac{KL}{r} = 36.111$$

Una vez definido la constante de columna (Cc) y la relación de esbeltez ($\frac{KL}{r}$), se procede a comparar de la siguiente manera.

$$\frac{KL}{r} < C_c$$

$$36.111 < 128.25$$

Como se puede notar que la relación de esbeltez es menor que la constante de columna, se utiliza la fórmula parabólica (Ec. 3.7) para calcular la carga permisible de la columna.

Donde:

- $\frac{KL}{r}$ = Relación de Esbeltez = 36.111
- Cc = Constante de Columna = 128.25
- F_y = Límite de fluencia, 36 Kpsi,
- F_a = Carga Permisible

Por lo que:

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2Cc^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8Cc} - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^3}{8Cc^3}} \quad (\text{Ec. 3.7}) [12]$$

$$F_a = 19,538 \text{ Kpsi}$$

Una vez definida la carga permisible (f_a) y el área de la sección del perfil (ag), se procede a establecer la carga calculada (p), para comparar con la carga requerida.

$$P_{\text{calculada}} = F_a * A$$

$$P_{\text{calculada}} = 19\,538.7 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} * 2.635 \text{ pulg}^2$$

$$P_{\text{calculada}} = 51\,484.5 \text{ lb}$$

$$P_{\text{calculada}} > P_{\text{requerida}}$$

$$51\,484.5 \text{ lb} > 12\,303.84 \text{ lb}$$

$$5580.93 \text{ Kg} > 23\,352.9 \text{ Kg} \rightarrow \text{OK}$$

Finalmente se verificó la validez del perfil UPN 120, seleccionado como columna para soportar las cargas requeridas mediante su comprobación respectiva.

3.2.3.3. Validación del material a usar en la viga inferior.

Para la validación del material previsto a usar en la viga inferior de la estructura de la máquina moldeadora la cual se muestra en la figura 3.11. Se comienza por identificar las cargas aplicadas y su ubicación las cuales se detallan en la tabla 3.9. De igual manera se sabe que la medida de la viga inferior es la misma que la viga superior de la estructura, teniendo una medida de 950mm.

Tabla 3.9. Fuerzas aplicadas en la viga inferior.

Fuerzas	Valores máximos	Posición
F1	12,23 [N]	0.000 m
F2	53 81 [N]	0.475 m
F3	12.23 [N]	0.950 m

(Fuente: Elaborado por el autor)

Para el diseño de la viga inferior de la estructura se considera con tres apoyos simples, dos se encuentran en sus extremos y un tercero en la mitad de la viga como se puede ver en la figura 3.11, por lo que se denomina viga hiperestática. Sin embargo, existen tres cargas puntuales que actúan sobre la viga, y estas se encuentran junto a los apoyos en donde se originan las reacciones, por lo que estas generan un momento nulo. Para seleccionar el material se debe tener en cuenta la viga inferior origina cargas similares, que las reacciones producidas en la viga superior. Por estos motivos se establece que el material sería el mismo, que el usado en la viga superior, el cual es un perfil UPN 120 (Anexo A).

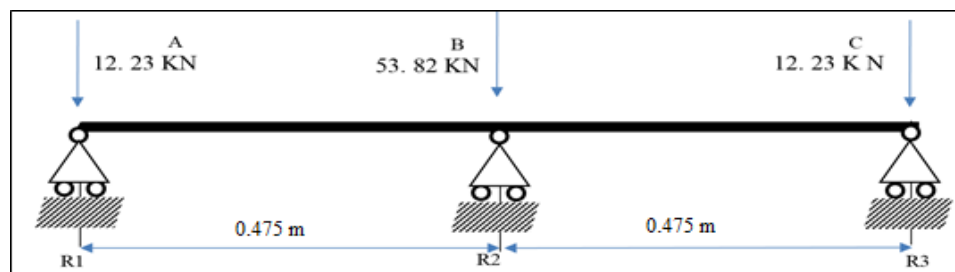


Figura 3.11. Cargas puntuales en la viga inferior

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.2.3.4. Diseño del ángulo para desplazamiento del portamolde

Los ángulos que soporta a los portamoldes concentran dos casos de aplicación de cargas diferentes, en instantes distintos. Donde el primero caso de aplicación de carga se presenta cuando culmina el proceso de moldeado, aquí el conjunto de portamoldes se desplaza hacia el extremo de los ángulos para retirar y hacer el intercambio por un nuevo balón, como se muestra en la figura 3.12. En este punto los ángulos soportan todo el conjunto de portamoldes el cual será igual, al peso total de los elementos como: moldes, portamoldes y la placa soporte, el mismo que es de: 40.65 Kg de cada uno.

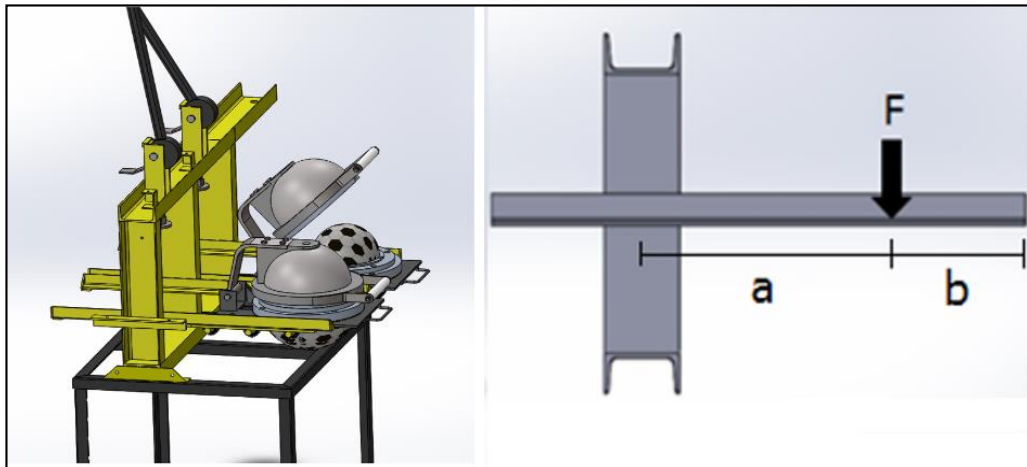


Figura 3.12. Esquema de la aplicación de la fuerza sobre el ángulo
(Fuente: Elaborado por el autor)

El ángulo de desplazamiento se diseña como viga en voladizo con empotramiento en su extremo y una carga a una distancia a , el mismo que actúa, tal como se muestra en la figura 3.13, donde se indica el comportamiento de la viga mediante un esquema de diagramas de fuerzas cortantes momentos flectores. Para seleccionar el ángulo de desplazamiento se toma la aplicación de una fuerza de 40.65 Kg, a una distancia a del empotramiento, para determinar las reacciones R_1 y el momento máximo M , por lo que se presenta de la siguiente manera:

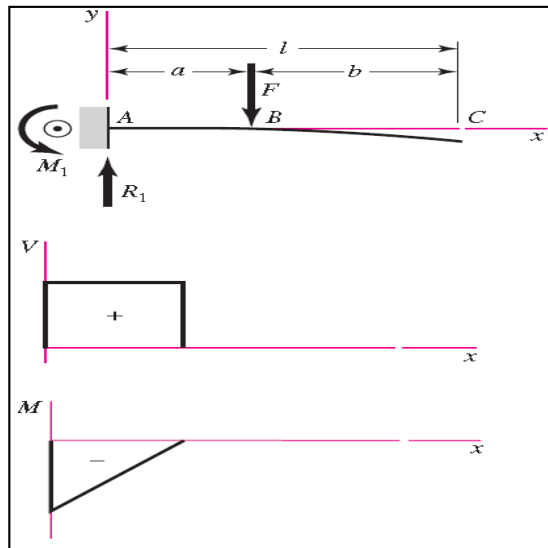


Figura 3.13. Voladizo carga intermedia

(Fuente: 11, p. 993)

Datos:

$$F = 40.65 \text{ Kg}$$

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

$$b = 0,16 \text{ m}$$

$$L = 0,51 \text{ m}$$

$$R_1 = F = 40.65 \text{ Kg}$$

$$M = F * a \quad (\text{Ec. 3.8}) \quad [11]$$

$$M = 40.65 \text{ Kg} * 35 \text{ cm}$$

$$M = 1422.75 \text{ Kg.cm}$$

Además se procede a determinar el esfuerzo permisible (F_b), para finalmente determinar el módulo de sección (S_x), de la siguiente manera:

Donde:

F_b = Esfuerzo Permisible (*Kpsi*)

$$F_y = 36 \text{ Kpsi}$$

$$Fb = 0,66 \times 36 \text{ Kpsi}$$

$$Fb = 23,76 \text{ Kpsi} = 1674 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Donde:

S_x = Módulo de Sección (cm^3)

M = Momento: $1422.75 \text{ Kg} * \text{cm}$

Fb = Esfuerzo Permisible: $1674 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

Por lo que:

$$S_x = \frac{M}{Fb} \quad (\text{Ec. 3.3}) \quad [11]$$

$$S_x = \frac{1422.75 \text{ Kg} * \text{cm}}{1674,003 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$S_x = 0.85 \text{ cm}^3$$

En base al módulo de sección (S_x) calculado, se procede a determinar el ángulo requerido para soportar las cargas ejercidas por los conjuntos de los portamoldes (ver Anexo A4), que es el perfil angular 40x40x3.

- Perfil Angular 40x40x3:

$$A_{\text{sección}} = 2.23 \text{ cm}^2$$

$$S_m = 1.22 \text{ cm}^3$$

Como el módulo de sección requerido (S_x), es menor al establecido por el módulo de sección originado por el material (S_m), se da por válido la selección del ángulo.

$$S_x < S_m$$

$$0.85 \text{ cm}^3 < 1.22 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{OK}$$

A continuación se procede a realizar el análisis del segundo caso en que el ángulo debe soportar la máxima fuerza que se genera durante el proceso de moldeo, donde además del peso de los conjuntos de los portamoldes, intervienen las fuerzas actuantes de la presión del aire que se genera durante el proceso de moldeo, en la posición que se muestra la figura 3.14. El perfil angular tiene juntas soldadas en el punto donde se aplica la carga, por lo que se procede a comprobar la resistencia de las juntas soldadas en ese punto.

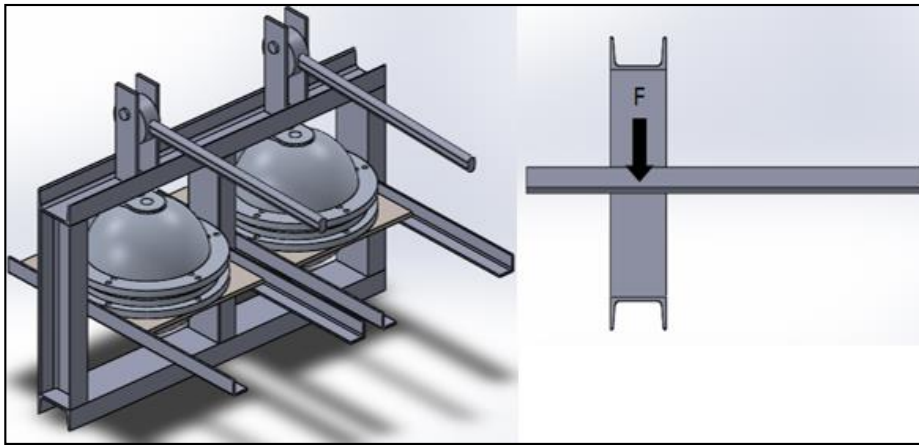


Figura 3.14. Esquema de la aplicación de la fuerza máxima sobre el ángulo

(Fuente: Elaborado por el autor)

Resistencia de juntas soldadas

Para comprobar la resistencia de la junta soldada se tiene en cuenta las siguientes consideraciones

- Es una viga en voladizo
- La carga se puede considerar estática, la misma que se da de la mitad de la fuerza Actuante, la cual es ($F = 19,55 \text{ kN}$)
- Material base (estructura y soporte) son de acero ASTM A36
- La soldadura es a filete
- El electrodo utilizado es AWS E6011
- Se trabaja con un factor de seguridad $n = 2$

El proceso para el diseño es el siguiente:

1. Mediante la configuración de soldadura que se muestra en la figura 3.15. Se obtienen las siguientes ecuaciones del Anexo C1.

$$A = 1,414 hd \quad (\text{Ec. 3.9}) [11]$$

$$y^- = d/2 \quad (\text{Ec. 3.10}) [11]$$

$$I_u = \frac{bd^2}{2} \quad (\text{Ec. 3.11}) [11]$$

$$I = 0,707hdI_u \quad (\text{Ec. 3.12}) [11]$$

Donde:

A = Área de la Garganta

y^- = Ubicación del Centro de Gravedad con respecto a Y

I_u = Segundo Momento Unitario del Área

I = Segundo Momento del Área, con base en el Área de Soldadura de la Garganta

h = Tamaño de la Soldadura

b, d = Dimensiones de la parte soldada del elemento en voladizo.

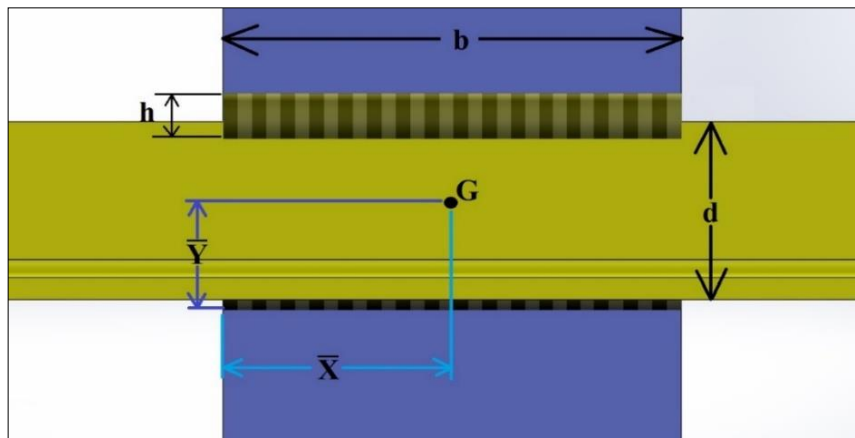


Figura 3.15. Patrón de soldadura
(Fuente: Elaborado por el autor)

Datos:

$$b = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$$

$$d = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

$$h = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$$

2. Se calcula A , y^- , I_u , I , reemplazando los datos necesarios en las ecuaciones anteriores:

$$A = 1,414 \, h d \quad (\text{Ec. 3.9}) \text{ [11]}$$

$$A = 1,414(0,005)(0,04)m^2$$

$$A = 2,828 * 10^{-4}m^2$$

$$y^- = d/2 \quad (\text{Ec. 3.10}) \text{ [11]}$$

$$y^- = \frac{0,04}{2}$$

$$y^- = 0,02 \text{ m}$$

$$I_u = \frac{bd^2}{2} \quad (\text{Ec. 3.11}) \text{ [11]}$$

$$I_u = \frac{(0,12)(0,04)^2}{2}$$

$$I_u = 9,6 * 10^{-5}m^3$$

$$I = 0,707hI_u \quad (\text{Ec. 3.12}) \text{ [11]}$$

$$I = 0,707(0,005 \text{ m})(9,6 * 10^{-5}m^3)$$

$$I = 3,394 * 10^{-7} m^4$$

3. Cálculo del esfuerzo cortante primario mediante la ecuación (Ec. 3.13)

$$\tau' = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 3.13}) \text{ [11]}$$

$$\tau' = \frac{19,552.278 \text{ N}}{2,828 * 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\tau' = 69,14 \text{ MPa}$$

4. Cálculo del esfuerzo cortante secundario mediante la ecuación (Ec. 3.14)

$$\tau'' = \frac{Mr}{I} \quad (\text{Ec. 3.14}) [11]$$

$$\tau'' = \frac{(19,55 \text{ kN} * 0,04 \text{ m})(0,002 \text{ m})}{3,394 * 10^{-7} \text{ m}^4}$$

$$\tau'' = 4,61 \text{ MPa}$$

5. Se determina la magnitud del esfuerzo cortante τ utilizando la ecuación de Pitágoras:

$$\tau = (\tau'^2 + \tau''^2)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 3.15}) [11]$$

$$\tau = (69,14 \text{ MPa}^2 + 4,61 \text{ MPa}^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$\tau = 69,30 \text{ MPa}$$

Se comprueba la resistencia del material de aporte utilizando el criterio de energía de la distorsión:

Datos: Ver Anexo C2

$$n = \frac{S_{Sy}}{\tau} \quad (\text{Ec. 3.16}) [11]$$

$$n = \frac{0,6(345 \text{ MPa})}{69,30 \text{ MPa}}$$

$$n = 2,99$$

Comprobación de la resistencia de metal de unión (Voladizo)

$$\sigma = \frac{M}{I/c} = \frac{M}{b \cdot d^2/6} \quad (\text{Ec. 3.17}) [11]$$

$$\sigma = \frac{(19552.278 \text{ N} * 0,04 \text{ m})}{0,12 \text{ m} * (0,04 \text{ m})^2/6}$$

$$\sigma = 24,44 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma} \quad (\text{Ec. 3.18}) [11]$$

$$\eta = \frac{235 \text{ MPa}}{24,44 \text{ MPa}}$$

$$n = 9,6$$

Como los factores de seguridad son mayores a 2 las juntas soldadas están correctamente diseñadas.

3.2.3.5. Diseño de la estructura base

Al momento de diseñar la base se debe tener presente, el material a utilizar como vigas longitudinales, transversales, columnas de la estructura base, estética, seguridad, y facilidad de adquisición de los materiales, por lo que se diseña con ángulos como se puede ver en la figura 3.16, el cual se dimensiona de la siguiente manera:

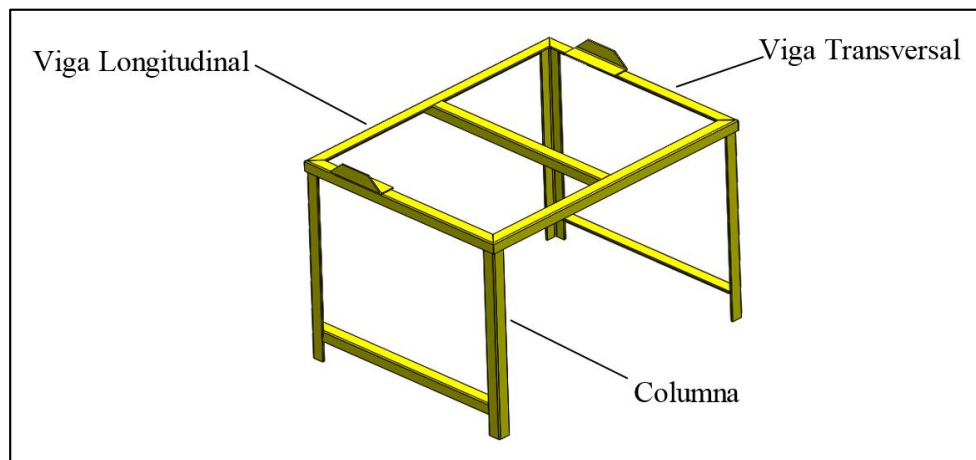


Figura 3.16. Esquema de la estructura base.

(Fuente: Elaborado por el autor)

Diseño de la Viga Transversal

La viga transversal se diseña mediante una carga distribuida generada por el material de los sistemas de los moldes y de la estructura superior de la máquina como se ve en la figura 3.17.

- Longitud de la Viga = 0,71 m.
- Carga Distribuida: $q = 17.89 \frac{Kg}{cm}$
- Límite de fluencia de Acero ASTM A36, $F_y = 2\,530 \frac{Kg}{cm^2}$

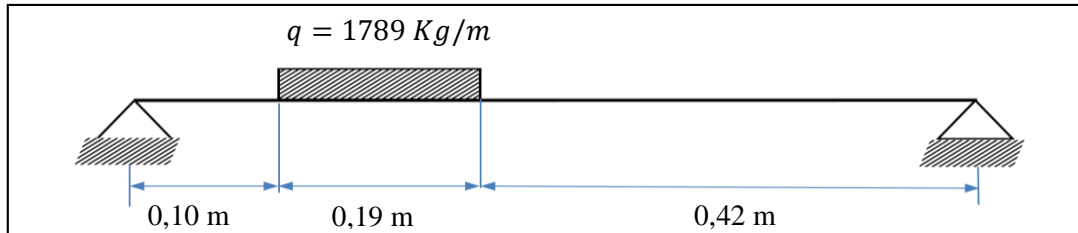


Figura 3.17. Carga en la viga transversal

(Fuente: Elaborado por el autor)

En la figura 3.18 se establece los diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores de la viga transversal, necesarios para poder seleccionar el perfil correcto para la construcción de la estructura.

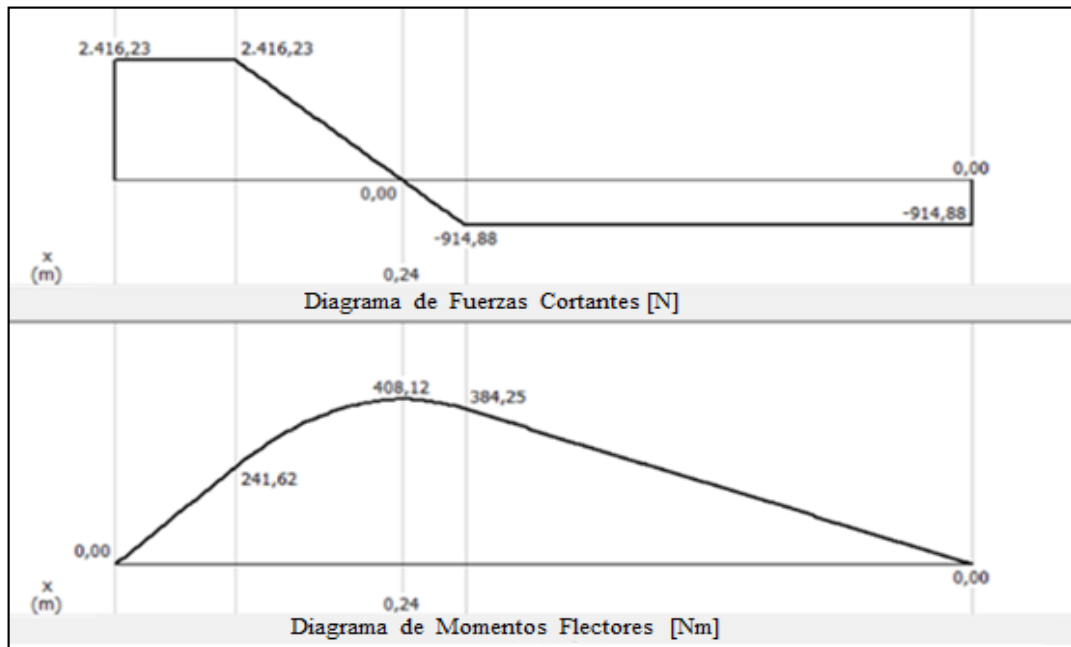


Figura 3.18. Diagrama de fuerza y momentos de las cargas en la viga transversal.

(Fuente: Elaborado por el autor)

El momento máximo, determinado es:

$$M_{Max} = 408,12 \text{ Nm} = 4161,67 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Una vez obtenido el momento se procede a determinar el esfuerzo permisible donde.

- $F_b = \text{Esfuerzo Permisible KPsi}$
- $F_y = 36 \frac{\text{Klb}}{\text{pulg}^2}$

$$F_b = 0,66 F_y \quad (\text{Ec.3.2}) [11]$$

$$F_b = 0,66 \times 36 \text{ Kpsi}$$

$$F_b = 23,76 \text{ Kpsi} = 1\,674 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

En base al esfuerzo permisible y al momento se determina el módulo de sección mediante la ecuación (Ec. 3.3).

- $S_x = \text{Módulo de Sección (cm}^3\text{)}$
- $M = 4161,67 \text{ Kg} * \text{cm}$
- $F_b = 1\,674 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

$$S_x = \frac{M}{F_b} \quad (\text{Ec.3.3}) [11]$$

$$S_x = \frac{4161,67 \text{ Kg} * \text{cm}}{1\,674 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$S_x = 2,49 \text{ cm}^3$$

En base al módulo de sección (S_x) se procede a determinar el ángulo requerido, el cual se encuentra en el ANEXO A4 y es:

Perfil Angular 50x50x4

- $A_{\text{Sección}} = 3,70 \text{ cm}^2$
- $S_m = 2,54 \text{ cm}^3$

Como el módulo de sección requerido (S_x), es menor al establecido por el módulo de sección originado por el material (S_m), se da por válida la selección del ángulo de la estructura base.

$$S_x < S_m$$

$$2.49 \text{ cm}^3 < 2.54 \text{ cm}^3$$

Diseño de la viga longitudinal

La carga generada por el material del sistema de los moldes y de la estructura superior es de 340 Kg, pero se debe tener en cuenta que la fuerza se divide en tres puntos como se muestra en la figura 3.19. Sin embargo, en el centro se presenta un valor de fuerza doble que en de los extremos de la viga, su longitud es de 95 m, y se diseña con acero ASTM A36.

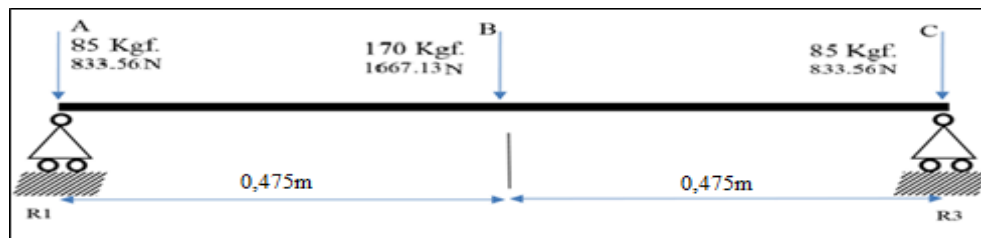


Figura 3.19. Carga puntual en la viga longitudinal
(Fuente: Elaborado por el autor)

Ubicadas correctamente las cargas puntuales en la viga, se procede en la figura 3.20, a realizar las gráficas de fuerzas cortantes y momentos flectores.

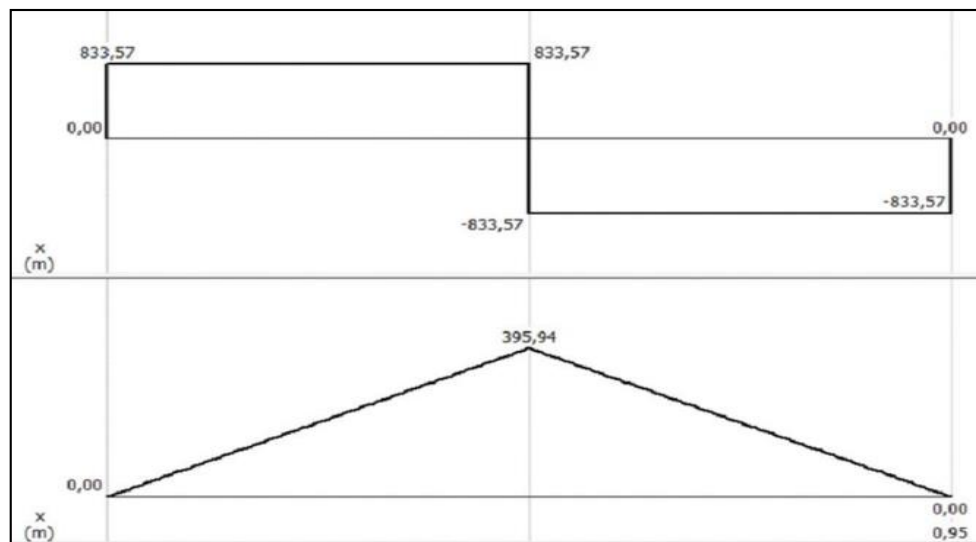


Figura 3.20. Diagrama de fuerza y momentos de las cargas en la viga transversal.
(Fuente: Elaborado por el autor)

Una vez obtenido el momento máximo se procede a determinar el esfuerzo permisible.

$$M_{Max} = 395.94 Nm = 4037,46 Kgf * cm$$

Donde:

Fb = Esfuerzo Permisible Kpsi

Fy = 36 Kpsi

Por lo que:

$$Fb = 0,66 Fy$$

$$Fb = 0,66 x 36 Kpsi$$

$$Fb = 23,76 Kpsi. = 1\ 674 \frac{Kg}{cm^2}$$

En base al esfuerzo permisible y al momento se determina el módulo de sección mediante la ecuación (Ec. 3.3).

Donde:

Sx = Módulo de Sección (cm³)

M = 4037,46 Kg * cm

Fb = 1 674 $\frac{Kg}{cm^2}$

$$Sx = \frac{M}{Fb} \quad \text{Ec. (3.3) [12]}$$

$$Sx = \frac{4037,46 Kgf * cm}{1\ 674 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$Sx = 2.41 cm^3$$

En base al módulo de sección (Sx) se procede a determinar el ángulo requerido, el cual se encuentra en el ANEXO A4 y es:

Perfil Angular 50x50x4

- Ag = 3.70 cm²

- Sm = 2.54 cm³

Como el módulo de sección requerido (S_x), es menor al establecido por el módulo de sección originado por el material (S_m), se da por válido la selección del ángulo.

$$S_x < S_m$$

$$2.41 \text{ cm}^3 < 2.54 \text{ cm}^3$$

Diseño de Columnas

- Se debe tener presente que la columna va a soportar una capacidad de carga total de: $392.25 \text{ Kg} = 864.76 \text{ lb}$.
- Como se nota que la estructura se encuentra empotrada – empotrada, se designa un factor $k = 0.65$, según la longitud efectiva (Anexo A2)
- La longitud de la columna es de: $0,705 \text{ m}$
- Límite de fluencia es $2\,530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 36 \frac{\text{Klb}}{\text{pulg}^2}$
- Con una relación de esbeltez, asumida inicialmente de $\frac{KL}{r} = 50$, se determina que el Esfuerzo Permisible $F_a = 22,69 \text{ Kpsi}$, (Anexo A3).

Se debe tener en cuenta que por la facilidad de adquisición, se plantea comprar un ángulo de $50 \times 50 \times 4$, el mismo que es utilizado para las vigas, por lo que se verificará si este material soportaría las cargas propuestas, como columnas. A continuación se procede a determinar el área de la sección del perfil, con el dato propuesto inicialmente:

Donde:

- $A = \text{Área de la Sección, cm}^2$
- $P = \text{Carga Aplicada} = 864,76 \text{ lb}$
- $F_a = \text{Esfuerzo Permisible} = 22\,690 \text{ psi}$

Por lo que:

$$A = \frac{P}{F_a}$$

$$A = \frac{864,76 \text{ lb}}{22\,690 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}}$$

$$A = 0.038 \text{ pulg.}^2 = 0.25 \text{ cm}^2$$

En base al área de la sección requerida, se procede a comparar con el área de la sección del material previsto a utilizar, el cual se encuentra en el Anexo A4 con las siguientes características.

Perfil Angular 50x50x4

- $A_g = 3.70 \text{ cm}^2 = 0.5735 \text{ pulg}^2$
- $S_t = 2,54 \text{ cm}^3$
- $r = 1.56 \text{ cm}$

Como se puede notar que el área de la sección requerida, si es menor que el que se halla en tablas, se puede establecer que el material proporcionado por la empresa es el correcto, por lo que se procede a comprobar de la siguiente manera:

Comprobación:

Inicialmente se determina la constante de columna mediante la ecuación (Ec. 3.5)

Dónde:

- E = Módulo de elasticidad del acero ASTM A36, ($E=30000 \text{ Kpsi}$)
- F_y = Límite de fluencia, 36 Kpsi , para Aceros Estructurales

Por lo que:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \quad (\text{Ec. 3.5}) [12]$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 * 30000 \text{ kpsi}}{36 \text{ kpsi}}}$$

$$C_c = 128.25$$

A continuación se procede a determinar la relación de esbeltez.

Dónde:

- K= Factor de K = 0.65 (Según tabla - Anexo A2)
- L = Longitud de la columna = 0,705 m.
- r = Radio de Giro = 15.6 mm

Por lo que, la relación de esbeltez es de:

$$\frac{KL}{r} = \frac{0,65 \times 705 \text{ mm}}{15.6 \text{ mm}}$$
$$\frac{KL}{r} = 29.375$$

Una vez definido la constante de columna (C_c) y la relación de esbeltez ($\frac{KL}{r}$), se procede a comparar de la siguiente manera.

$$\frac{KL}{r} < C_c$$
$$29.375 < 128.25$$

Como se puede notar que la relación de esbeltez es menor que la constante de columna, se utiliza la fórmula parabólica (Ec. 3.5) la misma que es:

Donde:

$$\frac{KL}{r} = \text{Relacion de Esbeltez} = 29.375$$

$$C_c = \text{Constante de Columna} = 128.25$$

F_y = Límite de fluencia, 36 Kpsi, para Aceros Estructurales.

F_a = Carga Permisible

Por lo que:

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2Cc^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8Cc} - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^3}{8Cc^3}} \quad (\text{Ec. 3.4}) [12]$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(29.375)^2}{2(128.25)^2} \right] 36}{\frac{5}{3} + \frac{3(29.375)}{8 * 128.25} - \frac{(29.375)^3}{8(128.25)^3}}$$

$$F_a = 20,02 \text{ Kpsi}$$

Una vez definida la carga permisible (F_a) y el área de la sección (A_g), se procede a establecer la carga calculada (P), la misma que es:

$$P = F_a * A$$

$$P_{\text{calculada}} = 20\,020 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} * 0.5735 \text{ pulg}^2$$

$$P_{\text{calculada}} = 11\,481.47 \text{ lb}$$

Finalmente se procede a comparar las cargas calculadas que puede resistir el perfil, con la requerida, la misma que es de:

$$P_{\text{calculada}} > P_{\text{requerida}}$$

$$11\,481.47 \text{ lb} > 864,76 \text{ lb} \rightarrow OK$$

Como se verificó, se da por válido el uso del Ángulo L50x50x4, seleccionado como columna para soportar las cargas requeridas mediante su comprobación respectiva.

3.2.3.6. Diseño de la placa soporte para pasador

En la figura 3.21 se muestra el esquema de las placas soporte del pasador que soportara la fuerza ejercida por el molde.

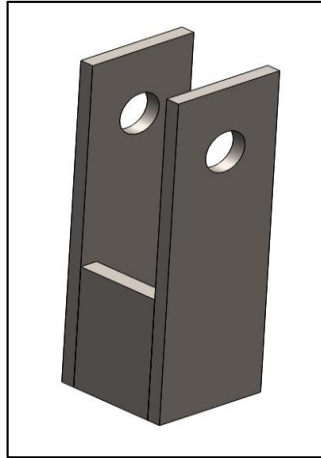


Figura 3.21. Esquema de la placa
(Fuente: Elaborado por el autor)

La Figura 3.22 representa la dirección fuerza a la que las placas soporte del pasador están sujetas.

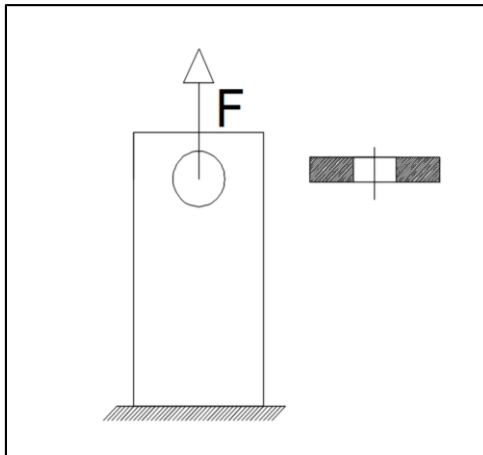


Figura 3.22. Aplicación de la fuerza en la placa
(Fuente: Elaborado por el autor)

La placa está sometida a un esfuerzo cortante ejercido por una fuerza de 19552.278 N, por lo que se debe calcular el área mínima que deben tener las placas para resistir dicha fuerza.

En la figura 3.23 se representa las medidas del ancho y espesor a las que deben ser diseñadas:

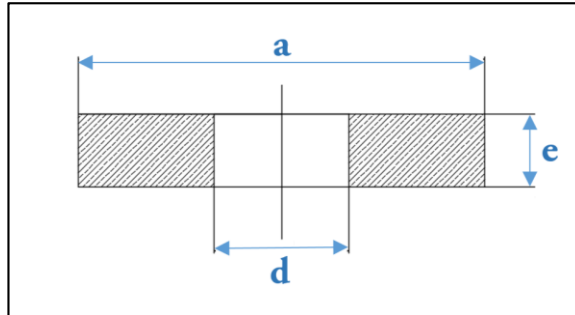


Figura 3.23. Dimensiones de la sección de la placa
(Fuente: Elaborado por el autor)

Donde:

d = diámetro del pasador = 0,025 m.

e = espesor de la placa = 0,008 m (asumido).

a = ancho de la placa

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 3.1}) [12]$$

$$A = (a * e) - (e * d)$$

$$A = (a * 0.008 - 0.008 * 0.025)m^2$$

$$A = (a * 8 * 10^{-3} - 2 * 10^{-4})m^2$$

El material con el que se fabricará es acero ASTM A36 ($\sigma_y = 250 \text{ Mpa}$) (ANEXO A5)

Se trabajará con un factor de seguridad $n = 2$ por lo que el esfuerzo cortante permisible se calcula mediante la ecuación (Ec. 3.18):

$$\tau_{per} = \frac{\sigma_y}{\eta} \quad (\text{Ec. 3.18}) [12]$$

$$\tau_{per} = \frac{250 \text{ MPa}}{2}$$

$$\tau_{per} = 125 \text{ MPa}$$

Reemplazando en la fórmula (Ec. 3.1):

$$\tau_{per} = \frac{F}{A}$$

$$125 \text{ MPa} = \frac{19,55 \text{ kN}}{(a * 8 * 10^{-3} - 2 * 10^{-4})m^2}$$

$$a = \frac{\frac{19,55}{125 * 10^6} + 2 * 10^{-4}}{8 * 10^{-3}}$$

$$a = 0,0446m$$

$$a = 4,46 \text{ cm} \approx 4,5 \text{ cm}$$

Con el valor de a , se obtienen las siguientes dimensiones generales de la placa como se muestra en la figura 3.24, siendo " a " el ancho, " e " el espesor, " h " la altura.

$$a = 45\text{mm} = 0,045 \text{ m.}$$

$$e = 8 \text{ mm} = 0,008 \text{ m.}$$

$$h = 230 \text{ mm} = 0,23 \text{ m.}$$

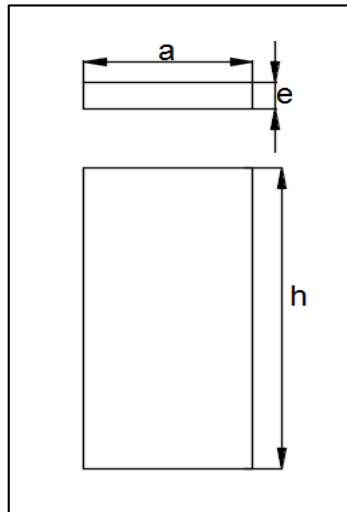


Figura 3.24. Dimensiones generales de la placa.

(Fuente: Elaborado por el autor)

Determinación del factor de seguridad del elemento

$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$\tau = \frac{19,55 \text{ kN}}{(0.045 * 0.008 - 0.008 * 0.025)m^2}$$

$$\tau = 122.2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} = 122.2 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{\sigma_y}{\sigma_{eq}}$$

$$n = \frac{250 \text{ MPa}}{122.2 \text{ MPa}}$$

$$n = 2.05$$

Según el factor determinado, se puede indicar que el elemento resistirá correctamente la carga aplicada.

3.2.3.7. Diseño del pasador

Diseño a esfuerzo por flexión:

Para el diseño del pasador se necesita conocer el diámetro que el eje debe tener para soportar la carga actuante. El pasador tiene dos apoyos en sus extremos, y está sometido a una fuerza en su centro como se observa en la figura 3.25

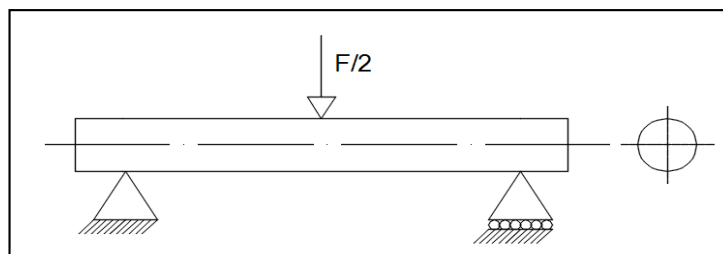


Figura 3.25. Esquema del pasador

(Fuente: Elaborado por el autor)

En la figura 3.26 se puede observar el diagrama de la fuerza y reacciones actuantes sobre el eje, el diagrama de fuerzas cortantes, y el diagrama de momentos flectores

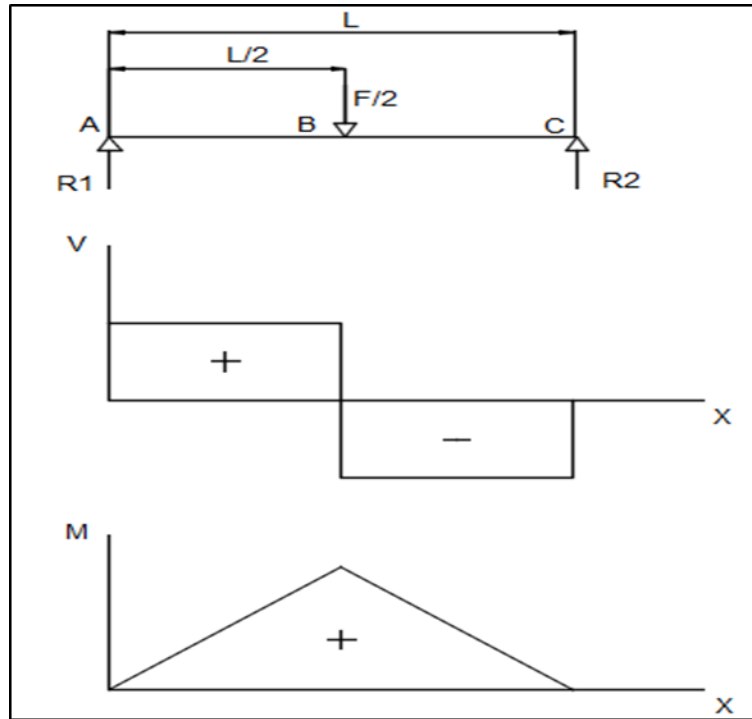


Figura 3.26. Diagrama de cuerpo libre, fuerza cortante y momento flector del pasador
(Fuente: Elaborado por el autor)

Datos:

$$F = 39.104 \text{ kN} = 39104 \text{ N}$$

$$L = 58 \text{ mm} = 0,058\text{m}$$

Se determina las reacciones R_1 , R_2 y el momento máximo M

$$R_1 = R_2 = \frac{39104\text{N}}{2} = 19552 \text{ N}$$

$$M = 19552 \text{ N} * 0,029 \text{ m} = 567.008 \text{ N.m}$$

$$\sigma = \frac{M.c}{I}$$

$$c = \frac{D}{2} \quad (\text{Ec.3.19}) [11]$$

$$I = \frac{\pi}{64} D^4 \quad (\text{Ec.3.20}) [11]$$

La ecuación de esfuerzo máximo se define de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{32M}{\pi D^3} \quad (\text{Ec.3.21}) [11]$$

El eje se fabricará utilizando el material AISI 4340, $S_y = 900 \text{ MPa}$ (ANEXO A6). Si se trabaja con un factor de seguridad $n = 2$, el esfuerzo máximo permisible será mediante la ecuación (Ec. 3.18):

$$\sigma_{per} = \frac{S_y}{n} \quad (\text{Ec.3.18}) [11]$$

$$\sigma_{per} = \frac{900 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_{per} = 450 \text{ MPa}$$

Al despejar ecuación (Ec. 3.21), se determina el diámetro mínimo del eje:

$$D = \sqrt[3]{\frac{32M}{\pi\sigma_{per}}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{32(567,008 \text{ N.m})}{\pi(450 \text{ MPa})}}$$

$$D = 0.023 \text{ m} = 23.4 \text{ mm}$$

El eje que se selecciona tiene las siguientes características

$$D \cong 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$$

Con el diámetro obtenido se calcula el factor de seguridad real del elemento mediante la ecuación (Ec. 3.1):

Esfuerzo por flexión:

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi D^3} \quad (\text{Ec.3.21}) [11]$$

$$\sigma_x = \frac{32(567,008 \text{ N.m})}{\pi(0,025 \text{ m})^3}$$

$$\sigma_x = 369.63 \text{ MPa}$$

Diseño a esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{F}{2A} \quad (\text{Ec.3.13}) [11]$$

$$\tau = \frac{F}{2\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)}$$

$$\tau = \frac{39.104 \text{ N}}{2\left(\frac{\pi(0,025 \text{ m})^2}{4}\right)}$$

$$\tau = 39.83 \text{ MPa}$$

Si se calcula el esfuerzo equivalente por Von Mises (Ec.3.22), y se reemplaza los esfuerzos de flexión y cortante que se producen se puede encontrar el factor de seguridad del diseño.

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \quad (\text{Ec.3.22}) [11]$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(369.63 \text{ MPa})^2 + 3(39.83 \text{ MPa})^2}$$

$$\sigma_{eq} = 376,01 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} \quad (\text{Ec.3.22}) [11]$$

$$n = \frac{900 \text{ MPa}}{376.01 \text{ MPa}}$$

$$n = 2.39$$

3.2.3.8. Diseño del eje ubicado en la parte inferior de la Palanca Excéntrica.

En la figura 3.27 se representa las condiciones bajo las que el eje está sometido, que en este caso es a compresión. Este eje es el encargado de transmitir la presión desde la excéntrica al portamolde, por lo que se debe determinar el diámetro mínimo que debe tener el eje para soportar las cargas aplicadas en el proceso de moldeado. Para esto se utiliza la teoría de columnas y se obtiene el diámetro despejando de la ecuación (Ec.3.23).

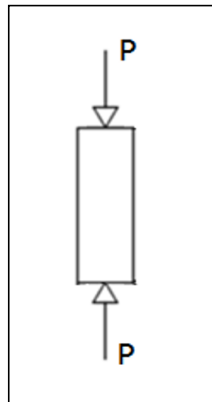


Figura 3.27. Diseño general del eje ubicado en la parte inferior de la excéntrica

(Fuente: Elaborado por el autor)

Datos:

$$P = 39104 \text{ N}$$

$$L = 145 \text{ mm} = 0,145\text{m}$$

$$E = 205 \text{ GPa} \rightarrow (\text{eje 1018})$$

$$b = 30 \text{ mm}$$

$$c = 1$$

$$P_{cr} = \frac{C\pi^3ED^4}{64L^2} \quad (\text{Ec.3.23}) [11]$$

$$D = \sqrt[4]{\frac{P_{cr}64L^2}{C\pi^3E}}$$

$$D = \sqrt[4]{\frac{(39104N)(64)(0,145)^2}{(1)\pi^3(205GPa)}}$$

$$D = \sqrt[4]{\frac{(19570N)(64)(0,145)^2}{(1)\pi^3(205GPa)}}$$

$$D = 9,5 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$D = 9,5 \text{ mm}$$

El valor del diámetro del eje requerido para el apriete del portamolde es de 9,5mm, sin embargo, debido a la estética de la máquina, y a que el taller proporcionó el material, se ocupó el eje de 1 pulgada con las siguientes características:

$$D = 1 \text{ pulgada} = 0,0254 \text{ m}$$

$$L = 0,145 \text{ m}$$

Comprobación de la resistencia mediante la ecuación (Ec. 3.23):

$$P_{cr} > p$$

$$P_{cr} = \frac{C\pi^3ED^4}{64L^2} \quad (\text{Ec.3.23}) [11]$$

$$P_{cr} = \frac{(1)(\pi^3)(205GPa)(0,0254m)^4}{64(0,145m)^2}$$

$$P_{cr} = 1966175,89N$$

La carga crítica debe ser mayor a la fuerza aplicada en la columna para garantizar su resistencia, si la carga crítica es mayor se dice que el diseño está correcto.

$$P_{cr} > P$$

$$1966,175 \text{ kN} > 39,104 \text{ kN} \rightarrow OK$$

3.2.3.9. Diseño de la polea excéntrica

La función de la polea excéntrica es empujar el eje y mantener el molde cerrado durante el funcionamiento de la máquina, en la figura 3.28 se representa el movimiento de la polea.

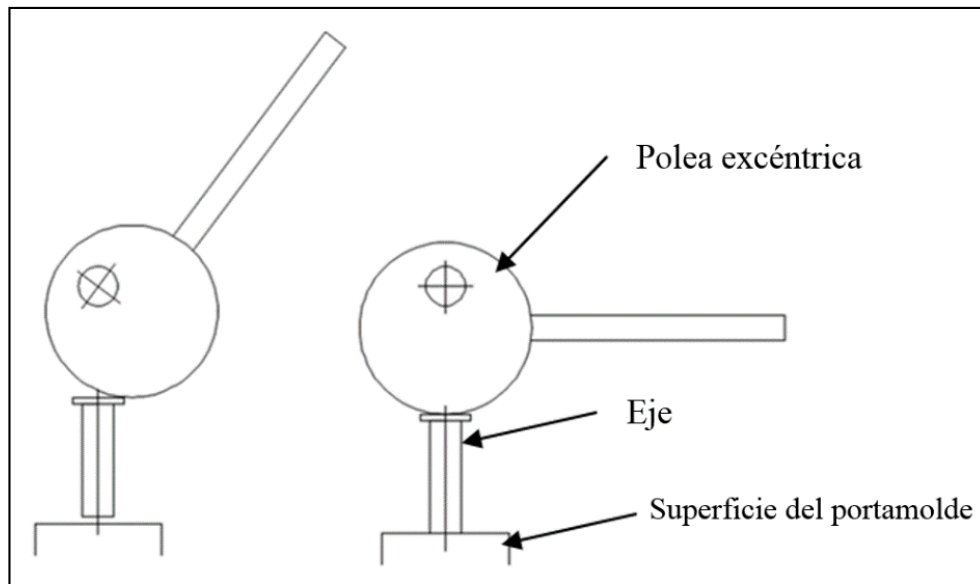


Figura 3.28. Función de la polea excéntrica

(Fuente: Elaborado por el Autor)

Cuando se aplica la máxima presión en los moldes por el ingreso de aire en el balón, se genera una fuerza y una reacción sobre la polea de la como se puede ver en la figura 3.29

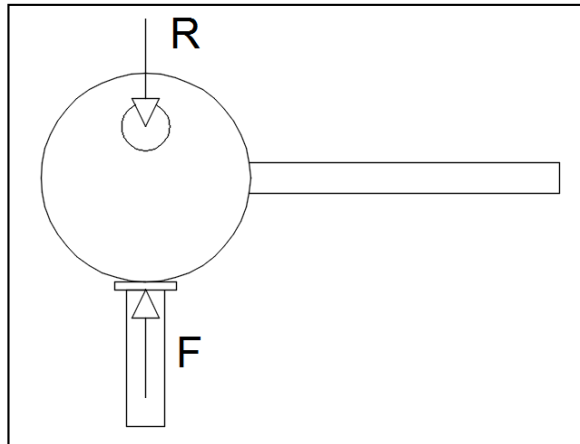


Figura 3.29. Fuerza aplicada en la polea excéntrica
(Fuente: Elaborado por el Autor)

La polea tendrá la siguiente configuración, por lo que se comprobará su resistencia mediante análisis por elementos finitos, y en la figura 3.30 se muestra las dimensiones generales de la polea para su respectivo análisis.

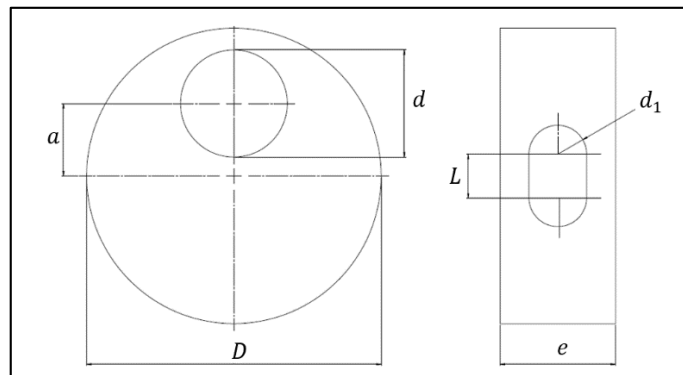


Figura 3.30. Dimensiones generales de la polea excéntrica
(Fuente: Elaborado por el Autor)

Datos:

$$F = 39,14 \text{ kN}$$

$$n = 2$$

$$D = 102 \text{ mm}$$

$$d = 25 \text{ mm}$$

$$a = 25 \text{ mm}$$

$$e = 40 \text{ mm}$$

La polea se fabrica con acero ASTM A36, para lo cual se debe comprobar la resistencia que presenta, y mediante elementos finitos se simula las cargas para obtener el factor de seguridad y saber si la polea puede resistir la operación de trabajo.

1. Primero se debe aplicar las fuerzas y restricciones necesarias en el elemento como se ve en la figura 3.31.

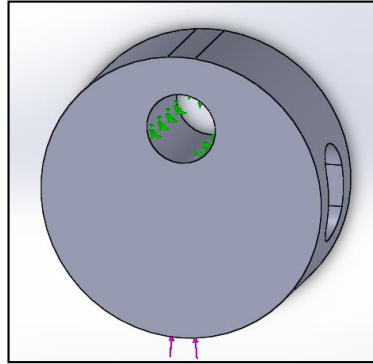


Figura 3.31. Aplicación de la fuerza en la polea
(Fuente: Elaborado por el Autor)

2. Después de haber identificado las cargas y reacciones que se originan, se procede a generar un mallado como se ve en la figura 3.32, para posteriormente poder realizar el análisis del elemento y obtener el factor de seguridad.

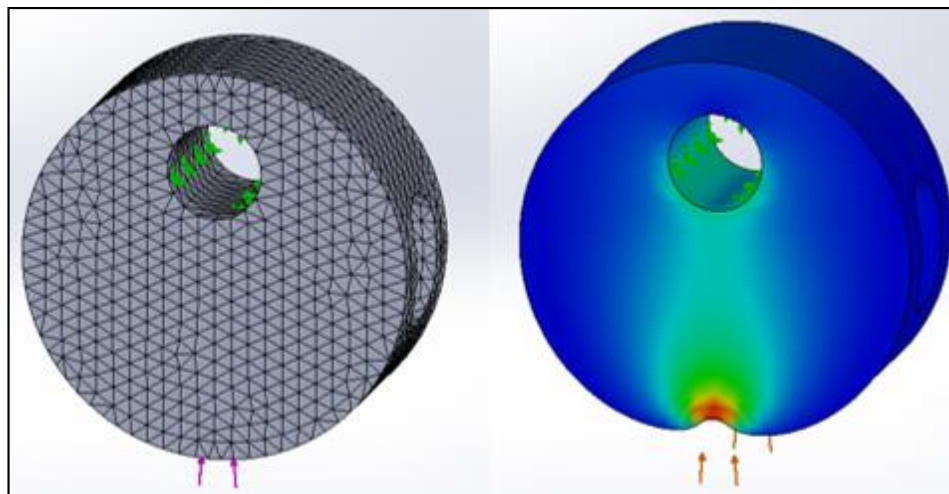


Figura 3.32. Análisis de la polea excéntrica
(Fuente: Elaborado por el Autor)

Finalmente terminada la simulación, se obtiene que el elemento con estas dimensiones pueden resistir de manera adecuada a las cargas de trabajo, alcanzando un factor de seguridad $n = 2,7$

3.2.3.10. Diseño del resorte

La función del resorte es facilitar la posición b) de acuerdo a la figura 3.33, que es cuando la máquina no se encuentra en operación de carga. Esto ayuda a sostener el eje para que mantenga su posición y no regrese, debido a que esto puede causar inconvenientes en la manipulación del sistema.

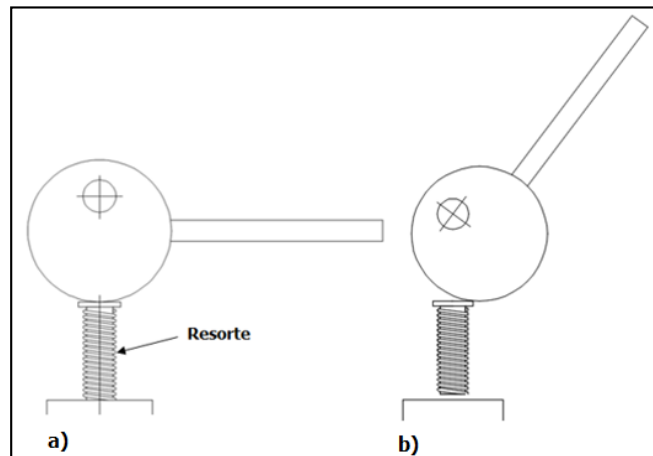


Figura 3.33. Esquema de la ubicación del resorte
(Fuente: Elaborado por el autor)

En el diseño del resorte se identifican las dimensiones que debe tener como se muestra en la figura 3.35, para una adecuada sujeción del eje y la excéntrica, y así poder evitar accidentes de trabajo, por lo que se deben tener las siguientes consideraciones. El resorte se coloca sobre el eje, el cual tiene un diámetro de una pulgada, donde la longitud libre del resorte $L_0 = 0,1$ m, pero por el recorrido que tiene el eje para ejecutar la presión en los portamoldes, se da un desplazamiento con el que la compresión máxima que debe tener el resorte es de 0,2 m. Tomando en cuenta estas consideraciones se procede a seleccionar un resorte que cumpla con estos requerimientos.

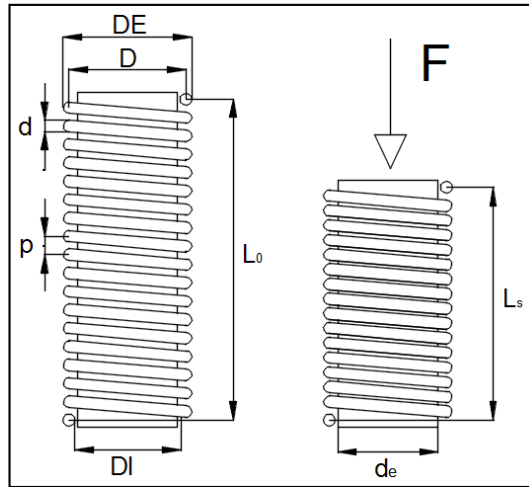


Figura 3.34. Compresión del resorte
(Fuente: Elaborado por el autor)

Donde:

L_s = Longitud sólida

L_0 = Longitud libre

DE = Diámetro externo

DI = Diámetro interno

D = Diámetro medio

d = Diámetro del alambre

p = Paso

de = Diámetro del eje

F = Fuerza

La carga máxima aplicada es de 100 N

En primer lugar para la construcción del resorte se selecciona un diámetro para el alambre de piano (por ser el más común) de la figura del Anexo C3

$$d = 0,095 \text{ pulg} = 2,413 \text{ mm} \text{ (Alambre de piano calibre 33)}$$

Se calcula el diámetro medio D

$$D = d_{eje} + d + h \quad (\text{Ec. 3.24}) [11]$$

Donde:

d_{eje} = diámetro del eje

d = diámetro del alambre del resorte

h = holgura

$$D = 25,4 \text{ mm} + 2,413 \text{ mm} + 0,6 \text{ mm}$$

$$D = 28,413 \text{ mm} = 0,0284\text{m}$$

Se calcula el esfuerzo máximo permisible en el material del resorte. Para lo cual A y m se determinan en la tabla 10.4 (Anexo C4)

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} \quad (\text{Ec. 3.25}) [11]$$

$$A = 2211 \text{ MPa}$$

$$m = 0.145$$

$$S_{ut} = \frac{2211 \text{ MPa}}{2,413 \text{ mm}^{0.145}}$$

$$S_{ut} = 1945 \text{ MPa}$$

$$S_{sy} = 0,45S_{ut} \quad (\text{Ec. 3.26}) [11]$$

$$S_{sy} = 0,45(1945 \text{ MPa})$$

$$S_{sy} = 875,25 \text{ MPa}$$

$$C = \frac{D}{d} \quad (\text{Ec. 3.27}) [11]$$

$$C = \frac{28,413 \text{ mm}}{2,413 \text{ mm}}$$

$$C = 11,77$$

$$K_B = \frac{(4C + 2)}{(4C - 3)} \quad (\text{Ec. 3.28}) [11]$$

$$K_B = \frac{(4(11,77) + 2)}{(4(11,77) - 3)}$$

$$K_B = 1,11$$

$$\tau_s = K_B \frac{8(1 + \xi)F_{max} * D}{\pi d^3} \quad (\text{Ec. 3.29}) [11]$$

$$\tau_s = 1,11 \frac{8(1 + 0,15)(100N) * (0,028 \text{ m})}{\pi(2,413 * 10^{-3} \text{ mm})^3}$$

$$\tau_s = 647,81 \text{ MPa}$$

Se calcula el factor de seguridad del material del resorte:

$$n_s = \frac{S_{sy}}{\tau_s} \quad (\text{Ec. 3.16}) [11]$$

$$n_s = \frac{875,25 \text{ MPa}}{647,81 \text{ MPa}}$$

$$n_s = 1,35$$

El factor de seguridad recomendado para el diseño de un resorte es $n_s \geq 1,2$ [11], por lo que las dimensiones del resorte serán adecuadas.

$$DE = D + d \quad (\text{Ec. 3.30}) [11]$$

$$DE = 28,413 \text{ mm} + 2,413 \text{ mm}$$

$$DE = 30,826 \text{ mm}$$

$$ID = D - d \quad (\text{Ec. 3.31}) [11]$$

$$ID = 28,413 \text{ mm} - 2,413 \text{ mm}$$

$$ID = 26 \text{ mm}$$

Para obtener el número de vueltas que debe tener el resorte se debe determinar G , el mismo que se especifica en la tabla 10-5 (Anexo C5).

$$N_a = \frac{Gd^4 y_{max}}{8D^3 F_{max}} \quad (\text{Ec. 3.32}) [11]$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

$$N_a = \frac{(81 \text{ GPa})(2,413 * 10^{-3} \text{ m})^4(0,02 \text{ m})}{8(0,028 \text{ m})^3(100\text{N})}$$

$$N_a = 3,127 \text{ vueltas}$$

Se determina N_t, L_0, L_s y p . (Ver Anexo C6).

$$N_t = N_a$$

$$N_t = 3,127$$

Como la longitud libre del resorte es $L_0 = 100\text{mm}$, se tiene que:

$$L_s = d(N_t + 1) \quad (\text{Ec. 3.33}) [11]$$

$$L_s = 2,413 \text{ mm}(3,127 + 1)$$

$$L_s = 9,95 \text{ mm}$$

$$p = \frac{L_0 - d}{N_a} \quad (\text{Ec. 3.33}) [11]$$

$$p = \frac{100 \text{ mm} - 2,413 \text{ mm}}{3,127}$$

$$p = 31,21 \text{ mm}$$

3.2.3.11. Selección de Cilindros

Para seleccionar el cilindro adecuado, se determinará en base a la carga generada por el material a enfriar, el cual es de 450 gr, según la tabla 3.10, de la siguiente manera:

Donde:

- $P = \text{Peso (N)}$
- $m = \text{Masa} = 0.45 \text{ Kg.}$
- $g = \text{gravedad} = 9.807 \frac{m}{s^2}$

$$P = m * g \quad (\text{Ec. 3.34}) [11]$$

$$P = 0.45 \text{ Kg} * 9.807 \frac{m}{s^2}$$

$$P = 4.41 \text{ N}$$

Una vez definida la carga generada se procede a seleccionar un cilindro neumático que debe soportar una fuerza de 4.41 N mínima, con una carrera de 40 cm, por lo que el pistón seleccionado se detalla en la tabla 3.10.

Tabla 3.10. Información técnica de cilindro “Persan”, [13].

DSNU/ESNU	
Descripción	Unidades
Diámetro del Vástago	20 mm
Fuerza	30 N
Carrera	400 mm

3.2.4. Análisis térmico

3.2.4.1. Diseño de la resistencia eléctrica

Los moldes de aluminio para el moldeo de los balones de fútbol se calientan por medio de resistencias eléctricas y se usa aceite dieléctrico “Nytro 11 GBX-US” como acumulador y distribuidor de calor uniforme hacia el molde. La resistencia que se utiliza para este proceso es de tipo tubular, puesto que es ideal para el calentamiento de líquidos, debido a que no está directamente en contacto con el fluido, y se encuentra protegida por un tubo de acero inoxidable de diámetro de 3/8” de acero inoxidable 306, siendo esta protección la que calienta el aceite. La niquelina de la resistencia seleccionada es de una aleación de Cromo-Níquel debido a que es la niquelina más comercial en el mercado nacional. La configuración de la resistencia eléctrica se compone por la niquelina la cual es la que genera calor, a continuación va separada con cemento refractario el cual protege de cualquier riesgo de circuito contra la funda de acero inoxidable y el sistema.

En las pruebas de los balones para la selección de los parámetros adecuados en el proceso de moldeo, se determinó que la temperatura necesaria en la superficie de contacto entre el molde y el balón tiene un rango de 55°C a 71°C como máximo. Por lo que la niquelina seleccionada para la resistencia es de 5,99 ohmios/metro, la cual genera alrededor de 36 °C/cm de resistencia, la longitud de la resistencia es de 2500 mm y el diámetro de 3/16”, con lo que se tiene 1 W/cm y mediante esto se tendrá una potencia de 2500 W que es suficiente para mantener la temperatura necesaria en el fluido y molde para el proceso de moldeo de los balones de fútbol.

El límite de temperatura de esta resistencia eléctrica es de 700 °C donde se quema totalmente, por lo cual se tendrá un buen control de temperatura para impedir que se sobre caliente y sobrepase su límite causando daños en la máquina. Si se cumplen todos los parámetros indicados de la resistencia eléctrica, esta puede tener una vida útil cercana a diez años. La resistencia eléctrica que es la que calienta el sistema tiene una potencia de 2500W y su conductividad térmica $K= 12,6 \text{ W/m}^\circ\text{k}$. Si la resistencia tiene una temperatura superficial de 65 °C se determinara la capacidad de generación de la resistencia y la temperatura en el centro del alambre mediante la ecuación (Ec. 3.35).

$$\dot{e}_{gen} = \frac{\dot{E}_{gen}}{V_{alambre}} \quad (\text{Ec. 3.35}) [4]$$

$$\dot{e}_{gen} = \frac{\dot{E}_{gen}}{\left(\pi \times D^2/4\right) \times L}$$

$$\dot{e}_{gen} = \frac{2500 \text{ W}}{\left(\pi \times (0.009525 \text{ m})^2/4\right) \times 2.5 \text{ m}}$$

$$\dot{e}_{gen} = 14,03 \times 10^6 \text{ W/m}^3$$

Calculo de la temperatura máxima en el centro de la resistencia mediante la ecuación (Ec. 3.36).

$$T_0 = T_S + \frac{\dot{e}_{gen} r_o^2}{4k} \quad (\text{Ec. 3.36}) [4]$$

$$T_0 = 65^\circ\text{C} + \frac{14,03 \times 10^6 \text{ W/m}^3 \times (0.00476\text{m})^2}{4 \times 12,6 \text{ W/m}^\circ\text{C}}$$

$$T_0 = 71.31^\circ\text{C}$$

3.2.4.2. Flujo de calor del portamolde con aislamiento Térmico.

A continuación se procede a realizar el análisis térmico, sabiendo que se aplica un aislante térmico en el exterior de la tapas del portamolde para evitar al máximo la disipación de calor, de esta manera se pretende conservar al máximo la temperatura del sistema para lo cual se debe tener presente el esquema de las resistencias tal como se indica en la figura 3.35, a continuación.

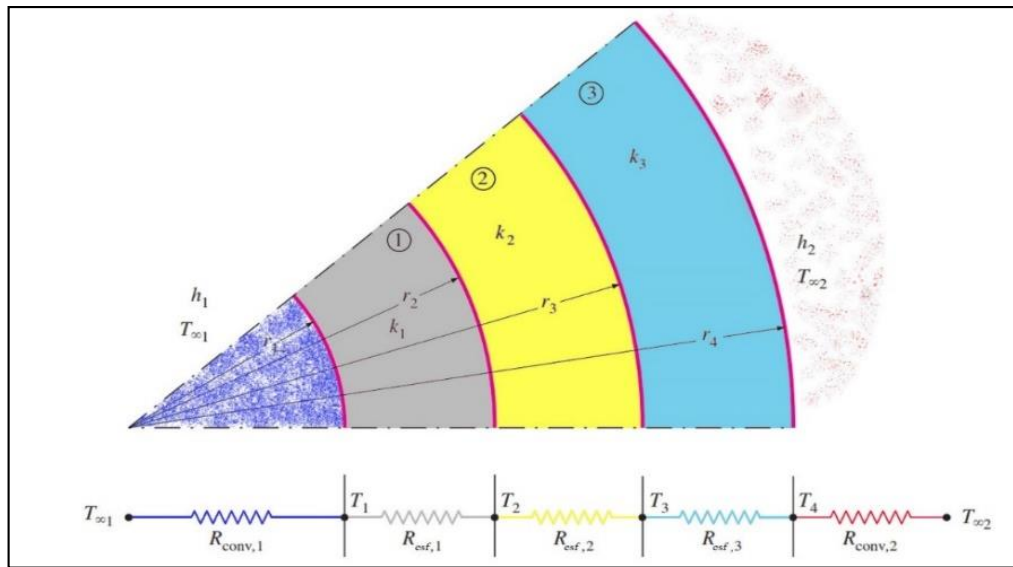


Figura 3.35. Esquema de la resistencia de tres materiales distintos.
(Fuente: Elaborado por el autor)

Por lo que Cengel indica que la transferencia de calor estacionaria a través de capas cilíndricas o esféricas múltiples se da de la siguiente manera:

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_2}{R_{total}} \quad (\text{Ec. 3.37}) [4]$$

Donde:

R_{total} : Resistencia Térmica Total

$$R_{total} = R_{conv, 1} + R_{se,1} + R_{se2} + R_{se3} + R_{conv,2}$$

$$R_{total} = \frac{1}{2\pi r_1^2 h_1} + \frac{r_2 - r_1}{2\pi r_1 r_2 k_1} + \frac{r_3 - r_2}{2\pi r_2 r_3 k_2} + \frac{r_4 - r_3}{2\pi r_3 r_4 k_3} + \frac{1}{2\pi r_4^2 h_2} \quad (\text{Ec. 3.38}) [4]$$

Donde se sabe que en la figura 3.36 se tiene los siguientes datos:

r = Radio

h = Coeficiente de Convección.

k = Conductividad Térmica

R_{total} : Resistencia Térmica Total

Conformado por los siguientes capas:

Capa de color Azul = Aceite Dieléctrico

Capa de color Plomo = Porta moldes

Capa de color Amarillo = Lana Térmica

Capa de color Celeste = Fibra de Vidrio

Una vez designado las capas que conforma el sistema se procede a detallar las características que conforman cada una.

La conductividad térmica del material de los Portamoldes se toma de la tabla 3.11

Tabla 3.11. Conductividad térmica, [4].

Conductividad Térmica de algunos materiales a la temperatura ambiente	
Material	$\kappa \left[\frac{W}{m^{\circ}C} \right]$
Diamante	2300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80,2
Mercurio	8,54
Vidrio	0,78
Ladrillo	0,72
Agua	0,607
Fibra de Vidrio	0,043
Aire	0,026

(Fuente: Elaborado por el autor)

Aceite Dieléctrico:

- $h = 66.208 \frac{W}{m^2 K}$

Lana Térmica:

- $E = 7 \text{ mm}$
- $K = 0.032 - 0.044 \text{ W/m}^\circ\text{K}$

Fibra de Vidrio:

- $K = 0.043 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- $d = 220 \text{ kg/m}^3$
- $C_p = 795 \text{ J/kg}^\circ\text{K}$

Aire

- $H = 5 \frac{W}{m^2 K}$

Radios

- $r_1 = 0.1075 \text{ m}$
- $r_2 = 0.12 \text{ m}$
- $r_3 = 0.127 \text{ m}$
- $r_4 = 0.1305 \text{ m}$

Una vez obtenido los datos necesarios se procede a determinar la Resistencia Térmica se determina mediante la ecuación (Ec. 3.38).

$$R_{total} = \frac{1}{2\pi r_1^2 h_1} + \frac{r_2 - r_1}{2\pi r_1 r_2 k_1} + \frac{r_3 - r_2}{2\pi r_2 r_3 k_2} + \frac{r_4 - r_3}{2\pi r_3 r_4 k_3} + \frac{1}{2\pi r_4^2 h_2} \quad (\text{Ec. 3.38}) [4]$$

$$R_{total} = \frac{1}{2\pi * (0.1075 \text{ m})^2 * 66.208 \frac{W}{m^2 K}} + \frac{0.12 \text{ m} - 0.1075 \text{ m}}{2\pi * 0.12 \text{ m} * 0.1075 \text{ m} * 237 \frac{W}{m K}}$$

$$+ \frac{0.127 \text{ m} - 0.12 \text{ m}}{2\pi * 0.127 \text{ m} * 0.12 \text{ m} * 0.038 \frac{W}{m K}} + \frac{0.1305 \text{ m} - 0.127 \text{ m}}{2\pi * 0.1305 \text{ m} * 0.127 \text{ m} * 0.043 \frac{W}{m K}}$$

$$+ \frac{1}{2\pi(0.1305 \text{ m})^2 * 5 \frac{W}{m^2 K}}$$

$$R_{total} = 0.208 \frac{^{\circ}K}{W} + 0.00065 \frac{^{\circ}K}{W} + 1.924 \frac{^{\circ}K}{W} + 0.782 \frac{^{\circ}K}{W} + 1.869 \frac{^{\circ}K}{W} = 4.78 \frac{^{\circ}K}{W}$$

$$R_{total} = 4.78 \frac{^{\circ}K}{W}$$

Una vez determinado la resistencia total se procede a determinar la transferencia de calor hacia el exterior del portamoldes, y el aislante térmico mediante la ecuación 3.37:

Donde:

T1 = 70 ° C -> Temperatura del aceite dieléctrico en el interior del porta moldes

T2 = 20 ° C -> Temperatura ambiente.

R_{total} : Resistencia térmica total = $4.58 \frac{K}{W}$

Por lo que:

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_2}{R_{total}} \quad (\text{Ec. 3.37}) [4]$$

$$\dot{Q} = \frac{(343 - 293)K}{4.78 \frac{K}{W}} = 10,67 W$$

$$Q = \frac{\dot{Q}}{A}$$

$$Q = \frac{10,67 W}{\pi * (0.1305 \text{ m})^2} = 199,42 \frac{W}{m^2}$$

Finalmente se tiene que el flujo de calor hacia el exterior es de $199,42 \frac{W}{m^2}$ que es un valor bajo y asegura condiciones ideales para el trabajo.

3.2.4.3. Flujo de calor en el portamolde sin aislamiento térmico.

Se realiza un análisis del flujo de calor en el portamolde sin aislamiento térmico para contrastar el flujo en los dos casos.

$$Q_{se} = 2\pi k r_1 r_2 \frac{T_1 - T_2}{r_2 - r_1}$$

$$Q_{se} = 2\pi * 237 \frac{W}{m K} * 0.125 m * 0.1305 m * \frac{65 - 64.8}{0.1305 m - 0.125 m}$$

$$Q_{esfera} = 883,31 W$$

Finalmente se tiene que:

$$\dot{Q} = \frac{Q_{esfera}}{A} \quad (\text{Ec. 3.39}) [4]$$

$$\dot{Q} = \frac{883.31 W}{\pi * (0.1305 m)^2}$$

$$\dot{Q} = 16509.86 \frac{W}{m^2}$$

Como se puede notar, el flujo de calor hacia el exterior que se da en el caso del análisis sin aislamiento térmico de $16509.86 \frac{W}{m^2}$ es mucho mayor que el caso donde se coloca un aislamiento el cual es de $175,96 \frac{W}{m^2}$, por lo que con el aislamiento hay un desperdicio mucho menor de energía, y en consecuencia el sistema se realiza con lana de vidrio y fibra de vidrio para evitar al máximo la disipación de calor al exterior.

3.2.4.4. Tiempo en alcanzar la temperatura deseada en el molde.

Para obtener el tiempo en que el molde alcanza la temperatura deseada, se necesita saber si cumple la condición de sistemas concentrados, por lo que se procede cumpliendo los siguientes pasos:

1) L_c = Longitud Característica

$$L_c = \frac{V}{A} \quad (\text{Ec. 3.40}) [4]$$

$$L_c = \frac{1671945.18 \text{ m}^3}{241797.48 \text{ m}^2}$$

$$L_c = 6.9146 \text{ mm}$$

2) Bi = Número de Biot

$$h_{\text{Aceite Dieléctrico}} = 66,208 \frac{W}{m^2K}$$

$$k = 237 \frac{W}{m \text{ } ^\circ K}$$

$$Bi = \frac{h L_c}{k} \quad (\text{Ec. 3.41}) [4]$$

$$Bi = \frac{66,208 \frac{W}{m^2K} * 0.00691 \text{ m}}{237 \frac{W}{m \text{ } ^\circ K}}$$

$$Bi = 0.002$$

Como $Bi < 0,1$, se determina que es sistema concentrado

3) Exponente “ b ”

$$\rho = 2702 \frac{Kg}{m^3}$$

$$C_p = 903 \frac{J}{Kg K}$$

$$L_c = 0.0069146 m$$

$$b = \frac{h}{\rho \cdot C_p \cdot L_c} \quad (\text{Ec. 3.42}) [4]$$

$$b = \frac{66.208 \frac{W}{m^2 K}}{2702 \frac{Kg}{m^3} * 903 \frac{J}{Kg K} * 0.0069146 m}$$

$$b = 0.004$$

4) Determina el tiempo deseado

Donde:

b = Exponente b = 0.004

$t_t = 65 \text{ }^\circ\text{C}$

$t_\infty = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$t_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

Por lo que el tiempo se determina mediante la ecuación (Ec. 3.43):

$$t = \frac{1}{b} \text{Ln} \left[\frac{t_t - t_\infty}{t_i - t_\infty} \right] \quad (\text{Ec. 3.43}) [4]$$

$$t = \frac{1}{0.004} \text{Ln} \left[\frac{65 - 10}{22 - 10} \right]$$

$$t = 380.0 \text{ seg}$$

$$t = 6:20 \text{ minutos}$$

El tiempo de calentamiento del sistema se da en 6 minutos con 20 segundos por lo que se procede a realizar una comparación mediante software, para lo cual se comienza por identificar los parámetros bajo los cuales la máquina opera como se puede ver en la figura 3.36, y estos parámetros son:

Temperatura: 21 °C

Coefficiente de Convección: $66.2 \frac{W}{m^2K}$ del Aislante

Coefficiente de Convección: $10 \frac{W}{m^2K}$ del Material

Temperatura Final: 47 °C

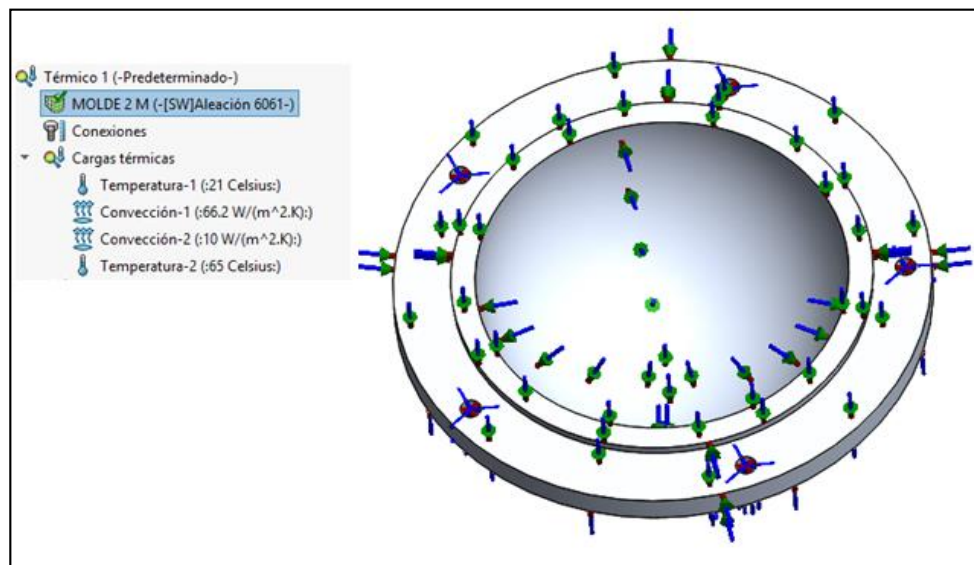


Figura 3.36 Ingreso de cargas térmicas para análisis

(Fuente: Elaborado por el autor)

Después se procede a ejecutar el análisis para conocer el comportamiento de calentamiento del molde, y mediante un mallado muy fino se obtiene los siguientes resultados como se muestra en la figura 3.37

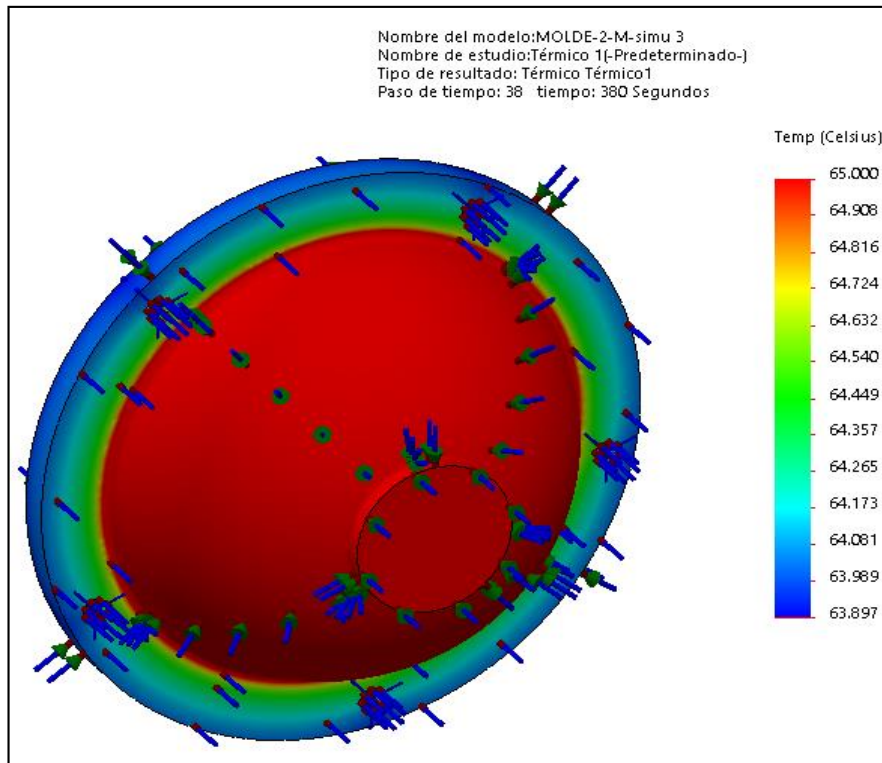


Figura 3.37 Resultados de la simulación térmica del molde

(Fuente: Elaborado por el autor)

Como se pudo ver en la figura 3.38 el calentamiento del molde con las resistencias eléctricas se realiza desde la temperatura ambiente hasta los 65 °C en 380 segundos.

3.2.4.5. Periodo de Enfriamiento

Para obtener el tiempo deseado de enfriamiento del balón se procede de la siguiente manera:

Donde:

- L_c = Longitud Característica
- Volumen = 5203720.98 mm³
- Área de superficie = 145220.12 mm²

$$L_c = \frac{V}{A} = \frac{5203720.98 \text{ mm}^3}{145220.12 \text{ mm}^2} = 35.83 \text{ mm}$$

A continuación se procede a determinar “b”.

- $b = \text{Exponente}$
- $h_{\text{Agua}} = 3150 \frac{W}{m^2 K}$
- $\rho_{\text{Poliuretano}} = 1225.2 \frac{Kg}{m^3}$
- $C_p = \text{Calor Específico} = 1758.456 \frac{J}{Kg K}$
- $L_c = \text{Longitud Característica} = 0.03583 m$

Por lo que:

$$b = \frac{h}{\rho \cdot C_p \cdot L_c} \quad (\text{Ec. 3.42}) [4]$$

$$b = \frac{3150 \frac{W}{m^2 K}}{1225.2 \frac{Kg}{m^3} * 1758.456 \frac{J}{Kg K} * 0.03583 m}$$

$$b = 0.041$$

Finalmente se determina el tiempo deseado mediante la ecuación (Ec. 3.43)

Donde:

- $b = \text{Exponente } b = 0.041$
- $t_t = 55 C$
- $t_\infty = 13 C$
- $t_i = 30 C$

$$t = \frac{1}{b} \text{Ln} \left[\frac{t_t - t_\infty}{t_i - t_\infty} \right] \quad (\text{Ec. 3.43}) [4]$$

$$t = \frac{1}{0.041} \text{Ln} \left[\frac{55 - 13}{30 - 13} \right] = 22.05 \text{ se}$$

$$t = 22.05 \text{ Segundos} = 22 \text{ Segundos.}$$

Se debe tener presente que el periodo de enfriamiento se da de la siguiente manera como se indica en la figura 3.38:

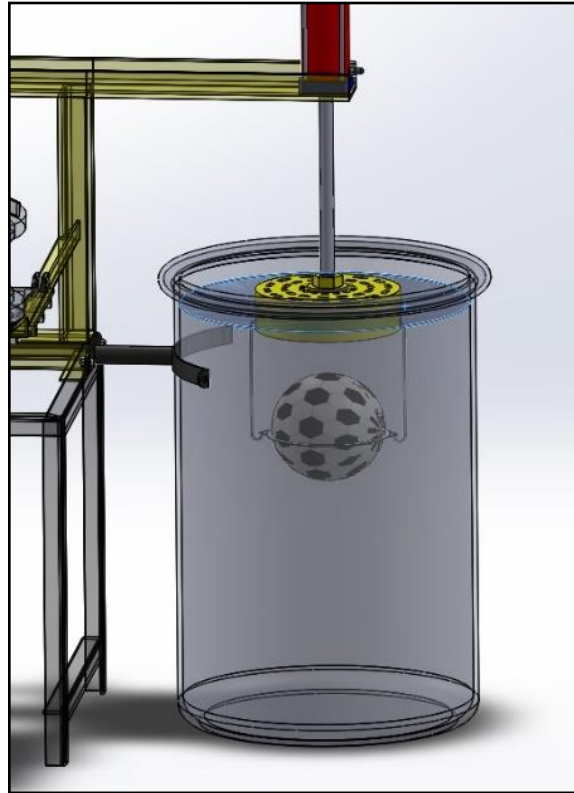


Figura 3.38 Balón sumergido dentro del tanque con agua
(Fuente: Elaborado por el autor)

- Enfriamiento en un envase plástico de agua, que abarca cerca de $201945502.76 \text{ mm}^3$.
- El material a enfriar cubre un volumen de 559534.41 mm^3 .
- El agua usada para enfriar se encontraría en una temperatura de 13°C .
- El Material a enfriar (Balón), tendría una temperatura de 55°C .
- La temperatura final que debería tener el balón, al salir del envase de agua debería ser de 35°C .
- Temperatura final útil del agua es de 30°C .
- Tiempo del balón ubicado en el envase de agua es de 22 segundos.

Por lo que:

Por razonamiento se tiene que en 22 segundos, bajaría su temperatura de 55°C a 30°C, lo que es igual a 25°C.

Teniendo presente que se origina una razón de:

$$\frac{V_{Balón}}{V_{Agua}} = \frac{559534.41 \text{ mm}^3}{201945502.76 \text{ mm}^3} = 0.002771$$

Por lo que se tiene previsto que por cada balón introducido en el tanque, el agua aumentara en:

$$0.002771 * 25^\circ\text{C} = 0.0693^\circ\text{C}$$

Se debe indicar que el agua inicia con una Temperatura de 13°C, hasta alcanzar los 30°C que es la temperatura máxima que podría ser útil, lo que hace una diferencia de 17°C. Por lo que el agua alcanzaría a disminuir la temperatura de:

$$\frac{T_{Agua}}{T_{Balón}} = \frac{17^\circ\text{C}}{0.0693^\circ\text{C}} = 324.16 \approx 245 \text{ Balones}$$

Análisis de Fuerzas.

Se debe tener presente que la fuerza de empuje que se genera por el agua y el balón se da de la siguiente manera:

- Densidad del agua: $1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$
- Densidad del material a enfriar: PVC sintético: $1400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$
- Enfriamiento en un envase plástico de agua, que abarca cerca de $201945502.76 \text{ mm}^3 = 0.202 \text{ m}^3$.
- El material a enfriar cubre un volumen de $559534.41 \text{ mm}^3 = 0.0005595 \text{ m}^3$.

Por lo que el agua va a tener una carga de empuje de:

$$m = \rho * V \quad (\text{Ec. 3.43}) [4]$$

$$\rho * V = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.202 \text{ m}^3$$

$$m = 202 \text{ Kg}$$

Carga del material es de:

$$\rho * V = 1400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.000423 \text{ m}^3$$

$$m = 0,593 \text{ Kg}$$

Una vez definidas las fuerzas se tiene que, la fuerza o carga originada por el agua es mayor a la establecida por el balón, por lo que se da por aceptable las fuerzas originadas.

$$F_{\text{Agua}} > F_{\text{Balón}}$$

$$202 \text{ Kg} > 0,593 \text{ Kg}$$

3.2.5. Diseño del sistema eléctrico y de control

El sistema eléctrico de la máquina moldeadora de balones es muy importante debido a que este es el encargado de varias operaciones como: energizar las resistencias eléctricas que son las que calientan cada una de las cuatro tapas de los moldes y portamoldes. Los pirómetros que son los que controlan el encendido y apagado de las resistencias eléctricas para lograr la temperatura de moldeo a la que se establece la máquina. Las electroválvulas que son las encargadas de permitir el flujo de aire desde el compresor a los balones para el ingreso de la presión de moldeo. El PLC es el corazón de la máquina el cual controla los tiempos de inflado, de cocinado, de accionamiento del pistón para el enfriamiento del balón. El sistema de control de funciona a 24 voltios que es el voltaje característico de los PLC, el cual cuenta con varias entradas y salidas que controlan el sistema automático como se muestra en la figura 3.39. Los componentes que se controlan son: las electroválvulas, los sensores inductivos, finales de carrera, y las luces piloto. El enfriamiento se da en dos formas, la primera es cuando baja el vástago del pistón para sumergir el balón dentro del agua, aquí se genera el enfriamiento del balón en el tanque de agua. Después de haber transcurrido el tiempo seteado, el pistón regresa a su posición inicial.

Diagrama de Control del PLC:

La conexión eléctrica del PLC consta de puertos de entrada y salida, los cuales se detallan en la figura 3.39, y 3.40 respectivamente.

Entradas del PLC

- S1= Selector auto manual
- S2= Final de carrera prensa 1
- S3= Sensor inductivo prensa 1
- S4= Final de carrera prensa 2
- S5= Sensor inductivo prensa 2
- H6= Alarma
- Q5= Pulsador aire manual
- Q6=Pulsador enfriamiento

Salidas del PLC

- K5= Bobina aire prensa 1
- K6= Bobina aire prensa 2
- V1= Electroválvula 4-2
- V2= Electroválvula 4-2
- H1= Piloto 1
- H2= Piloto 2
- V3= Electroválvula baja
- V4= Electroválvula sube

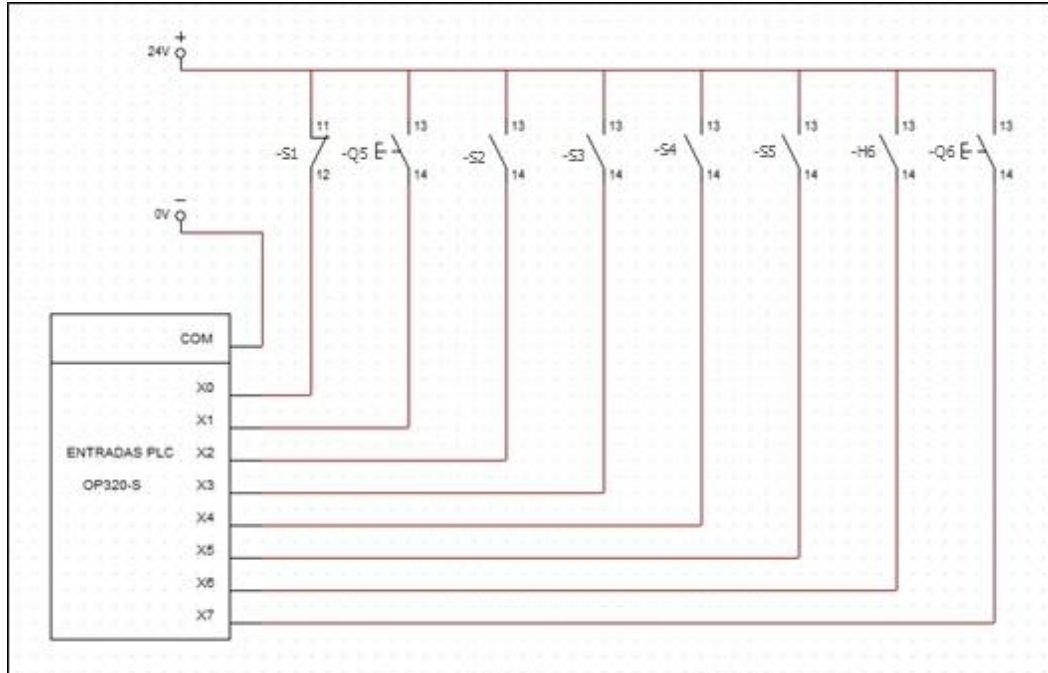


Figura 3.39. Diagrama eléctrico las entradas del PLC

(Fuente: Elaborado por el autor)

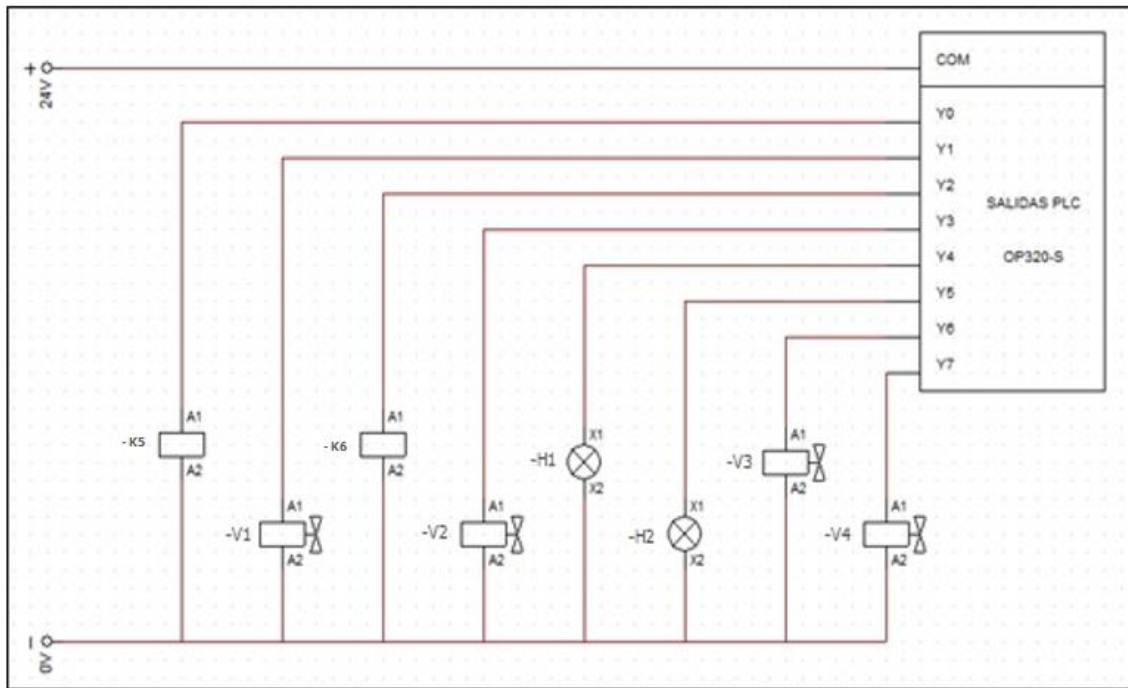


Figura 3.40. Diagrama eléctrico de salidas del PLC

(Fuente: Elaborado por el autor)

Diagrama de control de calentamiento de resistencias eléctricas:

El Calentamiento de las resistencias eléctricas se lo realiza por medio de pirómetros independientes para cada molde, y a su vez cada tapa del mismo contiene una termocupla la cual mide la temperatura interna y envía la señal al pirómetro para encender las o desconectar las resistencias cual sea el caso. En la figura 3.41 se puede observar el diagrama de control de las temperaturas

Elementos necesarios para realizar el circuito de mando para el calentamiento de las resistencias:

- St1, St2 = Selectores
- T1, T2, T3, T4 = Termocupla tipo “K”
- K1, K2, K3, K4 = Pirómetros de control.

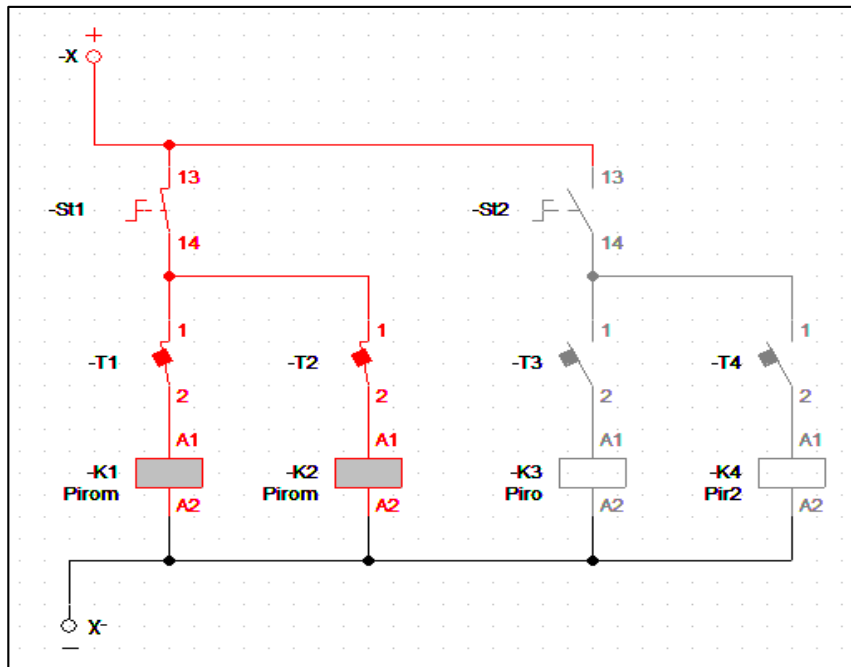


Figura 3.41. Diagrama de control de calentamiento.
(Fuente: Elaborado por el autor)

Diagrama de Potencia

El accionamiento de los componentes del sistema eléctrico de potencia se los alimenta con un voltaje de 220v en función trifásica, esto para aprovechar la energía entrante de la fábrica. En la figura 3,42 se puede observar el diagrama de potencia del circuito eléctrico, en donde primer puesto de calentamiento se encuentra activado y el segundo desactivado, este es un ejemplo del funcionamiento de la maquina donde automáticamente se prende cada resistencia hasta llegar la temperatura de funcionamiento, y una vez alcanzada esta temperatura, el pirómetro desactiva el paso de energía a la resistencia por medio de un Contactor, como se observa en el segundo puesto de calentamiento de la máquina.

Elementos necesarios para realizar el circuito de potencia.

- S1: Breaker Trifásico
- S2, y S3: Breaker bifásico
- K1, K2, K3, K4: Contactores
- R1, R2, R3, R4: Resistencias Eléctricas

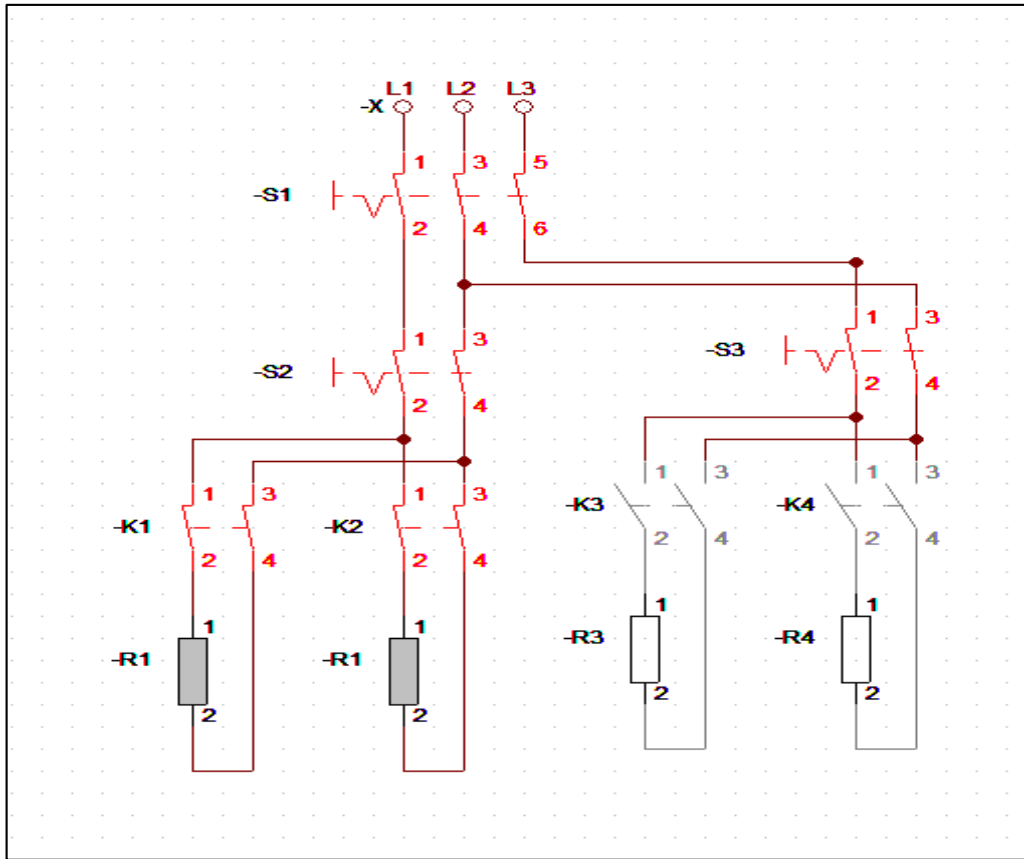


Figura 3.42. Circuito de potencia con una prensa activada y otra desactivada.

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.3.Presupuesto

El presupuesto para la fabricación de la máquina moldeadora de balones consta de diferentes secciones siendo cada una muy importante debido a que esto detalla el costo del proyecto y ayuda al investigador a estar al tanto en qué punto se puede optimizar dichos gastos. El costo de la maquina se divide en seis secciones las cuales son:

- Sistema de calentamiento
- Estructura del sistema
- Sistema Neumático
- Sistema Eléctrico
- Mano de obra
- Costo de maquinaria y herramientas

3.3.1. Costo de materiales

3.3.1.1. Sistema de Calentamiento

Tabla 3.12 Costo de elementos del sistema de calentamiento

Sistema Calentamiento				
Elementos	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo Final \$
Resistencias Eléctricas tubulares 2,5 kW	U	4	\$ 200,00	\$ 800,00
Aceite Dieléctrico "Nytro 11 GBX-US"	Litro	6	\$ 60,00	\$ 360,00
Porta moldes	U	4	\$ 150,00	\$ 600,00
Moldes	U	2	\$ 300,00	\$ 600,00
Aislamiento Térmico	U	4	\$ 50,00	\$ 200,00
Empaques "Papel victoria"	metros	2	\$ 9,00	\$ 18,00
Aislante Sikaflex	U	2	\$ 12,00	\$ 24,00
			Subtotal	\$ 2.602,00

(Fuente: Elaborado por el autor)

Tabla 3.13 Estructura del sistema de calentamiento

Sistema Calentamiento				
Estructura del sistema de calentamiento				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo Final \$
Placa (350X80X10 mm) ASTM A36	U	2	\$ 8,70	\$ 17,40
Placa (380X477X8 mm) ASTM A36	U	2	\$ 17,28	\$ 34,56
Bocín (1,5"X 1") 106mm ASTM A36	U	2	\$ 3,75	\$ 7,50
Eje (3/4") ASTM 1045	U	2	\$ 2,91	\$ 5,82
			Subtotal	\$ 65,28

(Fuente: Elaborado por el autor)

Tabla 3.14 Elementos extras del sistema de calentamiento

Otros				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo Final \$
Tinera	Litro	4	1,20	4,80
Pintura de Fondo	Litro	1	4,50	4,50
Pintura anticorrosiva	Litro	1	4,50	4,50
			Subtotal	\$ 13,80

(Fuente: Elaborado por el autor)

Tabla 3.15 Costo total del sistema de calentamiento

COSTO TOTAL SISTEMA DE CALENTAMIENTO	
Elementos	\$ 2.602,00
Estructura del sistema	\$ 65,28
Otros	\$ 13,8
Subtotal 1	\$ 2.681,08

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.3.1.2.Estructura

Tabla 3.16 Costo de la estructura de la máquina

Estructura				
Elemento	Unidad	Cantidad	V. unitario \$	Costo Final \$
Perfil UPN 120 ASTM A36	metros	5	\$ 17,65	\$ 88,25
Ángulo (50X50X5 mm) ASTM A36	U	2	\$ 4,38	\$ 8,76
Ángulo (38X38X6 mm) ASTM A37	metros	11	\$ 8,43	\$ 92,73
Placas (200X64X8mm) ASTM A36	U	2	\$ 1,60	\$ 3,20
Placa (50X50X5 mm) ASTM A36	U	2	\$ 0,98	\$ 1,96
Bocín (1,5"X 1") 106mm ASTM A36	U	2	\$ 3,75	\$ 7,50
Eje (4"X40mm) ASTM 1045	U	2	\$ 5,70	\$ 11,40
Eje (1"X590mm) ASTM 1045	U	2	\$ 4,50	\$ 9,00
Eje (7/8"X500mm) ASTM 1045	U	1	\$ 9,80	\$ 9,80
Tuercas hexagonales (1")	U	4	\$ 0,45	\$ 1,80
Rodamientos 51306	U	14	\$ 2,40	\$ 33,60
Pintura anticorrosiva amarilla	litros	1	\$ 12,50	\$ 12,50
			Subtotal 2	\$ 280,50

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.3.1.3.Sistema Neumático

Tabla 3.17 Costo del sistema neumático

Sistema Neumático				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Costo Final \$
Pistón Neumático 37 cm de carrera	U	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Electro válvula de simple efecto 1/4"	U	2	\$ 22,00	\$ 44,00
Electro válvula de doble efecto 1/4"	U	1	\$ 90,00	\$ 90,00
Manguera de diámetro de 6mm	metros	12	\$ 1,28	\$ 15,36
Manguera espiral de 1/4"	U	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Acoples rápidos de 1/4" a 6mm	U	9	\$ 0,75	\$ 6,75
Silenciadores neumáticos	U	6	\$ 0,75	\$ 4,50
Unidad de mantenimiento neumática	U	1	\$ 35,00	\$ 35,00
Infladores de balones	U	2	\$ 15,00	\$ 30,00
Acoples para sujeción neumática	U	4	\$ 1,00	\$ 4,00
Reguladores de caudal para pistón	U	2	\$ 24,84	\$ 49,68
			Subtotal 3	\$ 489,29

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.3.1.4.Sistema eléctrico

Tabla 3.18 Costo del sistema eléctrico

Sistema Eléctrico				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo Final \$
Pirómetros + termocupla	U	4	110,50	442,00
Pulsador NC 22 mm CAMSCO	U	2	1,73	3,46
Pulsador NA 22 mm CAMSCO	U	4	1,73	6,92
Final de carrera inductivo	U	4	28,10	112,40
Contactador GMC 220 V/40A	U	4	16,35	65,4
Luz Piloto AD16-22D/S110-220 V	U	2	1,58	3,16
Caja metálica 600×400×200 mm	U	1	145,00	145,00
Cable flexible calibre 14 AWG INCABLE	metro	8	0,28	2,24
Cable sucre 2×18	metro	20	2,25	45,00
Riel	metro	0,1	2,41	0,24
Relay térmico LG GTK-22 9-13A	U	4	26,93	107,72
Breaker para riel C60N 3P 16A CAMSCO	U	4	13,61	54,44
			Subtotal 4	\$ 785,26

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.3.2. Mano de obra

El costo de mano de obra se calcula en base al número de horas empleadas en la construcción de la máquina, en base a las tablas de salarios mínimos sectoriales del 2017 (Ver Anexo F1), de la comisión sectorial N° 8 de metalmecánica se calculará el costo de mano de hora en base a las horas trabajadas.

Tabla 3.19 Costo de mano de obra para la máquina

Costo de mano de obra			
Operarios	Horas de trabajo	Costo por hora \$	Sub total \$
Metal mecánico	150	\$ 3,00	\$ 450
Ayudante 1	150	\$ 2,00	\$ 300
Ayudante 2	150	\$ 2,00	\$ 300
Programador de Control	50	\$ 5,00	\$ 250
Eléctrico	50	\$ 5,00	\$ 250
Subtotal 5			\$ 1550

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.3.3. Maquinaria y Herramientas

Tabla 3.20. Costo del uso de maquinaria y herramientas

Uso de maquinaria y herramientas			
MÁQUINAS	Horas de trabajo	Costo por hora \$	Sub total \$
Soldadora	15	\$ 5,00	\$ 75,00
Fresadora	16	\$ 18,00	\$ 288,00
Taladro de pedestal	10	\$ 5,00	\$ 50,00
Torno Revolver	6	\$ 10,00	\$ 60,00
Amoladora	50	\$ 2,00	\$ 100,00
Herramientas	10	\$ 2,00	\$ 20,00
Subtotal 6			\$ 593

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.3.4. Costo total máquina

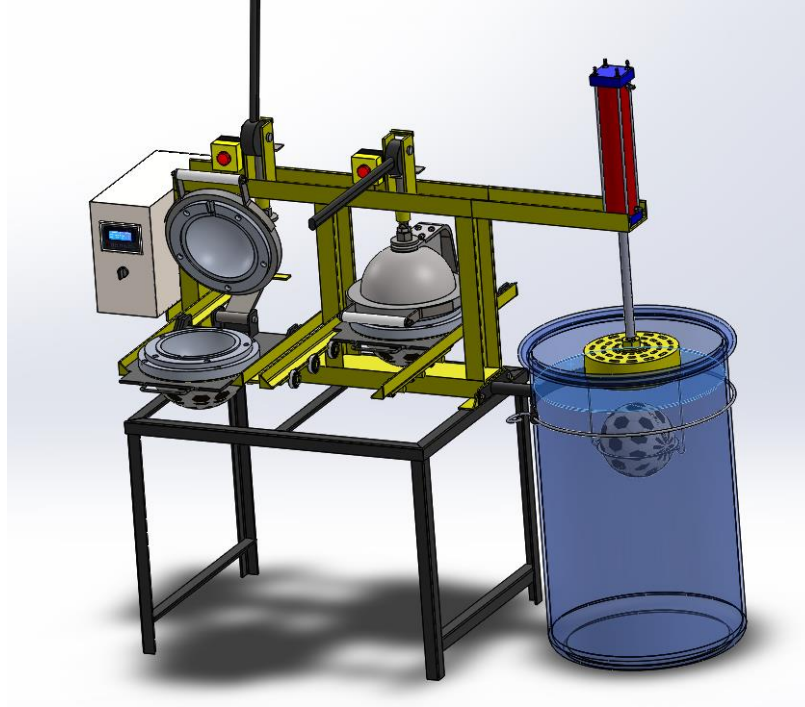
Tabla 3.21 Costo total de la máquina moldeadora de balones

COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA		
Subtotal 1	Sistema de calentamiento	\$ 2.681,08
Subtotal 2	Estructura del sistema	\$ 280,50
Subtotal 3	Sistema neumático	\$ 489,29
Subtotal 4	Sistema eléctrico	\$ 785,26
Subtotal 5	Costo de mano de obra	\$ 1550,00
Subtotal 6	Costo de maquinaria y herramientas	\$ 593,00
COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA		\$ 6379,13

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.4. Especificaciones técnicas

Características generales



Capacidad:	Presión que soporta el sistema es 78 psi.
Tamaño de balón:	Balón terminado #5.
Temperatura de trabajo:	65 °C
Temperatura máxima de operación :	71 °C
Periodo de Enfriamiento:	22 segundos

Sistema de Neumático

Pistón	Carrera	400 mm.
	Diámetro	200 mm

Sistema eléctrico:

Elementos Eléctricos	Alimentación:	Trifásica-220 V
Resistencias Eléctricas	Ni - Cr (80%-20%)	Diámetro: 3/8"
PLC	Alimentación:	24 V
	Puertos: pantalla	8 in – 6 out. Monocromática de 4 plg.

(Fuente: Elaborado por el autor)

3.4.1. Manual de operación y mantenimiento de la máquina

Manual de Funcionamiento

Se debe tener presente que la Máquina Moldeadora de Balones, se debe encender y esperar a que su calentamiento llegue a 65°C iniciando desde la temperatura ambiente similar a los 13°C, teniendo presente que llegara a dicha temperatura en alrededor de 6:20 minutos. Después del planchado, el balón se debe ubicar en el tanque con agua fría por 22 segundos, donde llega a una temperatura aproximada de 30 °C.

Requerimientos de instalación

- La máquina debe estar ubicada bajo sombra en un lugar amplio dentro del taller.
- El lugar donde se ubique la máquina moldeadora debe cumplir las siguientes condiciones: **a)** Debe contar con una conexión trifásica 220V, y **b)** El área de trabajo debe estar bajo una atmosfera medianamente limpia para no manchar los balones producidos

Precaución Mecánica:

- Se debe retirar completamente la presión del balón después del calentamiento para evitar dañar a los moldes y portamoldes.
- No introducir las manos en el molde al momento de cerrar
- Revisar el ajuste que tiene la palanca excéntrica sobre el portamoldes antes de comenzar a trabajar, esto para poder asegurar el correcto moldeo del balón.

Precaución Térmica:

- Según la norma UNE-EN 60204-1, la duración de contacto entre la piel y un metal que se encuentra a 65°C se admite que no existe un riesgo de quemadura por contacto involuntario máximo de 2 a 3 segundos; y debajo de esta temperatura no es necesario medidas preventivas para riesgos por quemaduras. [1]

- Evitar contacto directo con los moldes debido a la temperatura a la que se encuentran en operación.
- Usar impermeable para evitar mojarse al momento de sumergir el balón en el tanque de enfriamiento

Precaución eléctrica:

- Electricidad trifásica a 220 voltios, ver el Anexo H.
- No se debe manipular los circuitos eléctricos de la máquina moldeadora con manos mojadas debido a que se pueden producir cortes eléctricos.
- Evitar la manipulación de sustancias líquidas cerca de la caja de control de la máquina moldeadora de balones
- No tener contacto con los terminales de las resistencias térmicas

Manual de Mantenimiento

La máquina debe seguir condiciones necesarias de mantenimiento para su operación continua:

- Se debe tener en cuenta la limpieza diaria de la máquina.
- Debe de revisarse diariamente los rodamientos que se encuentren en buen estado.
- Se debe revisar las condiciones del sistema eléctrico.
- Se debe cambiar el agua del tanque cada 245 balones, según lo especificado en la sección de enfriamiento del apartado 3.2.4.4.

En el Anexo G1. Se indica un cronograma de actividades de mantenimiento como: limpieza, inspección, y mantenimiento que se debe realizar en la máquina moldeadora de balones de fútbol para conservar al máximo su vida útil.

3.5.Evaluación de desempeño de la máquina

Una vez diseñados, contruidos, y ensamblados todos los componentes que conforman la máquina moldeadora de balones de fútbol en el taller artesanal Top Ballon, Se procede a

evaluar el desempeño y funcionalidad de la máquina en el proceso de producción, para verificar si el proyecto cumple con los requerimientos necesarios de fabricación. Este proyecto se realizó mediante la ejecución, y siguiendo los estándares de transferencia de calor y diseño mecánico. Para lo cual en la tabla 3.23 se muestra las pruebas de moldeo con la máquina de 25 balones (Ver Anexo B2), que es la misma cantidad de balones analizados en la sección 3.2 para la selección de parámetros bajo los cuales se diseñó este proyecto mediante la ecuación (Ec 2.2) para el cálculo de la muestra de los balones a realizar las pruebas.

Mediante las pruebas de moldeo realizadas en los balones con la máquina moldeadora (Ver Anexo B2), al cambiar las variables, se obtuvo rangos permisibles para un moldeo óptimo, estos rangos nos sirven para determinar los valores críticos bajo los cuales la máquina puede trabajar y producir Balones aceptables, estos rangos se muestran en la tabla 3.22.

Tabla 3.22. Parámetros de presión, temperatura y tiempo admisible de moldeo.

Parámetros de Presión, Temperatura, y Tiempo de moldeo manual de balones de fútbol #5	
Parámetro.	rango de medidas
Presión	64 - 78 Psi.
Temperatura	55 - 70
Tiempo admisible a $T_{(cte.)}$ y $P_{(cte.)}$	25 - 90

(Fuente: Elaborado por el autor)

Al probar la máquina en producción y analizar los rangos permisibles de moldeo, se obtuvo rangos límites con los cuales se pueden ver en la tabla 3.22 para poder obtener un buen producto. Sin embargo, para el funcionamiento de la máquina se debe establecer un valor fijo, por lo cual la máquina se calibra en función de la prueba “Número 22”, debido a que esta prueba presentó excelentes resultados por su brillo, conservación del repujado, y no se genera ninguna línea de cierre. A continuación se presenta los datos de calibración para la maquina moldeadora.

- Presión: 70 Psi

- Temperatura: 65°C
- Tiempo: 40 segundos.

En la tabla 3.23 se presentan los resultados de moldeo del Anexo B2 de forma resumida e indicando los balones aprobados y los rechazados

Tabla 3.23 Resultados de moldeo con la máquina moldeadora

RESULTADOS DE MOLDEADO EN MÁQUINA				
	Presión (PSI)	Tiempo (SEGUNDOS)	Temperatura (°C)	Aprobado
Prueba 1	78	25	70	SI
Prueba 2	75	25	70	SI
Prueba 3	70	25	70	SI
Prueba 4	65	25	70	NO
Prueba 5	60	25	70	NO
Prueba 6	55	25	70	NO
Prueba 7	50	50	70	NO
Prueba 8	65	35	68	SI
Prueba 9	65	35	65	SI
Prueba 10	65	35	62	NO
Prueba 11	45	35	60	NO
Prueba 12	45	35	55	NO
Prueba 13	45	40	65	NO
Prueba 14	45	50	65	NO
Prueba 15	65	55	65	SI
Prueba 16	65	60	65	SI
Prueba 17	65	65	65	SI
Prueba 18	65	70	65	SI
Prueba 19	65	75	65	SI
Prueba 20	65	80	65	SI
Prueba 21	55	90	55	SI
Prueba 22	70	40	65	SI
Prueba 23	68	40	66	SI
Prueba 24	66	40	65	SI
Prueba 25	74	40	65	SI

(Fuente: Elaborado por el autor)

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Mediante las pruebas de moldeado con la máquina, se logró determinar los parámetros ideales que son: Presión: (64 – 78) Psi, Temperatura: (55 – 70) °C, Tiempo: (25 – 90) segundos, donde el balón presenta buenas características. La capacidad de la máquina moldeadora es la de elaborar 2 balones, debido a que contiene 2 puestos de trabajo, y el tiempo que toma obtener los dos balones terminados es alrededor de (4:00 - 4:30) minutos aproximadamente a diferencia del proceso manual que toma alrededor de (10:00 - 11:00) minutos en terminar el proceso de moldeado. Por lo cual se determinó que hubo una reducción de tiempo en alrededor de 6:30 minutos con la implementación de la máquina.
- El calentamiento del conjunto de cada puesto de trabajo se basa en un sistema transitorio en donde los moldes llegan a la temperatura establecida de 65°C, desde la temperatura ambiente en aproximadamente 6:20 minutos como se describe en el apartado 3.2.4. Después de esto, el conjunto del puesto de trabajo cambia a ser un sistema estable, donde la variación de la temperatura es mínima como se ve en el análisis de la figura 3.37. Para reducir la disipación de calor en los portamoldes hacia el exterior se colocó un aislante térmico en el contorno de cada una de las tapas, lo que provocó que el flujo de calor pueda disminuir de $16509.86 \frac{W}{m^2}$, a $175,96 \frac{W}{m^2}$, como se muestra en el apartado 3.2.4.2. Este calor que se conserva en el sistema conlleva a que las resistencias eléctricas estén en un mayor tiempo apagadas, después de alcanzar la temperatura deseada, logrando un ahorro en el consumo eléctrico de la máquina.
- El diseño de los elementos mecánicos se realizó mediante la teoría de diseño estático de Von Mises, mientras que para el calentamiento y enfriamiento se utilizó la teoría

de transferencia de calor en sistemas transitorios. Los portamoldes se construyeron en aluminio debido a que es un metal resistente, de costo moderado y principalmente de peso relativamente bajo ($\rho = 2702 \text{ Kg}/\text{m}^3$) en relación al acero ($\rho = 7850 \text{ Kg}/\text{m}^3$), lo que facilita la maniobrabilidad en el desplazamiento del conjunto, y en apertura de las tapas para el cambio de balón. La construcción de los componentes de la máquina se llevaron a través de procedimientos de fabricación, con materiales de fácil adquisición, existentes en el mercado local, los mismos que son acero ASTM A36 para los perfiles estructurales de la máquina, y AISI 4340 para los ejes. Estos materiales cumplieron con los requerimientos de factor de seguridad seleccionado para los componentes de la máquina ($\eta \geq 1.5$).

- En las pruebas de moldeo se obtuvo buenos resultados en casos donde la temperatura y la presión cambiaron notablemente como se puede ver en la prueba N° 21 de la tabla 3.23 del proceso de moldeo con máquina, donde se ingresó una presión de 55 Psi, a una temperatura de 55 °C y se calentó por 90 segundos, sin peligro que del balón se quemara o pierda sus características. Por lo que se deduce que la presión y la temperatura son inversamente proporcionales al tiempo de calentamiento en el proceso de moldeo.

4.2.Recomendaciones

- Al momento de realizar la selección de alternativas para el diseño y construcción de la máquina se debe verificar previamente la disponibilidad de materiales necesarios para la fabricación de los elementos del mecanismo en el mercado local, así como los elementos para el sistema eléctrico y de control.
- La máquina moldeadora de balones de fútbol fue diseñada de la forma más sencilla posible de operar. Sin embargo esta contiene sistemas mecánicos y de control, por lo que se recomienda capacitar al personal encargado de operar la máquina moldeadora de balones, sobre el uso y mantenimiento de la misma.

- Durante el proceso productivo de la máquina moldeadora de balones, se recomienda seguir el cronograma de mantenimiento para conservar al máximo la vida útil de los elementos de la máquina y garantizar el correcto funcionamiento de la misma
- Utilizar equipos de protección personal durante el funcionamiento de la máquina, debido a que si el operario está expuesto a un tiempo prolongado de cambios de temperatura, se podría generar lesiones.
- Una vez terminado el proceso de calentamiento del balón dentro del molde se debe retirar completamente la presión interna para poder retirar el balón, y así evitar daños al sistema y accidentes laborales.
- El cuero sintético (PVC) está en contacto continuo con pegamento en el momento del ensamble por lo que pueden llegar balones con presencia de pegamento en su superficie, y estos a su vez pueden manchar a los moldes de la máquina por lo que se recomienda revisar constantemente la superficie del molde y limpiarla en caso de estar sucia, esto para evitar perjudicar los balones a moldear.

Material De Referencia

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Higiene del Trabajo, "Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo", Noviembre 2011. [En línea]. Available: <http://www.insht.es>. [Último acceso: 2017 07 01].
- [2] E. Arcos, Análisis de la Transferencia de calor en un conductor eléctrico usando métodos asintóticos, México D.F., 2007.
- [3] G. Fragoso y E. Prieto, Diseño y construcción de una máquina vulcanizadora de caucho automatizada, Bogota, 2009.
- [4] D. Centeno, Diseño y fabricación de un molde de termoformado utilizando herramientas CAD/CAE/CAM, Sartenejas, 2002.
- [5] Y. A. Cengel, "Sistema transitorio", de Transferencia de calor y masa fundamentos y aplicaciones, Cuarta Edición ed., México D. F., Mc. Graw Hill, 2011, p. 161; 228; 229; 242.
- [6] F. Kreith, Principios de Transferencia de Calor, Séptima Edición ed., Mexico: cengage Learning, 2012.
- [7] NYNAS, Nynas AB, 30 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.nynas.com>. [Último acceso: 19 Enero 2017].

- [8] J. A. Creus, Calor, de Tratado Práctico de Refrigeración Automática, barcelona, Marcombo, 1998, pp. 1 - 3.
- [9] R. L. Mott, Aceros Estructurales, de Diseño De Elementos De Maquinas, Mexico, Pearson, 2006, p. 54.
- [10] Q. Vivente, lecciones de cálculo de probabilidades, Madrid: Días de Santos S.A., 1988.
- [11] L. S. George Dieter, Weighted Decision Matrix, de Engineering Desing, Fourth Edition ed., New York: Mc. Graw Hill, 2009, pp. 283, 284.
- [12] R. G. Budynas y J. K. Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Octava ed., México D.F.: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2008, pp. 85-86.
- [13] J. McCormac y S. Csernak, Diseño de Estructuras de Acero, México, D.f: Alfaomega, 2012.
- [14] Persan, "Pistones Persann", 11 25 2014. [En línea]. Available: http://www.pistonespersan.com.ar/PERSAN_CatalogoCompleto_Oct16.pdf. [Último acceso: 2017 06 25].
- [15] S. Kalpakjian y S. R. Schmid, Manufactura, ingeniería y tecnología, Quinta ed., México D.F.: Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2008, pp. 448-449.
- [16] F. P. Beer, E. R. Johnston, J. T. DoWolf y D. F. Mazurek, Mecánica de materiales, Quinta ed., México D.F.: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2010, pp. 216-218.

- [17] M. P. Groover, Fundamentos de manufactura moderna: materiales procesos y sistemas, Tercera ed., México D.F.: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2007, pp. 474-476.
- [18] D. Wirz, "Nuevos Refrigerantes en la Refrigeracion Comercial", de Refrigeracion Comercial para Técnicos de aire acondicionado, Madrid, Paraninfo, 2008, pp. 6 - 10.
- [19] McCormac, Diseño de Estructuras de Acero, Mexico D.F.: Alfaomega, 2012.
- [20] R. Budynas y K. Nisbett, Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, México D.F.: McGraw-Hill, 2008.
- [21] DIPAC, Catálogo de acero, DIPAC Manta Cia. Ltda., p. 29.

ANEXOS

ANEXO A:

Características de perfiles estructurales

ANEXO A1. Detalles de perfil UPN



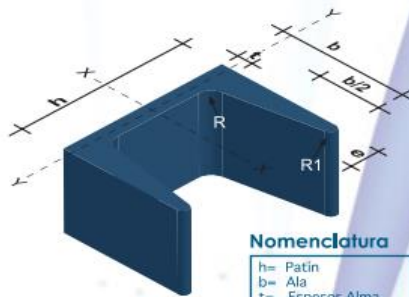
PERFILES LAMINADOS UPN



Especificaciones Generales

Calidad: ASTM A 36 / ENS 235 JR / EN10025
 ASTM A 572 / ENS 275 JR / EN10025
Otras calidades: Previa consulta
Largo normal: 6,00mts y 12,00mts
Otros largos: Previa consulta
Acabado: Natural
Otro acabado: Previa Consulta

VIGAS



Nomenclatura

h= Patín
 b= Ala
 t= Espesor Ala
 e= Espesor Alma
 R= Radio Giro Ala
 R1= Radio Giro Ala

Propiedades Mecánicas			
Resistencia Mecánica		Punto Fluencia	
Kg/mm ²	Mpa	Kg/mm ²	Mpa
37 - 52	370 - 520	24	235






Denominación	Dimensiones						Propiedades					
	h	b	t	e	R	R1	Área Sección cm ²	Pesos kg/mts	Inercia (cm ⁴)		Módulo Resistencia (cm ³) Sección	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm			Eje X-X	Eje Y-Y	Eje X-X	Eje Y-Y
UPN 80	80	45	6,00	8,00	8,00	4,00	1,10	8,64	106,00	19,40	26,50	6,36
UPN 100	100	50	6,00	8,50	8,50	4,50	13,50	10,60	206,00	29,30	41,20	8,40
UPN 120	120	55	7,00	9,00	9,00	4,50	17,00	13,40	364,00	43,20	60,70	11,10
UPN 140	140	60	7,00	10,00	10,00	5,00	20,40	16,00	605,00	62,70	86,40	14,80
UPN 160	160	65	7,50	10,50	10,50	5,50	24,00	18,80	905,00	85,30	116,00	18,30
UPN 180	180	70	8,00	11,00	11,00	5,50	28,00	22,00	1350,00	114,00	150,00	22,40
UPN 200	200	75	8,50	11,50	11,50	6,00	32,20	25,30	1910,00	148,00	191,00	27,00
UPN 220	220	80	9,00	12,50	12,50	6,50	37,40	29,40	2690,00	197,00	245,00	33,60
UPN 240	240	85	9,50	13,00	13,00	6,50	42,30	33,20	3600,00	248,00	300,00	39,60
UPN 260	260	90	10,00	14,00	14,00	7,00	48,30	37,90	4820,00	317,00	371,00	47,70
UPN 300	300	100	10,00	16,00	16,00	8,00	58,80	46,20	8030,00	495,00	535,00	67,80

UPN

Páginas de notaciones 205-209 / Notations pages 205-209 / Pagine di annotazioni 205-209

Denominación Designation Designazione	Propiedades del perfil / Section properties / Proprietà geometriche del profilo														Classification EN 1993-1-1: 2005				EN 10025-2:2004	EN 10025-4: 2004	EN 10225:2001	
	eje fuerte y-y strong axis y-y asse forte y-y						eje débil z-z weak axis z-z asse debole z-z				Pure bending y-y		Pure compression									
	G kg/m	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{pl,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³	i _y mm x10	A _e mm ² x10 ²	I _z mm ⁴ x10 ⁴	W _{pl,z} mm ³ x10 ³	W _{pl,z} mm ³ x10 ³	i _z mm x10	s _x mm	I _t mm ⁴ x10 ⁴	I _w mm ⁶ x10 ⁹	y _s mm x10	y _m mm x10	S235	S355	S235				S355
UPN 50	5,59	26,4	10,6	13,1	1,92	2,77	9,12	3,75	6,78	1,13	16,7	1,12	0,03	1,37	2,47	1	1	1	1	✓		
UPN 65	7,09	57,5	17,7	21,7	2,52	3,68	14,1	5,07	9,38	1,25	18,0	1,61	0,08	1,42	2,60	1	1	1	1	✓		
UPN 80	8,64	106	26,5	32,3	3,10	4,90	19,4	6,36	11,9	1,33	19,4	2,20	0,18	1,45	2,67	1	1	1	1	✓		
UPN 100	10,6	206	41,2	49,0	3,91	6,46	29,3	8,49	16,2	1,47	20,3	2,81	0,41	1,55	2,93	1	1	1	1	✓		
UPN 120	13,4	364	60,7	72,6	4,62	8,80	43,2	11,1	21,2	1,59	22,2	4,15	0,90	1,60	3,03	1	1	1	1	✓		
UPN 140	16,0	605	86,4	103	5,45	10,4	62,7	14,8	28,3	1,75	23,9	5,68	1,80	1,75	3,37	1	1	1	1	✓		
UPN 160	18,8	925	116	138	6,21	12,6	85,3	18,3	35,2	1,89	25,3	7,39	3,26	1,84	3,56	1	1	1	1	✓		
UPN 180	22,0	1350	150	179	6,95	15,1	114	22,4	42,9	2,02	26,7	9,55	5,57	1,92	3,75	1	1	1	1	✓		
UPN 200	25,3	1910	191	228	7,70	17,7	148	27,0	51,8	2,14	28,1	11,9	9,07	2,01	3,94	1	1	1	1	✓		
UPN 220	29,4	2690	245	292	8,48	20,6	197	33,6	64,1	2,30	30,3	16,0	14,6	2,14	4,20	1	1	1	1	✓		
UPN 240	33,2	3600	300	358	9,22	23,7	248	39,6	75,7	2,42	31,7	19,7	22,1	2,23	4,39	1	1	1	1	✓		
UPN 260	37,9	4820	371	442	9,99	27,1	317	47,7	91,6	2,56	33,9	25,5	33,3	2,36	4,66	1	1	1	1	✓		
UPN 280	41,8	6280	448	532	10,9	29,3	399	57,2	109	2,74	35,6	31,0	48,5	2,53	5,02	1	1	1	1	✓		
UPN 300	46,2	8030	535	632	11,7	31,8	495	67,8	130	2,90	37,3	37,4	69,1	2,70	5,41	1	1	1	1	✓		
UPN 320	59,5	10870	679	826	12,1	47,1	597	80,6	152	2,81	43,0	66,7	96,1	2,60	4,82	1	1	1	1	✓		
UPN 350	60,6	12840	734	918	12,9	50,8	570	75,0	143	2,72	40,7	61,2	114	2,40	4,45	1	1	1	1	✓		
UPN 380	63,1	15760	829	1010	14,0	53,2	615	78,7	148	2,77	40,3	59,1	146	2,38	4,58	1	1	1	1	✓		
UPN 400	71,8	20350	1020	1240	14,9	58,6	846	102	190	3,04	44,0	81,6	221	2,65	5,11	1	1	1	1	✓		


ANEXO A2. Longitud Efectiva (K)

Tabla 5.1		Valores aproximados del factor de longitud efectiva, K .					
Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0	
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0	
Símbolos para las condiciones de extremo	 <ul style="list-style-type: none">  Rotación y traslación impedidas  Rotación libre y traslación impedida  Rotación impedida y traslación libre  Rotación y traslación libres 						

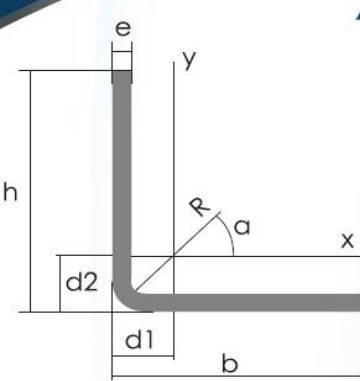
ANEXO A3. Esfuerzos permisibles de columnas.

$\frac{KL}{r}$ Ratio		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Fa	27.540	27.480	27.420	27.360	27.300	27.230	27.160	27.090	27.020
10	26.950	26.870	26.790	26.720	26.630	26.550	26.470	26.380	26.290	26.210
20	26.110	26.020	25.930	25.830	25.730	25.640	25.540	25.430	25.330	25.230
30	25.120	25.010	24.900	24.790	24.680	24.560	24.450	24.330	24.210	24.100
40	23.970	23.850	23.730	23.600	24.480	23.350	23.220	23.090	22.960	22.830
50	22.690	22.560	22.420	22.280	22.140	22.000	21.860	21.720	21.570	21.430
60	21.280	21.130	20.980	20.830	20.680	20.530	20.370	20.220	20.060	19.900
70	19.740	19.580	19.420	19.260	19.100	18.930	18.760	18.600	18.430	18.260
80	18.080	17.910	17.740	17.560	17.390	17.210	17.030	16.850	16.670	16.480
90	16.300	16.120	15.930	15.740	15.550	15.360	15.170	14.970	14.780	14.580

ANEXO A4. Detalles de perfil angular



PERFILES ESTRUCTURALES ANGULOS "L" DOBLADO



Especificaciones Generales

Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6,0m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1,5mm hasta 12,0mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta

Ángulos de alas iguales

Descripción	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Ángulo a	Eje X - X			Eje Y - Y			Eje U - U			Eje V - V		
									lx	Wx	rx	ly	Wy	ry	Iu	Wu	ru	Iv	Wv	rv
									cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,98
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,61	1,47	0,96
L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	9,01	2,54	1,56	9,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91
L 60x 3	60	60	3	2,69	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,90	12,34	2,84	1,90	20,03	4,72	2,42	4,65	2,19	1,16
L 60x 4	60	60	4	3,53	4,50	1,70	1,70	45,00	15,96	3,71	1,70	15,96	3,71	1,70	26,04	6,14	2,40	5,88	2,77	1,14
L 60x 5	60	60	5	4,34	5,54	1,75	1,75	45,00	19,33	4,55	1,87	19,33	4,55	1,87	31,72	7,48	2,39	6,95	3,27	1,12
L 75x 3	75	75	3	3,40	4,33	2,02	2,02	45,00	24,55	4,48	2,38	24,55	4,48	2,38	39,72	7,49	3,03	9,38	3,53	1,47
L 75x 4	75	75	4	4,47	5,70	2,07	2,07	45,00	31,94	5,88	2,37	31,94	5,88	2,37	51,90	9,79	3,02	11,99	4,51	1,45
L 75x 5	75	75	5	5,52	7,04	2,12	2,12	45,00	38,96	7,24	2,35	38,96	7,24	2,35	63,56	11,99	3,01	14,35	5,40	1,43
L 75x 6	75	75	6	6,53	8,33	2,17	2,17	45,00	45,60	8,56	2,34	45,60	8,56	2,34	74,73	14,09	2,99	16,46	6,20	1,41
L 80x 4	80	80	4	4,79	6,10	2,20	2,20	45,00	39,00	6,72	2,53	39,00	6,72	2,53	63,30	11,19	3,22	14,70	5,19	1,55
L 80x 5	80	80	5	5,91	7,54	2,25	2,25	45,00	47,65	8,28	2,51	47,65	8,28	2,51	77,64	13,72	3,21	17,65	6,23	1,53
L 80x 6	80	80	6	7,00	8,93	2,30	2,30	45,00	55,86	9,79	2,50	55,86	9,79	2,50	91,39	16,16	3,20	20,32	7,17	1,51
L 80x 8	80	80	8	9,11	11,61	2,40	2,40	45,00	71,03	12,68	2,47	71,03	12,68	2,47	117,22	20,72	3,18	24,85	8,78	1,46
L 80x 10	80	80	10	11,09	14,14	2,50	2,50	45,00	94,59	15,39	2,45	94,59	15,39	2,45	140,84	24,90	3,16	28,34	10,04	1,42
L100x 5	100	100	5	7,48	9,54	2,75	2,75	45,00	95,23	13,13	3,16	95,23	13,13	3,16	154,55	21,86	4,03	35,90	10,13	1,94

ANEXO A5. Planchas Laminadas.

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE



Especificaciones Generales

Espesores 1,20mm a 150,00mm
Rollos Ancho 1000mm, 1220mm, 1500mm
Planchas 4 x 8 pies y a medida

PLANCHAS

Calidad Comercial

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

Calidad Estructural

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

ANEXO A6. Ejes 705



EJES Acero 705



Especificaciones Generales

Calidad	ANSI 4340 (705)
Descripción	Es un acero bonificado al cromo, níquel, molibdeno, altamente resistente a la tracción, torsión y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a la fragilidad del revenido.
Aplicaciones	Partes de maquinarias sometidas a altos esfuerzos, brazo de dirección, cigueñales, árboles de leva, barras de torsión, embragues, piñones, barras de cardán, ejes de bombas, ejes para aviones, muñones, pernos de alto grado de tensión, rodillos de transportadora, etc...
Longitud	6 m

Composición Química

%C	%Si	%Mn	%P	%S
0,34	0,1 - 0,35	0,60 - 0,80	0,04 - 0,30	0,002 - 0,03

Propiedades Mecánicas

Diámetro (mm)	Resistencia Mecánica (N/mm ²)	Punto de Fluencia (N/mm ²)	Elongación % Min.	Dureza ROKWELL B
16 o menos	1200 - 1400	1000	9	240 - 380
16 - 40	1100 - 1300	900	10	240 - 380
41 - 100	1000 - 1200	800	11	240 - 380

Dimensiones


Diámetro
25 mm
32 mm
38 mm
45 mm
50 mm
60 mm
70 mm
90 mm

EJES


ANEXO B:

Resultado de las pruebas de moldeo

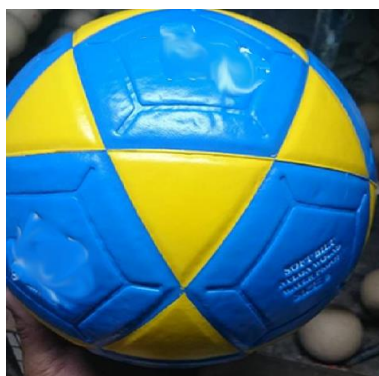
ANEXO B1: Pruebas de moldeado manual

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-001			
	Presión de inflado del balón:		40 Psi
	Temperatura de calentamiento :		70 °C
	Tiempo de cocinado:		40 Seg
	Tiempo de enfriamiento:		40 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:		No
<p align="center">Fotografía:</p> 		<p>Observaciones:</p> <p>Marca de moldeado bajo (hundido entre piezas)</p> <p>Se mantiene el poco brillo original del cuero (no hubo pérdida de brillo)</p> <p>Calidad de planchado baja.</p> <p>Resultado de la Prueba:</p> <p>3 Días después las marcas de moldeado desaparecieron.</p> <p>Baja resistencia a la separación del pegamento 38 psi</p>	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI NO: X	SI NO: X	SI X NO:	SI X NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-002

	Presión de inflado del balón:	60 Psi
	Temperatura de calentamiento :	71 °C
	Tiempo de cocinado:	40 Seg
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.


Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado bajaron (El PVC se regresó) y se aprecia buena apariencia externa.

Buena resistencia a la separación del pegamento 56 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-003

	Presión de inflado del balón:	75 Psi
	Temperatura de calentamiento :	72 °C
	Tiempo de cocinado:	40 Seg
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:


- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- Límite del PVC antes e quemarse comienza a ceder los hundidos de las arañas de los pentágonos.
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado bajaron (El PVC se regresó) y se aprecia mejor apariencia externa.

Buena resistencia a la separación del pegamento 52

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-004			
	Presión de inflado del balón:	90 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	72 °C	
	Tiempo de cocinado:	40 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado buena (hundido entre piezas) • El PVC ya se puede notar con partes quemadas donde los hundidos de las arañas de los pentágonos ya han cedido en gran parte. • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. Resultado de la Prueba: <ul style="list-style-type: none"> • 3 Días después las marcas de moldeado bajaron (El PVC se regresó) y se aprecia mejor apariencia externa. Buena resistencia a la separación del pegamento 54		
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI NO: X	SI NO: X	SI X NO:	SI NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-005



Presión de inflado del balón:	66 Psi
Temperatura de calentamiento :	62 °C
Tiempo de cocinado:	20 Seg
Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía:



Observaciones:


- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

• 3 Días después las marcas de moldeado bajaron (El PVC se regresó) y no se aprecia de igual forma que en el inicio del moldeado. Buena resistencia a la separación del pegamento 52

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI	SI X
NO:	NO:	NO: X	NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-006

	Presión de inflado del balón:	66 Psi
	Temperatura de calentamiento :	68 °C
	Tiempo de cocinado:	40 Seg
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado excelente (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.
- Se observa que es la mejor calidad obtenida de moldeado

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se mantuvieron (El PVC se regresó ínfimamente) y no se aprecia deformaciones superficiales. Excelente resistencia a la separación del pegamento de 58 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-007



Presión de inflado del balón:	66 Psi
Temperatura de calentamiento :	71 °C
Tiempo de cocinado:	50 Seg
Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:



- Marca de moldeado regular (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.
- El cuero sintético presenta cierto grado de quemados.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado bajaron, lo que mejoro su apariencia la cual mostraba cierto grado de quemados.

Buena resistencia a la separación del pegamento 52 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-008			
	Presión de inflado del balón:	40 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	71 °C	
	Tiempo de cocinado:	60 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado regular (hundido entre piezas) • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. • El cuero sintético presenta cierto grado de quemados. Resultado de la Prueba: <ul style="list-style-type: none"> • 3 Días después las marcas de moldeado bajaron, lo que mejoro su apariencia la cual mostraba cierto grado de quemados. Buena resistencia a la separación del pegamento 52 psi	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-009



Presión de inflado del balón:	66 Psi
Temperatura de calentamiento :	53 °C
Tiempo de cocinado:	40 Seg
Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado baja (hundido entre piezas)
- No se obtuvo el brillo esperado proporcionado por el moldeado
- Se puede apreciar que el cuero sintético no se plancho de manera correcta y no alcanzo su estado final.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado desaparecieron, y volvió a su estado inicial antes de ser moldeado.

Baja resistencia a la separación del pegamento 46 Psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI NO: X	SI NO: X	SI X NO:	SI NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-010



Presión de inflado del balón:	66 Psi
Temperatura de calentamiento :	60 °C
Tiempo de cocinado:	60 Seg
Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía:



Observaciones:


- Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas)
- Se perdió el brillo.
- Moldeado aceptable se puede notar que es la temperatura más baja a la cual se podría trabajar.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado desaparecieron y regreso a su estado inicial
- Baja resistencia a la separación del pegamento 50 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI NO: X	SI NO: X	SI NO: X	SI NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-011

	Presión de inflado del balón:	66 Psi
	Temperatura de calentamiento :	65 °C
	Tiempo de cocinado:	35 Seg
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:


- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un buen planchado del balón
- Buena resistencia a la separación del pegamento 56 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-012

	Presión de inflado del balón:	50 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	50 °C	
	Tiempo de cocinado:	2 min.	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado excelente (hundido entre piezas) • Notable incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. Resultado de la Prueba: <ul style="list-style-type: none"> • 3 Días después las marcas de moldeado se mantuvieron. Se puede evidenciar un buen planchado del balón pero cerca del límite del PVC antes de quemarse Buena resistencia a la separación del pegamento 58 psi	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-013

	Presión de inflado del balón:	66 Psi
	Temperatura de calentamiento :	60 °C
	Tiempo de cocinado:	35 s.
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía



Observaciones:

- Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.


Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón

Buena resistencia a la separación del pegamento 56 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI	SI X	SI X
NO:	NO: X	NO:	NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-014

	Presión de inflado del balón:	30 Psi
	Temperatura de calentamiento :	60 °C
	Tiempo de cocinado:	120 s.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía:



Observaciones:


- Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas)
- Brillo intermedio con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón
- Buena resistencia a la separación del pegamento 56 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI NO: X	SI NO: X	SI X NO:	SI NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-015

	Presión de inflado del balón:	40 Psi
	Temperatura de calentamiento :	55 °C
	Tiempo de cocinado:	120 s.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:


- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón
- Buena resistencia a la separación del pegamento 56 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-016

	Presión de inflado del balón:	50 Psi
	Temperatura de calentamiento :	60 °C
	Tiempo de cocinado:	120 s.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía:



Observaciones:


- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- 50 Psi es el límite de presión y 120s. es el límite de tiempo, comienza a quemarse
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón
- Buena resistencia a la separación del pegamento 56 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI	SI	SI X
NO:	NO: X	NO: X	NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-017

	Presión de inflado del balón:	50 Psi
	Temperatura de calentamiento :	71 °C
	Tiempo de cocinado:	40 seg.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado regular (hundido entre piezas)
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.


Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón

Buena resistencia a la separación del pegamento 56 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI NO: X	SI NO: X	SI NO: X	SI X NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-018

	Presión de inflado del balón:	60 Psi
	Temperatura de calentamiento :	71 °C
	Tiempo de cocinado:	50 s.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- 50s. es el límite de tiempo (comienza a quemarse)


Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón

Buena resistencia a la separación del pegamento 56 psi

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI	SI X
NO:	NO:	NO: X	NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-019

	Presión de inflado del balón:	78 Psi
	Temperatura de calentamiento :	55 °C
	Tiempo de cocinado:	40 s.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	si

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado muy buena (hundido entre piezas)
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.


Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón

Buena resistencia a la separación del pegamento 54

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI	SI	SI X
NO:	NO: X	NO: X	NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-020

	Presión de inflado del balón:	66 Psi
	Temperatura de calentamiento :	70 °C
	Tiempo de cocinado:	40 s.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado muy buena (hundido entre piezas)
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.


Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado bastante bueno del balón

Buena resistencia a la separación del pegamento 58

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°-021

	Presión de inflado del balón:	78 Psi
	Temperatura de calentamiento :	55 °C
	Tiempo de cocinado:	45 s.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado muy buena (hundido entre piezas)
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón

Buena resistencia a la separación del pegamento 54

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N° - 022



Presión de inflado del balón:	78 Psi
Temperatura de calentamiento :	70 °C
Tiempo de cocinado:	40 s.
Tiempo de enfriamiento:	0 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía:



Observaciones:


- Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas)
- No hubo incremento de brillo a pesar de mantener los parámetros esperados
- Calidad de planchado baja.

Resultado de la Prueba:

- Baja resistencia a la separación del pegamento 34 psi
- 3 Días después las marcas de moldeado desaparecieron.

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N° - 023

	Presión de inflado del balón:	70 Psi
	Temperatura de calentamiento :	70 °C
	Tiempo de cocinado:	40 s.
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado muy buena (hundido entre piezas)
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón
- Buena resistencia a la separación del pegamento 54

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI X
NO:	NO:	NO:	NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°- 024



Presión de inflado del balón:	78 Psi
Temperatura de calentamiento :	55 °C
Tiempo de cocinado:	55 s.
Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado aceptable buena (hundido entre piezas)
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un buena planchado del balón
- Buena resistencia a la separación del pegamento 54

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI X
NO:	NO:	NO:	NO:

PRUEBA DE BALÓN MOLDEADO MANUAL N°- 025



Presión de inflado del balón:	78 Psi
Temperatura de calentamiento :	55 °C
Tiempo de cocinado:	40 s.
Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado muy buena (hundido entre piezas)
- Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Resultado de la Prueba:

- 3 Días después las marcas de moldeado se redujeron, sin embargo se puede evidenciar un planchado aceptable del balón
- Buena resistencia a la separación del pegamento 54

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI X	SI X	SI X	SI
NO:	NO:	NO:	NO: X



ANEXO B2: Pruebas de moldeo en la máquina moldeadora

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-001			
	Presión de inflado del balón:	78 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	70 °C	
	Tiempo de cocinado:	25 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeo aceptable • Límite del PVC antes de quemarse, aparición de irregularidades en el material por presión y temperatura alta 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeo	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: NO: X	SI: NO: X	SI: NO: X	SI: X NO:

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-002

	Presión de inflado del balón:	75 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	70 °C	
	Tiempo de cocinado:	25 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Incremento del brillo con respecto al estado inicial • Marca de moldeado buena • Superficie lisa, no se regresa el serigrafado. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: NO: X	SI: X NO:	SI: X NO:



PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-003

	Presión de inflado del balón:	70 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	70 °C	
	Tiempo de cocinado:	25 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado baja • Perdida del brillo con respecto al inicial • Límite del PVC antes de quemarse comienza a ceder los hundidos de las arañas de los pentágonos. 		
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: NO: X	SI: NO: X	SI: X NO:	SI: X NO:

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-004

	Presión de inflado del balón:	65 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	70 °C	
	Tiempo de cocinado:	25 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	No	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado deficiente (hundido entre piezas) • Brillo regular. • No se encuentra presencia de línea de cierre de la tapa 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-005

	Presión de inflado del balón:	60 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	70 °C	
	Tiempo de cocinado:	25 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado regular (hundido entre piezas) • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. • No se identifica línea de cierre de molde • A los 3 días se pierde las marcas de moldeado. 		
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-006

	Presión de inflado del balón:	55 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	70 °C	
	Tiempo de cocinado:	25 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado regular (hundido entre piezas) • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. • No se identifica línea de cierre de molde A los 3 días se pierde las marcas de moldeado 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-007



Presión de inflado del balón:	50 Psi
Temperatura de calentamiento :	70 °C
Tiempo de cocinado:	50 Seg
Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO

Fotografía:



Observaciones

- Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas)
- Se perdió el brillo.
- Límite del PVC antes de quemarse

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI:	SI: X	SI: X	SI: X
NO: X	NO:	NO:	NO:

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-008



Presión de inflado del balón:	65 Psi
Temperatura de calentamiento :	68 °C
Tiempo de cocinado:	35 Seg
Tiempo de enfriamiento:	40 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:

- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-009



Presión de inflado del balón:	65 Psi
Temperatura de calentamiento :	65 °C
Tiempo de cocinado:	35 Seg
Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:



- Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X



PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-010

	Presión de inflado del balón:	65 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	35 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas) • Brillo intermedio con respecto al estado inicial del cuero sintético. • El repujado cedió al pasar 3 días. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: NO: X	SI: X NO:	SI: NO: X	SI: X NO:

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-011

	Presión de inflado del balón:	45 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	60 °C	
	Tiempo de cocinado:	35 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas) • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: NO: X	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:


PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-012

	Presión de inflado del balón:	45 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	55 °C	
	Tiempo de cocinado:	35 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado baja (hundido entre piezas) • Disminución del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: NO: X	SI: X NO:	SI: NO: X	SI: X NO:



PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-013

	Presión de inflado del balón:	65 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	40 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado regular (hundido entre piezas) • Disminución del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: NO: X	SI: X NO:	SI: NO: X	SI: NO: X


PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-014

	Presión de inflado del balón:	45 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	50 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado regular (hundido entre piezas) • Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. • El repujado cedió al pasar 3 días. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: NO: X	SI: X NO:	SI: X NO:

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-015

	Presión de inflado del balón:	65 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	55 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	NO	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado aceptable (hundido entre piezas) • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. • 3 días después las marcas de moldeado se redujeron 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: NO: X	SI: NO: X	SI: X NO:

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-016

	Presión de inflado del balón:	65 Psi
	Temperatura de calentamiento :	65 °C
	Tiempo de cocinado:	60 Seg
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones :

- Marca de moldeado buena (hundido entre piezas)
- Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-017

	Presión de inflado del balón:	65 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	65 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado buena (hundido entre piezas) • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X



PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-018

	Presión de inflado del balón:	65 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	70 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	40 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado media (hundido entre piezas) • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X


PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-019

	Presión de inflado del balón:	65 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	75 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado buena (hundido entre piezas) • Incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. • Se mantiene el repujado intacto. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-020

	Presión de inflado del balón:	65 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	80 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado muy buena (hundido entre piezas) • Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. • Se conserva el repujado 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-021

	Presión de inflado del balón:	55 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	55 °C	
	Tiempo de cocinado:	90 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado muy buena (hundido entre piezas) • Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-022



Presión de inflado del balón:	70 Psi
Temperatura de calentamiento :	65 °C
Tiempo de cocinado:	40 Seg
Tiempo de enfriamiento:	30 Seg
Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI

Fotografía:



Observaciones:


- Marca de moldeado excelente (hundido entre piezas)
- Notable incremento del brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético.

Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI:	SI: X	SI: X	SI:
NO: X	NO:	NO:	NO: X


PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-023

	Presión de inflado del balón:	68 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	66 °C	
	Tiempo de cocinado:	40 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado bajo (hundido entre piezas) • se mantiene el brillo original del cuero • Calidad de planchado buena. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-024

	Presión de inflado del balón:	66 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	40 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado bajo (hundido entre piezas) • se mantiene el brillo original del cuero • Calidad de planchado buena. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X

PRUEBA DE MOLDEADO EN MÁQUINA N°-025

	Presión de inflado del balón:	74 Psi	
	Temperatura de calentamiento :	65 °C	
	Tiempo de cocinado:	40 Seg	
	Tiempo de enfriamiento:	30 Seg	
	Balón: Aprobado/ No Aprobado:	SI	
Fotografía: 		Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Marca de moldeado muy buena (hundido entre piezas) • Incremento de brillo con respecto al estado inicial del cuero sintético. 	
Conserva brillo característico del material PVC	Conserva el repujado intacto	Piezas alineadas con las venas de moldeado	Presencia de línea de cierre de tapas del molde
Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual	Inspección: Visual
SI: X NO:	SI: X NO:	SI: NO: X	SI: NO: X

ANEXO C:

Selección de componentes del mecanismo

ANEXO C1: Patrón de soldadura

Tabla 9-2

Propiedades flexionantes de las soldaduras de filete*


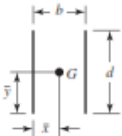
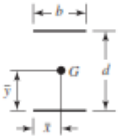
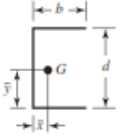
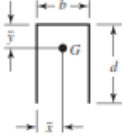
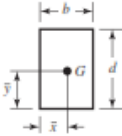
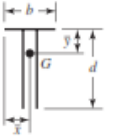
Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$

Figura 4.1. Patrón de soldadura

Fuente: R. G. Budynas y J. K. Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Octava ed., México D.F.: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2008, pp. 469 [11]

ANEXO C2: Propiedades de material de aporte, y Esfuerzo permisible

Tabla 9-3

Propiedades mínimas del metal de aporte

Número de electrodo AWS*	Resistencia a la tensión, kpsi (MPa)	Resistencia a la fluencia, kpsi (MPa)	Elongación porcentual
E60xx	62 (427)	50 (345)	17-25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14-17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13-16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14

*Sistema de numeración del código de especificaciones de la American Welding Society (AWS) para electrodos. En este sistema se usa como prefijo la letra E, en un sistema de numeración de cuatro o cinco dígitos en el cual los primeros dos o tres números designan la resistencia aproximada a la tensión. El último dígito incluye variables en la técnica de soldadura, como la fuente de corriente. El penúltimo dígito indica la posición de la soldadura, por ejemplo, plana, vertical o sobre la cabeza. El conjunto completo de especificaciones se puede obtener solicitándolo a la AWS.

Tabla 9-4

Esfuerzos permisibles del Código AISC para metal de aporte

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n^*
Tensión	A tope	$0.60S_y$	1.67
Aplastamiento	A tope	$0.90S_y$	1.11
Flexión	A tope	$0.60-0.66S_y$	1.52-1.67
Compresión simple	A tope	$0.60S_y$	1.67
Cortante	A tope o de filete	$0.30S_{ut}^{\dagger}$	

*El factor de seguridad n se ha calculado mediante la teoría de la energía de distorsión.

[†]El esfuerzo cortante en el metal base no debe exceder de $0.40S_y$ del metal base.

Figura 4.2. Propiedades de material de aporte, y Esfuerzo permisible

(Fuente: R. G. Budynas y J. K. Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Octava ed., México D.F.: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2008, pp. 472 [11])

ANEXO C3: Calibres de alambres

Tabla A-28

Equivalentes decimales de calibres de alambre y lámina de metal* (todos los tamaños se dan en pulgadas)
(continuación)

Nombre del calibre:	American o Brown & Sharpe	Birmingham o Stubs Iron Wire	Norma de Estados Unidos [†]	Norma de fabricantes	Alambre de acero o Washburn & Moen	Alambre de piano	Stubs Steel Wire	Broca común
Uso principal:	Lámina alambre y varilla no ferrosos	Tubos, tira y alambre plano ferrosos, y acero para resortes	Lámina y placa ferrosas, 480 lb/ft ³	Lámina de acero	Alambre ferroso, excepto para alambre de piano	Alambre de piano	Barrena de acero	Brocas comunes y acero para brocas
18	0.040 30	0.049	0.05	0.047 8	0.047 5	0.041	0.168	0.169 5
19	0.035 89	0.042	0.043 75	0.041 8	0.041 0	0.043	0.164	0.166 0
20	0.031 96	0.035	0.037 5	0.035 9	0.034 8	0.045	0.161	0.161 0
21	0.028 46	0.032	0.034 375	0.032 9	0.031 7	0.047	0.157	0.159 0
22	0.025 35	0.028	0.031 25	0.029 9	0.028 6	0.049	0.155	0.157 0
23	0.022 57	0.025	0.028 125	0.026 9	0.025 8	0.051	0.153	0.154 0
24	0.020 10	0.022	0.025	0.023 9	0.023 0	0.055	0.151	0.152 0
25	0.017 90	0.020	0.021 875	0.020 9	0.020 4	0.059	0.148	0.149 5
26	0.015 94	0.018	0.018 75	0.017 9	0.018 1	0.063	0.146	0.147 0
27	0.014 20	0.016	0.017 187 5	0.016 4	0.017 3	0.067	0.143	0.144 0
28	0.012 64	0.014	0.015 625	0.014 9	0.016 2	0.071	0.139	0.140 5
29	0.011 26	0.013	0.014 062 5	0.013 5	0.015 0	0.075	0.134	0.136 0
30	0.010 03	0.012	0.012 5	0.012 0	0.014 0	0.080	0.127	0.128 5
31	0.008 928	0.010	0.010 937 5	0.010 5	0.013 2	0.085	0.120	0.120 0
32	0.007 950	0.009	0.010 156 25	0.009 7	0.012 8	0.090	0.115	0.116 0
33	0.007 080	0.008	0.009 375	0.009 0	0.011 8	0.095	0.112	0.113 0
34	0.006 305	0.007	0.008 593 75	0.008 2	0.010 4		0.110	0.111 0
35	0.005 615	0.005	0.007 812 5	0.007 5	0.009 5		0.108	0.110 0
36	0.005 000	0.004	0.007 031 25	0.006 7	0.009 0		0.106	0.106 5
37	0.004 453		0.006 640 625	0.006 4	0.008 5		0.103	0.104 0
38	0.003 965		0.006 25	0.006 0	0.008 0		0.101	0.101 5
39	0.003 531				0.007 5		0.099	0.099 5
40	0.003 145				0.007 0		0.097	0.098 0

*Se especifica lámina, alambre y placa que indican el número de calibre y al equivalente decimal entre paréntesis.

[†]Refleja el promedio presente y las pesas de la lámina de acero.

Figura 4.3. Equivalentes decimales de calibres de alambre y lámina de metal
(Fuente: [11])

ANEXO C4: Constantes A y m para alambres

Tabla 10-4

Constantes A y m de $S_{uj} = A/d^m$ para estimar la resistencia de tensión mínima de alambres para fabricar resortes comunes

Fuente: De *Design Handbook*, 1987, p. 19. Cortesía de Associated Spring.

Material	ASTM núm.	Exponente m	Diámetro, pulg	A , kpsi · pulg ^{m}	Diámetro, mm	A , MPa · mm ^{m}	Costo relativo del alambre
Alambre de piano*	A228	0.145	0.004-0.256	201	0.10-6.5	2 211	2.6
Alambre T y R en aceite [†]	A229	0.187	0.020-0.500	147	0.5-12.7	1 855	1.3
Alambre estirado duro [‡]	A227	0.190	0.028-0.500	140	0.7-12.7	1 783	1.0
Alambre al cromo vanadio [§]	A232	0.168	0.032-0.437	169	0.8-11.1	2 005	3.1
Alambre al cromo silicio	A401	0.108	0.063-0.375	202	1.6-9.5	1 974	4.0
Alambre inoxidable 302 [#]	A313	0.146	0.013-0.10	169	0.3-2.5	1 867	7.6-11
		0.263	0.10-0.20	128	2.5-5	2 065	
		0.478	0.20-0.40	90	5-10	2 911	
Alambre de bronce fosforado**	B159	0	0.004-0.022	145	0.1-0.6	1 000	8.0
		0.028	0.022-0.075	121	0.6-2	913	
		0.064	0.075-0.30	110	2-7.5	932	

Figura 4.4. Constantes A y m

(Fuente: R. G. Budynas y J. K. Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*, Octava ed., México D.F.: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2008, pp. 507 [11])

ANEXO C5: Propiedades mecánicas para algunos resortes

Tabla 10-5

Propiedades mecánicas de algunos alambres para resorte

Material	Límite elástico, porcentaje de S_{UT} tensión, torsión		Diámetro d , pulg	E		G	
				Mpsi	GPa	Mpsi	GPa
Alambre de piano A228	65-75	45-60	<0.032	29.5	203.4	12.0	82.7
			0.033-0.063	29.0	200	11.85	81.7
			0.064-0.125	28.5	196.5	11.75	81.0
Resorte estirado duro A227	60-70	45-55	>0.125	28.0	193	11.6	80.0
			<0.032	28.8	198.6	11.7	80.7
			0.033-0.063	28.7	197.9	11.6	80.0
			0.064-0.125	28.6	197.2	11.5	79.3
Templado en aceite A239	85-90	45-50	>0.125	28.5	196.5	11.4	78.6
			<0.032	28.5	196.5	11.2	77.2
			0.033-0.063	29.5	203.4	11.2	77.2
Resorte de válvula A230	85-90	50-60		29.5	203.4	11.2	77.2
Cromo vanadio A231	88-93	65-75		29.5	203.4	11.2	77.2
A232	88-93			29.5	203.4	11.2	77.2
Cromo silicio A401	85-93	65-75		29.5	203.4	11.2	77.2
Acero inoxidable							
A313*	65-75	45-55		28	193	10	69.0
17-7PH	75-80	55-60		29.5	208.4	11	75.8
414	65-70	42-55		29	200	11.2	77.2
420	65-75	45-55		29	200	11.2	77.2
431	72-76	50-55		30	206	11.5	79.3
Bronce fosforado B159	75-80	45-50		15	103.4	6	41.4
Cobre al berilio B197	70	50		17	117.2	6.5	44.8
	75	50-55		19	131	7.3	50.3
Aleación inconel X-750	65-70	40-45		31	213.7	11.2	77.2

*También incluye 302, 304 y 316.

Nota: Vea la tabla 10-6, que contiene los valores de diseño del esfuerzo de torsión permisible.

Figura 4.5. Propiedades mecánicas para algunos resortes

(Fuente: R. G. Budynas y J. K. Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Octava ed., México D.F.: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2008, pp. 508 [11])

ANEXO C6: Tipos de extremos de resortes

Figura 10-2

Tipos de extremos de resortes de compresión: a) ambos extremos sencillos; b) ambos extremos a escuadra y esmerilados; c) extremo a escuadra o cerrado a la derecha; d) ambos extremos planos y esmerilados.

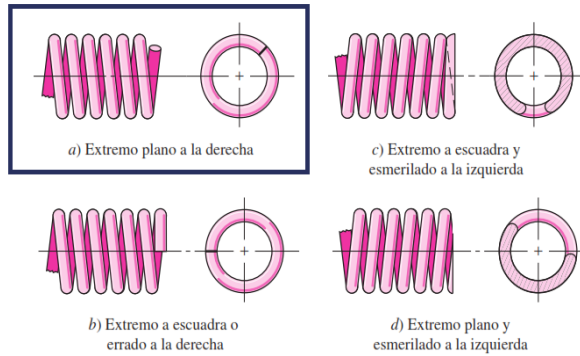


Tabla 10-1

Fórmulas para calcular las dimensiones de resortes de compresión. (N_a = Número de espiras activas)

(Fuente: De *Design Handbook*, 1987, p. 32. Cortesía de Associated Spring.)

Término	Tipo de extremos de resortes			
	Plano	Plano y esmerilado	A escuadra y cerrado	A escuadra y esmerilado
Espiras de extremo, N_e	0	1	2	2
Espiras totales, N_t	N_a	$N_a + 1$	$N_a + 2$	$N_a + 2$
Longitud libre, l_0	$pN_a + d$	$p(N_a + 1)$	$pN_a + 3d$	$pN_a + 2d$
Longitud sólida, L_s	$d(N_t + 1)$	dN_t	$d(N_t + 1)$	dN_t
Paso, p	$(l_0 - d)/N_a$	$l_0/(N_a + 1)$	$(l_0 - 3d)/N_a$	$(l_0 - 2d)/N_a$

Figura 4.6. Tipos de extremos en los resortes

(Fuente: R. G. Budynas y J. K. Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica* de Shigley, Octava ed., México D.F.: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2008, pp. 503 [11])


ANEXO D:

Selección de componentes eléctricos

ANEXO D1. Ficha de la luz piloto como indicadores

PILOT LIGHT AD16-22D/S (LED TYPE)

- ITEM NO : AD16-30D/S ø30
AD16-22D/S ø22
AND ø25 common use
- VOLTAGE : AC/DC 6V, 12V, 24V, 36V,
48V, 110V
AC 220V, 380V
DC 220V
- COLOR : RED, YELLOW, BLUE, GREEN,
WHITE



The image shows five cylindrical pilot lights of different colors. The top row contains three lights: a yellow one on the left, a blue one in the middle, and a red one on the right. The bottom row contains two lights: a green one on the left and a white one on the right. Each light is labeled with its color in capital letters directly below it.

ANEXO D2. Ficha de Relay Térmico de Sobrecarga (Diferencial).

Relay Térmico de Sobrecarga (Diferencial)

GTK

Diferencial

—

GTK

22

-

12...18





Tipo		
Tipo	Aplicado a contactor	Rango de ajuste
22	GMC - 9, 12, 18, 22	0,1 ...22A
40	GMC - 32, 40	4 ...40A
85	GMC - 50, 65, 75, 85	7 ...85A
100	GMC - 100, 125	34 ...125A
150	GMC - 150	34 ...150A
220	GMC - 180, 220	65 ...240A
400	GMC - 300, 400	85 ...400A
600	GMC - 600, 800	200 ...800A

Tipo de montaje	
-	Montaje directo
H	Montaje separado

Rangos de ajuste (A)								
Tipo	GTK-22	GTK-40	GTK-85	GTK-100	GTK-150	GTK-220	GTK-400	GTK-600
Rangos de ajuste (A)	0,1...0,16	4...6	7...10	34...50	34...50	65...100	85...125	200...300
	0,16...0,25	5...8	9...13	39...57	39...57	85...125	100...160	260...400
	0,25...0,4	6...9	12...18	43...65	43...65	100...160	120...180	400...600
	0,4...0,63	7...10	16...22	54...80	54...80	120...180	160...240	520...800
	0,63...1	9...13	18...26	65...100	65...100	160...240	220...300	
	1...1,6	12...18	24...36	85...125	85...125		260...400	
	1,6...2,5	16...22	28...40		100...150			
	2,5...4	18...26	34...50					
	4...6	24...36	45...65					
	5...8	28...40	54...75					
	6...9		63...85					
	7...10							
	9...13							
	12...18							
	16...22							

T2

ANEXO D3. Ficha de Relés de Sobrecarga

Reles de Sobrecarga																			
<p>Estilo bimetalico</p> <p>Tipo GT</p>	 GT-22	<p>Rangos de ajuste (A)</p> <table border="0"> <tr><td>0.1 - 0.16</td><td>4 - 6</td></tr> <tr><td>0.16 - 0.25</td><td>5 - 8</td></tr> <tr><td>0.25 - 0.4</td><td>6 - 9</td></tr> <tr><td>0.4 - 0.63</td><td>7 - 10</td></tr> <tr><td>0.63 - 1</td><td>9 - 13</td></tr> <tr><td>1 - 1.6</td><td>12 - 16</td></tr> <tr><td>1.6 - 2.5</td><td>16 - 22</td></tr> <tr><td>2.5 - 4</td><td></td></tr> </table>	0.1 - 0.16	4 - 6	0.16 - 0.25	5 - 8	0.25 - 0.4	6 - 9	0.4 - 0.63	7 - 10	0.63 - 1	9 - 13	1 - 1.6	12 - 16	1.6 - 2.5	16 - 22	2.5 - 4		 Base para montaje separado
0.1 - 0.16	4 - 6																		
0.16 - 0.25	5 - 8																		
0.25 - 0.4	6 - 9																		
0.4 - 0.63	7 - 10																		
0.63 - 1	9 - 13																		
1 - 1.6	12 - 16																		
1.6 - 2.5	16 - 22																		
2.5 - 4																			
<table border="0"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">Clase 10A</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Diferencial</td> <td style="text-align: center;">GTK-22</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Sin diferencial (3 - Térmico)</td> <td style="text-align: center;">GTH-22/3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black;">Sin diferencial (2 - Térmico)</td> <td style="text-align: center;">GTH-22</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">Clase 20</td> <td style="border-right: 1px solid black;">Diferencial</td> <td style="text-align: center;">GTK-22/L</td> </tr> </table>	Clase 10A	Diferencial	GTK-22		Sin diferencial (3 - Térmico)	GTH-22/3		Sin diferencial (2 - Térmico)	GTH-22	Clase 20	Diferencial	GTK-22/L							
Clase 10A	Diferencial	GTK-22																	
	Sin diferencial (3 - Térmico)	GTH-22/3																	
	Sin diferencial (2 - Térmico)	GTH-22																	
Clase 20	Diferencial	GTK-22/L																	
<p>Estilo Electrónico</p> <p>Tipo GMP</p> <p>Clase 1 a 30 Ajustable</p>	 GMP22	<p>Rangos de ajuste (A)</p> <table border="0"> <tr><td>0.1 - 1.5</td></tr> <tr><td>1 - 5</td></tr> <tr><td>4.4 - 22</td></tr> </table>	0.1 - 1.5	1 - 5	4.4 - 22	 Tipo de montaje separado													
0.1 - 1.5																			
1 - 5																			
4.4 - 22																			

ANEXO D4. Ficha de Contactores

Contadores

GM	Contactores Magnetico	GM	C	22	R	60Hz AC 220	4P
----	-----------------------	-----------	----------	-----------	----------	--------------------	-----------

Tipo	
C	Bobina AC
D	Bobina DC
S	Arrancadores de Motor, Abierto
W	Gabinete arrancadore

Corriente Nominal			
9	40	100	300
12	50	125	400
18	65	150	600
22	75	180	800
32	85	220	

Aplicacion	
-	General / Estándar
R	Invertir

Gabinete Tipo Interruptores Magnético (Metal)	
-	sin Pulsador
B	Con Pulsador

Gabinete Tipo Interruptores Magnético (Molde)	
M	sin Pulsador
MB	Con Pulsador

• Bajo AF				• Alto AF			
Tipo	Bobina AC		Bobina DC	Tipo	Voltaje Nominal	Bobina comun AC/DC	
	AC 60Hz	AC 50Hz	DC			AC 50Hz/60Hz	DC
GMC(D) - 9 ~ 85	24V	24V	12V	GMC -100 -400	24V <small>Nota)</small>	24-25V	24V
	48V	42V	24V		48V <small>Nota)</small>	48-50V	48V
	110V	48V	48V		100-200V	100-240V	100-220V
	120V	100V	100V		300V	265-347V	-
	208V	110V	110V		400V	380-450V	-
	220V	220V	125V	500V	440-575V	-	
	240V	240V	200V	GMC -600 -800	100V	100-127V	100-110V
	277V	380V	220V		200V	200-240V	200-220V
	380V	400V	250V		300V	265-347V	-
	440V	415V	20V		400V	280-450V	-
480V	440V	60V	500V		440-575V	-	
600V	500V	80V					
-	550V	-					

Nota: Disponible solo en GMC100-200

Nota: Bobina AC para uso comun en 50/60Hz esto tambien disponible

T1



CE APPROVAL

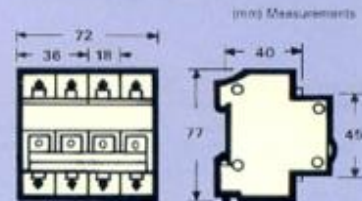
C45 SERIES

C-45 SERIES				
SPECIFICATION				
NUMBER OF POLES	1P	2P	3P	4P
PHOTO				
AMPERE RATING AT AMBIENT TEMPERATURE 40°C	6A, 10A, 16A 20A, 25A, 32A 40A, 50A, 63A	6A, 10A, 16A 20A, 25A, 32A 40A, 50A, 63A	6A, 10A, 16A 20A, 25A, 32A 40A, 50A, 63A	6A, 10A, 16A 20A, 25A, 32A 40A, 50A, 63A
RATED VOLTAGE	240V	415V	415V	415V
INTERRUPTING CAPACITY	6A TO 40A	6KA (240V)	6KA (415V)	6KA (415V)
	50A TO 63A	4KA (240V)	4KA (415V)	4KA (415V)

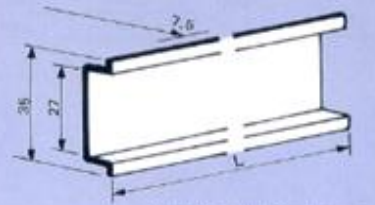
APPLICATION SCOPE:

C45 used in 50 Hz 240/415V, division capacity accords with BS3871 and IEC 898 standard, used in protecting the short circuit and overload of the circuit, especially suitable for lighting distribution system in industry and commerce. They are the best alternative for the renewal of products.

PRODUCT GUIDE RAIL INSTALLATION DIMENSIONS.



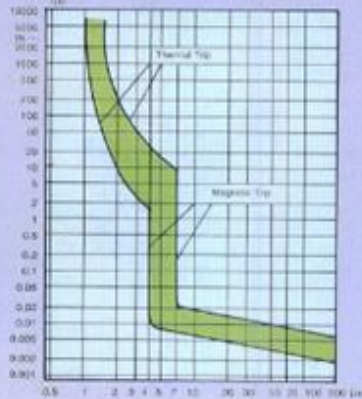
(mm) Size of fixing DIN rail



Terminals for cable 25mm² maximum

ACTION CHARACTERISTIC CURVE

BS Standard:



ANEXO D5. Cable de cobre para el control

CABLES DE COBRE AISLADO CONCENTRICO TIPO ST-I 600V



DESCRIPCIÓN

APLICACIÓN

EMBALAJE

AISLAMIENTO

SEGMENTO

COLOR

NORMA

Conductor de cobre electrolítico suave, venas aisladas con PE 75°C y chaqueta PVC 60°C

Se usa como cordón de servicio liviano para uso común en equipos electrodomésticos, instalaciones y conexiones de equipos portátiles. Puede ser usado en lugares secos o húmedos con temperatura de operación 75°C y Tensión de Voltaje 600 V

Rollos o Carretes

PE 75°C, PVC 60°C

Flexibles

■

ASTM B-3, B-174, NTC 5521

CERTIFICACIONES




Cables de Cobre Aislado Concéntricos Tipo ST-I 600V

Código Producto	Calibre (AWG o Kcmil)	Espesor Aislación PE (mm)	Espesor Chaqueta PVC (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Peso Aprox. (kg/km)	Amperaje (A)	EMBALAJE	TRAMOS (m)
Calibre 18								
44-3001	2 X 18	0,68	0,80	6,70	58,1	10	BB 1,00	7.200
44-3002	3 X 18	0,68	0,80	7,07	67,5	10	BB 1,00	6.400
44-3003	4 X 18	0,68	0,80	7,73	80,9	10	BB 1,00	5.400
Calibre 16								
44-3004	2 X 16	0,68	0,80	7,32	74,6	13	BB 1,00	6.000
44-3005	3 X 16	0,68	0,80	7,78	89,2	13	BB 1,00	5.300
44-3006	4 X 16	0,68	0,80	8,52	108,2	13	BB 1,00	4.400
Calibre 14								
44-3007	2 X 14	0,79	0,80	8,50	104,6	18	BB 1,00	4.500
44-3008	3 X 14	0,79	0,80	9,02	126,0	18	BB 1,00	4.000
44-3009	4 X 14	0,79	0,80	9,95	154,9	18	BB 1,00	3.200
Calibre 12								
44-3010	2 X 12	0,79	0,80	9,46	140,2	25	BB 1,00	3.500
44-3011	3 X 12	0,79	0,80	10,05	172,2	25	BB 1,00	3.200
44-3012	4 X 12	0,79	1,19	11,85	232,6	25	BB 1,20	3.900
Calibre 10								
44-3013	2 X 10	0,79	1,19	11,52	215,8	30	BB 1,00	1.000
44-3014	3 X 10	0,79	1,19	12,25	267,7	30	BB 1,00	2.100
44-3015	4 X 10	0,79	1,19	13,44	330,6	30	BB 1,20	3.000
Calibre 8								
44-3016	2 X 8	1,06	1,58	14,96	356,9	40	BB 1,00	1.400
44-3017	3 X 8	1,06	1,58	15,90	440,9	40	BB 1,00	1.200
44-3018	4 X 8	1,06	1,58	17,44	543,4	40	BB 1,20	1.800
Calibre 6								
44-3019	2 X 6	1,19	2,09	18,48	552,9	55	BB 1,00	900
44-3020	3 X 6	1,19	2,09	19,62	684,3	55	BB 1,00	800
44-3021	4 X 6	1,19	2,09	21,42	840,5	55	BB 1,20	1.200
Calibre 4								
44-3024	2 X 4	1,19	2,09	21,56	787,8	70	BB 1,00	800
44-3025	3 X 4	1,19	2,09	22,95	986,5	70	BB 1,00	600
44-3022	4 X 4	1,19	2,09	25,21	1.224,6	70	BB 1,20	850
Calibre 2								
44-3026	2 X 2	1,19	2,41	24,72	1.131,1	95	BB 1,00	500
44-3027	3 X 2	1,19	2,41	26,31	1.440,0	95	BB 1,20	750
44-3023	4 X 2	1,19	2,48	29,04	1.809,5	95	BB 1,20	650

Amperaje Calculado bajo las siguientes condiciones: Para no más de 2 conductores portadores de corriente, 60°C temperatura del conductor y temperatura ambiente de 30°C. Referencia: Se aplica como temperatura límite 60°C Según NTC 2050, numeral 110-14C

RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO



HUMEDAD



RETARDANTE



SOL



ODORO



DISEÑOS

ANEXO E:

Salarios mínimos sectoriales

ANEXO E1. Tabla Sectorial 2017

Salarios Mínimos Sectoriales 2017



ANEXO 1: ESTRUCTURAS OCUPACIONALES Y PORCENTAJES DE INCREMENTO PARA LA REMUNERACIÓN MÍNIMA SECTORIAL COMISIÓN SECTORIAL No. 8 "METALMECÁNICA"

RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA:

- 1.- INDUSTRIAS BÁSICAS DEL HIERRO, ACERO Y METALES NO FERROSOS
- 2.- FABRICACIÓN DE MUEBLES Y ACCESORIOS METÁLICOS
- 3.- FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS METÁLICOS (ENVASES, RECIPIENTES, UTENSILIOS DE USO DOMÉSTICO, PRODUCTOS DE TORNILLERÍA, CLAVOS,
- 4.- TUERCAS ARTÍCULOS DE ALAMBRE), EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPOS
- 5.- FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS ESTRUCTURALES

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2017
JEFE DE PRIMER NIVEL DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B1	INCLUYE: JEFE DE MANTENIMIENTO, JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y LOGÍSTICA, JEFE DE CONTROL DE CALIDAD, JEFE DE RECURSOS HUMANOS, JEFE DE PRODUCCIÓN, JEFE DE BODEGA, JEFE DE PLANTA, JEFE DE PROYECTO, JEFE DE VENTAS, JEFE DE COMPRAS	0810000000001	389,47
JEFE/COORDINADOR DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B2	INCLUYE: JEFE DE SECCIÓN, JEFE DE INSTALACION, JEFE DE TALLER, JEFE DE ENDEREZADOR, JEFE DE MAESTRANZA, JEFE DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS, JEFE DE MATRICEOS INCLUYE RODILLOS Y CAJAS DE LAMINACIÓN, JEFE DE TALLERES DE REPETIDORES, JEFE DE MANTENIMIENTO MECÁNICO Y ELÉCTRICO	0804289300002	389,35
ANALISTA/ESPECIALISTA/ INSPECTOR/SUPERVISOR DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B3	INCLUYE: SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN, SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO MECÁNICO, SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SUPERVISOR DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS, SUPERVISOR DE PATIOS Y MOVIMIENTO, SUPERVISOR DE ENDEREZADORA, SUPERVISOR DE BODEGA, SUPERVISOR DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA, INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD, INSPECTOR DE PALANQUILLA, INSPECTOR MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PREVENTIVO, INSPECTOR MANTENIMIENTO MECÁNICO PREVENTIVO	0830000000003	389,20



ANEXO F:

Construcción de la máquina

ANEXO F1: Construcción del conjunto de portamoldes.

1. Construcción de portamolde

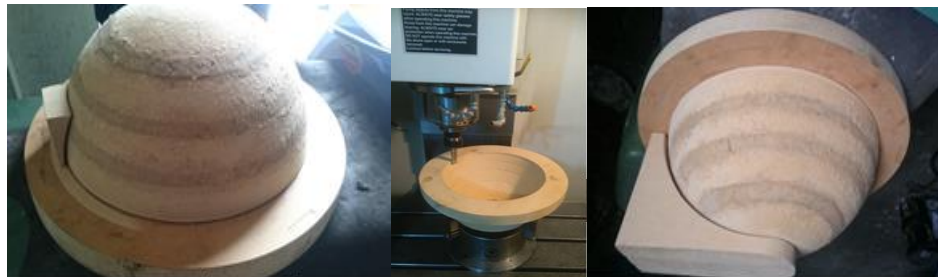
Para la elaboración de los portamoldes primero se realiza un modelo en madera con el fin de obtener la figura deseada en la fundición. Para esto se dibuja circunferencias de diferentes tamaños y se procede a cortarlas.



Se alinean las circunferencias y se las une firmemente con pegamento a fin de formar un solo cuerpo



Una vez seco el pegamento se procede a mecanizar el cuerpo de madera, con el fin de obtener la forma deseada en las tapas superior e inferior del portamolde.



Con el modelo de madera listo se realiza la fundición de aluminio de cada tapa del conjunto. Debido a que la fundición se la realiza en arena, el acabado superficial es pobre, por lo que se debe quitar la mazarota y mejorar el acabado superficial mediante procesos de mecanizado.



2. Construcción Del Sistema De Calentamiento:

Con la selección de la resistencia eléctrica necesaria para calentar el sistema, se la construye siguiendo la forma esférica de cada tapa del portamolde



Se elabora un aislante térmico comprendido por lana de vidrio y fibra de vidrio que cubre el portamoldes.



Se pinta la fibra de vidrio con el fin de obtener una apariencia agradable.



Perforación en el portamoldes y la fibra de vidrio para la sujeción para acople del molde



ANEXO F2: Construcción de la estructura inferior.

Los ángulos de 40x40x6 se cortan con amoladora de acuerdo a las medidas diseñadas



Los perfiles cortados se unen y sueldan para formar la mesa de la máquina



Con la estructura completamente soldada se procede a lijar y fondear.



ANEXO F3: Construcción de la estructura superior.

Se corta y suelda el material proporcionado por el taller (UPN 120), de acuerdo a las medidas diseñadas.



Se perfora y se suelda un bocín para asegurar el correcto desplazamiento del eje de sujeción de los portamoldes.



Preparación de las placas soporte para el eje de presión



A un extremo del eje de presión se realiza un roscado para el regulador de altura, y en el otro extremo del eje se suelda una placa de asiento para la excéntrica.



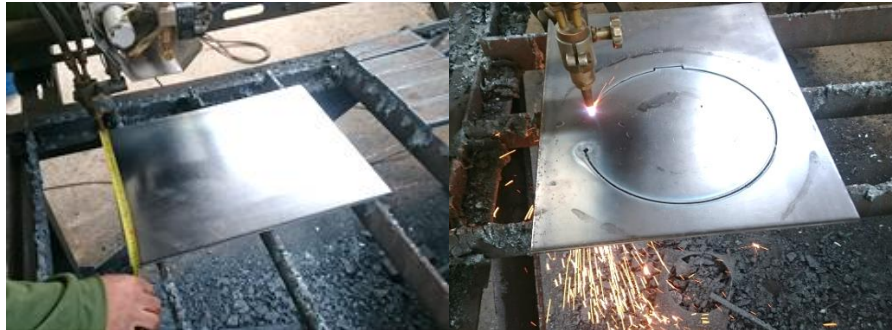
Se suelda la tuerca a una placa para elaborar el regulador de altura del eje de presión del molde.



Soldadura de ángulos de desplazamiento del conjunto del portamolde



Con el pantógrafo de oxicorte, se realiza un corte con la figura de la tapa inferior del portamolde



Se eliminan las rebabas provocadas por el oxicorte mediante una pulidora de desbaste.



Se pinta la estructura con un fondo anti-corrosivo.



Perforación de los perfiles para la elaboración de la bisagra.



Se pintan y ensamblan los componentes del sistema



ANEXO F5: Ensamble Del Sistema Eléctrico.

a) Componentes del sistema eléctrico y de control



Termocupla tipo K



Sensor Inductivo



Stich de encendido



Pantalla del PLC



Pirómetros

b) Ensamble

Conexiones electricas de los rele breckers contactores y plc



Coneccion maquetas de espiral y electroválvulas para ingreso de aire



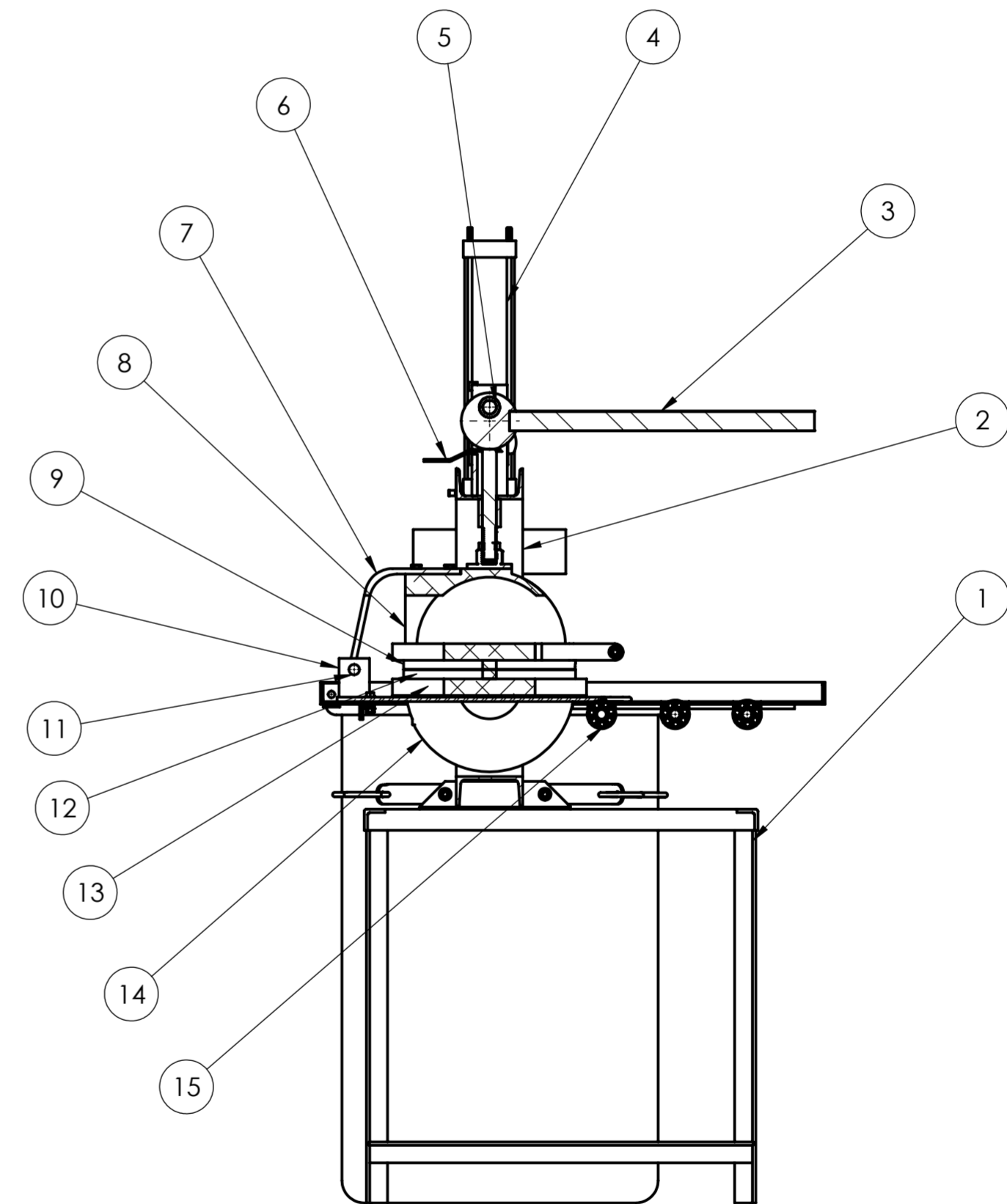
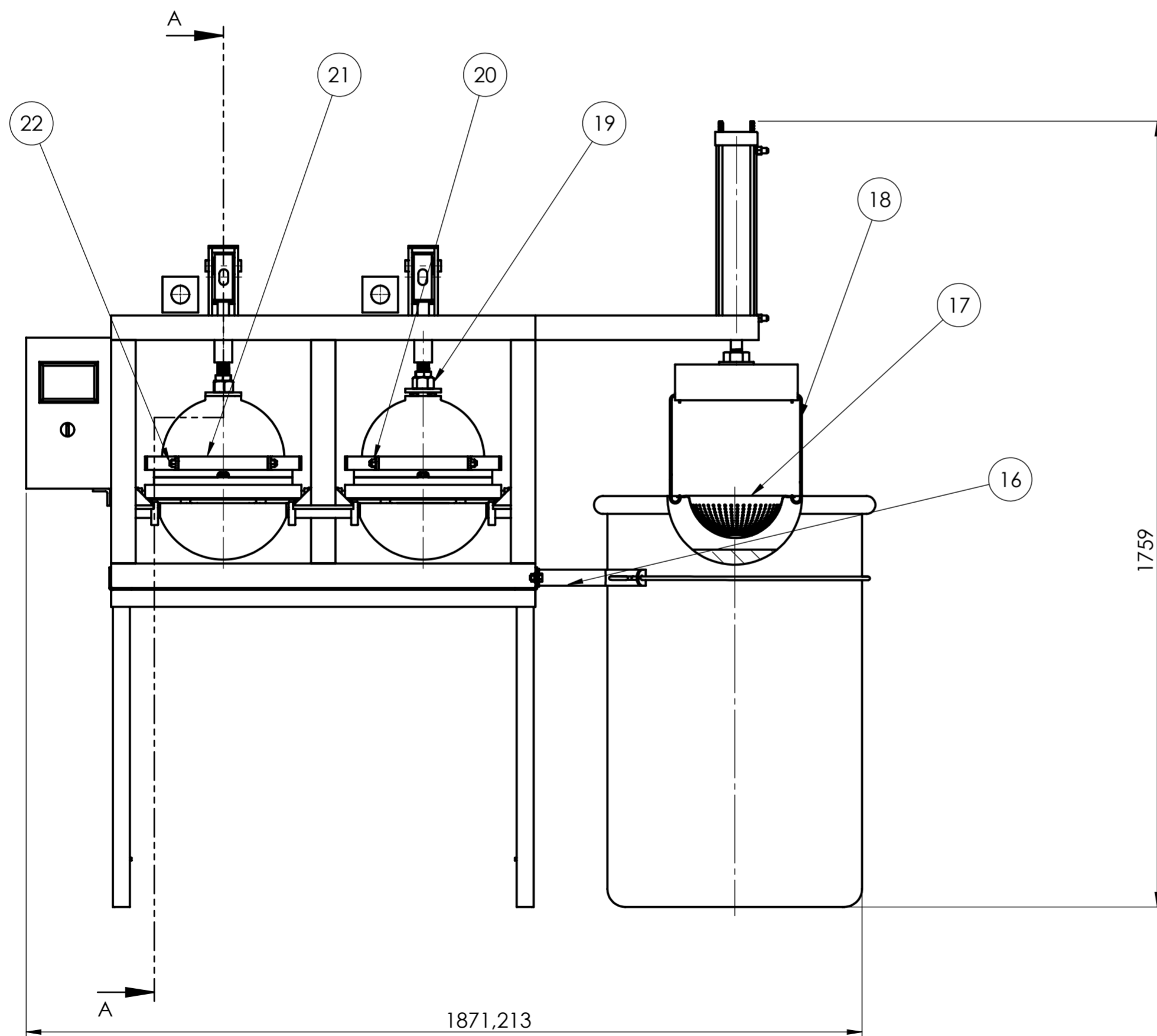
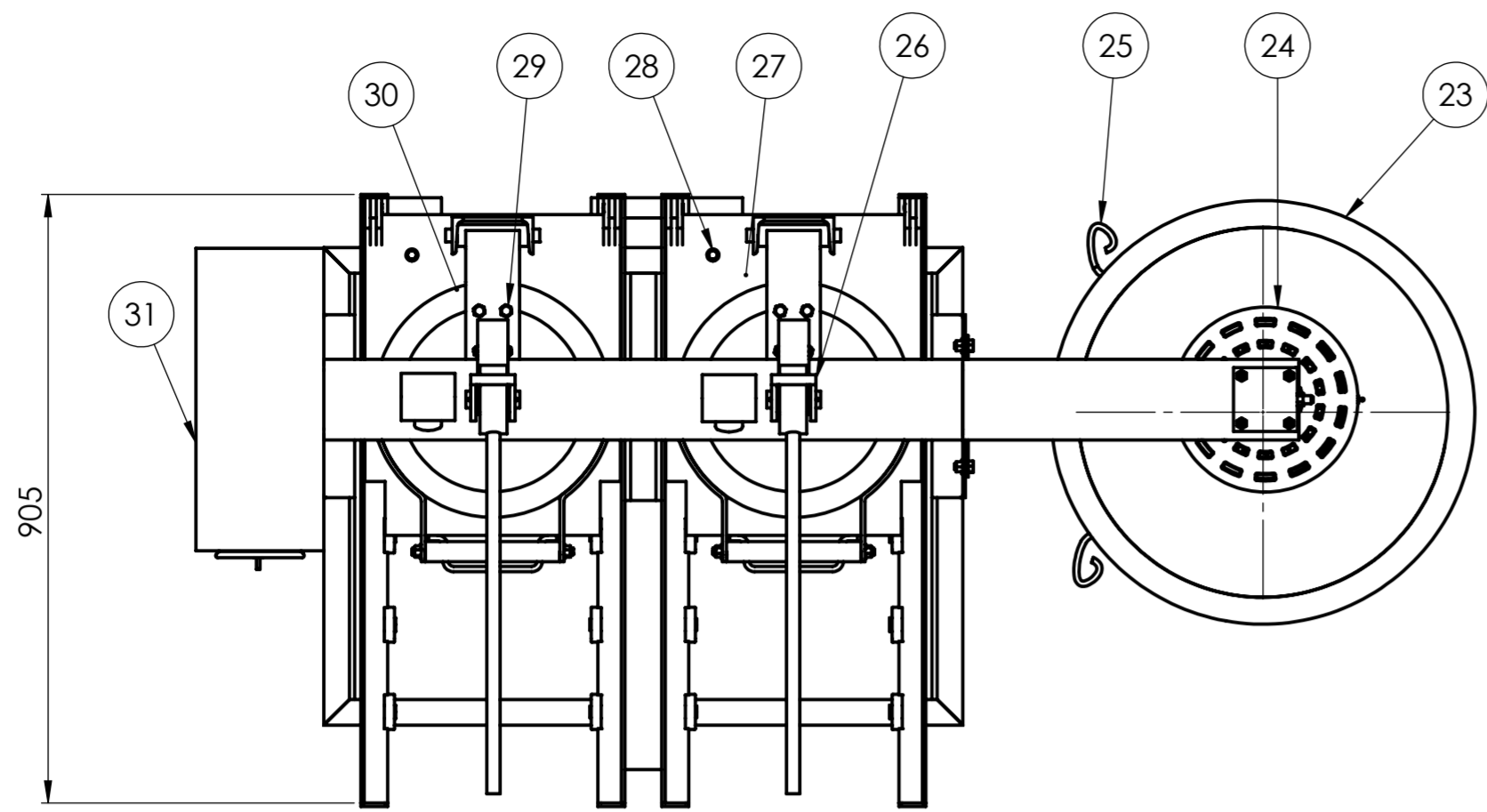
ANEXO F6: Evaluación de desempeño de la máquina moldeadora de balones número 5.



ANEXO G:

Cronograma de Mantenimiento Preventivo

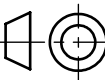
PLANOS

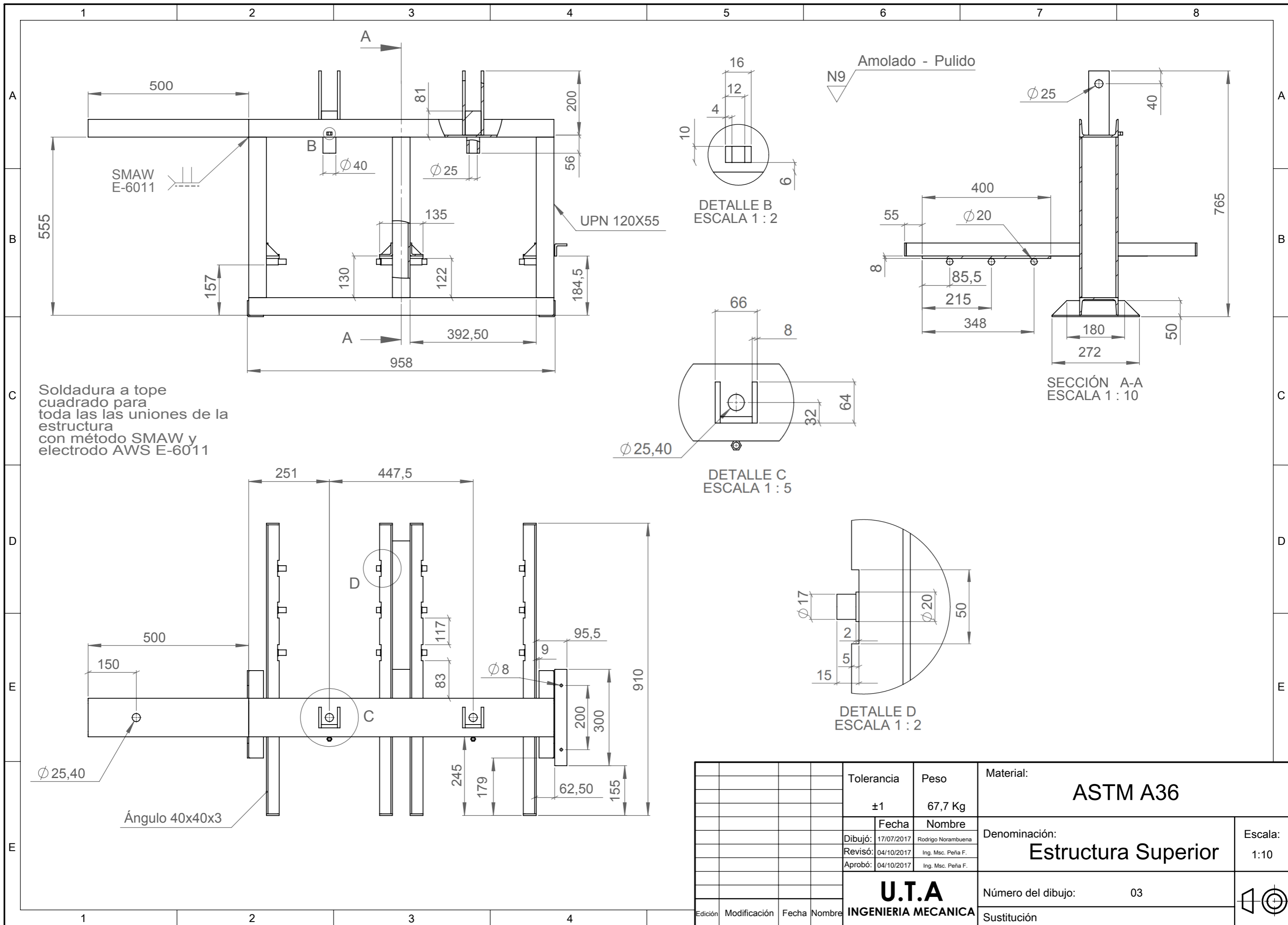


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

Tolerancia:		Peso:		Material:	
± 1		418,5 kg		VARIOS	
Fecha		Nombre		Título:	
13/10/2017		Norambuena R.		Máquina moldeadora de balones de fútbol	
Revisó:		Ing. Peña F. Msc.		Escala:	
13/10/2017		Ing. Peña F. Msc.		1:10	
Aprobó:		Ing. Peña F. Msc.		Número de lámina:	
13/10/2017		Ing. Peña F. Msc.		01	
Edición				Registro:	
Modificación				INGENIERÍA MECÁNICA	
Fecha				Sustitución:	
Nombre					

		1	2	3	4			
A	2	Resistencia Eléctrica		31		Adquirido		
	2	Gancho		30		Adquirido		
	1	Cernidor		29		Adquirido		
	8	Perno M10x1.5x16		28		Adquirido		
	2	Perno - Tuerca M8X1.25X20		27		Adquirido		
B	2	Perno - Tuerca M10x1.5x20		26		Adquirido		
	1	Tanque de Agua		25		Adquirido		
	1	Sujetador de Tanque de Agua	Dibujo 20	24	1,25	Construido		
	1	Tapa de Sumersión	Dibujo 19	23	3,52	Construido		
	12	Rodamiento SKF D: 47 mm; d: 17mm; B:14mm.		22		Adquirido		
	4	Pasador de Rodamiento 1	Dibujo 18	AISI 4340	21	0,016	Construido	
	4	Rodamiento SKF D:30mm; d:10mm; B: 9mm			20		Adquirido	
C	2	Tope Soporte	Dibujo 17	ASTM A36	19	0,065	Construido	
	2	Manilla del Porta Molde		ASTM A36	18		Adquirido	
	2	Tuerca Prisionero		Acero	17		Adquirido	
	2	Tuerca de Eje		Acero	16		Adquirido	
	2	Pasador de la Visagra	Dibujo 13	AISI 1045	15	0,04	Construido	
	2	Perfil de la Visagra	Dibujo 11	ASTM A36	14	0,66	Construido	
	2	Visagra	Dibujo 12	AISI 1045	13	2,5	Construido	
D	2	Molde H	Dibujo 7	Al 6061	12	4,6	Construido	
	2	Molde M	Dibujo 8	Al 6061	11	4,5	Construido	
	2	Porta Moldes B	Dibujo 15	Al 6061	10	6,8	Construido	
	2	Porta Moldes A	Dibujo 9	Al 6061	9	8,9	Construido	
	2	Aislante para Moldes	Dibujo 14	Fibra de Vidrio	8	4,8	Construido	
	2	Placa para Moldes	Dibujo 10	ASTM A36	7	6,7	Construido	
	2	Eje Prisionero	Dibujo 16	AISI 1045	6	0,98	Construido	
E	2	Eje del Sistema de Palanca	Dibujo 5	AISI 1020	5	0,31	Construido	
	2	Palanca Excéntrica	Dibujo 6	AISI 1018	4	5,1	Construido	
	1	Piston d:17mm C: 370 mm			3		Adquirido	
	1	Estructura Superior	Dibujo 3	ASTM A36	2	67,7	Construido	
	1	Estructura Base	Dibujo 4	ASTM A36	1	26,73	Construido	
N° de Orden	Denominación	N° de Dibujo/Norma	Material	N° de Pieza	Peso: Kg/pz	Observaciones		

				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	471,5 Kg	Varios	
				Fecha	Nombre	Denominación: MÁQUINA MOLDEADORA DE BALONES DE FÚTBOL	Escala: 1:1
				Dibujó: 04/10/2017	Norambuena R.		
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Número de dibujo: 02	Registro: 
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	U.T.A INGENIERIA MECANICA			



Soldadura a tope cuadrado para toda las las uniones de la estructura con método SMAW y electrodo AWS E-6011

				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	67,7 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 17/07/2017	Rodrigo Norambuena	Estructura Superior	
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Escala:	
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	1:10	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número del dibujo:	03
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución	

1

2

3

4

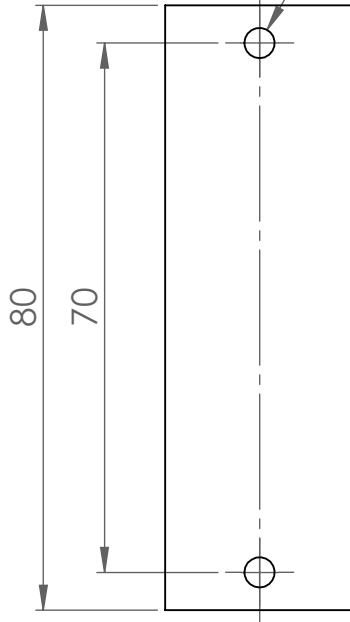
Torneado - Taladrado

N8



A

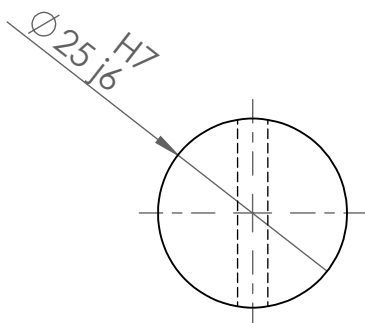
$\varnothing 4^{+0.05}_{-0.05}$



B

C

D



E

				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	0,31 Kg	AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 04/10/2017	Norambuena R.		
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Eje del Sistema de la Palanca	1:1
				U.T.A INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha				
						Sustitución	

1

2

3

4

A

N8
Fresado - Taladrado

B

586

C

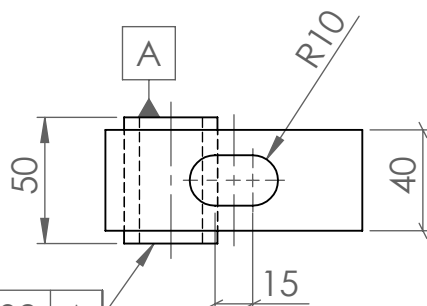
AWS E6011

 $\phi 25 \begin{matrix} H6 \\ j7 \end{matrix}$
 $\phi 37$ $\phi 102$

25

D

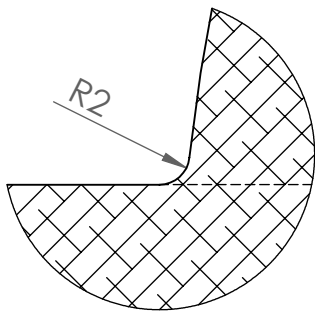
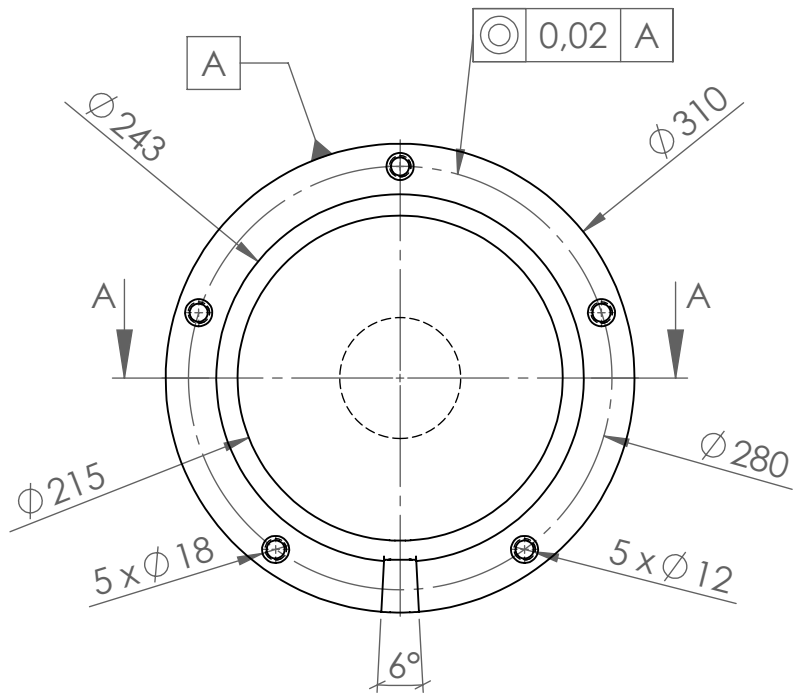
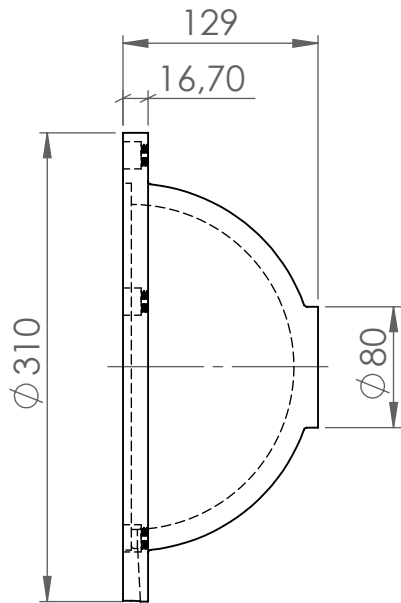
E



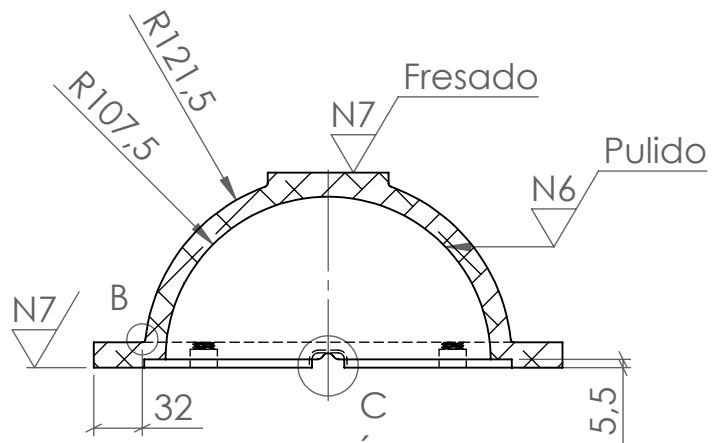
// 0,02 A

				Tolerancia ± 1	Peso 5,1 Kg	Material: AISI 1018	
						Denominación: Palanca Excéntrica	Escala: 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dibujó: 04/10/2017	Norambuena R.		
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de dibujo: 06	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	

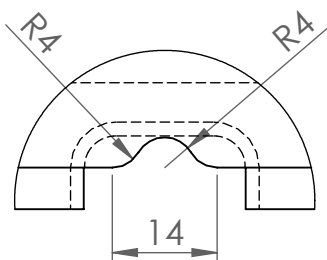
Fundido
N11



DETALLE B
ESCALA 2 : 1



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



DETALLE C
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia ± 1	Peso 4,6 Kg	Material: Aluminio 6061	
				Fecha	Nombre	Denominación: Molde H	Escala: 1:5
				Dibujó: 04/10/2017	Norambuena R.		
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Número de dibujo: 07	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	U.T.A INGENIERIA MECANICA		Sustitución	

N11 Fundido

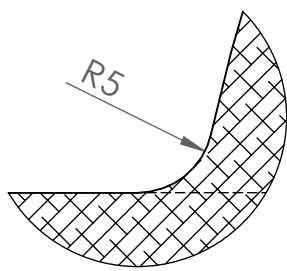
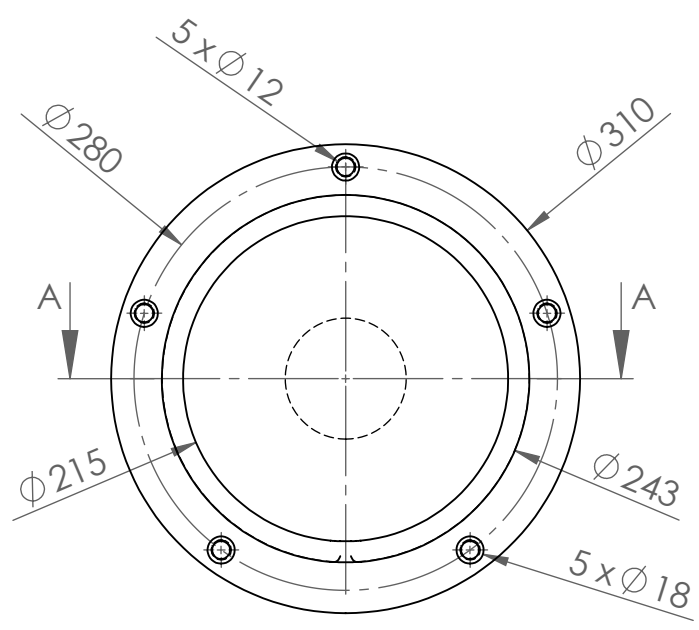
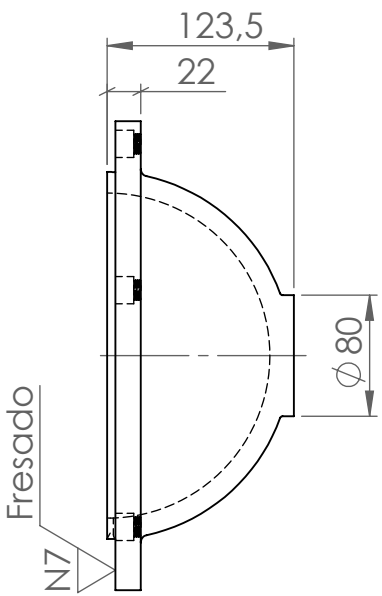
A

B

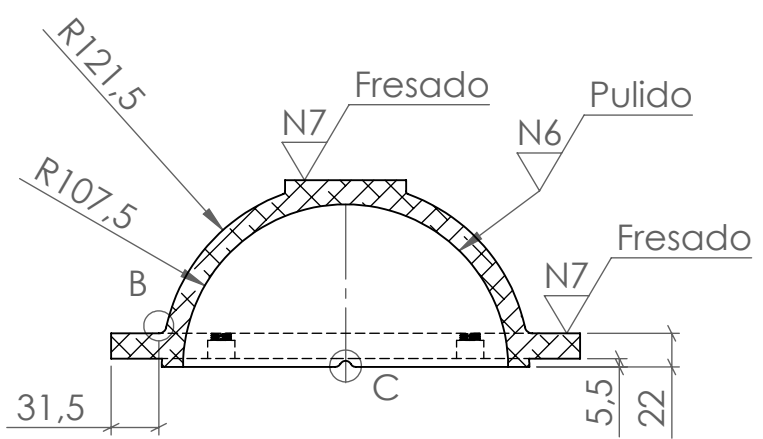
C

D

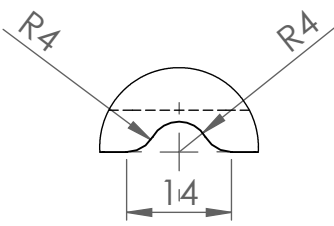
E



DETALLE B
ESCALA 2 : 1

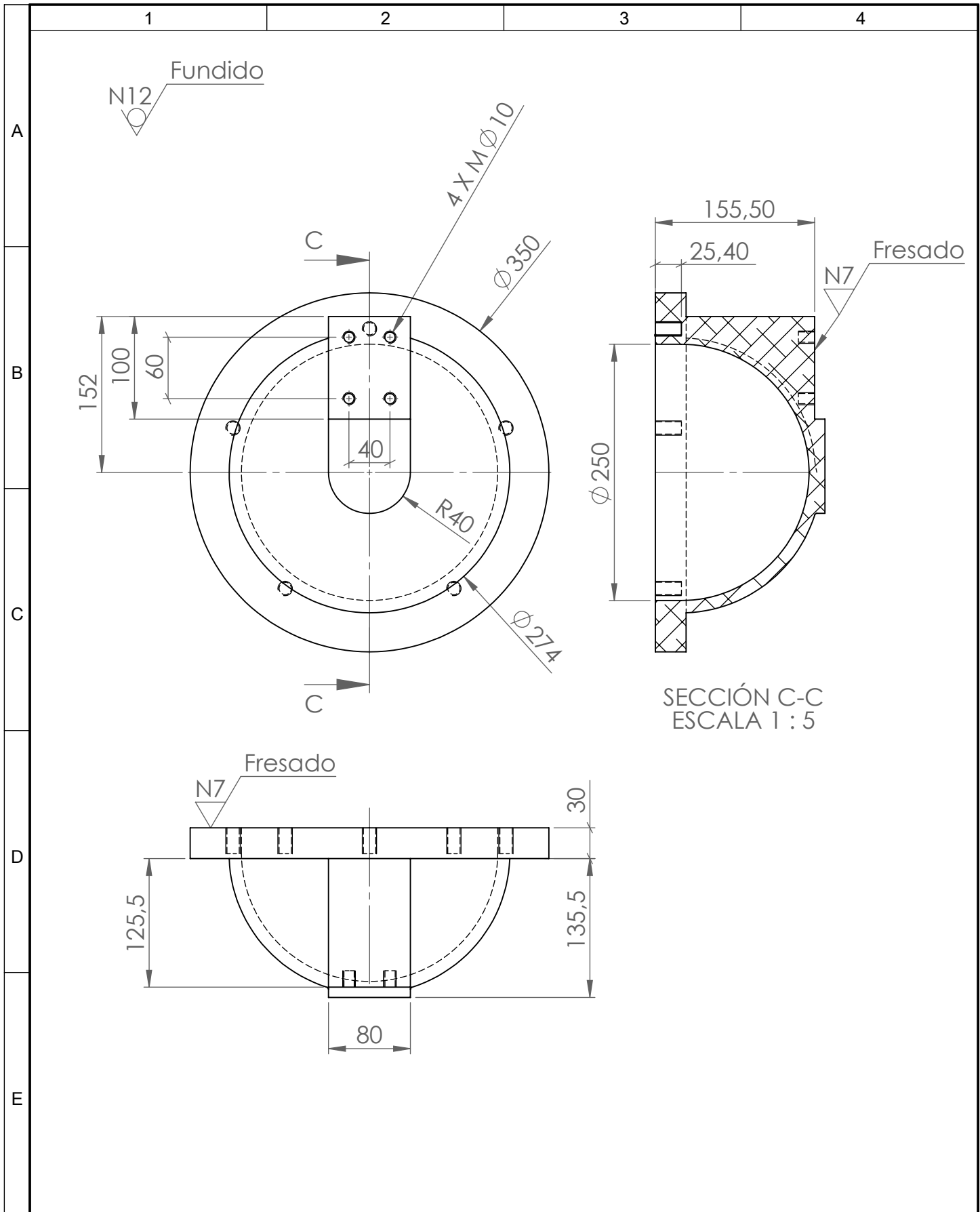


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



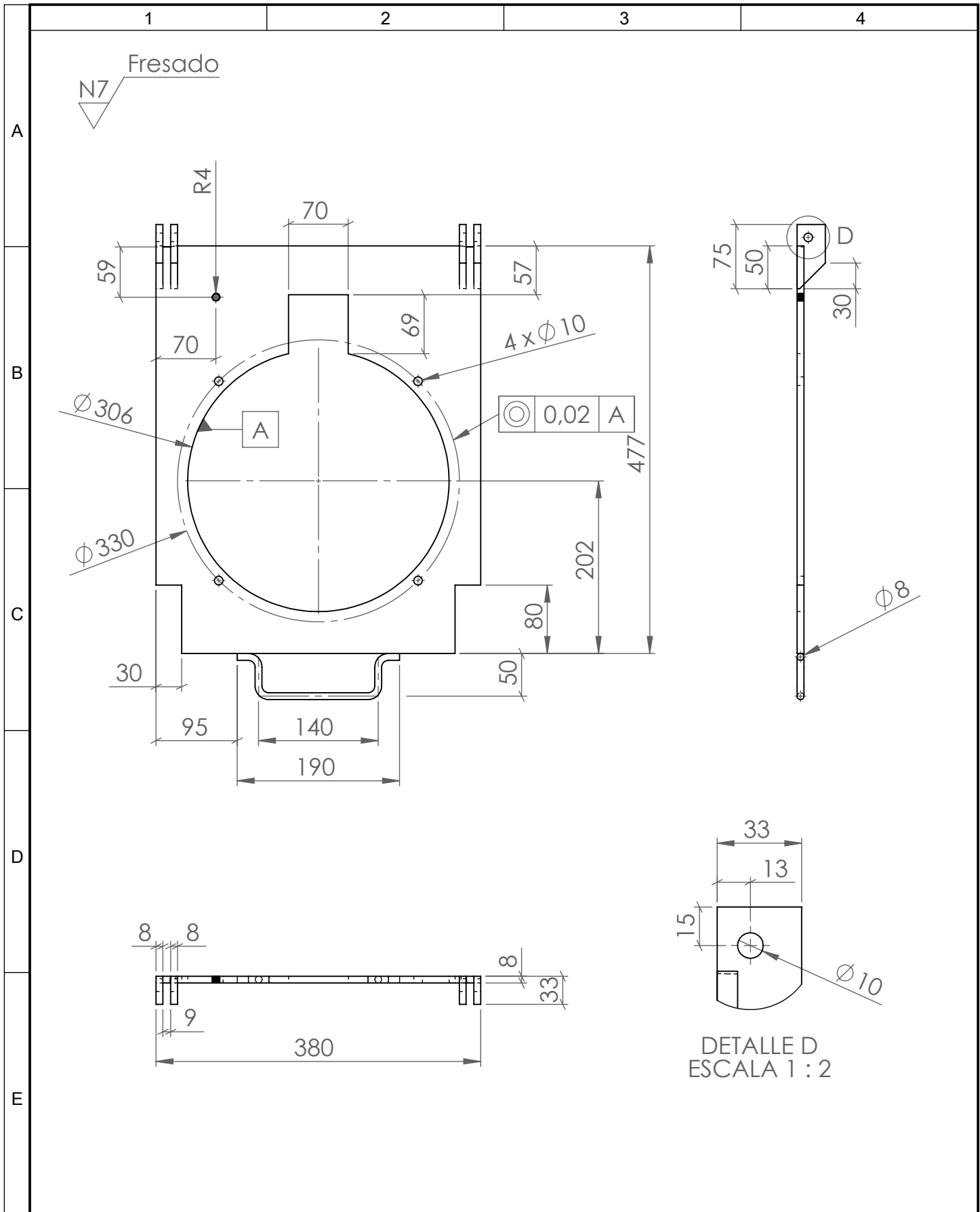
DETALLE C
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia ± 1	Peso 4,5 Kg	Material: Aluminio 6061	
						Denominación: Molde M	Escala: 1:5
				Dibujó: 04/10/2017	Nombre Norambuena R.		
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de dibujo: 08	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 5

				Tolerancia ± 1	Peso 8,9 Kg	Material: Aluminio 6061	
						Denominación: Porta Moldes A	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dibujó: 13/10/2017	Rodrigo Norambuena		
				Revisó: 13/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				Aprobó: 13/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de dibujo: 09	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



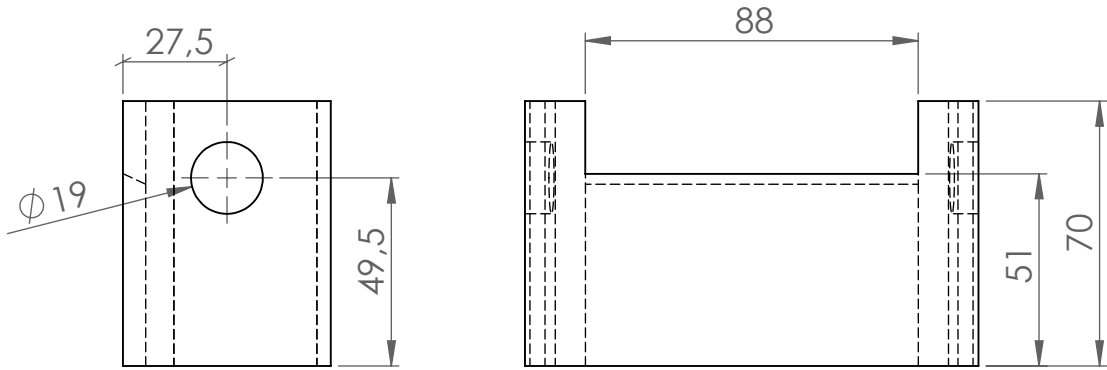
				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	6,7 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 13/10/2017	Rodrigo Norambuena	Placa para Moldes	
				Revisó: 13/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Escala:	
				Aprobó: 13/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	1:5	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de dibujo:	
						10	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución		Registro:	

1 2 3 4

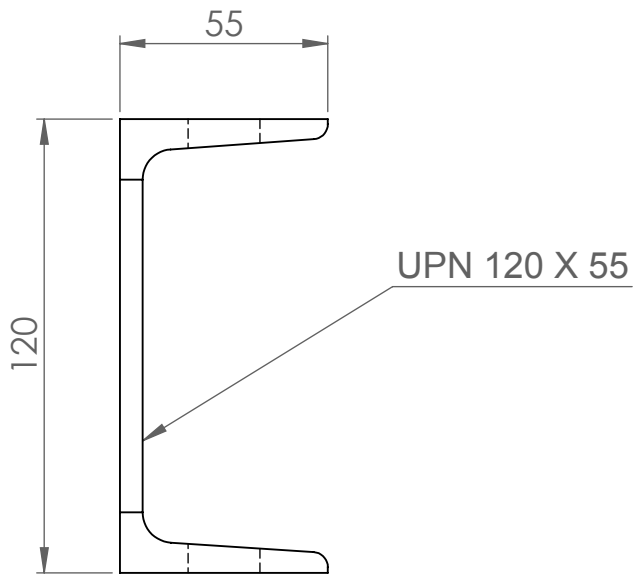
A

N9 Amolado

B



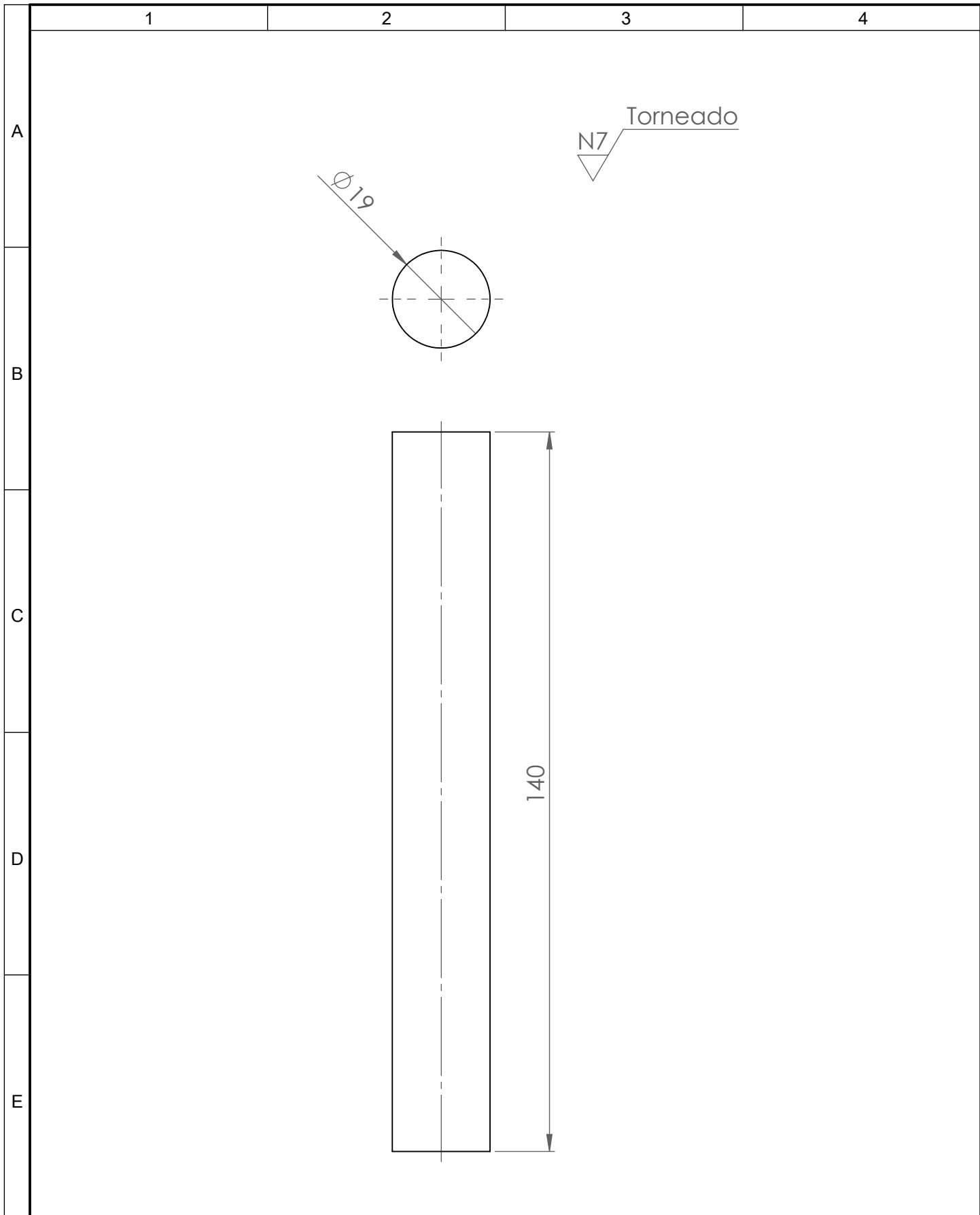
C



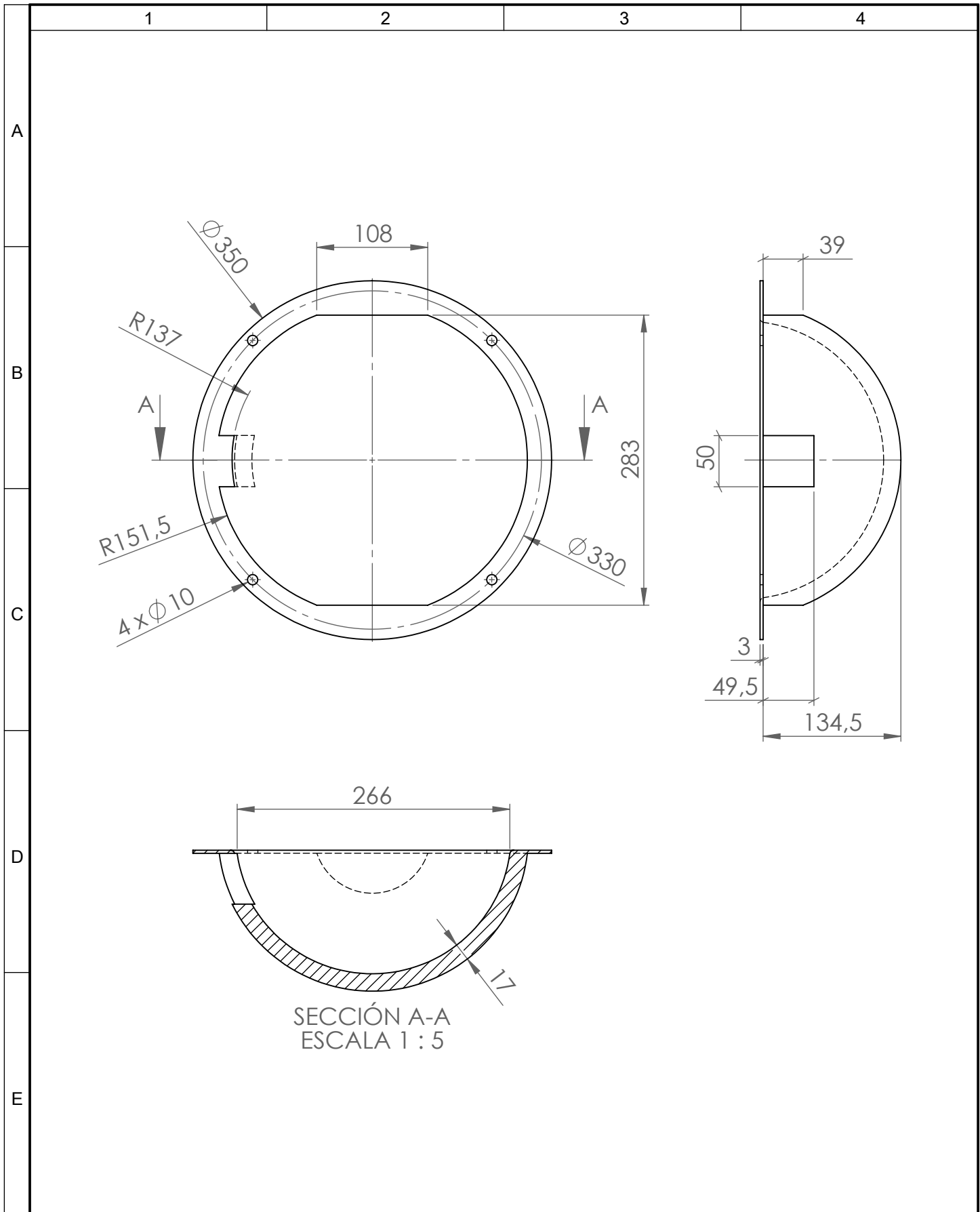
D

E

				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	0,66 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 04/10/2017	Norambuena R.		
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Número de dibujo:	Registro:
				U.T.A INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



				Tolerancia	Peso	Material:			
				±0,5	0,04 Kg	AISI 1045			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 04/10/2017	Norambuena R.			Pasador de Visagra	1:1
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.				
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Número de dibujo:	Registro:		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		13			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución			

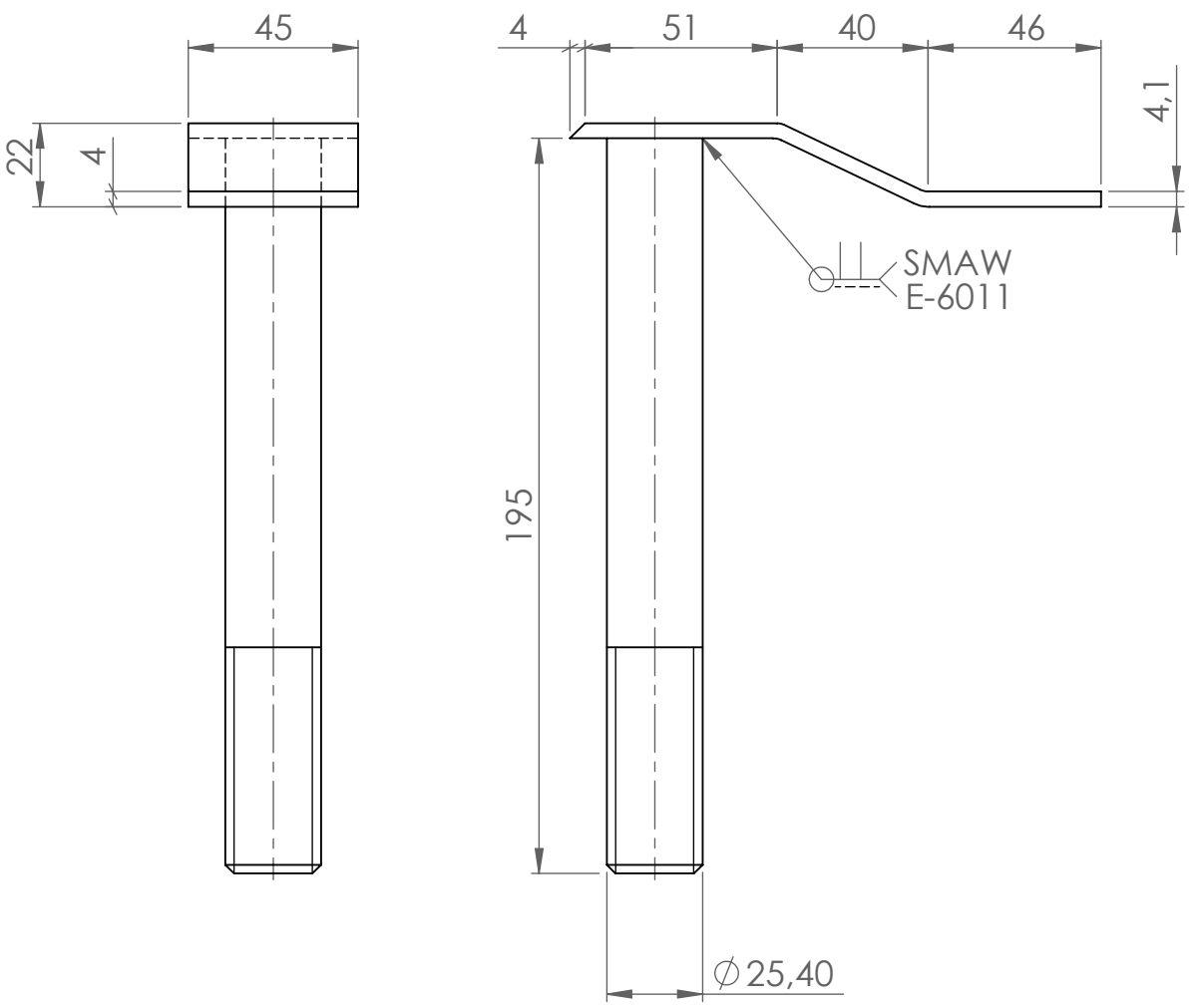


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

				Tolerancia	Peso	Material:			
				±1	4,8 Kg	Fibra de Vidrio			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	04/10/2017	Norambuena R.			Aislante Portamoldes	1:5
			Revisó:	04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.				
			Aprobó:	04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.				
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de dibujo:	Registro:		
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			14			
						Sustitución			

N7 Tornado

A
B
C
D
E



				Tolerancia	Peso	Material:	
				±0,5	0,982 kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	04/10/2017	Norambuena R.		
			Revisó:	04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
			Aprobó:	04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Número de dibujo:	Registro:
			U.T.A INGENIERIA MECANICA				
Edición	Modificación	Nombre				Fecha	Sustitución

1

2

3

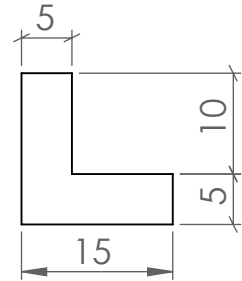
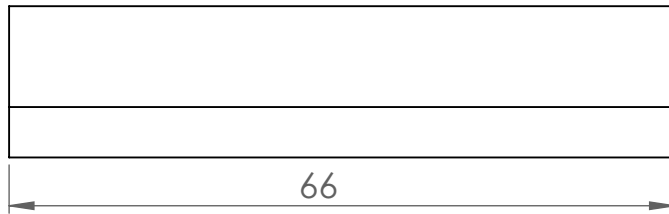
4

A

N8 Amolado

B

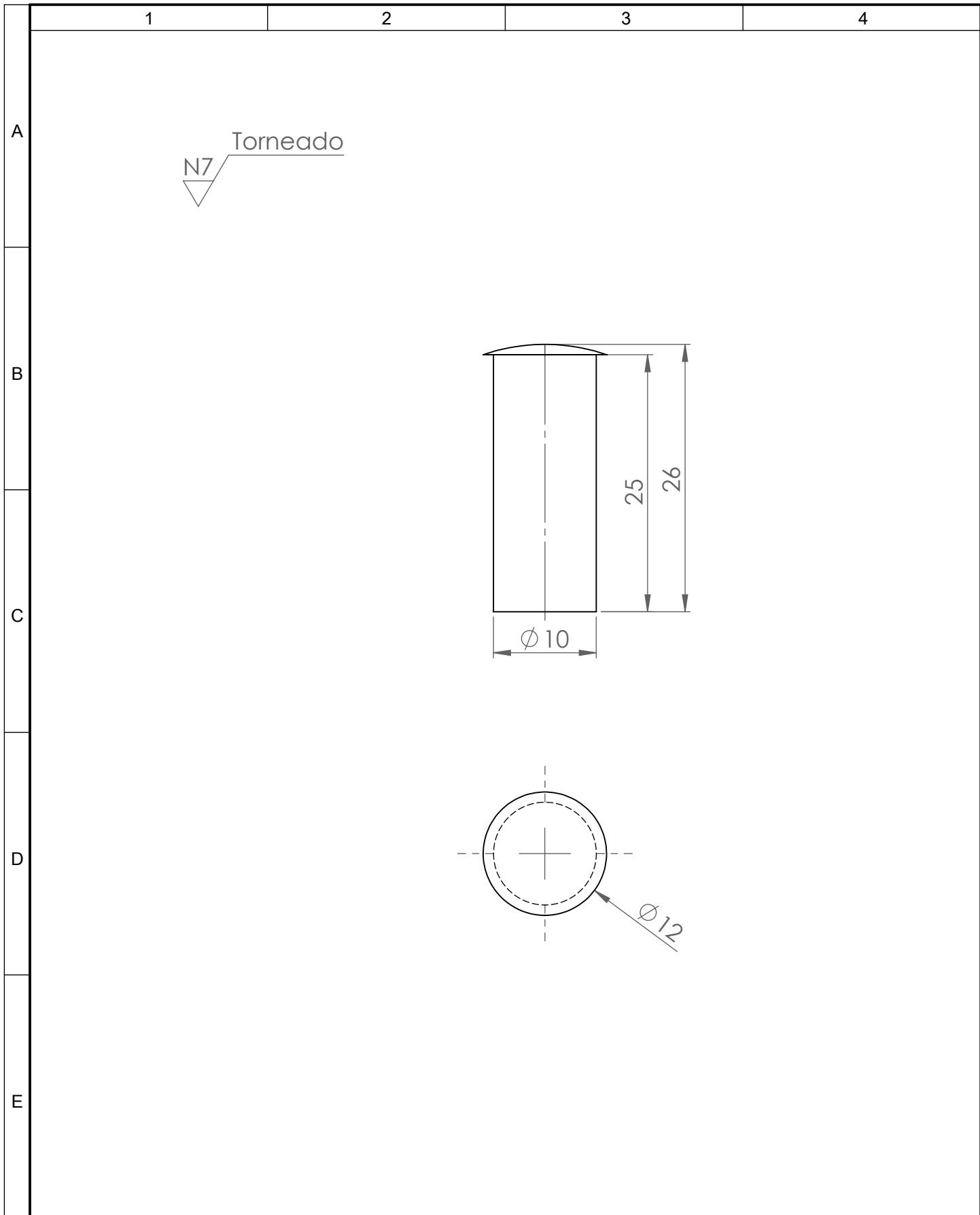
C



D

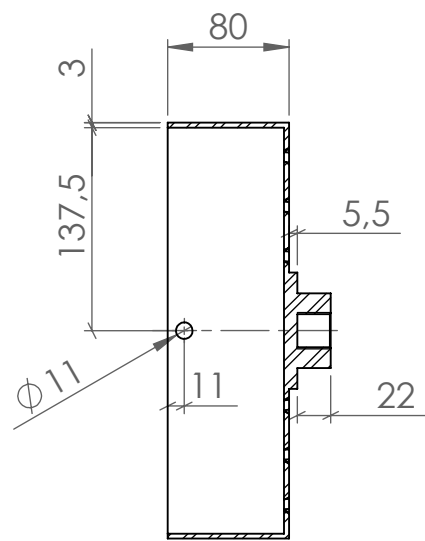
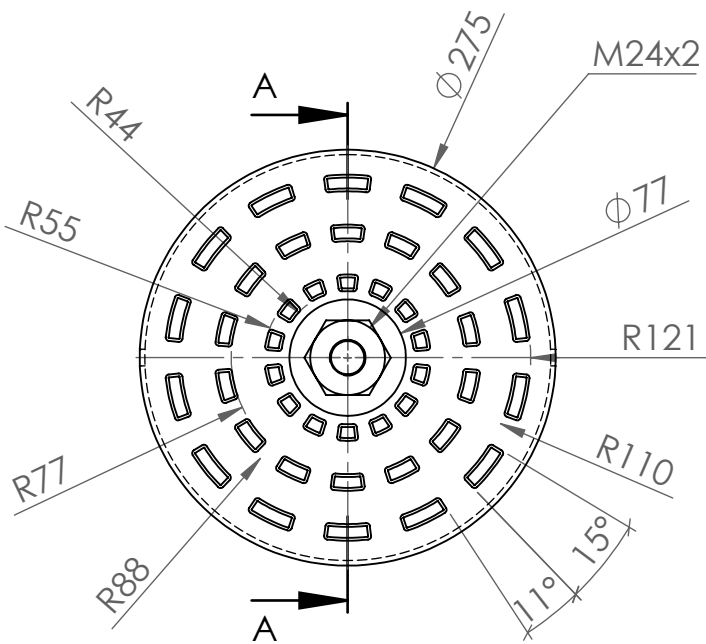
E

				Tolerancia	Peso	Material:			
				±1	0,065kg	ASTM A36			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 04/10/2017	Norambuena R.			Tope Soporte	2:1
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.				
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	Número de dibujo:	Registro:		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA				17	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución			



				Tolerancia	Peso	Material:		
				±0,5	0,016 Kg	AISI 4340		
						Denominación:		Escala:
				Dibujó:	Fecha	Pasador de Rodamientos		2:1
				Revisó:	Nombre			
				Aprobó:				
				U.T.A		Número de dibujo:		Registro:
				INGENIERIA MECANICA		18		
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución		

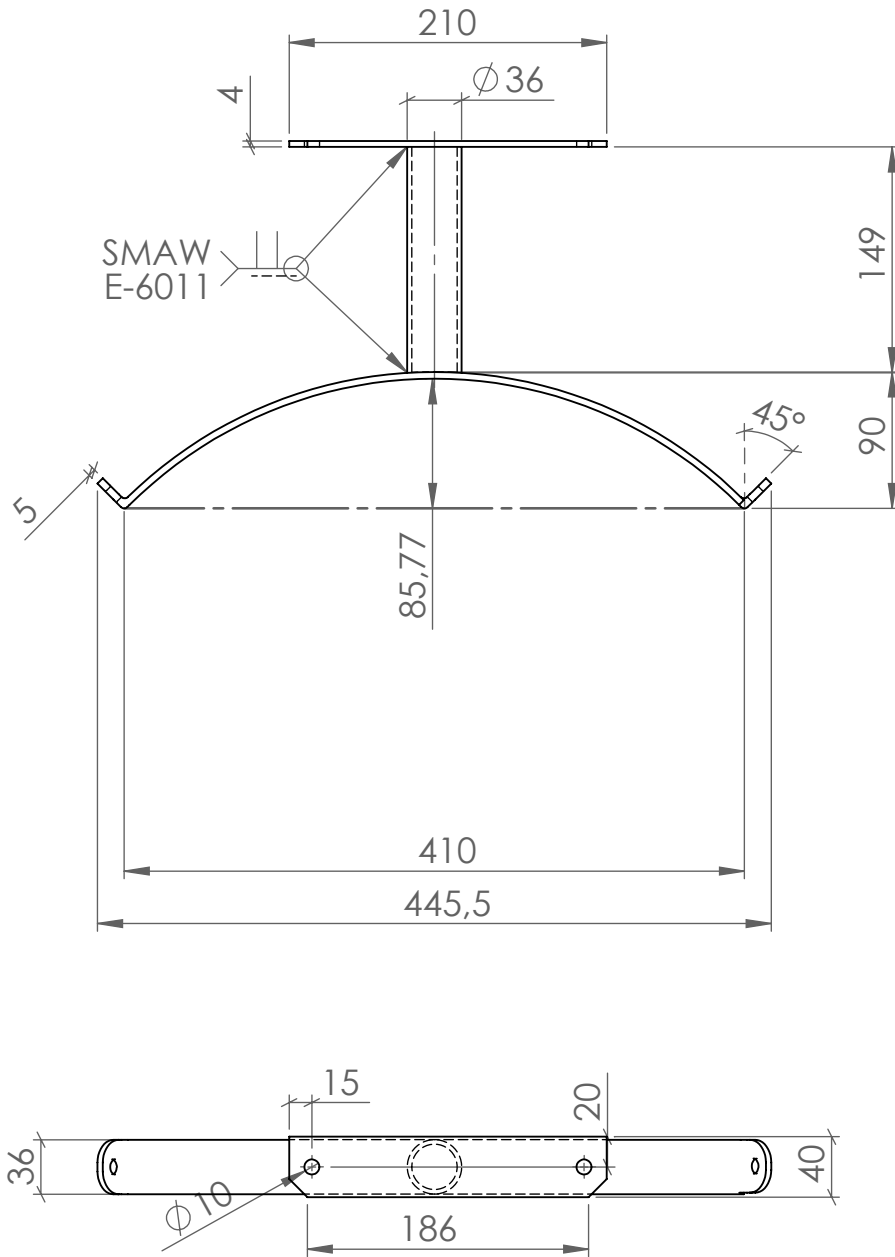
Torneado
N8



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

				Tolerancia ±0,5	Peso 0,982 kg	Material: ASTM A36		
						Denominación: Tope Soporte	Escala: 1:5	
				Fecha	Nombre			
				Dibujó: 04/10/2017	Norambuena R.			
				Revisó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.			
				Aprobó: 04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.			
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de dibujo: 19	Registro: 	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución		

N8 Amolado



				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	1,25 Kg	ASTM A 36	
				Fecha	Nombre	Denominación: Sujetador de Tanque de Agua	Escala: 1:5
			Dibujó:	04/10/2017	Norambuena R.		
			Revisó:	04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.		
				Aprobó:	04/10/2017	Ing. Msc. Peña F.	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de dibujo:	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	