



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Sistema de fabricación para mejorar la resistencia
mecánica de los elementos compuestos de
caucho y PVC.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Revollar Vásquez, Milton Gerardo (orcid.org:0000-0002-4347-1094)

Velásquez Ávila, Misler Jossue (orcid.org:0000-0003-1458-947X)

ASESOR:

Dr. Luján López, Jorge Eduardo (orcid.org:0000-0003-1208-1242)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelación y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

Dedicatoria

Con mucho Amor a mi madre Nila, por ser mi pilar de fortaleza y perseverancia en todo momento de mi vida.

A mi padre Félix, por la confianza que me tuvo y por haber creído siempre en lo lejos que podría llegar, aunque no este ahora conmigo sé que desde el cielo guía mis pasos.

A mi esposa Fiorelly y mis hijas, Alison, Abigail y Sofia por ser mi motor y motivo de superación constante, por su comprensión para poder culminar mis objetivos universitarios. A ellas mi eterno amor y gratitud.

A mis hermanas María y Elizabeth por ser mis educadoras y guías en momentos especiales de mi vida.

Milton Gerardo Revollar Vásquez

A mi madre Olga, padre Amado y hermano André, quienes son el pilar de fortaleza y perseverancia en mi vida.

A mi esposa Rosa por su sacrificio y esfuerzo, por darme la oportunidad y creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome comprensión, cariño y amor.

A mis amados hijos, Fabian y Anett por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

Misler Jossue Velásquez Ávila

Agradecimiento

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a la empresa SEGUSA SAC, así como a mi jefe, el Sr. Roger Gabuteau Barba por brindarme el apoyo de tener esta formación profesional y esa confianza invaluable de realizar este proyecto dentro de su organización, que no había sido posible sin el apoyo y colaboración que recibí de todo el equipo.

La colaboración con la empresa ha sido un honor, y estoy agradecido por la oportunidad de contribuir a través de mi trabajo.

Al Ing. Juan Carlos Bengoa Seminario por brindarnos sus conocimientos y su apoyo incondicional para el desarrollo de este proyecto.

A nuestro asesor, el ingeniero “Jorge E. Lujan Lopez” por su conocimiento y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mis docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica – Eléctrica de la Universidad César Vallejo, por todo el conocimiento que nos han brindado a lo largo de estos años de vida universitaria.

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Sistema de fabricación para mejorar la resistencia mecánica de los elementos compuestos de caucho y PVC.", cuyos autores son REVOLLAR VASQUEZ MILTON GERARDO, VELASQUEZ AVILA MISLER JOSSUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 08 de Diciembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO DNI: 17897692 ORCID: 0000-0003-1208-1242 | Firmado electrónicamente por: JLUJAN el 08-12- 2023 07:03:06 |

Código documento Trilce: TRI - 0688508

Declaratoria de originalidad del autor(es)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, REVOLLAR VASQUEZ MILTON GERARDO, VELASQUEZ AVILA MISLER JOSSUE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Sistema de fabricación para mejorar la resistencia mecánica de los elementos compuestos de caucho y PVC.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|--|
| MILTON GERARDO REVOLLAR VASQUEZ DNI: 10880385 ORCID: 0000-0002-4347-1094 | Firmado electrónicamente por: MREVOLLAR el 08-12-2023 15:05:17 |
| MISLER JOSSUE VELASQUEZ AVILA DNI: 44745694 ORCID: 0000-0003-1458-947X | Firmado electrónicamente por: MIJOVELA el 08-12-2023 13:06:55 |

Código documento Trilce: TRI - 0688509

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Declaratoria de autenticidad del asesor | iv |
| Declaratoria de originalidad del autor(es) | v |
| Índice de contenidos | vi |
| Índice de tablas | viii |
| Índice de figuras | ix |
| Resumen | xii |
| Abstract | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| III. METODOLOGÍA | 12 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 12 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 13 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 14 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 15 |
| 3.5. Procedimientos | 15 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 16 |
| 3.7. Aspectos éticos | 17 |
| IV. RESULTADOS | 18 |
| V. DISCUSIÓN | 106 |
| VI. CONCLUSIONES | 108 |
| VII. RECOMENDACIONES | 109 |
| VIII. REFERENCIAS | 110 |
| VIII. ANEXO | 118 |
| Anexo 01: Tabla de operacionalización de variables | 118 |
| Anexo 02: Instrumentos de recolección de datos | 120 |
| Anexo 03: Modelo del consentimiento o asentimiento informado UCV | 124 |
| Anexo 04: Resultado de reporte de similitud de Turnitin | 125 |
| Anexo 05: Planos del sistema | 133 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 06: Especificaciones Técnicas | 146 |
| Anexo 07: Tablas de catálogos de productos. | 148 |
| Anexo 08: Formatos de ensayos realizados | 153 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Lista de requerimientos técnicos | 20 |
| Tabla 2. Lista de deseos y requerimientos | 21 |
| Tabla 3. Criterio de calificación..... | 27 |
| Tabla 4. Evaluación de alternativas..... | 28 |
| Tabla 5. Matriz morfológica del sistema de pegado de conos | 32 |
| Tabla 6. Criterio de calificación..... | 36 |
| Tabla 7. Comparación de sistemas de potencia..... | 37 |
| Tabla 8. Comparación de sistemas de transmisión de potencia..... | 40 |
| Tabla 9. Comparación y selección de sistemas de transmisión | 40 |
| Tabla 10. Distintos sistemas de accionamiento de presión | 43 |
| Tabla 11. Criterio de calificación..... | 43 |
| Tabla 12. Comparación y selección de accionamiento..... | 44 |
| Tabla 13. Características de la resistencia | 55 |
| Tabla 14. Clases de aislamiento basados en temperatura ambiente de 30 °C | 63 |
| Tabla 15. Entradas físicas | 81 |
| Tabla 16. Salidas físicas..... | 82 |
| Tabla 17. Funciones configurables..... | 82 |
| Tabla 18. Temporizador A | 83 |
| Tabla 19. Temporizador W | 83 |
| Tabla 20. Tipos de circuitos..... | 84 |
| Tabla 21. Datos de masas..... | 98 |
| Tabla 22. Datos recolectados ensayo de abrasión para caucho | 98 |
| Tabla 23. Datos recolectados ensayo de abrasión para PVC | 99 |
| Tabla 24. Datos recolectados del ensayo de desgarre..... | 100 |
| Tabla 25. Componentes adquiridos por la empresa | 104 |
| Tabla 26. Remuneración a empleados | 104 |
| Tabla 27. Operacionalización de la variable resistencia mecánica..... | 118 |
| Tabla 28. Operacionalización de la variable sistema de fabricación. | 119 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Modelo esquemático de la norma VDI 2206. Fuente: (Gausemeier y Moehringer, 2003) | 11 |
| Figura 2. Esquema del diseño de investigación | 13 |
| Figura 3. Diagrama de Flujo para el desarrollo del proyecto | 18 |
| Figura 4. Distintos diseños de sistemas | 22 |
| Figura 5. Máquina termo pegadora manual..... | 23 |
| Figura 6. Máquina de unión tipo rosca | 24 |
| Figura 7. Máquina de unión a presión | 25 |
| Figura 8. Máquina termo pegadora semi automática | 26 |
| Figura 9. Brazos robóticos..... | 26 |
| Figura 10. Máquina remachadora..... | 27 |
| Figura 11. Estructura de funciones..... | 29 |
| Figura 12. Leyenda de uniones entre las subfunciones del sistema. | 30 |
| Figura 13. Elementos de la máquina termo pegadora semiautomática..... | 34 |
| Figura 14. Servomotor..... | 35 |
| Figura 15. Biela-manila manual..... | 35 |
| Figura 16. Motor hidráulico | 36 |
| Figura 17. Faja común..... | 38 |
| Figura 18. Catarina común | 39 |
| Figura 19. Cremallera..... | 41 |
| Figura 20. Pistón neumático | 42 |
| Figura 21. Máquina de leva excéntrica..... | 43 |
| Figura 22. Esquema simplificado de la mesa | 45 |
| Figura 23. Estación individual de la mesa | 45 |
| Figura 24. Esquema simplificado de la mesa para radio interior | 46 |
| Figura 25. Esquema simplificado de una estación para arco interior | 46 |
| Figura 26. Diámetro del agujero de cada estación | 47 |
| Figura 27. Esquema del posicionamiento de los rodamientos..... | 48 |
| Figura 28. DCL para los rodamientos..... | 48 |
| Figura 29. Diseño de la plancha que portará la resistencia | 51 |
| Figura 30. Dimensiones de la plancha | 52 |
| Figura 31. Esquema para la transferencia de calor | 54 |
| Figura 32. Resistencia Hotflex..... | 55 |
| Figura 33. Curvas de disparo Fuente: Schneider Electric | 56 |
| Figura 34. Catálogo. Fuente: Schneider Electric | 56 |
| Figura 35. Contactor. Fuente: Schneider Electric | 57 |
| Figura 36. Disyuntor. Fuente: Schneider Electric – Catálogo | 58 |
| Figura 37. Contactor. Fuente: Schneider Electric – Catálogo..... | 59 |
| Figura 38. Temporizador. Fuente: Schneider Electric – Catálogo | 59 |
| Figura 39. Contactor auxiliar. Fuente: Schneider Electric – Catálogo | 60 |
| Figura 40. Disyuntor termomagnético. Fuente: Schneider Electric – Catálogo | 61 |
| Figura 41. DCL para la fuerza del pistón | 65 |
| Figura 42. DCL simplificado para la fuerza del pistón | 65 |
| Figura 43. Medidas del DCL para la fuerza del pistón..... | 67 |

| | |
|--|-----|
| Figura 44. Esquema simplificado de un pistón | 68 |
| Figura 45. Medidas para los momentos y fuerzas | 69 |
| Figura 46. Esquema simplificado para los pernos y la fuerza del pistón | 71 |
| Figura 47. Sección para el análisis de esfuerzos | 73 |
| Figura 48. Distancia de la sección seleccionada | 73 |
| Figura 49. Placa porta conos sometida a fuerzas normales | 74 |
| Figura 50. DCL de fuerzas y esfuerzos en el eje de rodamientos | 75 |
| Figura 51. Fuerza ejercida en un pilar de la base..... | 76 |
| Figura 52. Esquema general de la programación PLC | 77 |
| Figura 53. Funcionamiento del pistón..... | 78 |
| Figura 54. Funcionamiento del servomotor | 78 |
| Figura 55. Esquema de programación de CADeSimu | 79 |
| Figura 56. Esquema CADeSimu para pistón | 79 |
| Figura 57. Esquema CADeSimu para servomotor..... | 80 |
| Figura 58. Esquema CADeSimu para alarmas..... | 80 |
| Figura 59. Esquema Zelio Logic PLC Schneider | 81 |
| Figura 60. Tablero eléctrico | 84 |
| Figura 61. Tablero eléctrico PLM48..... | 84 |
| Figura 62. Disco sin carga aplicada simulado en SolidWorks | 85 |
| Figura 63. Esfuerzos de VonMisses simulados en SolidWorks | 85 |
| Figura 64. Desplazamientos simulados en SolidWorks..... | 86 |
| Figura 65. Tensiones simuladas en SolidWorks..... | 86 |
| Figura 66. Factor de seguridad simulados en SolidWorks..... | 87 |
| Figura 67. Análisis del plato porta cavidad simulado en SolidWorks..... | 87 |
| Figura 68. Desplazamiento del plato porta cavidad simulados en SolidWorks..... | 88 |
| Figura 69. Esfuerzos del soporte del pistón simulados en SolidWorks | 88 |
| Figura 70. Desplazamientos del soporte del pistón simulados en SolidWorks | 89 |
| Figura 71. Análisis de la estructura de la base simulados en SolidWorks | 89 |
| Figura 72. Desplazamientos de la estructura de la base simulados en SolidWorks.. | 90 |
| Figura 73. Esfuerzos de VonMises para el eje de rodamientos simulados en SolidWorks | 90 |
| Figura 74. Desplazamientos para el eje de rodamientos simulados en SolidWorks.. | 91 |
| Figura 75. Tensiones para el eje de rodamientos simulados en SolidWorks | 91 |
| Figura 76. Esquema de sistema de transmisión..... | 92 |
| Figura 77. Esfuerzos de VonMises para el sistema de transmisión simulados en SolidWorks | 93 |
| Figura 78. Desplazamientos para el sistema de transmisión simulados en SolidWorks | 93 |
| Figura 79. Fabricación de las muestras de PVC según norma española | 95 |
| Figura 80. Muestras obtenidas para los ensayos PVC..... | 96 |
| Figura 81. Fabricación de las muestras de caucho según norma española | 96 |
| Figura 82. Muestras obtenidas de caucho según norma española | 97 |
| Figura 83. Ensayo con el abrasímetro..... | 97 |
| Figura 84. Muestras para el ensayo de despegue..... | 99 |
| Figura 85. Cono de muestra | 100 |
| Figura 86. Ensayo de desgarro | 101 |

Figura 87. Muestra cono de seguridad 102

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal evaluar la factibilidad técnica económica de implementar un sistema de fabricación de elementos de protección personal de material compuesto de caucho y PVC, para ello, se efectuó un estudio no experimental transeccional. El diseño final de la máquina fue en base a un criterio de selección, de acuerdo con los requerimientos solicitados por la empresa y por los datos técnicos brindados por la distribuidora del producto cemento universal, usado para pegar la base y el cuerpo del cono de seguridad. De toda la población, se tomó una muestra de un solo turno laboral para así no afectar la calidad de este, ya sea por temas como eficiencia y rendimiento de los operarios, posteriormente se realizó los ensayos de abrasión y de desgarro, obteniendo resultados que nos permitieron contrastar con las normas técnicas que respalden la resistencia del producto, entre estas se encuentran la norma técnica peruana NTP-20345, la norma chilena 2374-1996, y la norma española ISO 20344. Finalmente se concluyó que las muestras pasaban por mucho los requerimientos mínimos para las pruebas de abrasión y despegue, logrando así obtener la resistencia mecánica que inicialmente se quería obtener.

Palabra clave: Caucho, PVC, normas técnicas, abrasión, desgarro.

Abstract

The main objective of this research work is to evaluate the technical-economic feasibility of implementing a manufacturing system for personal protection elements made of rubber and PVC composite material. For this purpose, a non-experimental transactional study was carried out. The final design of the machine was based on a selection criterion, in accordance with the requirements requested by the company and the technical data provided by the distributor of the universal cement product, used to glue the base and body of the safety cone. Of the entire population, 2 samples were taken to carry out the abrasion and tear tests, obtaining results that allowed us to contrast with the technical standards that support the resistance of the product, among these are the Peruvian technical standard NTP-20345, the Chilean standard 2374-1996, and the Spanish standard ISO 20344. Finally, it was concluded that the samples far exceeded the minimum requirements for the abrasion and peel-off tests, thus achieving the mechanical resistance that was initially wanted.

Keywords: Rubber, PVC, technical standards, abrasion, tear.

I. INTRODUCCIÓN

Debido al incremento de neumáticos fuera de uso que deja el parque automotor, así como productos deshechos de caucho y PVC, existe la importante necesidad de un adecuado reciclado, tratamiento y disposición responsable de estos residuos para emplearlos como materia prima en la fabricación de productos en diversas aplicaciones industriales, seguridad vial y ocio, en contexto de la economía circular (SLTCaucho 2020).

En España, el reciclado de caucho es un tema de investigación constante, ya que la industria automotriz es el principal generador de desechos de caucho, con un 65% de la fabricación mundial y 1500 millones de neumáticos desechados anualmente. Estos neumáticos contienen un 50% de caucho en su composición, lo que los convierte en una fuente potencial de material reciclado para el sector industrial, esto haciendo uso de polímeros que modifiquen su estructura molecular (Marín et al. 2020).

Así mismo, el reciclaje de llantas usadas está ganando popularidad en América Latina, con el objetivo de establecer instalaciones industriales de pirólisis. Esta tendencia se debe en parte a las regulaciones y la asistencia de Asia. Estas plantas se construyen principalmente con tecnología de horno rotatorio. Sin embargo, ciertos productos presentan obstáculos técnicos que dificultan la garantía de calidad y desempeño satisfactorios, impactando en última instancia su comerciabilidad y sustentabilidad ambiental, energética y social (SLTCaucho 2020).

En el Perú, también existe preocupación por el manejo de neumáticos fuera de uso y la recuperación del caucho mediante procesos de trituración. Sin embargo, algunos métodos empleados en el reproceso generan contaminación debido a los gases y residuos liberados en el ambiente (Rosas 2020). Por lo tanto, esta investigación contribuirá a mejorar los procesos de reciclado de caucho y PVC, ofreciendo soluciones más eficientes y amigables con el medio ambiente.

La cantidad de desechos de caucho y PVC está generando una gran

contaminación en el Perú. Algunas empresas emplean métodos contaminantes para el reproceso de estos materiales, lo cual genera gases y residuos en el ambiente. Sin embargo, existe una ONG llamada GAMSPERU que se dedica a la transformación y concientización para el uso responsable del caucho, promoviendo el reciclado mediante el uso de trituradoras más amigables con el medio ambiente.

El objetivo del proyecto es aprovechar los desechos de caucho y PVC generados en la fabricación de botas y suelas de caucho en la empresa de producción de elementos de protección personal ubicada en Trujillo, donde se han realizado investigaciones y desarrollado paso a paso el proceso de creación de un nuevo producto a partir de compuestos reciclados de caucho y PVC. El emplear el Caucho y PVC Reciclado nos ha llevado a aplicar el proceso de reciclado y crear productos industriales, en este caso Seguridad vial, para el caso el cono de seguridad que es un producto que solicita el MTC, SUTRAN, como entes del gobierno peruano ante normativas de tránsito.

Se estima que en la empresa de producción de elementos de protección personal diariamente se produce una merma de caucho de aproximadamente 50 kg, del cual es posible reciclar un 70% de materia prima. Mediante el proceso de triturado, reformulado, vulcanización y moldeo, de esta manera se obtiene la base de caucho para el cono de seguridad, mientras que el PVC se recicla mediante el proceso de pelletizado y moldeo por inyección para obtener la parte del cono de PVC. Estas partes se unen para formar el producto final, denominado cono de seguridad. Esta investigación se centra en el uso del caucho y PVC reciclados para fabricar conos de seguridad más sostenibles y contribuir a la reducción de residuos.

El problema principal radica en la falta de capacidad de producción, al emplear un método convencional solo produce 160 conos terminados en un turno de ocho horas con cuatro operarios, la falta de uniformidad en los tiempos y procesos de producción nos lleva a errores en la calidad del pegado, por ello se ve como el método más viable para controlar procesos, tiempos y establecer

parámetros, empleando tecnología como alternativa a labores convencionales. (Levy y Murnane 2003)

De no dar solución a este problema, no se podría reducir el costo laboral, considerando que la automatización genera economías de escala, por el incremento de la producción, la productividad y las ganancias de las empresas; reduce los errores e incrementa la calidad de los productos; disminuye los paros técnicos y mejora la seguridad laboral. (MGI 2017), no automatizar afectaría la reputación de la empresa y podría llevar a la pérdida de clientes y oportunidades de negocio.

Por lo ya mencionado, la presente investigación se enfoca en el desarrollo de un sistema que permita uniformizar los tiempos y procesos de pegado de elementos de caucho y PVC, empleando automatización en el proceso que nos permita controlar el proceso y garantizar la calidad de producto con eficiencia de producción (MGI 2017).

Y la necesidad se da con un sistema que permita a la empresa de producción de elementos personales aumentar su capacidad de producción y mejorar su competitividad en el mercado. En este contexto, se propone el uso de una máquina en forma de disco rotatorio con acoplamientos de engranaje y rodamientos, que cuenta con estaciones equidistantes. Este diseño permite estudiar las características del sistema y emplear el acople rotor-cojinete como método desalineado para lograr el acople paralelo de engrane y centro de masa (Xiaoli et al. 2019). El sistema de carrusel se presenta como una alternativa popular en las industrias debido a su eficiencia, bajo costo relativo y adaptabilidad (Hwanga et al. 2004).

La formulación del problema de investigación se plantea de mediante la siguiente pregunta: ¿Cuál es la factibilidad técnica económica de implementar un sistema de fabricación de elementos de protección personal de material compuesto caucho y PVC?, de forma específica se plantea las siguientes preguntas: ¿Cuál es la configuración de un sistema de fabricación de elementos

compuestos de caucho y PVC para asegurar la resistencia mecánica de elementos de protección personal?, ¿Cuál es la resistencia mecánica de elementos de protección personal producto de un sistema de fabricación de elementos compuestos de caucho y PVC?, ¿Cuál es el presupuesto para implementar un sistema de fabricación de elementos de protección personal de material compuesto caucho y PVC?

Este trabajo de investigación se justifica según los criterios de Frey y Osborne (2013) por su conveniencia con la producción y tecnología evolutiva que hacen referencia a los avances e histórica entre el progreso tecnológico y el empleo; en tanto, Levy y Murnane (2004) lo hace en referencia al impacto de la tecnología en la estructura laboral, como parte de implementar un sistema de producción.

Conforme a lo establecido, el objetivo general de la investigación es evaluar la factibilidad técnica económica de implementar un sistema de fabricación de elementos de protección personal de material compuesto caucho y PVC. Los objetivos específicos fueron: Diseñar un sistema de fabricación de elementos compuestos de caucho y PVC para asegurar la resistencia mecánica de elementos de protección personal, evaluar la resistencia mecánica de elementos de protección personal producto de un sistema de fabricación de elementos compuestos de caucho y PVC, y elaborar el presupuesto para implementar un sistema de fabricación de elementos de protección personal de material compuesto caucho y PVC.

La hipótesis general planteada en el presente estudio expresa que es factible técnica y económicamente implementar un sistema de fabricación de elementos de protección personal de material compuesto caucho y PVC.

II. MARCO TEÓRICO

En investigaciones realizadas a nivel internacional, se encontró a Eslam et al. (2022), quienes, en su investigación desarrollada en sector de la construcción y automotriz del país de Italia, buscaron alternativas de reemplazo de arena natural para esto se estudió una muestra probabilística en el sector de la construcción y automotriz de dicho país. Para el estudio se evaluó en vertederos de desechos de caucho y PVC de dichas empresas, considerando como dimensión la contaminación del medio ambiente que es uno de los problemas más importantes de la actualidad, según estudios, el problema se origina por la disposición de desechos plásticos y de caucho. Partiendo de esta realidad problemática. Como resultado de la investigación, se encontró que con el PVC se logró un mejor desempeño mecánico, mejores propiedades superficiales y una unión más fuerte de la pasta de matriz.

También se encontró a Gomes, Rodrigues, Candido (2022), quienes, en su trabajo de investigación desarrollada en Brasil en la industria automotriz y construcción civil, buscaron determinar como objetivo el estudio de visualizar el funcionamiento del sistema polímero PVC/Carbonato ante la incorporación de residuos de caucho SBR-r el sistema polímero PVC/Carbonato. Su método de aplicación para dicha evaluación se hizo con la preparación de un mezclador interno tipo Hakke, considerando como dimensiones a la resistencia mecánica y compatibilidad con diferentes polímeros, se según los autores; las mezclas se caracterizaron mediante ensayos físico-químico y mecánicos; Además se analizó el Torque ante la incorporación al sistema Polimérico. La evaluación fue eficiente y se obtuvo un buen resultado pues en los espectros FTIR no modifico las bandas características de PVC/CaCO₃, lo que quiere decir que solo hubo interacción física en el sistema, por otra parte, aumento el residuo del caucho y redujo la resistencia mecánica, pero también aumento la dureza del composite y se redujo la cristalinidad de los sistemas. Con respecto a la fluidez de los sistemas, fue del 93% eficiencia del índice de flujo, en comparación con lo esperado del PVCCa100. Se concluye que en general se obtuvo del estudio, que la incorporación de residuos

de caucho ha apuntado a cambios físico-químicos y mecánicos en las caracterizaciones por lo que dicha investigación es una buena alternativa de incorporación de caucho a escala de la industria.

Mientras que en Lin et al. (2021), quienes, en su investigación desarrollada en sector de investigadores de caucho pulverizado del país de Tailandia, buscaron determinar el efecto de los aditivos de acrilato en las propiedades de UFPNR a través del secado por aspersion y la vulcanización por radiación para esto se estudió mejorar las propiedades del caucho natural para uso a largo plazo, ya que tiene propiedades inelásticas en su forma original de dicho país. para este estudio se aplicó en diferentes grupos funcionales, considerando como dimensiones para su evaluación sobre la deformación y la resistencia al impacto a la radiación. Esta investigación se encontró que la dimensión de resistencia al impacto a la radiación tiene mejores propiedades de entrecruzamiento. Se concluyó con éxito mediante la vulcanización por radiación y secado por aspersion mejoran la reticulación con aporte de los coagentes en grandes grupos.

Mencionamos también a Dan et al. (2020), quienes en su investigación desarrollaron en el sector industrial en el país de Rumania, analizaron el envejecimiento acelerado del caucho y PVC en el uso de bandas transportadoras para esto se estudió en 4 distintos tipos de cintas transportadoras de dicho país. el cual se obtuvieron resultados óptimos en aleación y aglomeración. estos materiales compuestos dan resultados positivos considerando como dimensión la resistencia a la tensión, estiramiento y envejecimiento, incorporan fibras textiles a su estructura para mejorar la durabilidad, dando como resultado un producto industrial que cumple con los estándares establecidos. En esta investigación encontró que la dimensión estiramiento resistencia a la tensión con mejor comportamiento. cuyo principal factor es el uso de caucho reciclado. Se concluyó que los neumáticos cada vez más utilizados con menor porcentaje de PVC como parte de su estructura compuesta.

Por otro lado, Marín et al. (2020), en su investigación desarrollada en la industria de los neumáticos en el país de España, buscó controlar el reciclaje

responsable del caucho los resultados de las mezclas poliméricas de caucho reciclado, siendo viables en nueve aplicaciones industriales de aisladores empleando los valores de las normas españolas UNE e IEC). Para el estudio experimental se aplicaron con los valores dieléctricos y mecánicos de diferentes mezclas de termoplásticos incluidos el EVA y PP, considerando como dimensión de la elongación a la rotura y la resistencia a la tracción, en esta investigación se encontró que el EVA presenta mejores propiedades en la elongación a la rotura. Se concluyó que el PP presenta menor propiedades a elongación.

Finalmente, se encontró a Rosas (2020), quien, en su investigación desarrollada en el Perú, buscó analizar el nivel de reciclaje industrial de caucho, para esto se estudió una muestra probabilística en una empresa de la región. Para este estudio se emplea un proceso de molienda en la empresa de calzados, considerando como dimensión la calidad el producto, que se libera cuando el caucho se tritura de una sustancia sólida a partículas, que luego se fusionan con componentes químicos que permiten la recuperación de esta materia prima. En esta investigación se encontró que la dimensión de calidad del producto lo convierte en un proceso de reciclaje más amigable con un menor nivel de contaminación.

En cuanto a un sistema de fabricación, este es un conjunto organizado de procesos, maquinaria, herramientas, recursos humanos y tecnología utilizado para transformar materias primas o componentes en productos terminados. El sistema de fabricación abarca todas las actividades involucradas en la producción, desde el diseño y la planificación hasta la entrega del producto final. Un sistema de fabricación eficiente tiene como objetivo maximizar la productividad, minimizar los costos y cumplir con los estándares de calidad establecidos (Blanchard 1995).

En este caso, se trata de un sistema de fabricación de elementos compuestos de caucho y PVC, el cual consiste en la reutilización de sobrantes, restos que quedan de otros procesos, de ambos elementos mediante el diseño de un sistema de fabricación de un producto, un cono, que en este caso tiene como material PVC al cono propiamente dicho y su base soporte que tiene como material

al caucho (Hernández, 2018).

Según (Carro y González 2012), un sistema de fabricación y producción consiste en insumos, procesos y flujos de información. La medición de un sistema de fabricación implica evaluar diferentes dimensiones y utilizar indicadores clave para obtener una visión completa de su desempeño. A continuación, se presentan algunas dimensiones comunes y los indicadores asociados utilizados para medir un sistema de fabricación: Eficiencia de producción, es decir, la producción por hora o jornada, la producción por empleado o la producción por máquina; tiempo de ciclo, que es el tiempo requerido para completar un ciclo de producción, desde el inicio hasta la finalización, también se tiene a la eficiencia global del equipo, que mide la eficiencia global de los equipos y se calcula considerando el tiempo de disponibilidad, la velocidad de funcionamiento y la calidad del producto; la calidad del producto, que es la tasa de defectos o tasa de productos no conformes, cantidad de productos defectuosos o no conformes en relación con el total de productos fabricados, propiedades físicas del producto final; los costos de producción, que tiene que ver con el costo por unidad producida, costos de materiales, costos de mano de obra; y por último, el número de ideas de mejora implementadas, cantidad de nuevos productos, procesos o mejoras implementadas en un período de tiempo determinado. Este sistema de fabricación se mide por sus parámetros de producción y el producto, mediante herramientas de control.

Internacionalmente podemos mencionar a Huang et al. (2022), quienes, en su investigación desarrollada en China, comparan la plataforma rotatoria de una máquina herramienta y la transmisión de movimiento a través de un solo eje para esto se estudió las características dinámicas y estáticas de las mesas giratorias de transmisión directa en una sola posición de mecanizado y condición de trabajo de dicho país. Para para el estudio se utilizaron los tocadiscos como concepto funcional de la industria de máquinas y herramientas, consideran dando como dimensión la sensibilidad dinámica mejorando el rendimiento dinámico proponiendo optimizar características multiobjetivo basadas en el algoritmo

genéticos.

Por otro lado, se tiene a la resistencia mecánica, la cual se define como la teoría de la resistencia y elasticidad de los materiales como parte integral de la mecánica de los sólidos deformables. Se trata de dos campos con un fin común, los estados de tensión y los estados de deformación, para estudiar la resistencia (Cervera y Blanco 2001). Tiene como objetivo proporcionar los conocimientos para analizar y diseñar una amplia variedad de máquinas y estructuras de soporte. Tanto el análisis como el diseño de una estructura determinada implican la determinación de tensiones y deformaciones. (Beer, Johnston, DeWolf, y Mazurek 2009) Estudia un elemento cuando se somete a diversas tensiones. Especialmente en el diseño de juntas, los esfuerzos de tracción y de corte son de particular interés (Ciro, Osorio y Vélez 2005).

La resistencia mecánica permite analizar cuerpos deformables, predecir su deformación e identificar materiales y dimensiones óptimos. La resistencia del material verifica la capacidad de un elemento para resistir las tensiones a las que se somete, lo que le permite diseñar elementos seguros y rentables (Maryory et al. 2011).

Se sabe que la resistencia mecánica es la capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse gracias a sus propiedades mecánicas y físicas. Los cuerpos compuestos deben cumplir las mismas características con el fin de obtener funcionalidad (Rocha, y otros, 2011).

También debemos conocer que la resistencia mecánica de materiales compuestos poliméricos debe cumplir con el proceso óptimo de la resistencia a la abrasión de acuerdo con la Norma Española ISO 4649 (AENOR, 2012). Así mismo, el desgarrado de acuerdo con la Norma Chilena NCH1351/1 (INSTITUTO, 1996).

La medición de la resistencia mecánica tiene métodos de prueba e indicadores específicos pueden variar según el tipo de material y la aplicación en cuestión. Existen normas y estándares específicos de la industria que rigen la

forma en que se realiza la medición de la resistencia mecánica. A continuación, se presentan algunas dimensiones comunes y los indicadores asociados utilizados para medir la resistencia mecánica: Resistencia a la tracción: Resistencia a la tracción máxima, esfuerzo de fluencia; dureza, esta puede ser dureza Brinell, dureza Rockwell, entre otros; resistencia al impacto, para lo cual se hace la prueba de impacto Charpy, que mide la energía absorbida por un material cuando se somete a un impacto de una fuerza estándar; la resistencia a la flexión; la resistencia al desgaste; la tenacidad; y por último, la energía de fractura, que mide la capacidad de un material para absorber energía antes de romperse.

La abrasión se produce cuando los cuerpos de prueba se mueven en relación con algún medio de resistencia y es causada por la fricción, lo que resulta en el desgaste del material expuesto. El proceso de desgaste, es decir, la abrasión, puede continuar durante algún tiempo sin daños visibles. Para este procedimiento se utiliza el término “desgaste”. Si el proceso se lleva a cabo con daños o fallas visibles en el material, aparición de agujeros en los tejidos, entonces se utiliza la expresión “rotura de la muestra” (Adamiak, 2012).

La resistencia al desgarre es la capacidad de aguantar tensiones en dos o más direcciones, a la que se encuentra sometida la probeta, sujeta a través de sus extremos, una en un lado fijo de las mordazas del dinamómetro, que al poner en funcionamiento el mismo, se registra la fuerza máxima alcanzada en newton (González, 2022).

La norma VDI 2206 es un estándar importante en el diseño de sistemas mecatrónicos propuesta por la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI) en 2002. Esta norma establece una metodología de diseño que se enfoca en una planificación sistemática y detallada, desde la identificación de requisitos hasta la fase de producción. La norma establece una serie de etapas intermedias, como el análisis de concepto, la especificación de componentes, el diseño específico y la validación, que ayudan a garantizar que el producto final cumpla con los estándares de calidad y rendimiento deseados. La norma VDI 2206 promueve un

enfoque estructurado en el diseño de sistemas mecatrónicos, mecánicos, eléctricos y/o electrónicos lo que es esencial para garantizar la eficiencia y la confiabilidad en este tipo de sistemas. En la siguiente figura se esquematiza la norma mencionada (VDI 2206- A New Guideline for the Design of Mechatronic Systems, 2002).

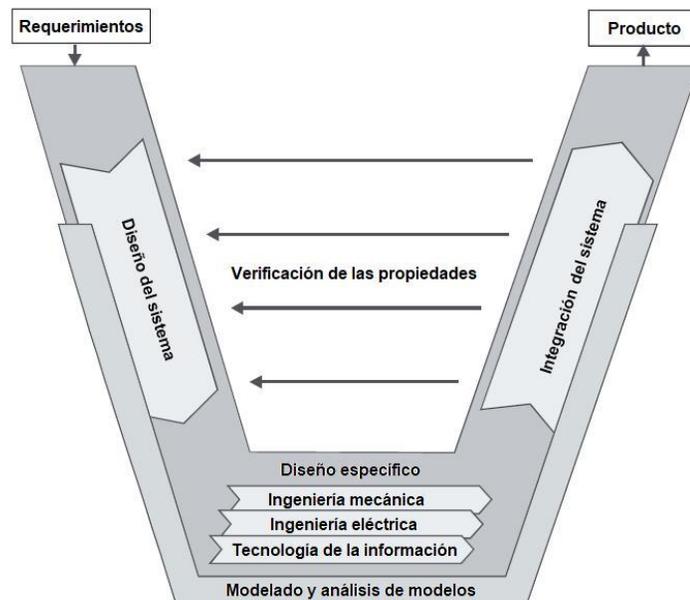


Figura 1. Modelo esquemático de la norma VDI 2206. Fuente: (Gausemeier y Moehringer, 2003)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que busca aplicar directamente este conocimiento a los problemas de la sociedad o del sector productivo. Por otro lado, también es de tipo cuantitativo, debido a que se recopilaron datos medibles numéricamente a través de cuestionarios y pruebas para ser analizados estadísticamente. Esencialmente un descubrimiento técnico basado en la investigación fundamental que se ocupa del proceso de unir la teoría y el producto (Lozada 2018).

En este estudio se tomaron como base las fórmulas matemáticas de carrusel giratorio para la selección del servomotor, ya que se cuenta con características muy similares para el diseño de este sistema; se presenta como una alternativa popular en las industrias debido a su eficiencia, bajo costo relativo y adaptabilidad (Hwanga et al. 2004), esta, nos servirá para evaluar la factibilidad técnica económica de implementar un sistema de fabricación de elementos de protección personal de material compuesto caucho y PVC.

Diseño de investigación

Este estudio es un tipo de diseño no experimental transeccional, ya que se enfocó en describir y comprender fenómenos producidos en el sistema de producción sin manipular variable resistencia mecánica.

En la investigación del tipo no experimental transeccional los datos se recopilaron en una instancia, sin manipulación de variables. Al tratar de describir y analizar las relaciones entre las variables, no se puede establecer una relación causal. La información se obtiene a través de análisis de documentos, cuestionarios u observaciones y se analiza estadísticamente. Aunque no permite establecer causas, este tipo de investigación es útil para explorar fenómenos y producir hipótesis para futuras investigaciones. (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y,

BAPTISTA 2019)

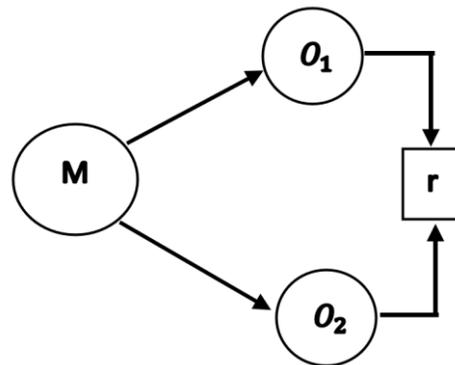


Figura 2. Esquema del diseño de investigación

Donde:

M: Muestra

O_1 : Observación de la variable 1

O_2 : Observación de la variable 2

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Sistema de fabricación

Conjunto organizado de procesos, maquinaria y recursos utilizados para transformar materias primas en productos terminados, con el objetivo de maximizar la productividad, reducir costos y cumplir con estándares de calidad (Hernández, 2018). Este sistema se mide por sus parámetros de producción y el producto, mediante herramientas de control (Carro, 2012).

Variable 2: Resistencia mecánica

Capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse gracias a sus propiedades mecánicas y físicas. Los cuerpos compuestos deben cumplir las mismas características con el fin de obtener funcionalidad (Rocha, y otros, 2011). Para los compuestos poliméricos, la resistencia debe cumplir con el proceso óptimo de la resistencia a la abrasión de acuerdo con la Norma Española ISO 4649 (AENOR, 2012), mientras que para el desgarre, de acuerdo con la

Norma Chilena NCh1351/1 (INSTITUTO, 1996).

En el anexo se detalla en la tabla 27 y 28 de operacionalización de variables.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

160 productos compuestos de caucho y PVC fabricadas en un turno de 8 horas en una empresa fabricante de elementos de protección personal.

Criterios de inclusión

Se consideran solo los conos fabricados en un solo turno de ocho horas, ya que se mantienen las mismas condiciones para el control de calidad, como los operarios y las condiciones ambientales.

Criterios de exclusión

Para la selección de las muestras, se excluyen aquellos conos que no lograron pasar el control de calidad, ya sea por un mal centrado del cono con el pistón, o por no llegar a los parámetros mínimos necesarios para la correcta unión de esta, como temperatura, secado, etc.

Muestra

01 cono de seguridad de material compuesto caucho y PVC fabricada en una empresa de producción de elementos de protección personal ubicada en Trujillo

Muestreo

De acuerdo con la revisión bibliográfica de Otzen y Manterola (2017), el muestreo será no probabilístico por conveniencia. Esto debido a que para el presente estudio la muestra se elige de manera conveniente y viendo que sea accesible, sin seguir un proceso aleatorio. El muestreo se basa en la disponibilidad y proximidad de las muestras que se tienen.

Unidad de análisis

La unidad de análisis será los productos fabricados a base del pegado de elementos de caucho y PVC, en este 01 cono de seguridad de material compuesto caucho y PVC.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas que se vieron convenientes para aplicar en este estudio son la observación directa y análisis documental. Observación directa, que consiste en observar directamente el proceso de los elementos compuestos de caucho y PVC y la interacción con el sistema. Esto para recopilar datos sobre el rendimiento del sistema, identificar posibles mejoras y evaluar su eficacia en términos de equilibrio y estabilidad del producto. El análisis documental por su parte para analizar datos disponibles de proyectos que han utilizado sistemas parecidos. Esto incluye analizar en los sistemas datos de rendimiento, calidad de los productos fabricados, eficiencia en el uso de materiales reciclados, entre otros.

Instrumentos de recolección de datos

Las herramientas a emplear son listas de verificación de observación y Fichas de registros de datos brindados por el docente del curso de Desarrollo de Investigación de Proyecto. Estas listas y fichas fueron validadas por el laboratorio de la empresa, bajo el cargo del profesional experto en ensayos de abrasión y desgarre.

3.5. Procedimientos

Para el estudio, se inició obteniendo el permiso correspondiente de la empresa de fabricación de elementos de protección personal. Una vez aprobado el desarrollo del estudio, se procedió a diseñar la máquina, de acuerdo con los requerimientos tanto de la empresa, así como de los factores necesarios para el correcto pegado del material, estos datos técnicos nos fueron brindados por la empresa distribuidora del pegamento TEKNO de acuerdo con su catálogo de producto (TEKNOQUIMICA S.A., 2017). Una vez terminado el diseño de la

máquina, y obtenido el producto, se realizan pruebas de resistencia mecánica al despegue utilizando un instrumento probador de abrasión DIN. Este dispositivo, que cumple con las normas y estándares establecidos por el Instituto Alemán de Normalización (DIN), permite medir la resistencia a la abrasión de diferentes materiales. Los procedimientos empleados en las pruebas se detallaron cuidadosamente con el objetivo de obtener resultados óptimos y garantizar la calidad del producto compuesto. En la siguiente etapa del proyecto, se utilizarán instrumentos de análisis de funcionamiento de un sistema para evaluar la eficiencia de los procesos de fabricación del producto compuesto y determinar la cantidad producida en un tiempo determinado. Estos análisis serán fundamentales para llegar a una conclusión sobre el sistema que se empleará para cumplir los objetivos establecidos, y se tomarán en cuenta los antecedentes previos para respaldar la toma de decisiones.

3.6. Método de análisis de datos

En la presente investigación se realizó el análisis de la información mediante la aplicación de los métodos de análisis estadístico descriptivo, análisis de contenido, análisis comparativo y análisis de tendencias. El análisis estadístico descriptivo consistió en el cálculo de medidas descriptivas básicas (promedios, medianas, desviaciones estándar, frecuencias, etc.). La aplicación de este tipo de análisis a datos cuantitativos recopilados sirvió para describir el rendimiento del sistema en términos de resistencia, rigidez, entre otras propiedades mecánicas del producto. El análisis de contenido, método con el que se buscó categorizar y analizar los datos para identificar temas, patrones o tendencias emergentes.

Análisis comparativo que identificó diferencias o similitudes entre la diversidad de información recopilada para diversas características del sistema y/o producto. Esto implicó comparar indicadores de rendimiento, eficiencia del sistema, entre otros.

Y, por último, el análisis de tendencias, que, al contar con datos recopilados a lo largo de bastante tiempo, se buscó hacer un análisis de tendencias para identificar patrones o cambios en el rendimiento del sistema.

3.7. Aspectos éticos

Se llevaron a cabo las investigaciones siguiendo los principios éticos y las conductas aceptables en la investigación. Se utilizaron las normas UNE-ISO 690:2013 para citar correctamente a los autores y el año de la investigación en la descripción de la realidad problemática, los antecedentes y el marco teórico. Además, se respetaron las normas establecidas por la guía actual de la Universidad César Vallejo. Por último, se mantuvo total confidencialidad en relación a los datos de los colaboradores y los procedimientos de la empresa en la que se llevó a cabo el estudio.

IV. RESULTADOS

Objetivo específico 1

Diseñar un sistema de fabricación de elementos compuestos de caucho y PVC para asegurar la resistencia mecánica de elementos de protección personal.

Para el desarrollo de esta investigación, se ha tomado como una guía parcial y como referencia la norma alemana VDI 2206 (VDI 2206- A New Guideline for the Design of Mechatronic Systems, 2002) debido a que si bien la norma se centra específicamente en sistemas mecatrónicos, nuestro sistema cumple parte de esta rama, ya que se toma parte de las tecnologías de automatización, electricidad y mecánica y la norma nos será de mucha ayuda para seguir una guía práctica y adecuada hasta llegar al objetivo deseado del diseño del sistema. En base a esto veremos en la siguiente figura el diagrama de flujo de esta metodología enfocada en nuestro proyecto.

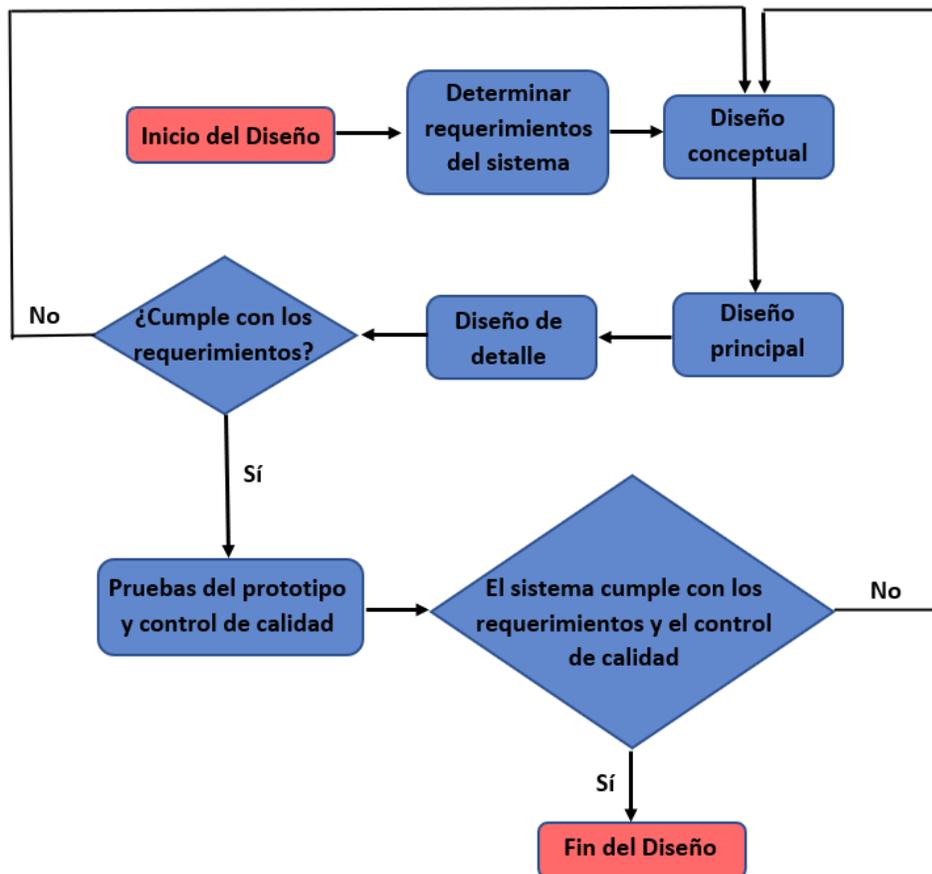


Figura 3. Diagrama de Flujo para el desarrollo del proyecto

Tarea de diseño del sistema

Para proceder con el detalle de los requerimientos del sistema, es necesario tener una definición de la tarea que va a ejecutar.

El propósito principal del sistema es el de ejecutar el pegado entre la base de caucho y el cono de PVC, y que garantice que el pegado cumpla con las especificaciones en cuanto a resistencia mecánica que sugieren las normas: española UNE - ISO 4649 2013, la chilena NCh 1350-1996 y la peruana NTP 20345 – 2017.

El sistema también debe estar estructurado para trabajar a una presión de 10 bares que se aplicarán de manera vertical por un pistón que se aplicará para pegar base y cono. Por otro lado, se requiere que el sistema genere una temperatura de alrededor de 90 °C en una superficie cilíndrica para que se ejecute el pegado entre la superficie circular entre la base y el cono. Además, se requiere que la actividad por unidad de producto se de en un tiempo que bordee los 10 minutos.

Entonces partiremos identificando los requerimientos técnicos básicos para el pegado de conos a base de caucho y PVC, de tal manera que nos guiarán al diseño más satisfactorio del sistema. Posteriormente se propondrá distintos diseños conceptuales que serán evaluadas con el fin de determinar la mejor opción tanto en estructura, área de trabajo y prestaciones técnicas.

Al diseño conceptual escogido, se le modelará, esto es, a través de ecuaciones matemáticas que respalden los cálculos tanto mecánicos como de la estructura, así como eléctricos, potencia, etc.

Requerimientos técnicos del pegado de cono. Apoyándonos principalmente de las especificaciones técnicas del pegamento utilizado (TEKNOQUIMICA S.A., 2017) y de lo que desea la empresa, se elaboran los requerimientos técnicos necesarios para el correcto proceso de pegado de conos, donde se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 1. Lista de requerimientos técnicos

| PROCESO | REQUERIMIENTOS TÉCNICOS | PRODUCTO |
|--|---|--------------------------------------|
| | | Conos de seguridad |
| Determinar la zona de trabajo | Área de trabajo | 4000mm x 4000mm(16 m ²) |
| | Material de la mesa de trabajo | Acero SAE 1045 |
| | Personal de trabajo | 2 operarios |
| Características del material | Espesor | 2.9 a 3.2mm |
| | Uso | Fabricación de conos de seguridad |
| Determinar los componentes del trabajo | Máquina herramienta | Ninguna |
| | Para pegar el cono | Pegamento Universal TEKNO |
| Determinar el tipo de cono | Tipo de cono | Diámetro 300mm; largo 27" |
| Determinar el proceso de producción | Mensual | 43200 conos aprox. |
| | 24 horas, 3 turnos, 2 operarios por turno | 1440 conos aprox. |

Lista de requerimientos. Una vez obtenida toda la información sobre el proceso para el pegado de conos, los requerimientos técnicos que esta demanda, y definida la tarea de diseño que realizará, se llevó a cabo la realización de la lista de requerimientos para el sistema semi automático de pegadora de conos, que se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 2. Lista de deseos y requerimientos

| CATEGORÍAS | CARACTERÍSTICAS | UNIDADES | LÍMITES |
|------------|---|-------------------------|--|
| Geometría | <ul style="list-style-type: none"> - Espacio ocupado - Altura del mecanismo | <p>m</p> <p>cm</p> | <ul style="list-style-type: none"> - $\leq 4 \times 4$ - ≤ 90 |
| Cinemática | <ul style="list-style-type: none"> - Tipos de trayectorias - Velocidades | <p>---</p> <p>rad/s</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Lineales y circulares - 0.06 |
| Fuerza | <ul style="list-style-type: none"> - Carga crítica a soportar | kg | <ul style="list-style-type: none"> - ≈ 1200 |
| Energía | <ul style="list-style-type: none"> - Alimentación eléctrica | V AC | <ul style="list-style-type: none"> - 220 |
| Material | <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a corrosión - Resistencia a la flexión | <p>---</p> <p>MPa</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Oxidación mínima posible - 10 MPa |
| Señales | <ul style="list-style-type: none"> - Entrada - Salida | <p>---</p> <p>---</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de presión, velocidad y temperatura - Temperatura de sellado |
| Seguridad | Circuitos eléctricos | --- | Protegidos |
| Producción | Según normas | --- | <ul style="list-style-type: none"> - UNE - ISO 4649 2013 - NCh 1350 - 1996 - NTP 20345 - 2017. |
| Ensamblaje | <p>Estructura</p> <p>Estética</p> | --- | <ul style="list-style-type: none"> - De fácil desensamble - Presentable y ergonómico |
| Costos | Precio | S/. | $\leq 11,500.00$ |

DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA

Se propone diferentes alternativas que realicen el mismo trabajo.

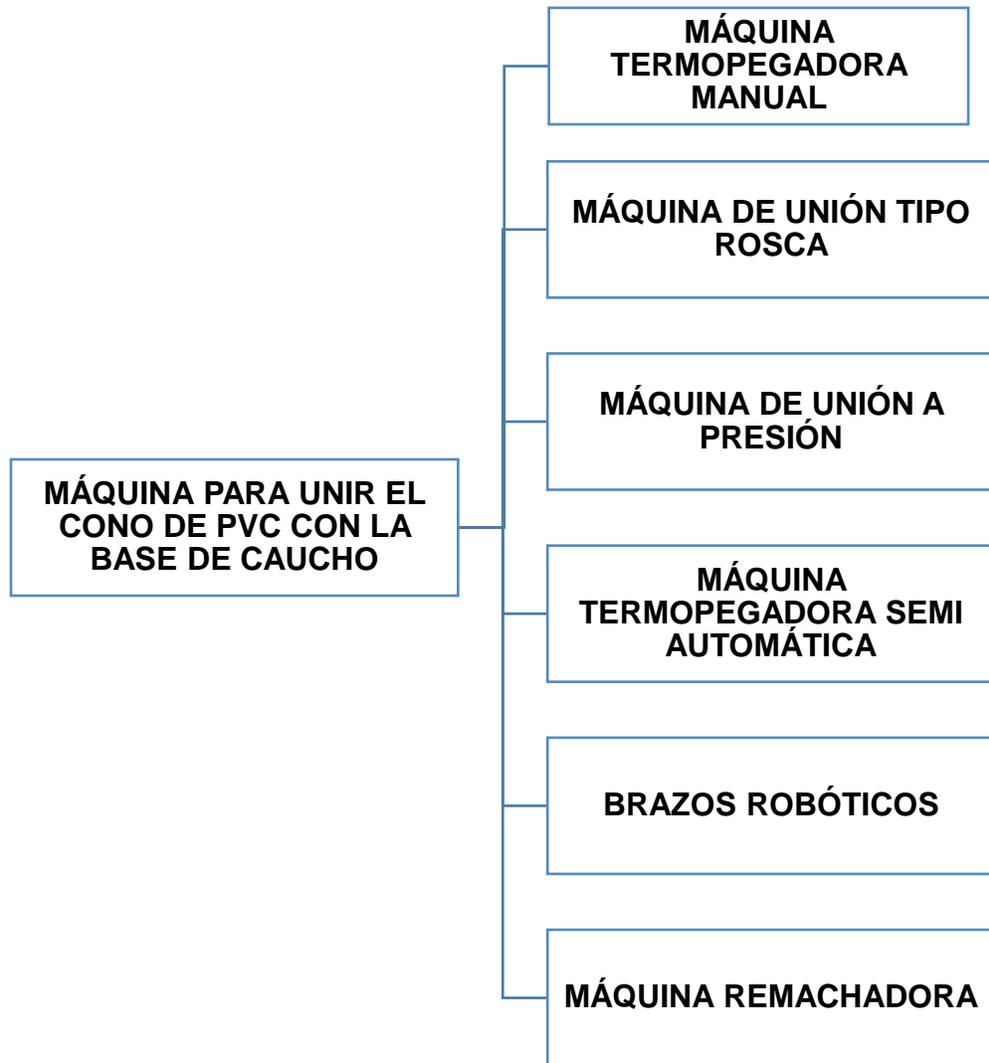


Figura 4. Distintos diseños de sistemas

A. MÁQUINA TERMOPEGADORA MANUAL

Esta máquina, consta únicamente de una placa metálica diseñada adecuadamente para posicionar el cono de PVC y esta permita sobreponer la base de caucho, para ser pegada con un plato superior que tiene una resistencia helicoidal que nos permite obtener la temperatura solicitada, y, posteriormente el operario, será quien realice la operación de sellado, al tener que bajar la plancha y comprimiendo de

forma manual. Una desventaja es que se dependería de la fuerza no uniforme del operario que se encuentre en ese instante, así como los tiempos de inserción o extracción no serían posibles de controlar.

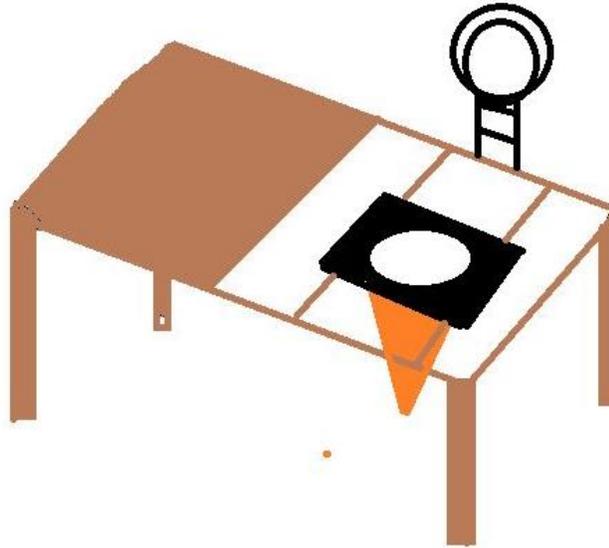


Figura 5. Máquina termo pegadora manual

B. MÁQUINA DE UNIÓN TIPO ROSCA

En este tipo de máquina, la unión de la base y el cuerpo del cono, se hará mediante roscado, por lo que se usa un motor de doble giro, para enroscar y desenroscar el cuerpo del cono con respecto de su base. Este diseño consta de varias desventajas, desde el aumento de costo de producción para la elaboración de las roscas en la base y cuerpo del cono, así como también los tiempos controlados para la producción requerida, etc.

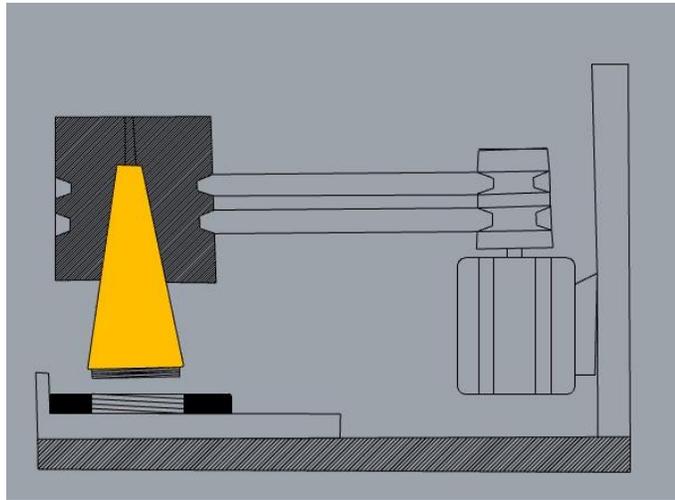


Figura 6. Máquina de unión tipo rosca

C. MÁQUINA DE UNIÓN A PRESIÓN

Para esta máquina, el concepto es parecido al primer concepto solución, con la diferencia de que ahora se usa un cilindro neumático en vez de un operario, de esta forma, nos garantiza obtener una presión eficaz y constante en toda la superficie tanto de la plancha metálica, como de la base del cono. Esta máquina es solo de una estación, por lo que su desventaja principal, es el lento proceso de producción que se obtiene con este diseño.

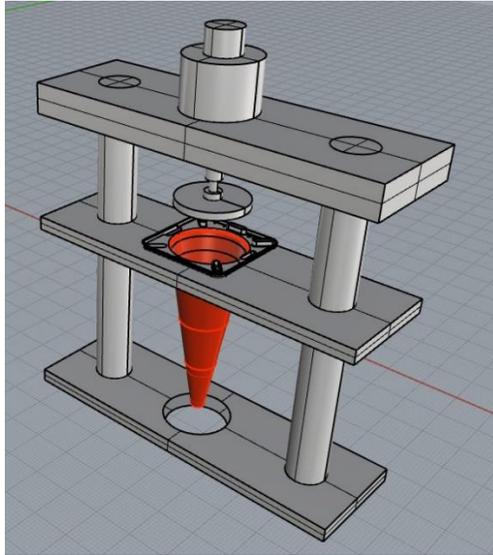


Figura 7. Máquina de unión a presión

D. MÁQUINA TERMOPEGADORA SEMI AUTOMÁTICA

Este diseño es una versión mejorada del concepto solución anterior, ya que también cuenta con un cilindro neumático para brindar la presión necesaria para la operación, y consta de más estaciones, que podrían ser del número que el cliente desea. Estamos considerando esta máquina como semi automática, debido a que aún se solicitarán operarios, tanto como para distribuir el pegamento en las bases, y para la colocación o retiro del cono completo.



Figura 8. Máquina termo pegadora semi automática

E. BRAZOS ROBÓTICOS

Esta es una solución mucho más actualizada a las demás, ya que, al contar con una faja transportadora y brazos robóticos, el proceso no requiere de operario alguno, excepto para la recolocación de material. Al ser un proceso totalmente automatizado, la principal desventaja es el elevado costo de compra de los brazos robóticos que se requieran y sean necesarios para cubrir todo el proceso industrial.



Figura 9. Brazos robóticos

F. MÁQUINA REMACHORA

Para este concepto solución, se aumenta un modo de unión a la base de caucho y el cuerpo de PVC del cono, esto es, mediante remaches, para así obtener una mejor unión y poder evitar posibles despegues de los productos. Si bien en este diseño, obtenemos un mejor factor de seguridad al agregarle otro medio de unión, se eleva el costo de producción, lo que podría afectar el valor económico de los productos. Para evitar esta desventaja, bastará con un buen proceso de sellado usando de manera uniforme la presión y calculando tiempos de secado del pegamento, de esta se logrará obtener un buen producto sin necesidad de otros métodos de unión.



Figura 10. Máquina remachadora

EVALUACIÓN DE POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

A continuación, se evaluarán las distintas alternativas posibles:

Tabla 3. Criterio de calificación

| PONDERADO DE CALIFICACIÓN | |
|----------------------------------|---|
| Malo | 1 |
| Regular | 2 |
| Bueno | 3 |
| Muy Bueno | 4 |
| Excelente | 5 |

Tabla 4. Evaluación de alternativas

| EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|
| CRITERIOS | | ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN | | | | | | | | | | | |
| PARAMETRO | PROPORCIÓN | ALT 1 | | ALT 2 | | ALT 3 | | ALT 4 | | ALT 5 | | ALT 6 | |
| Capacidad fabricación set de conos | 0.25 | 1 | 0.25 | 1 | 0.25 | 4 | 1 | 4 | 1 | 5 | 1.25 | 3 | 0.75 |
| Consumo de energía | 0.15 | 3 | 0.45 | 4 | 0.6 | 2 | 0.3 | 3 | 0.45 | 1 | 0.15 | 3 | 0.45 |
| Costo de mantenimiento | 0.2 | 4 | 0.8 | 4 | 0.8 | 1 | 0.2 | 3 | 0.6 | 2 | 0.4 | 3 | 0.6 |
| Numero de operarios | 0.1 | 3 | 0.3 | 3 | 0.3 | 5 | 0.5 | 4 | 0.4 | 5 | 0.5 | 4 | 0.4 |
| Ergonomía | 0.1 | 2 | 0.2 | 2 | 0.2 | 4 | 0.4 | 4 | 0.4 | 5 | 0.5 | 3 | 0.3 |
| Costo de fabricación de maquina | 0.2 | 4 | 0.8 | 4 | 0.16 | 1 | 0.2 | 3 | 0.6 | 1 | 0.2 | 3 | 0.6 |
| TOTAL | 1 | | 2.8 | | 2.31 | | 2.6 | | 3.45 | | 3.0 | | 3.1 |

La tabla anterior fue consultada en su totalidad por el docente especialista en sistemas mecánicos Ing. Juan Carlos Bengoa Seminario, y observando la evaluación de las alternativas, la alternativa 4, es la óptima para suplir nuestras necesidades, con un factor ponderado de 3.45.

Estructura de Funciones

La estructura de funciones del sistema semi automático de pegado de conos fue necesario para tener en cuenta las magnitudes de entrada y de salida, y tomando en cuenta el cómo funciona dicho sistema desde su interior. La estructura de funciones del sistema de pegado de cono de PVC y la base de caucho se desglosa a partir de la tarea de diseño del sistema que se definió anteriormente, la cual representa la función principal que el sistema debe cumplir. Esta se ilustrará en la Figura 11 y contendrá las entradas y salidas del sistema, así como los procesos internos (subfunciones) que el sistema ejecutará una vez que se ingresen las entradas, dándonos como resultado, como salida, el producto

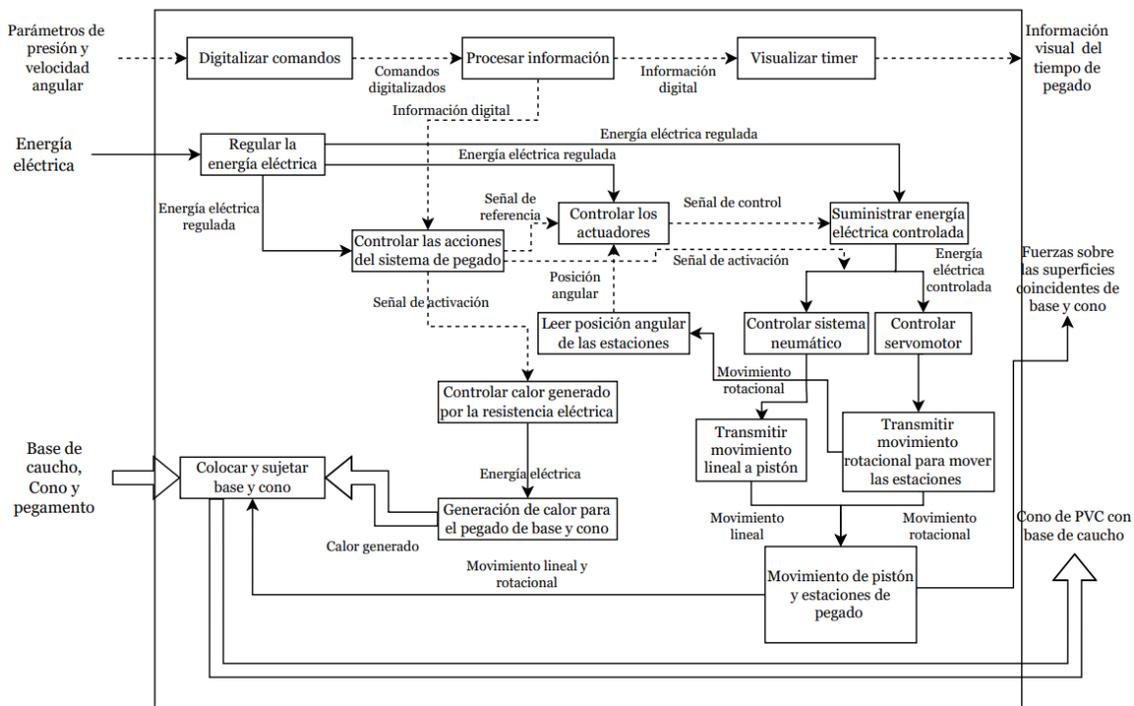


Figura 11. Estructura de funciones

La leyenda de las líneas que unen a las subfunciones del sistema se ilustra a continuación en la Figura 12.

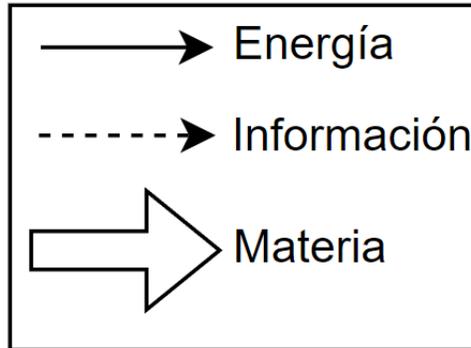


Figura 12. Leyenda de uniones entre las subfunciones del sistema.

En la estructura de funciones se ilustran entradas y salidas, así como las subfunciones. En cuanto a las entradas, se tienen a los parámetros de presión para el pistón que hará posible el pegado entre base y cono, velocidad angular para controlar el movimiento de las estaciones de pegado, la energía eléctrica necesaria para energizar el sistema y los componentes para el pegado, en este caso base de caucho en conjunto al cono de PVC y el pegamento. Por parte de las salidas, se tiene información visual para los operarios, las fuerzas que se generan para el pegado y finalmente el producto conformado por la base y el cono ya pegados.

En cuanto a las subfunciones ilustradas en la figura X se explican detalladamente a continuación:

Digitalizar comandos: Esta recibe los parámetros de presión y velocidad angular que se requiere para el pegado y estos se convierten en información digital.

Procesar información: A partir de la información ingresada acerca de los parámetros para el pegado, esta se procesa en el controlador PLC para luego enviar la información digital para que se ejecuten las acciones correspondientes (movimiento de pistón, giro de la estación de pegado)

Visualizar “timer”: Como parte visual del sistema para el operador, se tiene un timer en el cual se va a observar el tiempo que transcurre entre cada estación de pegado detener y a su vez saber cuándo este se detendrá para el pegado.

Regular energía eléctrica: Esta subfunción consiste en la regulación de energía

eléctrica que ingresa para que sea distribuida de acuerdo a la alimentación de cada componente eléctrico del sistema.

Controlar actuadores: Partiendo de una señal de referencia que viene del control de acciones del sistema e información de la posición angular de las estaciones, es generada una señal de control que hará que el sistema siga cumpliendo su ciclo.

Suministro de energía eléctrica controlada: Teniendo en cuenta como entrada una señal, se suministra controladamente la energía eléctrica necesaria a cada actuador de acorde a la señal.

Controlar acciones del sistema de pegado: En base a la información digital que se generó para las acciones del sistema, se generan órdenes específicas para que los actuadores ejecuten (movimiento de pistón, activación de la resistencia)

Controlar calor generado por la resistencia eléctrica: Dada la señal de activación específica, entrará en acción el control de la generación del calor por parte de la resistencia

Generación del calor para el pegado de la base y el cono: Dada la señal de activación específica, se activará la resistencia para generar el calor y así el pegamento haga efecto entre la base y el cono.

Controlar sistema neumático: De acuerdo a una señal de activación y recibiendo la energía eléctrica controlada, se controlará el sistema neumático.

Transmitir movimiento lineal al pistón: Teniendo el control del movimiento del pistón se generará un movimiento lineal para el desplazamiento de este.

Controlar servomotor: De acuerdo a una señal de activación y recibiendo la energía eléctrica controlada, se controlará el servomotor.

Transmitir movimiento rotacional para mover las estaciones: Teniendo el control del giro del servomotor se generará el movimiento rotacional para el desplazamiento circular de las estaciones.

Leer la posición angular: A partir de la rotación mecánica de las estaciones de pegado se genera una señal digital con la información de ese movimiento para transferirlo y en base a eso en este caso se detenga la rotación para que se ejecute el pegado.

Movimiento del pistón y estaciones de pegado: Con el movimiento de rotación y el

lineal proporcionados se generarán las acciones que permitirán al sistema ejecuten el pegado.

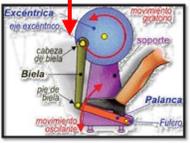
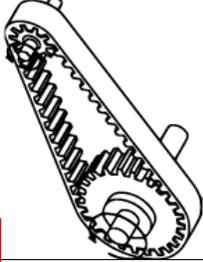
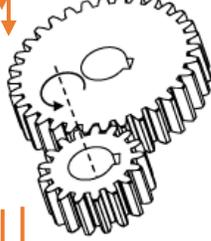
Colocar y sujetar base y cono: Se colocan base y cono en las estaciones y se va agregando el pegamento mientras la resistencia genera el calor para el pegado. Esto se realizará de manera cíclica en un total de 10 estaciones. El resultado final de esto es el cono de PVC pegado rígidamente a la base de caucho.

Matriz Morfológica

Una vez obtenido el diseño del sistema, en la matriz morfológica se aprecia la integración de las distintas maneras que puede estar conformada la máquina, eligiendo entre las distintas alternativas de acuerdo a la compatibilidad que podrían conformar este sistema seleccionado.

Tabla 5. Matriz morfológica del sistema de pegado de conos

| Funciones | Solución 1 | Solución 2 | Solución 3 |
|--------------------------|---|---|---|
| Preparación del material | A mano  | | |
| Digitalizar comandos | Pantalla TFT  | Teclado de computadora  | Laptop  |
| Controlar los actuadores | PLC  | | |

| | | | |
|---|---|--|---|
| Generar movimiento rotacional | <p>Servomotor eléctrico</p>  | <p>Manual</p>  | <p>Motor hidráulico</p>  |
| Transmitir movimiento rotacional a las articulaciones | <p>Catarina</p>  | <p>Polea</p>  | <p>Engranajes</p>  |
| Generación de accionamiento de presión | <p>Pistón neumático</p>  | <p>Cremallera - piñon</p>  | <p>Leva excéntrica</p>  |
| Controlar la activación de entrada y salida de aire | <p>Electroválvula</p>  | | |
| Retiro de los conos | <p>A mano</p>  | <p>En faja</p>  | |

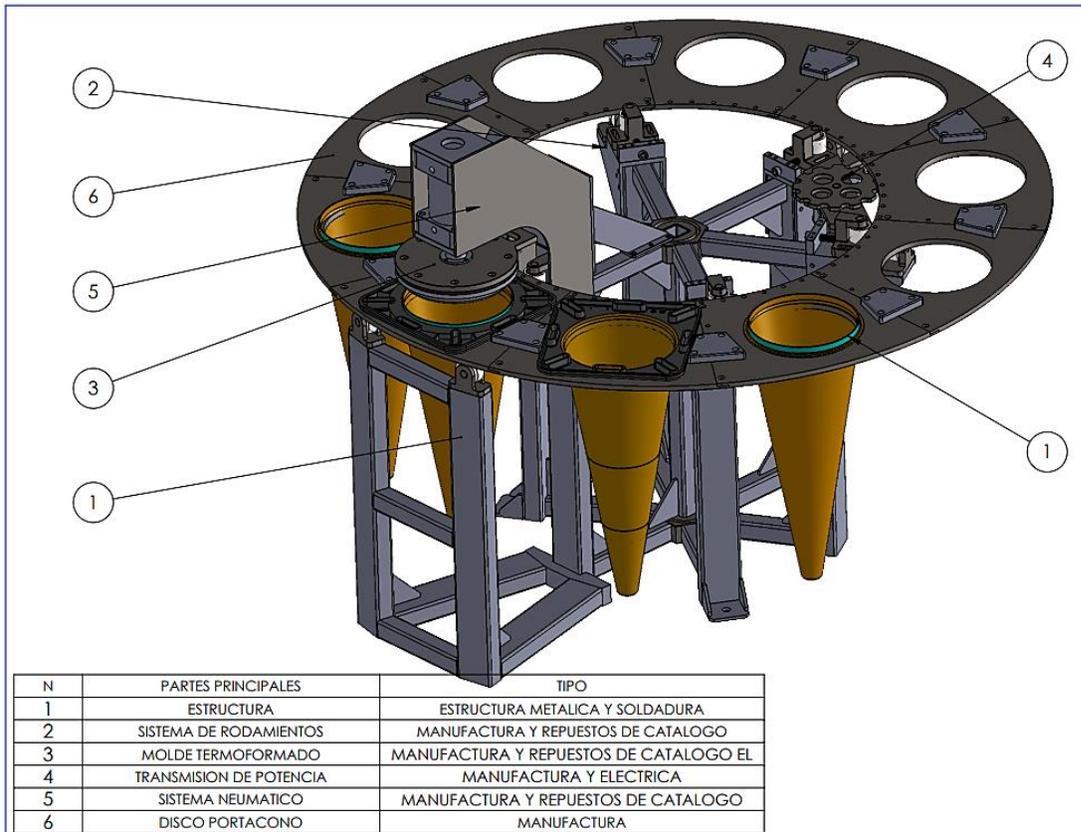


Figura 13. Elementos de la máquina termo pegadora semiautomática

FUENTE MOTRIZ

Veremos las distintas opciones para realizar la operación motriz.

a) Servomotor eléctrico

Las industrias aplicables para este motor van desde plantas de fabricación, Reparación de maquinarias, etc. Una gran ventaja de los servos, son su gran capacidad de velocidad y un posicionamiento exacto, muy requerido con operaciones como esta.



Figura 14. Servomotor

b) Mecánico o manual

Tiene la desventaja de un desbalance en su operación, provocada por la inercia de su elemento reciproco, este desbalance aumenta considerablemente con la velocidad, por lo tanto, las máquinas que poseen este mecanismo no pueden aumentar su capacidad de trabajo debido al aumento de las vibraciones, es por eso que las maquinas modernas tratan de reemplazarlo por elementos rotativos o bien aumentar el ancho de trabajo.

Forma: Redondo

Tamaño: X-large

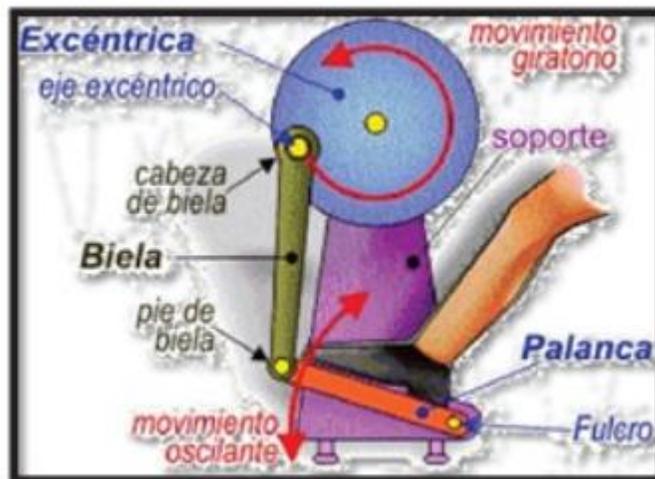


Figura 15. Biela-manila manual

c) Motor hidráulico

Calidad elevada constante gracias a la producción de grandes series, su vida útil es muy elevada (aprox. 50 000 accionamientos). Posee cojinetes deslizantes para cargas elevadas con un amplio rango de velocidad.



Figura 16. Motor hidráulico

Ahora pasamos a evaluar la mejor opción de acuerdo con las siguientes tablas.

Tabla 6. Criterio de calificación

| CALIFICACIÓN | |
|---------------------|---|
| Malo | 1 |
| Regular | 2 |
| Bueno | 3 |
| Muy Bueno | 4 |
| Excelente | 5 |

Obteniendo así que la mejor opción es el servomotor eléctrico, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 7. Comparación de sistemas de potencia

| PARAMETRO | PROPORCION | Servomotor eléctrico | | Motor hidráulico | | Mecánico o manual | |
|--------------------------------|---|----------------------|-------------|------------------|-------------|-------------------|-------------|
| | | 5 | 1.5 | 1 | 0.3 | 2 | 0.6 |
| COSTO DE COMPRA | 30% | 5 | 1.5 | 1 | 0.3 | 2 | 0.6 |
| CONSUMO DE ENERGIA | 15% | 4 | 0.6 | 2 | 0.3 | 4 | 0.6 |
| TIEMPO DE MANTENIMIENTO | 15% | 3 | 0.45 | 2 | 0.3 | 4 | 0.6 |
| COSTO DE MANTENIMIENTO | 25% | 4 | 1 | 1 | 0.25 | 2 | 0.5 |
| VIDA ÚTIL | 15% | 4 | 0.6 | 4 | 0.6 | 2 | 0.3 |
| TOTAL | | | 4.15 | | 1.75 | | 2.60 |
| CONCLUSIÓN | Teniendo la evaluación de las alternativas, el servomotor eléctrico es el que más se acomoda a nuestras necesidades con una puntuación de 4.15. | | | | | | |

EVALUACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA

En esta categoría tenemos las siguientes opciones:

A) Fajas y poleas:

Las transmisiones por poleas y correas ofrecen grandes ventajas frente a los otros tipos, entre ellas están

- ✓ Transmitir movimiento circular entre dos ejes ubicados a grandes distancias.
- ✓ Tiene un funcionamiento suave y silencioso.
- ✓ Su diseño es más sencillo y más seguro.
- ✓ Pueden accionar múltiples poleas paralelas y así, cambiar la velocidad según sea necesario.
- ✓ Su estructura puede absorber golpes y vibraciones.
- ✓ Su costo no es tan alto con respecto a otros tipos de transmisiones debido a que sus componentes son más económicos y eficientes.

Sin embargo, también presenta inconvenientes como que la correa puede patinar cuando la velocidad es muy alta, la potencia que puede transmitir es limitada y puede ser un mecanismo muy grande para ciertas aplicaciones.



Figura 17. Faja común

B) Engranajes o piñones

Las principales características de este sistema de transmisión son:

- ✓ Estas pueden manejar cargas más altas.
- ✓ El uso de varios engranajes permite que la relación, velocidad de rotación, dirección y par cambien de acuerdo con la aplicación.
- ✓ Su durabilidad y lo robustos que son garantizan una larga vida útil.
- ✓ Favorecen a una alta eficiencia y no se deslizan con facilidad.
- ✓ Tiene una configuración compacta, por lo que, aunque aumente el peso, permite una transmisión alta de potencia.

Este es el sistema de transmisión más empleado en una amplia gama de relaciones de transmisión, potencias y velocidades en el diseño industrial. En las bandas transportadoras, se usa principalmente como reductores de velocidad, ya que permite una alineación precisa y debido a su diseño no da pie a la flexibilidad.

C) Cadenas y catarinas

- ✓ Se evita la posibilidad de resbalamiento de los mecanismos.
- ✓ La capacidad es elevada debido a la resistencia de las cadenas.
- ✓ Con respecto a otros tipos, como las transmisiones por engranajes, el peso es mucho menor.
- ✓ Al ser más compacta puede caber en espacios más reducidos y debido a su estructura, no patinan.
- ✓ Su eficiencia mecánica es mayor, por lo que genera poca fricción.

- ✓ Es muy útil en entornos con condiciones adversas (húmedo, corrosivo, abrasivo, entre otros) y con altas temperaturas.

Las transmisiones de potencia por cadena se dividen en dos, dependiendo del tipo de cadena: la de rodillos o las articuladas. Las primeras están formadas por eslabones de acero unidos mediante ejes, mientras las segundas están compuestas por eslabones esenciales que encajan en los dientes de las ruedas y proporcionan un funcionamiento tanto uniforme como silencioso.



Figura 18. Catarina común

Finalmente, de estas tres últimas opciones, pasamos a escoger la que mejor prestación tenga para nuestro sistema, de acuerdo con las siguientes tablas.

Tabla 8. Comparación de sistemas de transmisión de potencia

| Costo de compra | | Diferencias | | | |
|-----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|---|
| | | Vida útil | Desgaste por fricción | Velocidades | Mantenimiento |
| Catarina | S/. 200 | Alrededor de 250 000 km | Bajo | Altas-Moderadas | Mantenimiento sencillo dependiendo el recorrido. |
| Fajas | S/.100 | Alrededor de 80 000 km | Moderado -Elevado | Moderadas-Bajas | Mantenimiento sencillo por horas trabajadas. |
| Engrane | S/.180 | 50 000 km | Bajo | Altas | Mantenimiento sencillo por horas trabajadas. |

Tabla 9. Comparación y selección de sistemas de transmisión

| PARAMETRO | PROPORCIÓN | Poleas y fajas | | Catarina | | Engranes | |
|----------------------------|--|----------------|------------|----------|------------|----------|------------|
| COSTO DE COMPRA | 25% | 3 | 0.75 | 1 | 0.25 | 4 | 1 |
| VIDA ÚTIL | 25% | 3 | 0.75 | 5 | 1.25 | 2 | 0.5 |
| DESGASTE POR FRICCIÓN | 15% | 4 | 0.6 | 4 | 0.6 | 1 | 0.15 |
| VELOCIDADES | 15% | 2 | 0.3 | 4 | 0.6 | 5 | 0.75 |
| FACILIDAD DE MANTENIMIENTO | 20% | 2 | 0.4 | 3 | 0.6 | 2 | 0.4 |
| TOTAL | 100% | | 2.8 | | 3.3 | | 2.8 |
| CONCLUSIÓN | Realizando el cuadro ponderado comparativo, la opción de cadena y Catarina son los que se adecuan para nuestra necesidad con una puntuación de 3.3. | | | | | | |

EVALUACIÓN DEL ACCIONAMIENTO DE COMPRESIÓN PARA EL PEGADO

Para la compresión del pegado, se plantea utilizar las siguientes alternativas:

A) Cremallera:

El funcionamiento de la cremallera de dirección es relativamente sencillo, cuenta con un piñón, capaz de girar tanto hacia la derecha como hacia la izquierda cuando se mueve el volante, instalado sobre una cremallera. Así es como convierte el movimiento circular en movimiento lineal y, al contrario.

Entre sus características principales, tenemos:

- ✓ Fabricados en acero C45
- ✓ Alta calidad que soporta de 60 a 70 kg/mm^2
- ✓ Fabricación de módulos desde 1.5 y de 12 hasta 127 dientes.
- ✓ Norma Americana ANSI
- ✓ Recorrido isométrico con sucesivo temple y revenido > 52HRc
- ✓ Cementado, templado y revenido 58-62 HRc

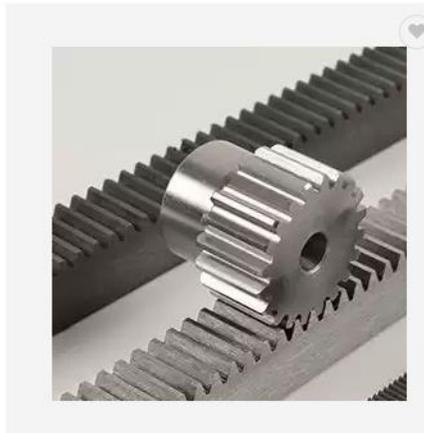


Figura 19. Cremallera

B) Cilindro neumático de doble efecto:

Este componente trabaja con aire, por lo que necesita también de una fuente de alimentación (compresor) para generar presión hacia las entradas del cilindro neumático.

Sus características principales son:

- ✓ Material del cilindro aluminio.

- ✓ Material del vástago de acero al carbono cromado.
- ✓ Carrera del vástago desde 25 a 1000 mm
- ✓ Diámetro del émbolo 125 mm (4.92 pulg)
- ✓ Diámetro del vástago 32 mm (1.18 pulg)
- ✓ Costo desde 100 a 300 nuevos soles.
- ✓ Área de compresión con vástago extendido 122 cm^2
- ✓ Área de compresión con vástago retraído 114.68 cm^2
- ✓ Rango de presión desde 1 a 9 kgf/cm^2



Figura 20. Pistón neumático

C) Leva excéntrica con palanca:

Este tipo de transmisión permite obtener un movimiento giratorio, a partir de uno oscilante. Sus principales características son:

- ✓ Material acero al carbono.
- ✓ Fuerza nominal desde 63-1000 kN



Figura 21. Máquina de leva excéntrica

Nuevamente, de estas tres opciones, escogemos la mejor opción, de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla 10. Distintos sistemas de accionamiento de presión

| Cremallera y piñones | Cilindro neumático | Leva excéntrica con palanca |
|---|---|--|
|  |  |  |

Tabla 11. Criterio de calificación

| PONDERADO DE CALIFICACIÓN | |
|---------------------------|---|
| Malo | 1 |
| Regular | 2 |
| Bueno | 3 |
| Muy Bueno | 4 |
| Excelente | 5 |

Tabla 12. Comparación y selección de accionamiento

| CRITERIO | | ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN | | | | | |
|--------------------------|------------|--------------------------|-------------|------------------|------------|-----------------------------|-------------|
| PARAMETRO | PROPORCION | Cremallera y piñón | | Pistón neumático | | Leva excéntrica con palanca | |
| COSTO DE COMPRA | 0.30 | 3 | 0.9 | 4 | 1.2 | 1 | 0.3 |
| COSTO DE MANTENIMIENTO | 0.25 | 3 | 0.75 | 4 | 1 | 2 | 0.5 |
| RESISTENCIA DEL MATERIAL | 0.20 | 4 | 0.8 | 3 | 0.6 | 4 | 0.8 |
| EFICIENCIA DE PEGADO | 0.25 | 2 | 0.5 | 4 | 1 | 3 | 0.75 |
| TOTAL | 1 | | 2.95 | | 3.8 | | 2.35 |

Obteniendo así que, la mejor alternativa, es el pistón neumático, con una puntuación de 3.8.

DISEÑO PARAMÉTRICO

Cálculo del número de estaciones para la mesa giratoria

Teniendo en cuenta la necesidad del cliente para poder fabricar una cantidad de 1440 unidades de conos de seguridad en 24 horas, tenemos que:

$$Unidades \ x \ hora = \frac{1440}{24} = 60 \text{ conos} * \text{hora}$$

Entonces haciendo una mesa giratoria de “x” estaciones, nos dará la producción requerida. Por lo tanto:

$$\frac{60 \text{ conos}}{60 \text{ min}} = 1 \text{ cono} * \text{minuto}$$

Sabiendo que el tiempo de secado es de 10 minutos de acuerdo con los requerimientos del cemento universal TEKNO (TEKNOQUIMICA S.A., 2017) y que cada cono tiene que estar listo en un minuto, la mesa giratoria será de 10 estaciones.

Cálculo de la geometría de la mesa circular

Una vez determinado que el número de estaciones será de 10, tomando como referencia el estudio realizado por la empresa (cliente) SEGUSA SAC, tenemos que:

Diámetro del cono de PVC: 270mm

Diámetro interior del estudio, realizado por el cliente: 272mm

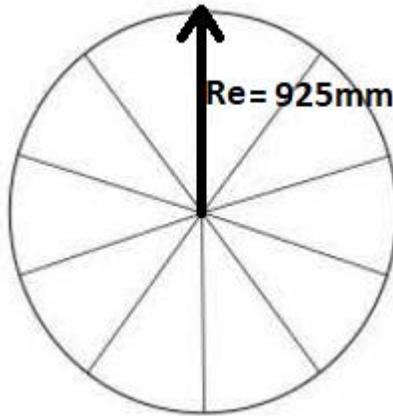


Figura 22. Esquema simplificado de la mesa

Donde $R_e = \text{radio exterior}$

El perímetro de la circunferencia viene dado por:

$$2 * \pi * R_e = 5812mm$$

Teniendo así que el área que encierra el radio exterior es:

$$A_{\text{exterior}} = \pi * R_e^2 = 2\,688\,025.21 \text{ mm}^2 = 2.688\,025 \text{ m}^2$$

Si la mesa giratoria es de 10 estaciones, entonces, el arco exterior de cada estación es:

$$a = \frac{\text{perímetro de la circunferencia}}{10} = \frac{5812}{10} = 581.2$$

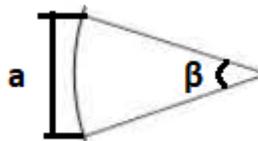


Figura 23. Estación individual de la mesa

Y de acuerdo con la imagen anterior, obtenemos que β es:

$$\text{Ángulo } \beta = \frac{360^\circ}{10} = 36^\circ$$

Para la circunferencia interior tenemos:

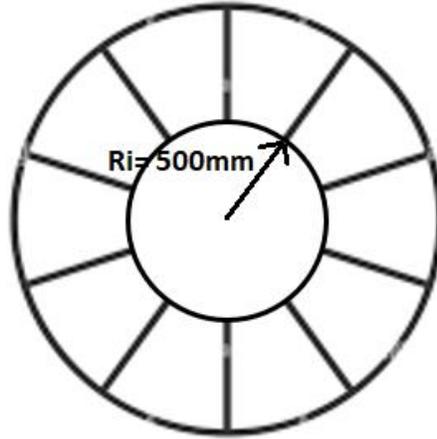


Figura 24. Esquema simplificado de la mesa para radio interior

Donde $R_i = \text{radio interior}$

Obteniendo así que el área de esta circunferencia interior es:

$$A_{interior} = \pi * R_i^2 = 785\,398.12\text{ mm}^2 = 0.785\,398\text{ m}^2$$

Para el cálculo del arco interior, tenemos:

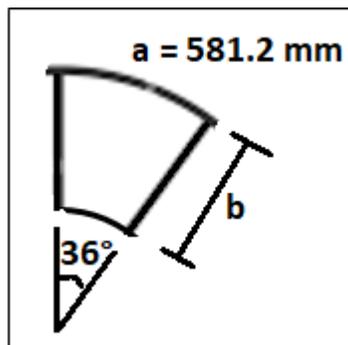


Figura 25. Esquema simplificado de una estación para arco interior

$$b = R_e - R_i = 925 - 500 = 425\text{mm}$$

Área total para el ingreso de los conos

De acuerdo a la siguiente imagen, donde D_c es el diámetro del cono.

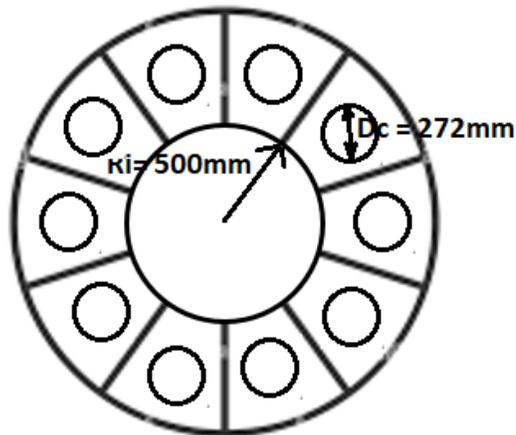


Figura 26. Diámetro del agujero de cada estación

El área de cada agujero para el cono es:

$$A_{D_c} = \pi * \frac{D_c^2}{4} = 58\,106.9\,mm^2 = 0.058\,106\,m^2$$

Área total de la mesa giratoria

Para el área total de la mesa giratoria, restaremos al área que genera el radio exterior, el área que genera el radio interior, y el área generada por cada agujero del cono, esto es:

$$A_T = A_{exterior} - A_{interior} - 10 * A_{D_c} = 2.688\,025 - 0.785\,398 - 10 * 0.058\,106$$

Lo que nos da:

$$A_T = 1.3215\,m^2$$

Volumen total de la mesa giratoria

El volumen total de la mesa giratoria, la calculamos multiplicando el área de dicha mesa, por el espesor que posee ($14\text{mm} = 0.014\text{m}$), es decir:

$$0.014 * 1.3215 = 0.018501\,m^3$$

Masa total de la mesa giratoria

Para el cálculo de la masa, tomaremos como referencia de catálogos y del propio software SOLIDWORKS que la densidad del material, en este caso acero A36, es de $7850\,kg/m^3$. Por lo que tenemos:

$$masa\ de\ la\ mesa = \rho * V = 7850 \frac{kg}{m^3} * 0.018501\,m^3 = 145.23\,kg$$

Cálculos de los rodamientos verticales de soporte para movimiento de la mesa

giratoria

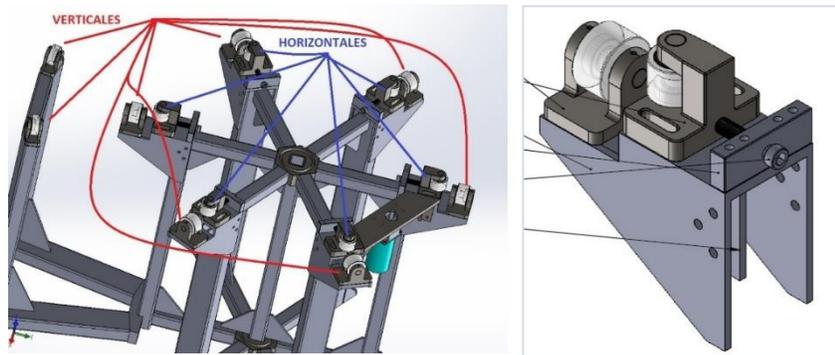


Figura 27. Esquema del posicionamiento de los rodamientos

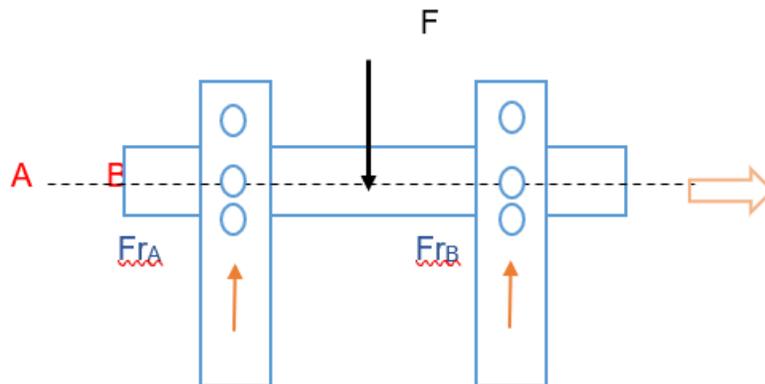


Figura 28. DCL para los rodamientos

Donde por datos tenemos: $\phi_{eje} = 20mm$, $n = 60rpm$

Tenemos que:

$$F_r = (\text{Peso del disco}) \left(9.81 \frac{m^2}{s} \right) + \text{Fuerza del piston}$$

De acuerdo con la tabla 1 del anexo 7 de catálogos, vemos que, para el dato encerrado, la presión que ejerce es de $122.72 \frac{kgf}{cm^2}$

Convirtiendo a kPa, nos da $12\ 034.72\ kPa$

Para el área de empuje del pistón, lo calculamos de la siguiente manera:

$$A_e = \pi * \frac{D_i^2}{4} = \pi * \frac{125^2}{4} = 12\ 271.85\ mm^2 = 0.012\ 271\ m^2$$

Por lo que la fuerza que ejerce nuestro pistón en el empuje, sería de:

$$F_p = P * A_e = 12034.72\ kPa * 0.012271m^2 = 147.678kN$$

Como está en 8 polines, entonces la fuerza repartida en cada uno será:

$$F_r = \frac{147.678kN}{8} = 18.46kN = F$$

La fuerza radial en cada rodamiento será:

$$\frac{F}{2} = \frac{18.46kN}{2} = 9.23kN = F_{r_A} = F_{r_B}$$

Como solo existe fuerza radial, entonces se cumple:

$$f_o * \frac{F_a}{C_o} = 0 < e \quad \rightarrow \quad P = F_{r_A} = 9.23 kN$$

Y de acuerdo con la segunda tabla del mismo anexo, escogemos un tipo de rodamiento para ese diámetro interior:

$$\phi = 20mm \quad \rightarrow \quad Rod : 61804$$

De acuerdo con las tablas 3 y 4 del mismo anexo, tomamos los siguientes datos:

$$C = 4.03kw, \quad C_o = 2.32kw, \quad f_o = 15$$

Calculamos la cantidad de horas de vida útil para el rodamiento

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60(n)} * \left(\frac{C}{P}\right)^3 = \frac{10^6}{60(60)} * \left(\frac{4.03KN}{0.2017}\right)^3$$

$$L_{10h} = 2215618.297 h$$

Podemos observar que el rodamiento tendrá una larga vida útil

Diseño paramétrico de componentes eléctricos

Se tiene a continuación la selección del servomotor y de la resistencia eléctrica.

Selección del servomotor

De acuerdo con las fórmulas empleadas en Hwanga et al. (2004), para determinar el tipo de servomotor que necesitamos para hacer girar una mesa de aproximadamente 160 kg un determinado ángulo en un tiempo de 10 segundos (calculado anteriormente), primero debemos calcular el par necesario y la velocidad angular requerida.

Para esto, es necesario saber el par requerido para acelerar y mantener la mesa giratoria en movimiento, que está relacionado con la aceleración angular (α) necesaria y el momento de inercia (I) de la mesa. Haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\tau = I * \alpha$$

Para calcular (α), la podemos determinar de la siguiente forma:

$$\alpha = \frac{2\theta}{t^2}$$

Reemplazando valores:

$$\alpha = 2 * \frac{0.6283}{10^2}$$

$$\alpha = 0.012566 \text{ rad/s}^2$$

Necesitamos también calcular el momento de inercia de la mesa giratoria, y como esta es de forma de anillo circular, y distribución de masa uniforme, el cálculo es más sencillo, y viene dado por.

$$I = \frac{m * (R^2 - r^2)}{2}$$

$$I = \frac{160 * (0.925^2 - 0.500^2)}{2}$$

$$I = 48.45 \text{ kg.m}^2$$

Ahora con todos estos valores, podemos calcular el torque necesario que para poder la mesa.

$$\tau = 48.45 * 0.012566 \text{ kg.m}^2 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\tau = 0.6088227 \text{ Nm}$$

$$\tau = 608.8227 \text{ mNm}$$

Con este torque encontrado, seleccionamos el servomotor monofásico con código 5IK120RGU-HF, que funciona a 220V – 60Hz – 120W – 1.5A y tiene un torque nominal de 750 mNm.

Selección de la de resistencia eléctrica

En este segmento se tienen los cálculos para obtener las características de la resistencia que se necesita para poder cumplir los requerimientos del sistema.

Se requiere alcanzar una temperatura de unos 90 °C en la parte externa de la placa de aluminio 7075-T6, ya que a esta temperatura es la ideal para poder

pegar el material, según datos técnicos brindados por la empresa TEKNO para su producto de cemento universal o pegamento (TEKNOQUIMICA S.A., 2017); en la parte que entrará en contacto con el cono para el pegado con la base de caucho, todo esto en un tiempo de 10 minutos, que será el tiempo de espera de secado del pegamento. Para poder alcanzar la temperatura mencionada se necesita calcular la potencia necesaria de la resistencia a utilizar.

La superficie donde se va a evaluar la transferencia de calor es en la placa cilíndrica de aluminio que se observa en la figura siguiente, que es donde irá ubicado la resistencia eléctrica:

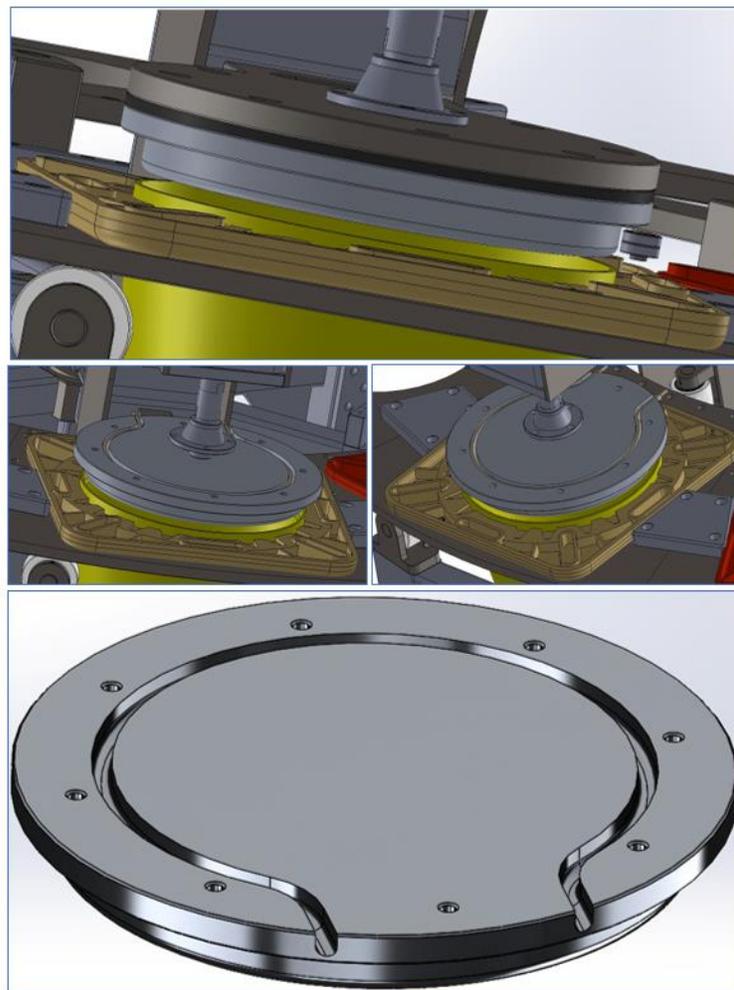


Figura 29. Diseño de la plancha que portará la resistencia

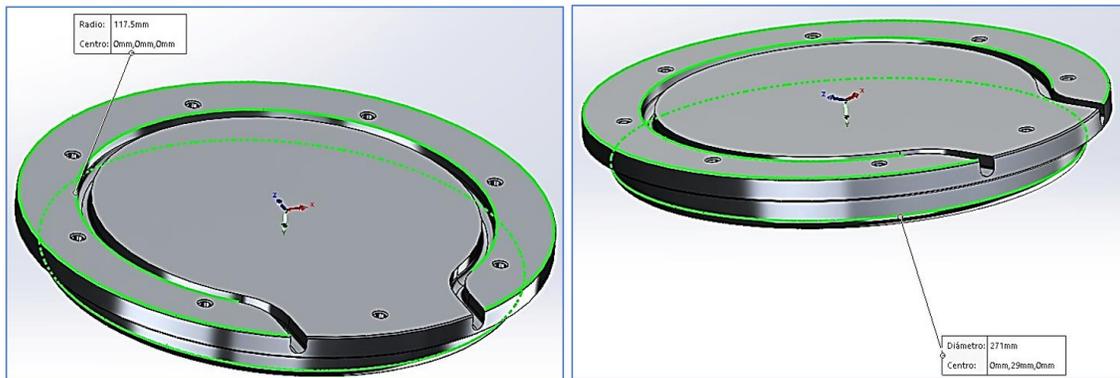


Figura 30. Dimensiones de la plancha

Para los cálculos de lo mencionado se tiene que recurrir a la teoría de transferencia de calor, siendo más específicos, a la de transferencia de calor por convección y conducción en superficies cilíndricas, siendo la transferencia por conducción la que tiene más presencia.

Para abordar el cálculo, es esencial establecer el equilibrio térmico del sistema. De esta manera, la cantidad de energía calorífica generada por las resistencias deberá igualar la cantidad de energía disipada por la placa cuando esta alcanza una temperatura de 90°C.

Realizaremos el cálculo de la cantidad de calor disipado por ambas superficies de la placa, sin tener en cuenta la disipación a través de los bordes. Los datos necesarios incluyen:

- Radio interno de la superficie cilíndrica (r_1): 0.1175 m
- Radio externo de la superficie cilíndrica (r_2): 0.1355 m
- Temperatura inicial de la superficie de aluminio considerada a temperatura ambiente (T_{amb}): $\sim 25\text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura final requerida de la placa en la parte externa (T_f): $90\text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura interna de la placa luego del calentamiento de la resistencia eléctrica: T_{in}
- Tiempo (t): 10 minutos = 600 segundos

- Conductividad térmica del aluminio 7075-T6 (k): $130 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
- Capacidad calorífica del aluminio 7075-T6 (c): $897 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C})$
- Masa de la placa cilíndrica (obtenida mediante software): 6 kg

En primera instancia se necesita calcular la potencia necesaria para calentar la resistencia a una temperatura mayor a $90 \text{ }^\circ\text{C}$ que será la temperatura inicial que generará el calor que será conducido a través de la superficie cilíndrica hacia la parte externa hasta alcanzar finalmente los $90 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura final requeridos. Para ello utilizaremos calcularemos la cantidad de calor (Q) necesario para alcanzar dicha potencia.

Así tenemos la formulación

$$Q = m * c * \Delta T, \quad \dots \dots \Delta T = T_{in} - T_{amb}$$

Reemplazando datos tenemos:

$$Q = 6 \text{ kg}(897 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C}))(T_{in} - 25 \text{ }^\circ\text{C})$$

A este resultado lo debemos dividir entre el tiempo requerido para poder obtener la potencia de la resistencia:

$$P = \frac{Q}{t} = [6 \text{ kg}(897 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C}))(T_{in} - 25 \text{ }^\circ\text{C})]/600$$

Una vez teniendo esta expresión de la potencia que estará expresada en W, esta será igualada a la tasa de transferencia de calor \dot{Q} (en vatios, W) que tiene que ver con el calor disipado para que se pueda obtener la temperatura final de $90 \text{ }^\circ\text{C}$ requerida una vez que se de la transferencia de calor por conducción desde el diámetro interno donde se encuentra la resistencia hacia el diámetro externo donde se encuentra la superficie que hará contacto con la base del cono para que se realice el pegado.

Para obtener la tasa de transferencia de calor \dot{Q} se utilizará la formulación de transferencia de calor por conducción en una superficie cilíndrica, la cual está dada por:

$$\dot{Q} = \frac{2\pi kL\Delta T}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}, \dots \Delta T = T_f - T_{in}, L = r_2 - r_1$$

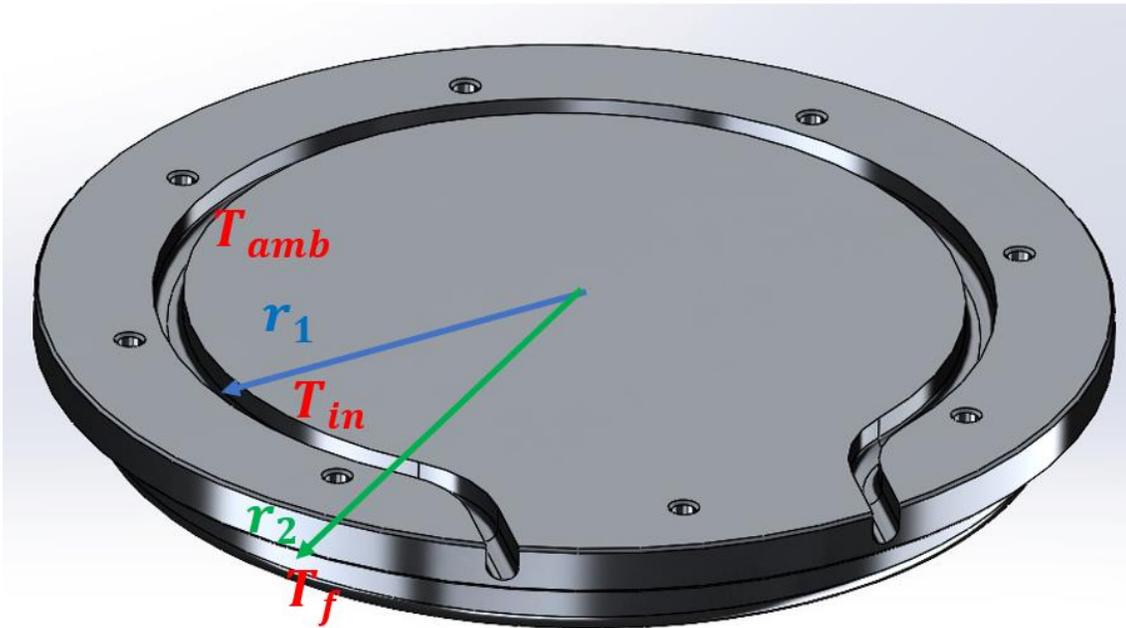


Figura 31. Esquema para la transferencia de calor

Reemplazando tenemos:

$$\dot{Q} = \frac{2\pi(130 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}))(0.1355 \text{ m} - 0.1175 \text{ m})(T_{in} - 90^\circ\text{C})}{\ln\left(\frac{0.1355 \text{ m}}{0.1175 \text{ m}}\right)}$$

Ahora se iguala ambas expresiones encontradas y se halla el valor de T_{in} :

$$\frac{6 \text{ kg}(897 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C})))(T_{in} - 25^\circ\text{C})}{600} = \frac{2\pi(130 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}))(0.1355 \text{ m} - 0.1175 \text{ m})(90^\circ\text{C} - T_{in})}{\ln\left(\frac{0.1355 \text{ m}}{0.1175 \text{ m}}\right)}$$

De lo que resolviendo despejando y operando se obtiene:

$$T_{in} = 96.19^\circ\text{C}$$

Esto al reemplazar en;

$$P = \frac{Q}{t} = [1.67 \text{ kg}(897 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C})))(T_{in} - 25^\circ\text{C})]/600\text{s}$$

Se obtiene:

$$P = 638.57 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 638.57 \text{ W}$$

Con este valor ya calculado, se podrá proceder a la selección de una resistencia térmica que sea que tenga una potencia igual o mayor para que así cumpla con el requerimiento de calentar hasta la temperatura deseada.

Teniendo en cuenta el valor de la potencia de 638.57 W, se seleccionó la resistencia Hotflex de Ø8.5 x 600 mm con una potencia de 1450W-220V. (Hotflex, 2023)



Figura 32. Resistencia Hotflex

Tabla 13. Características de la resistencia

| Stock ID | Largo [mm] | Potencia [W] |
|----------|------------|--------------|
| 6100600 | 600 | 1450 |

Se seleccionó esta por la longitud requerida y además de que tiene una potencia superior que ayudará a que se alcance la temperatura deseada de forma más rápida.

Cálculo de dispositivos de fuerza y mando

Para el cálculo de estos dispositivos se elegirá un valor igual o inmediato superior, según la corriente o potencia del motor. Dadas las listas del catálogo que se presente para esta selección de estos dispositivos.

Cálculo del disyuntor del motor

Ya que se trata de un motor, se selecciona un disyuntor con curva de disparo tipo D (guardamotor), la cual está diseñada para soportar picos de arranque de 10 a 14 veces su corriente nominal.

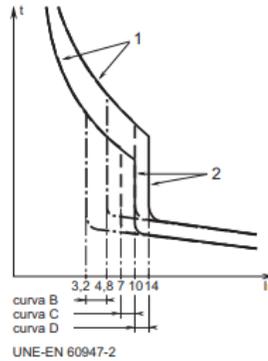


Figura 33. Curvas de disparo Fuente: Schneider Electric

En este caso se usará el dato de potencia de 120 Watts y voltaje de operación de 220 Voltios, además cuenta con protección térmica incorporada (datos del fabricante – Tabla 6, Anexo 7), por ende, se selecciona un guardamotor únicamente con protección contra fallas de cortocircuito, como es el caso del modelo “GV2L” de la marca Schneider Electric:



Figura 34. Catálogo. Fuente: Schneider Electric

El resultado de la selección es un guardamotor con código GV2L08, cual nos indica que la máxima potencia de operación es de 750 Watts, seleccionando este valor, el cual es inmediato superior ($750\text{ W} > 120\text{ W}$).

Cálculo del contactor del motor

Con la corriente nominal de 1.5A del motor monofásico a 220V, se seleccionará un contactor, dada la tabla de contactores modelo "LC1D" de la marca Schneider Electric (datos del fabricante – Tabla 7, Anexo 7).

Para elegir el contactor, se ha tenido presente la corriente nominal del motor, por ellos se seleccionó el contactor LC1D09M7, que es el inmediato superior en corriente (9A > 1.5A), con parámetros máximos de funcionamiento de 230V - 2.2kW.



Figura 35. Contactor. Fuente: Schneider Electric

Cálculo del disyuntor para la resistencia eléctrica

De los resultados del cálculo para la resistencia eléctrica, se dedujo con una potencia de 1450W-220V.

Entonces, teniendo la potencia, procedemos a calcular el disyuntor termomagnético. Tratándose de una resistencia eléctrica:

$$Potencia\ aparente = Potencia\ activa$$

$$Corriente\ de\ la\ resistencia\ eléctrica = \frac{P}{V} = \frac{1450}{220} = 6.6A$$

Se tiene una corriente de 6.6A, con este dato se procede a calcular el disyuntor curva C (de uso general), con ayuda de la tabla de este dispositivo de protección en la marca Schneider Electric (datos del fabricante – Tabla 8, Anexo 7).



Figura 36. Disyuntor. Fuente: Schneider Electric – Catálogo

Al tratarse de una resistencia, la corriente de arranque es despreciada, por lo tanto, el próximo superior de 6.6A, es de 10A, por ellos se seleccionó el modelo A9F74210.

Cálculo del contactor para el control de la resistencia eléctrica

Del siguiente dato:

$$\text{Corriente de la resistencia eléctrica} = 6.6A$$

De tiene la tabla de contactores modelo “LC1D” de la marca Schneider Electric (datos del fabricante – Tabla 9, Anexo 7).



Figura 37. Contactor. Fuente: Schneider Electric – Catálogo

El contactor a elegir es el próximo superior de 6,6A, del modelo LC1D, por lo tanto, dada la tabla, se tiene la corriente asignada de 9A con código LC1D09 M7.

Selección de temporizadores

Para nuestro proyecto se necesitarán 2 temporizadores, uno de montaje frontal en el contactor de 2.5 segundos y otro temporizador de bobina para la temporización de 50 segundos del cilindro.

Para el temporizador de montaje frontal “ON DELAY” en el contactor, teniendo en cuenta que el tiempo de temporización debe ser de 2.5 segundos, el modelo compatible con el contactor para el montaje es el “LAD” de la marca Schneider Electric, se presenta la tabla del modelo “LAD” (datos del fabricante – Tabla 10, Anexo 7).



Figura 38. Temporizador. Fuente: Schneider Electric – Catálogo

Se selecciona el temporizador que está dentro del tiempo de temporización

que se requiere, en este caso es el temporizador de código LADT0 – 1NA – 1NC. El cual tiene los rangos de temporización de 0.1s – 3s.

Y para la selección del temporizador de bobina “On delay”, el tiempo de temporización es de 50 segundos para que el cilindro neumático haga el pegado, para ello, se muestra en la tabla 11 del anexo 7, los diferentes modelos de temporizadores en la marca CHNT.

Dado que el tiempo que se requiere para la temporización es de 50 segundos, entonces se selecciona el temporizador con código JSZ3 A – C, el cual tiene rangos de temporización entre: (0.5-5) s / 50s / 5 min / 30 min. Además, los parámetros de funcionamiento son de 220V – 60 Hz.

Selección del contactor auxiliar para el paso de corriente al temporizador

Para la activación y desactivación del temporizador JSZ3 A – C, se requiere de un contacto auxiliar, para ellos seleccionaremos uno que tenga entre sus contactos 1NA – 1NC, con parámetros de funcionamiento de 220V – 60Hz. Por lo tanto, del anexo 7, la tabla 12, de contactores auxiliares de la marca Schneider Electric, muestra el modelo “SK”.



Figura 39. Contactor auxiliar. Fuente: Schneider Electric – Catálogo

Se muestra en la tabla la elección del modelo “SK” con contactos 1NA – 1NC y voltaje de operación de 220V (M7). El código sería CA2SK11 M7.

Cálculo de disyuntor termomagnético para el circuito de mando y control

Se tiene como datos:

$$\text{Corriente del temporizador} = 0.006 \text{ A}$$

$$\text{Corriente del contactor auxiliar} = 0.004 \text{ A}$$

$$\text{Corriente del contactor del motor} = 0.005 \text{ A}$$

$$\text{Corriente del controlador de temperatura} = 0.002 \text{ A}$$

$$\Sigma \text{ de las corrientes} = 0.017 \text{ A} < 1 \text{ A}$$

Teniendo como dato que es menor a un amperio, entonces se muestra la tabla 13 de disyuntores de un polo en modelo Ic60N, de la marca Schneider Electric, del anexo 7.



A9F74120

Figura 40. Disyuntor termomagnético. Fuente: Schneider Electric – Catálogo

El disyuntor a elegir es de un polo, con una capacidad de corriente nominal de 1A, con código de referencia A9F74101.

Cálculo de conductores

Tomemos los siguientes datos:

- Circuito de fuerza para el motor monofásico (circuito “a”): Con parámetros de funcionamiento: 220V – 1.5A. Además, considerando que la corriente de arranque del motor es de 6 veces su valor nominal, entonces la corriente de arranque es:

$$\text{Corriente de arranque } 1.5 * 6 = 9A$$

- Circuito de fuerza para la resistencia eléctrica (circuito “b”): Con una potencia de 1450W y corriente de 6.6A.
- Circuito de mando y control (circuito “c”): Corriente menor a 1A, ya calculado en:

$$\Sigma \text{ de las corrientes} = 0.017A < 1A$$

Cabe señalar que en el Código Nacional de Electricidad (Utilización), nos indica en la sección 160-104, la temperatura nominal de aislamiento para los conductores de suministro en un motor, debe de ser mayor o igual a 75 °C o según lo descrito en los datos de la placa. Además, en la sección 030-002, indica que, todos los conductores deben de ser de cobre y no pueden tener una sección menor que $2.5mm^2$ para los circuitos derivados de fuerza y alumbrado, y, $1.5mm^2$ para los circuitos de control. Y, por último, para la selección de los conductores, en la sección 020-126 modificada, señala que, los conductores no deben ser propagadores de llama, con baja emisión de humos y libre de halógenos.

Entonces, para seleccionar el grado de temperatura del conductor, se tiene la tabla 14 – anexo 7, de especificaciones del fabricante.

El motor tiene la clase de aislamiento térmico B, entonces, se tiene de la tabla mencionada en la sección 160-104 del Código Nacional de Electricidad (Utilización):

Tabla 14. Clases de aislamiento basados en temperatura ambiente de 30 °C

| Cubiertas de motor | Clase de aislamiento | | | |
|---|----------------------|-------|--------|--------|
| | A | B | F | H |
| Todas excepto totalmente cerrado no ventilado | 75 °C | 75 °C | 90 °C | 110 °C |
| Totalmente cerrado no ventilado | 75 °C | 90 °C | 110 °C | 110 °C |

Fuente: Código Nacional de Electricidad (Utilización) – Tabla 37

Según la tabla anterior, para un motor con clase B de aislamiento térmico con ventilador, se seleccionará un conductor mayor o igual a 75°C.

Por lo tanto, la mejor elección es un conductor FREETOX NH-80, del cual sus características se muestran en el anexo 6:

Para la elección del calibre del conductor en el circuito de fuerza, se muestra la tabla 15 del conductor FREETOX NH-80, anexo 7:

Se selecciona el conductor para el circuito de fuerza, según el Código Nacional de Electricidad (Utilización), por lo descrito en la sección 030-002, la cual nos da un mínimo del calibre del conductor para la fuerza ($2.5mm^2$) y el mando ($1.5mm^2$), por lo tanto, para el circuito "a", se asevera que los 24 amperios del conductor de $2.5mm^2$, soportará la carga en el circuito de fuerza del motor. Eligiendo el conductor NH – 80 – $2.5mm^2$, mostrada en la tabla 15 del anexo 7.

Comprobando el conductor, según los datos del motor y el calibre del conductor, asumiendo que el conductor irá en ducto (tubería de PVC):

$$\text{Corriente de arranque} = 9A$$

$$9A < 24A$$

$$\text{Corriente nominal} = 1.5A$$

$$1.5A < 24A$$

Para el circuito “b”, que corresponde al circuito de fuerza de la resistencia eléctrica, también se seleccionará el calibre NH – 80 – $2.5mm^2$, asumiendo que el conductor irá en ducto (tubería PVC), dado que se tiene:

$$\text{Corriente de la resistencia eléctrica} = 6.6A$$

$$6.6A < 24A$$

Para el circuito “c”, de mando, la corriente es menor a 1 amperio, por lo tanto, siguiendo lo que indica el CNE, el calibre del cable para el circuito de mando debe ser no menor de $1.5mm^2$. Por lo tanto, se elige el conductor NH – 80 – $1.5mm^2$, el cual soporta 14A en ducto a 30°C.

CÁLCULO DE ESFUERZOS EN LA ESTRUCTURA

Primero, obtenemos el DCL del pistón y la parte de la placa que soportará el cilindro. Debido a que la empresa ya contaba con un pistón en stock (Anexo 7 – Tabla 1), el pistón seleccionado consta de un vástago con diámetro de 125mm y una presión máxima de trabajo de 120 bares. Como nuestro requerimiento para el pegamento, según su ficha técnica (TEKNOQUIMICA S.A., 2017) necesita solo 4 bares, se usará para los cálculos una presión de 10 bares, que es más que suficiente para cumplir con la tarea de pegado establecido. Los siguientes cálculos se muestran en base a este valor.

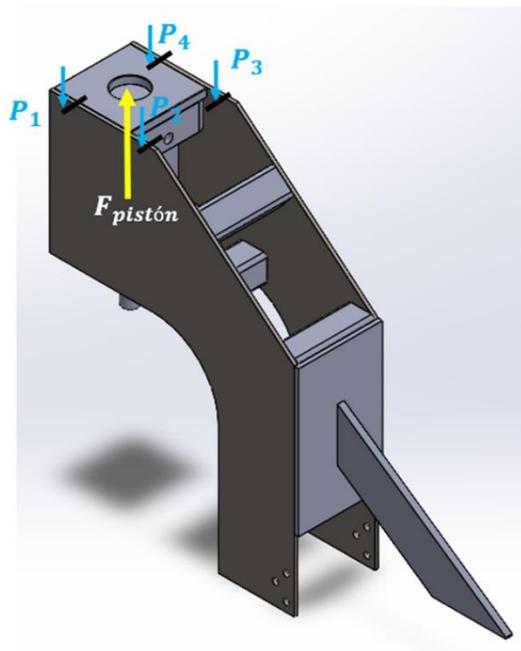


Figura 41. DCL para la fuerza del pistón

Para simplificar el análisis, se resolverá desde una vista lateral, obteniendo un problema en solo 2 dimensiones.

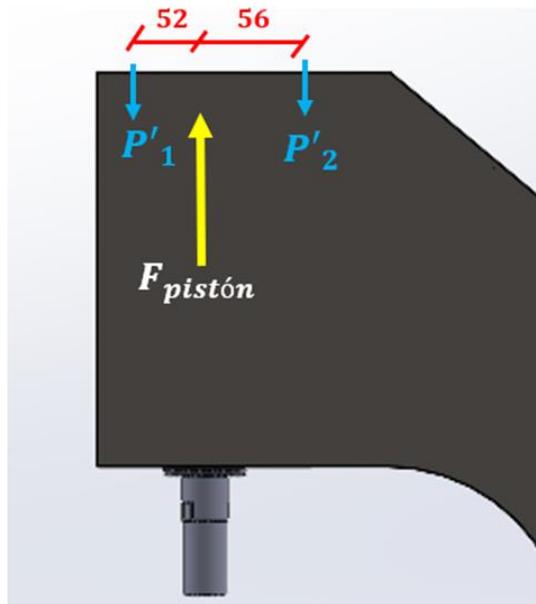


Figura 42. DCL simplificado para la fuerza del pistón

Luego:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$P'_1 + P'_2 = F_{pistón}$$

$$F_{pistón} * 52 - P'_2 * 110 = 0$$

$$P'_2 = 0.473F$$

Como $P_2 = \frac{P'_2}{2}$, entonces

$$P_2 = \frac{0.473F}{2} = 0.2365F$$

$$\Sigma M_2 = 0$$

$$-F_{pistón} * 58 + P'_1 * 110 = 0$$

$$P'_1 = 0.527 * F_{pistón}$$

Como en el procedimiento anterior:

$$P_1 = \frac{P'_1}{2}$$

$$P_1 = \frac{0.527F}{2} = 0.2635F$$

Y por ser simétrico,

$$P_1 = P_4 ; P_2 = P_3$$

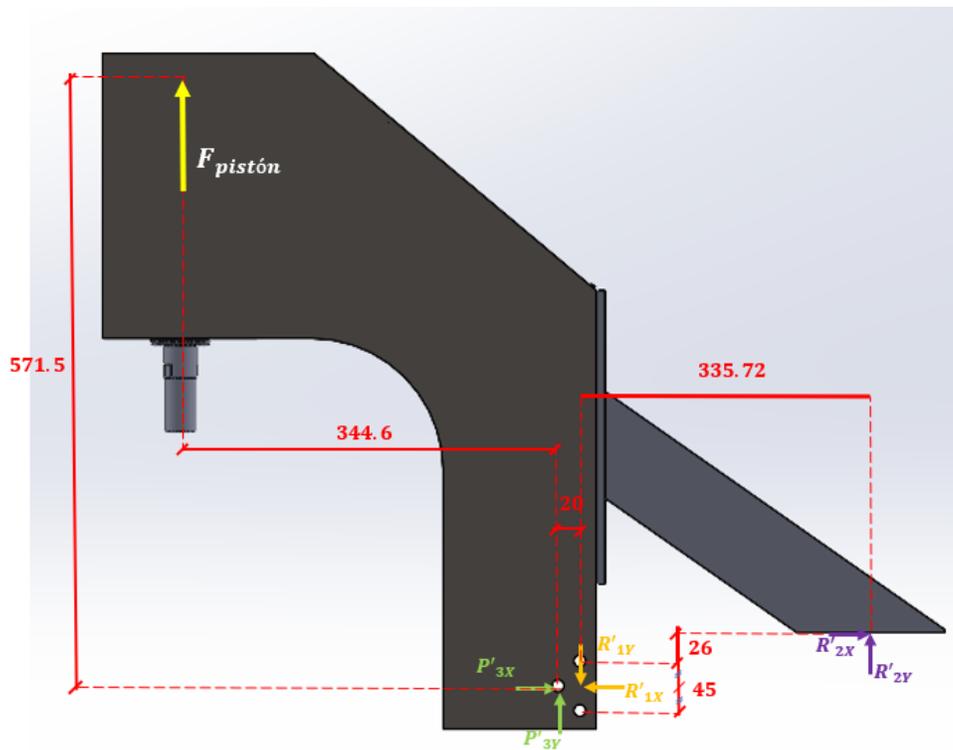


Figura 43. Medidas del DCL para la fuerza del pistón

Tenemos:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$P'_{3x} - R'_{1x} + R'_{2x} = 0 \quad (a)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{pistón} + P'_{3y} - R'_{1y} + R'_{2y} = 0 \quad (b)$$

$$\Sigma M_3 = 0$$

$$-F_{pistón} * 344.6 - R'_{1y} * 20 + R'_{2y} * 335.72 + R'_{2x} * 26 = 0 \quad (c)$$

$$\Sigma M_{R_1} = 0$$

$$-F_{pistón} * 364.6 - P'_{3y} * 20 - R'_{2x} * 26 + R'_{2y} * 335.72 = 0 \quad (d)$$

$$\Sigma M_{R_2} = 0$$

$$-F_{pistón} * 700.32 + P'_{3x} * 48.5 + P'_{3y} * 335.72 + R'_{1y} * 335.72 - R'_{1x} * 48.5 = 0 \quad (e)$$

$$\Sigma M_{F_{pistón}} = 0$$

$$P'_{3y} * 344.6 + P'_{3x} * 571.5 + R'_{1x} * 571.5 - R'_{1y} * 364.6 + R'_{2y} * 720.32 - R'_{2x} * 523 = 0 \quad (f)$$

Ordenando las ecuaciones y pasándolas a una matriz, obtenemos:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -20 & 26 & 355.72 \\ 0 & -20 & 0 & 0 & -26 & 335.72 \\ 48.5 & 355.72 & -48.5 & 335.72 & 0 & 0 \\ 571.5 & 344.6 & 571.5 & -364.6 & -523 & 720.32 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} P'_{3x} \\ P'_{3y} \\ R'_{1x} \\ R'_{1y} \\ R'_{2x} \\ R'_{2y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -F \\ 344.6 * F \\ 364.6 * F \\ 700.32 * F \\ 0 \end{bmatrix}$$

Para el cálculo de F, en el cilindro neumático, se empleará un valor de 10 bares de presión.

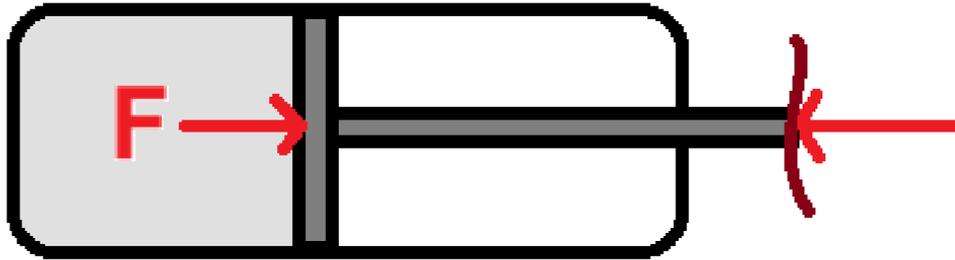


Figura 44. Esquema simplificado de un pistón

Tenemos que:

$$F = P * A$$

Donde P es la presión, A el área del pistón móvil.

$$F = 1Mpa * \frac{\pi D^2}{4}$$

$$F = 1MPa * \frac{\pi(125 * 10^{-3}m)^2}{4}$$

$$F = 12271.85 N$$

Finalmente, resolviendo este sistema de ecuaciones en forma matricial, y reemplazando los valores de F, obtenemos los siguientes resultados:

$$\begin{bmatrix} P'_{3x} \\ P'_{3y} \\ R'_{1x} \\ R'_{1y} \\ R'_{2x} \\ R'_{2y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.6573 * 10^4 N \\ 0.9918 * 10^4 N \\ -1.4870 * 10^4 N \\ 1.3892 * 10^4 N \\ -0.8297 * 10^4 N \\ 1.3276 * 10^4 N \end{bmatrix}$$

Los signos negativos nos indican que la fuerza se ejerce en sentido contrario al supuesto inicialmente. Por lo que el DCL final sería:

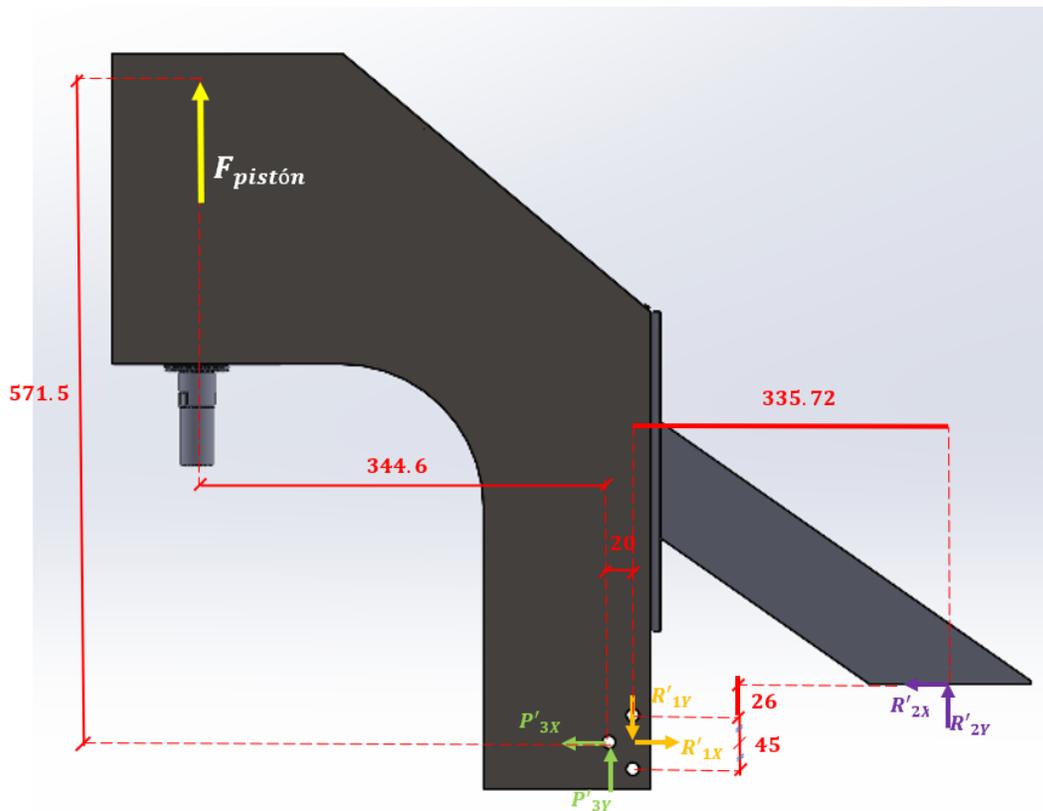


Figura 45. Medidas para los momentos y fuerzas

Al existir dos soportes laterales, las reacciones que soporta cada placa, será la mitad de las encontradas, es decir:

$$P_{3x} = \frac{P'_{3x}}{2} = \frac{0.6573 * 10^4 N}{2} = 0.32865 * 10^4 N$$

$$P_{3y} = \frac{P'_{3y}}{2} = \frac{0.9918 * 10^4 N}{2} = 0.4959 * 10^4 N$$

$$R_{1x} = \frac{R'_{1x}}{2} = \frac{1.4870 * 10^4 N}{2} = 0.7435 * 10^4 N$$

$$R_{1y} = \frac{R'_{1y}}{2} = \frac{1.3892 * 10^4 N}{2} = 0.6946 * 10^4 N$$

$$R_{2x} = \frac{R'_{2x}}{2} = \frac{0.8297 * 10^4 N}{2} = 0.41485 * 10^4 N$$

$$R_{2y} = \frac{R'_{2y}}{2} = \frac{1.3276 * 10^4 N}{2} = 0.6638 * 10^4 N$$

Estas son las reacciones que actúan en cada soporte lateral.

Las reacciones R_{1x} , R_{1y} , R_{2x} y R_{2y} serán divididas en soportes homogéneo, para poder disminuir el esfuerzo en cada punto de concentración donde actúa dicha reacción.

Para la reacción R_1 se descompondrá en dos pasadores, es decir

$$P_{4x} = \frac{R_{1x}}{2} = 0.37175 * 10^4 N$$

$$P_{4y} = \frac{R_{1y}}{2} = 0.3473 * 10^4 N$$

Mientras que para la reacción R_2 , se descompondrá en 3 pasadores por cada lado, lo que sería:

$$P_{5x} = \frac{R_{2x}}{3} = 0.1383 * 10^4 N$$

$$P_{5y} = \frac{R_{2y}}{3} = 0.2213 * 10^4 N$$

Ahora, en el arreglo de pernos, calcularemos el esfuerzo al que se encuentra sometido el perno crítico, de acuerdo con el siguiente análisis.

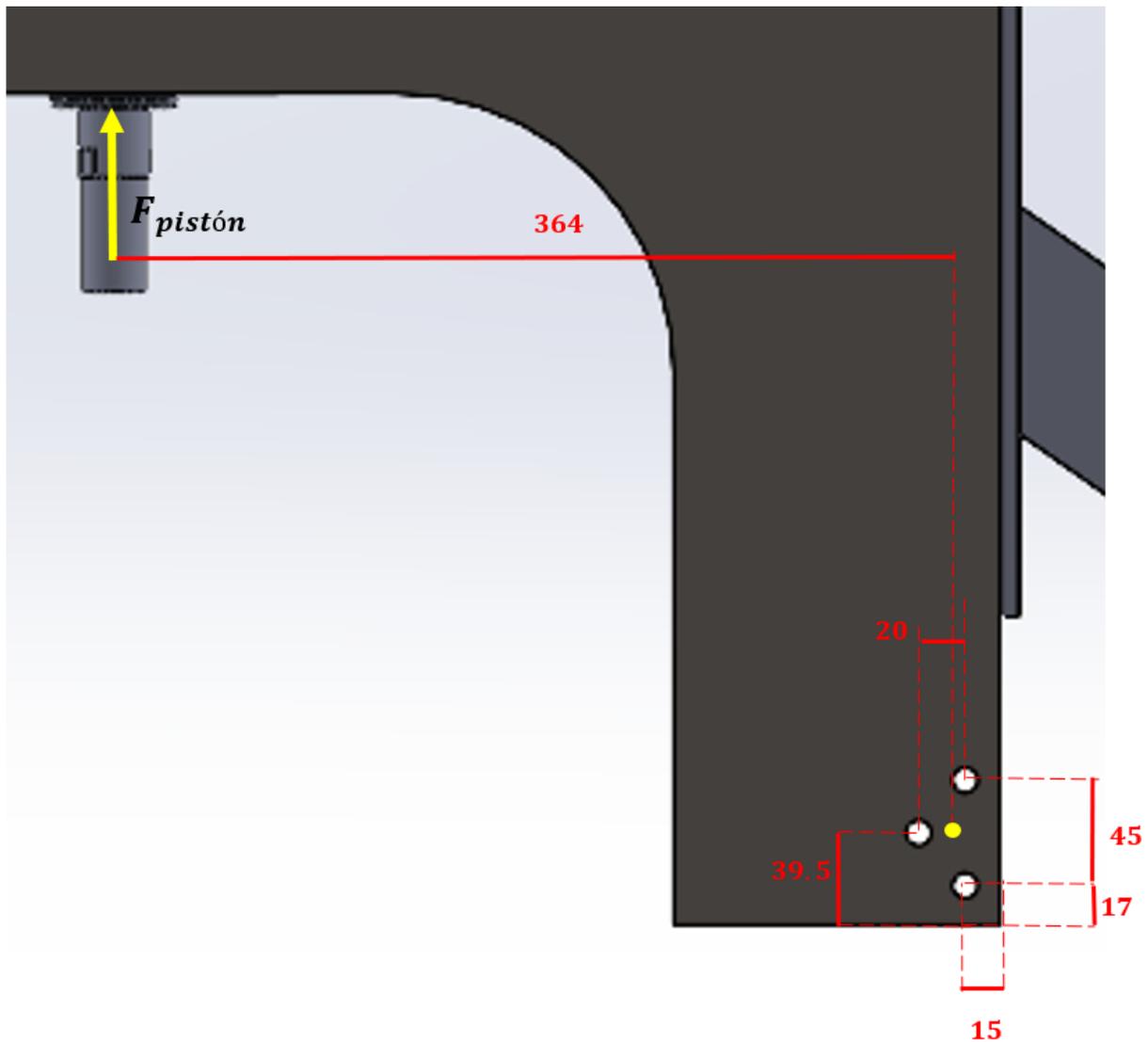


Figura 46. Esquema simplificado para los pernos y la fuerza del pistón

Pasamos a calcular el centro geométrico del arreglo de pernos, en este caso de 3 pernos.

$$x_c = \frac{15 \text{ mm} * 2 + 35 \text{ mm} * 1}{3} = 21.6 \text{ mm}$$

$$y_c = \frac{17 \text{ mm} * 1 + 1 * 39.5 \text{ mm} + (45 + 17) \text{ mm} * 1}{3} = 39.5 \text{ mm}$$

Ahora pasamos a calcular las siguientes variables que necesitaremos después.

$$\sum r_i^2 = \sum x_i^2 + \sum y_i^2$$

$$\sum x_i^2 = (21.6 - 15)^2 * 2 + (35 - 21.6)^2 * 1 = 266.68 \text{ mm}^2$$

$$\sum y_i^2 = (39.5 - 17)^2 * 1 + (39.5 - 39.5)^2 * 1 + (39.5 - 45 - 17)^2 * 1 = 1012.5 \text{ mm}^2$$

Finalmente calculamos:

$$\sum r_i^2 = 266.68 + 1012.5 = 1279.18 \text{ mm}^2$$

Ahora tenemos lo siguiente:

- Demanda actuante:

$$P_y = 12271.85 \text{ N}$$

$$P_x = 0$$

$$M_T = +P_y * 0.364 = 4466.95 \text{ Nm}$$

- Carga actuante por cortante (tornillo crítico):

$$B_{vx} = 0$$

$$B_{vy} = \frac{P_y}{3} = \frac{12271.85}{3} = 4090.61 \text{ N}$$

- Carga actuante por momento (tornillo crítico):

$$B_{xT}^* = \frac{M_T * y}{\sum r_i^2} = \frac{4466.95 * 0}{1279 * 10^{-6}} = 0$$

$$B_{yT}^* = \frac{M_T * x}{\sum r_i^2} = \frac{4466.95 * 0.0134}{1279 * 10^{-6}} = 46.79 \text{ N}$$

Los efectos sobre el tornillo crítico serían:

$$B = B_{vy} + B_{yT}^* = 4090.61 \text{ N} + 46.79 \text{ N} = 4137.4 \text{ N}$$

ahora veremos los esfuerzos al que se encuentra sometido este perno crítico. Primero, para el esfuerzo cortante tenemos:

$$\tau = \frac{4137.4 \text{ N}}{\frac{\pi * (10 * 10^{-3})^2}{4}}$$

$$\tau = 52.679 \text{ MPa}$$

Sabiendo que el perno está hecho del material de acero aleado, templado y revenido AISI/SAE 4340, tenemos que su esfuerzo de fluencia es de 74 MPa. Por lo que:

$$\text{Factor de Seguridad} = \frac{74 \text{ MPa}}{52.679 \text{ MPa}} = 1.4$$

Como observamos en el resultado, al obtener un factor de seguridad mayor a 1, estamos verificando que el componente será capaz de soportar la carga real sin llegar

a fallar (Richard G. Budynas; J. Keith Nisbett, 2012).

Ahora veremos el esfuerzo al que se encuentra sometido una sección de la placa.

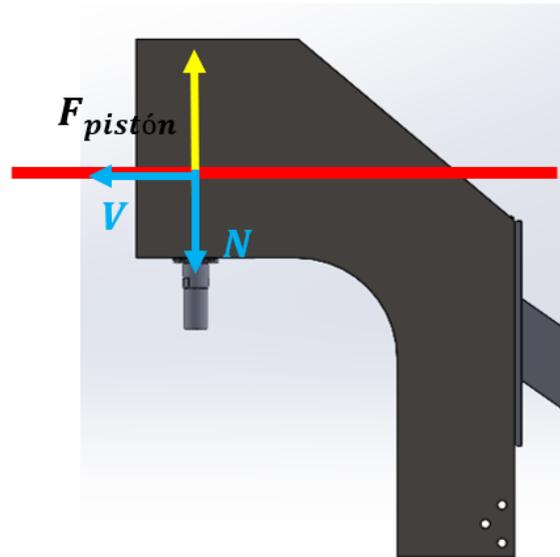


Figura 47. Sección para el análisis de esfuerzos

En la sección representada por la línea de corte color rojo, observamos que, debido a la fuerza ejercida por el pistón, la placa solo se encuentra sometida a esfuerzos normales, si ubicamos la sección específicamente a la mitad de donde se encuentra el pistón, el área transversal sería:

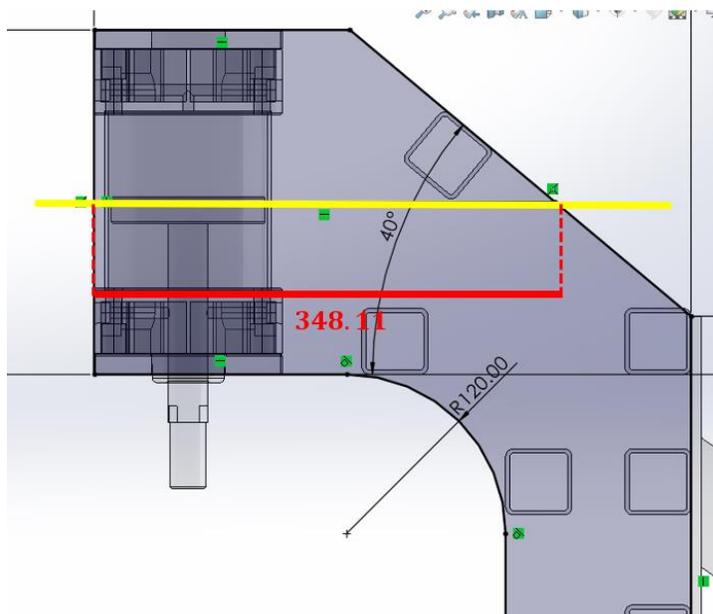


Figura 48. Distancia de la sección seleccionada

Sabiendo que la placa tiene un espesor de 6.35mm, el área transversal al que se sometería con el esfuerzo normal, sería

$$A = e * L$$

$$A = 0.00635 * 0.34811$$

$$A = 0.0022104 \text{ m}^2$$

Ahora, el esfuerzo en esta área es:

$$\sigma_{trabajo} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{trabajo} = \frac{12271.85 \text{ N}}{0.0022104 \text{ m}^2} = 5551868.44 \text{ Pa} = 5.55 \text{ Mpa}$$

Por dato en catálogo, se sabe que el límite de fluencia del acero A36, del que se encuentra hecho nuestro soporte lateral, es de 250MPa, por lo que, al compararlas:

$$\sigma_{trabajo} \leq \sigma_Y$$

Como podemos observar, el soporte lateral resistirá totalmente la presión del cilindro, ya que solo se considera una carga para una presión de 10 bares, a pesar de que el cilindro soporta una carga de hasta 120 bares.

También veremos el cálculo individual del disco porta cavidades, es decir sobre una sola pieza de la placa porta conos, esto con el fin de simplificar el cálculo y análisis que conlleva, de igual forma, en la aplicación real, vemos que la fuerza se aplica únicamente a una sola placa porta conos, y no a todas en simultáneo.

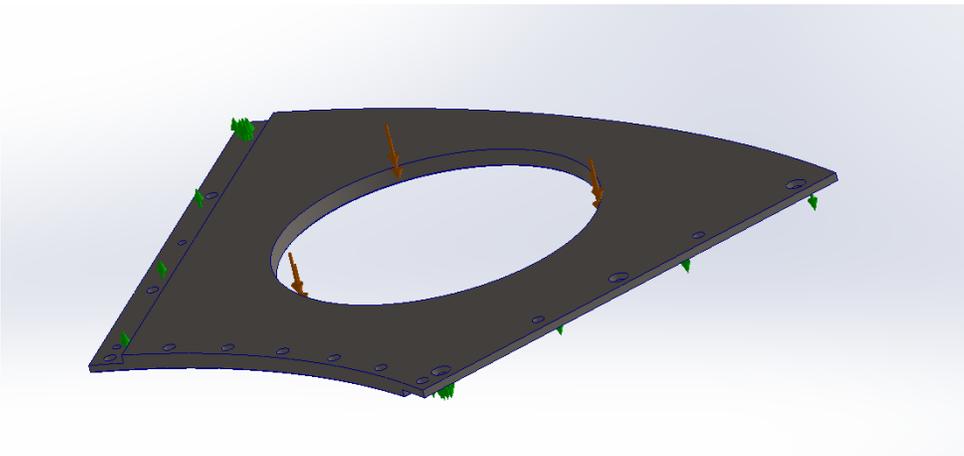


Figura 49. Placa porta conos sometida a fuerzas normales

De acuerdo con la figura 49, el área superficial de esta placa es de 0.0013279 m^2 , dato obtenido gracias al software SolidWorks, también podemos observar que la fuerza se transmite perpendicularmente a esta superficie, por lo que solo aparecen esfuerzos normales y no cortantes.

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

y reemplazando valores:

$$\sigma = \frac{12230 \text{ N}}{0.0013279 \text{ m}^2} = 9.2 \text{ MPa}$$

sabiendo que el límite de fluencia de esta pieza es de 530 MPa, el resultado obtenido nos muestra que la pieza soportará con total seguridad la fuerza ejercida por el cilindro neumático.

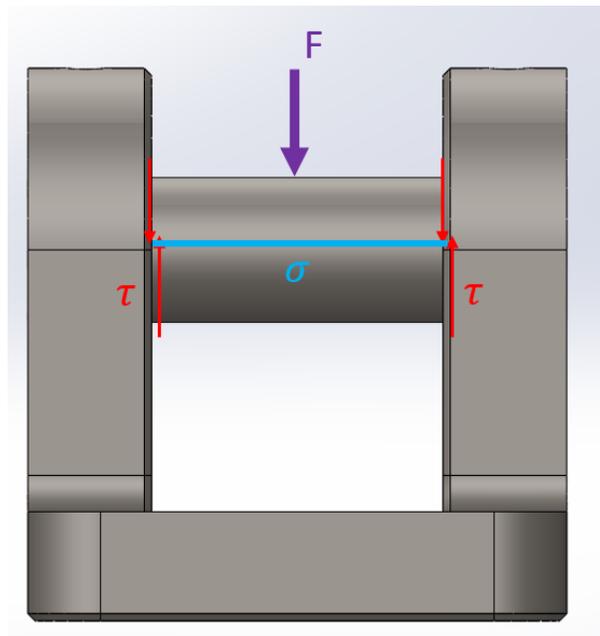


Figura 50. DCL de fuerzas y esfuerzos en el eje de rodamientos

En la figura 50, tenemos el eje que soporta los rodamientos, este se analiza de forma más simple, debido a que únicamente vemos el actuar de una fuerza perpendicular al área donde se ejerce, por lo tanto, solo generan esfuerzos normales en la parte más larga del eje, y esfuerzos cortantes con respecto a la unión entre el eje y la pieza de

porta rueda vertical.

Tenemos para el esfuerzo normal:

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

reemplazando valores:

$$\sigma = \frac{12230 \text{ N}}{0.040 * 0.020} = 15.28 \text{ MPa}$$

mientras que para el esfuerzo cortante:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{12230}{\frac{0.020^2 * \pi}{4}} = 38.93 \text{ MPa}$$

Y como el límite elástico es de 460 MPa, observamos que tanto el esfuerzo normal como el esfuerzo cortante, no superan este límite de fluencia, por lo tanto, estas piezas son capaces de soportar la fuerza ejercida por el pistón.

Finalmente analizaremos los esfuerzos que se generan en la base del sistema.

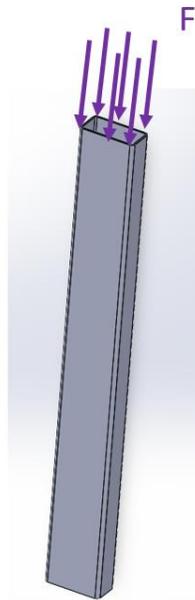


Figura 51. Fuerza ejercida en un pilar de la base

De acuerdo con la figura 51, la fuerza actúa perpendicularmente al área transversal de la barra de acero, tenemos entonces:

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

reemplazando valores:

$$\sigma = \frac{12230}{0.00089487} = 13.66 \text{ MPa}$$

Conocemos que el límite de fluencia de este material es de 250MPa, observamos que esta fuerza ejercida produce un esfuerzo normal muy por debajo de este límite elástico, por lo que la estructura será lo suficientemente resistente ante la fuerza que brinda el pistón neumático.

PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN EN SOFTWARE LOGIX

Inicialmente se hicieron pruebas en el simulador Logix pro, con la intención de tener una base para poder así realizar una correcta programación al momento en que se implementará en el PLC físico, eliminando así, los erros que se podría generar.

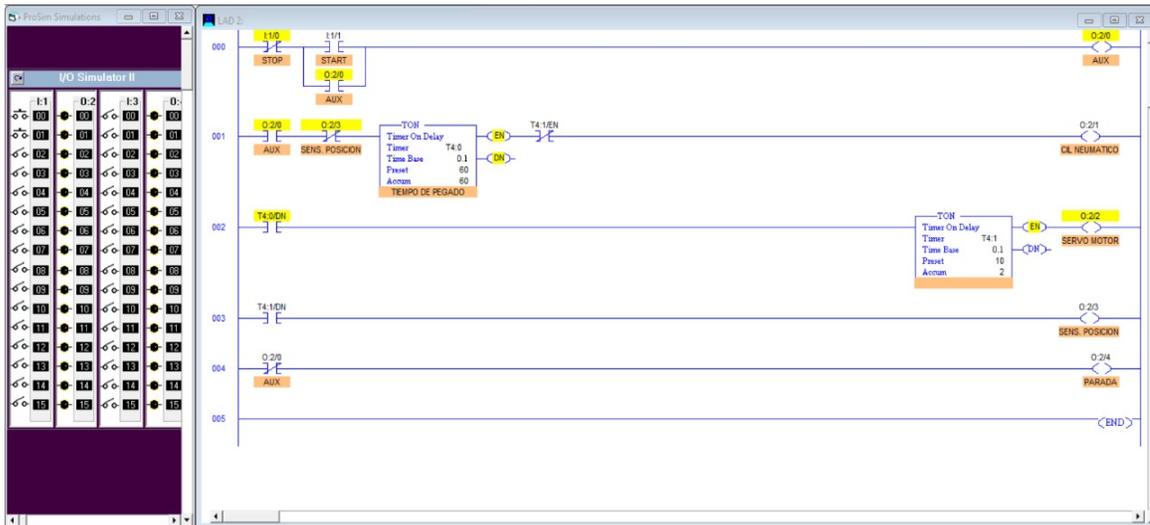


Figura 52. Esquema general de la programación PLC

Funcionamiento del cilindro neumático por 60 segundos (tiempo requerido para realizar pegado)

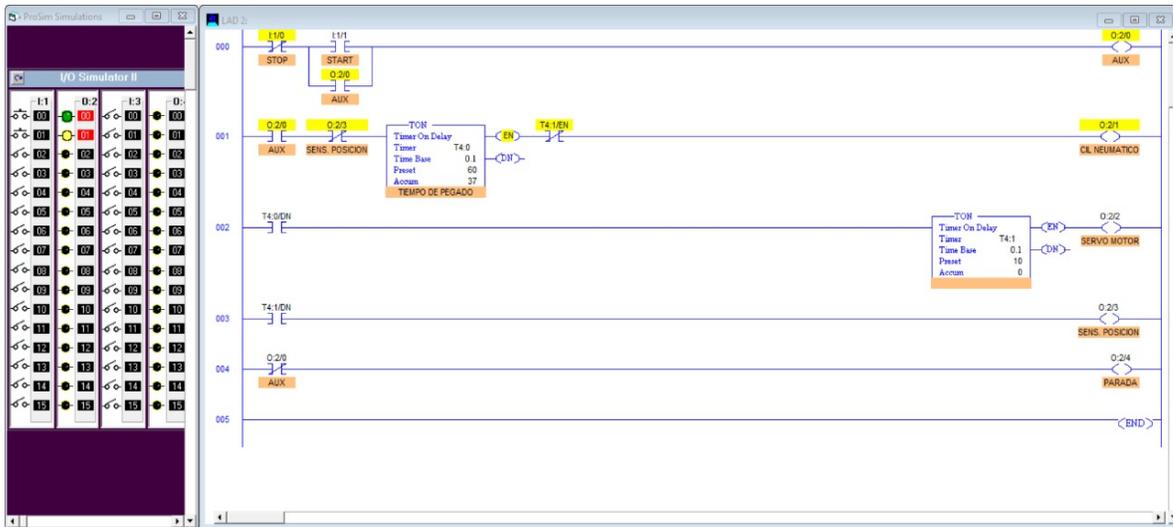


Figura 53. Funcionamiento del pistón

Funcionamiento del servo motor por 10 segundos (para giro del disco).

Funcionamiento de la parada de emergencia, luz indicadora de color rojo.

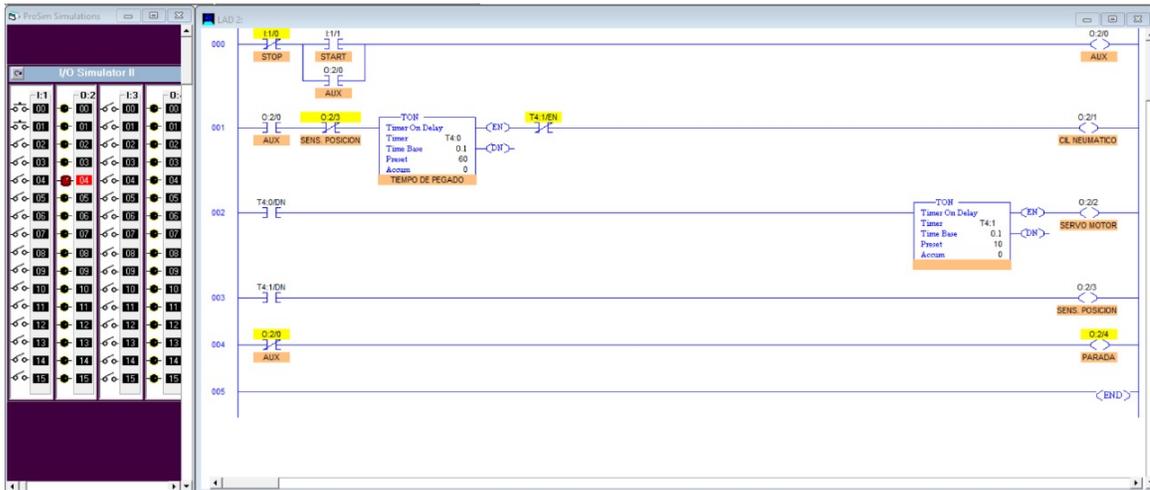


Figura 54. Funcionamiento del servomotor

CIRCUITOS EN SOFTWARE CADESIMU

Circuito electroneumático.

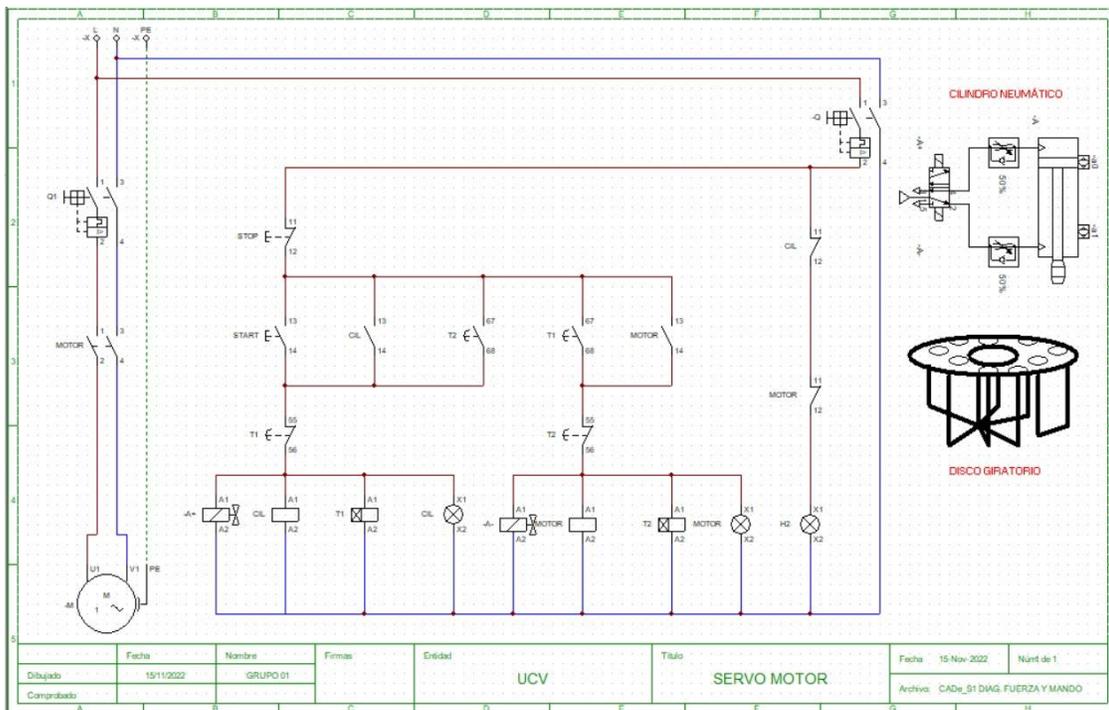


Figura 55. Esquema de programación de CADeSimu

Funcionamiento del cilindro neumático por 60 segundos (tiempo requerido para realizar el pegado).

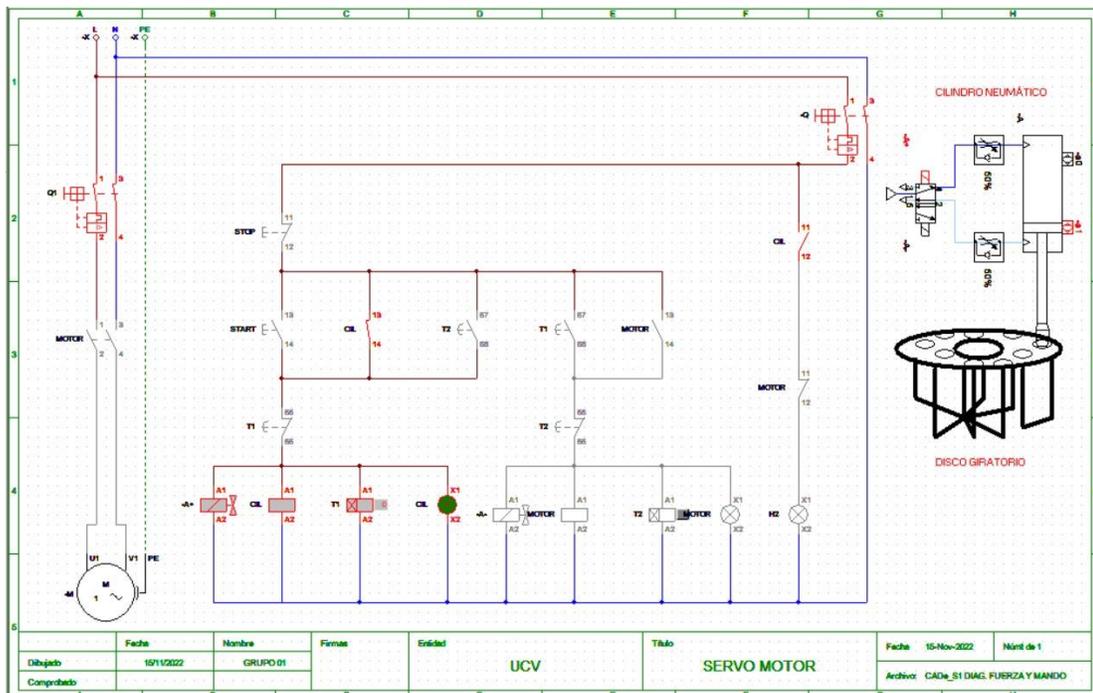


Figura 56. Esquema CADeSimu para pistón

Funcionamiento del servomotor por 10 segundos (para giro del disco)

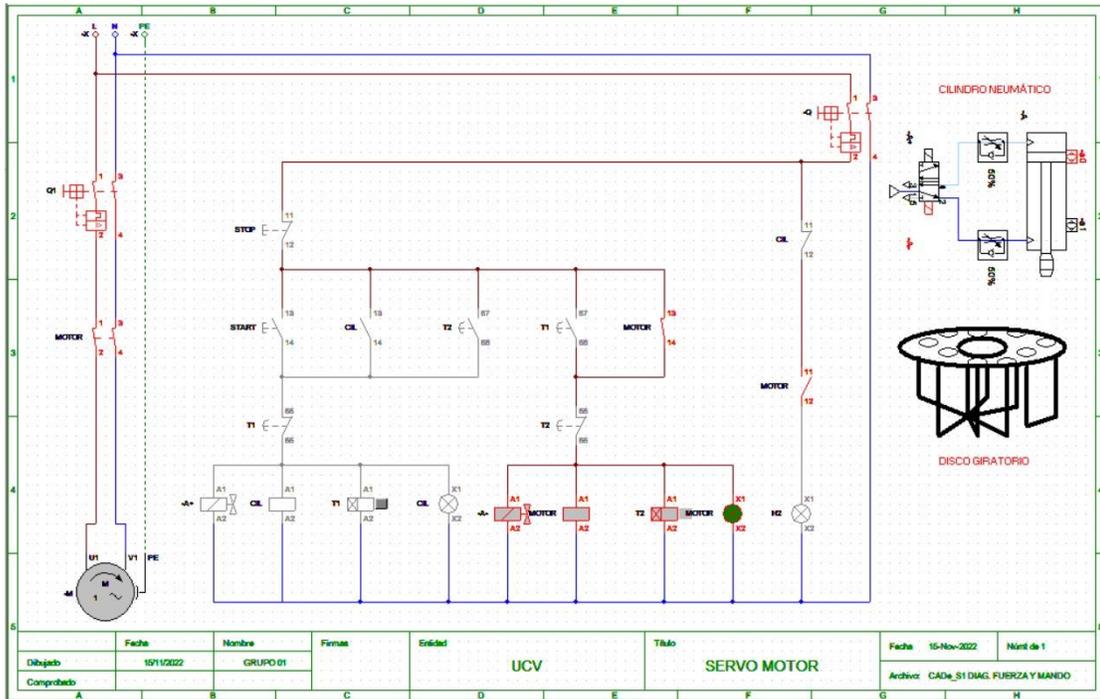


Figura 57. Esquema CADeSimu para servomotor

Funcionamiento de la parada de emergencia luz indicadora de color rojo.

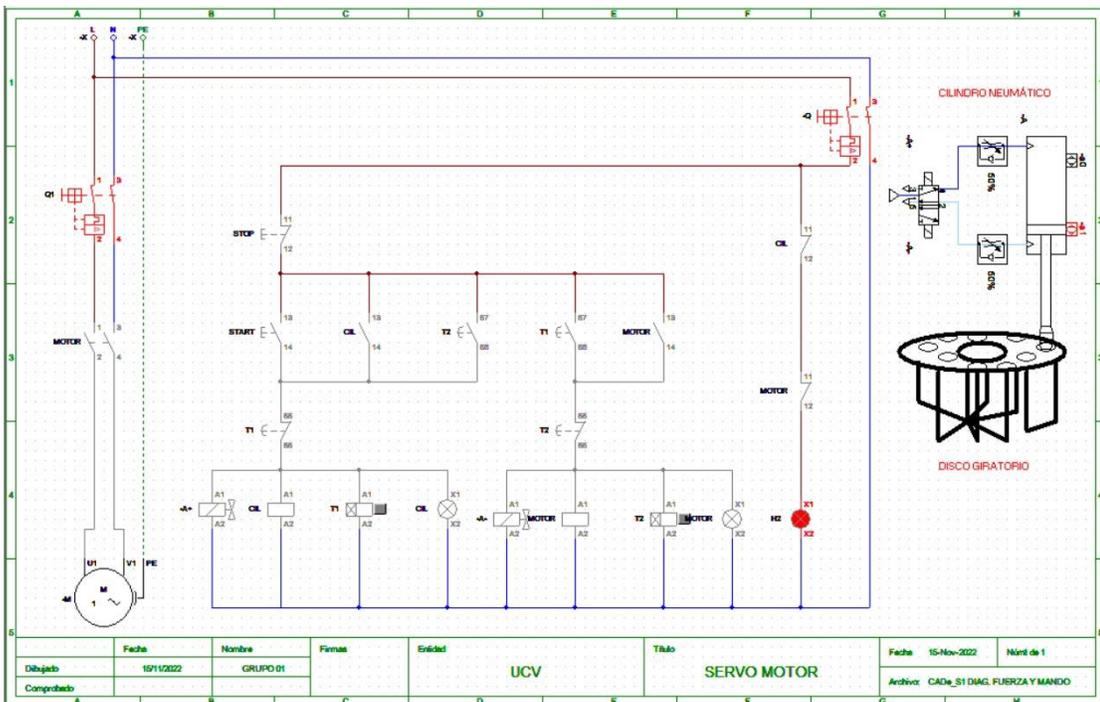


Figura 58. Esquema CADeSimu para alarmas

Una vez obtenido el concepto básico de cómo funcionará la máquina, se pasará a programar en el software oficial proporcionado por la misma marca del PLC seleccionado, en este caso, el diseño será implementado en un PLC Schneider Electric de la serie Zelio, específicamente, el PLC Zelio SR3B261BD.

La programación de este software, se muestra a continuación.

Esquema del programa:

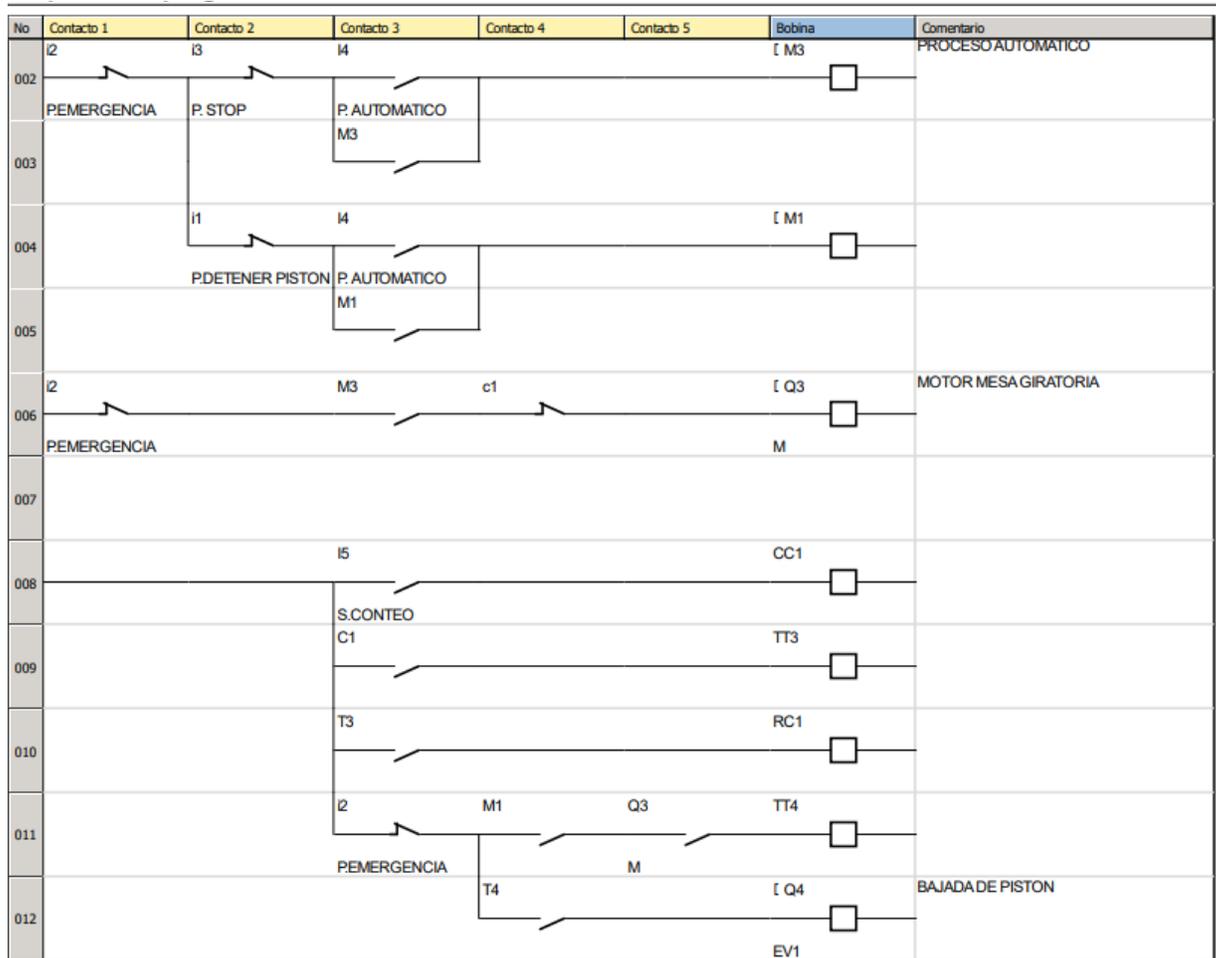


Figura 59. Esquema Zelio Logic PLC Schneider

Tabla 15. Entradas físicas

| N.º | Símbolo | Función | Localización (L/C) | Comentario |
|-----|---|--------------|--------------------|-------------------|
| I1 |  | Entradas DIG | (4/2) | P. DETENER PISTÓN |

| | | | | |
|----|---|--------------|--------------------|---------------|
| I2 |  | Entradas DIG | (2/1) (6/1) (11/3) | P. EMERGENCIA |
| I3 |  | Entradas DIG | (2/2) | P. STOP |
| I4 |  | Entradas DIG | (2/3) (4/3) | P. AUTOMÁTICO |
| I5 |  | Entradas DIG | (8/3) | S. CONTEO |

Tabla 16. Salidas físicas

| N.º | Símbolo | Función | Localización (L/C) | Comentario |
|-----|---|-------------|--------------------|------------|
| Q3 |  | Salidas DIG | (6/6) (11/5) | M |
| Q4 |  | Salidas DIG | (12/6) | EV1 |

Tabla 17. Funciones configurables

| N.º | Símbolo | Función | Parámetros | Localización |
|-----|---|------------------|---|-----------------------------|
| C1 |  | Contadores | Valor que se desea alcanzar: 2 impulsos. Salida ON cuando el valor alcanza la preselección | (6/4) (8/6) (9/3) (10/6) |
| M1 |  | Relés Auxiliares | No hay parámetros | (4/6) (5/3) (11/4) |
| M3 |  | Relés Auxiliares | No hay parámetros | (2/6) (3/3) (6/3) |
| T3 |  | Temporizadores | Detallado en la siguiente tabla | (9/6) (10/3) |
| T4 |  | Temporizadores | Detallado en la siguiente tabla | (11/6) (12/4) |

Tabla 18. Temporizador A

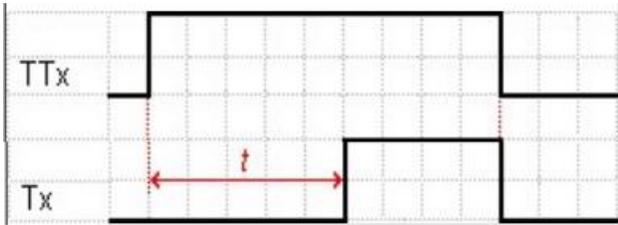
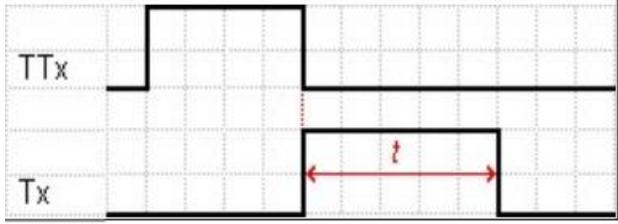
| | |
|--|--|
| T3 |  Temporizadores |
| Función A: Trabajo, comando mantenido. Duración: 015.0 segundos | |
|  | |

Tabla 19. Temporizador W

| | |
|--|--|
| T4 |  Temporizadores |
| Función W: Cambio, desactivación comando. Duración: 010.0 segundos | |
|  | |

SELECCIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS

Criterios con respecto a la cantidad de circuitos del sistema:

De acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 20. Tipos de circuitos

| CIRCUITO | TIPO | # POLOS |
|-----------------------------|------------|---------|
| Circuito de control y mando | Monofásico | 1 |
| Circuito de fuerza | Monofásico | 1 |
| Circuito de servomotor | Monofásico | 1 |



Figura 60. Tablero eléctrico

Se seleccionó un tablero PLM 48, para el circuito de mando y fuerza de todo el control de la máquina para unir el cono de PVC con la base de caucho.

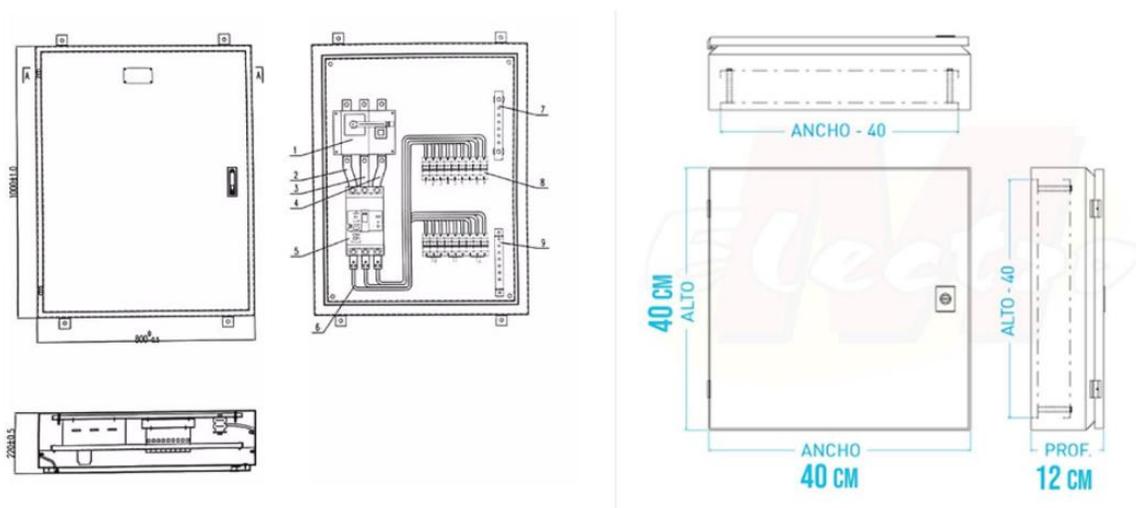


Figura 61. Tablero eléctrico PLM48

Con el respaldo del software de diseño SOLIDWORKS, se pasará a analizar las fatigas (esfuerzos) que se producen en el interior de principales partes de este sistema.

- Disco porta cavidades

En la figura 63, empleando una fuerza de 1.23 kN logra una tensión máxima de 11.3 MPa, siendo el límite de fluencia de 250 MPa. Por lo que la estructura no fallará.



Figura 62. Disco sin carga aplicada simulado en SolidWorks

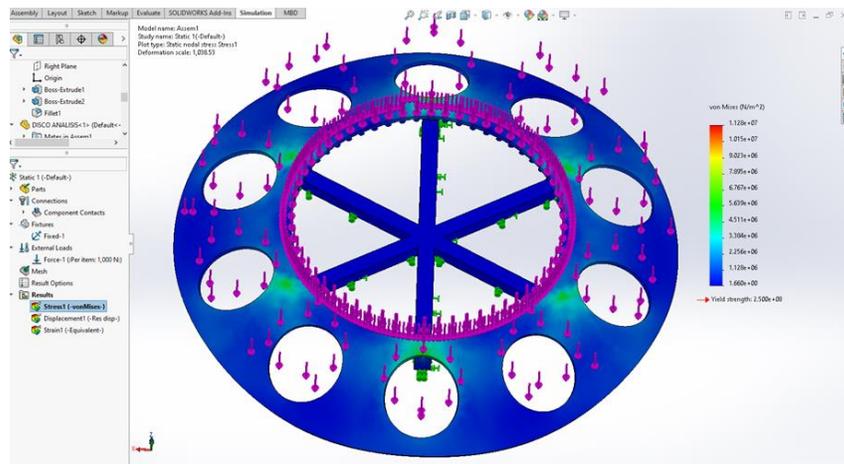


Figura 63. Esfuerzos de VonMises simulados en SolidWorks

Para la figura 64, el desplazamiento en base a 1.23 kN considerando que el disco pesa 160 kg, tiene una deformación máxima de 0.178 mm siendo el límite de 0.3mm.

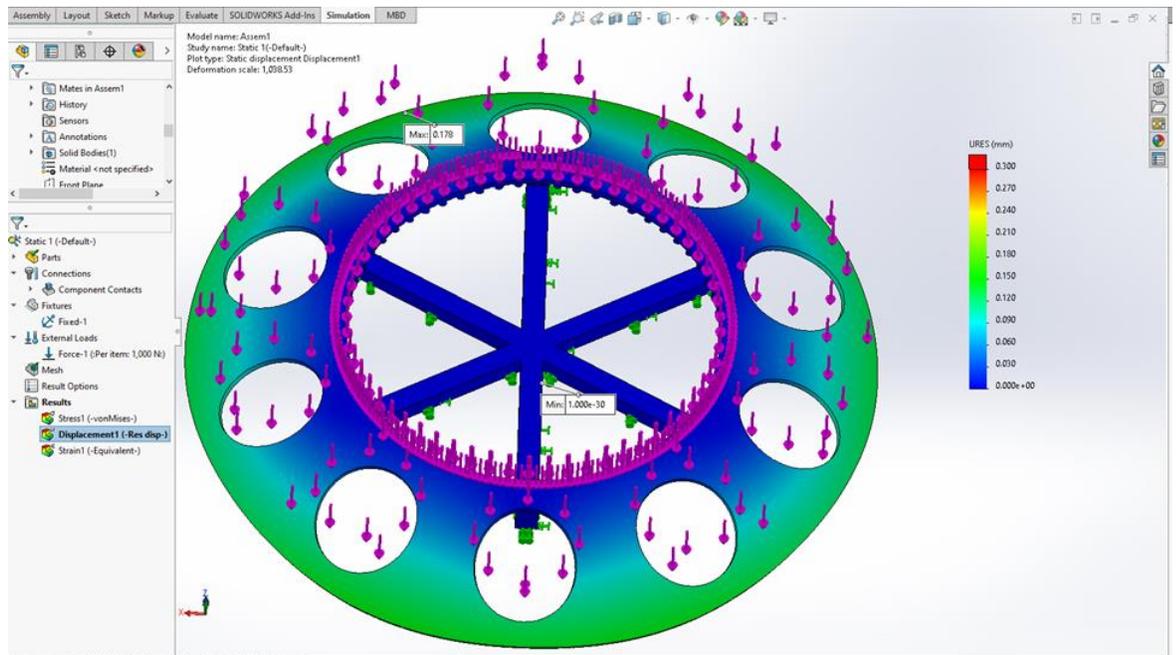


Figura 64. Desplazamientos simulados en SolidWorks

Observamos que en la figura 65, la deformación unitaria máxima es de 2.64×10^{-5} , por lo que la mesa no sufrirá una deformación evidente debido al esfuerzo al que se encuentra a prueba.

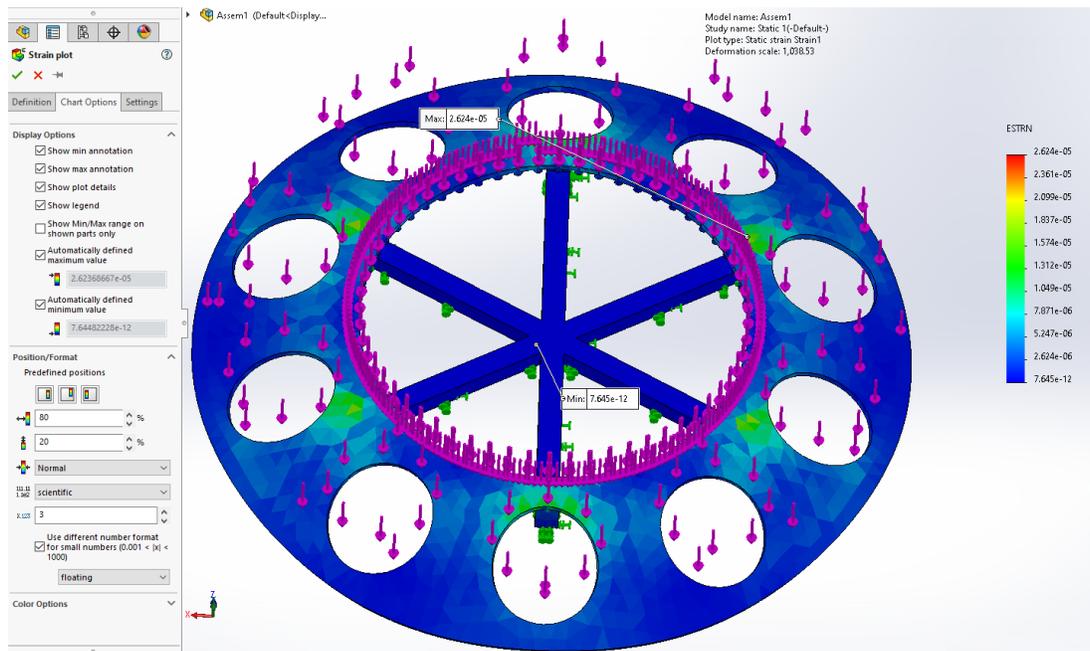


Figura 65. Tensiones simuladas en SolidWorks

La geometría de la mesa giratoria con un espesor de 14mm nos brinda una resistencia 3 veces más a la fuerza que fue aplicada, esto es debido a que se simula esta fuerza en todas las cavidades en simultáneo.

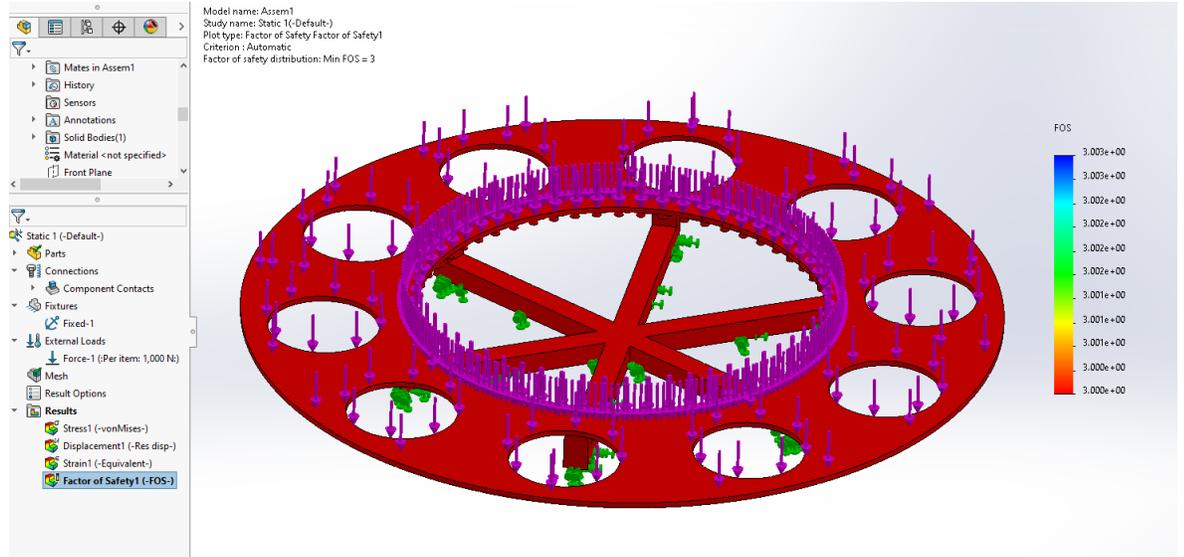


Figura 66. Factor de seguridad simulados en SolidWorks

- Análisis plato porta cavidad con fuerza de pistón

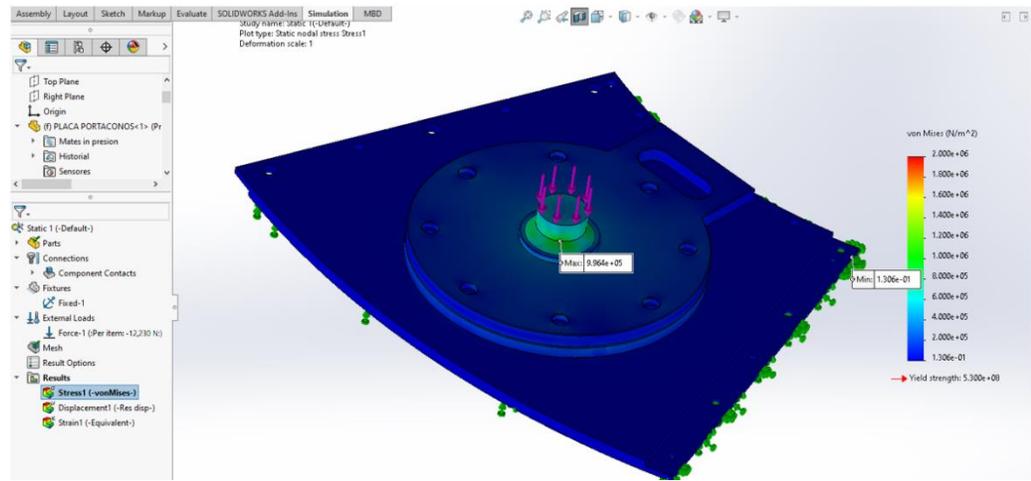


Figura 67. Análisis del plato porta cavidad simulado en SolidWorks

Para la figura 67, con una fuerza de 1.23 kN, el esfuerzo que se genera en el centro de aplicación de esta fuerza es de 9.96 MPa, siendo el límite de fluencia de 530 MPa, por lo que la pieza no fallará.

Observando la figura 68, el desplazamiento sometido a una fuerza de 1.23 kN es de 0.001mm, siendo el límite de 0.002mm.

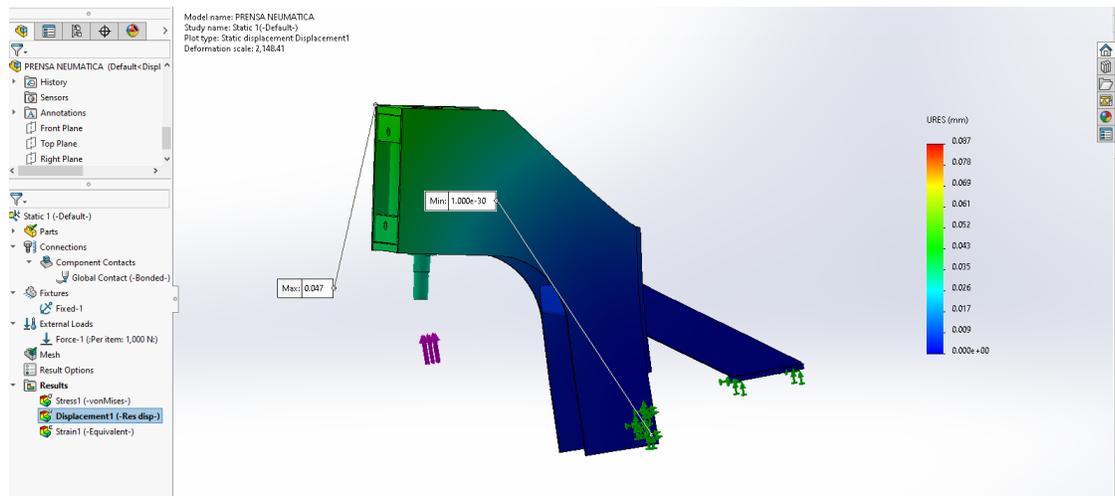


Figura 70. Desplazamientos del soporte del pistón simulados en SolidWorks

- Análisis de la estructura

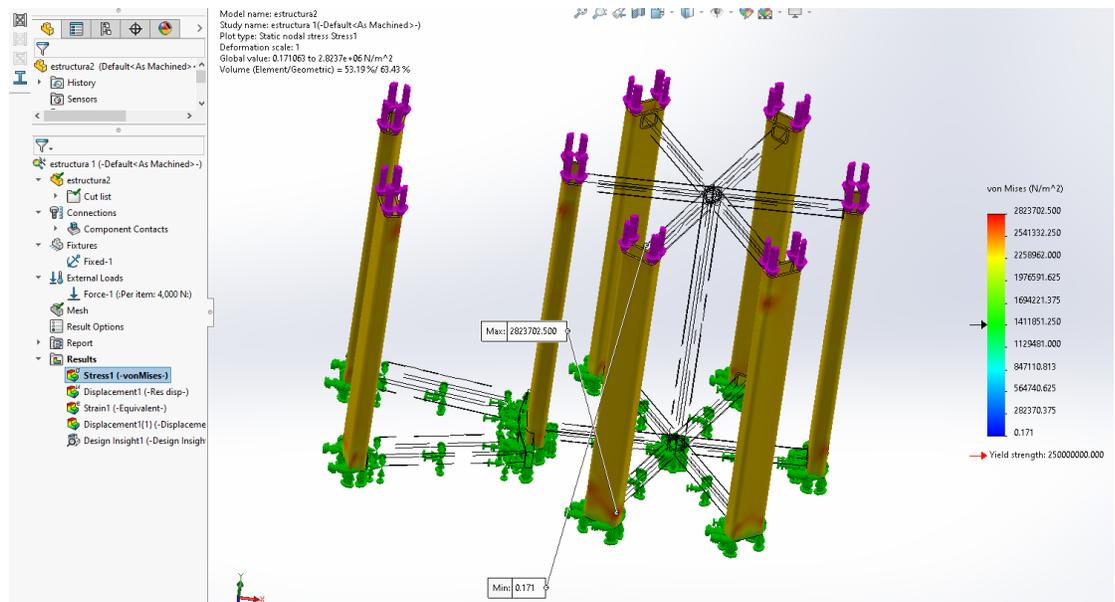


Figura 71. Análisis de la estructura de la base simulados en SolidWorks

De acuerdo con la figura 71, observamos que para las fuerzas de 1.23 kN aplicadas en cada soporte de la estructura base, se genera un esfuerzo máximo de 2.83 MPa, sabiendo que el límite de fluencia es de 250 MPa, esta estructura soportará completamente dicha fuerza.

En la figura 72, notamos que el desplazamiento máximo es de 0.010mm, que no sobrepasa el límite de 0.020mm.

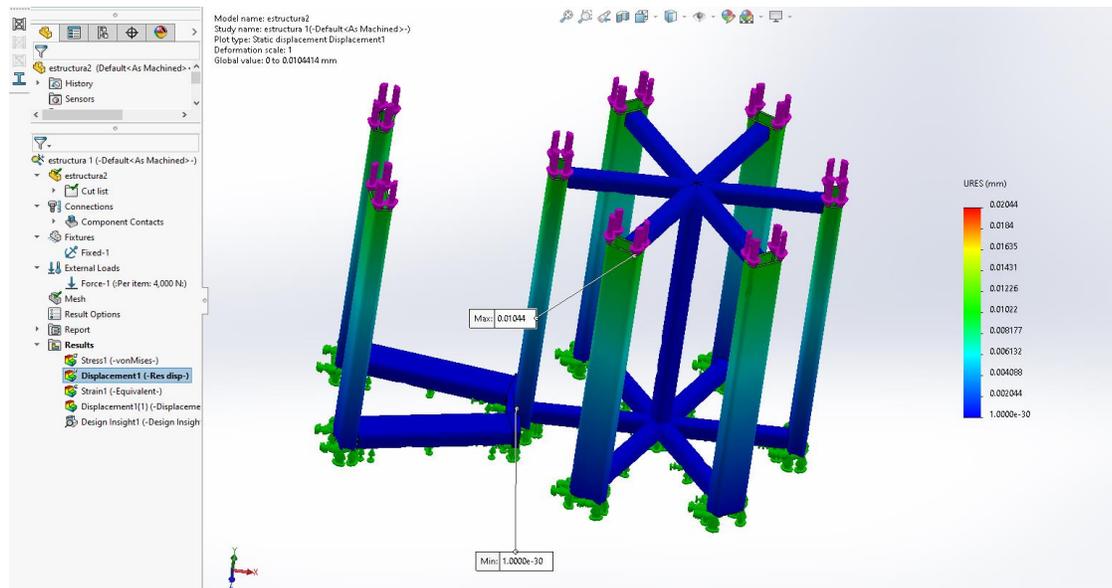


Figura 72. Desplazamientos de la estructura de la base simulados en SolidWorks

- Análisis de eje para rodamientos

Siendo límite elástico 460 MPa, vemos en la figura 73 que el esfuerzo máximo es de 25.3 MPa, es así que este eje no fallará.

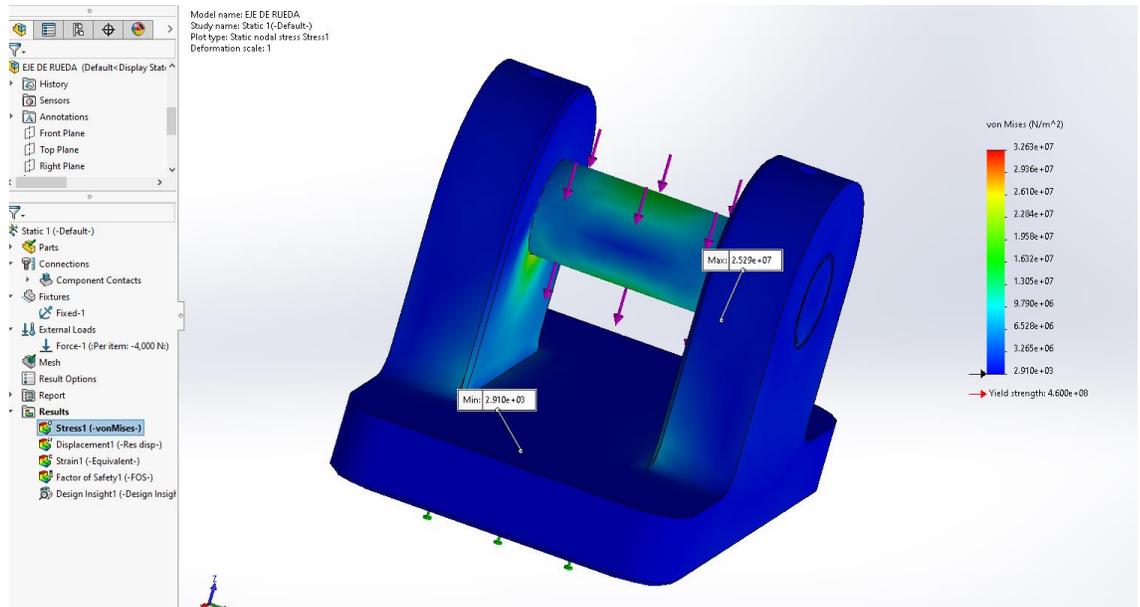


Figura 73. Esfuerzos de VonMises para el eje de rodamientos simulados en SolidWorks

Para el valor de desplazamiento, en la figura 74, el valor máximo es de 0.004mm por eje, siendo el límite 0.006mm.

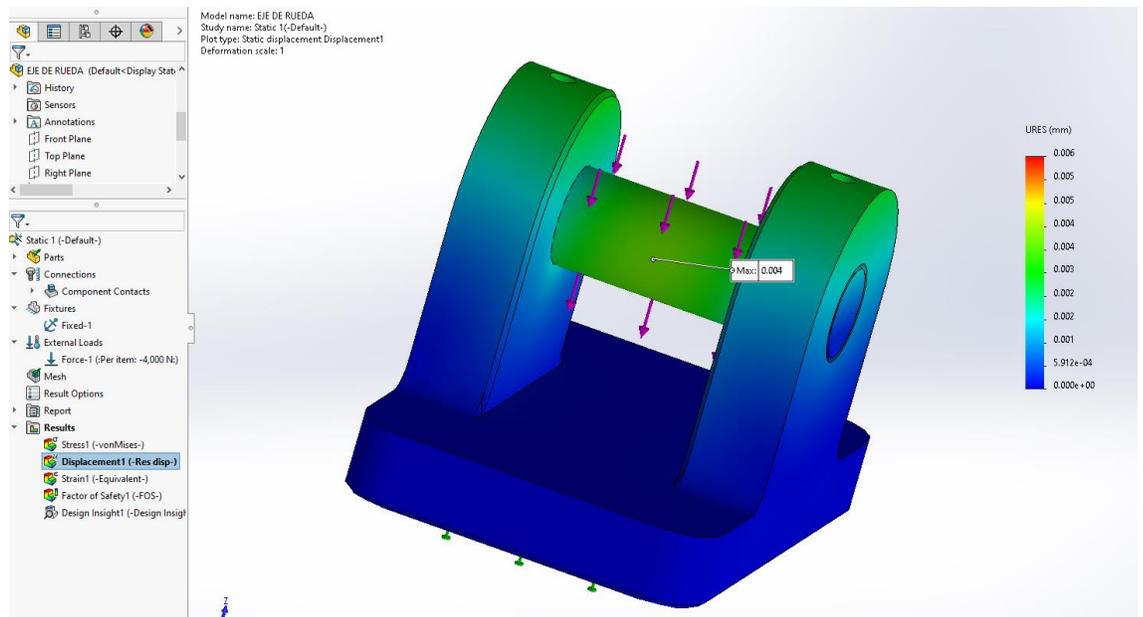


Figura 74. Desplazamientos para el eje de rodamientos simulados en SolidWorks

De acuerdo con la figura 75, la deformación unitaria máxima es de 3.815×10^{-5} , lo que implica que no se deformará notablemente debido al esfuerzo al que se encuentra sometido.

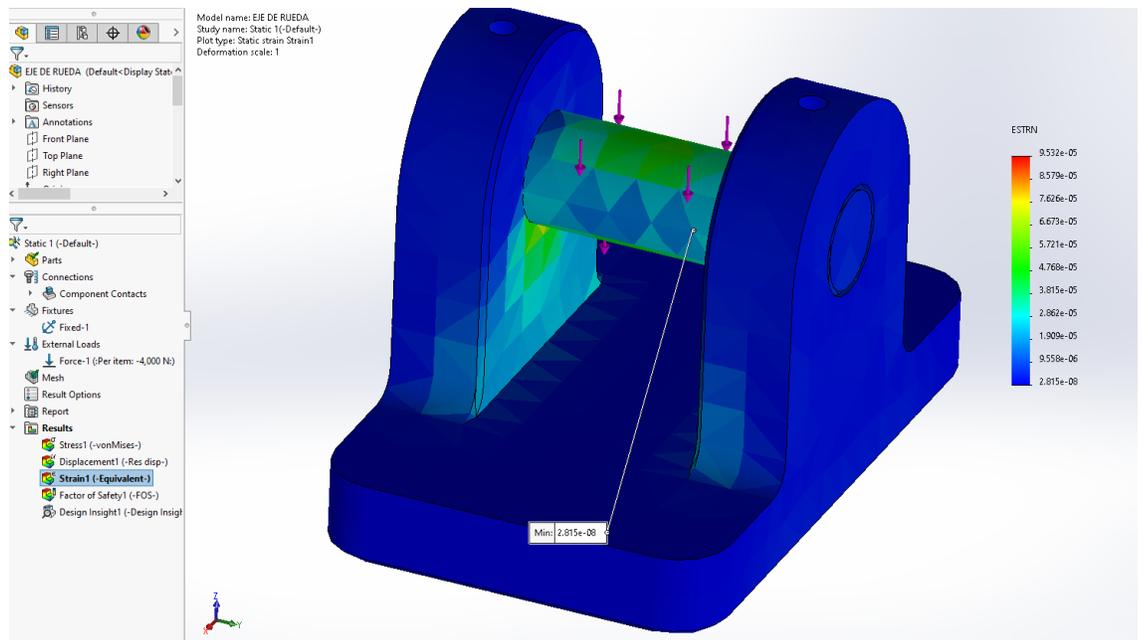


Figura 75. Tensiones para el eje de rodamientos simulados en SolidWorks

- Transmisión de potencia por Catarina de 12 dientes
Relación de transmisión: Catarina 12 dientes $\varnothing 216\text{mm}$ – núcleo $\varnothing 206.5\text{mm}$.
Relación de transmisión: Disco 60 polines $\varnothing 1000$ – núcleo $\varnothing 1022$
Diámetro de polín $\varnothing 22\text{mm} \times 12$.

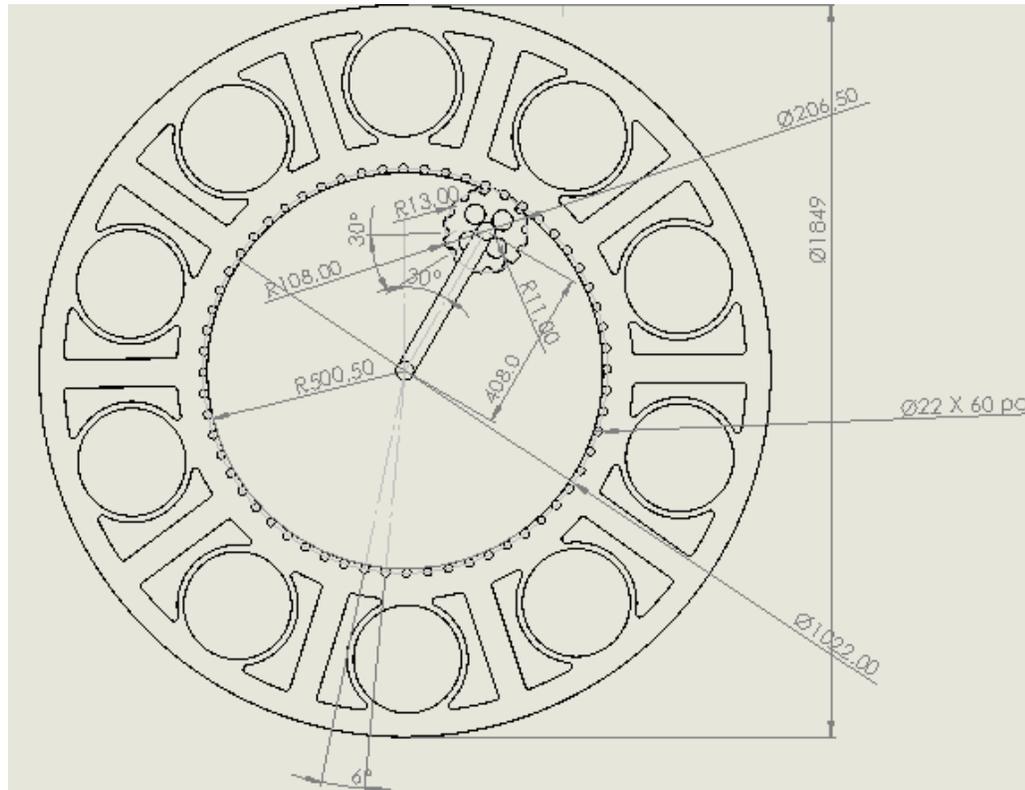


Figura 76. Esquema de sistema de transmisión

Para la figura 77, aplicando una torsión de 14.9 Nm^2 según el servo de 0.5hp, tenemos como límite elástico deformación en el eje de la Catarina bajo 18.77 MPa siendo el límite de fluencia de 620 MPa. El ángulo de contacto de los dientes con polines no tiene esfuerzos por contacto.

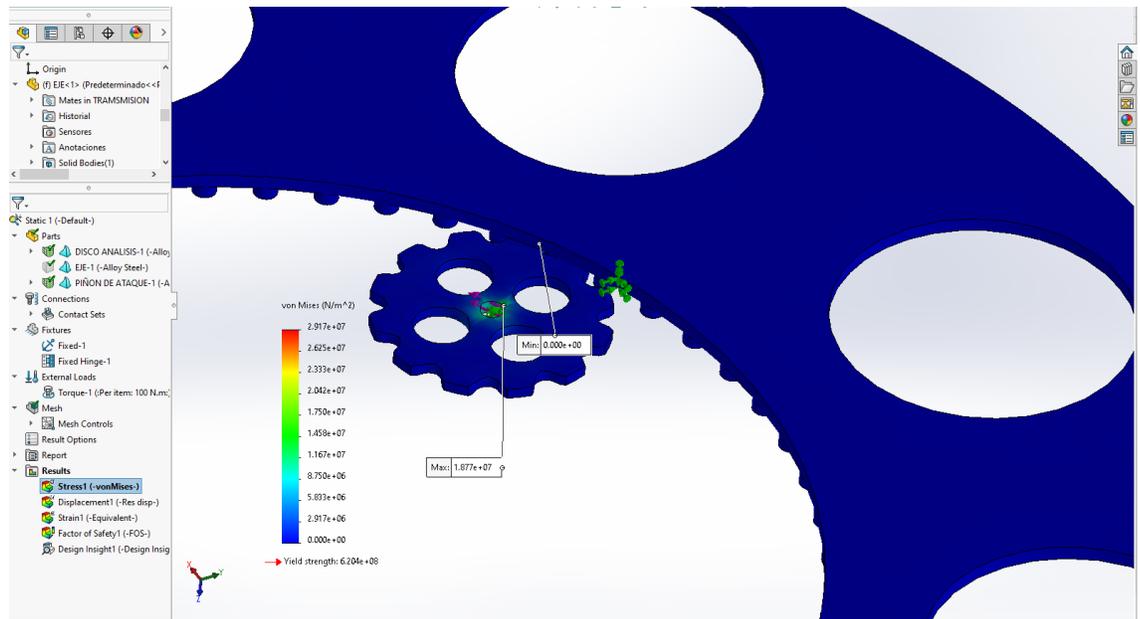


Figura 77. Esfuerzos de VonMises para el sistema de transmisión simulados en SolidWorks

De acuerdo con la figura 78, en el ángulo de contacto tenemos una deformación máxima de 58.6mm ante un límite de deformación de 68.637mm.

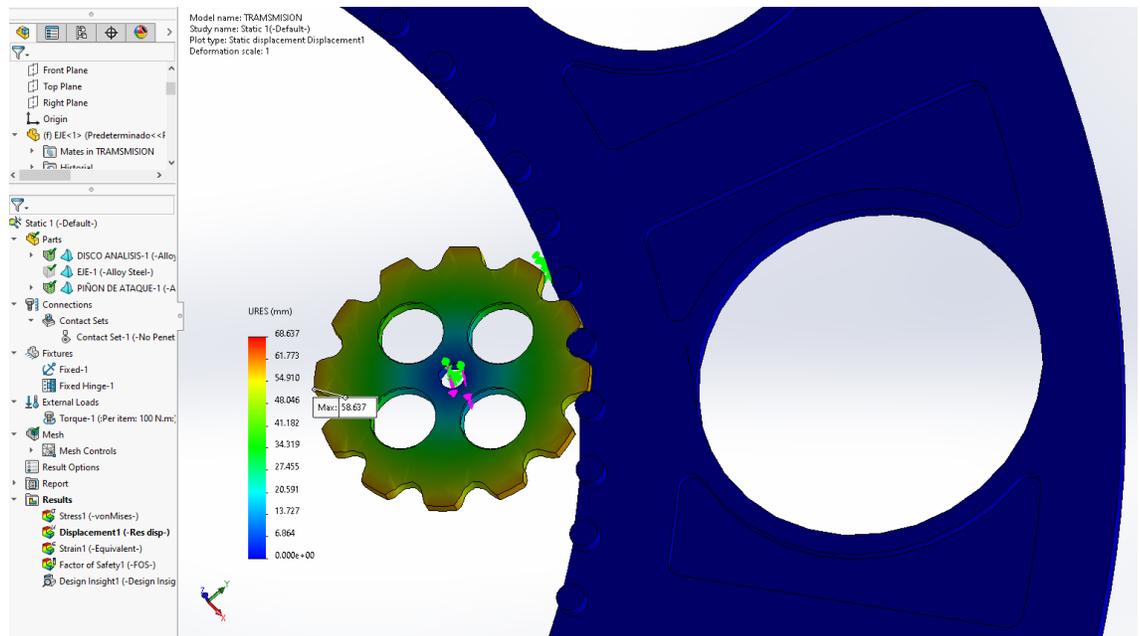


Figura 78. Desplazamientos para el sistema de transmisión simulados en SolidWorks

Interpretación

Como podemos observar en el análisis por software, simulación

de deformaciones, la máquina resiste sin problemas las fuerzas originadas principalmente por el pistón, y las deformaciones originadas en la estructura son mínimas, que son casi imperceptibles a simple vista. Si bien los cálculos matemáticos arrojan un valor muy próximo con respecto a los elementos seleccionados, estos fueron un criterio base para poder llegar a ello, ya que, en la empresa, ya se tenía en stock la mayoría de los elementos principales que conforman la máquina, de esta forma se llegó a ahorrar tiempo y economía al momento de ensamblarla.

Objetivo específico 2

Evaluar la resistencia mecánica de elementos de protección personal producto de un sistema de fabricación de elementos compuestos de caucho y PVC.

Para este proceso, se hizo uso del laboratorio localizado en la misma empresa en donde se encuentra la máquina. Con apoyo del personal calificado y de las máquinas de prueba, que en este caso fueron 2, llamadas dinamómetro y abrasímetro.

Primero se realizaron las pruebas en el abrasímetro. Esta prueba consta de medir la pérdida de material que se origina debido al desgaste por abrasión, ya que el rodillo de esta máquina, conformada por una lija 60, y que gira a 40 revoluciones por minuto. En este ensayo, se mide la pérdida de volumen a través de la diferencia de masa final e inicial, ya que la densidad sigue siendo constante, esto es:

$$\rho = \frac{masa}{Volumen} = \frac{masa_{inicial}}{Volumen_{inicial}} = \frac{masa_{final}}{Volumen_{final}}$$

De este modo es como se hallará el volumen perdido en esta prueba de abrasión; se ha de mencionar que, para esta prueba, las muestras de la plancheta de caucho y PVC fueron sometidas a 2 minutos de abrasión por medio del rodillo. En las siguientes imágenes se puede observar cómo fue el procedimiento para este ensayo.

Primero se cortan de las planchetas, pequeñas muestras circulares, las cuales facilitarán el ensayo en el abrasímetro, estas serán sometidas a las fuerzas de

fricción de la máquina, que girará a 40 revoluciones por minuto, como se mencionó arriba anteriormente, y luego del tiempo establecido, se pasará a comparar con las muestras originales. En las siguientes imágenes podemos ver que, con la ayuda de un taladro hueco, se obtienen las muestras circulares para el ensayo de abrasión, en este caso, las muestras pertenecen al material de PVC. Estas muestras han sido normalizadas de acuerdo a los requerimientos dados por la norma española (Asociación Española De Normalización y Certificación, 2013), algunos detalles de estos requerimientos, es que las muestras cilíndricas sean de 16 mm de diámetro con una altura mínima de 6mm.

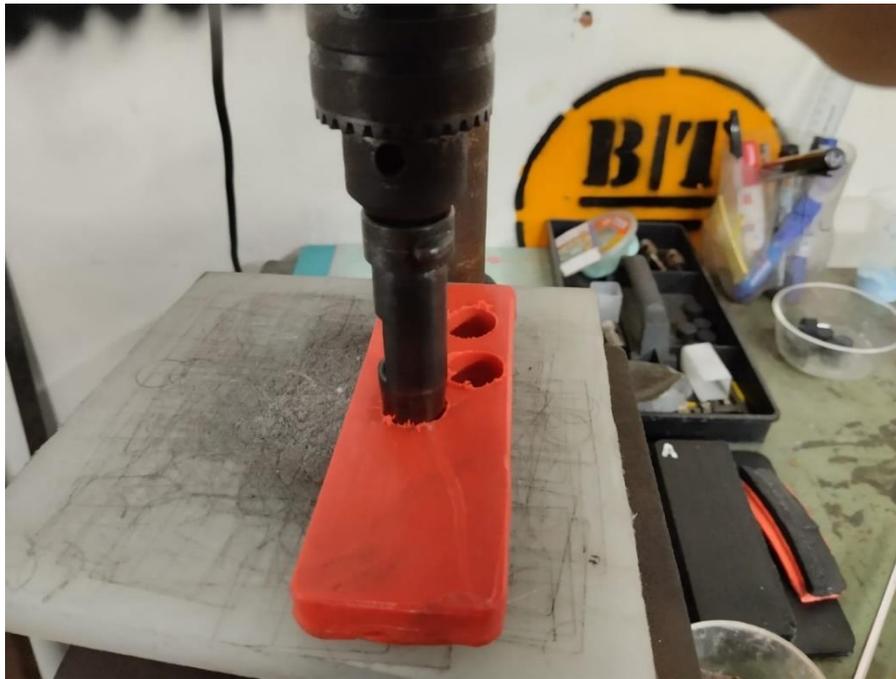


Figura 79. Fabricación de las muestras de PVC según norma española

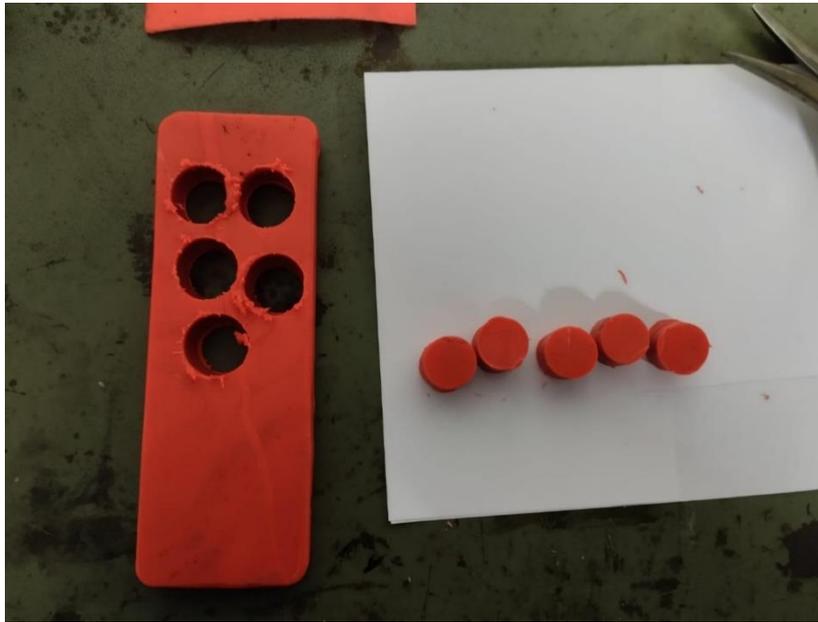


Figura 80. Muestras obtenidas para los ensayos PVC

De la misma forma, se obtienen las muestras de caucho, como se adjuntan en las siguientes figuras.



Figura 81. Fabricación de las muestras de caucho según norma española

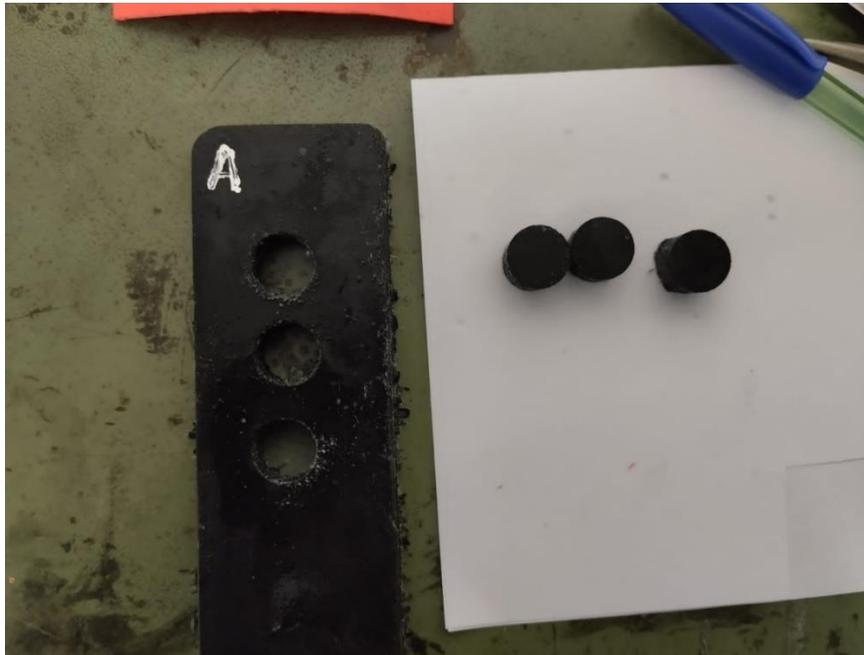


Figura 82. Muestras obtenidas de caucho según norma española

Una vez obtenidas estas muestras, son sometidas a la prueba de abrasión con la ayuda del abrasímetro, este proceso duró aproximadamente 2 minutos; posteriormente se empezó a comparar las muestras antes y después del ensayo.



Figura 83. Ensayo con el abrasímetro

Para la prueba de abrasión de la plancheta de caucho para base de obtuvimos los siguientes datos:

| | | | |
|--|---|--|--|
| $\Delta V_{rel} = \frac{\Delta m \cdot \Delta m_k}{\rho \cdot \Delta m_o}$ | ΔV_{rel} = pérdida de volumen relativo [ml] Δm = pérdida de masa [g] Δm_k = pérdida de masa constante [g] $\Delta m_o = m_r$ = pérdida de masa inicial [g] ρ = densidad [g/ml] | $I_{AR} = \frac{\Delta m_r \cdot \rho_t \cdot 100}{\Delta m_t \cdot \rho_r}$ | I_{AR} = índice de resistencia a abrasión % ρ_t = densidad de caucho a probar [g/ml] ρ_r = densidad de referencia [g/ml] Δm_r = variación de masa referencia [g] ρ = variación de masa a probar [g] |
|--|---|--|--|

Tabla 21. Datos de masas

| | | |
|--|--|--------|
| PÉRDIDA DE MASA DE REFERENCIA m_r | PROMEDIO PÉRDIDA DE MASA m_r | 0.1917 |
| 0.191 | PÉRDIDA DE MASA CONSTANTE ESTÁNDAR Δm_k | 0.200 |
| 0.192 | DENSIDAD DE CAUCHO ESTÁNDAR ρ_r | 1.335 |
| 0.192 | - | - |

Tabla 22. Datos recolectados ensayo de abrasión para caucho

| CAUCHO | | | | | | | | | |
|--------|---------------|------------------------------------|--------|-------------------|-----------------|------------|-----------------|----------|----------------------|
| PRUEBA | CAUCHO | DENSIDAD DE CAUCHO $\rho = \rho_t$ | ENSAYO | MASA INICIAL TEST | MASA FINAL TEST | Δm | ΔV_{re} | I_{AR} | PROMEDIO |
| 1 | PLANCHETA (A) | 1.16279 | 1 | 1.776 | 1.642 | 0.134 | 120.25 | 124.55 | 116.66 128.61 |
| | | | 2 | 1.948 | 1.815 | 0.133 | 119.35 | 125.52 | |
| | | | 3 | 1.909 | 1.786 | 0.123 | 110.38 | 135.73 | |

Ahora examinaremos estos resultados; primeramente, veremos la variación o pérdida de volumen relativo, y tomando como referencia la norma técnica peruana NTP-ISO 20345, nos dice que, para este ensayo, teniendo un material con densidad superior a 0.9 g/cm^3 la pérdida de volumen generada por esta lámina, no debe superar los 150 mm^3 y, como podemos observar, el resultado obtenido, de 116.66 mm^3 , constatan que no se infringe la norma, por lo tanto, es un resultado positivo, pasando así la prueba de abrasión para el caucho

Se hizo el mismo procedimiento para la prueba de abrasión de la plancheta de PVC para cono, obteniendo lo siguiente.

Tabla 23. Datos recolectados ensayo de abrasión para PVC

| PVC | | | | | | | | | |
|--------|-----------------|---------------------------------|--------|-------------------|-----------------|------------|-----------------|----------|----------|
| PRUEBA | MATERIAL | DENSIDAD DE PVC $\rho = \rho_t$ | ENSAYO | MASA INICIAL TEST | MASA FINAL TEST | Δm | ΔV_{re} | I_{AR} | PROMEDIO |
| 1 | PLANCHETA (PVC) | 1.171581 | 1 | 3.372 | 3.228 | 0.144 | 130.76 | 114.57 | 134.99 |
| | | | 2 | 3.108 | 2.956 | 0.152 | 138.02 | 108.54 | |
| | | | 3 | 3.205 | 3.055 | 0.150 | 136.20 | 109.99 | |
| | | | | | | | | | 111.04 |

Tomando en cuenta la anterior norma peruana, podemos ver que, de la misma forma, el resultado promedio obtenido, de 134.99 mm^3 , no supera el límite establecido por la misma, por lo tanto, el ensayo de PVC es aprobatorio.

Mientras que, para el ensayo de desgarro, consistió en medir la fuerza de despegue de los materiales ya unidos, es decir la unión entre la base de caucho del cono y el cuerpo de PVC.

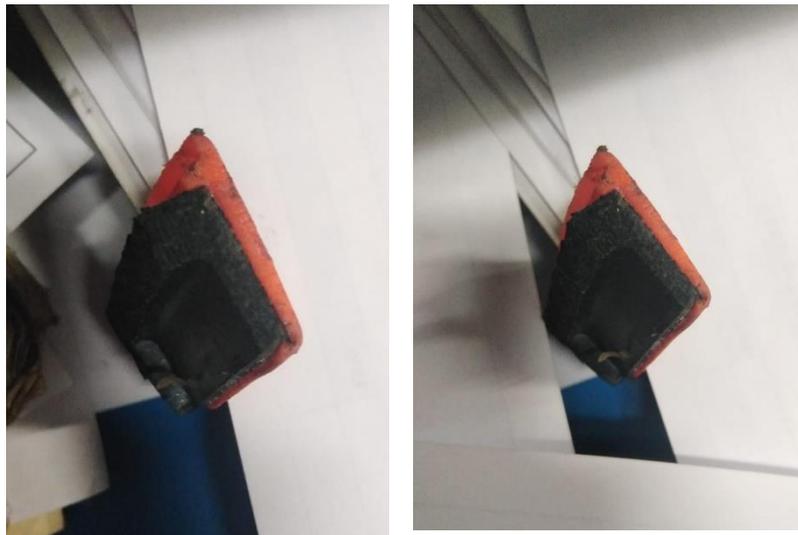


Figura 84. Muestras para el ensayo de despegue

Estas son las muestras para el ensayo de despegue, las cuales fueron tomadas

de un cono seleccionado al azar. La siguiente imagen muestra la localización de donde fueron tomadas estas muestras con respecto del cono.



Figura 85. Cono de muestra

Es así, que en este ensayo logramos obtener los siguientes resultados:

Tabla 24. Datos recolectados del ensayo de desgarre

| Muestra | Ancho | Largo | Fuerza Promedio | F / Ancho | Observaciones |
|---------|----------|-------|-----------------|-----------|----------------------------------|
| 1 | 22.78 mm | 50 mm | 147.45 N | 6.47 N/mm | Desgarro del material de la base |
| 2 | 24.41 mm | 50 mm | 147.28 N | 6.03 N/mm | Desgarro |

Analizando estos datos, y verificando con respecto a la norma chilena 1350, la fuerza o resistencia mínima de desgarro debe ser de 3 N/mm, si vemos en nuestra tabla para las muestras 1 y 2, observamos que los valores son de 6.47 N/mm y de 6.03 N/mm, por lo que el ensayo verifica que el material cumple con

las expectativas requeridas por dicha norma.



Figura 86. Ensayo de desgarro

Hemos de mencionar que los detalles técnicos para la realización de este ensayo, fueron tomadas en base a la norma española (Asociación Española De Normalización y Certificación, 2013).



Figura 87. Muestra cono de seguridad

Interpretación

Como podemos observar, los resultados obtenidos arrojan favorablemente a una excelente resistencia mecánica y durabilidad de los productos, ya sea individualmente, como el caucho y el PVC, así como un solo producto (cono). Todos los resultados favorables están de acuerdo a unas estrictas normas técnicas que se han seguido y verificado paso a paso para su correcta realización en el ensayo de laboratorio, estas normas han sido principalmente Norma española UNE - ISO 4649 2013, la Norma chilena NCh 1350-1996 y la Norma peruana NTP 20345 – 2017. De esta forma, se ha logrado evaluar la resistencia mecánica de los elementos y todos ellos han sido aprobatorios, terminando así este objetivo.

Objetivo específico 3

Elaborar el presupuesto para implementar un sistema de fabricación de elementos de protección personal de material compuesto de caucho y PVC.

Tenemos que mencionar que el límite de costos para el diseño de esta máquina no debe superar los doce mil soles por disposición de gerencia y debido a varias razones económica y operativas. En primer lugar, la base del cono está hecha de caucho reciclado, lo que sugiere una estrategia de producción sostenible y de bajo costo.

Dado que la producción de un producto deja como rebaba el caucho reciclado para su reutilización, y esta producción se realiza solo 4 veces al año debido a la disponibilidad periódica de rebabas, la fabricación de conos no será continua. Esto implica que la máquina estará inactiva durante ciertos periodos, lo que afectará la rentabilidad general de la operación.

Por lo tanto, limitar el costo del diseño a esta cantidad, se vuelve esencial para garantizar la viabilidad económica del proyecto. Este límite presupuestario se ajusta a la naturaleza intermitente de la producción y asegura que los beneficios económicos derivados de la venta de los conos compensen la inversión realizada en la máquina, considerando las limitaciones de la materia prima y la frecuencia de producción.

Para la elaboración del presupuesto del sistema, se ha considerado únicamente los materiales que no se encontraban en stock en la empresa, puesto que esta, ya disponía de algunos de los componentes necesarios para el ensamble de dicha máquina. En la siguiente tabla se detallan estos componentes, el precio individual y la cantidad requerida por cada tipo si fuese el caso.

Tabla 25. Componentes adquiridos por la empresa

| DESCRIPCIÓN | MEDIDA | CANTIDAD | COSTO UNITARIO (soles) | TOTAL (soles) |
|---|----------------|----------|------------------------|----------------|
| Oxígeno industrial | m ³ | 10 | 9.3240 | 93.24 |
| Eje de nylon $\phi 75mm \times 2m$ | PZA | 1 | 423.7288 | 423.73 |
| Eje de acero VCL $\phi 22mm \times 3m$ | PZA | 1 | 116.4140 | 116.41 |
| Perno socket Allen M20 x 100mm | PZA | 6 | 6.3348 | 38.01 |
| Rodamiento rígido de bolas 6004 2Z | PZA | 96 | 11.5111 | 1,105.07 |
| Anillo Seeger para ejes $\phi 20mm$ | PZA | 48 | 0.7938 | 38.10 |
| Rodamiento rígido de bolas 61900 SKF | PZA | 120 | 17.1493 | 2,057.91 |
| Perno socket Allen M14 x 100mm | PZA | 4 | 1.8360 | 7.34 |
| Perno socket Allen M8 x 50mm | PZA | 12 | 0.4814 | 5.78 |
| Anillo Seeger para ejes $\phi 10mm$ | PZA | 100 | 0.3984 | 39.84 |
| | | | | 3925.43 |

Este es el costo total de los componentes que la empresa adquirió debido a que no se encontraba en stock en su almacén principal. A este costo, también se le agregarán los gastos por concepto de pago a operarios y técnicos para el ensamble de dicha máquina que se detalla a continuación.

Tabla 26. Remuneración a empleados

| CONCEPTO | COSTO TOTAL (soles) |
|--------------------------------|---------------------|
| Técnicos operarios maquinistas | 4021.875 |

| | |
|---|-----------------|
| (3 semanas de trabajo) | |
| Técnico mecánico (1 semana de trabajo) | 400.21 |
| | 4422.085 |

Si adicionamos los costos totales de los componentes y los costos totales por conceptos de remuneraciones a empleados, obtenemos que el costo total empleado en la máquina es de 8,347.515 soles, que no sobrepasa el límite establecido inicialmente de doce mil soles.

V. DISCUSIÓN

En este estudio, se abordó en el primer objetivo específico, de diseñar un sistema de fabricación de elementos compuestos de caucho y PVC para garantizar la resistencia mecánica de los elementos de protección personal. Los resultados obtenidos destacan la eficacia de esta innovadora máquina en la optimización de la producción de conos de seguridad, mejorando la eficiencia y estandarización del proceso. Al comparar nuestro diseño con las prácticas existentes, se evidencia una mejora sustancial en términos de tiempo de producción y aplicación de adhesivo, respaldando los hallazgos de Carro y González (2012). Siguiendo la perspectiva de Blanchard (1995) sobre la maximización de la productividad y minimización de costos, nuestros resultados respaldan los objetivos y estándares de calidad de esta investigación, alineándose con diversas normas que garantizan la calidad del producto final. La adopción de la analogía funcional de tocadiscos a mesa carrusel de Huang et al. (2022) para el diseño de la mesa giratoria refuerza la importancia de la automatización en la mejora de calidad y eficiencia en la producción manufacturera.

En el segundo objetivo, la evaluación de la resistencia mecánica de los elementos de protección personal, derivados del sistema de fabricación propuesto, los resultados coinciden con los estudios de Dan et al. (2020) sobre las propiedades del caucho en bandas transportadoras. Además, las investigaciones de Marin et al. (2020) sobre productos compuestos de PVC refuerzan la resistencia al despegue, desgarro y abrasión, corroboradas por ensayos en los laboratorios de la empresa. La combinación de la base de caucho y el cuerpo de PVC ha demostrado ser una solución eficaz, cumpliendo con estándares internacionales como la norma técnica peruana NTP-ISO 20345, la Norma española UNE-ISO 4649 2013 y la norma chilena NCh 1350-1996. Esta combinación ha mejorado la estabilidad y resistencia del cono, proporcionando un rendimiento competitivo con los conos convencionales fabricados con otros materiales.

El tercer objetivo específico se centró en elaborar el presupuesto para implementar el sistema de fabricación. Siguiendo la metodología de Carro y González

(2012), se diseñó un sistema de pegado de conos semi - automático que minimizó los gastos. Los resultados indican que, aunque algunos componentes ya estaban disponibles en la empresa, la adquisición de los materiales restantes no afectó significativamente el presupuesto inicial. Esto respalda la viabilidad económica del sistema propuesto y confirma la eficiencia del diseño en términos de costos, alineándose con las consideraciones presupuestarias por la empresa.

VI. CONCLUSIONES

1. La implementación del sistema de fabricación de protección personal de material compuesto caucho y PVC ha demostrado ser técnicamente viable y económicamente eficiente.
2. El diseño del sistema, destacando una mesa giratoria accionada por un servomotor y un cilindro-pistón neumático, ha optimizado la producción, reduciendo el tiempo de ciclo y mejorando la uniformidad y calidad en la unión de las piezas.
3. Las pruebas han confirmado la excelente resistencia al despegue, superando con creces los estándares de la norma técnica chilena, y la resistencia a la abrasión cumple con los requisitos de la norma técnica peruana, validando así la resistencia mecánica de los elementos de protección personal.
4. La inversión moderada, evaluada en 8,347.515 soles frente al tope financiero de doce mil soles, respalda la viabilidad económica del sistema de fabricación propuesto, asegurando un equilibrio entre eficiencia operativa y costos.

VII. RECOMENDACIONES

A pesar de los resultados alentadores, es importante reconocer las limitaciones de este estudio. Las investigaciones futuras podrían formular un perfeccionamiento del diseño para abordar las limitaciones identificadas, como es el caso en la investigación de Xiaoli, W (2019), donde nos habla sobre las fallas de acoplamiento por desbalance – desalineación, estableciendo un modelo dinámico del sistema de acoplamiento rotor-rodamiento, entre estas se consideró la desalineación paralela del acoplamiento de engranajes, el centro de masa de la plataforma giratoria rígida, y el centroide no concéntrico. Esta desalineación hará que en el sistema se genere una región inestable a la mitad de la velocidad crítica; cuando se utilizan rodamientos como apoyo, ya que, a medida que se intensifique el grado de desalineación, el desplazamiento de la vibración lateral de la plataforma giratoria aumentará significativamente.

Otro tema de abordar es la necesidad de investigar más a fondo la durabilidad del pegamento en diversas condiciones ambientales y de uso. La durabilidad a largo plazo de estos conos en condiciones extremas de temperatura y exposición ambiental necesita ser evaluada a través de pruebas de envejecimiento acelerado. Asimismo, la optimización de los procesos de fabricación para reducir costos y maximizar la eficiencia es un área que se propone darle mayor énfasis de estudio. Además, el diseño puede requerir ajustes adicionales para adaptarse a una gama más amplia de tamaños de conos o para mejorar la velocidad de producción.

El desarrollo de esta máquina semi automática para la fabricación de conos de seguridad abre la puerta a su implementación en entornos industriales. La automatización en este proceso no solo mejora la eficiencia, sino que también reduce costos laborales y potenciales errores humanos.

Los resultados presentados abren la puerta a la implementación de estos conos compuestos en entornos viales y de construcción. Su durabilidad, combinada con la posibilidad de ser fabricados en una amplia gama de tamaños, los convierte en una alternativa viable a los conos convencionales. En resumen, las siguientes investigaciones en esta rama, podrían enfocarse en la evaluación de estos conos en diferentes condiciones climáticas y de tráfico, así como en métodos de producción más eficientes.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

LIN; YITING; LUNJAKORN, Amornkitbamrung; PHATTARIN, Mora; CHANCHIRA, Jubsilp; KASINEE, Hemvichian; APINAN, Soottitantawat; SANONG, Ekgasit. 2021. Effects of Coagent Functionalities on Properties of Ultrafine Fully Vulcanized Powdered Natural Rubber Prepared as Toughening Filler in Rigid PVC. *Polymers* [en línea]. 13(2), 289. [Fecha de consulta: 08 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/polym13020289>. ISSN 2073-4360.

MAHMOOD, H. , NART, F. , PEGORETTI, A. *Thermomechanical evaluation of expanded ethylene-propylene diene monomers rubber mixed with recycled polyvinyl chloride foams*. *Cleaner Materials*, Volume 4, 2022. [en línea]. [Fecha de consulta: 05 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100091>. ISSN 2772-3976.

HOSSEINI, P. , ALHOMAIR, S. , FAELI, Z. , (...), KNAPPE, D. , PARKER, C. *Degradation Model for the Tensile Strength of PVC and Rubber Gasket Materials Exposed to Benzene and PCE-Saturated Aqueous Solutions*. 2020. *Transportation Research Record*, [en línea]. 2674(2), 274-283. [Fecha de consulta: 09 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0361198120906126>.

MARÍN-GENESCÀ, M. , GARCÍA-AMORÓS, J. , MUJAL-ROSAS, R. , (...), ARROYO, JB , FAJULA, XC. *Ground Tire Rubber Recycling in Applications as Insulators in Polymeric Compounds, According to Spanish UNE Standards*. [en línea] Vol. 5, no. 3, p. 16. [Fecha de consulta: 16 de septiembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/recycling5030016>.

ACT IN TIME MECHATRONIC COMPONENTS & SOLUTIONS. *Act In Time*. [En línea] [Fecha de consulta: 11 de 10 de 2023.] Disponible en : <https://actintime.be/images/partners/MS1-Servo-Motor-Selection-Guide.pdf>.

ADAMIÁK, MARCIN. 2012. *Abrasion Resistance of Materials*. Rijeka : s.n., 2012.

AENOR. 2012. *Equipo de protección personal métodos de ensayo para calzado - Norma Española ISO 20344*. España : AENOR, 2012.

ZHANG, P. , ZHOU, Z. , DING, Y. , ZHAO, D. , ZHANG, Y. Reliability Analysis of Satellite Turntable System under Multiple Operation Modes Based on Multi-Valued Decision Diagrams. 2023. Journal of Beijing Institute of Technology, 2023. [en línea] 32(1): 52-68. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://journal.bit.edu.cn/jbit/en/article/doi/10.15918/j.jbit1004-0579.2022.148>.

XIAOLI, W. , YANG, Y. , YUMEI, G. , YIREN, Y. , DENGQING, C. *Coupling faults analysis of single disk rotor system with gear coupling*. 2019. [en línea] 17(6): 553-559. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://pubs.cstam.org.cn/article/doi/10.6052/1672-6553-2019-045>.

HUANG, B. , WANG, J. , TAN, B. , (...), LIU, K. , WANG, J. *Analysis and Optimization of Dynamic and Static Characteristics of Machining Center Direct-Drive Turntable*. 2022. [en línea] Applied Sciences 12, no. 19: 9481. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app12199481>.

Asociación Española De Normalización y Certificación. 2013. Caucho vulcanizado o termoplástico. *Determinación de la resistencia a la abrasión utilizando un dispositivo de tambor cilíndrico giratorio*. Madrid - España : AENOR 2013, 2013.

Calzado de Plástico Moldeado - Botas de policloruro de vinilo, con o sin forro, para uso general en la industria - Especificaciones. Instituto Nacional de Normalización INN-Chile Norma Chilena NCh2374-1996. 1996. Santiago : s.n., 1996.

ZHANG, Z. , ZHANG, K. , WANG, H. , (...), LIU, Y. , LI, Y. *Friction torque characteristic of ball-roller combined turntable bearing*. 2020. [en línea] Journal of Aerospace Power, 2020, 35(12). [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://www.jasp.com.cn/hkdjxb/en/article/doi/10.13224/j.cnki.jasp.2020.12.020#:~:text=doi%3A-,10.13224/j.cnki.jasp.2020.12.020,-Format>.

EL-SEIDY, E. , SAMBUCCI, M. , CHOUGAN, M. , (...), VALENTE, M. , GHAFAR, SH.

Mechanical and physical characteristics of alkali- activated mortars incorporated with recycled polyvinyl chloride and rubber aggregates. 2022. Journal of Building Engineering. [en línea] 60. 105043. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105043>

CARRO, Roberto; GONZÁLES. *El sistema de producción y operaciones.* 2012 Argentina : Universidad Nacional de Mar de Plata, [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1606> .

HOSSEINI, P., ALHOMAIR, S., FAELI, Z., POUR-GHAZ, M., GABR, M., KNAPPE, D., & PARKER, C. *Degradation Model for the Tensile Strength of PVC and Rubber Gasket Materials Exposed to Benzene and PCE-Saturated Aqueous Solutions.* 2020. Transportation Research Record, [en línea] 2674(2), 274-283. [Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0361198120906126>

QIN, T. , GUO, J. , ZHANG, M. , (...), WANG, J. , QI, B. *Structure design and stiffness analysis of spaceborne two-dimensional turntable.* 2022. [en línea] Volumen 51, Número 5. [Fecha de consulta: 01 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85131684067&doi=10.3788%2fIRLA20210364&origin=inward&txGid=6b735161ed238cd9b1ff020b67ee17cb>

WANG, J. , SUN, Q. *Experimental Study on Improving the Compressive Strength of UHPC Turntable.* 2020. Advances in Materials Science and Engineering, [en línea] vol. 2020, 21 pages. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/3820756>

GONZÁLES, YOJAN MISAEL MEJÍA. 2022. *Caso de Estudio Estadístico sobre el Incremento de la Resistencia al Desgarre en una empresa de Cuero Automotriz.* 2022. [en línea]. [Fecha de consulta 03 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://ciatec.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1019/236>

HERNANDEZ, JOEL G. VARGAS, JOSE G. MURATALLA BAUTISTA, GACBRIELA

JIMENEZ CASTILLO, María. *Sistemas de Producción Competitivos Mediante la Implementación de la Herramienta Lean Manufacturing. Ciencias Administrativas, [en línea] núm. 11, pp. 81-95.* [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5116/511654337007/html/>

ZHANG, Q. , WANG, Q. , NINGHAO, C. *Identification and control of the motor-drive servo turntable with the switched friction model.* IET Electric Power Applications. [en línea] 14. 10.1049/iet-epa.2019.0568. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1049/iet-epa.2019.0568>

GONZAGA, HG , MORAIS, CRS , CUNHA, CTC. *Incorporação de resíduos de borracha SBR-r em sistemas de PVC/carbonato. Incorporation of SBR-r rubber waste into PVC/carbonate systems 2022.* [en línea]. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2022-0124>.

INSTITUTO Nacional Nacionalización - INN. 1996. *Calzado de seguridad y ocupacional - NORMA CHILENA OFICIAL NCh 1350.* CHILE : INN- CHILE, 1996.

LI, Z. , LIU, J. , LU, W. , CHU, F.

Research on Dynamic Modeling and Simulation of Rotors with Loose Disc. 2020. Revista de Ingeniería Mecánica, [en línea] Volumen 56, Número 7, 5 de abril de 2020, páginas 60-71. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085160387&doi=10.3901%2fJME.2020.07.060&origin=inward&txGid=e720ed25585b739efd20022e996c84e6>

Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers. [En línea] [Citado el: 25 de Septiembre de 2023.]. Disponible en: <https://www.made-in-china.com/showroom/0577tester/product-detailXSvQfsWOyKUB/China-Hy-8052-DIN-Abrasion-Tester-Rubber-EVA-PU-Material-Abrasion-Friction-Testing-Machine.html>.

Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers. [En línea] [Citado el: 25 de Septiembre de 2023.]. Disponible en: <https://www.made-in->

china.com/showroom/0577tester/product-detaillyzmoUMWfFVc/China-Universal-Tensile-Tester-with-Computer-Hy-6001A-Tensile-Peeling-Testing-Machine.html.

SNADOVAL GONZALES, HÉCTOR ARIEL. *Mejorando los procesos productivos a través de la integración de las metodologías de Manufactura Esbelta, Seis Sigma y Simulación*. 2007. [en línea]. [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://comimsa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1022/168>

ZHU, T. , REN, Y. , WANG, L. , ZOU, T. , CHEN, Y. *Self-Calibration Method for the Errors of Dual-Axis Turntable in Redundant Rotational Inertial Navigation System*. 2023. IEEE Sensors Journal, [en línea] vol. 23, no. 3, pp. 2411-2421. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2022.3221608>

KOMORI, Y; TANIGUCHI A; SHIBATA, H; GOTO, S; SAITO, H. *Partial Miscibility and Concentration Distribution of Two-Phase Blends of Crosslinked NBR and PVC*. 2023. Polymers. [en línea]. 10 March 2023. Vol. 15, no. 6, p. 1383. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/polym15061383>

MOEHRINGER, J. GAUSEMEIER and S. 2003. *New guideline vdi 2206-a flexible procedure model for the design of mechatronic systems*. Stockholm : in DS 31: Proceedings of ICED 03, 2003. the 14th International Conference on Engineering Design. IFAC Proceedings [en línea] Volumes. 35. 785-790. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.designsociety.org/publication/23949/NEW+GUIDELINE+VDI+2206++A+FLEXIBLE+PROCEDURE+MODEL+FOR+THE+DESIGN+OF+MECHATRONIC+SYSTEMS>

MOTT, ROBERT L. 2006. *Diseño de Elementos de Máquinas 4ta Edición*. México : Pearson Educación, 2006.

JINLIANG QIAO. *Elastomeric nano-particle and its applications in polymer modifications*. 2020. Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, [en línea]

Vol. 3, número 2, páginas 47-59. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2023].
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2020.02.002>. ISSN 2542-5048.

NORMA Técnica Peruana. 2017, NTP-20345-. 2017. LIMA : INACAL, 2017, Vol. 2.

NORMAL Chilena Oficial NCh 1350.Of96. Insituto Nacional de Normalización INN-Chile. 1996. Santiago : s.n., 1996.

DOBROTĂ, D. , PETRESCU, V. , DIMULESCU, CS , OLEKSIK, M. *Preparation and Characterization of Composites Materials with Rubber Matrix and with Polyvinyl Chloride Addition (PVC)*. *Polymers*. 2020. [en línea] Vol. 12, no. 9, p. 1978. [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/polym12091978>

PRODUCT AND PLASTIC EQUIPMENT, S.L. resistencias-tubulares-flexibles-hotflex. [En línea] [Citado el: 20 de Octubre de 2023.]. Disponible en: <http://www.pape.es/page/resistencias-tubulares-flexibles-hotflex..>

ZHANG, P., ZHOU, Z., DING, Y., ZHAO, D., ZHANG, Y. *Reliability Analysis of Satellite Turntable System under Multiple Operation Modes Based on Multi-Valued Decision Diagrams*. 2019. *Journal of Beijing Institute of Technology*, [en línea]. Vol. 32. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://journal.bit.edu.cn/jbit/en/article/doi/10.15918/j.jbit1004-0579.2022.148>

J., LIU, W., LU Y F., CHU. *Research on Dynamic Modeling and Simulation of Rotors with Loose Disc*. 2020. *Journal of Mechanical Engineering*. [en línea] 56. 60. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://www.cjmenet.com.cn/CN/10.3901/JME.2020.07.060>.

Reutilizacion de neumaticos. PERÚ, PLATAFORMA RED GAMS. 2022. Lima : s.n., 2022.

RICHARD G. BUDYNAS; J. KEITH NISBETT. 2012. *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición*. México : Mc Graw Hill, 2012.

ROCHA, RANGEL, ENRIQUE, y otros. 2011. *Estudio de la Resistencia Mecánica de Materiales Compuestos Poliméricos Reforzados con Fibra de Carbono*. Chile : Avances en Ciencias e Ingeniería / Executive Business School, 2011.[en línea] vol. 2, núm. 4, 2011, pp. 81-88. [Fecha de consulta: 29 de septiembre]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627684009>

YUGAT, JESÚS OTERO. *Selection methodology of mechanical drive system servomotor and transmission through transient power analysis*. 2010. 1, Maracaibo : Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia, [en línea] Vol. 33 n.1, pp.21-28. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0254-07702010000100004&script=sci_abstract&lng=en. ISSN 0254-0770

SKF GROUP. 2018. SKF. [En línea] 2018. [Citado el: 11 de 10 de 2023.] Disponible en: <https://www.skf.com/products/rolling-bearings>.

SLTCAUCHO, 2020: Ciencia y tecnología en América Latina. SLTCaucho [en línea]. 2020, 1(35), 10. ISSN 2618-4567. Disponible en: <https://www.sltcaucho.org/revista-035?page=1>. [En línea]

QIN, T., GUO, J., ZHANG, M., HAN, P., WANG, J., QI, B. *Structure design and stiffness analysis of spaceborne two-dimensional turntable*. 2022. Infrared and Laser Engineering [en línea]. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.researching.cn/articles/OJddcc3330c3258937>

TEKNOQUIMICA S.A. 2017. Hoja Técnica Cemento Universal de Contacto. Lima - Perú : s.n., 2017.

KEYAO, M. , YONGJIE, R. , JIARUI, L. , ZHIYUAN, N. , JIGUI, Z. *A High-Precision Integrated Calibration Method for Position and Attitude of Visual-Inertial System*. *Laser & Optoelectronics Progress*. [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.researching.cn/articles/OJbb236fa1fb67c2de>

USECHE, LIBARDO VICENTE VANEGAS. 2018. *Diseño de Elementos de Máquinas*.

Pereira : Editorial Universidad Tecnológica de Pereira, 2018. [en línea]. [Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/158348444.pdf>

VIII. ANEXO

Anexo 01: Tabla de operacionalización de variables

Tabla 27. Operacionalización de la variable resistencia mecánica.

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicador | Escala de medición |
|---|--|--|-----------|--|--------------------|
| Variable Dependiente Resistencia mecánica | La resistencia mecánica es la capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse gracias a sus propiedades mecánicas y físicas. Los cuerpos compuestos deben cumplir las mismas características con el fin de obtener funcionalidad (Rocha, y otros, 2011). | La resistencia mecánica de materiales compuestos poliméricos debe cumplir con el proceso óptimo de la resistencia a la abrasión de acuerdo con la Norma Española ISO 4649 (AENOR, 2012). Así mismo, el desgarre de acuerdo con la Norma Chilena NCh1351/1 (INSTITUTO, 1996). | | Abrasión (pérdida de volumen [mm^3]) | Razón |
| | | | | Desgarre (N/mm) | |

Tabla 28. Operacionalización de la variable sistema de fabricación.

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicador | Escala de medición |
|--|---|--|---------------------------------|---|--------------------|
| <p>Variable Independiente</p> <p>Sistema de fabricación</p> | <p>Un sistema de fabricación es un conjunto organizado de procesos, maquinaria y recursos utilizados para transformar materias primas en productos terminados. El objetivo es maximizar la productividad, reducir costos y cumplir con estándares de calidad. En este caso, el sistema de fabricación se enfoca en elementos compuestos con PVC y caucho como materiales principales (Hernandez, 2018).</p> | <p>Un sistema de fabricación se mide por sus parámetros de producción y el producto, mediante herramientas de control (Carro, 2012).</p> | <p>Parámetros de producción</p> | <p>Tiempo (seg.)</p> | <p>Razón</p> |
| | | | | <p>Temperatura (°C)</p> | |
| | | | | <p>Presión (Bar)</p> | |
| | | | <p>Producto</p> | <p>Cantidad de producto</p> | |
| | | | | <p>Cantidad de producto reprocesado</p> | |
| | | | | <p>Cantidad de merma</p> | |

Anexo 02: Instrumentos de recolección de datos

I. Ficha de registro de variable dependiente

| Resistencia Mecánica de Materiales Compuesto de Caucho /PVC | | | | | | | |
|---|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Indicadores | Etapas | Sept-23 | Oct-23 | Nov-23 | Dic-23 | Ene-24 | Feb-24 |
| Abrasión: pérdida de masa (g) | Inicial | | | | | | |
| | Final | | | | | | |
| Desgarre (N/m) | Inicial | | | | | | |
| | Final | | | | | | |

II. Ficha de registro de variable independiente

| Resistencia Mecánica de Materiales Compuesto de Caucho /PVC | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|------------|----|----|----|---------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|
| Prueba | Indicadores | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | Diciembre | | | |
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| Muestra 1 | Tiempo (seg.) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muestra 1 | Temperatura (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muestra 1 | Presión (Bar) | | | | | | | | | | | | | | | | |

🚩 Lista de verificación de observación

1. Revisión general del diseño

- ✓ ¿El diseño cumple con los requisitos y especificaciones establecidos?
- ✓ ¿El diseño es funcional y es eficiente?
- ✓ ¿Se tuvieron en cuenta los aspectos de seguridad en el diseño?

2. Materiales y componentes

- ✓ ¿Se utilizaron los materiales y componentes correctos teniendo en cuenta

las especificaciones?

- ✓ ¿Los materiales y componentes seleccionados están bajo los estándares de calidad que se requieren?
- ✓ ¿Se realizaron pruebas de calidad en los materiales y componentes?

3. Dimensiones y tolerancias

- ✓ ¿Las dimensiones del diseño están dentro de los parámetros aceptables?
- ✓ ¿Se aplicaron tolerancias adecuadas que garanticen la precisión del diseño?
- ✓ ¿Se realizaron mediciones para la verificación de las dimensiones y tolerancias?

4. Ensamblaje y fabricación

- ✓ ¿El proceso de ensamblaje cumple con los requisitos que se establecieron en el diseño?
- ✓ ¿Los procedimientos de fabricación seguidos fueron de acuerdo a los recomendados?
- ✓ ¿Se identificaron posibles problemas durante el ensamblaje o la fabricación?

5. Pruebas y validación

- ✓ ¿Se llevaron a cabo pruebas para verificar el rendimiento y la funcionalidad del diseño?
- ✓ ¿Los resultados de las pruebas llegan a cumplir con los criterios de aceptación?
- ✓ ¿Se llevó a cabo la validación del diseño en condiciones reales o simuladas?

6. Documentación técnica

- ✓ ¿Los documentos técnicos del diseño son claros, completos y precisos?
- ✓ ¿La documentación tiene en cuenta los estándares y normativas establecidos?

7. Retroalimentación y mejora

- ✓ ¿Se identificaron oportunidades de mejora en el diseño?
- ✓ ¿Se implementaron acciones correctivas o preventivas para abordar los problemas identificados?

Ficha de registro de datos

1. Información del proyecto

- ✓ Nombre del proyecto
- ✓ Periodo de realización del proyecto
- ✓ Equipo de diseño

2. Requisitos y especificaciones

- ✓ Requisitos para el diseño
- ✓ Especificaciones técnicas
- ✓ Normas y estándares aplicables

3. Investigación y análisis

- ✓ Fuentes de información utilizadas
- ✓ Datos recopilados

4. Diseño conceptual

- ✓ Conceptos considerados
- ✓ Evaluación de conceptos utilizados
- ✓ Selección del concepto final

5. Diseño detallado

- ✓ Componentes y partes relevantes seleccionadas
- ✓ Cálculos realizados

6. Prototipo y pruebas

- ✓ Proceso de fabricación del prototipo
- ✓ Pruebas realizadas

- ✓ Resultados de las pruebas
- 7. Mejoras y modificaciones
 - ✓ Identificación de áreas de mejora
- 8. Documentación técnica
 - ✓ Planos del proyecto
 - ✓ Especificaciones de materiales y componentes
- 9. Seguimiento y control
 - ✓ Problemas o desafíos encontrados
- 10. Conclusiones y lecciones aprendidas
 - ✓ Evaluación general del proyecto
 - ✓ Consideraciones para futuros proyectos

Anexo 03: Modelo del consentimiento o asentimiento informado UCV

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo ROGER GEORG GABUTEAU BARBA, identificado con DNI 06365841, en mi calidad de APODERADO de la empresa SEGUSA SAC. con R.U.C N° 20477210750, ubicada en la ciudad de Trujillo, La Libertad.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor (es,) Milton Gerardo Revollar Vásquez Identificado(s) con DNI N°10880385 de la (Universidad Cesar Vallejo) Carrera profesional Ingeniería Mecánica Eléctrica, para que utilice la siguiente información de la empresa:

Procesos de pegado de caucho y PVC, procesos de reciclado y reprocesado de caucho y PVC, diseño y desarrollo del sistema de fabricación de elementos compuesto de caucho y PVC, laboratorio para medir propiedades y resistencia de producto en estudio

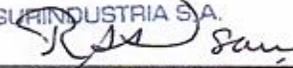
con la finalidad de que pueda desarrollar su (X) Informe estadístico, (X) Trabajo de Investigación, (X) Tesis para optar el Título Profesional.

Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

Mencionar el nombre de la empresa.

SEGUSA INDUSTRIA S.A.



ROGER C. GABUTEAU BARBA

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 06365841

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

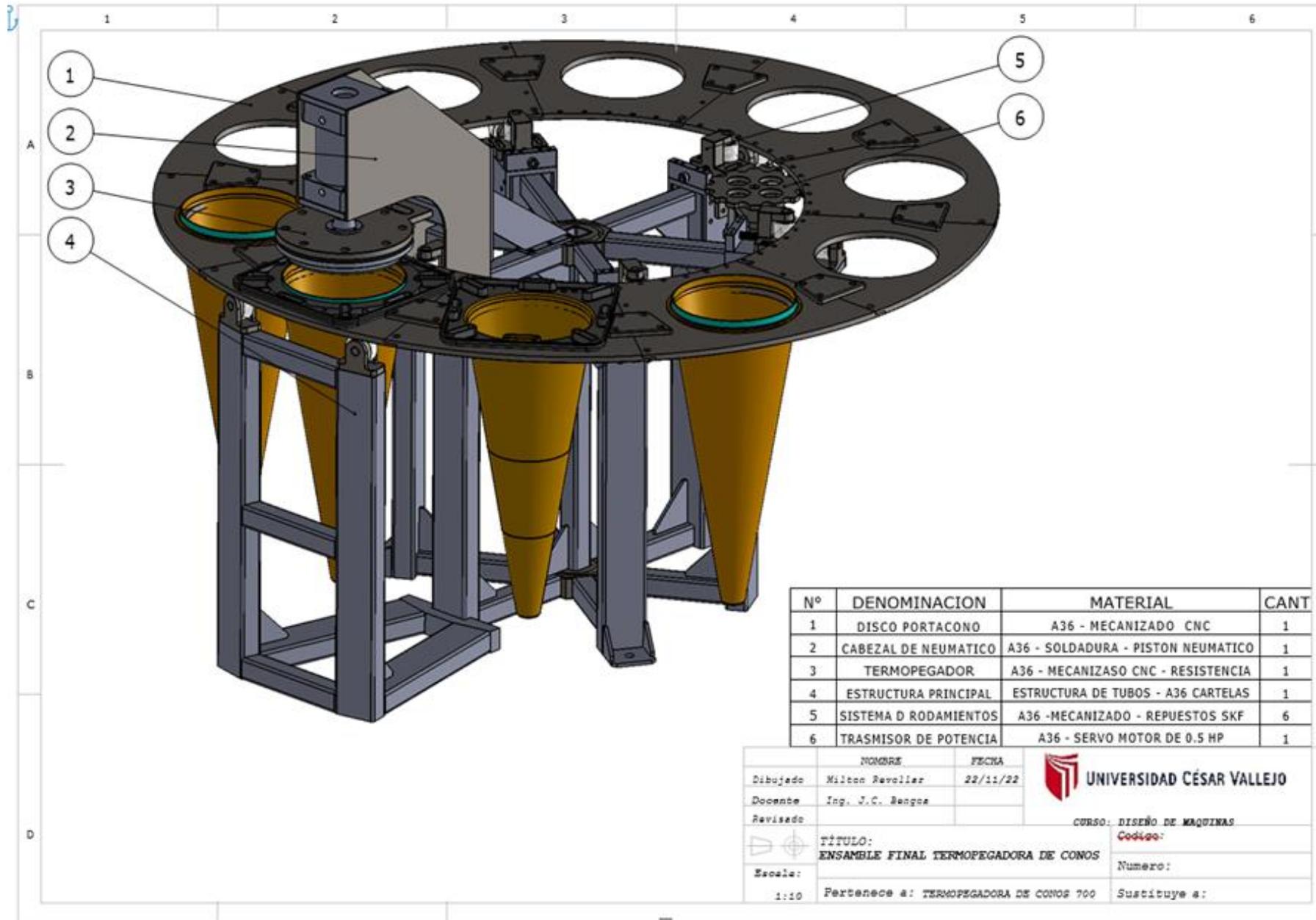


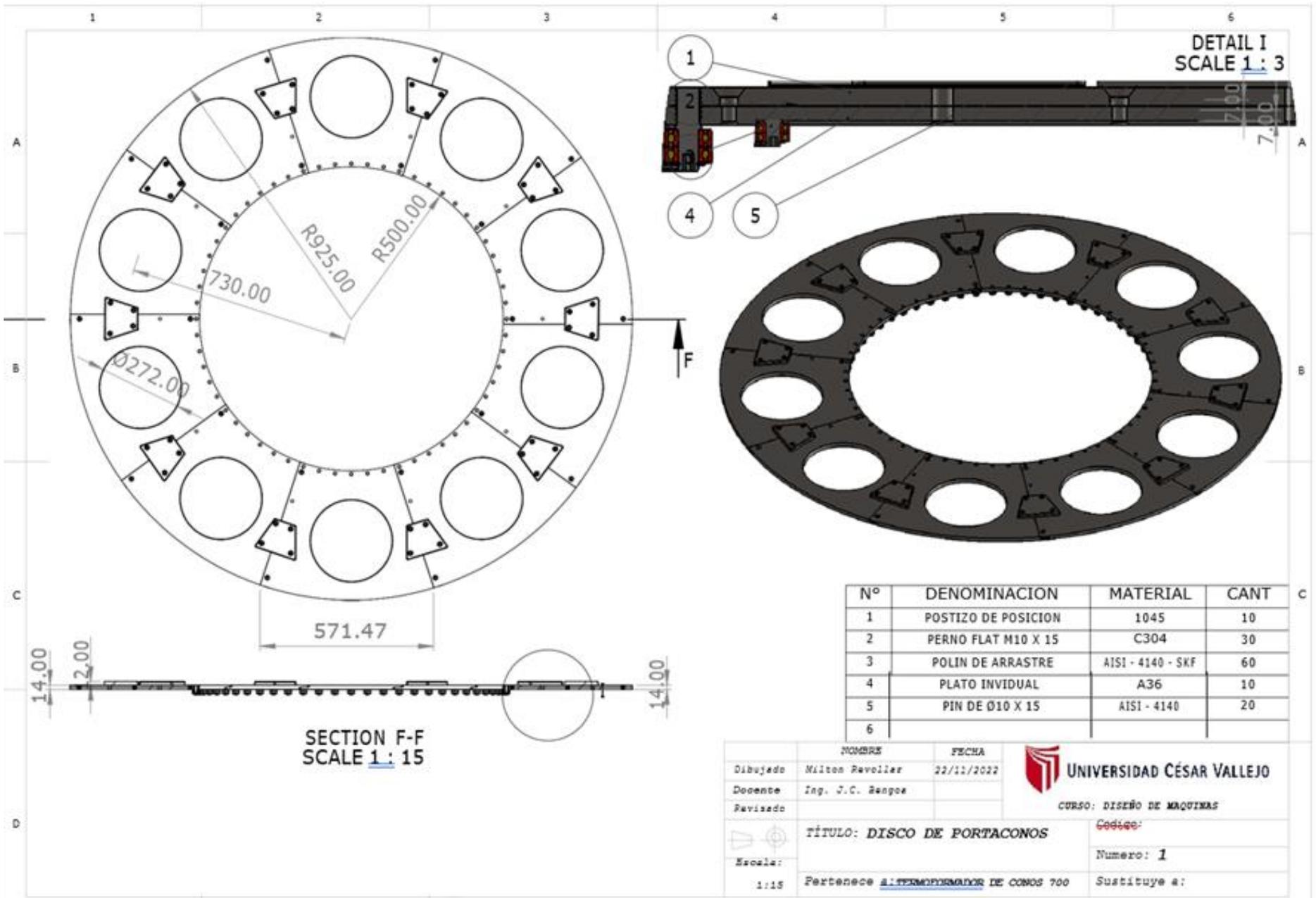
Firma del Estudiante

DNI: 10880385

Firma del Estudiante

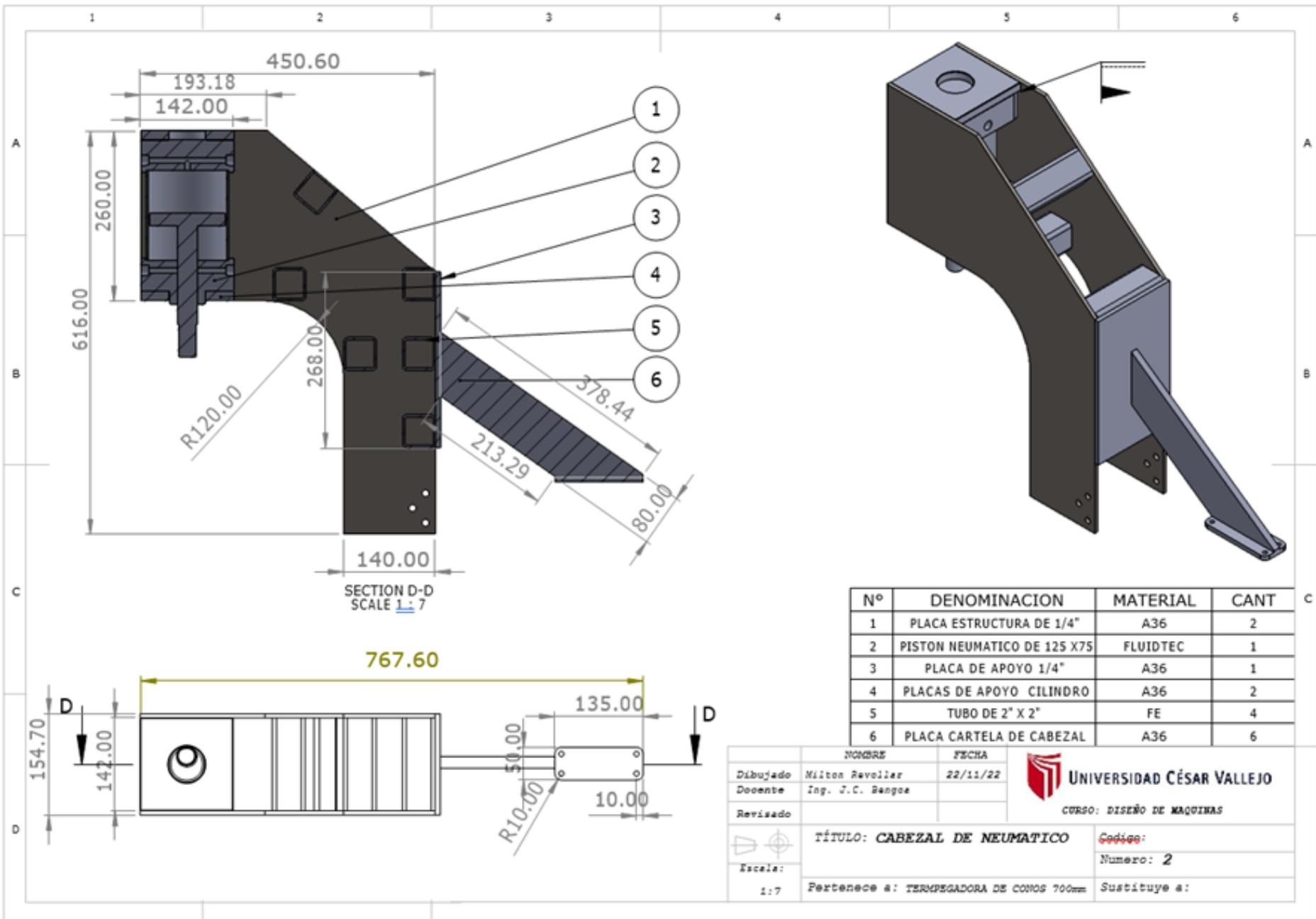
Anexo 05: Planos del sistema

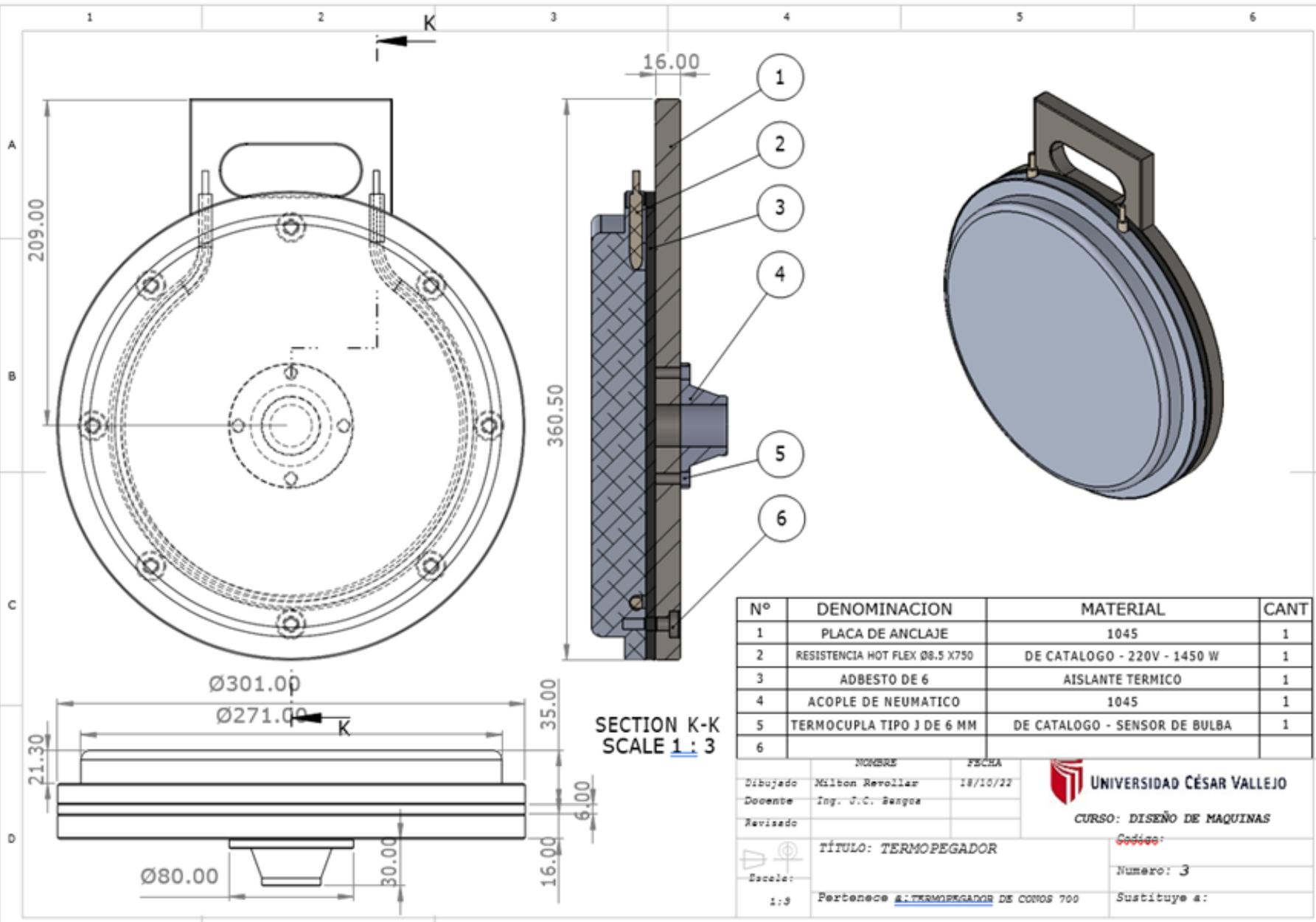




| N° | DENOMINACION | MATERIAL | CANT |
|----|---------------------|-------------------|------|
| 1 | POSTIZO DE POSICION | 1045 | 10 |
| 2 | PERNO FLAT M10 X 15 | C304 | 30 |
| 3 | POLIN DE ARRASTRE | AISI - 4140 - SKF | 60 |
| 4 | PLATO INIVIDUAL | A36 | 10 |
| 5 | PIN DE Ø10 X 15 | AISI - 4140 | 20 |
| 6 | | | |

| NOMBRE | | FECHA |  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO CURSO: DISEÑO DE MAQUINAS |
|--|------------------|------------|---|
| Dibujado | Milton Revollar | 22/11/2022 | |
| Docente | Ing. J.C. Bengoa | | |
| Revisado | | | |
| TÍTULO: DISCO DE PORTACONOS Pertenece a: <u>ALTERMOPROTECTOR DE CONOS 700</u> | | | Código: Numero: 1 Sustituye a: |
| Escala: 1:15 | | | |





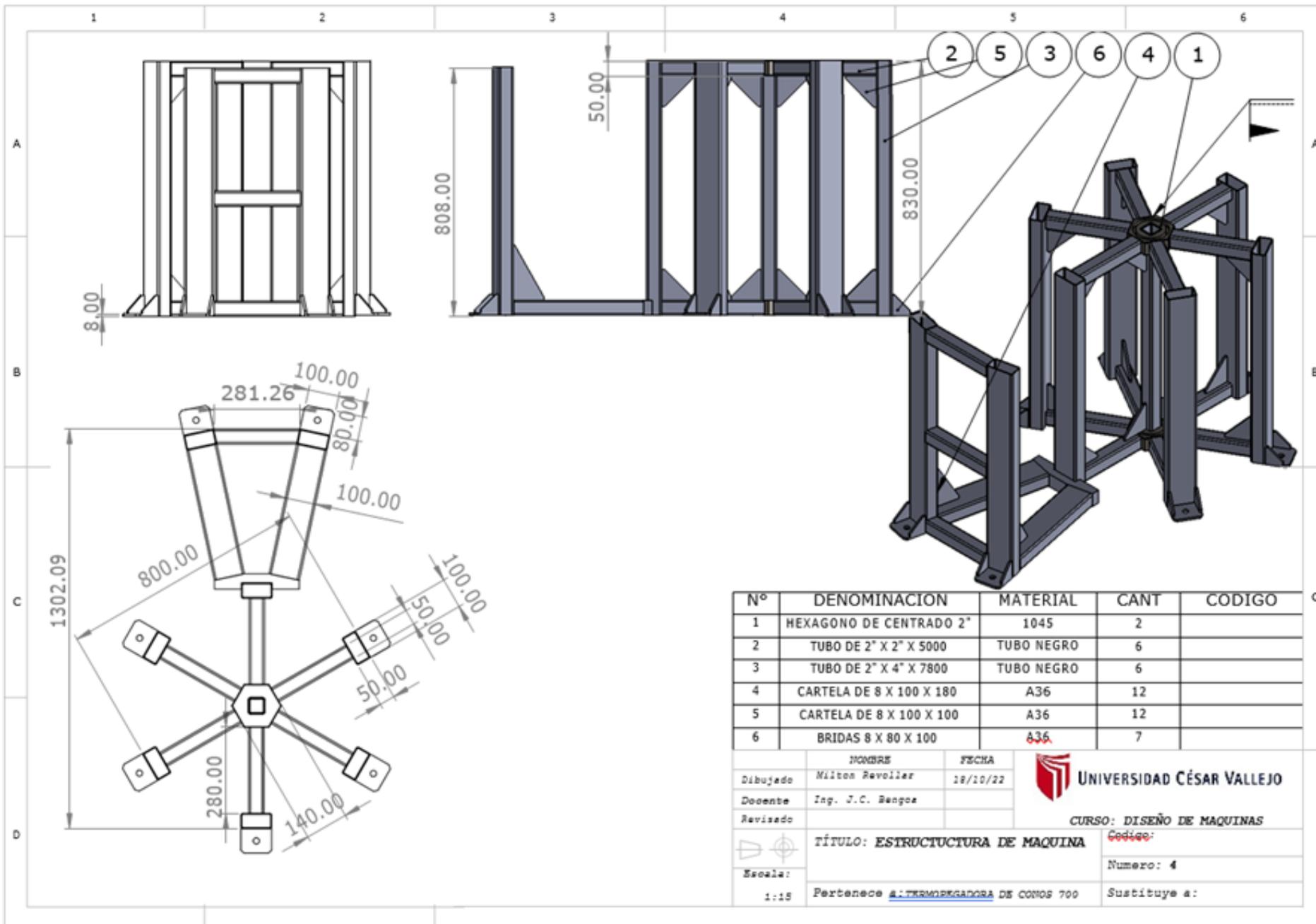
| Nº | DENOMINACION | MATERIAL | CANT |
|----|--------------------------------|-------------------------------|------|
| 1 | PLACA DE ANCLAJE | 1045 | 1 |
| 2 | RESISTENCIA HOT FLEX Ø8.5 X750 | DE CATALOGO - 220V - 1450 W | 1 |
| 3 | ADBESTO DE 6 | AISLANTE TERMICO | 1 |
| 4 | ACOPLE DE NEUMATICO | 1045 | 1 |
| 5 | TERMOCUPLA TIPO J DE 6 MM | DE CATALOGO - SENSOR DE BULBA | 1 |
| 6 | | | |

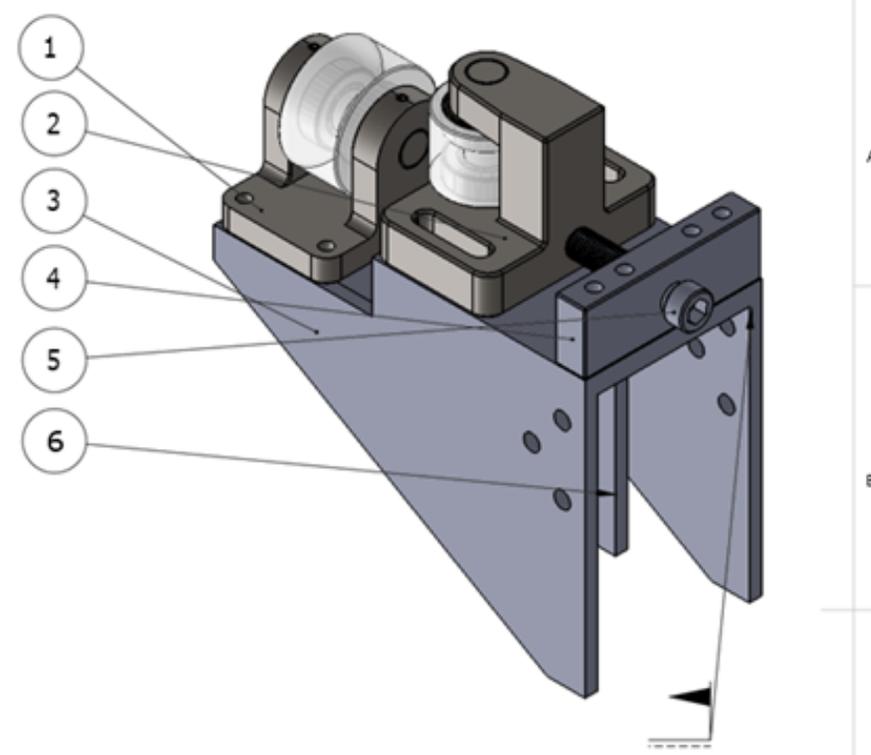
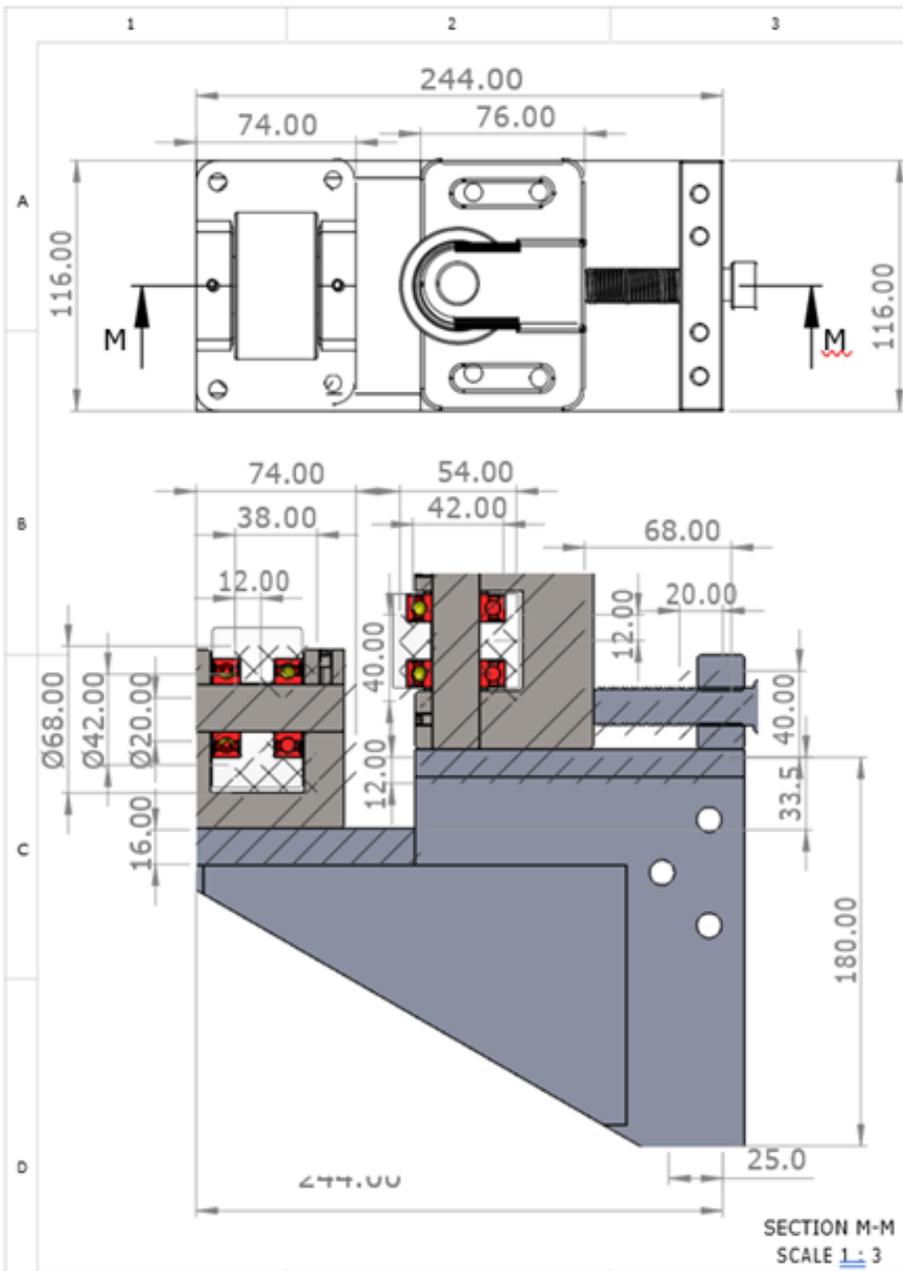
| NOMBRE | FECHA |
|--------------------------|----------|
| Dibujado Milton Revollar | 18/10/22 |
| Docente Ing. J.C. Sengoa | |
| Revisado | |

| | |
|--|--|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | |
| CURSO: DISEÑO DE MAQUINAS | |
| Código: | |
| Número: 3 | |
| Sustituye a: | |

| |
|--|
| TÍTULO: TERMOPEGADOR |
| Escala: 1:3 |
| Pertenece a: TERMOPEGADOR DE CONOS 700 |

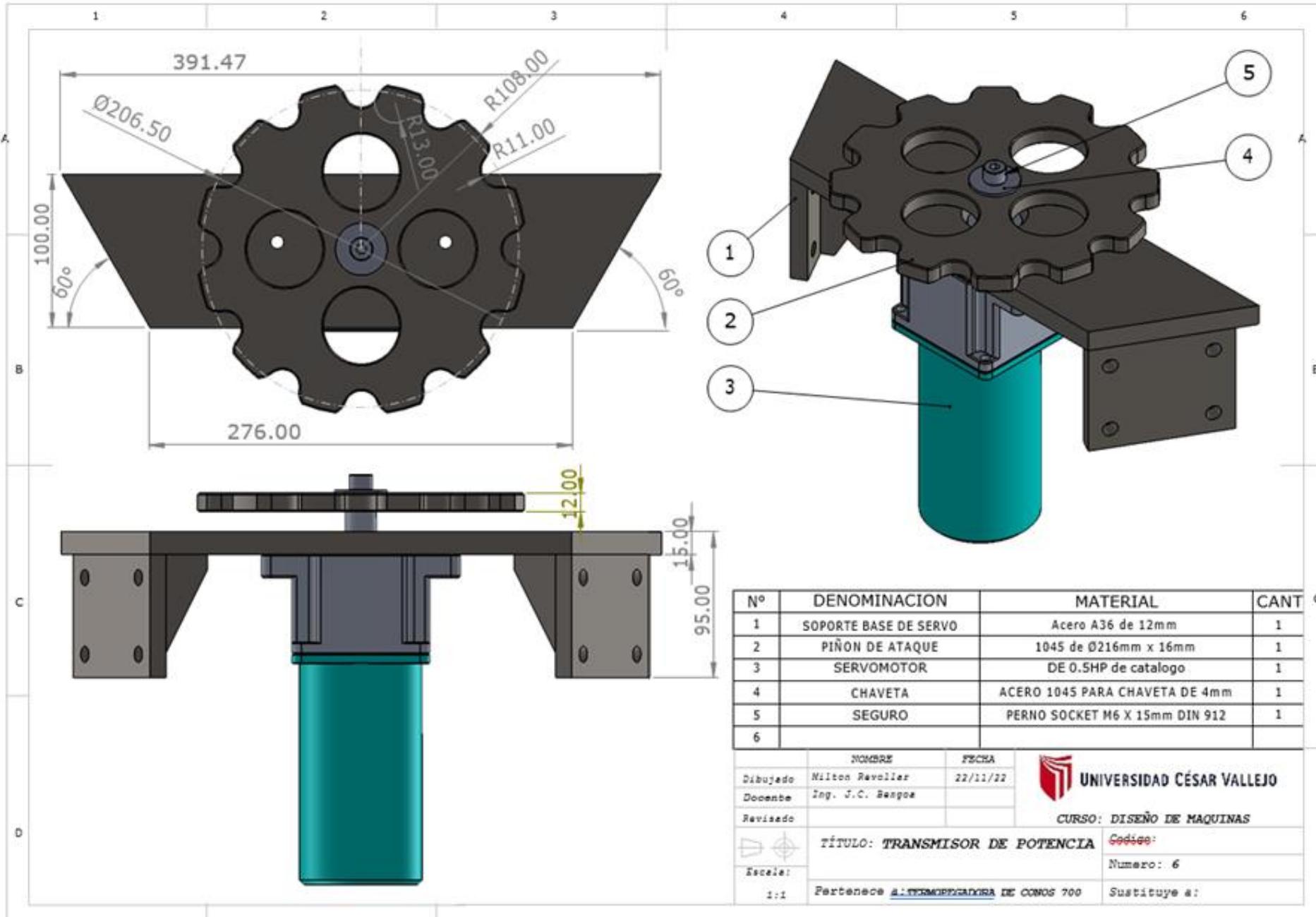
si





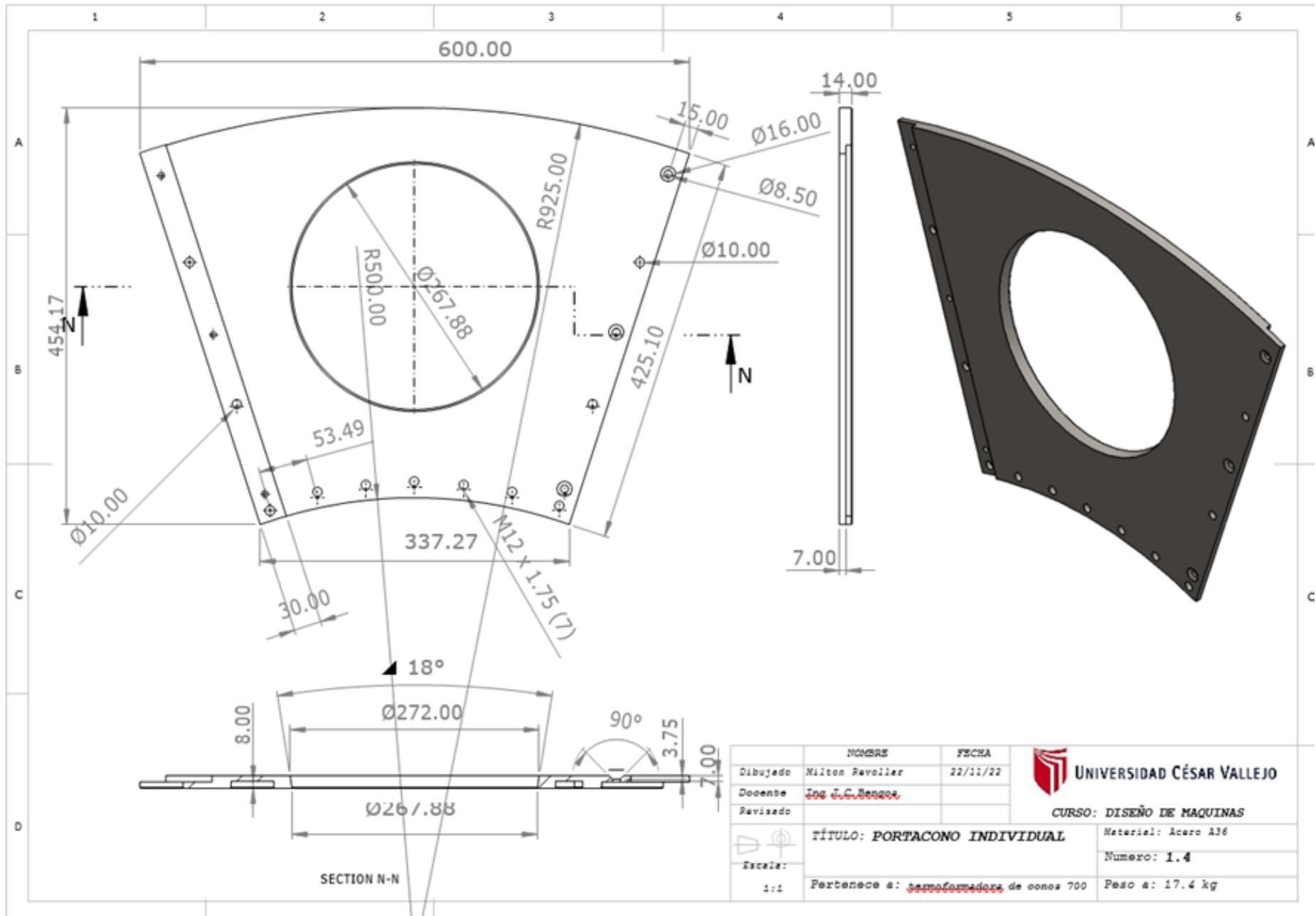
| Nº | DENOMINACION | MATERIAL | CANT |
|----|-------------------------|---------------------------------|------|
| 1 | RUEDA VERTICAL GRANDE | 1045 - Nylon - Rodamiento | 1 |
| 2 | RUEDA HORIZONTAL | 1045 - Nylon - Rodamiento | 1 |
| 3 | ESTRUCTURA PORTA RUEDAS | Plancha A36 de 1/4" - soldado | 1 |
| 4 | SOPORTE DE REGULACION | Acero A36 | 1 |
| 5 | PERNO DE PRESION | Perno Socket M12 x 65mm DIN 912 | 1 |
| 6 | CARTELAS DE APOYO | Plancha A36 de 1/4" | 1 |

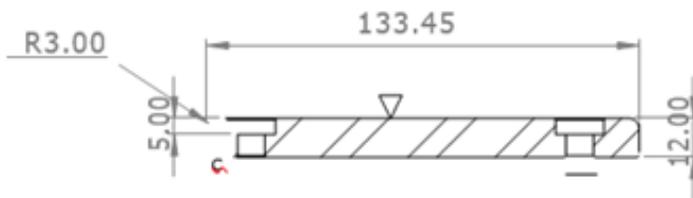
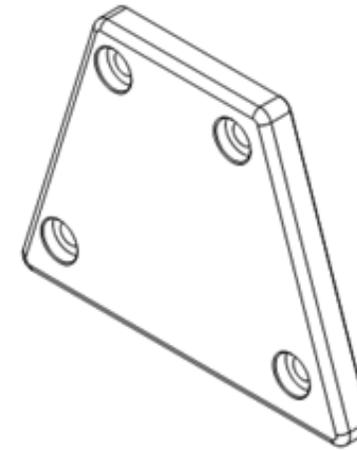
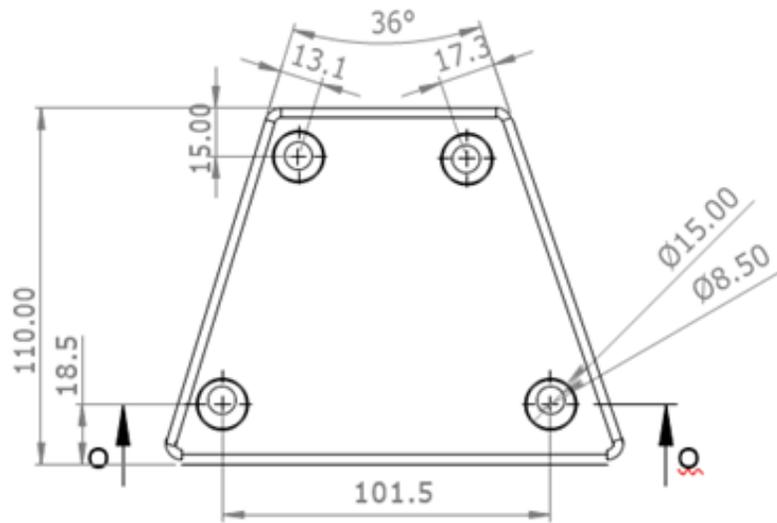
| | NOMBRE | FECHA | |
|---|------------------|----------|--|
| Dibujado | Milton Revollar | 22/11/22 |  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO |
| Docente | Ing. J.C. Bengoa | | |
| Revisado | | | |
| | | | CURSO: DISEÑO DE MAQUINAS |
| TÍTULO: SISTEMA DE RODAMIENTOS | | | Código: |
| Escala: 1:3 | | | Numero: 5 |
| Pertenece a: TERMOPEGADORA DE COMOS 700 | | | Sustituye a: |



| Nº | DENOMINACION | MATERIAL | CANT |
|----|-----------------------|--------------------------------|------|
| 1 | SOPORTE BASE DE SERVO | Acero A36 de 12mm | 1 |
| 2 | PIÑON DE ATAQUE | 1045 de Ø216mm x 16mm | 1 |
| 3 | SERVOMOTOR | DE 0.5HP de catalogo | 1 |
| 4 | CHAVETA | ACERO 1045 PARA CHAVETA DE 4mm | 1 |
| 5 | SEGURO | PERNO SOCKET M6 X 15mm DIN 912 | 1 |
| 6 | | | |

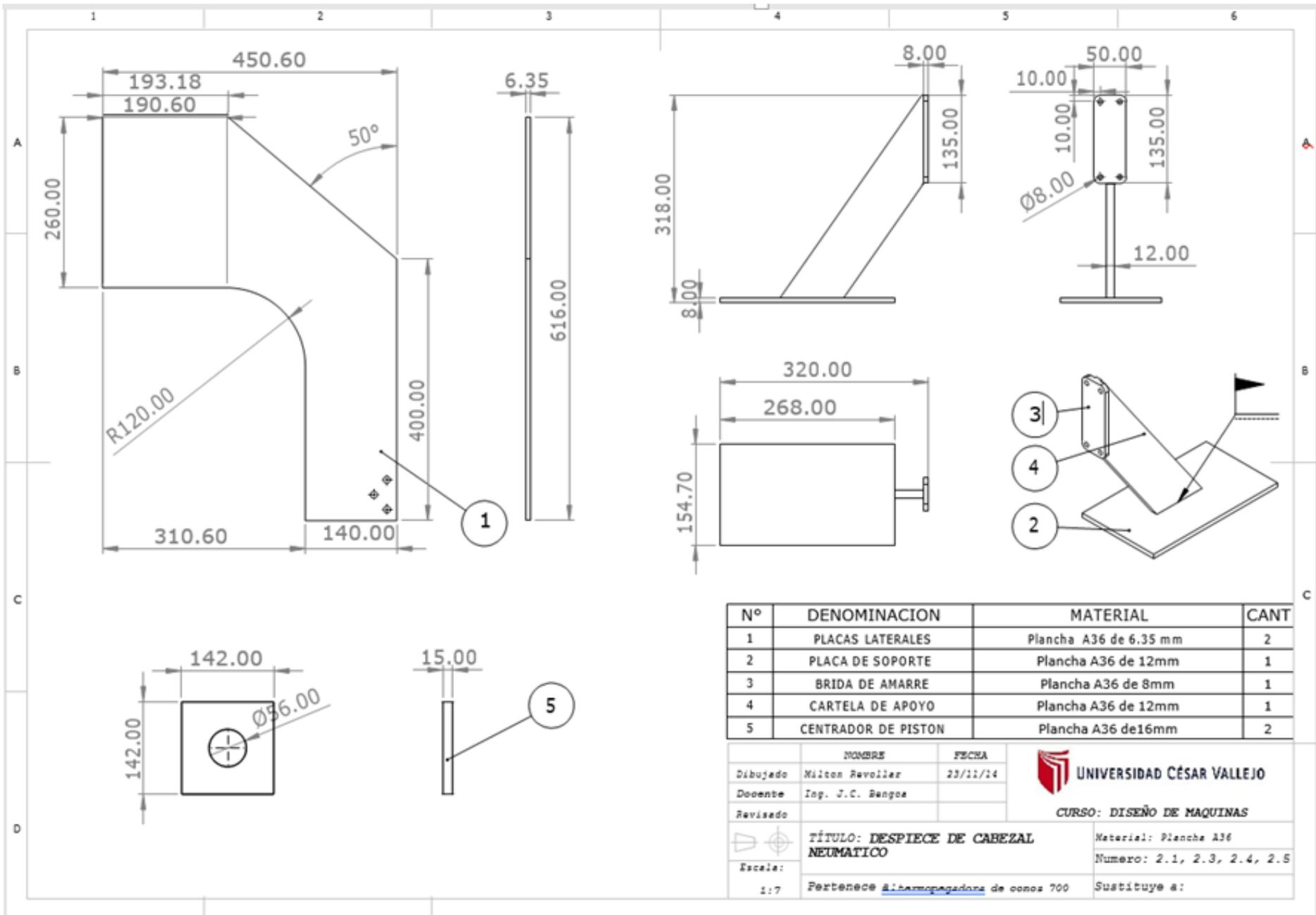
| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| Dibujado: Milton Revollar | | FECHA: 22/11/22 |  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO |
| Docente: Ing. J.C. Bengoa | | | |
| Revisado: | | | CURSO: DISEÑO DE MAQUINAS |
| Escala: 1:1 | | TÍTULO: TRANSMISOR DE POTENCIA | |
| Pertenece a: TERMOPLASTICA DE CONOS 700 | | Codigo: Numero: 6 | |
| | | Sustituye a: | |

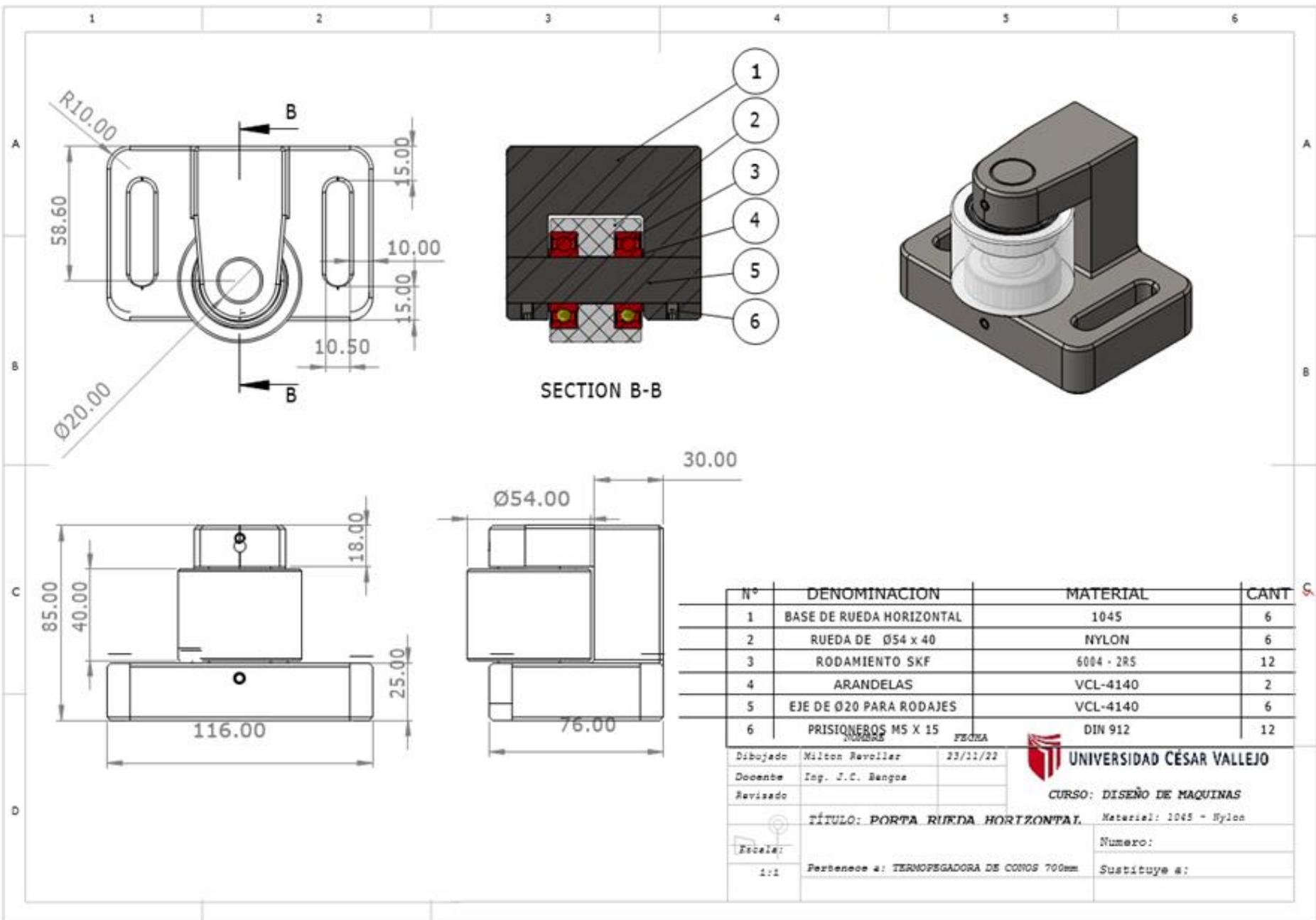


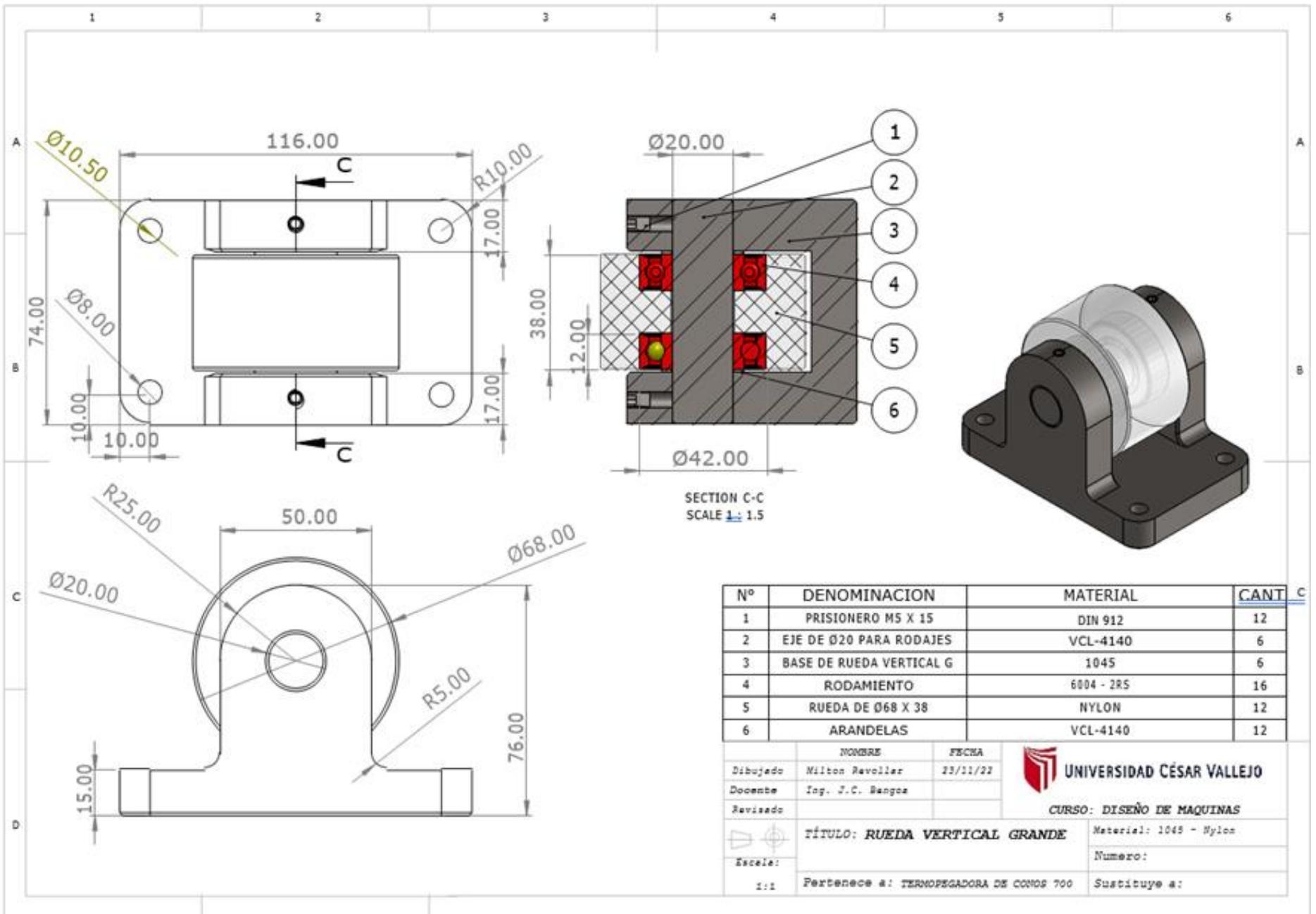


SECTION O-O

| | NOMBRE | FECHA | |
|----------|-----------------|----------|--|
| Dibujado | Milton Revollar | 23/11/14 |  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO |
| Docente | Ing. J.C. Sango | | |
| Revisado | | | CURSO: DISEÑO DE MAQUINAS |
| | | | TÍTULO: POSTIZO DE POSICION |
| | | | Materia: 1045 |
| Escala: | | | Numero: 1.1 |
| | | | Pertenece a: TERMOPONADORA DE CONOS 700 |
| | | | Peso: 1.067 kg |







Anexo 06: Especificaciones Técnicas

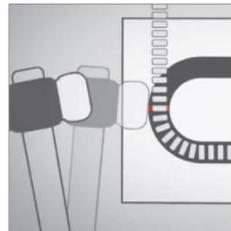
Technical key features

| | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Sheath material | stainless steel |
| Sheath temperature of heating element | max. 700 °C / 1290 °F |
| Standard connection voltage | 230 V |
| High voltage resistance* | 1000 V AC |
| Insulation resistance* | ≥ 5 MOhm at 500 V DC |
| Leakage current* | < 0.5 mA at 253 V AC |
| Wattage tolerance | ± 10 % |
| Length tolerance | ± 1.5 % |

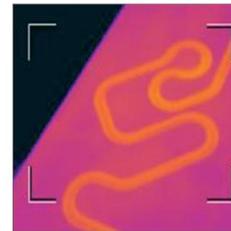
* tested at environmental temperature

Options

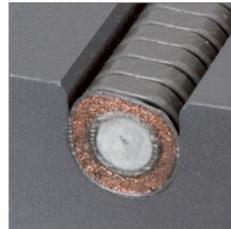
- Bendable unheated zones
- Connection voltage from 12 V to 250 V
- Individual length
- Individual wattage
- Individual connection options



Installation without special tools



Ideal heat transfer



Installed, round groove geometry



Installation-example

COINP Inicio Marcas Tableros

> Products Cont.Temp.48X48Mm 100-240Vac Salida A Relay C/Alar



Cont.Temp.48X48Mm 100-240Vac Salida A Relay C/Alar

Código: 1000436

AUTONICS

Ref./Fab: TZN4S-14R

Cant.Disponible: Consultar

Unid.Med: UNIDAD

Precio c/IGV: S/ 384.10

Precio s/IGV: S/ 325.51

CONSULTAR

Descargar Ficha [1000436.Pdf]

Garantía de devolución de 30 días

Envío gratuito por compras mayores a S/1000

■ Especificaciones

| | | |
|----------------------------|--|---|
| Serie | TZN4S | |
| Alimentación | 100-240VCA 50/60Hz | |
| Rango de voltaje | 90 a 110% de rango de voltaje | |
| Consumo de alimentación | Aprox. 5VA | |
| Método de display | 7 Segmentos de display LED [Valor de proceso(PV):Rojo, Valor de ajuste(SV):Verde] | |
| Sensor de entrada | Termopares:K(CA), J(IC), R(PR), E(CR), T(CC), S(PP), N(NN), W(TT)(La resistencia de la línea de tolerancia es de max.100Ω) RTD:DIN Pt100Ω, JIS Pt100Ω, 3hilos (La resistencia de la línea de tolerancia es de max.5 Ω por un hilo) Voltaje:1-5VCC, 0-10VCC, Corriente:4-20mACC | |
| Método de control | Control ON/OFF P, PI, PD, PIDF, PIDS | |
| Salida de control | Salida de contacto a relé: 250VCA 3A 1c Salida SSR: 12VCC ±3V Max. 30mA Salida de corriente: 4-20mACC(Resistencia de carga: Max. 600Ω) | |
| Salida auxiliar | Salida Event 1: Salida de contacto a relé 250VCA 1A 1a | |
| Precisión del display | ±0.3% basado en F·S ó 3°CMax. | |
| Tipo de ajuste | Ajuste por botón de pulso frontal | |
| Histéresis | Ajustable de 1 a 100(0.1 a 100.0) °C a control ON/OFF | |
| Salida de alarma | Intervalo de ajuste entre ON y OFF para la salida de alarma de 1 a 100°C(Tipo de decimal : 0.1 a 100.0°C) | |
| Banda proporcional(P) | 0.0 a 100.0% | |
| Tiempo integral(I) | 0 a 3600seg. | |
| Tiempo derivativo(D) | 0 a 3600seg. | |
| Tiempo de control(T) | 1 a 120seg. | |
| Tiempo de muestreo | 0.5seg. | |
| Tiempo de ajuste LBA | 1 a 999seg. | |
| Rigidez dieléctrica | Ramp up, Ramp down de 1 a 99 minutos | |
| Tiempo de ajuste de rampa | 2000VCA por 1 minuto | |
| Vibración | Mecánica | 0.75mm de amplitud a frecuencia de 10 a 55Hz en cada dirección X, Y, Z por 2 horas |
| | Mal función | 0.5mm de amplitud a frecuencia de 10 a 55Hz en cada dirección X, Y, Z por 10 minutos |
| Ciclo de vida del relé | Salida principal | Mecánica : Min.10,000,000 veces Eléctrica : Min.100,000 veces(carga resistiva 250VCA 3A) |
| | Salida auxiliar | Mecánica : Min.20,000,000 veces Eléctrica: Min.500,000 veces(carga resistiva 250VCA 1A) |
| Retención de memoria | Min. 100MΩ(a 500VCC) | |
| Temperatura ambiente | ±2kV Fase R y Fase S 1μs | |
| Resistencia de aislamiento | 10 años | |
| Ambiente | Temperatura Ambiente | -10 a 50°C, almacenamiento: -20 a 60°C(sin congelación) |
| | Humedad ambiente | 35 a 85% RH |
| Weight | Aprox. 150g | |

Características eléctricas

Tiempo Rigidez Dielectrica Vca al aislamiento

5 min.

Características de uso

| | |
|--|----------------------------------|
| Toxicidad de los gases | Baja Toxicidad IEC 60684-2 |
| Corrosividad de los gases | Baja pH Corrosividad IEC 60754-2 |
| Densidad de los humos | IEC 61034-2 |
| No propagación de la llama | IEC 60332-1-2; FT1 |
| No propagador del incendio | IEC 60332-3-24 Cat.C |
| Temperatura máxima operación | 80 °C |
| Temperatura de sobrecarga de emergencia | 100 °C |
| Temperatura máxima del conductor en corto-circuito | 160 °C |

Fuente: INDECO – Catálogo

Anexo 07: Tablas de catálogos de productos.

Tabla 1: Selección del pistón

| Diámetro exterior del cilindro | Diámetro exterior del vástago del pistón | Patrón de movimiento | | Área de compresión (cm^2) | Presión del aire(kgf/cm^2) | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|----------------------|------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 125 | 32 | Doble acción | Lado de presión | 122.72 | 122.72 | 245.44 | 368.16 | 490.88 | 613.60 | 736.32 | 859.04 | 981.76 | 1104.48 |
| | | | Lado de tracción | 114.68 | 114.68 | 229.36 | 344.04 | 458.72 | 573.40 | 688.08 | 802.76 | 917.44 | 1032.12 |

Tabla 2:

| | |
|---|--|
| Carga dinámica equivalente del rodamiento | $\frac{F_a}{F_r} \leq e \rightarrow P = F_r$ $\frac{F_a}{F_r} > e \rightarrow P = X F_r + Y F_a$ |
|---|--|

Tabla 3: selección del rodamiento

| Dimensiones principales | | | Capacidad de carga básica | | Carga límite de fatiga | Velocidades nominales | | Masa | designación |
|-------------------------|----------|----------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------|-------|-------------|
| <i>d</i> | <i>D</i> | <i>B</i> | Dinámica <i>C</i> | Estática <i>C</i> ₀ | <i>P</i> _u | Velocidad de referencia | Velocidad límite | | |
| 20 | 32 | 7 | 4.03 | 2.32 | 0.104 | 45000 | 28000 | 0.018 | 61804 |

Tabla 4:

| Dimensiones | | | | | Dimensiones de resaltes y radios de acuerdo | | | Factores de cálculo | |
|-------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <i>d</i> | <i>d</i> ₁ - | <i>D</i> ₁ - | <i>D</i> ₂ - | <i>r</i> _{1,2} min | <i>d</i> _a min | <i>D</i> _a máx. | <i>r</i> _a Max | <i>k</i> _r | <i>f</i> ₀ |
| 20 | 28.3 | - | 0.3 | 22 | 22 | 30 | 0.3 | 0.015 | 15 |

Tabla 5:

| Tipo de modelo Tipo de cable conductor | | Potencia de salida W | Voltaje V | Frecuencia Hz | Rango de control de velocidad r/min | Par nominal | | Par de arranque mN.m | Corriente A | Condensador μF |
|---|-------------|-------------------------|--------------|------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------------|----------------|-------------------|
| Eje del piñón | Eje redondo | | | | | 120r/min m N.m | 120r/min m N.m | | | |
| 5IK120RGU-HF | 5IK120RA-HF | 120 | 1PH220 | 60 | 90~1700 | 750 | 360 | 530 | 1.50 | 7.0 |
| | | | 1PH230 | | | | | | | |

Tabla 6: selección de servomotor

| Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en AC-3 | | Rango de ajuste de disparo térmico | Capacidad interruptiva I_{cu} 220V | Capacidad interruptiva I_{cu} 440V | Referencia a ordenar |
|---|---------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| kW (CP) | kW (CP) | | | | |
| 220V | 440V | A | kA | kA | GV2L08 |
| 0.75(1) | 1.5(2) | 4 | >100 | >100 | |

Tabla 7:

| Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en AC-3 | | Corriente asignada de empleo en AC-3 | Contactos auxiliares integrados | Referencia a ordenar |
|---|---------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| kW (CP) | kW (CP) | | | |
| 220V | 440V | A | kA | kA |
| 2.2(3) | 4(5.5) | 9 | 1NA-1NC | LC1D09** |

Tabla 8:

| Numero de polos | Corriente nominal (A) | Número de referencia | |
|-----------------|-----------------------|----------------------|----------|
| | | Multi 9 | Acti 9 |
| 2 | 10 | 24336 | A9F74210 |

Tabla 9:

| Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en AC-3 | | Corriente asignada de empleo en AC-3 | Contactos auxiliares integrados | Referencia a ordenar |
|---|---------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| kW (CP) | kW (CP) | | | |
| 220V | 440V | A | kA | kA |
| 2.2(3) | 4(5.5) | 9 | 1NA-1NC | LC1D09** |

Tabla 10:

| Bloques de contactos auxiliares temporizados, montaje frontal | | |
|---|----------|------------|
| Arreglo de contactos | | Referencia |
| 0.1-3 s. | On delay | LADT0 |

Tabla 11:

| | |
|----------------------------------|--|
| Tipo | JSZ3A |
| Modo operativo | Retardo de encendido |
| Rango de retardo | C:(0.5-5) s/50s/5min/30min |
| Modo de ajuste | Potenciómetro |
| Tensión de funcionamiento | AC50Hz/60Hz, 36V, 110V, 127V, AC220V AC230V AC380V AC400V DC24V |
| Precisión de retardo | ≤ 10% |
| Número de contacto | retardo 2 conmutación, retardo 1 cambio, conmutación instantánea. |
| Capacidad de contacto | Ue/Ie: AC-15 220V/0.75A, 380V/0.47A; DC-13 220V/0.27A; Ith:5A |
| Resistencia eléctrica | 1x10 ⁵ |
| Resistencia mecánica | 1x10 ⁶ |
| Temperatura ambiente | -5°C~+40°C |
| Modo de instalación | Tipo de panel, tipo de equipo |
| Pedestal emparejado | Tipo de panel: FM8858, CZS085 Tipo de equipo: CZS08X-E |

Tabla 12:

| Alimentación del circuito de control | Contactos auxiliares | | Referencia básica, a completar añadiendo el código de voltaje | | | | | | |
|--|--|---|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| |  |  | | | | | | | |
| a.c. suministro | 2 | - | CA2SK20** | | | | | | |
| | 1 | 1 | CA2SK11** | | | | | | |
| d.c. suministro | 2 | - | CA3SK20** | | | | | | |
| | 1 | 1 | CA3SK11** | | | | | | |
| Mini relé de control CA2SK y CA2SKE | | | | | | | | | |
| Volts~50/60Hz | 24 | 48 | 110 | 120 | 220 | 230 | 240 | 380 | 400 |
| Código | B7 | E7 | F7 | G7 | M7 | P7 | U7 | Q7 | V7 |

Tabla 13:

| Número de polos | Corriente nominal (A) | Número de referencia | |
|-----------------|-----------------------|----------------------|----------|
| | | Multi 9 | Acti 9 |
| 1 | 1 | 24395 | A9F74101 |

Tabla 14:

Especificaciones generales para motores AC

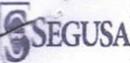
| Ítem | Especificaciones |
|----------------------|------------------|
| Clase de aislamiento | Clase B (130°C) |

Tabla 15:

| Sección [mm^2] | Max. DC Resis. Cond. 20 °C [Ohm/km] | Amperaje aire 30 °C [A] | Amperaje ducto 30 °C [A] |
|------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.5 | 12.1 | 18 | 14 |
| 2.5 | 7.41 | 30 | 24 |

- Circuito de mando
- Circuito de fuerza

Anexo 08: Formatos de ensayos realizados

| | | |
|---|---|---|
|  SEGUSA S.A.C. Parque Industrial Lote 15 Mz. A1 LA ESPERANZA - TRUJILLO | PARAMETROS FÍSICO MECANICOS EN BOTA CAUCHO DE SEGURIDAD | Código: AC_REG_014 Versión: 1 Revisión: 1 Página: 3 Aprobado por Equipo SGC |
| | PRUEBA DE ABRASIÓN DE SUELA | |

FECHA: 15/09/23.

HUMEDAD RELATIVA: 50% TEMPERATURA: 21.6°C

DESCRIPCIÓN DE SUELA: Plancheta de PVC para lomo.

NCh1350:1996 <150 mm3 Hoja lija #60 // La pérdida de caucho base debe ser de 0.180 - 0.220 g, si es mayor se reduce su gramaje con un acero, si es menor se descarta la hoja // Se evaluarán 3 probetas por cada tipo de caucho// Presión de fuerza 10 N // Se tiene que elaborar un estándar con una muestra de caucho patrón con características especiales, 10 cor: 0

| | | | |
|---|--|---|--|
| $\Delta V_{rel} = \frac{\Delta m \cdot \Delta m_k}{p \cdot \Delta m_0}$ | $I_{AR} = \frac{\Delta m_r \cdot p_t \cdot 100}{\Delta m_t \cdot p_r}$ | ΔVrel = Pérdida de volumen relativo ml Δm = pérdida de masa "g" Δmk = pérdida de masa constante "g" Δmo=mr = pérdida de masa inicial "g" p= densidad "g/ml" | IAR = Índice de resis. a abrasión % pt= densidad de caucho a probar g/ml pr= densidad de referencia g/ml Δmr= variación de masa referencia g Δmt= variación de masa a probar g |
|---|--|---|--|

| MAQUINA 1 MODERNA | | |
|----------------------------------|---|-------|
| PÉRDIDA DE MASA DE REFERENCIA mr | PROMEDIO PERDIDA DE MASA mr | 0.188 |
| 0.188 | PÉRDIDA DE MASA CONSTANTE DE ESTANDAR Δmk | 0.200 |
| 0.188 | DENSIDAD DE CAUCHO ESTANDAR pr | 1.335 |
| 0.188 | - | - |

| PRUEBA | CAUCHO / # MAQUINA | DENSIDAD DE CAUCHO p = pt | ENSAYO | MASA INICIAL TEST | MASA FINAL TEST | Δm | ΔVre | IAR | PROMEDIO |
|--------|--------------------|---------------------------|--------|-------------------|-----------------|-------|--------|--------|----------|
| 1 | Plancheta (PVC) | 1.171581 | 1 | 3.372 | 3.228 | 0.144 | 130.76 | 114.57 | 134.99 |
| | | | 2 | 3.108 | 2.956 | 0.152 | 138.02 | 108.54 | |
| | | | 3 | 3.205 | 3.055 | 0.150 | 136.20 | 109.99 | |
| | | | | | | | | | 111.04 |

OBSERVACIONES: _____

Rubén Quiroz
ANALISTA DE LABORATORIO

JEFE DE PLANTA 1



COORDINADOR CALIDAD

JEFE DE PRODUCCIÓN