



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Diseño de una máquina inyectora de polímeros dieléctricos
aislantes para la empresa Electro Oriente S.A.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Ñique Aquino, Elvis Presley (orcid.org/0000-0002-0899-448X)

ASESOR:

PhD. Olortegui Yume, Jorge Antonio (orcid.org/0000-0001-5734-040X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Agradecerle a DIOS por haberme dado esta familia que me apoyo en todo momento ya que ellos me brindaron todo su apoyo en cada instante.

Tanto con su sacrificio emocional, tanto con palabras de aliento y con los valores que me formaron.

A mi hermano por su apoyo y aliento en cada momento.

A mi pareja y a mi pequeña hija por su amor y comprensión, confianza y ayuda en cada instante de esta formación.

AGRADECIMIENTO

Siempre dando las gracias a DIOS por darnos la salud y sabiduría de saber cuándo tomar las decisiones correctas, permitiendo poder terminar esta investigación.

También darle las gracias a mis padres por darme el apoyo incondicional y valores que me ayudan mucho en esta parte de mi vida profesional.

Darle un gran agradecimiento a mi asesor Dr. Jorge A. Olortegui Yume, PhD. Por todo el apoyo brindado y su gran interés y preocupación por esta investigación.

Hacer también una mención al Ing. Jorge Inciso Vásquez por su apoyo en cada sesión de clase brindándonos su experiencia para solucionar problemas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Tipo de Diseño de Investigación.....	32
3.2. Variables y Operacionalización	32
3.3 Población, muestra y muestreo.....	32
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	33
3.5 Procedimientos	33
3.6 Métodos de Análisis.....	35
3.7 Aspectos Éticos.....	35
IV. RESULTADOS	36
4.3.1 Diseño conceptual.....	41
4.3.2 Selección del concepto optimo:.....	45
4.3.3 Diseño de configuración:.....	47
4.3.4 Estructura de la Maquina	51
4.3.5 Selección de los materiales	52
4.3.6 Dimensionamiento de la maquina	53
4.4 Diseño paramétrico.....	56
4.5 SIMULACIÓN.....	62
4.6 Diseño De Selección De Componentes Estándar	66
4.6.1 Motor trifásico.....	66
4.6.2 Caja reductora de velocidad.....	67
4.6.3 Acople para el motor trifásico.....	67
4.6.4 Rodajes para la extrusión	68
4.6.5 Planchas de acero inoxidable ASTM A36	69
4.6.6 Tornillo sin fin.....	69
4.7 Ingeniería de detalle.....	70
4.8 Plan de mantenimiento de máquina inyectora de polímeros dieléctricos:.....	71
4.9 Análisis económico.....	73
V. DISCUSIÓN.....	75
VI. CONCLUSIONES	77

VII. RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades físicas del polímero polipropileno	17
Tabla 2. Propiedades mecánicas del polímero polipropileno	17
Tabla 3. Propiedades de procesamiento del polímero polipropileno.....	18
Tabla 4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	33
Tabla 5. Resumen de entrevistas de necesidades de la maquina	39
Tabla 6. Especificaciones ingenieriles	40
Tabla 7. Recomendaciones para el diseño de la maquina	40
Tabla 8. Matriz de selección	46
Tabla 9. Puntuación de criterios ponderados.....	49
Tabla 10. Matriz de selección	50
Tabla 11. Componentes para el diseño de la máquina de inyección	51
Tabla 12. Selección para la barra transversal.....	52
Tabla 13. Selección para el tornillo de extrusión.....	52
Tabla 14. Selección para el molde.....	53
Tabla 15. Valores en Matlab para el diseño paramétrico	57
Tabla 16. Valores en Matlab para el análisis estático	60
Tabla 17. Valores en Matlab para el análisis de fatiga.....	61
Tabla 18. Especificaciones técnicas para el motor	66
Tabla 19. Reductor de velocidad	67
Tabla 20. Plan de mantenimiento para la maquina inyectora	72
Tabla 21. Costos de los equipos.....	73
Tabla 22. Especificaciones técnicas del motor	122

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Máquina de inyección de plástico horizontal	19
Figura 2 Tornillo de Extrusión.....	19
Figura 3 Sistema de Cilindro calefacción	20
Figura 4 Tipos de tolvas	20
Figura 5 Cilindros de simple efecto y doble efecto	21
Figura 6 Parámetros geométricos para un tornillo	22
Figura 7 Procedimiento para la recolección de información	34
Figura 8 Bosquejo del concepto 1	42
Figura 9 Bosquejo del concepto 2	43
Figura 10 Bosquejo del concepto 3	44
Figura 11 configuración “A”	47
Figura 12 configuración “B”	48
Figura 13 configuración “C”	49
Figura 14 maquina inyectora de polímeros dieléctricos.....	53
Figura 15 Aislador polímero dieléctrico	54
Figura 16 Molde del aislador de polímero dieléctrico	55
Figura 17 tolva piramidal	55
Figura 18 cilindro neumático.....	56
Figura 19 Grafica paramétrica	59
Figura 20 Diseño paramétrico carga estática	60
Figura 21 Diseño paramétrico del eje en fatiga	62
Figura 22 Simulación de la maquina inyectada de polímeros..	64
Figura 23 Motor eléctrico.....	66
Figura 24 Reductor de velocidad.....	67
Figura 25 Acople mecánico	68
Figura 26 Rodaje de bolas.....	68
Figura 27 Plancha de acero inoxidable ASTM A36	69
Figura 28 Barra de acero inoxidable AISI 304	69
Figura 29 Dimensionamiento general de la maquina	71
Figura 30 Retorno de inversión diseñada en Excel	74

Figura 31 Diagrama de cuerpo libre del eje del tornillo sinfín	113
Figura 32 Diagrama de cuerpo libre	114
Figura 33 Fuerza cortante y momento flector	115
Figura 34 Fuerza normal y torque	115
Figura 34 Punto del rodaje	124

RESUMEN

La presente investigación se centra en el diseño de una maquina inyectora de polímeros dieléctricos para para producción de aisladores de media tensión para la empresa Electro Oriente S.A.

Para el desarrollo de esta investigación se consideró el tamaño de la maquina y las distintas formas de las anteriores máquinas de inyección analizando varias alternativas para establecer el diseño más optimo.

Las necesidades de la empresa fueron extraídas por medio de las entrevistas al personal, de las cuales voy a poder llegar a obtener los conceptos ingenieriles y así para a tener los parámetros necesarios para ver poder diseñar la máquina.

Después de hacer el diseño de configuración de concepto para poder conocer las dimensiones más importantes de la máquina para poder seguir con el siguiente paso que es hacer la simulación en ANSYS. Llegando a obtener resultados de esfuerzos en Von Misses (σ) el factor de seguridad (FS).

Y en Matlab se logró saber la velocidad del flujo masico (q), asimismo se pudo conocer le diámetro el eje (D_{eje}). Al usar el software sirvió en demasía para poder parametrizar todos los componentes críticos encontrados en ingeniería.

Para las estructuras nos guiamos del boceto N. °3 con dos cilindros hidráulicos y un eje transversal, resultando muy óptimo para su funcionamiento. El análisis paramétrico arrojo valores de $\sigma = 1158.98$ Mpa, FS= 4.88, Deje= 65mm.

El diseño es muy innovador y resulta muy económicamente rentable, y se hizo con el estricto seguimiento de la metodología de diseño en el proceso total de diseño.

Palabras clave: maquina inyectora, polímeros dieléctricos, diseño

ABSTRACT

This research focuses on the design of a dielectric polymer injection machine for the production of medium voltage insulators for the company Electro Oriente S.A.

For the development of this research, the size of the machine and the different shapes of the previous injection machines were considered, analyzing several alternatives to establish the most optimal design.

The needs of the company were extracted through the interviews with the personnel, from which I will be able to obtain the engineering concepts and thus to have the necessary parameters to see how to design the machine.

After making the concept configuration design to be able to know the most important dimensions of the machine to be able to continue with the next step, which is to do the simulation in ANSYS. reaching results of efforts in Von Misses (σ) the factor of safety (FS).

And in MATLAB it was possible to know the speed of the mass flow (q), likewise it was possible to know the diameter of the axis (Deje). Using the software helped too much to be able to parameterize all the critical components found in engineering.

For the structures we are guided by the sketch No. 3 with two hydraulic cylinders and a transversal axis, being very optimal for its operation. The parametric analysis yielded values of $\sigma=1158.98$ Mpa, FS= 4.88, Let= 65mm.

The design is very innovative and economically profitable, and it was done with the strict follow-up of the design methodology in the total design process.

Keywords: injection machine, dielectric polymers, design

I. INTRODUCCIÓN

Hoy, a nivel mundial, los materiales poliméricos se utilizan en todos los ámbitos de la vida cotidiana de la sociedad moderna, como la alimentación, las telecomunicaciones, la medicina, la agricultura, y su producción es parte importante de su economía (González, 1997). Los polímeros conductores experimentaron un gran auge, especialmente en la segunda mitad del siglo XX. Son materiales fundamentales y tecnológicamente importantes porque combinan las propiedades de los metales o semiconductores con estructuras orgánicas, aportando versatilidad en los procesos de síntesis y funcionalización. Con la expansión de la producción industrial mundial de polímeros, la investigación sobre el desarrollo de compuestos poliméricos en aisladores se puede llevar a cabo en condiciones extremas. La situación se ha deteriorado significativamente. Rellenando varias cargas minerales, plastificantes y polímeros modificados químicamente en general, se puede obtener un conjunto completo de polímeros característicos de alta calidad. (Aj Gulyaev. 2020).

Los aisladores poliméricos en Latinoamérica son productos utilizados para instalar cables de potencia y transformadores y son los encargados de bloquear las cargas eléctricas en el sistema de transmisión de energía conectado. En los últimos años, los aisladores de polímero han ido sustituyendo paulatinamente a los de porcelana debido a sus ventajas. Estos aisladores son más seguros porque no explotan como los aisladores de porcelana. También es más barato y fácil de transportar debido a su menor densidad en comparación con su contraparte de cerámica. Finalmente, en algunos ambientes extremos. Aunque la tecnología es relativamente nueva (35 años) y se necesitan más estudios técnicos para comprobar la eficacia del sistema de aislamiento en los sistemas eléctricos interconectados, los aisladores compuestos se están importando en grandes cantidades para satisfacer el creciente sector económico. La demanda contribuyó en gran medida al desarrollo económico en la región en los últimos años. (Hernández, 2011)

En los últimos 18 años, el PBI de Perú ha crecido en promedio 5.3% anual, y todo el crecimiento se ve realizado en el dinamismo de diversas actividades (minería, manufactura, etc.), lo que a su vez se refleja en la mayor demanda de energía eléctrica. De hecho, las ventas de energía aumentaron en un promedio de 8.1% por año durante el período del informe, y el aumento fue mucho mayor en ciertas regiones, especialmente en la parte norte del país. (Dammert y Molinelli, 2011). La industria del plástico es considerada la quinta actividad industrial más innovadora de nuestro país y así mismo la industria del plástico crece a un 3,2% anual debido a la demanda de la construcción y la agroindustria (Medina, 2021). Los aisladores de polímero están fabricados con silicona vulcanizada, un material muy ligero que se utiliza para el tendido de líneas, mientras que la porcelana es más pesada.

Electro Oriente es una empresa estatal privada, íntegramente estatal, que abastece de energía eléctrica a los departamentos de Loreto y San Martín. La empresa inició sus operaciones el 1 de julio de 1984 y tiene su sede en Iquitos. La empresa presta servicios de producción, transmisión, distribución y comercialización como servicio público o gratuito mediante el cumplimiento de contratos en su área de concesión. Su visión es convertirse en una empresa innovadora reconocida con servicios de calidad en las ciudades de Amazonas, Cajamarca, Loreto y San Martín. Los servicios de la empresa incluyen el mantenimiento de líneas de alta tensión, lo cual incluye el mantenimiento de los aisladores que son los elementos críticos que más tienden a fallar.

La empresa Electro Oriente S.A. tiene la intención de cambiar gran parte de sus aisladores a polímeros dieléctricos ya que estos poseen una gran tolerancia a los esfuerzos y tensiones de los conductores, así como también permiten reducir los costos de mantenimiento. La empresa ha visto la necesidad de implementar en sus líneas de alta tensión aisladores de polímeros dieléctricos, debido a que el uso de aisladores de porcelana es más caro y su mantenimiento es más complicado. La empresa ha decidido llegar a sustituir en todas sus redes de alta tensión los aisladores convencionales por los de polímeros dieléctricos, pero como el costo de reemplazo es elevado, se ha pensado realizar una sustitución progresiva, lo cual significa que conforme

los aisladores convencionales lleguen al final de su vida útil y sea necesario reemplazarlos, esto sean hechos por los aisladores de polímeros dieléctricos que se encuentren en stock, de esta manera reducir los tiempos perdidos en mantenimiento. Por otra parte, se sabe que en Iquitos la manufactura es muy escasa y al lograr tener esta máquina que fabrica estos aisladores la empresa Electro Oriente S.A. podrá tener a disposición los aisladores en un tiempo mucho menor que mandar a pedir a los fabricantes externos. Por lo antes mencionado la empresa Electro Oriente S.A. ha decidido obtener una máquina para fabricar este tipo de aisladores. Es por esta razón que en este trabajo de investigación se realizará el Diseño de una Máquina Inyectora de Polímeros Dieléctricos Aislantes para la Empresa Electro Oriente S.A con el fin de reducir costos en manufactura y disminuir tiempos en paradas de mantenimiento.

En vista de lo expuesto, el problema de investigación a resolver en este trabajo se plantea como sigue: ¿Cuáles son las especificaciones técnicas y la geometría de una máquina inyectora de polímeros dieléctricos aislantes para la empresa Electro Oriente S.A.?

El trabajo se justifica a nivel tecnológico debido a que en el mercado nacional estos equipos son escasos, a pesar de que esta tecnología ya existe, pero fuera del país. Por lo cual desarrollar un diseño propio de una máquina de polímeros dieléctricos permitirá ingresar esta tecnología al país, ya que en la actualidad la tendencia a nivel mundial es dejar de usar aisladores de porcelana (tradicionales) y reemplazarlos por los aisladores de polímeros dieléctricos.

Para esta investigación se planteó el objetivo general como: Diseñar una máquina inyectora de polímeros dieléctricos aislantes para la empresa Electro Oriente S.A. y los objetivos específicos se detallan de la siguiente manera: Identificar las necesidades de diseño de la máquina, expresar en términos ingenieriles las necesidades de la máquina inyectora, generar conceptos alternativos como posibles soluciones al problema de diseño y seleccionar la alternativa óptima, realizar un análisis paramétrico de los componentes críticos, simular la máquina inyectora, seleccionar los componentes estándares, elaborar la ingeniería de detalle, realizar un análisis económico.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentará un breve resumen de los trabajos que anteceden a esta investigación:

Sancho Berenguer et al (2022) en su tesis desarrollaron una máquina de inyección de plástico que fue diseñada, simulada y puesta en funcionamiento en una empresa especializada en el diseño de equipos de cultivo. Para esta máquina, los componentes principales están diseñados de acuerdo con varios parámetros relacionados con la productividad de la máquina para hacer que la empresa sea más competitiva. Este trabajo de investigación calcula todos los parámetros relacionados con la producción que realizará la máquina de moldeo por inyección durante sus diversos períodos de ejecución o ciclos de trabajo. Por lo tanto, los autores concluyeron que su diseño es económico porque permite un alto volumen de producción y piezas con buena precisión dimensional.

Hongbo Fu, et al (2020) en su artículo de revisión sobre la tecnología de moldeo por inyección para el procesamiento de polímeros y sus compuestos, los autores mencionan que su principal contribución a este artículo es una introducción integral a todo el proceso de moldeo por inyección. Moldeo por inyección, incluidos equipos de moldeo por inyección, moldes por inyección, proceso de moldeo por inyección, materiales de moldeo por inyección y algunos métodos especiales de moldeo por inyección. En el moldeo por inyección de compuestos, el tornillo de inyección inyecta el material compuesto fundido en el molde y enfría el material compuesto en el molde para que el material compuesto se fije con la cavidad del molde para producir las piezas correspondientes. Durante este proceso, debe tenerse en cuenta que, si el compuesto se inyecta durante 1 o 2 minutos, debe inyectarse a intervalos de 1 o 2 minutos. Después de la inyección, el molde debe enfriarse durante 40-50 segundos.

En su trabajo, Nova y Peinado (2019) construyeron una máquina inyectora de polipropileno con fines académicos y de investigación, mencionando que la máquina inyectora está hecha de un material termoplástico diseñado y producido, el material seleccionado es el polipropileno elegido para inyección

vertical, con el que se pueden pulverizar en los moldes diferentes formas y diseños hasta 120 gramos de este material. Las condiciones especiales de funcionamiento del proceso de inyección son el tiempo y la temperatura. El rango de temperatura especificado para esta máquina es de 270 °C a 280 °C y el tiempo de mantenimiento es de cinco minutos. El autor recomienda utilizar este material de forma continua, durante el proceso, no detener el pistón y no tirar de él a la mitad, para evitar la formación de burbujas de aire o el reflujos de vacío del material inyectado. vacío creado Plastificación de pistones y cilindros.

Medina (2017) diseñó y construyó una máquina de inyección de plástico semiautomática de 50 gramos en su obra. Una empresa propiedad de D&J SECOND LTDA. Mencionó que el costo y el tamaño de la máquina eran consideraciones para este trabajo, por lo que investigó el método de inyección y la forma de la máquina de inyección y analizó las alternativas para determinar la mejor opción para su diseño y elección. También realizó cálculos para todas las partes mecánicas y seleccionó los elementos que componen la máquina, seguido de pruebas de rendimiento para determinar la velocidad de operación, la temperatura de ablandamiento, los tiempos de inyección y enfriamiento, y operó y revisó manualmente la máquina para asegurar la seguridad del operador. Este trabajo concluye con completar el plan de producción y también le permite determinar los parámetros y dimensiones necesarios para el diseño de la máquina de inyección.

Farotti y Natalini (2017) en su artículo realizaron el análisis de la influencia del proceso de moldeo por inyección sobre las propiedades mecánicas del polipropileno, este artículo muestra los primeros resultados del estudio de caracterización mecánica de un polímero comercial de polipropileno (PP). Realizaron un estudio sobre el comportamiento del polipropileno relacionado con la velocidad de inyección, presión de empaque, tiempo de enfriamiento, temperatura del molde y temperatura de fusión. Demostraron que la tensión de tracción aumenta con la temperatura de fusión y la temperatura del molde, lo que ayuda al polímero a establecer una orientación molecular más alta y tener menores tensiones residuales. Cuanto mayor es la temperatura del molde, menor es la velocidad de enfriamiento. La presión de empaque y la

velocidad de inyección no son muy importantes para la resistencia del polímero. A partir del análisis de efectos, es posible comprender qué propiedades de las piezas dependen principalmente de los parámetros de IM para el polímero específico.

Meza (2007) En su trabajo para la carrera de ingeniería mecánica en la Universidad Politécnica de Santander, quienes diseñaron una máquina de inyección de plástico, descubrieron el proceso de producción de un material tan importante como el plástico. En este trabajo, el autor presenta la especificación de construcción del equipo de inyección de plástico de acuerdo con los requisitos específicos dados. Luego proponen soluciones a estas necesidades, eligiendo la solución más adecuada y más adecuada para el problema en cuestión. A medida que desarrollaron su trabajo, demostraron el proceso de diseño y refinamiento usando herramientas CAD y CAE, usando tablas del fabricante y otros elementos seleccionados.

Martínez et al. (2002) en su disertación sobre el diseño y construcción de una máquina de moldeo por inyección de termoplásticos con fines educativos de la carrera de ingeniería mecatrónica El volumen de inyección es de 40 gramos. Con este fin, investigué las propiedades específicas de los materiales plásticos, los procesos de moldeo y los procesos de rociado que sustentaron el diseño. Los materiales plásticos se pueden procesar mediante varios métodos, uno de los cuales es el moldeo por inyección, y en estos procesos es importante tener en cuenta la presión de inyección, la temperatura de plastificación del material y la forma y el tamaño de la pieza de trabajo. producido.

Ya terminada la explicación de los antecedentes pasaremos a mencionar teorías relacionadas con el tema. Se empezará hablando de los conceptos teóricos relacionados al diseño de la maquina inyectora de polímero dieléctrico, los cuales sirven de apoyo en esta investigación.

POLIPROPILENO Y SUS PROPIEDADES

El polipropileno (PP) se descubrió en 1954 y rápidamente se hizo popular porque el PP tiene la densidad más baja de los plásticos base (ver Tabla 1). El PP tiene excelentes propiedades mecánicas (ver Tabla 2) y puede procesarse mediante varios métodos de conversión, como el moldeo por inyección y la extrusión. El polipropileno es un polímero obtenido catalizando propileno. Su mayor ventaja es la resistencia a altas temperaturas (ver Tabla 3), lo que hace que el PP sea especialmente adecuado para artículos como bandejas, embudos, cubos, botellas, vidrio, etc. (Maddah, 2016).

Tabla 1. Propiedades físicas del polímero polipropileno

Propiedades físicas	Valor	Comentarios
Densidad	0.880-2,40 g/cc	Valor promedio: 0.931 g / cc Recuento de grado: 1041
Tamaño de partícula	300 - 1000 μ m	Valor promedio: 675 μ m Recuento de grados:4
Espesor	25,4 - 102 micras	Valor promedio: 88.9 micrones Recuento de grado: 6
Contracción lineal del molde, transversal	0,0060 - 0,020 cm/cm	Valor promedio: 0.0131 cm/cm Recuento de grados: 28
Flujo de fusión	0.20 - 1800 g/10 min	Valor promedio: 29.9 g/10 min Recuento de grados: 1134

Fuente: Tomado de Matweb (2022)

Tabla 2. Propiedades mecánicas del polímero polipropileno

Propiedades mecánicas	valor	Comentario
Resistencia a la tracción, rendimiento	4,00 - 1350 MPa	Valor promedio: 33.0 MPa Recuento de grado: 1015
Alargamiento a la rotura	2.4 - 900 %	Valor promedio: 142 % Recuento de grados:381
Módulo de elasticidad	0.00800 - 8.25 GPa	Valor promedio: 1.68 GPa Grade Count:310
Límite elástico a la flexión	0,296 - 180 MPa	Valor promedio: 43.4 MPa Recuento de grados: 70

Nota. Tomado de Matweb (2022)

Tabla 3 Propiedades de procesamiento del polímero polipropileno

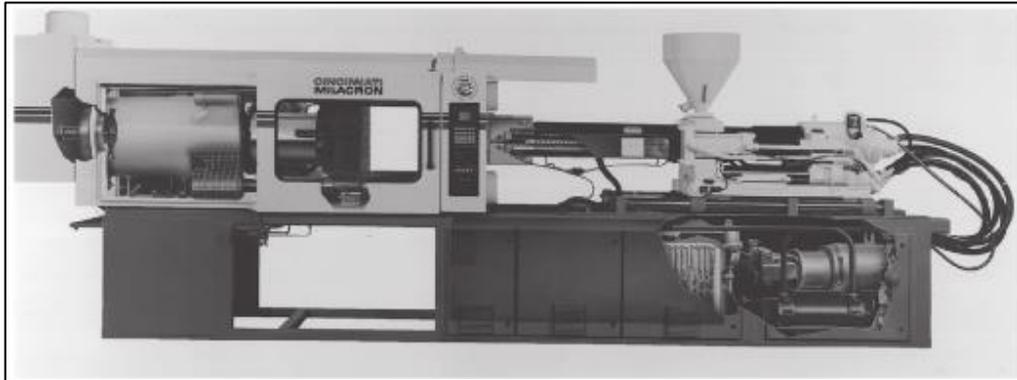
Propiedades de procesamiento	valor	Comentarios
Temperatura de procesamiento	87,8 - 274 °C	Valor promedio: 208 °C Recuento de grados: 43
Temperatura de la boquilla	188 - 270 °C	Valor promedio: 216 °C Recuento de grados: 16
Temperatura de fusión	160 - 320 °C	Valor promedio: 214 °C Recuento de grados: 101
Temperatura del molde	4,00 - 91,0 °C	Valor promedio: 41.3 °C Recuento de grados: 99
Temperatura del rollo	40,0 - 50,0 °C	Valor promedio: 43.3 °C Recuento de grados: 5
Temperatura de secado	60,0 - 100 °C	Valor promedio: 82.2 °C Recuento de grados: 36
Contenido de humedad	0.050 - 1.0 %	Valor promedio: 0.352 % Recuento de grados:13
Presión de inyección	2,76 - 103 MPa	Valor promedio: 60.9 MPa Recuento de grados: 38

Nota. Tomado de Matweb (2022)

Maquina Inyectora

En el método de inyección de termoplásticos se utiliza la máquina inyectora de plástico (ver figura 1), el material que ingresa a la tolva debe ser granulado, este material absorbe suficiente calor para promover su fusión, de modo que pueda ser inyectado en la cavidad del molde a una determinada presión, velocidad. y la temperatura, después de un cierto período de tiempo, el material en el molde se solidifica y se enfría mediante un sistema de enfriamiento, y luego las piezas se retiran del molde a través del sistema de descarga conectado a la máquina inyectora. La máquina inyectora es una máquina de inyección de plástico, a través del sistema de inyección, el plástico se funde en un molde donde le da la forma. Una vez inyectado el material, se enfría dentro del molde, se solidifica y forma la pieza moldeada. (Maldonado, 2012). Esta máquina hoy en día la vemos en numerosas ramas de la industria porque fabrica una gran variedad de productos tanto como partes de automóviles o envases de plástico, ciertos dispositivos médicos y muchas más donde el los termoplásticos sean requeridos.

Figura 1 Máquina de inyección de plástico horizontal



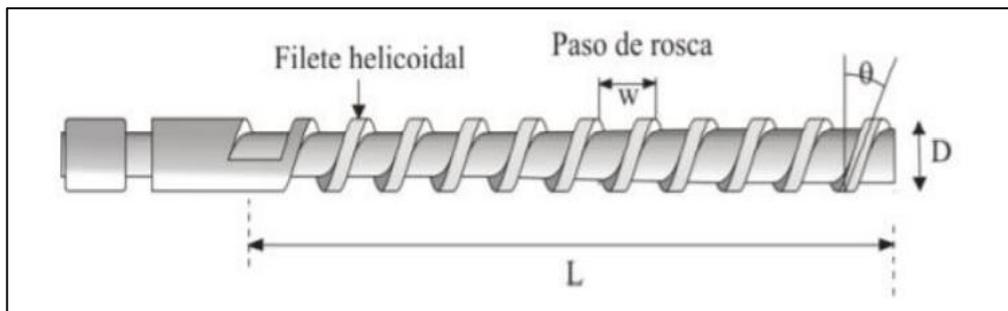
Nota: Tomado de Douglas M. Bryce, (1996.) "Plastics Inyección Molding. Manufacturing Process Fundamentals", SME. Dearborn.

Componentes Principales

Extrusor

Generalmente, los materiales poliméricos termoplásticos se utilizan en varios procesos de moldeado, procesamiento y acabado. El proyecto se desarrollará sobre la base del prensado de plástico. El proceso es continuo, ya que se envían desde la tolva al transportador de tornillo que funde, mezcla y empuja los materiales a través del orificio y les da la forma deseada, como se muestra en la Figura 2. (Maldonado, 2012).

Figura 2 Tornillo de Extrusión

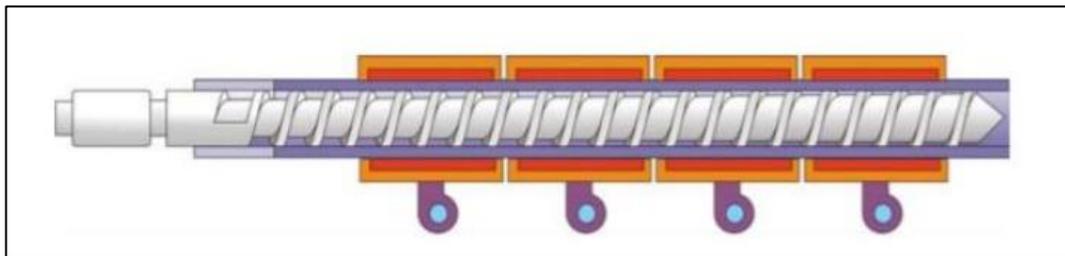


Nota: Tomado de M. Beltrán y A. Marcilla (2012)

CILINDRO:

El cartucho de calentamiento (consulte la Figura 3) es un cartucho de calentamiento con un tornillo adjunto. Debe tener una superficie muy rugosa para aumentar el corte, soportar el material y permitir que fluya a través de la extrusora. Su material de fabricación mayormente es de acero para proteger contra la corrosión y el desgaste mecánico, y también se puede fabricar en algunos casos con un recubrimiento bimetálico para aumentar la durabilidad. (M. Beltrán y A. Marcilla 2012)

Figura 3 Sistema de Cilindro calefacción

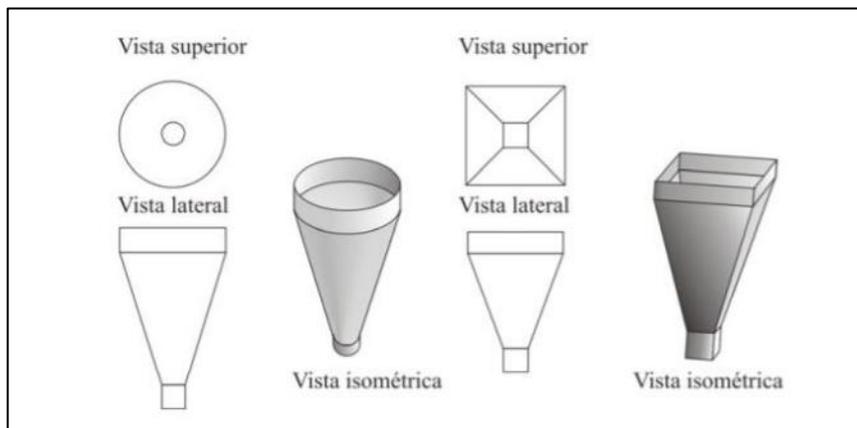


Nota: Tomado de M. Beltrán y A. Marcilla (2012)

TOLVA

Es un contenedor piramidal o cónico invertido a través del cual el material ingresa gradualmente a la máquina. La Figura 4 muestra los diferentes tipos de embudos más utilizados en los equipos.

Figura 4 Tipos de tolvas



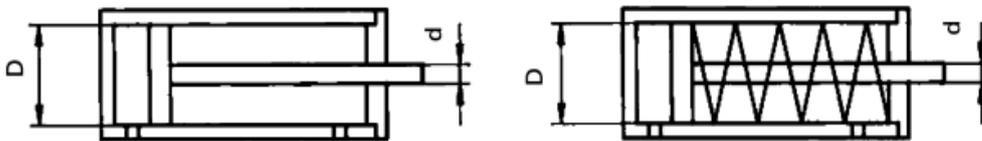
Nota: Tomado de M. Beltrán y A. Marcilla (2012)

CILINDRO NEUMÁTICO:

Los cilindros neumáticos, son componentes industriales diseñados para realizar determinadas funciones utilizando aire comprimido en la automatización industrial. De hecho, también se les llama cilindros o actuadores neumáticos. Los cilindros neumáticos su principal función es convertir la energía del aire comprimido en presión (serrano, 2009).

Los más usados son los de simple efecto y cilindros de doble efecto, sin embargo, el de doble efecto llegan a ser los más usados en la industria.

Figura 5 Cilindros de simple efecto y doble efecto



Nota: Serrano Nicolas (2009)

NORMA ANSI C29.13:

ANSI C29.13 es un estándar desarrollado por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) que proporciona especificaciones técnicas claras en los sistemas de distribución eléctrica (american national standard, 1988), se presentan algunas especificaciones y requisitos importantes definidos en el estándar ANSI C29.13, la cual se puede apreciar en el anexo 17.

LOS FACTORES QUE SON DE VITAL IMPORTANCIA EN EL DISEÑO

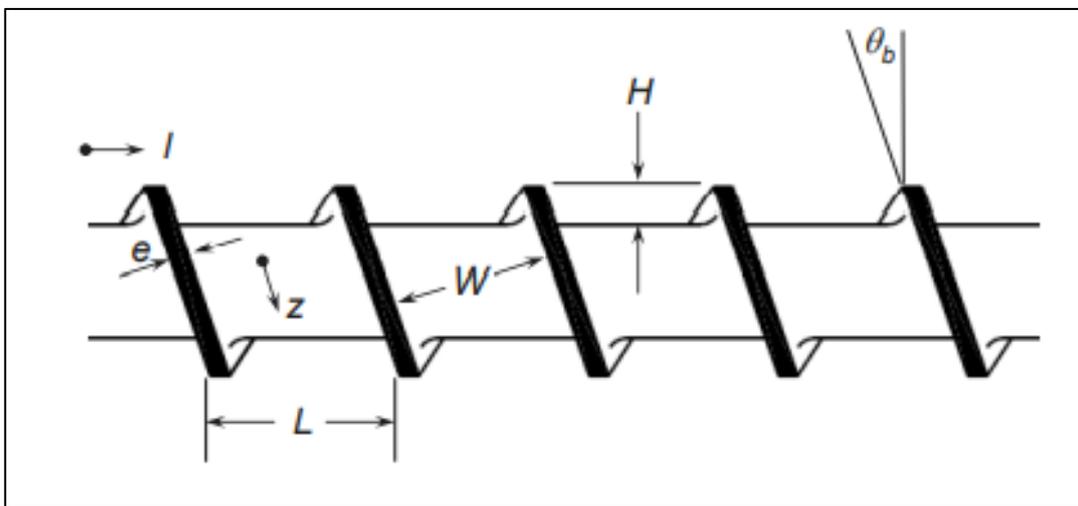
Ecuaciones de caudal simples para la Sección de medición

Para que una extrusora de un solo tornillo funcione correctamente, la parte medida del tornillo debe ser el paso limitante del proceso. Por lo tanto, los cálculos de flujo de la sección de medición del proceso se pueden usar para determinar si la extrusora está funcionando correctamente. Estos flujos se basan en un marco de referencia en el que el cilindro gira en dirección opuesta a la

rotación normal del tornillo, e históricamente se denominaron flujos de arrastre y empuje. El método descrito aquí es el más simple de todos los métodos. Esta simplicidad se basa en muchas suposiciones y, por lo tanto, requiere datos y esfuerzo computacional mínimos.

Los parámetros geométricos para un tornillo en forma de "herida" se muestran en la Figura 5 para un tornillo de una sola paleta.

Figura 6 Parámetros geométricos para un tornillo



Nota: Tomado de Análisis y solución de problemas de extrusoras de un solo tornillo (p12) por Gregory A. Campbell, 2013, Publicaciones Hanser,

Existen dos fuerzas impulsoras para el flujo en la sección de medición del tornillo. La suma de los dos flujos debe ser igual al caudal total. El caudal total, Q , el caudal rotacional, Q_d , y el flujo de presión, Q_p , para un canal de medición de profundidad constante se relacionan como se muestra en la ecuación 1. El subíndice d se mantiene en la nomenclatura por consistencia histórica, aunque el término se refiere al flujo de rotación del tornillo en lugar del concepto de flujo de arrastre histórico.

$$Q = Q_d - Q_p \quad (1)$$

El término de flujo rotacional volumétrico (Q_d) depende de varios parámetros geométricos y de la velocidad de rotación. Dado que la mayoría de las tasas de

extrusión se miden en masa por unidad de tiempo, el término Q_{md} se define como el flujo rotacional másico:

$$Q_d = \frac{pV_{bz}WHF_d}{2} \quad (2)$$

$$Q_{md} = \frac{p\rho_m V_{bz}WHF_d}{2} \quad (3)$$

En donde:

ρ_m : Densidad de fusión a la temperatura promedio del fluido

V_{bz} : Componente z de la velocidad del tornillo en la pared del cilindro

H : Profundidad del canal.

F_d : Factor de forma para el flujo de presión.

El término F_d compensa la reducción en la tasa de flujo debido al arrastre inducido resistencia de los vuelos. Para un canal infinitamente ancho sin tramos, F_d sería igual a 1. A medida que el ancho del canal se acerca a la profundidad, F_d es aproximadamente 0,5.

El análisis desarrollado aquí se basa en la física de rotación del tornillo, y por lo tanto varias otras definiciones se desarrollan aquí. Las velocidades en el núcleo del tornillo, indicadas por el subíndice c, en las direcciones x y z son las siguientes:

$$V_{cx} = \pi ND_c \sin \theta_c \quad (4)$$

$$V_{cz} = -\pi ND_c \cos \theta_c \quad (5)$$

En donde:

N : es la velocidad de rotación del tornillo en revoluciones por segundo.

La velocidad a través del canal para el tornillo en el marco de laboratorio (marco de rotación del tornillo) es:

$$V_x = V_{cx} \left[1 + \frac{H}{R_c} \right] \frac{y}{H} \left[2 - 3 \frac{y}{H} \right] + V_{cz} \left[1 + \frac{y}{R_c} \right] \quad (6)$$

En donde:

R_c : es el radio del núcleo del tornillo.

La velocidad de canal descendente en el marco de laboratorio para canales muy anchos ($H/W < 0.1$) en función de la altura del canal y es como sigue:

$$V_{dz} = \frac{Y}{H} |V_{cz}| \left[1 + \frac{H}{R_c} \right] - |V_{cz}| \left[1 + \frac{y}{R_c} \right] \quad (7)$$

Velocidad de flujo de presión en la dirección z para un canal muy ancho ($H/W < 0.1$) como función de y es:

$$V_{pz} = \frac{H^2}{8\eta} \frac{\partial P}{\partial Z} \left[\left[\frac{y}{H} \right]^2 - \frac{y}{H} \right] \quad (8)$$

En donde:

z : Componente de la velocidad del tornillo

H : Distancia de la raíz del tornillo

Se calcula como:

$$V_{bz} = \pi N D_b \cos \theta_b \quad (9)$$

O

$$V_{bx} = V_{cx} \left[1 + \frac{H}{R_c} \right] \quad (10)$$

El término de flujo de presión volumétrica, Q_p , y el término de flujo de presión de flujo másico, Q_{mp} , se calculan de la siguiente manera:

$$Q_p = \frac{pWH^3 F_p}{12\eta} \left[\frac{\partial P}{\partial Z} \right] \quad (11)$$

$$Q_{mp} = \frac{p\rho_m WH^3 F_p}{12\eta} \left[\frac{\partial P}{\partial Z} \right] \quad (12)$$

En donde:

F_p : Factor de forma para el flujo de presión,

$\frac{\partial P}{\partial Z}$: Gradiente de presión en el canal en la dirección z

η : Viscosidad de corte del polímero fundido a la temperatura media del canal y a una velocidad de cizallamiento media, γ :

$$\gamma = \frac{\pi D_c N}{H} \quad (13)$$

El cálculo de la velocidad de corte, utilizando la ecuación 13, se basa únicamente en el componente rotacional e ignora la contribución más pequeña debida al flujo de presión. La relación entre el gradiente de presión en la dirección z y la dirección axial, l , es la siguiente:

$$\frac{\partial P}{\partial Z} = \frac{\partial P}{\partial l} \sin \theta_b \quad (14)$$

Generalmente se desconoce el gradiente de presión, pero el máximo que puede ser para un tornillo extrusor de una sola etapa es simplemente la presión de descarga, P_{dis} , dividida por la longitud helicoidal de la sección de medición. Este gradiente máximo asume que presión al comienzo de la sección de medición es cero. Para un proceso correctamente diseñado, el gradiente real será menor que este máximo y la presión en el inicio de la sección de medición no será cero.

$$\frac{\partial P}{\partial Z} = \frac{P_{dis} \sin \theta_b}{l_m} \quad (15)$$

En donde:

l_m : longitud axial de la sección de medición.

Los factores de forma F_d y F_p , se calculan para ajustar el efecto final de los vuelos. Los factores son de la suma de una serie infinita como parte de una solución exacta para la temperatura constante y la solución de viscosidad constante en la dirección z en el tornillo desenrollado canal. Los factores se calculan de la siguiente manera:

$$F_d = \frac{16W}{\pi^3 H} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{i^3} \tanh \left[\frac{i\pi H}{2W} \right] \quad (16)$$

$$F_p = 1 - \frac{192W}{\pi^5 H} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{i^5} \tanh \left[\frac{i\pi H}{2W} \right] \quad (17)$$

Los factores de forma varían de 0 a 1 y se aproximan a 1 para canales poco profundos;

eso es: $\frac{H}{W} \approx 0$, es importante incluir los factores de forma al evaluar comercial canales de tornillo. Esto se vuelve extremadamente importante para canales profundos donde H/W no se aproxima a 0.

El caudal másico total, Q_m , se calcula combinando el componente de flujo como se proporciona en la ecuación. 18 para el caudal másico total.

$$Q_m = \frac{\rho V_{bz} W H F_d}{2} - \frac{\rho \rho_m W H^3 F_p}{12\eta} \left[\frac{\partial P}{\partial Z} \right] \quad (18)$$

Siguiendo la secuencia y basándonos en el libro “BULK SOLIDS HANDLING” encontramos ecuaciones que relacionan velocidad con el diámetro del tórno y además con el polímero.

Rendimiento volumétrico.

$$V_S = A_B \lambda N \quad (19)$$

Donde:

V_S : caudal volumétrico (m^3/h)

A_B : área de la sección transversal (m^2)

λ : paso del tornillo

N : velocidad de rotación (rev/s)

Volumen del polímero

$$V = \frac{\pi * R^2 * h}{2} \quad (20)$$

Donde:

V= Volumen del polímero (m³)

R= radio del eje (m)

h= altura (m)

Masa del polímero

$$q = v * \rho \quad (21)$$

Donde:

M= masa del polímero (kg)

v = volumen del polímero (m³)

ρ = densidad del polímero (2400 kg/m³)

Presión del plástico sobre el eje

$$p = \frac{w}{A_2} \quad (22)$$

Donde:

P= presión del eje (Pa)

w = peso (N)

A₂ = área interna de la zona de extrusor (m²)

Peso del material

$$W = m * g \quad (23)$$

Donde:

m = masa plástica en la tolva (kg)

g= la gravedad (m/s²)

fuerza del plástico sobre el eje

$$F = P * A_3 \quad (24)$$

Donde:

F = fuerza del plástico sobre el eje (N)

A_2 = área del eje (m²)

Fuerza distribuida del concreto sobre el eje

$$F_0 = \frac{F}{L_0} \quad (25)$$

Donde:

L_0 = longitud del tornillo sin fin (m)

F_0 = fuerza distribuida del plástico sobre el eje (N/m)

Volumen del eje

$$V_E = \pi * r^2 * h \quad (26)$$

Donde:

r = radio del eje (m)

h = longitud del eje (m)

V_E = volumen del eje (m³)

Peso del eje

$$w = \rho * V_E * g \quad (27)$$

Donde:

w = peso del eje (m)

ρ = densidad el acero (kg/m³)

V_E = volumen del eje (m³)

Esfuerzo a la tensión:

$$\sigma = \frac{\text{fuerza}}{\text{area}} \quad (28)$$

Para análisis de vida finita

$$\frac{\sigma_a}{Se} + \frac{\sigma_m}{Sut} = \frac{1}{n} \quad (29)$$

Donde:

σ_a = esfuerzo alternante

σ_m = esfuerzo medio

Se = resistencia a la fatiga

Sut = esfuerzo ultimo a la tensión

Cálculo de los esfuerzos sobre plancha transversal

Estática: Diagrama de cuerpo libre, diagrama de fuerza cortante y momento flector

$$\sigma = \frac{M * c}{I_x} \quad (30)$$

Donde:

σ = esfuerzo máximo del material

M =momento flector máximo

c =distancia hacia el borde externo desde el centroide

I_x = momento de inercia con respecto al eje x

Momento de inercia

$$I_x = \frac{1}{12}(b)(h^3) \quad (31)$$

Donde:

b = base de la figura se selección transversal de la viga

h = altura de la viga

desparejando las ecuaciones

$$I_x = \frac{M * c}{\sigma} \quad (32)$$

Factor de seguridad en carga estática

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{S_y}{n} \quad (33)$$

Donde:

σ = esfuerzo máximo soportado

F = fuerza máxima

A = área sección transversal

S_y = esfuerzo de fluencia del material

n = factor de seguridad

Esfuerzo cortante

$$\tau' = \frac{V}{A} \quad (34)$$

Donde:

V = fuerza cortante en N

A = área de la garganta en m³

$$\tau = \sqrt{\tau''^2 + \tau'^2} \quad (35)$$

Cortante máximo

$$\sigma = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{S_y}{2n} \quad (36)$$

Esfuerzo de fluencia mínimo

$$\tau = \frac{\tau_{perm}}{n} \quad (37)$$

Donde:

τ_{perm} = esfuerzo cortante permisible

n = factor de seguridad

Ahora bien, de acuerdo con la tabla 9-4 (Budynas & Nisbett, 2008) se tiene la ecuación

$$\tau_{perm} = 0.6 * S_y \quad (38)$$

Diseño de soldadura

$$\sigma = \frac{F}{hl} \quad (39)$$

Donde:

σ =esfuerzo

F= fuerza

L=longitud de la soldadura

h= altura de garganta

Potencia del motor

$$H = T * \omega \quad (40)$$

Donde:

H= potencia

T=torque

ω = torque

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada ya que se encuentra en función al uso de conocimientos teóricos o metodológicos.

Diseño de investigación.

El diseño de la investigación es no experimental.

3.2. Variables y Operacionalización

Variables Independientes

- Velocidad del tornillo, v (mm/s)
- Diámetro del núcleo del tornillo, D_c (mm)

Variables dependientes

- Caudal total de polímero extruido, Q (L/min)
- Capacidad de producción, C (piezas/h)

3.3 Población y Muestra

Población: Se seleccionó como población las máquinas inyectoras de plásticos a nivel nacional.

Muestra: Se tomó como muestra la máquina inyectora de polímero dieléctrico de la empresa.

Muestreo: Un muestreo no probabilístico intencional debido a que el investigador está eligiendo la muestra.

Unidad de análisis: La máquina inyectora de polímero dieléctrico para fabricar aisladores dieléctricos para la empresa Electro Oriente S.A.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En la Tabla 4 se muestran las técnicas y los instrumentos junto al tipo de validación que se emplearán en esta investigación.

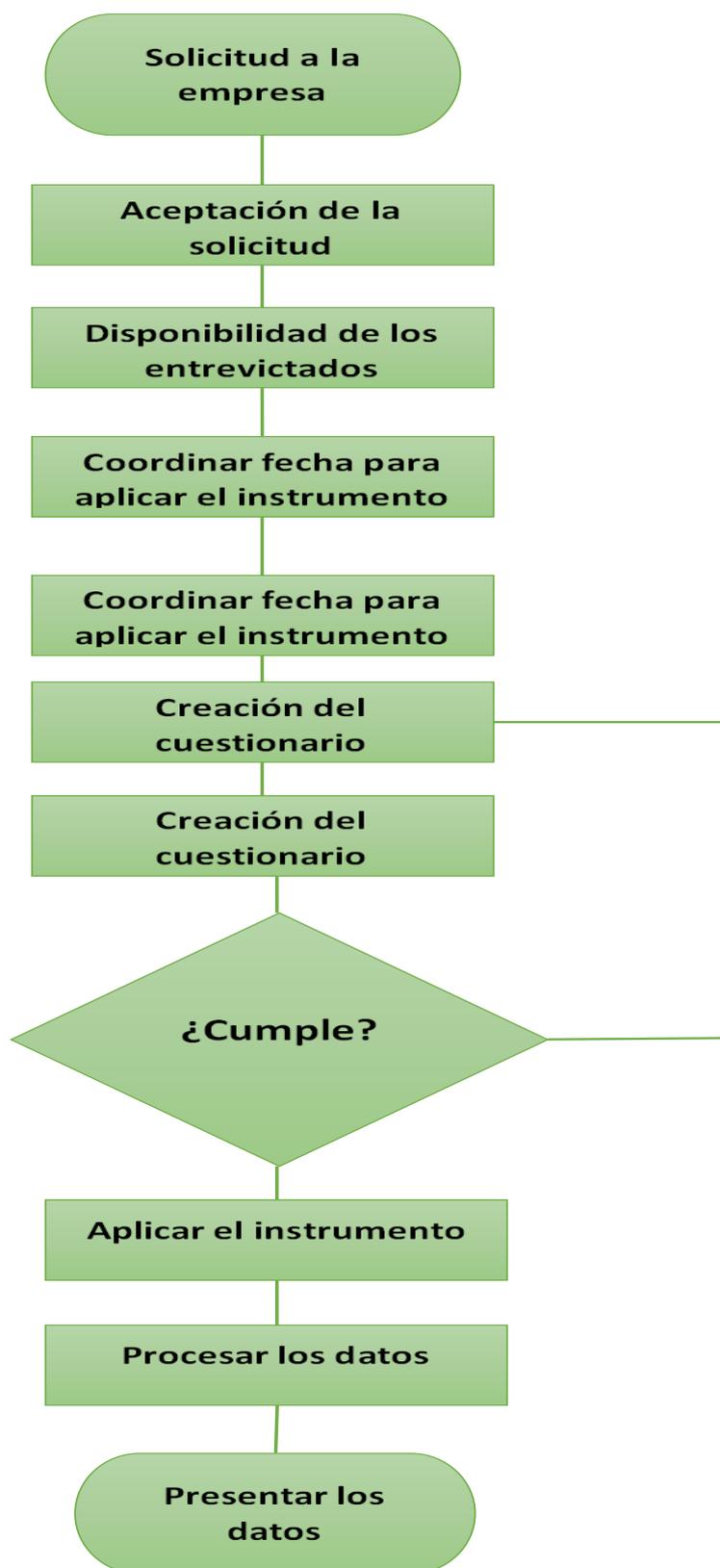
Tabla 4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO	VALIDACIÓN
OBSERVACIÓN	FICHA DE OBSERVACIÓN	ASESOR ESPECIALISTA
ENTREVISTA	FICHA DE ENTREVISTA	ASESOR ESPECIALISTA

3.5 Procedimientos

Para llevar a cabo esta investigación, se llevarán a cabo una serie de pasos estructurados, que primero empieza por la solicitud hacia la empresa para la recolección de datos para el diseño de la máquina. Las herramientas de recopilación de datos, incluidas las entrevistas validadas por expertos (Anexo 2), se desarrollaron con autorización. Las herramientas validadas están destinadas a los empleados de Electro Oriente SA. Los pasos detallados del proceso se logran visualizar en la figura en la Figura 6.

Figura 7 Procedimiento para la recolección de información



3.6 Métodos de Análisis

El contenido se obtendrá a través de entrevistas, se identificarán las necesidades del cliente y se elaborará una lista de posibles necesidades, las cuales se expresarán en términos de ingeniería para la pregunta.

Diseño de Parámetros Estructurales de Máquinas de Moldeo por Inyección de Polímeros Dieléctricos Utilizando Códigos de Referencia y Estándares como Directrices de Desarrollo de Diseño. Generar conceptos alternativos, evaluarlos mediante una matriz de ponderación y seleccionar la mejor alternativa que cumpla con los requerimientos del cliente. De esta manera, la configuración general de los componentes principales de toda la máquina se completa mediante el diseño paramétrico y luego se lleva a cabo el diseño de selección de piezas estándar. Con el software de ingeniería, ANSYS puede realizar cálculos y simulaciones relacionadas con estudios de plantas críticas. Por el momento, el presupuesto para esta máquina.

3.7 Aspectos Éticos

El autor acepta adherirse a la ética profesional adecuada, utilizar la información con respeto y citar las fuentes originales de acuerdo con el estilo ISO 690. Este trabajo sigue los lineamientos establecidos por el Código de Ética de la Universidad César Vallejo, que se refiere a la realización de la investigación científica como un conjunto de normas que rigen las buenas prácticas y garantizan los principios éticos para avalar el bienestar y la autonomía de los participantes de la investigación e investigadores en la adquisición, el procesamiento, la rendición de cuentas y la equidad de la información en relación con la investigación, la interpretación, la preparación de informes de investigación y difundir los resultados de la investigación para próximas investigaciones.

IV. RESULTADOS

4.1. Necesidades del diseño de la máquina de inyección

Los requisitos se obtuvieron a través de la aplicación de entrevistas personales que se realizaron en la empresa Electro Oriente S.A., las entrevistas fueron realizadas a diferentes representantes de cada área, de los cual el primero fue el Ingeniero supervisor del área de Ampliación y Remodelación y cuatro técnicos electricistas dedicado al mantenimiento de líneas de alta tensión. El modelo vacío de las entrevistas realizadas se encuentra en el Anexo 1 y la evidencia de las entrevistas realizadas se encuentran en el Anexo 2.

A continuación, se detalla cada una de las preguntas realizadas con sus respectivas respuestas recolectadas de las entrevistas que han sido aplicadas. En cada pregunta se resume el resultado de las cinco entrevistas obtenidas.

Pregunta 1: En el proceso tradicional que emplean actualmente ¿Cuál es el tiempo promedio de duración del aislador de porcelana en años?

De las entrevistas realizadas se sabe que la duración es de 20 a 25 años aproximadamente.

Pregunta 2: ¿Qué tipo de mantenimiento realizan a los aisladores de porcelana a 35 kv?

Los entrevistados coinciden en que mayormente el mantenimiento se realiza mediante limpieza con paño.

Pregunta 3: ¿Cada cuánto tiempo realizan el mantenimiento a los aisladores de porcelana para la tensión de 35 kV?

Según entrevistados el mantenimiento se realiza cada 2 años. Todos coincidieron en esta respuesta.

Pregunta 4: Con respecto al mantenimiento ¿En promedio a cuántos postes de alta tensión realizan mantenimiento? Indicar la cantidad aproximada según el periodo en que hacen los mantenimientos (mensual o anual)

De las entrevistas realizadas los entrevistados mencionan que aproximadamente la cantidad de postes a los que realizan mantenimiento es 15 a 20 postes al año.

Pregunta 5: ¿Cuántos trabajadores emplean en el mantenimiento de los aisladores de porcelana (lavado de los platos)?

De las entrevistas realizadas se llevó a saber que los trabajadores que realizan el mantenimiento son 2 técnicos electricistas.

Pregunta 6: ¿Cuánto tiempo dura la jornada del personal en dicho mantenimiento (lavado de los platos)?

Se llegó a obtener el tiempo que dura cada jornada es de 2 horas aproximadamente.

Pregunta 7: De su experiencia, comente ¿Qué tipo de fallas más comunes ocurren en los aisladores de porcelana?

De las entrevistas realizadas se sabe que es la rotura de los platos de porcelana, mediante esfuerzos mecánicos.

Pregunta 8: ¿Conoce o ha escuchado sobre el aislante de polímero dieléctrico? Deje algún comentario.

De las entrevistas realizadas se sabe que los expertos si conocen sobre los polímeros y saben de sus beneficios y sus excelentes propiedades que brinda un polímero dieléctrico.

Pregunta 9: Según su conocimiento. ¿Cuál es la longitud y tamaño promedio del tipo de aislador de cerámica al que realizan mantenimiento comúnmente?

De las entrevistas realizadas se llegó a saber que la medida más adecuada es de 2 x 15 cm aproximadamente.

Pregunta 10: ¿Si supiera que un solo solo aislador de polímero podría cubrir el “n” números de discos de aisladores de porcelana, le interesaría?

De las entrevistas realizadas se sabe que, si le interesa a cada uno de los técnicos, poder acortar aisladores.

Pregunta 11: ¿Conoce alguna norma relacionada al uso y aplicación de aisladores para alta tensión? En caso la respuesta sea “Si” comente brevemente las normas que conozca.

De las entrevistas realizadas se sabe que los técnicos saben sobre las normas y IEC 60305, las cuales ellos emplean en cada mantenimiento.

Pregunta 12: ¿Aproximadamente cuánto le cuesta a la empresa reemplazar un aislador de porcelana en mal estado?

De las entrevistas realizadas se sabe que para cambiar cada plato cuesta el valor de 30 nuevos soles.

Pregunta 13: ¿Cuál es costo por hora o por jornada del personal que realiza el mantenimiento de los aisladores cerámicos?

De las entrevistas realizadas se llegó a ver la que la jornada esta entre los rangos de 10 y 12 soles respectivamente.

Tabla 5. Resumen de entrevistas de necesidades de la maquina

N.º	Entrevistado	Aspecto técnico	Aspecto de diseño	Aspecto económico
1	Romero Rivera, Takeshi (supervisor de ampliaciones y remodelaciones)	20 años duración limpieza con paños cada 2 año empleando 2 trabajadores durando 2 horas y resultando la ruptura de aisladores la más común.	22 cm x 16 cm Si le interesa Si sabe de normas	30 soles el costo de cada plato llegando a costar el costo hora de hombre 11 soles aprox.
2	Ruiz Zamara, Carlos (técnico electricista)	20 años duración, limpieza a paños y cada 2 años, haciendo un promedio de 15 a 20 postes mensuales.	20 cm x 15 cm Si le interesa Si sabe de normas	30 soles un promedio de 10 soles por hora.
3	Guerra del Águila, Vicente (técnico electricista)	20 años duración, limpieza a paños y cada 2 años empleando 2 trabajadores.	20 cm x 15 cm Si le interesa Si sabe de normas	30 soles 10 soles por hora el costo por mano de obra
4	Bernales Flores, May (técnico electricista)	20 años duración, limpieza a chorros y cada 2 años, siendo 20 postes que hacen mantenimiento al mes.	20 cm x 15 cm Si le interesa Si sabe de normas	30 soles un promedio de 12 soles la hora.
5	Del castillo, Manuel (técnico electricista)	25 años duración, limpieza a paños y cada 2 años y se hacen 20 postes de mantenimiento empleando 2 trabajadores.	21 cm x 15 cm Si le interesa sí sabe de normas	30 soles un promedio de 12 soles la hora

Fuente: elaboración propia.

4.2. Expresar en términos ingenieriles las necesidades de la máquina inyectora

Partiendo de las necesidades de la empresa obtenidas por medio de las entrevistas, y como segunda fuente los antecedentes, se procede a representar las especificaciones en forma ingenieril, para que la maquina pueda alcanzar una productividad que cumpla con la exigencia que la empresa espera de la maquina inyectora de polímeros dieléctricos. Toda la información se presentó en la Tabla 6 donde se muestra cada una de las especificaciones de ingeniería.

Tabla 6. Especificaciones ingenieriles

Subfunción	Características Ingenieriles	Unidades	Limite
Soportar adecuadamente la alta tensión	Tiempo de duración del aislador hasta la falla	años	$20 \leq T \leq 25$
Producir piezas a velocidad adecuada	Números de piezas fabricadas	h-m	3
Extensión del tamaño de pieza	según la escala del molde	cm	$22 \leq L \leq 16$
Regularización del encendido de la maquina	Botón de encendido	S	3
Velocidad idónea para el funcionamiento	Máxima velocidad	Mm/s	$3 \leq V \leq 4$
Presión hidráulica de trabajo	Presión manométrica	bar	$25 \leq \text{MPa} \leq 28$

Fuente: elaboración propia.

4.3. Generar conceptos alternativos como posibles soluciones al problema de diseño y seleccionar la alternativa óptima

A continuación, se presenta una recopilación de recomendaciones de diseño de trabajos previos sobre el diseño de máquinas inyectoras. La información que se ha podido aprovechar esta relacionada con las investigaciones que anteceden a esta investigación, lo cual se puede observar en la Tabla 7

Tabla 7. Recomendaciones para el diseño de la maquina

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	RECOMENDACIONES DE DISEÑO	FUENTE
Parámetros relacionados con la productividad	Nos menciona cuales serían los parámetros para hacer más económica por su alto volumen de producción.	Sancho (2022)
Tiempo del moldeo por inyección	Se debe tener en cuenta que si el compuesto se inyecta durante 1 o 2 min. Se debe dejar enfriando el molde en 40 o 50 seg.	Hongbo (2020)
Parámetros para 120 gramos de polipropileno	La presión de inyección (28.6 Mpa) y el gradiente de velocidad a la que es sometida el material	Nova y Peinado (2019)
Velocidad y tiempo de inyección	Nos menciona el tiempo que es de 2 minutos y la velocidad de 12.5 g/s	Medina (2017)
Comportamiento del polipropileno frente a distintas pruebas	Se demostró que la tensión de tracción aumenta con temperatura del molde, lo que ayuda al polímero a establecer una orientación molecular más alta y tener menores tensiones residuales.	Farotti y Natalini (2017)

Fuente: elaboración propia.

4.3.1 Diseño conceptual

Para determinar el concepto de solución óptimo para el diseño de la maquina inyectora de polímeros, se elaboraron 3 alternativas como posibles conceptos de entre los cuales se seleccionó el concepto más adecuado para cumplir con los requerimientos de la empresa. Para cada uno de los tres conceptos se realizó una breve definición junto a sus ventajas y desventajas.

Concepto 1

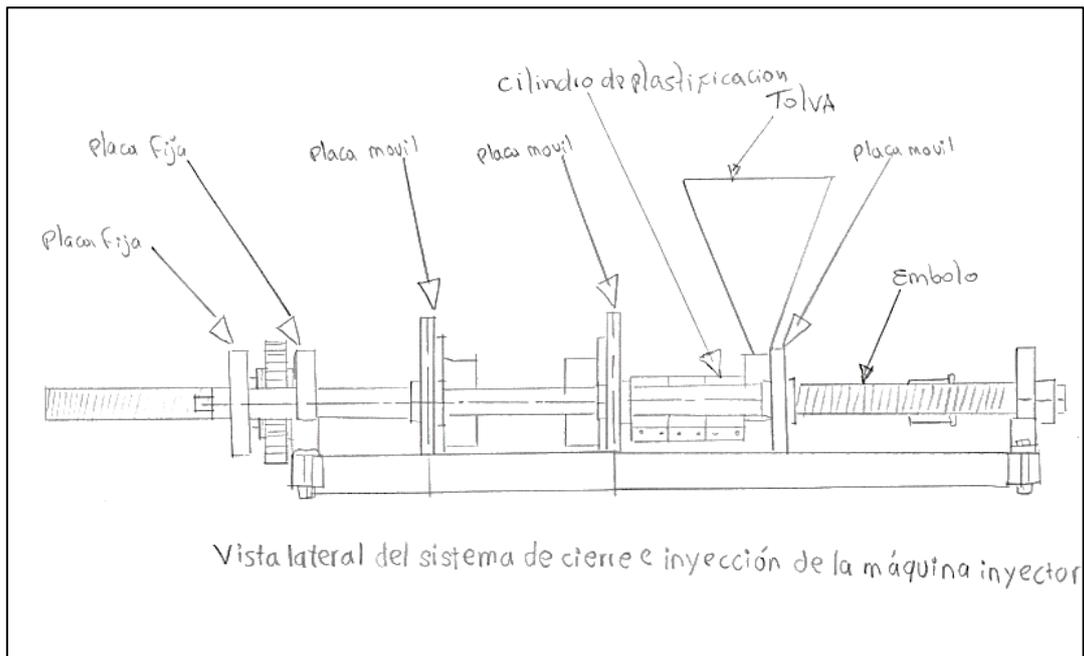
Este concepto se basó en Medina (2017) el cual se basó en tomar la consideración del espacio para facilitar el área de trabajo, para su manipulación y fijación del molde entre las placas, se utilizó 6 placas para su realización de la máquina de inyección (3 placas móviles y 3 placas fijas) la cuales están sometidas a 38 KN considerando la placa fija la más crítica ya que esta soporta toda la potencia que ejerce sobre ella el tornillo de potencia, como en la figura 07. La cual tiene una estructura horizontal, donde trabaja con un motor para darle movilidad al cilindro de plastificación, el embolo es la cual está sometida a la presión interna. Al ser de uso industrial el tornillo no se encuentra en una universidad, lo que hace que uno mismo tenga que diseñarla.

Su principal ventaja es que mediante esta forma se pueden obtener productos de grandes proporciones y de diferentes formas, tamaños o propiedades según se le requiera, esa es la ventaja de tener la forma vertical.

Otra ventaja sería que todo producto que se llega a realizar mediante esta máquina se puede volver a reciclar.

Su principal desventaja sería el alto costo de la máquina, al ser muy grande hace que su fabricación sea muy costosa.

Figura 8 Bosquejo del concepto 1



Fuente: elaboración propia.

Concepto 2

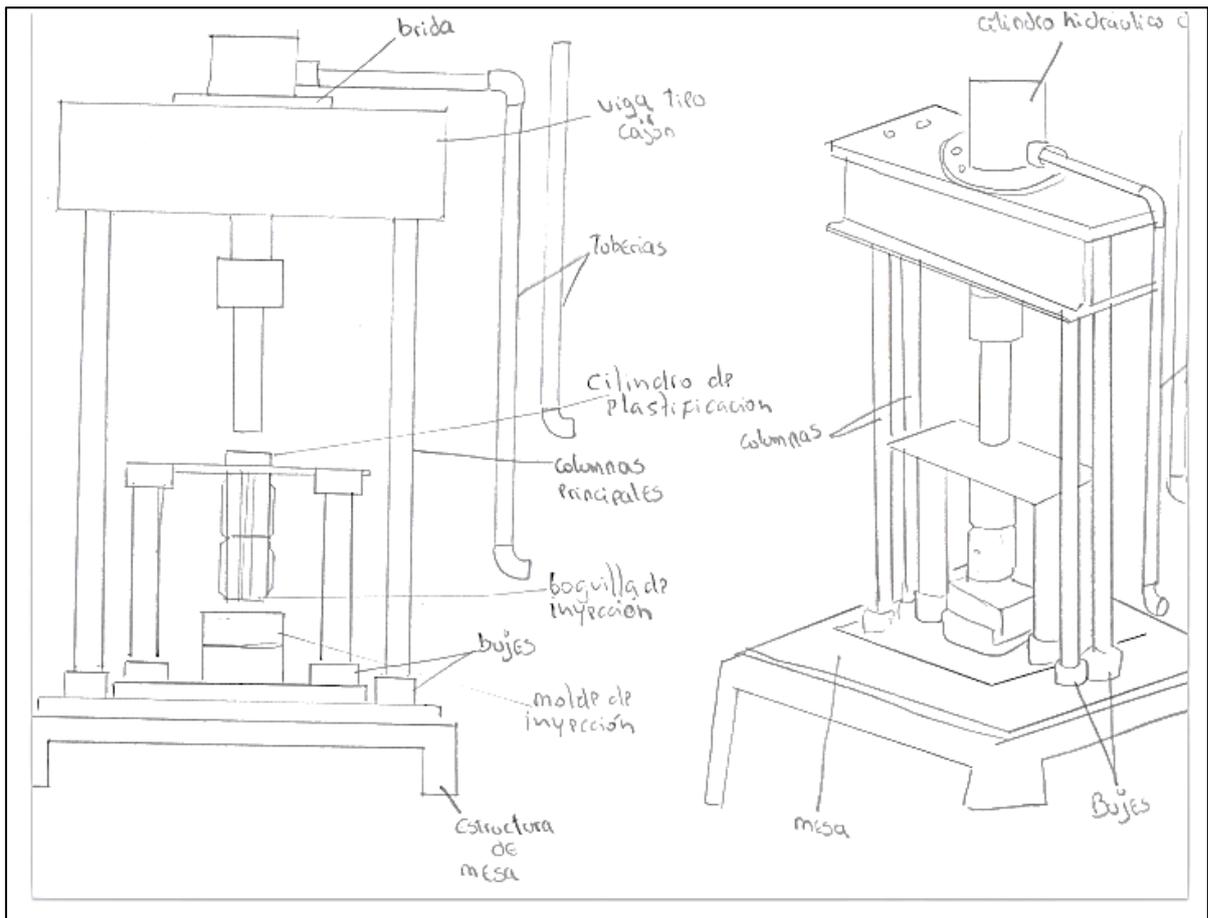
El concepto tiene su base en nova y peinado (2019) quienes desarrollaron un modelo el cual tomo como base al material polipropileno, este equipo adopto para la fabricación ese material por sus altas propiedades, aprovechando la forma medular con la que fue diseñada y se logró dar funcionalidad sin alterar su funcionalidad, también tiene una estructura recta tipo vertical controlada por cilindros de doble efecto.

Aumentar los soportes para aumentar la longitud y así aprovechar más la carrera del tornillo hidráulico que se llegó a usar en el proceso de inyección.

Su principal ventaja son las columnas principales las cuales están encargadas de aguantar al tornillo hidráulico, al ser las columnas de una gran altura (tienen una altura de 680 mm) y las hace más económicas y que es mucho más factible realizar un diagrama de cuerpo libre, considerando peso de tornillo y peso de la viga.

Entre sus desventajas se tiene que no pueden recibir todo tipo de moldes ni mucho menos hacer piezas de grandes proporciones.

Figura 9 Bosquejo del concepto 2



Fuente: elaboración propia.

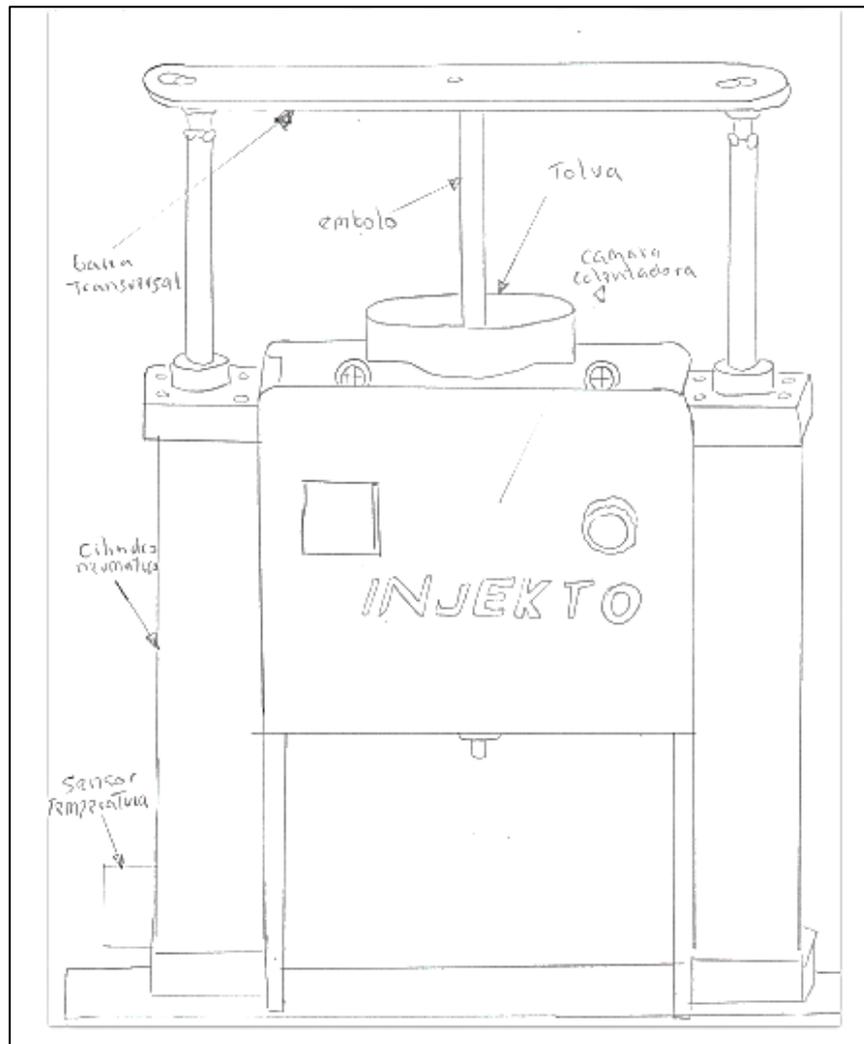
Concepto 3

Este concepto tiene su base en Injexto (2022) Este diseño trabaja y es controlado por cilindros neumáticos para darle movilidad, la cual regula la presión de una manera muy efectiva, también posee una estructura resistente para darle movilidad al pistón.

Sus principales ventajas son que reduce la cantidad de plástico que se filtra entre el eje y las paredes lo que provoca una inyección mucho más precisa y no habría la necesidad de comprar una maquina inyectora más cara porque esta máquina tiene una buena precisión, así como también su bajo costo en mantenimiento.

La principal desventaja es que tiene 4 controladores de temperatura e interruptores de que se conectan en serie lo que hace un poco costoso su construcción.

Figura 10 Bosquejo del concepto 3



Fuente: elaboración propia.

4.3.2 Selección del concepto óptimo:

Se seleccionó la mejor alternativa de concepto con la ayuda de una matriz de selección que se evaluó según los siguientes criterios: funcionalidad, rigidez estructural, seguridad, eficiencia, Facilidad de fabricación, mantenimiento. Ver Tabla 8 para la matriz de selección. La columna de la izquierda muestra los criterios de evaluación para determinar la mejor alternativa de diseño. A cada criterio de evaluación se le asigna un peso porcentual, recalificado según el nivel de satisfacción de cada alternativa mediante una escala ordinal: insatisfecho (0). Poco Satisfecho (1), satisfecho (2), muy satisfecho (3) y correctamente satisfecho (4). De la suma de la satisfacción y el puntaje ponderado de cada concepto, se multiplica el peso (%) de cada criterio por el puntaje para obtener el puntaje total del concepto, y por último se selecciona el diseño alternativo con mayor puntaje ponderado.

Tabla 8. Matriz de selección

Matriz de selección ponderada							
Concepto de selección							
		Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3	
Criterio	Importancia peso (%)	Valoración	Calificación ponderosa	Valoración	Calificación ponderosa	Valoración	Calificación ponderosa
Funcionalidad	20 %	4	0.80	3	0.6	4	0.8
Rigidez estructural	15%	3	0.45	3	0.45	4	0.6
Seguridad	10 %	3	0.3	4	0.4	4	0.4
Eficiencia	15%	4	0.6	3	0.45	4	0.6
Facilidad de fabricación	20%	2	0.4	2	0.4	3	0.6
Mantenimiento	20%	2	0.4	3	0.6	3	0.6
	100%		2.95		2.9		3.6
Posición		2		3		1	
	Clasificación	Valor					
	Insatisfecho	0					
	Poco satisfecho	1					
	satisfecho	3					
	Muy satisfecho	4					
	Correctamente satisfecho	5					

Fuente: elaboración propia.

4.3.3 Diseño de configuración:

Se crearon unos cuantos bocetos con el propósito de poder seleccionar el mejor concepto, y poder llegar al requerimiento de poder inyectar plástico a la maquina y así finalmente obtener el producto final que sería un aislador polimérico. Con el propósito de saber cuál es la mejor configuración se hizo una matriz de selección ponderada, bajo algunos criterios establecidos, los cuales brindaron un adecuado funcionamiento. Estos criterios fueron: instalación, productividad, facilidad de fabricación, mantenimiento, costo, seguridad.

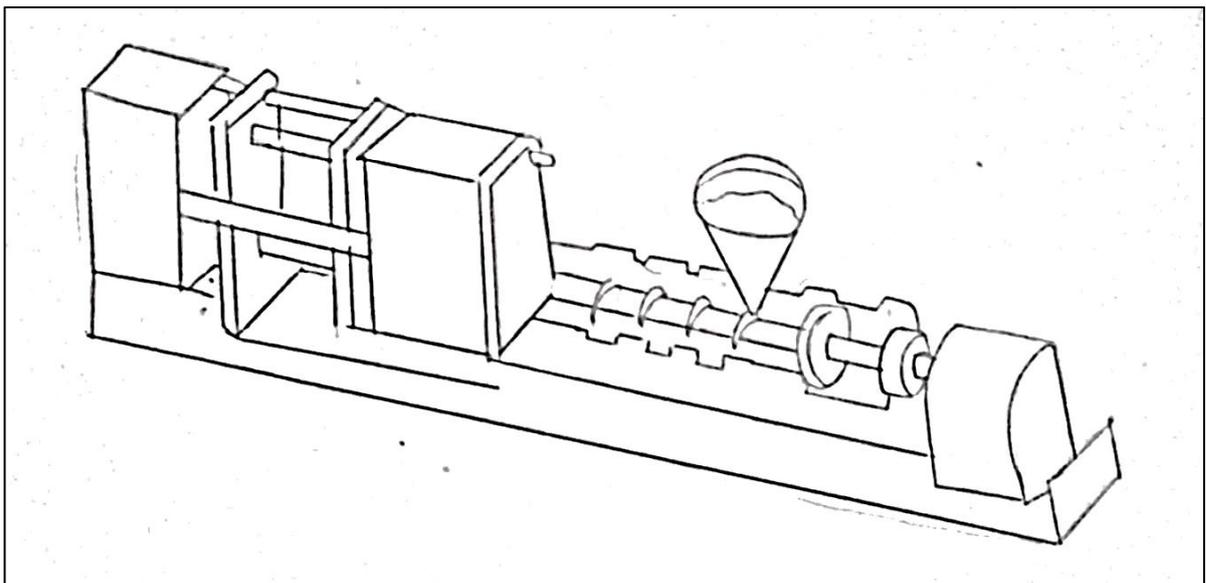
Configuración “A”

En la Figura 11 se muestra el diseño de la configuración “A” esta máquina está en forma horizontal la cual usa un sistema neumático. Este diseño es muy seguro porque cubre todo el molde.

La ventaja es que el diseño es bastante compacto ocupando en su anchura muy poco espacio.

La desventaja es que tiene que ver es que pueden sufrir contracciones en su geometría, por lo que es necesario a veces reducir la geometría de su molde.

Figura 11 configuración “A”



Fuente: elaboración propia.

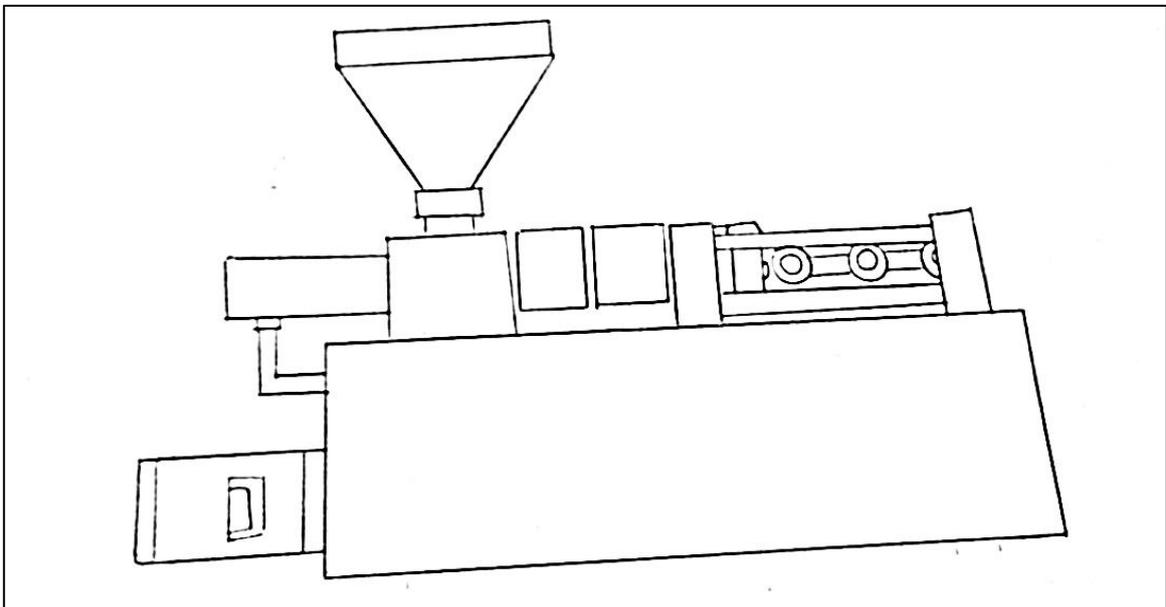
Configuración “B”

En la Figura 12 observamos que la maquina trabaja con 2 pistones neumáticos, los cuales abren y cierran la tapa de la matriz que contiene al molde. Las resistencias de calentamiento se encuentran a lo largo del cañón del extrusor.

Su mayor ventaja es que permite trabar con mayores presiones ya que ambos pistones se encargan de mantener la tapa unida a la matriz mientras se realiza la extrusión.

Su desventaja es que requiere de mayor tamaño y mayor potencia.

Figura 12 configuración “B”



Fuente: elaboración propia.

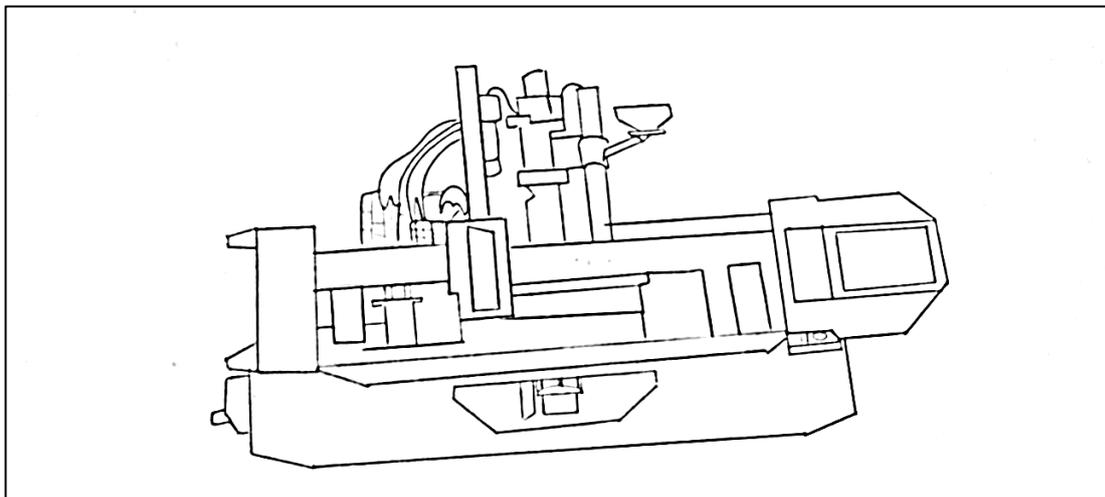
Configuración “C”

En la Figura 13 observamos que su característica que más sobresale o resalta es su mesa giratoria con dos barras de sujeción ya que no tiene barra de sujeción central.

Su mayor ventaja es el amplio espacio que se deja el centro de rotación debajo de la mesa para el enfriamiento del agua, aceite hidráulico, aire comprimido y conexiones eléctricas.

Su desventaja sería la forma abierta que tiene y así no estarían tan adecuadamente cuidados los componentes.

Figura 13 configuración “C”



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 9, se muestra el porcentaje que se logró poner a cada criterio de selección. La puntuación es como sigue: Poco Satisfecho (1), satisfecho (2), muy satisfecho (3) y correctamente satisfecho (4). De la suma de la satisfacción y el puntaje ponderado de cada concepto, se multiplica el peso (%) de cada criterio por el puntaje para obtener el puntaje total del concepto.

Tabla 9. Puntuación de criterios ponderados

Indicadores	
Criterios	Ponderado (%)
Instalación	10
Productividad	20
Facilidad de fabricación	20
Mantenimiento	30
Costo	20
Total	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Matriz de selección

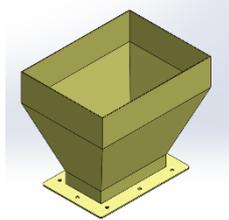
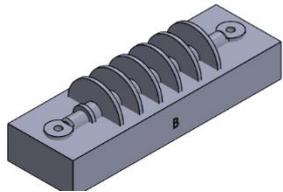
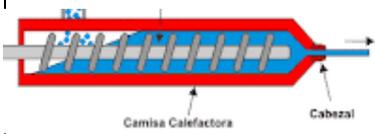
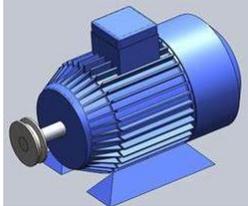
		Configuración "A"		Configuración "B"		Configuración "C"	
Criterio	Importancia	Puntuación	Puntuación ponderada	Puntuación	Puntuación ponderada	Puntuación	Puntuación ponderada
Instalación	10	2	0.3	2	0.3	2	0.2
Productividad	20	4	0.8	2	0.4	4	0.8
Facilidad de fabricación	20	2	0.4	3	0.6	3	0.6
Mantenimiento	30	2	0.6	3	0.9	3	0.9
Costo	20	3	0.6	3	0.6	4	0.8
Total	100		2.7		2.8		3.3

Fuente: elaboración propia.

4.3.4 Estructura de la Máquina

Ya una vez que se obtiene las diferentes alternativas se puede tener el siguiente esquema en la Tabla 11, con la cual se puede dar el diseño de la máquina inyectora de polímeros dieléctricos aislantes para la empresa Electro Oriente S.A.

Tabla 11. Componentes para el diseño de la máquina de inyección

Unidad	Alternativa	Esquema
Almacenamiento	Tolva piramidal	
Unidad de molde	Molde	
Unidad de inyección	Extractor	
Unidad de cierre	Cilindro doble efecto	
Unidad de potencia	Motor eléctrico	

Fuente: elaboración propia.

4.3.5 Selección de los materiales

Los materiales para diferentes partes de la maquina deben cumplir con ciertas características, por ejemplo, para el caso las matrices del molde estas deben soportar altas temperaturas con baja dilatación térmica, demás deben ser resistentes a la corrosión, para estos casos, algunos investigadores (Nova y Peinado, 2019; Medina, 2017) han usado diferentes tipos de acero AISI debido sus buenas propiedades.

El material de construcción más adecuado para cumplir con los puntos anteriores se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Selección para la barra transversal

Propiedad	Material		
	AISI 316	AISI 1020	AISI 1045
Disponición comerciable	alta	alta	alta
Geometría comerciable	Si	Si	Si
Esfuerzo a la fluencia	205 Mpa	220 Mpa	310 Mpa
Precio	razonable	Costoso	Razonable

Fuente: elaboración propia.

Para el caso del tornillo de extrusión los materiales considerados más adecuados son los que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Selección para el tornillo de extrusión

Propiedad	Material		
	AISI 304	AISI 1045	AISI 1020
Disponición comerciable	alta	baja	Alta
Geometría comerciable	si	no	Si
Esfuerzo a la fluencia	235 Mpa	310 Mpa	220 Mpa
Resistencia la corrosión	excelente	pésima	pésima

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se logró obtener la información y se tomó la decisión de elegir por el material AISI/SAE 304, que posee además un $S_u = 585 \text{ Mpa}$ y una densidad $= 7.93 \text{ g/cm}^3$ con este material se obtiene a gran medida las características que se logra obtener, tanto en propiedades mecánicas o composiciones químicas.

Para el caso del molde se consideraron los materiales de la Tabla 14.

Tabla 14. Selección del material para el molde

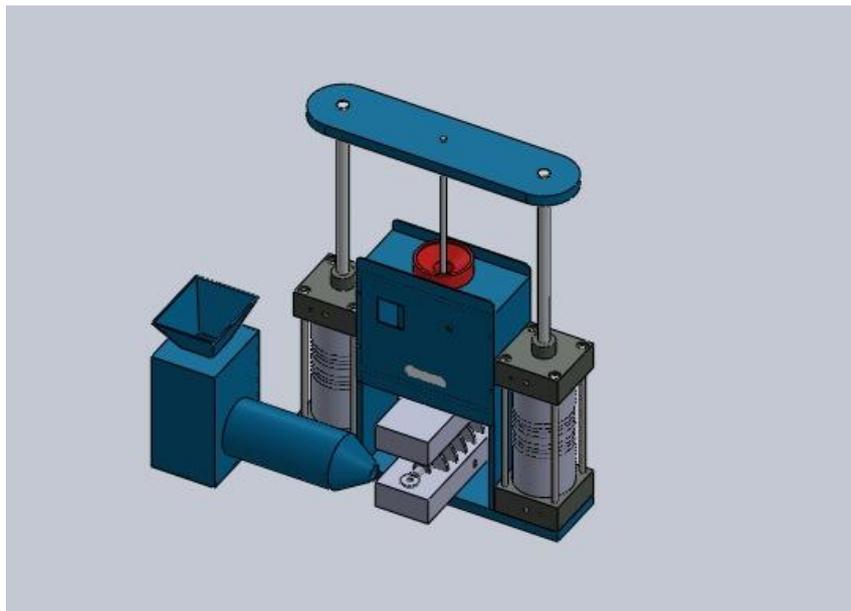
Propiedad	Material		
	ASTM 36	AISI 1045	SAE 8620
Disponibilidad comercial	alta	alta	baja
Geometría comercial	Si	si	si
Esfuerzo a la fluencia	250 Mpa	310 Mpa	630 Mpa
Costos	accesible	accesible	costoso

Fuente: elaboración propia.

4.3.6 Dimensionamiento de la máquina

El tamaño de la máquina debe seguir el estándar ANSI C29.13 específico para aisladores de suspensión. El polímero tiene una fuerte resistencia mecánica a la tracción, la flexión y la torsión. Los herrajes son fabricado en acero galvanizado ASTM 153, este accesorio es ideal para uso costero, montañoso y arbustivo.

Figura 14 máquina inyectora de polímeros dieléctricos

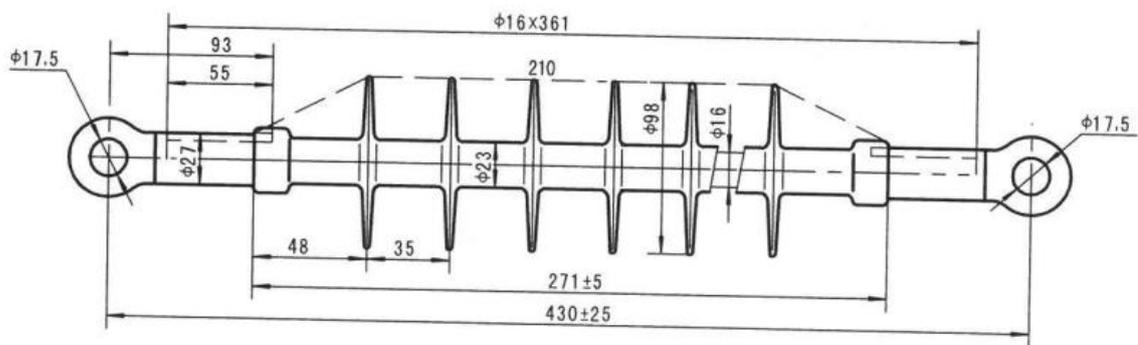


Fuente: elaboración propia.

Dimensionamiento de aislador polimérico dieléctrico

De los requerimientos que se logró obtener de las encuestas realizadas en la empresa Electro Oriente S.A. las dimensiones estimadas por los entrevistados estaban alrededor de los 22 cm x 16 cm aproximadamente. Según la norma C29.13 las dimensiones exactas para un aislador del tipo de suspensión se muestran en la Figura 15. Finalmente, el diseño de la máquina se realizó basándose en la norma C.29.13.

Figura 15 Aislador polímero dieléctrico

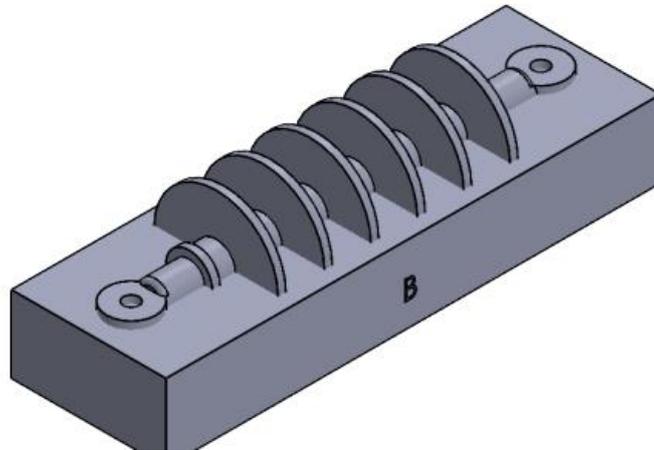


Fuente: (EPSAC,2019).

Dimensionamiento del molde del aislador polimérico dieléctrico

Ya habiendo definido las dimensiones máximas del aislador polimérico se acoto las dimensiones mínimas con las que debe contar el equipo de inyección. La matriz de inyección que está compuesta por dos partes (una fija y otra móvil) debe ser de mayor longitud que el aislador, por tanto, al tener el aislador una longitud máxima de 43 cm (considerando los herrajes). A esta medida se le agregó 2.5 cm extra a cada lado con la que se obtuvo una longitud total de 48 cm de largo para la matriz, como se aprecia en la Figura 16.

Figura 16 Molde del aislador de polímero dieléctrico

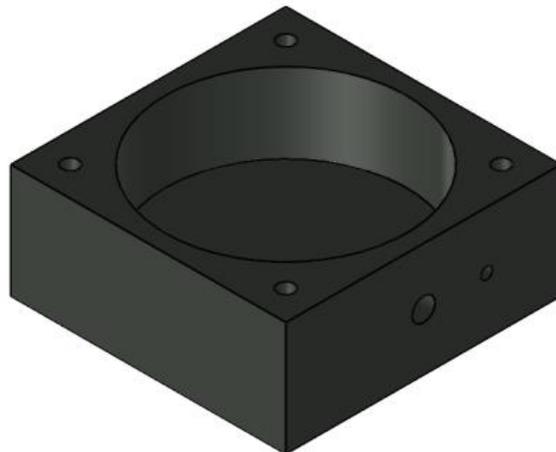


Fuente: elaboración propia.

Dimensionamiento de la tolva piramidal

Presenta una forma de embudo semi cónico, lo que facilita el ingreso de plástico granulado, para hallar la geometría de la tolva debemos considerar la altura y el ángulo de inclinación de la tolva (inclinación de sus paredes), como se logra visualizar en la figura 17.

Figura 17 tolva piramidal

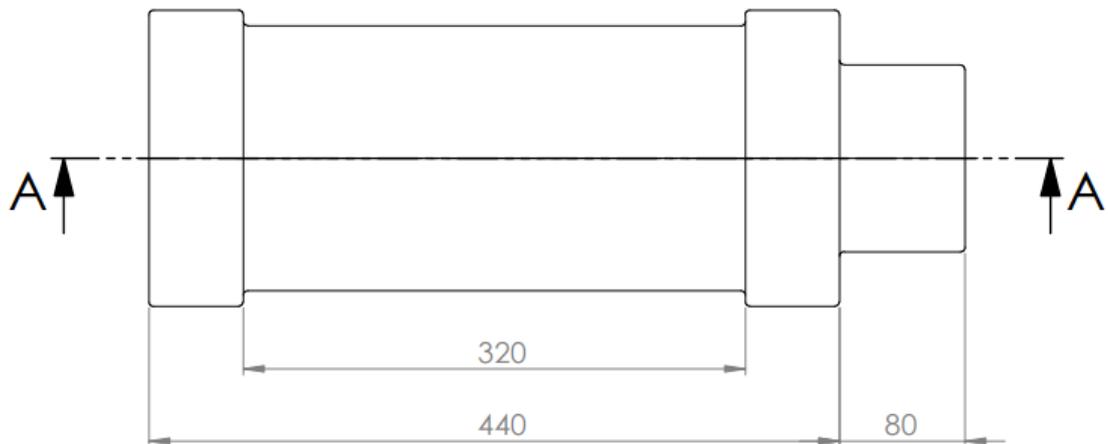


Fuente: elaboración propia

Dimensionamiento del cilindro neumático

Para el dimensionamiento recorrimos a catálogos y libros para seleccionar la mejor opción para que tenga la fuerza necesaria para que el cilindro empuje el plástico hacia el molde la cual se puede ver en la figura 18.

Figura 18 cilindro neumático



Fuente: elaboración propia.

4.4 Diseño paramétrico

Para el diseño paramétrico del tornillo sinfín, se tomó como variables los mostrados en la Tabla 16, por otra parte, el desarrollo completo para los cálculos se muestra en el Anexo 13. Para obtener las gráficas paramétricas se programaron las ecuaciones del Anexo 13 en el software de Matlab, tomando como base la caja negra de la Figura 19, se generaron las curvas paramétricas la Potencia del eje (Pot) y el flujo masico (Q) con respecto al diámetro del eje del tornillo sinfín, empleando como parámetro la presión de extrusión (Pr).

Los valores tomados en el cálculo paramétrico se pueden ver en la Tabla 16.

Tabla 15. Valores para el diseño paramétrico del extrusor de tornillo sinfín.

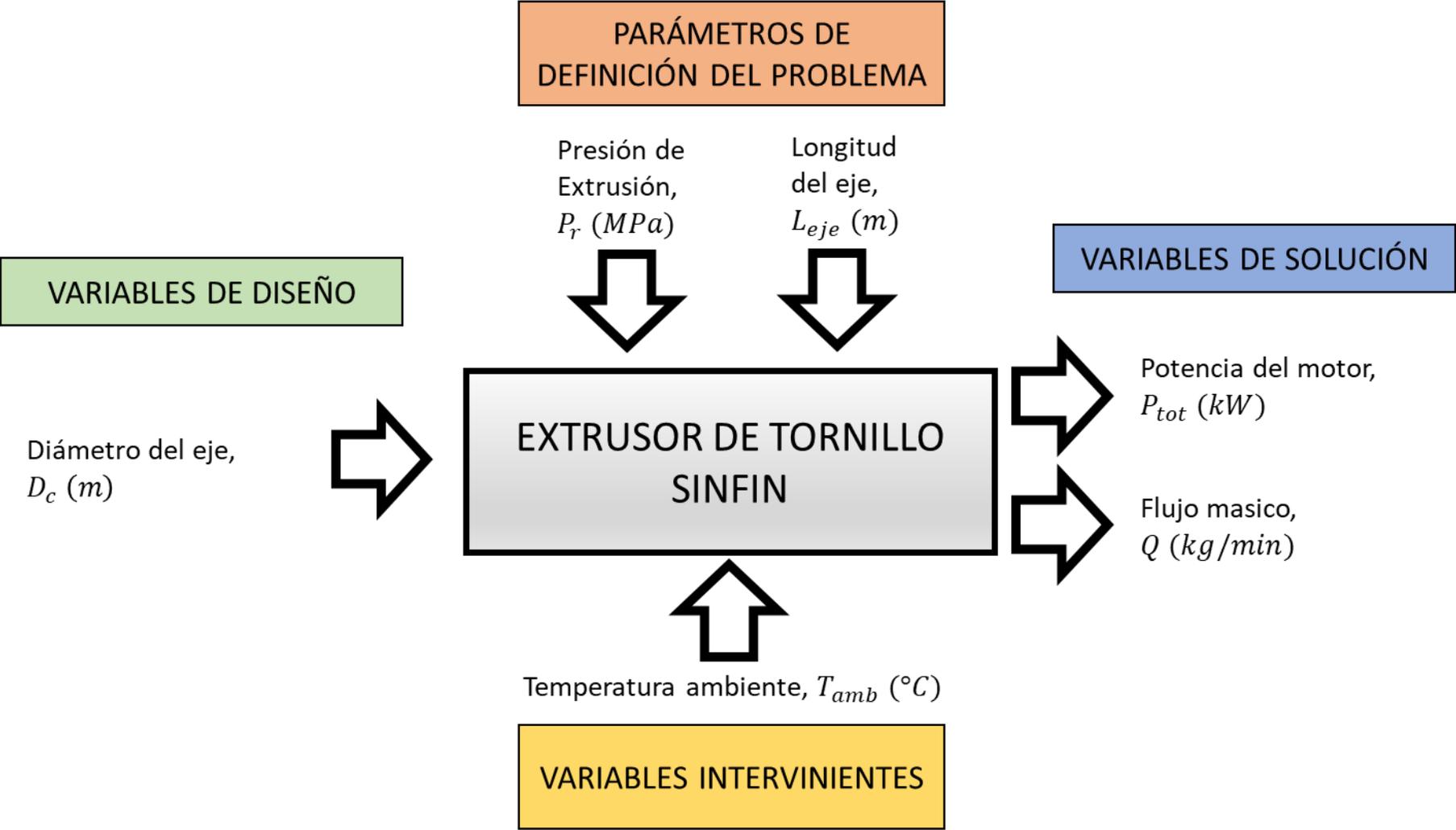
	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Diámetro del eje	Diámetro que determina el eje	Diámetro medido en el eje	mm/s	Intervalo
	Potencia total	Perdida al momento de inyectar	Perdida entre la caída de presión y la inyección.	kW	Intervalo
Dependiente	Flujo masico	Dada por la potencia del motor	Soporta la potencia del motor	kW	Intervalo

Tabla 16. Valores en Matlab para el diseño paramétrico

Longitud del eje	$L_{\text{eje}} = 0.3 \text{ m}$
Paso del tornillo	$L = 0.015 \text{ m}$
Longitud zona extruida	$L_{\text{extr}} = 0.3$
Densidad del material	$P_b = 2400 \text{ kg/ m}^3$
Aceleración gravitacional	$g = 9.81$
Velocidad de rotación	$N = 140 \text{ RPM}$
Eficiencia	$E_f = 0.9$
Diámetro del tornillo	$D_{sc} = 0.1 \text{ m}$
Viscosidad del material	$n = 1100 \text{ pa. s}$
Dimensiones del aislador polimérico	Largo= 0.21 Ancho= 0.023 Alto= 0.098
Diámetro de la hélice	Se probará distintas presiones: Pr 1= 1.5 m Pr 2= 2.0 m Pr 3=2.5 m Pr4= 3.0 m

Fuente: elaboración propia.

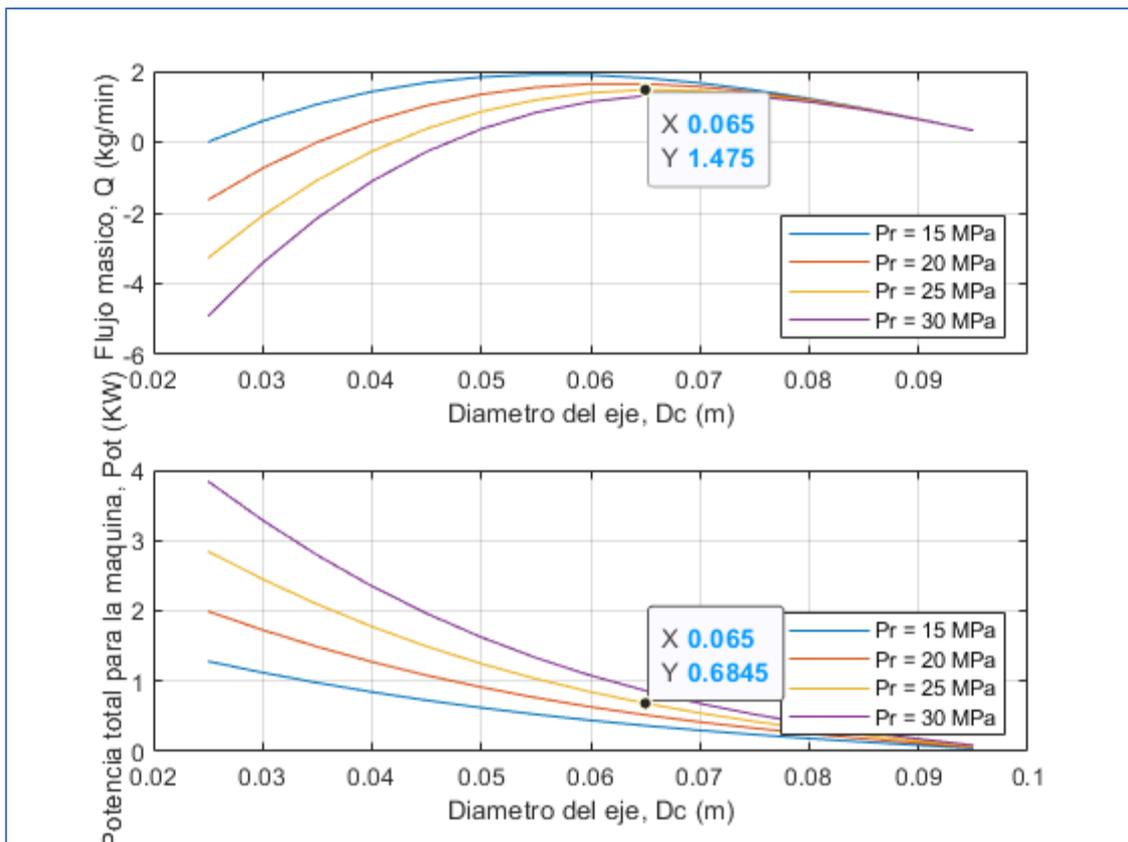
Figura 19 Caja negra para el diseño del extrusor de tornillo sinfín



Flujo de masico de la máquina

En el análisis paramétrico de la Figura 20, se realizaron graficas de Flujo masico del material fundido (Q) vs diámetro de eje (D_c). Para el diámetro del eje se usó un rango de valores que va desde 25 mm hasta los 95 mm. Adicionalmente se usó como parámetro la presión de inyección, para la cual se tomaron 4 valores. Comparando las gráficas se puede observar que a menor presión se consigue mayor flujo masico. Finalmente, analizando la gráfica paramétrica y sabiendo que la presión de inyección para el polipropileno (PP) es de 25 MPa (Nova y Peinado, 2019), el máximo flujo que se logra es de $Q = 1.475 \text{ kg/min}$ para un diámetro de eje $D_c = 65 \text{ mm}$.

Figura 20 Grafica paramétrica



Fuente: elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre del eje

Para garantizar que el diámetro seleccionado para el eje soporta las cargas cuando se hace el proceso de inyección, el eje se probó inicialmente bajo carga estática, estos cálculos se detallan en el Anexo 13. En la Figura 21 se muestra el diagrama de cuerpo libre para el eje del tornillo sinfín, con este diagrama se realizaron los diagramas de fuerza cortante y momento flector para obtener el momento de flexión y de torsión máximos que soporta el eje durante el proceso de extrusión. En la Tabla 17 se muestra los valores máximos obtenidos para el momento máximo de flexión y de torsión, así como también la resistencia de los materiales empleados para el análisis paramétrico del eje del tornillo sinfín.

Figura 21 Diagrama de cuerpo libre del eje del tornillo sinfín

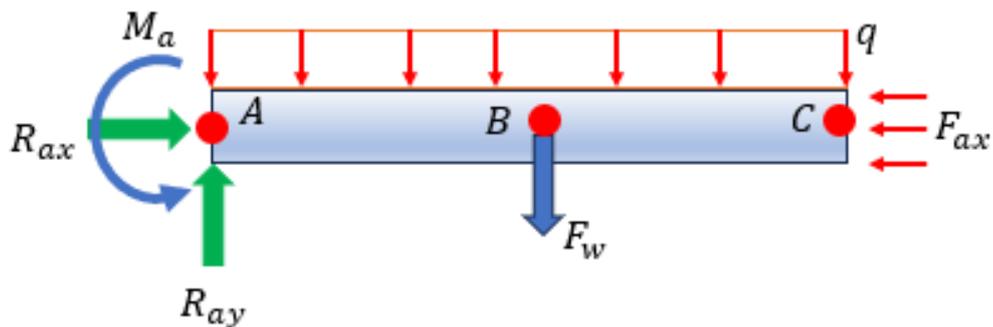


Tabla 17. Valores en Matlab para el análisis estático

Parámetros de entrada	
Momento Máximo	25412.8 Nm
Torque Máximo	899.13 Nm
Material	AISI 1045: 530 Mpa MPa AISI 1020: 350 Mpa MPa AISI 1010: 305 Mpa MPa AISI 304: 215 MPa

Fuente: elaboración propia

Diseño del eje en fatiga

En el análisis en fatiga se tomó los resultados de los cálculos del Anexo 13, y se programaron las ecuaciones en el software de ingeniería de Matlab. Para determinar si el diámetro del eje puede soportar los esfuerzos durante la extrusión, se realizó la gráfica paramétrica que se muestra en la Figura 22, donde se grafica la relación entre el Factor de seguridad en fatiga con el Diámetro del eje para diferentes tipos de materiales que se pueden emplear.

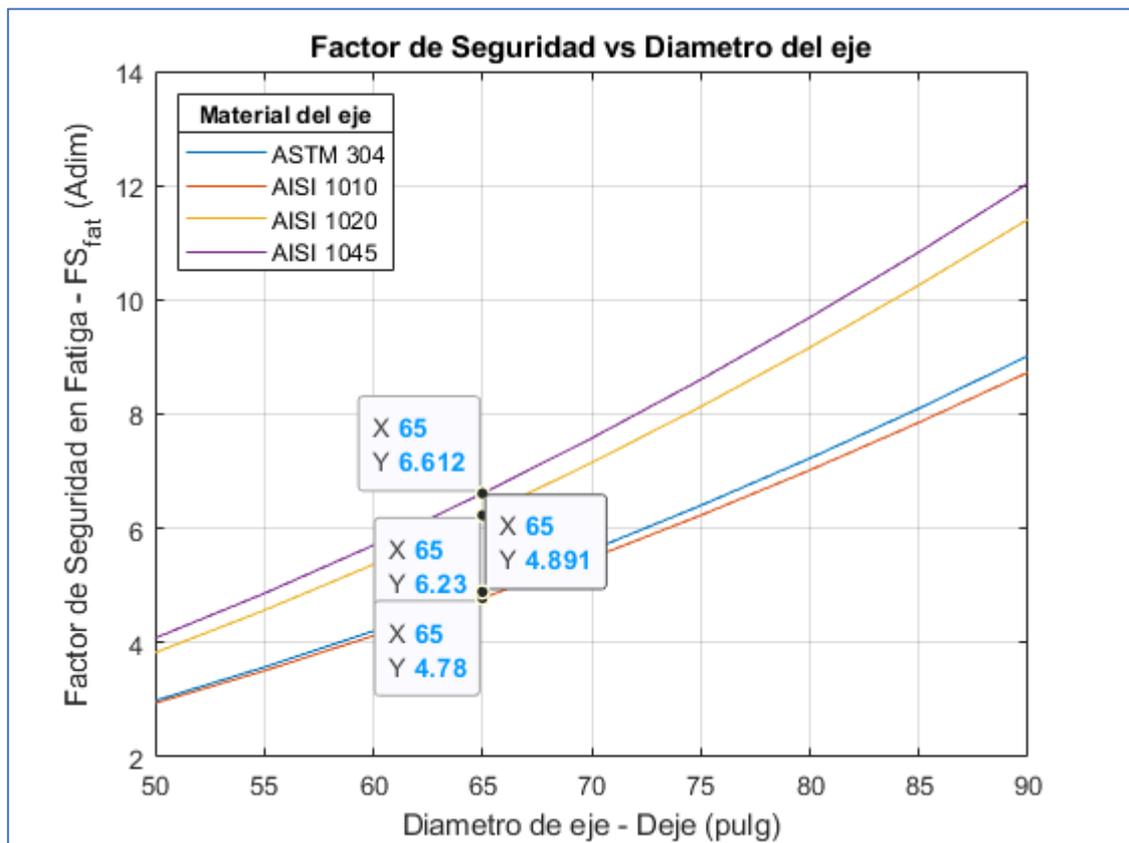
El análisis en fatiga requiere de unos coeficientes en la Ecuación de Marín, donde los valores tomados se encuentran en la Tabla 18, así mismo, en la misma tabla se presenta el valor de la resistencia a la fluencia (S_y) y la resistencia ultima (S_{ut}) de cada material empleado en el análisis.

Tabla 18. Valores en Matlab para el análisis de fatiga

Parámetros de entrada		
Momento	15.66	
Torque	46.69	
Factor de tamaño	0.78	
Factor de carga	0.8	
Factor superficial	1	
Factor confiabilidad	1	
Factor de temperatura	1	
Factor de efectos	1	
Concentración de efectos	1	
PARÁMETROS		
AISI 1020	Sy: 350	Su: 625
AISI 1010	Sy: 305	Su: 420
AISI 1045	Sy: 530	Su: 625
AISI 304	Sy: 215	Su: 505

Fuente: elaboración propia

Figura 22 Diseño paramétrico del eje en fatiga



Fuente: elaboración propia

Los resultados de las gráficas paramétricas de la Figura 22 muestran que para el diámetro de 65 mm de eje para el tonillo sinfín, el factor de seguridad en fatiga mínimo es de 4.78 si se utiliza el acero de menor resistencia (AISI 304), mientras que el factor de seguridad máximo es de 6.61 para el acero de mayor resistencia (AISI 1045). Debido a que los factores de seguridad son bastante altos se ha optado por usar el material de menor resistencia, esto es el acero AISI 304.

4.5 SIMULACIÓN

Los resultados ratificados a través del software de ingeniería ANSYS con la licencia académica, la cual tiene ciertas restricciones al número de nodos al momento de analizar son limitadas, a pesar de eso las capacidades de la edición académica es adecuado para el propósito de esta investigación.

Se realizó un análisis paramétrico en simulación empleando ANSYS, para este análisis se empleó la Tabla 19 donde se definieron las variables de la simulación. En este caso para el mismo diseño de eje extrusor se realizó una simulación con materiales de acero inoxidable debido a que tienen mayor resistencia a la corrosión.

Tabla 19. Valores para el diseño paramétrico la máquina.

Variable de diseño	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Resistencia del material	Resistencia mecánica del material a ser deformado	Valor de la resistencia del material obtenido por un ensayo de tracción	Sy	Intervalo
Variable de diseño	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Factor de seguridad	Relación entre la resistencia del material y el esfuerzo aplicado	Valor de la división entre la resistencia a la fluencia del material y el esfuerzo de Von Mises	Adimensional	Intervalo
Esfuerzo de Von Mises	Distribución de la fuerza aplicada sobre el elemento	Esfuerzo aplicado por la acción conjunta del momento de flexión y de torsión	Adimensional	Intervalo

En la Figura 23 se presenta la caja negra para la simulación hecha en ANSYS, en esta caja negra se tiene como variable de diseño el material del eje, el cual se define en base a la resistencia a la fluencia (S_y), mientras que las variables de solución fueron los esfuerzos de Von Mises (σ') y el Factor de Seguridad en carga estática (FS_{est}).

Figura 23 Caja negra para simulación en ANSYS

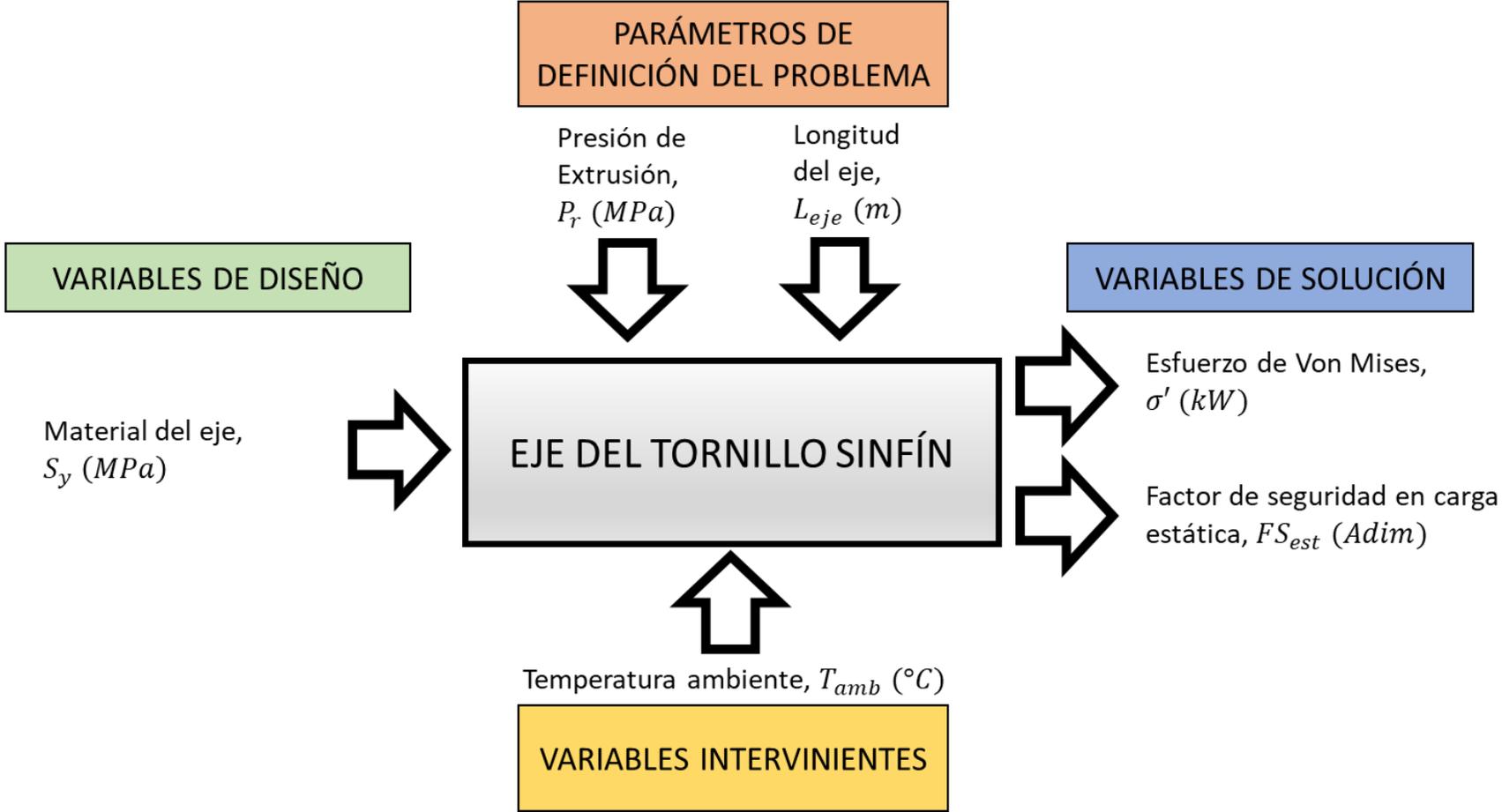


Tabla 20. Valores para el diseño paramétrico la máquina.

	Deformación Total	Esfuerzos de Von Mises	Factor de Seguridad Carga Estática
AISI 304L	<p>A: Static Structural_AISI 304L Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1 s 25/07/2023 16:34</p> <p>0.24886 Max 0.22121 0.19356 0.16591 0.13825 0.1106 0.082953 0.055302 0.027651 0 Min</p>	<p>A: Static Structural_AISI 304L Equivalent Elastic Strain Type: Equivalent Elastic Strain Unit: mm/mm Time: 1 s 25/07/2023 16:35</p> <p>0.002853 Max 0.0025361 0.0022191 0.0019021 0.0015851 0.0012681 0.00095116 0.00063418 0.0003172 2.1788e-7 Min</p>	<p>A: Static Structural_AISI 304L Safety Factor Type: Safety Factor Time: 1 25/07/2023 16:35</p> <p>15 Max 10 5 0.72783 Min 0</p>
AISI 316L	<p>B: Static Structural_AISI 316L Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1 s 25/07/2023 16:36</p> <p>0.24886 Max 0.22121 0.19356 0.16591 0.13825 0.1106 0.082953 0.055302 0.027651 0 Min</p>	<p>B: Static Structural_AISI 316L Equivalent Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 s 25/07/2023 16:37</p> <p>329.75 Max 293.11 256.48 219.85 183.21 146.58 109.94 73.311 36.677 0.043576 Min</p>	<p>B: Static Structural_AISI 316L Safety Factor Type: Safety Factor Time: 1 25/07/2023 16:37</p> <p>15 Max 10 5 0.62169 Min 0</p>
AISI 422	<p>C: Static Structural_AISI 422 Total Deformation Type: Total Deformation Unit: mm Time: 1 s 25/07/2023 16:38</p> <p>0.24886 Max 0.22121 0.19356 0.16591 0.13825 0.1106 0.082953 0.055302 0.027651 0 Min</p>	<p>C: Static Structural_AISI 422 Equivalent Stress Type: Equivalent (von-Mises) Stress Unit: MPa Time: 1 s 25/07/2023 16:39</p> <p>329.75 Max 293.11 256.48 219.85 183.21 146.58 109.94 73.311 36.677 0.043576 Min</p>	<p>C: Static Structural_AISI 422 Safety Factor Type: Safety Factor Time: 1 25/07/2023 16:39</p> <p>15 Max 10 5 2.229 Min 0</p>

Fuente: elaboración propia

4.6 Diseño De Selección De Componentes Estándar

4.6.1 Motor trifásico

De los cálculos realizados en Matlab para el trabajo de inyección de plástico mediante la extrusión se determinó que la potencia que requiere el motor es de 2hp (ver anexo 20).

Por otro lado, el motor debía poder probarse en un amplio rango de velocidades, por lo que se eligió un motor trifásico de 1750 RPM, ya que este es un valor de velocidad común en el mercado de motores pequeños. En la Tabla 18 se puede ver las especificaciones principales de este motor.

Figura 24 Motor eléctrico



Fuente: Edipesa

A continuación, se presenta la tabla 18 con un resumen de sus características más resaltantes del motor trifásico.

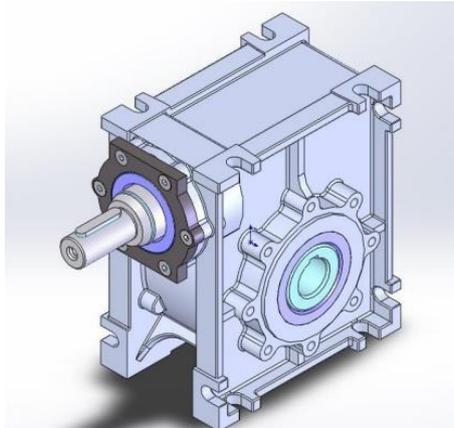
Tabla 21. Especificaciones técnicas para el motor

Marca	Rexon
Modelo	YC100L-4
potencia	2.0 hp
voltaje	220/380 V
Velocidad	1750 rpm
Frecuencia	60 Hz

4.6.2 Caja reductora de velocidad

Es el ente que controla la velocidad y el par del motor que se transmite desde una fuente de energía, por eso se eligió para poder disminuir la velocidad. Para los parámetros básicos se recurrió a la web de una empresa CIPESA, la cual proporcionó potencia y la relación de reducción. Se pueden apreciar las especificaciones principales del reductor en la Tabla 19.

Figura 25 Reductor de velocidad



Fuente: CIDEPA

Tabla 22. Reductor de velocidad

Marca	CIDEPA
Modelo	Tornillo
potencia	2.0 hp
Par	99
Índice de reducción	10:1

4.6.3 Acople para el motor trifásico

Para facilitar el montaje y desmontaje como es el motor conectado al eje de extrusión se optó por usar acoples tipo FRC para poder unir los componentes directamente al eje de salida del reductor de velocidad.

El tipo de acople es SKF el cual se puede apreciar en la figura 25, el cálculo para su selección se encuentra en el Anexo 15.

Figura 26 Acople mecánico



4.6.4 Rodamientos

En la elección de los rodamientos para el eje de extrusión, se tomó el diámetro del eje (65 mm) que se obtuvo de Matlab a las posibles cargas que estará sometido.

Se eligió un rodamiento de bolas de contacto angular ya que este tipo de son las que llegan a soportar cargas axiales como también radiales, siendo el rodaje más apto para trabajar en el eje.

El rodaje que se llegó a elegir fue el 4309 ATN9 el cual fue escogido del catálogo de la marca SKF que se puede ver en el anexo 22.

Figura 27 Rodaje de bolas



Fuente: SKF

4.6.5 Planchas de acero inoxidable

Las planchas de acero inoxidable se van a usar en las zonas de transporte del material (el polímero inyectado) para evitar posibles corrosiones del material, por ende, se usará para la carcasa y los sistemas de la estructura. Las dimensiones de la pacha de acero inoxidable más comercial es 3/8 "x 1200mm x 3000mm.

Figura 28 Plancha de acero inoxidable ASTM A36



Fuente: acero inoxidable

4.6.6 Tornillo sin fin

Para la selección del material del tornillo sin fin se eligió al acero AISI 422, por sus propiedades mecánicas y las características que posee.

Figura 29 Barra de acero inoxidable AISI 422



Fuente: Aleación de tubos

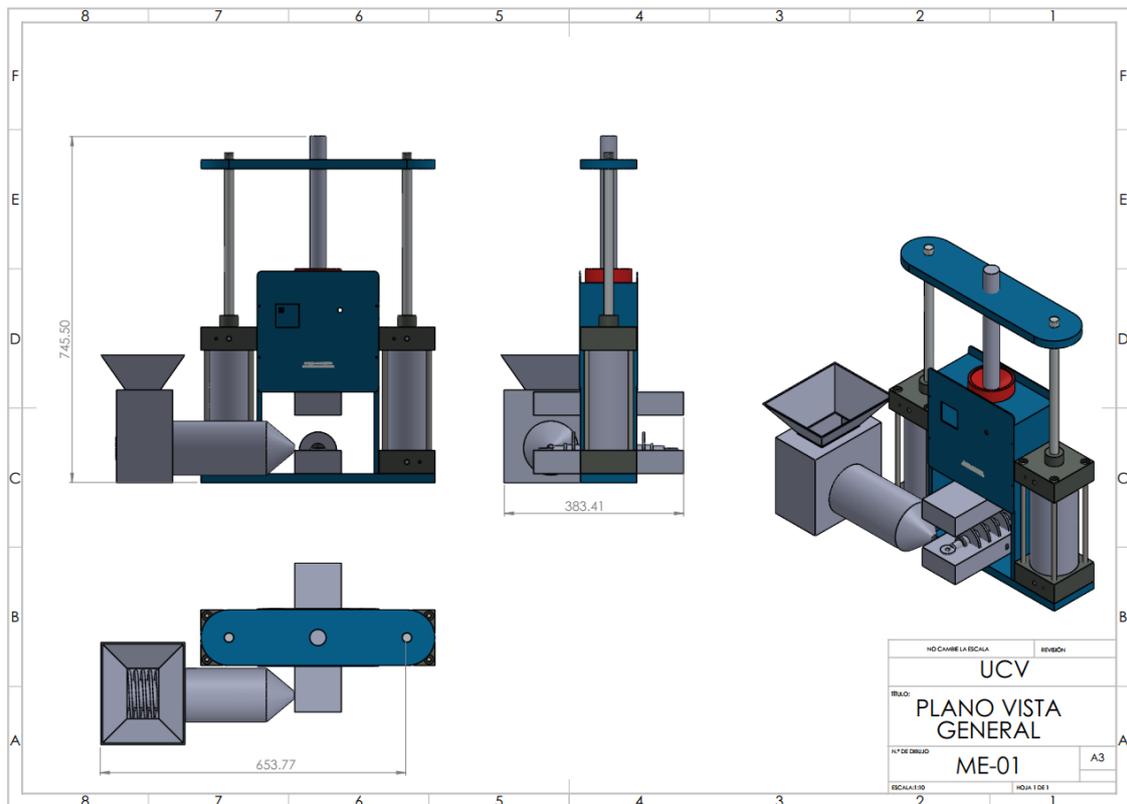
4.7 Ingeniería de detalle

Luego de obtener los resultados de la simulación y la selección de componentes se procedió a realizar el diseño de detalle, el cual consistió en realizar los planos del diseño obtenido para la maquina extrusora.

En la Figura 30 se puede visualizar las tres vistas básicas del diseño, así como también una vista isométrica del mismo.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FECHA
ME-01	PLANO VISTA GENERAL	19/07/2023
ME-02	VISTA EXPLOTADA	19/07/2023
ME-03	VIGA SUPERIOR	19/07/2023
ME-04	MATRIZ A	19/07/2023
ME-05	MATRIZ B	19/07/2023
ME-06	CUERPO DEL EXTRUSOR	19/07/2023
ME-07	CUERPO DE TOLVA	19/07/2023
ME-08	TOLVA	19/07/2023

Figura 30 Plano General



Fuente: elaboración propia

4.8 Plan de mantenimiento de máquina inyectora de polímeros dieléctricos:

En la Tabla 23, se muestra un plan de mantenimiento detallado de los elementos más importantes de la maquina inyectora de polímeros dieléctricos. Para el programa de mantenimiento se recurrió a las necesidades de cada componente de cada componente y considerando el tiempo más propicio más su reparación o ya sea para su cambio

Tabla 23. Plan de mantenimiento para la maquina inyectora

Maquina inyectora de polimeros dieléctricos								
ÍTEM	SISTEMA	ACTIVIDAD	DIARIO	SEMANAL	QUINCENAL	TRIMESTRAL	ANUAL	
1	Sistema de motores eléctricos	Inspección visual	x					
		Lubricación de rodamientos				x		
		control de limpieza	x					
		Inspección de alineación					x	
		Conexiones eléctricas	x					
		Cambio de rodamientos					x	
		Comprobar los tornillos fijos al motor					x	
		Comprobar los diferentes ruidos del motor			x			x
2	Sistemas de rodamientos	Inspección visual	x					
		Engrase en rodamientos				x		
		Lubricación en rodamientos				x		
		Detención de niveles de ruido	x					
3	Sistemas de cilindros neumáticos	Inspección visual						
		Inspección de alineación	x					
		Regulación de amortiguadores				x		
		Lubricación y calidad del aire		x				
		Limpieza de elementos	x					x
		Desarmes parciales					x	
4	Acople mecánico	Inspección visual	x					
		Revisar alineación con el motor				x		
		Comprobación de ruidos		x				

4.9 Análisis económico

Realizamos un análisis económico del sistema integrado como se muestra en la Tabla 24, este es el presupuesto equivale a la inversión que la empresa debería hacer al comprar la maquina en mención. En base al costo total se calculará el periodo de retorno de la inversion

Tabla 24. Costos de los equipos

N.º	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Motor eléctrico 2Hp	1	1360	1360
2	Reductor de velocidad	1	200	200
3	Rodajes	1	37	37
4	Plancha de acero A36	6	550	3300
5	Plancha de acero 304	2	1500	3000
6	Acople mecánico	1	67	67
7	Tuercas T-nuc	10	20	200
8	Perno T, M 8x20	10	38	380
SUB-TOTAL				7006.08
IGV (18%)				1537.92
TOTAL				8544
Fabricación de la maquina	Operario	Días	Pago del trabajador	Total
	3	15	50	2050
Costo total de fabricación: S/. 10 594.00				

Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

Se espera que el período de recuperación (PRI) tome varios años para que la empresa deba recuperar el capital invertido en la compra de equipos de inyección de polímeros dieléctricos. La utilidad anual del PRI amortiza la inversión inicial y el valor efectivo se vuelve cero, lo que indica que el flujo de caja (ganancia anual) equilibra la deuda (Eggert, 2005). El comportamiento del valor monetario se asume de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P = \sum_1^j CF_j (1 + i)^{-j}$$

Donde:

P: Valor monetario presente de la inversión inicial.

CF_j: Flujo de caja positivo al final del año

i: Tasa de interés anual decimal

j: Numero de periodos hasta que se iguale al valor inicial actual

Figura 31 Retorno de inversión diseñada en Excel

CÁLCULO DE TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN DESCONTADO					0%
Meses	Cash Flow (\$)	CFj (\$)	(P/F, 2%, n)	CFj(P/F,2%,n) (\$)	Sum (\$)
0	-10594	-10594	1.00000	-10594	-10594.0000
1	2400	2400	1.00000	2400	-8194.0000
2	2400	2400	1.00000	2400	-5794.0000
3	2400	2400	1.00000	2400	-3394.0000
4	2400	2400	1.00000	2400	-994.0000
5	2400	2400	1.00000	2400	1406.0000
6	2400	2400	1.00000	2400	3806.0000
7	2400	2400	1.00000	2400	6206.0000
8	2400	2400	1.00000	2400	8606.0000
9	2400	2400	1.00000	2400	11006.0000
10	2400	2400	1.00000	2400	13406.0000
11	2400	2400	1.00000	2400	15806.0000
12	2400	2400	1.00000	2400	18206.0000
13	2400	2400	1.00000	2400	20606.0000
14	2400	2400	1.00000	2400	23006.0000
15	2400	2400	1.00000	2400	25406.0000
16	2400	2400	1.00000	2400	27806.0000
17	2400	2400	1.00000	2400	30206.0000
18	2400	2400	1.00000	2400	32606.0000
19	2400	2400	1.00000	2400	35006.0000
20	2400	2400	1.00000	2400	37406.0000

Fuente: elaboración propia

CAMBIO

4	-994.00
5	1406.000

Tiempo 4.4142

Meses	4
Días	5

V. DISCUSIÓN

Las entrevistas fueron realizadas a la empresa Electro Oriente para identificar las necesidades del cliente en el mercado actual. Así mismo, de la norma técnica (C29.13) se tomó las dimensiones que para el aislador polimérico (20cm x 16cm). Gracias a la disposición de la máquina no tiene dificultades con el espacio para su ubicación. Con la metodología tomada se emplearon los datos recopilados de la empresa, así como también datos de bibliografía externa para poder determinar el diseño mas apropiado para la maquina extrusora.

Al evaluar los tres conceptos de diseño según los criterios ponderados de instalación (10%), productividad (20%), facilidad de fabricación (20%), mantenimiento (30%) y costo (20%). Se opto por un diseño vertical para no tener problemas con el espacio, la selección se realizó mediante una matriz de criterios ponderados con tres configuraciones. Finalmente, en base a las propuestas de diseño de varios autores, se decidió Utiliza acero ASTM-A36 para la parte estructural, y el acero inoxidable AISI 422 para el tornillo sin fin. El proceso de diseño se llevó a cabo siguiendo los pasos provistos por la metodología de diseño (Eggert y Dieter-Schmidt) donde facilita la toma de decisiones, ahorra tiempo e Interacciones innecesarias en comparación con proceso de diseño no estructurado.

Las dimensiones del aislador se lograron obtener de las encuestas realizadas a los trabajadores de la empresa, los cuales nos dieron como medida de 22 cm x 16 cm, por otra parte, revisando la norma (los encuestados mencionaron la norma) se obtuvieron los valores reales del aislador polimérico (ver figura 15) por lo tanto se tomaron los valores de dicha figura.

Para que los elementos estructurales de la máquina soporten las cargas durante el proceso de inyección se realizó un análisis paramétrico. Este análisis tomo como parámetro la presión de extrusión (P_R) a 25 MPa para poder relacionar el flujo masico (Q) con el diámetro del eje (D_{eje}). Del diseño paramétrico se observó que para un diámetro de 0.065 m el flujo masico de 1.475 kg/s con una velocidad de 140 rpm.

Selección de materiales se basó en recomendaciones y requisitos de diseño. Se tuvo que seleccionar los materiales para la estructura, molde y eje: Su característica principal debe ser la alta resistencia a la corrosión y la resistencia a la tracción. El más importante es la resistencia a la tracción del material, La estructura y los ejes deben estar hechos de materiales de alto rendimiento como sería resistencia a la corrosión. Excelentes materiales para la fabricación están hechos de acero inoxidable. La más común de ellas es la serie martensita. (AISI 422), serie ferrítica (AISI 430) y serie austenítica (AISI 304, AISI 316). Éste La serie tiene una mayor resistencia a la corrosión y una mejor soldabilidad. Al realiza el análisis paramétrico en simulación empleando ANSYS se observó que, aunque el resultado analítico daba valores alto en el factor de seguridad, en la simulación los factores de seguridad eran menores, específicamente para el acero inoxidable AISI 340L el valor de la simulación dio como factor de seguridad 0.72, lo tanto la simulación se amplió a otros aceros inoxidables, del cual el que mejores resultados proporciono fue el AISI 422 con factor de seguridad de 2.23.

Del análisis económico del equipo, la inversión total es de S/.10594.00, lo que incluye materiales y costo de fabricación. Asumiendo la tasa mensual de 2 % se tiene que el retorno de la inversión se realizaría en 4 meses siempre y cuando el flujo de caja promedio mensual sea de S/. 2400.00, Estos resultados indican que el uso maquina es rentable.

VI. CONCLUSIONES

Después de planificar visitas y entrevistas con la empresa Electro Oriente S.A. y recopilar la información de los requerimientos de la empresa, fue necesario basarse en la normativa para determinar las dimensiones exactas de aislador polimérico que se desea fabricar con el equipo.

La metodología de diseño utilizada en este trabajo contribuyó a reducir el tiempo de diseño, empleando los métodos de selección de conceptos y configuraciones se determinó de manera más rápida el diseño que cumpla con las especificaciones que espera el cliente. El proceso de diseño se llevó el orden de diseño provista por una metodología (Eggert y Dieter-Schmidt) donde facilita la toma de decisiones, ahorra tiempo e Interacciones innecesarias en comparación con la situación de diseño sin un método probado.

Los tres conceptos de diseño evaluados dieron como resultado el concepto de la máquina inyectora. El diseño de la configuración le permite elegir un motor y una caja reductora cada uno conectado en forma independiente.

Las partes principales fueron hechas de acero estructural ASTM-A36, y para el eje del tornillo sin fin se usó el acero inoxidable AISI 422.

Los cálculos obtenidos del diseño paramétrico nos arrojaron que para una presión de extrusión de 25 Mpa el flujo masico obtenido es de 1.475 kg/s con un eje de extrusión ($D_{eje} = 65 \text{ mm}$) lo que garantiza 5 unid/hora. El diseño del eje se llegó a simular en el programa asistido por computado llamado ANSYS por el método de elemento finito dándonos resultados como el factor de seguridad estático para el eje del tornillo sin fin es de 2.22.

Finalmente, el análisis económico demostró que la máquina de extrusión es rentable y su periodo de retorno de la inversión de aproximadamente 4 meses.

VII. RECOMENDACIONES

Llevar a cabo los trabajos experimentales en equipos de inyección de polímeros reales para adquirir modelos semi-empíricos de modelos inyectados.

Si se requieren diferentes velocidades para la producción de aisladores poliméricos, y en cualquier momento se deben hacer menos de 10 unidades por hora, pueden recurrir a un variador de frecuencia, esto le permitirá controlar la velocidad de salida del tornillo y así controlar la producción. De lo contrario, la necesidad de aumentar la producción obliga a sustituir la caja de reducción, se puede hacer sin ningún problema, debido a la potencia del motor instalado es más grande que lo que se muestra en los cálculos.

Para garantizar una larga vida útil de la máquina, el operador debe asegurarse que se cumpla con los plazos establecidos en el plan de mantenimiento, así como también poder llevar un registro de la máquina, para poder evitar una falla y se logre solucionar antes que se malogre.

REFERENCIAS

- Alaya Velásquez, W. E., & Vásquez Durand, J. (2021). Propuesta de implementación del modelo Lean Manufacturing para incrementar la disponibilidad de las máquinas inyectoras en una empresa del sector plástico.
- Beltrán Rico, M., & Marcilla Gomis, A., (2012) Tecnología de polímeros procesado y propiedades
- Bonilla Barajas, L. A., & Ortiz Rodríguez, C. A. (2015). Propuesta de operación y control del mantenimiento preventivo teniendo en cuenta la gestión de activos para las máquinas inyectoras de una empresa de producción de envases de plástico.
- Cadena Rueda, A. (2006), diseño de una máquina inyectora de plástico, Universidad industrial de Santander, escuela de ingeniería mecánica Bucaramanga.
- Carrión Nin, J., (1997) en su revista de investigación procesos de fabricación de productos plásticos.
- Douglas M. Bryce, (1996.) "Plastics Inyectan Molding. Manufacturing Process Fundamentals", SME. Dearborn
- Fernández Barroso, j., (2014) Diseño de un molde de inyección de una pieza de plástico
- F. Johannaber, (1983) "Injection Molding Machines. A User's Guide", Hanser Publishers.
- Gonzales, M., Propiedades químicas y físicas de polímeros

- Maddah, H. A. (2016). Polypropylene as a promising plastic: A review. *Am. J. Polym. Sci*, 6(1), 1-11.
- Mary Luz, B. R., & Zuleta San Martín, N. D. (2016). Efectos del proceso de inyección en las propiedades mecánicas de polímeros amorfos.
- Marcilla, A., Martínez, I., Berenguer, D., Gómez-Siurana, A., & Beltrán, M. I. (2012). Comparative study of the main characteristics and composition of the mainstream smoke of ten cigarette brands sold in Spain. *Food and chemical toxicology*, 50(5), 1317-1333.
- MEDINA, D. L. (2006). El sueño weberiano: claves para una comprensión constitucional de la estructura administrativa del Estado colombiano. *Revista de Derecho Público*, 19.
- Mujal-Rosas, R., Orrit-Prat, J., Ramis-Juan, X., Marin-Genesca, M., & Rahhali, A. (2011). Características dieléctricas de diversos polímeros (PVC, EVA, HDPE, y PP) reforzados con neumáticos fuera de uso (GTR). *Afinidad*, 68(554).
- Navarrete Hurtado, C. A. (2006). *Optimización de inyectora de plástico industrial* (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- Pearson J.R. (1985) "Mechanics of Polymer Processing"
- Sancho Berenguer, J., Gimena Ramos, F., & Gonzaga Vélez, P., (2022) diseño de una máquina de inyección, Universidad pública de Navarra
- Tandazo Tandazo, Á. E. (2021). Elaboración de un estudio de especificaciones técnicas para la propuesta de diseño de una maquina inyectora de polímeros reciclados (Bachelor's thesis)

Anexo 1- modelo vacío de entrevista

ENTREVISTA N. ° 1

**Diseño de una máquina Inyectora de Polímeros Dieléctricos
Aislantes para la Empresa Electro Oriente S.A.**

Apellidos y Nombres :

Cargo :

Empresa : ELECTRO ORIENTE S.A.

Ejecutado por : ÑIQUE AQUINO ELVIS

Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Escuela : ING. MECÀNICA ELÈCTRICA

Aspecto técnico

1. En el proceso tradicional que emplean actualmente ¿Cuál es el tiempo promedio de duración del aislador de porcelana en años?

a) 20 años b) 25 años c) 30 años d) 40 años e) Otro:

Nota:

2. ¿Qué tipo de mantenimiento realizan a los aisladores de porcelana a 35 kv?

a) Lavado a presión b) Limpieza con Paño c) Detergente suave d) Tipo de solvente e) Otro:

Nota:

3. ¿Cada cuánto tiempo realizan el mantenimiento a los aisladores de porcelana para la tensión de 35kV?

- a)1 años b) 2 años c) 3 años d)4 años e) Otro:

Nota:

4. Con respecto al mantenimiento ¿En promedio a cuántos postes de alta tensión realizan mantenimiento? Indicar la cantidad aproximada según el periodo en que hacen los mantenimientos (mensual o anual)

.....
.....
.....
.....

5. ¿Cuántos trabajadores emplean en el mantenimiento de los aisladores de porcelana (lavado de las cerámicas)?

- a) 01 b) 02 c) 03 d) 04 e) Otro:

Nota:

6. ¿Cuánto tiempo dura la jornada del personal en dicho mantenimiento (lavado de las cerámicas)?

- a)1 hora b) 2 horas c) 3 horas d) 4horas e) Otro:

Nota:

7. De su experiencia, comente ¿Qué tipo de fallas más comunes ocurren en los aisladores cerámicos?

.....
.....
.....

8. ¿Conoce o a escuchado sobre el aislante de polímero dieléctrico? Deje algún comentario.

.....
.....
.....

Aspecto de diseño

9. Según su conocimiento. ¿Cuál es la longitud y tamaño promedio del tipo de aislador de cerámica al que realizan mantenimiento comúnmente?

.....
.....
.....

10. ¿Si supiera que un solo solo aislador de polímero podría cubrir el “n” números de discos de aisladores de porcelana, le interesaría?

a) si

b) no

Nota:

11. ¿Conoce alguna norma relacionada al uso y aplicación de aisladores para alta tensión? En caso la respuesta sea “Si” comente brevemente las normas que conozca.

a) Si

b) No

.....
.....
.....

Aspecto económico

12. ¿Aproximadamente cuánto le cuesta a la empresa reemplazar un aislador cerámico en mal estado?

.....
.....

13. ¿Cuál es costo por hora o por jornada del personal que realiza el mantenimiento de los aisladores cerámicos?

.....
.....

Anexo 2: Entrevistas realizadas al personal de la empresa Electro Oriente S.A.

ENTREVISTA N° 1

**Diseño de una máquina Inyectora de Polímeros Dieléctricos Aislantes
para la Empresa Electro Oriente S.A.**

Apellidos y Nombres : Romeo Rivera Takeshi Anthony
Cargo : Supervisor de Ampliaciones y Remodelaciones
Empresa : ELECTRO ORIENTE S.A.
Ejecutado por : ÑIQUE AQUINO ELVIS
Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. En el proceso tradicional que emplean actualmente ¿Cuál es el tiempo promedio de duración del aislador de porcelana en años?

a) 20 años b) 25 años c) 30 años d) 40 años e) Otro:

Nota:

2. ¿Qué tipo de mantenimiento realizan a los aisladores de porcelana a 35 kv?

a) Lavado a presión b) Limpieza con Paño c) Detergente suave d) Tipo de solvente
e) Otro:

Nota:

3. ¿Cada cuánto tiempo realizan el mantenimiento a los aisladores de porcelana para la tensión de 35kV?

a) 1 años b) 2 años c) 3 años d) 4 años e) Otro:

Nota:

4. Con respecto al mantenimiento ¿En promedio a cuántos postes de alta tensión realizan mantenimiento? Indicar la cantidad aproximada según el periodo en que hacen los mantenimientos (mensual o anual)

15 postes mensuales

5. ¿Cuántos trabajadores emplean en el mantenimiento de los aisladores de porcelana (lavado de las cerámicas)?

a) 01 b) 02 c) 03 d) 04 e) Otro:

Nota:

6. ¿Cuánto tiempo dura la jornada del personal en dicho mantenimiento (lavado de las cerámicas)?

a) 1 hora b) 2 horas c) 3 horas d) 4 horas e) Otro:

Nota:

7. De su experiencia, comente ¿Qué tipo de fallas más comunes ocurren en los aisladores cerámicos?

fatura de aisladores

8. ¿Conoce o a escuchado sobre el aislante de polímero dieléctrico? Deje algún comentario.

Si es un tipo de aislante con mayores beneficios y mejores

propiedades

Aspecto de diseño

9. Según su conocimiento. ¿Cuál es la longitud y tamaño promedio del tipo de aislador de cerámica al que realizan mantenimiento comúnmente?

Generalmente de 22 cm x 16 cm

10. ¿Si supiera que un solo solo aislador de polímero podría cubrir el "n" números de discos de aisladores de porcelana, le interesaría?

a) si

b) no

Nota:

11. ¿Conoce alguna norma relacionada al uso y aplicación de aisladores para alta tensión? En caso la respuesta sea "Si" comente brevemente las normas que conozca.

Si

b) No

- ANSI C29

- IEC 60305

Aspecto económico

12. ¿Aproximadamente cuánto le cuesta a la empresa reemplazar un aislador cerámico en mal estado?

\$ 30

13. ¿Cuál es costo por hora o por jornada del personal que realiza el mantenimiento de los aisladores cerámicos?

Hora - Hombre de aprox \$ 11 soles.

**Diseño de una máquina Inyectora de Polímeros Dieléctricos Aislantes
para la Empresa Electro Oriente S.A.**

Apellidos y Nombres : Ruiz Zamora Carlos Eduardo
Cargo : Técnico Electricista
Empresa : ELECTRO ORIENTE S.A.
Ejecutado por : ÑIQUE AQUINO ELVIS
Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. En el proceso tradicional que emplean actualmente ¿Cuál es el tiempo promedio de duración del aislador de porcelana en años?

- a) 20 años b) 25 años c) 30 años d) 40 años e) Otro:

Nota:

2. ¿Qué tipo de mantenimiento realizan a los aisladores de porcelana a 35 kv?

- a) Lavado a presión b) Limpieza con Paño c) Detergente suave d) Tipo de solvente
e) Otro:

Nota:

3. ¿Cada cuánto tiempo realizan el mantenimiento a los aisladores de porcelana para la tensión de 35kV?

- a) 1 años b) 2 años c) 3 años d) 4 años e) Otro:

Nota:

4. Con respecto al mantenimiento ¿En promedio a cuántos postes de alta tensión realizan mantenimiento? Indicar la cantidad aproximada según el periodo en que hacen los mantenimientos (mensual o anual)

15 a 20 mensuales
.....
.....
.....
.....

5. ¿Cuántos trabajadores emplean en el mantenimiento de los aisladores de porcelana (lavado de las cerámicas)?

- a) 01 ~~b) 02~~ c) 03 d) 04 e) Otro:

Nota:

6. ¿Cuánto tiempo dura la jornada del personal en dicho mantenimiento (lavado de las cerámicas)?

- a) 1 hora ~~b) 2 horas~~ c) 3 horas d) 4 horas e) Otro:

Nota:

7. De su experiencia, comente ¿Qué tipo de fallas más comunes ocurren en los aisladores cerámicos?

Se rompen por esfuerzo mecánico
.....
.....
.....

8. ¿Conoce o a escuchado sobre el aislante de polímero dieléctrico? Deje algún comentario.

Si, ofrecen mayores beneficios
.....
.....
.....

Aspecto de diseño

9. Según su conocimiento. ¿Cuál es la longitud y tamaño promedio del tipo de aislador de cerámica al que realizan mantenimiento comúnmente?

..... 20 x 15 cm
.....
.....

10. ¿Si supiera que un solo solo aislador de polímero podría cubrir el “n” números de discos de aisladores de porcelana, le interesaría?

a) si b) no

Nota:

11. ¿Conoce alguna norma relacionada al uso y aplicación de aisladores para alta tensión? En caso la respuesta sea “Si” comente brevemente las normas que conozca.

Si b) No

..... Normas ANSI y IEC
.....
.....

Aspecto económico

12. ¿Aproximadamente cuánto le cuesta a la empresa reemplazar un aislador cerámico en mal estado?

..... \$ 30.00 soles
.....

13. ¿Cuál es costo por hora o por jornada del personal que realiza el mantenimiento de los aisladores cerámicos?

..... \$ 10.00 soles la hora
.....

**Diseño de una máquina Inyectora de Polímeros Dieléctricos Aislantes
para la Empresa Electro Oriente S.A.**

Apellidos y Nombres : Guerra del Aguila Vicente
Cargo : Técnico Electricista
Empresa : ELECTRO ORIENTE S.A.
Ejecutado por : ÑIQUE AQUINO ELVIS
Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. En el proceso tradicional que emplean actualmente ¿Cuál es el tiempo promedio de duración del aislador de porcelana en años?

- a) 20 años b) 25 años c) 30 años d) 40 años e) Otro:

Nota:

2. ¿Qué tipo de mantenimiento realizan a los aisladores de porcelana a 35 kv?

- a) Lavado a presión b) Limpieza con Paño c) Detergente suave d) Tipo de solvente
e) Otro:

Nota:

3. ¿Cada cuánto tiempo realizan el mantenimiento a los aisladores de porcelana para la tensión de 35kV?

- a) 1 años b) 2 años c) 3 años d) 4 años e) Otro:

Nota:

4. Con respecto al mantenimiento ¿En promedio a cuántos postes de alta tensión realizan mantenimiento? Indicar la cantidad aproximada según el periodo en que hacen los mantenimientos (mensual o anual)

15 postes
.....
.....
.....
.....

5. ¿Cuántos trabajadores emplean en el mantenimiento de los aisladores de porcelana (lavado de las cerámicas)?

- a) 01 02 c) 03 d) 04 e) Otro:

Nota:

6. ¿Cuánto tiempo dura la jornada del personal en dicho mantenimiento (lavado de las cerámicas)?

- a) 1 hora 2 horas c) 3 horas d) 4 horas e) Otro:

Nota:

7. De su experiencia, comente ¿Qué tipo de fallas más comunes ocurren en los aisladores cerámicos?

rotura
.....
.....
.....

8. ¿Conoce o ha escuchado sobre el aislante de polímero dieléctrico? Deje algún comentario.

el material de los aisladores polimérica
.....
.....
.....

Aspecto de diseño

9. Según su conocimiento. ¿Cuál es la longitud y tamaño promedio del tipo de aislador de cerámica al que realizan mantenimiento comúnmente?

Los que usamos son de 20x 15 cm aprox.
.....
.....

10. ¿Si supiera que un solo solo aislador de polímero podría cubrir el "n" números de discos de aisladores de porcelana, le interesaría?

a) si

b) no

Nota:

11. ¿Conoce alguna norma relacionada al uso y aplicación de aisladores para alta tensión? En caso la respuesta sea "Si" comente brevemente las normas que conozca.

a) Si

b) No

Norma técnica Peruana
.....
.....

Aspecto económico

12. ¿Aproximadamente cuánto le cuesta a la empresa reemplazar un aislador cerámico en mal estado?

30 Soles
.....
.....

13. ¿Cuál es costo por hora o por jornada del personal que realiza el mantenimiento de los aisladores cerámicos?

10 Soles la hora
.....
.....

**Diseño de una máquina Inyectora de Polímeros Dieléctricos Aislantes
para la Empresa Electro Oriente S.A.**

Apellidos y Nombres : Bernaldes Flores May
Cargo : Técnico Electricista
Empresa : ELECTRO ORIENTE S.A.
Ejecutado por : ÑIQUE AQUINO ELVIS
Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. En el proceso tradicional que emplean actualmente ¿Cuál es el tiempo promedio de duración del aislador de porcelana en años?

a) 20 años b) 25 años c) 30 años d) 40 años e) Otro:

Nota:

2. ¿Qué tipo de mantenimiento realizan a los aisladores de porcelana a 35 kv?

a) Lavado a presión b) Limpieza con Paño c) Detergente suave d) Tipo de solvente
e) Otro:

Nota:

3. ¿Cada cuánto tiempo realizan el mantenimiento a los aisladores de porcelana para la tensión de 35kV?

a) 1 años b) 2 años c) 3 años d) 4 años e) Otro:

Nota:

4. Con respecto al mantenimiento ¿En promedio a cuántos postes de alta tensión realizan mantenimiento? Indicar la cantidad aproximada según el periodo en que hacen los mantenimientos (mensual o anual)

..... *Maximo 20 por mes*

.....

.....

.....

5. ¿Cuántos trabajadores emplean en el mantenimiento de los aisladores de porcelana (lavado de las cerámicas)?

a) 01 b) 02 c) 03 d) 04 e) Otro:

Nota:

6. ¿Cuánto tiempo dura la jornada del personal en dicho mantenimiento (lavado de las cerámicas)?

a) 1 hora b) 2 horas c) 3 horas d) 4 horas e) Otro:

Nota:

7. De su experiencia, comente ¿Qué tipo de fallas más comunes ocurren en los aisladores cerámicos?

..... *Se rompen*

.....

.....

8. ¿Conoce o a escuchado sobre el aislante de polímero dieléctrico? Deje algún comentario.

..... *Si un aislante con mejor propiedades*

.....

.....

Aspecto de diseño

9. Según su conocimiento. ¿Cuál es la longitud y tamaño promedio del tipo de aislador de cerámica al que realizan mantenimiento comúnmente?

21 x 15 cm aprox.
.....
.....
.....

10. ¿Si supiera que un solo solo aislador de polímero podría cubrir el "n" números de discos de aisladores de porcelana, le interesaría?

a) si

b) no

Nota:

11. ¿Conoce alguna norma relacionada al uso y aplicación de aisladores para alta tensión? En caso la respuesta sea "Si" comente brevemente las normas que conozca.

a) Si

b) No

Las normas ANSI y IEC
.....
.....
.....

Aspecto económico

12. ¿Aproximadamente cuánto le cuesta a la empresa reemplazar un aislador cerámico en mal estado?

Aprox. \$ 30 por aislador
.....
.....

13. ¿Cuál es costo por hora o por jornada del personal que realiza el mantenimiento de los aisladores cerámicos?

\$ 12.000 pesos por hora hombre
.....
.....

**Diseño de una máquina Inyectora de Polímeros Dielectricos Aislantes
para la Empresa Electro Oriente S.A.**

Apellidos y Nombres : DEL Castillo Jaramillo Manuel
Cargo : Tecnico Electricista
Empresa : ELECTRO ORIENTE S.A.
Ejecutado por : NIQUE AQUINO ELVIS
Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. En el proceso tradicional que emplean actualmente ¿Cuál es el tiempo promedio de duración del aislador de porcelana en años?

- a) 20 años b) 25 años c) 30 años d) 40 años e) Otro:

Nota:

2. ¿Qué tipo de mantenimiento realizan a los aisladores de porcelana a 35 kv?

- a) Lavado a presión b) Limpieza con Paño c) Detergente suave d) Tipo de solvente
e) Otro:

Nota:

3. ¿Cada cuánto tiempo realizan el mantenimiento a los aisladores de porcelana para la tensión de 35kV?

- a) 1 años b) 2 años c) 3 años d) 4 años e) Otro:

Nota:

4. Con respecto al mantenimiento ¿En promedio a cuántos postes de alta tensión realizan mantenimiento? Indicar la cantidad aproximada según el periodo en que hacen los mantenimientos (mensual o anual)

20 aprox.

5. ¿Cuántos trabajadores emplean en el mantenimiento de los aisladores de porcelana (lavado de las cerámicas)?

a) 01 b) 02 c) 03 d) 04 e) Otro:

Nota:

6. ¿Cuánto tiempo dura la jornada del personal en dicho mantenimiento (lavado de las cerámicas)?

a) 1 hora b) 2 horas c) 3 horas d) 4 horas e) Otro:

Nota:

7. De su experiencia, comente ¿Qué tipo de fallas más comunes ocurren en los aisladores cerámicos?

Falla por rotura

8. ¿Conoce o a escuchado sobre el aislante de polímero dieléctrico? Deje algún comentario.

Si, es un aislante mayor resistente

Aspecto de diseño

9. Según su conocimiento. ¿Cuál es la longitud y tamaño promedio del tipo de aislador de cerámica al que realizan mantenimiento comúnmente?

21 x 15 cm aprox.
.....
.....

10. ¿Si supiera que un solo solo aislador de polímero podría cubrir el "n" números de discos de aisladores de porcelana, le interesaría?

a) si

b) no

Nota:

11. ¿Conoce alguna norma relacionada al uso y aplicación de aisladores para alta tensión? En caso la respuesta sea "Si" comente brevemente las normas que conozca.

a) Si

b) No

las Normas ANSI
.....
.....

Aspecto económico

12. ¿Aproximadamente cuánto le cuesta a la empresa reemplazar un aislador cerámico en mal estado?

30 \$/ aprox. para cada aislador
.....
.....

13. ¿Cuál es costo por hora o por jornada del personal que realiza el mantenimiento de los aisladores cerámicos?

\$/ 12 soles
.....
.....

Anexo 3- Operacionalización de variables

Variable	Tipo	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Velocidad del tornillo	Variable independiente	La velocidad es la capacidad de ejecutar un movimiento en un tiempo mínimo y realizar el mayor número de movimientos en el menor tiempo posible (Le Deuff, 2013)	Velocidad de desplazamiento del tornillo sinfín $V = L/T$	Velocidad (mm/s)	Intervalo
Diámetro del núcleo del tornillo		Distancia de la recta que pasa por el núcleo y termina en dos puntos opuesto en la circunferencia	Diámetro menor del tornillo sinfín determinado para soportar los esfuerzos del proceso de inyección de plástico	Diámetro (mm)	Intervalo
Caudal total de polímero extruido		Para que pueda existir la circulación de un fluido, es necesario que exista una cantidad de líquido denominado caudal y una fuerza que lo impulse llamada presión.	Caudal total del fluido el cual surge de dos fuerzas $Q = Q_d - Q_p$	Caudal (L/min)	De razón
Capacidad de producción	Variable dependiente	La materia prima, el capital, el trabajo humano y los equipos son factores que combinándolos hacen posible la producción (Guzman,2007)	Es el cambio de la producción a valores a los superiores a los actuales, para una determinada potencia.	Producción actual (pieza/h)	De razón

Anexo 4- Norma técnica C29 para 13kv

  Ministerio de Electricidad y Energía Renovable		<small>Av. Eloy Alfaro No. 29-50 y 9 de Octubre Edificio Correos del Ecuador 2do piso PEIX. 593-2-3976000 FAX. 593-2-3 976000 ext 1235 RUC. 1759135390001 www.meer.gov.ec Quito - Ecuador</small>
SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		
AISLADOR DE SUSPENSIÓN, CAUCHO SILICONADO, 15 kV, ANSI DS-15		REVISIÓN: 04 FECHA: 2012-07-30
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Núcleo de resina de fibra de vidrio reforzada, cubierta de material polímero resistente a diferentes condiciones climatológicas
1.1	Norma de fabricación	ANSI C29.13 - IEC 61109
1.2	Clase de aislamiento	DS-15
1.3	Tipo de polimérico	NOTA 1
1.4	Núcleo del aislador	NOTA 2
1.5	Herrajes utilizados	NOTA 3
1.6	Cubierta del núcleo	NOTA 4
2	DISTANCIAS CRÍTICAS	
2.1	Distancia de fuga	355 mm
2.2	Distancia de arco	190 mm
3	VALORES MECÁNICOS	
3.1	Carga mecánica nominal (SML)	10000 lb (44,5 kN)
3.2	Carga mecánica de rutina (RTL)	5000 lb (22,24 kN)
3.3	Carga mecánica a la torsión	35 lb ft (47,5 Nm)
4	VALORES ELÉCTRICOS	
4.1	Voltaje típico de aplicación	15 kV
4.2	Voltaje de flameo de baja frecuencia en seco	90 kV
4.3	Voltaje de flameo de baja frecuencia en húmedo	65 kV
4.5	Voltaje de flameo crítico al impulso positivo	140 kV
4.6	Voltaje de flameo crítico al impulso negativo	Según requerimientos de las EDs
4.7	Nivel básico de aislamiento	Según requerimientos de las EDs
5	RADIO INFLUENCIA	
5.1	Voltaje de prueba	15 kV
5.2	RIV máximo a 1000 kHz	10 μ V
6	DIMENSIONES	
6.1	Largo del aislador	330 mm +/- 15 mm
7	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 5
8	ACABADO	
8.1	Galvanizado	En caliente
8.2	Norma de galvanizado	ASTM A - 153
8.3	Espesor de galvanizado	85 micras
8.4	Tipo de Conector	Horquilla - ojo
9	CONDICIONES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	NOTA 6
10	EMBALAJE	
10.1	Empaque del lote	
10.2	Unidades por lote	Según requerimientos de las EDs
10.3	Peso neto aproximado del lote	
11	DOCUMENTOS Y CERTIFICADOS DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO	NOTA 7
12	MUESTRAS	Según requerimientos de las EDs
NOTAS:		
1	Las campanas aislantes serán construidas de goma de silicona, moldeadas bajo presión y estarán firmemente unidas a la cubierta del núcleo, por un procedimiento que el fabricante asegure que la resistencia entre las campanas y el recubrimiento polimérico del núcleo, sea mayor que la resistencia al desgarramiento del material aislante. El ensamble total constituirá una unidad completamente sellada. Los tipos de goma a utilizar serán, HTV: Componente de goma de silicona sólida con vulcanización a elevada temperatura (200 °C aproximadamente), R:Componente de goma de silicona líquida que se mezclan y vulcanizan a elevada temperatura (entre 100 y 200 °C). No se aceptarán polímeros de EPDM (Ethylene Pylene Termolyner) o combinaciones de EPDM con silicona o de otros cauchos orgánicos. Cada aislador deberá ser marcado en forma legible, indeleble y durable en el tiempo con la siguiente información como mínimo: Nombre, símbolo o logotipo que identifique al fabricante, año de fabricación y modelo del aislador.	
2	El núcleo deberá estar constituido por fibras de vidrio dispuestas dentro de una resina epoxy resistente a la hidrólisis, de tal forma que se obtenga máxima resistencia a la tensión mecánica y voltaje eléctrico. La distribución de las fibras de vidrio en la sección transversal del núcleo, deberá ser uniforme, libres de vacío y sustancias extrañas.	
3	Los herrajes deben ser de acero forjado y galvanizados en caliente de acuerdo a las normas ASTM A - 153, para herrajes. Para facilitar el mantenimiento, las fijaciones no deben realizarse con pernos, tuercas y arandelas, sino con pasadores de seguridad de acero inoxidable.	
4	Alrededor del núcleo de fibra de vidrio deberá tener un recubrimiento polimérico aislante de goma de silicona, de una sola pieza, sin puntas ni costuras. El recubrimiento deberá ser uniforme alrededor de la circunferencia del núcleo, en toda la longitud del aislador.	

Anexo 5- Norma técnica C29 para 29kv

		 Ministerio de Electricidad y Energía Renovable	Av. Eloy Alfaro No. 29-50 y 9 de Octubre Edificio Correos del Ecuador 2do piso PBX: 593-2-3976000 FAX: 593-2-3 976000 ext: 1236 RUC: 1768135980001 www.meer.gov.ec Quito - Ecuador
SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN			
AISLADOR DE SUSPENSIÓN, CAUCHO SILICONADO, 25 kv, ANSI DS-28		REVISIÓN: 04	
		FECHA: 2012-07-30	
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACION	
1	MATERIAL	Núcleo de resina de fibra de vidrio reforzada, cubierta de material polímero resistente a diferentes condiciones climatológicas	
1.1	Norma de fabricación	ANSI C29.13 - IEC 61109	
1.2	Clase de aislamiento	DS-28	
1.3	Tipo de polimérico	NOTA 1	
1.4	Núcleo del aislador	NOTA 2	
1.5	Herrajes utilizados	NOTA 3	
1.6	Cubierta del núcleo	NOTA 4	
2	DISTANCIAS CRÍTICAS		
2.1	Distancia de fuga	550 mm	
2.2	Distancia de arco	290 mm	
3	VALORES MECÁNICOS		
3.1	Carga mecánica nominal (SML)	10000 lb (44,5 kN)	
3.2	Carga mecánica de rutina (RTL)	5000 lb (22,24 kN)	
3.3	Carga mecánica a la torsión	35 lb ft (47,5 Nm)	
4	VALORES ELÉCTRICOS		
4.1	Voltaje típico de aplicación	25 kv	
4.2	Voltaje de flameo de baja frecuencia en seco	130 kv	
4.3	Voltaje de flameo de baja frecuencia en húmedo	100 kv	
4.5	Voltaje de flameo crítico al impulso positivo	190 kv	
4.6	Voltaje de flameo crítico al impulso negativo	Según requerimientos de las EDs	
4.7	Nivel básico de aislamiento	Según requerimientos de las EDs	
5	RADIO INFLUENCIA		
5.1	Voltaje de prueba	20 kv	
5.2	RIV máximo a 1000 kHz	10 μV	
6	DIMENSIONES		
6.1	Largo del aislador	430mm +/- 25 mm	
7	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 5	
8	ACABADO		
8.1	Galvanizado	En caliente	
8.2	Norma de galvanizado	ASTM A - 153	
8.3	Espesor de galvanizado	85 micras	
8.4	Tipo de Conector	Horquilla - ojo	
9	CONDICIONES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	NOTA 7	
10	EMBALAJE		
10.1	Empaque del lote	Según requerimientos de las EDs	
10.2	Unidades por lote		
10.3	Peso neto aproximado del lote		
11	DOCUMENTOS Y CERTIFICADOS DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO	NOTA 7	
12	MUESTRAS	Según requerimientos de las EDs	
NOTAS:			
1	Las campanas aislantes serán construidas de goma de silicona, moldeadas bajo presión y estarán firmemente unidas a la cubierta del núcleo, por un procedimiento que el fabricante asegure que la resistencia entre las campanas y el recubrimiento polimérico del núcleo, sea mayor que la resistencia al desgarramiento del material aislante. El ensamble completo constituirá una unidad completamente sellada. Los tipos de goma a utilizar serán, HTV: Componente de goma de silicona sólida con vulcanización a elevada temperatura (200 °C aproximadamente) R:Componente de goma de silicona líquida que se mezclan y vulcanizan a elevada temperatura (entre 100 y 200 °C). No se aceptarán polímeros de EPDM (Ethylene Pylene Termolyner) o combinaciones de EPDM con silicona o de otros cauchos orgánicos. Cada aislador deberá ser marcado en forma legible, indeleble y durable en el tiempo con la siguiente información como mínimo: Nombre, símbolo o logotipo que identifique al fabricante, año de fabricación y modelo del aislador.		
2	El núcleo deberá estar constituido por fibras de vidrio dispuestas dentro de una resina epoxy resistente a la hidrólisis, de tal forma que se obtenga máxima resistencia a la tensión mecánica y voltaje eléctrico. La distribución de las fibras de vidrio en la sección transversal del núcleo, deberá ser uniforme, libres de vacío y sustancias extrañas.		
3	Los herrajes deben ser de acero torjado y galvanizados en caliente de acuerdo a las normas ASTM A - 153, para herrajes. Para facilitar el mantenimiento, las fijaciones no deben realizarse con pernos, tuercas y arandelas, sino con pasadores de seguridad de acero inoxidable.		
4	Alrededor del núcleo de fibra de vidrio deberá tener un recubrimiento polimérico aislante de goma de silicona, de una sola pieza, sin puntas ni costuras. El recubrimiento deberá ser uniforme alrededor de la circunferencia del núcleo, en toda la longitud del aislador.		

Anexo 6- Especificaciones técnicas de la caja reductora

FICHA TÉCNICA PARA DEL MOTOREDUCTOR PARA EL EJE DE EXTRUSIÓN

GETRIEBEBAU NORD
Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group



LLFWTR - Page 1 / 1

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG, P.O.Box 1202, D-22941 Bergshede

myNORD - Guest Global

Technical Data Sheet

Number/Date	LLFWTR.0 20/09/2019
Customer Account No.	
Created by	
Created on	20/09/2019
Field representative	-
Phone	+49(0)4532/288-0
Email	info@nord.com

Pos.	Description	Material	Quantity
1	NORDBLOC.1 Gearmotor		1
	SK 873.1VL - 160MP/4		
	Product Name	Helical Inline Gears NORDBLOC.1	
	Input Speed	1770 1/min	
	Motor Inverter Speed Range	Standard Line Powered - Inverter Capable	
	Ratio	19.34	
	Output Speed	92 1/min	
	Service Factor	1.4	
	Output Torque	1148 Nm	
	Over Hung Load Capacity VL Brgs	20.3 kN	
	Axial VL	25.4 kN	
	Power	11 kW	
	Voltage	480D V	
	Frequency	60 Hz	
	Efficiency Class	IE3 Premium Efficient Motor	
	Current 1	17.8 A	
	Cosinus	0.84	
	Motor Duty	S1 - Continuous	
	Enclosure	IP55	
	Insulation	F	
	Mounting Pos	M1	
	Number of stages	3 :1	
	Type of housing	Foot mounted	
	Output Shaft Dia	50X100 mm	
	Output Shaft Material	Standard	
	Gearbox Breather Options	Open vent	
	Bearing Design	Heavy Duty Output Bearings	
	Motor Cooling	TEFC Totally Enclosed Fan Cooled	
	Terminal Box Pos	1	
	Conduit Entry Loc	1	
	Cable Glands	None	
	Lubricant	Mineral oil CLP 220 (Standard)	
	Lubricant Qty	4.20 l	
	Sealed Surface Conversion	No Surface Sealing Conversion	
	Paint Coating	F 2.0 Standard: For indoor installation (Standard) - C2*	
	Paint Color	RAL 7031 Bluegrey	
	Base Weight	182 kg	

Bank info:	Bank code	Account S.W.I.F.T.B.I.C	IBAN	Commandgesellschaft, Sitz Bergshede,
HSN Nordbank AG	210 500 00	53005816 HSHNDE33XXX	DE98 2105 0000 0053 0058 16	Registerrichter Ahrensburg HRA 2027
Deutsche Bank AG	250 760 00	50220555 DEUTDE33XXX	DE10 2007 0000 0302 2055 00	Kompilimentskin, Getriebetechnik Nord GmbH, Sitz Bergshede,
UniCredit Bank AG	250 202 00	15040811 HYVEDE33XXX	DE75 2002 0000 0001 0049 81	Registerrichter Ahrensburg HRB 2030
Commerzbank AG	250 450 00	11344444 COBADE33XXX	DE96 2004 0003 0113 4444 00	Geschäftsführer: G.A. Küchenmeister, J. Humbert,
Dt. Postbank AG	250 100 20	40720200 PBNKDE33XXX	DE94 2001 0020 0040 7202 00	U. Küchenmeister, J. Paulsen, Dr. O. Sadi
VAT reg. no.	DE135507187	Tax number	30 29808009	Internet: http://www.NORD.com

Anexo 7- Especificaciones técnicas del polímero polipropileno

Propiedades de procesamiento	Métrico	Inglés
Temperatura de procesamiento	87,8 - 274 °C	190 - 525 °F
Temperatura de la boquilla	190 - 270 °C	374 - 518 °F
Temperatura de fusión	40,0 - 320 °C	104 - 608 °F
Temperatura del molde	4,00 - 91,0 °C	39.2 - 196 °F
Temperatura del rollo	40,0 - 50,0 °C	104 - 122 °F
Temperatura de secado	60,0 - 100 °C	140 - 212 °F
Contenido de humedad	0.0500 - 1.00 %	0.0500 - 1.00 %
Presión de inyección	2,76 - 103 MPa	400 - 15000 psi

Propiedades físicas	Métrico	Inglés
Densidad	0,880 - 2,40 g/cc	0,0318 - 0,0867 lb/pulg ³
Absorción de agua	0.000 - 0.800 %	0.000 - 0.800 %
Absorción de humedad en equilibrio	0.100 %	0.100 %
Absorción de agua en la saturación	0.0100 - 0.100 %	0.0100 - 0.100 %
Tamaño de partícula	300 - 1000 µm	300 - 1000 µm
Contenido máximo de humedad 	0,250 - 0,250@Temperature 120 - 120 °C	0.250 - 0.250 @Temperature 248 - 248 °F
	0,250 - 0,250 @Time 299 - 299 segundos	0,250 - 0,250@Time 0,0830 - 0,0830 horas
Espesor	25,4 - 102 micras	1.00 - 4.00 mil
Contracción lineal del molde 	0.000500 - 0.0250 cm/cm	0.000500 - 0.0250 in/in
	0,0150 - 0,0200 cm/cm @Temperature 80,0 - 80,0 °C	0.0150 - 0.0200 in/in @Temperature 176 - 176 °F
Contracción lineal del molde, transversal 	0.00600 - 0.0200 cm/cm	0.00600 - 0.0200 in/in
	0,0150 - 0,0200 cm/cm @Temperature 80,0 - 80,0 °C	0.0150 - 0.0200 in/in @Temperature 176 - 176 °F
Flujo de fusión	0,200 - 1800 g/10 min	0,200 - 1800 g/10 min
Índice de fusión de resina base	0,500 - 50,0 g/10 min @Temperature 230 - 230 °C	0.500 - 50.0 g/10 min @Temperature 446 - 446 °F
Ceniza 	0.000 - 26.0 %	0.000 - 26.0 %
	57,0 - 63,0 % @Temperature 625 - 625 °C	57,0 - 63,0 % @Temperature 1160 - 1160 °F

Anexo 7- Especificaciones técnicas del polímero polipropileno

Propiedades mecánicas	Métrico	Inglés
Dureza, Rockwell R	20.0 - 118	20.0 - 118
Dureza, Shore D	30.0 - 83.0	30.0 - 83.0
Dureza de indentación de la bola	45,0 - 106 MPa	6530 - 15400 psi
Resistencia a la tracción, definitiva	9,00 - 80,0 MPa	1310 - 11600 psi
Resistencia a la tracción, rendimiento	4,00 - 369 MPa	580 - 53500 psi
Alargamiento de la película en Break, MD	93.0 - 530 %	93.0 - 530 %
Alargamiento a la rotura	2.40 - 900 %	2.40 - 900 %
 8,00 - 14,0 % @Temperature -17,7 - -17,7 °C		8,00 - 14,0 % @Temperature 0,126 - 0,126 °F

Propiedades eléctricas	Métrico	Inglés
Resistividad eléctrica	1000 - 1.00e+18 ohm-cm	1000 - 1.00e+18 ohm-cm
Resistencia superficial	10.0 - 1.00E+15 ohmios	10.0 - 1.00E+15 ohmios
Decaimiento estático	0,0100 - 20,0 segundos	0,0100 - 20,0 segundos
Constante dieléctrica	2.20 - 2.38	2.20 - 2.38
Resistencia dieléctrica	19,7 - 140 kV/mm	500 - 3560 kV/in
Factor de disipación	0.0000700 - 0.00300	0.0000700 - 0.00300
Resistencia al arco	88,0 - 136 segundos	88,0 - 136 segundos
Índice de seguimiento comparativo	550 - 600 V	550 - 600 V
Tribocharge	10,0 V	10,0 V

Propiedades térmicas	Métrico	Inglés
CTE, lineal	18,0 - 185 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$	10.0 - 103 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot^\circ\text{F}$
Punto de fusión	61,0 - 220 °C	142 - 428 °F
Temperatura de cristalización	110 - 115 °C	230 - 239 °F
Temperatura máxima de servicio, aire	65,0 - 125 °C	149 - 257 °F
Temperatura de deflexión a 0,46 MPa (66 psi)	6,00 - 160 °C	42.8 - 320 °F
Temperatura de deflexión a 1,8 MPa (264 psi)	37,0 - 172 °C	98.6 - 341 °F
Punto de reblandecimiento de Vicat	35,0 - 160 °C	95.0 - 320 °F
Temperatura de distorsión térmica	85,0 - 115 °C	185 - 239 °F
Temperatura mínima de servicio, aire	-30.0 °C	-22.0 °F
Temperatura de fragilidad	-20.0 °C	-4.00 °F
UL RTI, Electricidad	65,0 - 221 °C	149 - 430 °F

Anexo 8- Especificaciones técnicas para el acero ASTM A36

Physical Properties	Metric	English
Density	7.80 g/cc	0.282 lb/in ³

Mechanical Properties	Metric	English
Tensile Strength, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi
Tensile Strength, Yield	250 MPa	36300 psi
Elongation at Break	20 %	20 %
	23 %	23 %
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi
Bulk Modulus	160 GPa	23200 ksi
Poissons Ratio	0.26	0.26
Shear Modulus	79.3 GPa	11500 ksi

Component Elements Properties	Metric	English
Carbon, C	0.25 - 0.29 %	0.25 - 0.29 %
Copper, Cu	0.20 %	0.20 %
Iron, Fe	98 %	98 %
Manganese, Mn	1.03 %	1.03 %
Phosphorus, P	<= 0.040 %	<= 0.040 %
Silicon, Si	0.28 %	0.28 %
Sulfur, S	<= 0.050 %	<= 0.050 %

Anexo 9- Especificaciones técnicas para el acero AISI 1045

Propiedades físicas	Métrico	Inglés
Densidad	7,85 g/cc	0,284 lb/pulg ³

Propiedades mecánicas	Métrico	Inglés
Dureza, Brinell	179	179
Dureza, Knoop	200	200
Dureza, Rockwell B	88	88
Dureza, Vickers	188	188
Resistencia a la tracción, definitiva	625 MPa	90600 psi
Resistencia a la tracción, rendimiento	530 MPa	76900 psi
Alargamiento a la rotura	12 %	12 %
Reducción de superficie	35 %	35 %
Módulo de elasticidad	206 GPa	29900 ksi
Módulo masivo	163 GPa	23600 ksi
Relación de Poissons	0.29	0.29
Maquinabilidad	55 %	55 %
Módulo de corte	80.0 GPa	11600 ksi

Propiedades eléctricas	Métrico	Inglés
Resistividad eléctrica 	0,0000162 ohm-cm @Temperature 0,000 °C	0.0000162 ohm-cm @Temperature 32.0 °F
	0,0000223 ohm-cm @Temperature 100 °C	0.0000223 ohm-cm @Temperature 212 °F

Propiedades térmicas	Métrico	Inglés
CTE, lineal 	11,5 µm/m-°C@Temperature 0,000 - 100 °C	6.39 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 212 °F
	13,0 µm/m-°C@Temperature 0,000 - 300 °C	7.22 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 572 °F
	14,0 µm/m-°C@Temperature 0,000 - 500 °C	7.78 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 932 °F
Capacidad calorífica específica 	0,486 J/g-°C@Temperature >=100 °C	0.116 BTU/lb-°F @Temperature >=212 °F
	0,519 J/g-°C@Temperature 150 - 200 °C	0.124 BTU/lb-°F @Temperature 302 - 392 °F
	0,586 J/g-°C@Temperature 350 - 400 °C	0.140 BTU/lb-°F @Temperature 662 - 752 °F
Conductividad térmica	49,8 W/m-K	346 BTU-in/hr-ft ² -°F

Propiedades de los elementos componentes	Métrico	Inglés
Carbono, C	0.42 - 0.50 %	0.42 - 0.50 %
Hierro, Fe	98.51 - 98.98 %	98.51 - 98.98 %
Manganeso, Mn	0.60 - 0.90 %	0.60 - 0.90 %
Fósforo, P	<= 0,040 %	<= 0,040 %
Azufre, S	<= 0,050 %	<= 0,050 %

Anexo 10- Especificaciones técnicas para el acero AISI 1020

Propiedades físicas		Métrico	Inglés	
Densidad		7,87 g/cc	0,284 lb/pulg ³	
Propiedades mecánicas		Métrico	Inglés	
Dureza, Brinell		121s	121s	
Dureza, Knoop		140s	140s	
Dureza, Rockwell B		68s	68s	
Dureza, Vickers		126s	126s	
Resistencia a la tracción, definitiva		420 MPa	60900 psi	
Resistencia a la tracción, rendimiento		350 MPa	50800 psi	
Alargamiento a la rotura		15 %	15 %	
Reducción de superficie		40 %	40 %	
Módulo de elasticidad		186 GPa	27000 ksi	
Módulo masivo		148 GPa	21500 ksi	calculado
Relación de Poissons		0.29	0.29	
Maquinabilidad		65 %	65 %	
Módulo de corte		72.0 GPa	10400 ksi	calculado
Propiedades eléctricas		Métrico	Inglés	
Resistividad eléctrica 		0,0000159 ohm-cm @Temperature 0,000 °C	0.0000159 ohm-cm @Temperature 32.0 °F	
		0,0000219 ohm-cm @Temperature 100 °C	0.0000219 ohm-cm @Temperature 212 °F	
		0,0000292 ohm-cm @Temperature 200 °C	0.0000292 ohm-cm @Temperature 392 °F	
Propiedades térmicas		Métrico	Inglés	
CTE, lineal 		11,7 µm/m-°C@Temperature 0,000 - 100 °C	6.50 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 212 °F	
		12,8 µm/m-°C@Temperature 0,000 - 300 °C	7.11 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 572 °F	
		13,9 µm/m-°C@Temperature 0,000 - 500 °C	7.72 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 932 °F	
Capacidad calorífica específica 		0,486 J/g-°C@Temperature >=100 °C	0.116 BTU/lb-°F @Temperature >=212 °F	
		0,519 J/g-°C@Temperature 150 - 200 °C	0.124 BTU/lb-°F @Temperature 302 - 392 °F	
		0,599 J/g-°C@Temperature 350 - 400 °C	0.143 BTU/lb-°F @Temperature 662 - 752 °F	
Conductividad térmica		51,9 W/m-K	360 BTU-in/hr-ft ² -°F	
Propiedades de los elementos componentes		Métrico	Inglés	
Carbono, C		0.17 - 0.23 %	0.17 - 0.23 %	
Hierro, Fe		99.08 - 99.53 %	99.08 - 99.53 %	
Manganeso, Mn		0.30 - 0.60 %	0.30 - 0.60 %	
Fósforo, P		<= 0,040 %	<= 0,040 %	
Azufre, S		<= 0,050 %	<= 0,050 %	

[Referencias](#) para esta hoja de datos.

Anexo 11- Especificaciones técnicas para el acero AISI 1010

Propiedades físicas	Métrico	Inglés
Densidad	7,87 g/cc	0,284 lb/pulg ³

Propiedades mecánicas	Métrico	Inglés
Dureza, Brinell	105	105
Dureza, Knoop	123	123
Dureza, Rockwell B	60	60
Dureza, Vickers	108	108
Resistencia a la tracción, definitiva	365 MPa	52900 psi
Resistencia a la tracción, rendimiento	305 MPa	44200 psi
Alargamiento a la rotura	20 %	20 %
Reducción de superficie	40 %	40 %
Módulo de elasticidad	205 GPa	29700 ksi
Módulo masivo	160 GPa	23200 ksi
Relación de Poissons	0.29	0.29
Maquinabilidad	55 %	55 %

pro

Módulo de corte	80.0 GPa	11600 ksi
-----------------	----------	-----------

Propiedades eléctricas	Métrico	Inglés
Resistividad eléctrica	0,0000143 ohmios-cm	0,0000143 ohmios-cm

Propiedades térmicas	Métrico	Inglés
CTE, lineal 	12.2 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0.000 - 100 °C	6.78 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 212 °F
	13.5 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0.000 - 300 °C	7.50 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 572 °F
	14.2 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0.000 - 500 °C	7.89 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 932 °F
Capacidad calorífica específica 	0,448 J/g-°C@Temperature >=100 °C	0.107 BTU/lb-°F @Temperature >=212 °F
	0,498 J/g-°C@Temperature 150 - 200 °C	0.119 BTU/lb-°F @Temperature 302 - 392 °F
	0,519 J/g-°C@Temperature 200 - 250 °C	0.124 BTU/lb-°F @Temperature 392 - 482 °F
	0,536 J/g-°C@Temperature 250 - 300 °C	0.128 BTU/lb-°F @Temperature 482 - 572 °F
	0,565 J/g-°C@Temperature 300 - 350 °C	0.135 BTU/lb-°F @Temperature 572 - 662 °F
	0,590 J/g-°C@Temperature 350 - 400 °C	0.141 BTU/lb-°F @Temperature 662 - 752 °F
	0,649 J/g-°C@Temperature 400 - 450 °C	0.155 BTU/lb-°F @Temperature 752 - 842 °F
	0,729 J/g-°C@Temperature 550 - 600 °C	0.174 BTU/lb-°F @Temperature 1020 - 1110 °F
	0,825 J/g-°C@Temperature 650 - 700 °C	0.197 BTU/lb-°F @Temperature 1200 - 1290 °F
Conductividad térmica	49,8 W/m-K	346 BTU-in/hr-ft ² -°F

Anexo 12- Especificaciones técnicas para el acero AISI 304

Propiedades físicas	Métrico	Inglés
Densidad	8,00 g/cc	0,289 lb/pulg ³
Propiedades mecánicas	Métrico	Inglés
Dureza, Brinell	123	123
Dureza, Knoop	138	138
Dureza, Rockwell B	70	70
Dureza, Vickers	129	129
Resistencia a la tracción, definitiva	505 MPa	73200 psi
Resistencia a la tracción, rendimiento	215 MPa @Strain 0,200 %	31200 psi @Strain 0,200 %
Alargamiento a la rotura	70 %	70 %
Módulo de elasticidad	193 GPa	28000 ksi
Relación de Poissons	0.29	0.29
Módulo de corte	77.0 GPa	11200 ksi
Impacto de Izod 	150 J @Temperature -195 °C	111 ft-lb @Temperature -319 °F
	150 J @Temperature 21.0 °C	111 ft-lb @Temperature 69.8 °F
Impacto Charpy	325 J	240 ft-lb
Propiedades eléctricas	Métrico	Inglés
Resistividad eléctrica 	0,0000720 ohm-cm @Temperature 20.0 °C	0.0000720 ohm-cm @Temperature 68.0 °F
	0,000116 ohm-cm @Temperature 650 °C	0.000116 ohm-cm @Temperature 1200 °F
Permeabilidad magnética	1.020	1.020
Propiedades térmicas	Métrico	Inglés
CTE, lineal 	17,3 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0,000 - 100 °C	9.61 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 212 °F
	17,8 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0,000 - 315 °C	9.89 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 599 °F
	18,7 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0,000 - 650 °C	10.4 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 1200 °F
Capacidad calorífica específica	0,500 J/g·°C@Temperature 0,000 - 100 °C	0.120 BTU/lb·°F @Temperature 32.0 - 212 °F
Conductividad térmica 	16,2 W/m-K @Temperature 0,000 - 100 °C	112 BTU-in/hr-ft ² ·°F @Temperature 32.0 - 212 °F
	21,5 W/m-K @Temperature 500 °C	149 BTU-in/hr-ft ² ·°F @Temperature 932 °F
Punto de fusión	1400 - 1455 °C	2550 - 2651 °F
Solidus	1400 °C	2550 °F
Liquidus	1455 °C	2651 °F

Anexo 13- Cálculo para el diseño del eje extrusor

Carga distribuida sobre el eje

Para las cargas de diseño se tomaron en cuenta los siguientes pasos:

Cálculo de cargas sobre el eje

Para determinar la masa de esta sobre el eje se calcula primeramente el volumen del polímero, siempre mirando la geometría donde se posiciona el tornillo.

Tomando las dimensiones de la sección, el volumen del eje será dado por la ecuación.

$$V = \frac{\pi * R^2 * h}{2}$$

$$V = \frac{\pi * 0.049^2 * 0.3}{2} = 1.13 * 10^{-3} = 0.0113 \text{ m}^3$$

Entonces la masa será:

$$m = 0.0113 \text{ m}^3 * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 27.12 \text{ kg}$$

Masa del polímero

Se determina mediante el peso de la masa a través del interior de la carcasa de la zona del tornillo sin fin, donde se tiene la ecuación.

$$q = \frac{m * g}{L}$$

La fuerza distribuida será:

$$q = \frac{27.12 \text{ kg} * 9.81}{0.3} = 886.824 \text{ N/m}$$

Cálculo del peso del eje

para el volumen del eje, se utilizará la siguiente ecuación:

$$V_e = \pi(r_{eje}^2) * L$$

$$V_e = \pi(0.0325^2) * 0.3 = 0.099 \text{ m}^3$$

Para el peso del tornillo sin fin se usará la siguiente ecuación:

$$W = p * V_E * g$$

$$W = 7850 * 0.099 * 9.81 = 7623.84 \text{ N}$$

Carga distribuida para el tornillo si fin

Para obtener la carga distribuida recurrimos a la siguiente ecuación:

$$F_{dist} = \frac{W}{L} = \frac{7623.84}{0.3} = 25412.8 \text{ N/m}$$

Fuerza distribuida total

Para la fuerza total distribuida sobre el eje se realizará con la siguiente ecuación:

$$F_T = q + F_{dist} = 886.842 + 25412.8 = 26299.64 \text{ N/m}$$

Cálculo de la fuerza sobre el paso de tornillo sin fin

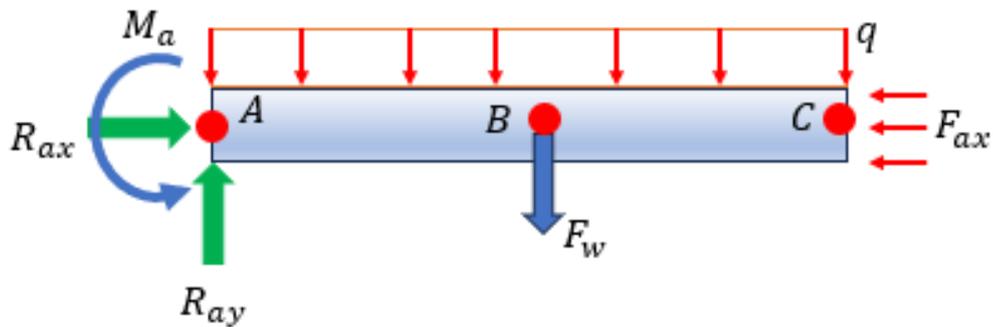
Para lograr determinar el torque que se aplica sobre el eje se toma la potencia calculada de la sección de resultados. La potencia requerida por un eje de 65 mm es 8.75 KV, ahora se procede a calcular.

$$T = \frac{P_{motor}}{\omega}$$

$$T = \frac{8.75}{\frac{2\pi(93rpm)}{60}} = 899.13 \text{ Nm}$$

Diagrama de cuerpo libre

Figura 32 Diagrama de cuerpo libre del eje del tornillo sinfín



$$\sum F_x = R_{ax} - F_{ax} = 0$$

$$R_{ax} = F_{ax}$$

La fuerza axial por medio de la presión de inyección para esta investigación es de 25 Mpa. La fuerza F_{ax} se calcula multiplicando la presión con el área transversal.

$$F_{Ax} = Pr * \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 25 * 10^6 * \frac{\pi}{4} (0.065^2 - 0.012^2) = 80130.24 \text{ N}$$

Para hallar la reacción en el eje y se hace la siguiente ecuación:

$$\sum F_y = R_{ay} - F_w = 0$$

$$F_{Ay} = F_w = F_t (L_{eje} + esp)$$

$$R_{Ay} = (26299.64 \text{ N/m}) * (0.3\text{m} + 0.05\text{m}) = 9204.87 \text{ N}$$

Al estar en el eje el momento A se determina mediante la ecuación siguiente:

$$\sum M_{Az} = M_A - F_w \left(\frac{L_{eje}}{2} + esp \right)$$

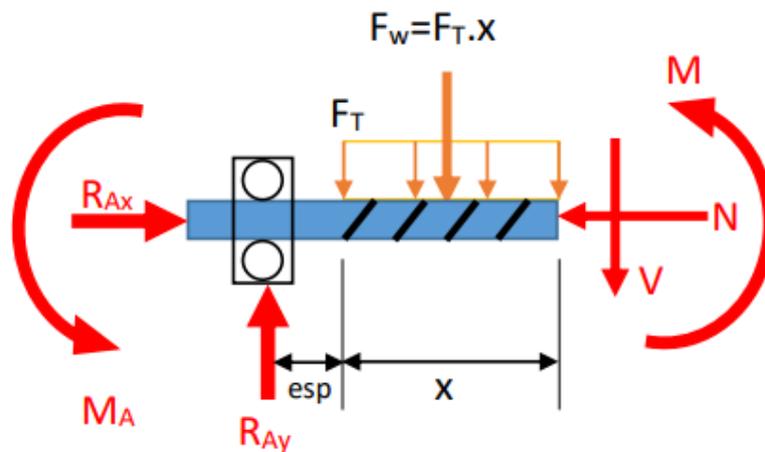
$$M_A = \frac{F_t * L_{eje}}{2} + F_t * L_{eje} * esp$$

$$M_A = \frac{\left(26299.64 \frac{N}{m}\right) * (0.3 m)}{2} + \left(26299.84 \frac{N}{m}\right) * (0.3 m) * (0.05m) = 4339.35 Nm$$

Diagrama de momento flector

Se llego a tomar el eje más cercano al rodamiento y así se determinó las cargas internas para poder desarrollar los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Figura 33 Diagrama de cuerpo libre



$$\sum F_x = R_{ax} - N = 0$$

$$N = F_{Ax}$$

$$\sum F_y = R_{ay} - F_w - V = 0$$

$$V = R_{ay} - F_T (X)$$

$$\sum M_{Az} = M_A - R_{ay}(esp - x) + F_T \left(\frac{(esp + X)^2}{2} \right) + M$$

$$M = -M_A + R_{ay}(esp - x) - F_T \left(\frac{(esp + X)^2}{2} \right)$$

Se ecuaciones anteriores se programaron en Matlab se logró graficar todo el diámetro el eje. Logrado tener los diagramas de fuerza cortante (V) momento flector (M) se puede ver en la figura 33.

Figura 34 Fuerza cortante y momento flector

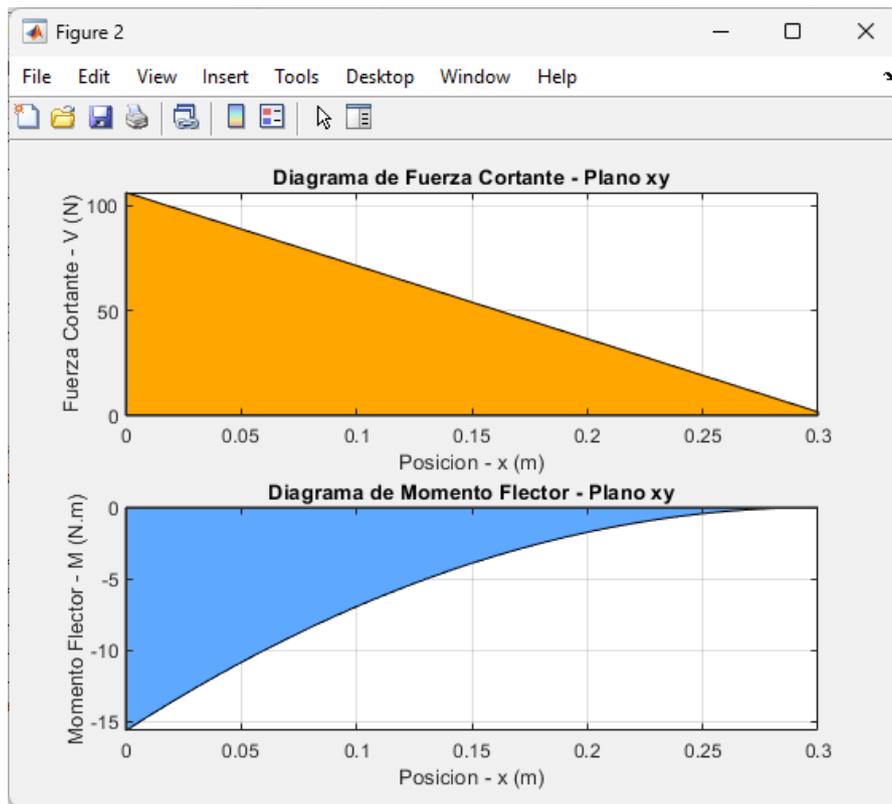
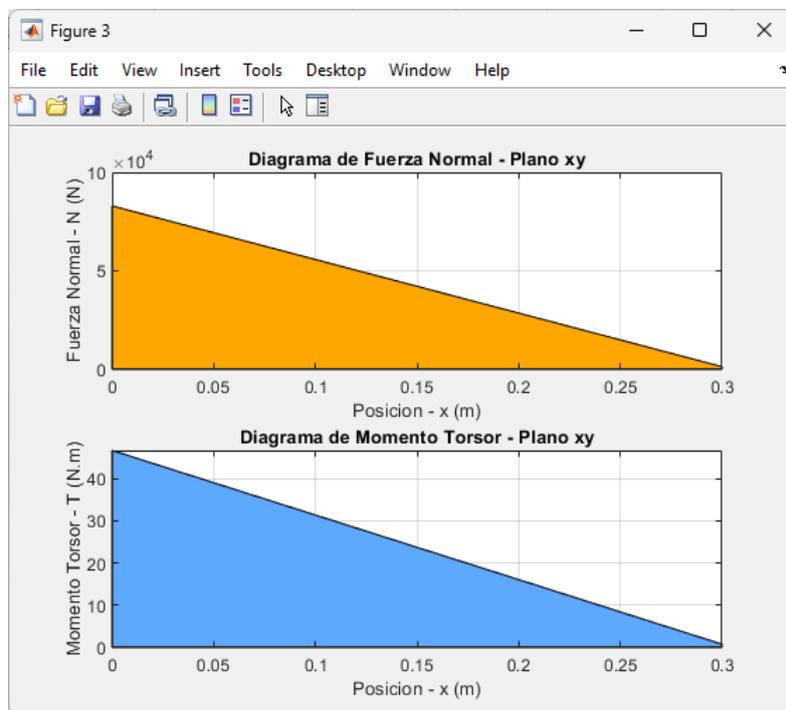


Figura 35 Fuerza normal y torque



Análisis estático del eje

Ya ahora que tenemos torque y momento se procede a determinar el factor de seguridad del eje en carga estática. El factor de seguridad debe pasar el valor de 1.25 para así poder asegurar que el eje no logre fallar durante la inyección.

Se usará la siguiente ecuación:

$$I = \frac{\pi(D_{eje}^4 - d_{eje}^4)}{64}$$

$$I = \frac{\pi(0.065^4 - 0.025^4)}{64} = 8.57 * 10^{-7} m^4$$

$$J = \frac{\pi(D_{eje}^4 - d_{eje}^4)}{32}$$

$$J = \frac{\pi(0.065^4 - 0.025^4)}{32} = 1.71 * 10^{-6} m^4$$

El esfuerzo de Von Misses se determina con la siguiente formula:

$$\sigma_n = \frac{80130.24}{\frac{\pi}{4}(0.065^2 - 0.025^2)} = 28.3 * 10^6$$

$$\sigma_f = \frac{M_{max} * r_{eje}}{I}$$

$$\sigma_f = \frac{1158.98 Nm * 0.0325m}{8.57 * 10^{-7} m^4} = 43.95 * 10^6 Pa$$

$$\tau_{xy} = \frac{T_{max} * r_{eje}}{J}$$

$$\tau_{xy} = \frac{596.83 Nm * 0.0325m}{1.71 * 10^{-6} m^4} = 11.3 * 10^6 Pa$$

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_n + \sigma_f)^2 + 3(\tau_{xy})^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{((28.3 * 10^6 Pa) + (43.95 * 10^6 Pa))^2 + 3(11.3 * 10^6 Pa)^2} = 48.11 Mpa$$

Finalmente, el factor de seguridad en carga estática se determina como:

$$FS_{est} = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$FS_{est} = \frac{235 \text{ Mpa}}{48.11 \text{ Mpa}} = 4.88$$

Análisis en fatiga del eje

Para el análisis en eje de fatiga se empleó la ecuación de Marín

$$S'_e = 0.5 * S_{ut}$$

$$S'_e = 0.5 * 585 = 292.5$$

Donde los factores del límite de resistencia a la fatiga.

Factor de modificación a la condición superficial

$$K_a = 4.51 S_{ut}^{-0.265}$$

$$K_a = 4.51(585)^{-0.265} = 0.833$$

Factor de modificación del tamaño

$$K_b = 1.51(65)^{-0.157} = 0.784$$

Factor de carga:

El factor de carga se tomó el valor de 1 ya que es una carga combinada

$$K_c = 1$$

Factor de temperatura

$$K_d = 1$$

Factor de confiabilidad

$$K_e = 1$$

$$S_e = 0.833 * 0.784 * 1 * 1 * 1 * 1 * 292.5 = 191.02 \text{ Mpa}$$

Criterio de falla ASME elíptica:

$$\sigma_a = kf \left(\frac{M_a * r_{eje}}{I} \right)$$

$$\sigma_m = kf \left(\frac{M_m * r_{eje}}{I} \right)$$

$$\tau_a = kfs \left(\frac{\tau_a * r_{eje}}{J} \right)$$

$$\tau_m = kfs \left(\frac{\tau_m * r_{eje}}{J} \right)$$

$$\sigma'_a = \sqrt{(\sigma_a)^2 + 3(\tau_a)^2}$$

$$\sigma'_m = \sqrt{(\sigma_m)^2 + 3(\tau_m)^2}$$

$$\sigma'_a = \sqrt{\left(kf \left(\frac{M_a * r_{eje}}{I} \right) \right)^2 + 3 \left(kfs \left(\frac{\tau_a * r_{eje}}{J} \right) \right)^2}$$

$$\sigma'_m = \sqrt{(\sigma_m)^2 + 3(\tau_m)^2}$$

$$\sigma'_m = \sqrt{\left(kf \left(\frac{M_m * r_{eje}}{I} \right) \right)^2 + 3 \left(kfs \left(\frac{\tau_m * r_{eje}}{J} \right) \right)^2}$$

Sustituyendo los valores se tiene:

$$\sigma'_a = \sqrt{\left(1 \left(\frac{1158.98 * 0.0325}{8.57 * 10^{-7}} \right) \right)^2 + 3 \left(1 \left(\frac{0 * 0.0325}{1.71 * 10^{-6}} \right) \right)^2}$$

$$\sigma'_a = 43.95 * 10^6 pa$$

$$\sigma'_m = \sqrt{\left(1 \left(\frac{0 * 0.0325}{8.57 * 10^{-7}} \right) \right)^2 + 3 \left(1 \left(\frac{596.83 * 0.0325}{1.71 * 10^{-6}} \right) \right)^2}$$

$$\sigma'_m = 19.6 * 10^6 pa$$

$$FS = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma'_a}{S_e}\right)^2 + \left(\frac{\sigma'_m}{S_y}\right)^2}}$$

$$FS = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{19.6 * 10^6}{191.02 * 10^6}\right)^2 + \left(\frac{19.6 * 10^6}{235 * 10^6}\right)^2}} = 7.56$$

Anexo 14- Cálculo de la velocidad del tornillo sin fin

$$P_{frict} = 75.7LND_{SC} = 50D_{SC}L$$

Despejando N, se obtiene:

$$N = \frac{50}{75.7D_{SC}^{0.7}} = \left(\frac{rev}{s}\right)$$

Para poder tener los rpm tenemos que multiplicar por 60

$$N = \frac{50 * 60}{75.7D_{SC}^{0.7}} = (rpm)$$

Sabiendo que el diámetro del tornillo es $D_{SC} = 0.1 m$ reemplazamos:

$$N = \frac{50 * 60}{75.7 * 0.1^{0.7}} = 198.62 rpm$$

Cálculo de la potencia para el tornillo sin fin

Para el cálculo de la potencia del tornillo sin fin, necesitamos definir los factores que están a continuación:

$F_d = 55$ (Adim) Factor de diámetro del transportador

$F_b = 1$ (Adim) Factor de rodamiento de suspensión

$F_m = 2$ (Adim) Factor del material

$F_f = 1$ (Adim) Factor de vuelo

$F_p = 1.87$ (Adim) Factor de paleta

$e = 0.94$ (Adim) Eficiencia de la transmisión

Densidad del material

Para la densidad, establecimos que el polipropileno tiene como densidad 2400 kg/m³

Capacidad requerida

Es la cantidad de producción que va a elaborar la máquina

Volumen del aislador: $0.21 * 0.023 * 0.098 = 0.0004733 m^3$

En 5 unidades = $5 \times 0.0004733 = 2.36 \text{ m}^3$

Entonces:

$$c = 5 \frac{\text{unid}}{\text{hora}} = 2.36 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} = 83.34 \frac{\text{pie}^3}{\text{hora}}$$

Longitud del transportador

$$L = 0.9 \text{ m} = 2.95 \text{ pies}$$

Potencia requerida para vencer la fricción

$$HP_f = \frac{L * rpm * F_d * F_b}{1000000} = \frac{2.95 * 198.62 * 55 * 1}{1000000} = 0.0322 \text{ HP}$$

Potencia para transportar el material

$$HP_m = \frac{c * L * D * F_f * F_m * F_p}{1000000} = \frac{83.34 * 2.95 * 110 * 1 * 2 * 1.87}{1000000} = 0.1011 \text{ HP}$$

Factor de sobrecarga

El factor de sobrecarga se calcula de la siguiente manera:

$$F_0 = \log(HP_f + HP_m) * (-0.6115) + 2.024$$

$$F_0 = \log(0.0322 + 0.1011) * (-0.6115) + 2.024 = 2.56 \text{ (Adim)}$$

Potencia total consumida por el tornillo

$$HP = (HP_f + HP_m) * F_0 / e$$

$$HP = (0.0322 + 0.1011) * \frac{2.56}{0.94} = 0.36 \text{ HP} = 0.5 \text{ HP}$$

$$P_{\text{tornillo}} = 1 \text{ HP} = 746 \text{ watts}$$

Selección del motor

Para seleccionar a motor para el sistema de inyección, tenemos la potencia total que es de 1 HP, por lo tanto, la caja reductora debe ser de 1 HP, entonces el catálogo con todas sus características se ven en la tabla 22

Tabla 25. Especificaciones técnicas del motor

Potencia de motor	1.5
Velocidad de salida	92 rpm
Par de salida	156 Nm
Factor de servicio	1
Índice de reducción	18.79
Peso	27 kg

Fuente: Nord (2019)

Cálculo del peso del eje

$$V_E = \pi * r^2 * h$$

$$V_E = \pi * 0.003175^2 * 2.33 = 0.00739 \text{ m}^3$$

Peso del tornillo sin fin

$$W = p * V_E * g =$$

$$W = 7850 * 0.007379 * 9.81 = 568.2457 \text{ N}$$

Anexo 15- Selección del acople mecánico

Se realizo los cálculos siguiendo los catálogos proporcionados por los fabricantes, donde se obtiene:

Factor de servicio

Nos basamos en el catálogo SKF se toma el valor de 1.3 para cargas medias con servicio de 10 horas.

Potencia de diseño

$$P_{dist} = P_{mot} * F_S$$

Donde:

P_{dist} : Potencia de diseño (KW)

P_{mot} : Potencia de diseño (KW)

F_S : Factor de servicio (adm)

$$P_{dist} = P_{mot} * F_S = 11 * 1.3 = 14.3 \text{ KW}$$

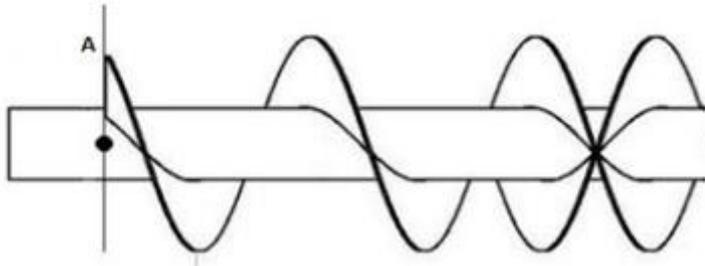
Tamaño del acoplamiento

Lo seleccionaremos tomando en cuenta la velocidad de los rpm, tenemos que tomar un valor superior a los 93 rpm dado por la caja reductora y considerando la potencia de diseño de 14.3 KW del catálogo se toma una medida superior, lo que corresponde a un acoplamiento de código 160GC. Las características están en el anexo 21.

Anexo 16- Selección del rodamiento

Para la selección del rodamiento del tornillo sin fin, se seleccionará uno de tipo axial y radial, la cual será puesto en el punto A (ver figura 34)

Figura 36 Punto del rodaje



Velocidad de la potencia

La velocidad en el punto A, está definida por la velocidad que gira el tornillo, la cual es movida por el reductor, donde la velocidad n_A sería de 93 rpm de acuerdo a las especificaciones seleccionadas.

Carga radial

Las cargas radiales en el eje están dadas por:

$$Fr_A = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{0^2 + 1996.02^2} = 19960.2 \text{ N}$$

Vida útil del rodamiento

Para la obtención del rodamiento, seguiremos el proceso de selección del libro de diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley, donde nos proporciona un método utilizando la clasificación de carga de catálogo, en la que está definida como:

$$C_{10} = F_D \left(\frac{L_D * n_D * 60}{L_R * n_R * 60} \right)^{\frac{1}{a}}$$

Donde:

C_{10} : Clasificación de cargas de catálogo (lbf o KN)

F_D : Carga radial deseada (lbf o KN)

L_D : Vida deseada (horas)

L_R : Vida nominal (horas)

n_D : Velocidad deseada (rpm)

n_R : Velocidad nominal (rpm)

a : Valor de acuerdo al tipo de rodamiento

$$L = \left(8 \frac{h}{dia}\right) * \left(360 \frac{dias}{año}\right) * (3 años) = 8640 horas$$

La carga que se somete el eje es de 1996.02 N.

Entonces se tiene:

$$C_{10} = 1.966 KN \left(\frac{8640 N * 93 rpm * 60}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} = 7.155 KN$$

Anexo 17- Fuerzas teóricas de doble efecto

D mm	d mm	Sección cm ²		Esfuerzos en daN para presión en bar							
				2		4		6		8	
		Sa	Sr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
10	4	0,8	0,6	1,6	1,2	3,2	2,4	4,8	3,6	6,4	4,8
12	6	1,1	0,8	2,2	1,6	4,4	3,2	6,6	4,8	8,8	6,4
16	6	2,0	1,7	4,0	3,4	8,0	6,8	12,0	10,2	16,0	13,6
20	10	3,1	2,3	6,2	4,3	12,4	8,6	18,6	13,8	24,8	17,2
25	12	4,9	3,8	9,8	7,6	19,6	15,2	29,4	22,8	39,2	30,4
32	12	8,0	6,9	16,0	13,8	32,0	17,6	48,0	41,4	64,0	55,2
40	18	12,6	10,0	25,2	20,0	50,4	40,0	75,6	60,0	100,8	80,0
50	18	19,6	17,0	39,2	34,0	78,4	68,0	117,6	102,0	156,8	136,0
63	22	31,2	27,4	62,4	54,8	124,8	109,6	187,2	164,4	249,6	219,2
80	22	50,3	46,5	100,6	93,0	201,2	186,0	301,8	279,0	402,4	372,0
100	30	78,5	71,5	157,0	143,0	314,0	286,0	471,0	429,0	628,0	572,0
125	30	123,	115,7	246,0	213,4	492,0	462,8	738,0	694,2	984,0	925,6
160	40	201,0	188,0	402,0	376,0	804,0	752,0	1206,0	1128,0	1608,0	1504,0
200	40	314,0	301,0	628,0	602,0	1256,0	1204,0	1884,0	1806,0	2512,0	2408,0
250	50	491,0	471,0	982,0	942,0	1964,0	1884,0	2946,0	2826,0	3928,0	3768,0

Fig. 4.4. Fuerzas teóricas en cilindros de doble efecto.

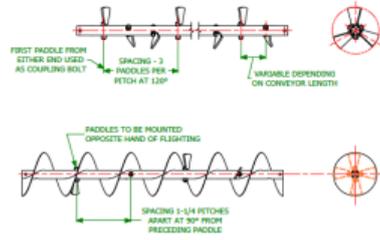
Anexo 18- cilindros normalizados

Cilindros normalizados

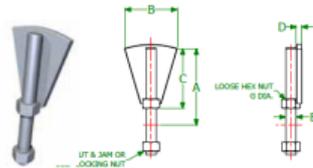
Tipo	 Cilindro compacto ADN	 Cilindro compacto AEN	 Cilindro compacto ADNP	 Cilindro compacto ADN-EL
Funcionamiento	Doble efecto	Simple efecto, empuje o tracción	Doble efecto	Doble efecto
Diámetro del émbolo	12 mm, 16 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 80 mm, 100 mm, 125 mm	12 mm, 16 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 80 mm, 100 mm	20 mm, 25 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm	20 mm, 25 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 80 mm, 100 mm
Fuerza teórica con 6 bar en avance	51 ... 7363 N	56 ... 4511 N	188 ... 1178 N	188 ... 4712 N
Carrera	1 ... 500 mm	1 ... 25 mm	5 ... 80 mm	10 ... 500 mm
Amortiguación	P: anillos y discos elásticos en ambos lados, PPS: amortiguación neumática autorregulable de fin de recorrido	P: anillos y discos elásticos en ambos lados;	P: anillos y discos elásticos en ambos lados;	P: anillos y discos elásticos en ambos lados;
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Diámetro del émbolo 12... 100 mm corresponde a ISO 21287 Montaje en la mitad del espacio en comparación con cilindros normalizados según ISO 15552 Para la detección de las posiciones Vástago con rosca interior o exterior Gran cantidad de variantes 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 21287 Montaje en la mitad del espacio en comparación con cilindros normalizados según ISO 15552 Para la detección de las posiciones Vástago con rosca interior o exterior Gran cantidad de variantes 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 21287 Montaje en la mitad del espacio en comparación con cilindros normalizados según ISO 15552 Con culata de polímero y vástago de aluminio Cilindro de coste optimizado, para aplicaciones estándar Para la detección de las posiciones Vástago con rosca interior o exterior 	<ul style="list-style-type: none"> Patrón normalizado de taladros Con bloqueo de posiciones finales en ambos lados, delante o detrás Para la detección de las posiciones Vástago con rosca interior o exterior
online: →	adn	aen	adnp	adn-et

Anexo 19- Selección del eje

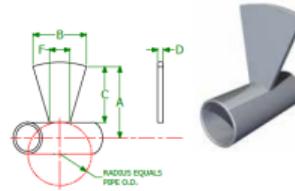
Paddle Screw Conveyors



PADDLES



STYLE 1: ADJUSTABLE



STYLE 2: WELDED

Screw Dia.	Part Number	Cplg. Dia.	Pipe Size	A	B	C	D	E	F	G	Wt. Each Paddle (Lbs.)
4"	PAD42	1"	1-1/4"	2"	1-1/2"	1-3/16"	3/16"	3/8"	7/8"	1/2"	0.25
6"	PAD63	1-1/2"	2"	3"	2-1/16"	1-13/16"	1/4"	1/2"	1-7/16"	5/8"	0.50
9"	PAD93	1-1/2"	2"	4-1/2"	2-3/4"	3-5/16"	1/4"	1/2"	1-1/2"	5/8"	0.50
	PAD94	2"	2-1/2"			3-1/16"		5/8"	1-3/4"	3/4"	0.75
12"	PAD124	2"	2-1/2"	6"	3-11/16"	4-9/16"	3/8"	5/8"	1-3/4"	3/4"	1.50
	PAD125	2-7/16"	3"			4-1/4"		5/8"	1-7/8"	3/4"	1.75
	PAD126	3"	3-1/2"			4"		3/4"	2"	7/8"	2.00
14"	PAD145	2-7/16"	3"	7"	4-1/4"	5-1/4"	3/8"	5/8"	2"	3/4"	2.25
	PAD146	3"	3-1/2"			5"		3/4"	2-1/8"	7/8"	2.50
16"	PAD166	3"	3-1/2"	8"	4-15/16"	6"	3/8"	3/4"	2-1/4"	7/8"	3.25
	PAD166	3"	4"			5-3/4"		7/8"	2-3/8"	1"	3.50
18"	PAD186	3"	3-1/2"	9"	5-3/8"	7"	3/8"	3/4"	2-1/8"	7/8"	4.00
	PAD187	3-7/16"	4"			6-3/4"		7/8"	2-1/4"	1"	4.25
20"	PAD206	3"	3-1/2"	10"	6-1/8"	8"	3/8"	3/4"	2-7/16"	7/8"	4.75
	PAD207	3-7/16"	4"			7-3/4"		7/8"	2-9/16"	1"	5.00
24"	PAD247	3-7/16"	4"	12-1/8"	7-3/8"	9-7/8"	1/2"	7/8"	2-11/16"	1"	6.75
30"	PAD308	3-15/16"	5"	15"	9-1/2"	12"	1/2"	7/8"	3-1/4"	1"	7.50
36"	PAD369	4-7/16"	6"	18"	11-3/8"	15"	5/8"	7/8"	3-9/16"	1"	9.25

Anexo 20- Características técnicas del motor eléctrico



Motor Eléctrico YC100L-4 2HP

MARCA	REXON
CODIGO	BME1020019
MODELO	YC100L-4
POTENCIA	2HP(1.5KW)
FASES	MONOFASICO
VOLTAJES	220V
VELOCIDAD	1800-1750 RPM
CARCASA	HIERRO FUNDIDO
REFRIGERACION	POR VENTILADOR



Anexo 21- Características técnicas del acople mecánico

Table 1

Power ratings										
Speed	Coupling size			130	150	180	230	280		
	70	90	110							
r/min	kW									
50	0,16	0,42	0,84	1,65	3,14	4,97	10,47	16,49		
100	0,33	0,84	1,68	3,3	6,28	9,95	20,94	32,98		
200	0,66	1,68	3,35	6,6	12,57	19,9	41,88	65,97		
300	0,99	2,51	5,03	9,9	18,85	29,84	62,83	98,95		
400	1,32	3,35	6,7	13,19	25,13	39,79	83,77	131,94		
500	1,65	4,19	8,38	16,49	31,41	49,74	104,71	164,92		
600	1,98	5,03	10,05	19,79	37,7	59,69	125,65	197,91		
700	2,31	5,86	11,73	23,09	43,98	69,63	146,6	230,89		
720	2,37	6,03	12,06	23,75	45,24	71,62	150,79	237,49		
800	2,64	6,7	13,4	26,39	50,26	79,58	167,54	263,87		
900	2,97	7,54	15,08	29,69	56,54	89,53	188,48	296,86		
960	3,17	8,04	16,08	31,66	60,31	95,5	201,05	316,65		
1 000	3,3	8,38	16,75	32,98	62,83	99,48	209,42	329,84		
1 200	3,96	10,05	20,1	39,58	75,39	119,37	251,31	395,81		
1 400	4,62	11,73	23,46	46,18	87,96	139,27	293,19	461,78		
1 440	4,75	12,06	24,13	47,5	90,47	143,25	301,57	474,97		
1 600	5,28	13,4	26,81	52,77	100,52	159,16	335,08	527,75		
1 800	5,94	15,08	30,16	59,37	113,09	179,06	376,96	593,72		
2 000	6,6	16,75	33,51	65,97	125,65	198,95	418,85	659,69		
2 200	7,26	18,43	36,86	72,57	138,22	218,85	460,73	725,65		
2 400	7,92	20,1	40,21	79,16	150,79	238,74	502,62	-		
2 600	8,58	21,78	43,56	85,76	163,35	258,64	544,5	-		
2 800	9,24	23,46	46,91	92,36	175,92	278,53	-	-		
2 880	9,5	24,13	48,25	94,99	180,94	286,49	-	-		
3 000	9,9	25,13	50,26	98,95	188,48	298,43	-	-		
3 600	11,87	30,16	60,31	118,74	226,18	-	-	-		
Nominal torque Nm	31	80	160	315	600	950	2 000	3 150		
Max. torque Nm	72	180	360	720	1 500	2 350	5 000	7 200		

Table 2

Assembled dimensions and characteristics											
Size	Assembled length comprising flange types			Mass ¹⁾	Inertia	Torsional stiffness	Misalignment			Nominal torque	Torque Max.
	FF, FH, HH	FB, HB	BB				Angular	Parallel	Axial		
-	mm			kg	kg/m ²	Nm/°	°	mm	Nm	-	
70	65,0	65,0	65,0	1,00	0,00085	-	1	0,3	0,2	31,5	72
90	69,5	76,0	82,5	1,17	0,00115	-	1	0,3	0,5	80	180
110	82,0	100,5	119,0	5,00	0,0040	65	1	0,3	0,6	160	360
130	89,0	110,0	131,0	5,46	0,0078	130	1	0,4	0,8	315	720
150	107,0	129,5	152,0	7,11	0,0181	175	1	0,4	0,9	600	1 500
180	142,0	165,5	189,0	16,60	0,0434	229	1	0,4	1,1	950	2 350
230	164,5	202,0	239,5	26,00	0,1207	587	1	0,5	1,3	2 000	5 000
280	207,5	246,5	285,5	50,00	0,4465	1025	1	0,5	1,7	3 150	7 200

¹⁾ Mass is for an FF, FH or HH coupling with mid range tapered bushings.

Anexo 22- Características rodaje



4309 ATN9

Double row deep groove ball bearing

Double row deep groove ball bearings correspond, in their design and operation, to a pair of single row deep groove ball bearings. They are robust in operation, requiring little maintenance, can operate at high speeds and accommodate radial and axial loads in both directions. They are slightly wider than single row bearings of the same bore and outside diameter but have a considerably higher load carrying capacity.

- Versatile and robust design
- High-speed capability
- Accommodate high axial and radial loads in both directions
- Require little maintenance

Overview

Dimensions

Bore diameter	45 mm
Outside diameter	100 mm
Width	36 mm

Performance

Basic dynamic load rating	68.9 kN
Basic static load rating	56 kN
Reference speed	11 000 r/min
Limiting speed	6 000 r/min

Properties

Filling slots	Without
Number of rows	2
Locating feature, bearing outer ring	None
Bore type	Cylindrical
Cage	Non-metallic
Matched arrangement	No
Radial internal clearance	CN
Material, bearing	Bearing steel
Coating	Without
Sealing	Without
Lubricant	None
Relubrication feature	Without

Anexo 23- Normas C29.13

Serán fabricados con base en las normas técnicas, ANSI C29.17 para los aisladores tipo poste, ANSI C29.9 y ANSI C29.11 para los aisladores tipo estación y ANSI C29.12 y ANSI C29.13 para los aisladores tipo suspensión.

El recubrimiento debe ser resistente a la formación de caminos conductores (tracking), la erosión, la temperatura, inflamabilidad y la acción de la radiación ultravioleta. El material polimérico utilizado debe cumplir con un valor mínimo de tracking de 4.5kV según IEC 60587 o ASTM D-2303.

No se aceptarán polímeros de EPDM (caucho etileno propileno dieno) o combinaciones de EPDM con silicona.

Este recubrimiento debe ser uniforme alrededor de la circunferencia del núcleo, en toda la longitud del aislador, formando una superficie hidrófuga protectora, aún bajo condiciones de contaminación severa, que no se degrade en largos períodos de tiempo. El espesor del recubrimiento sobre el núcleo debe ser mínimo de 3 mm.

El aislador debe contar con sellos complementarios en sus interfaces para impedir el ingreso de humedad que comprometa su estado.

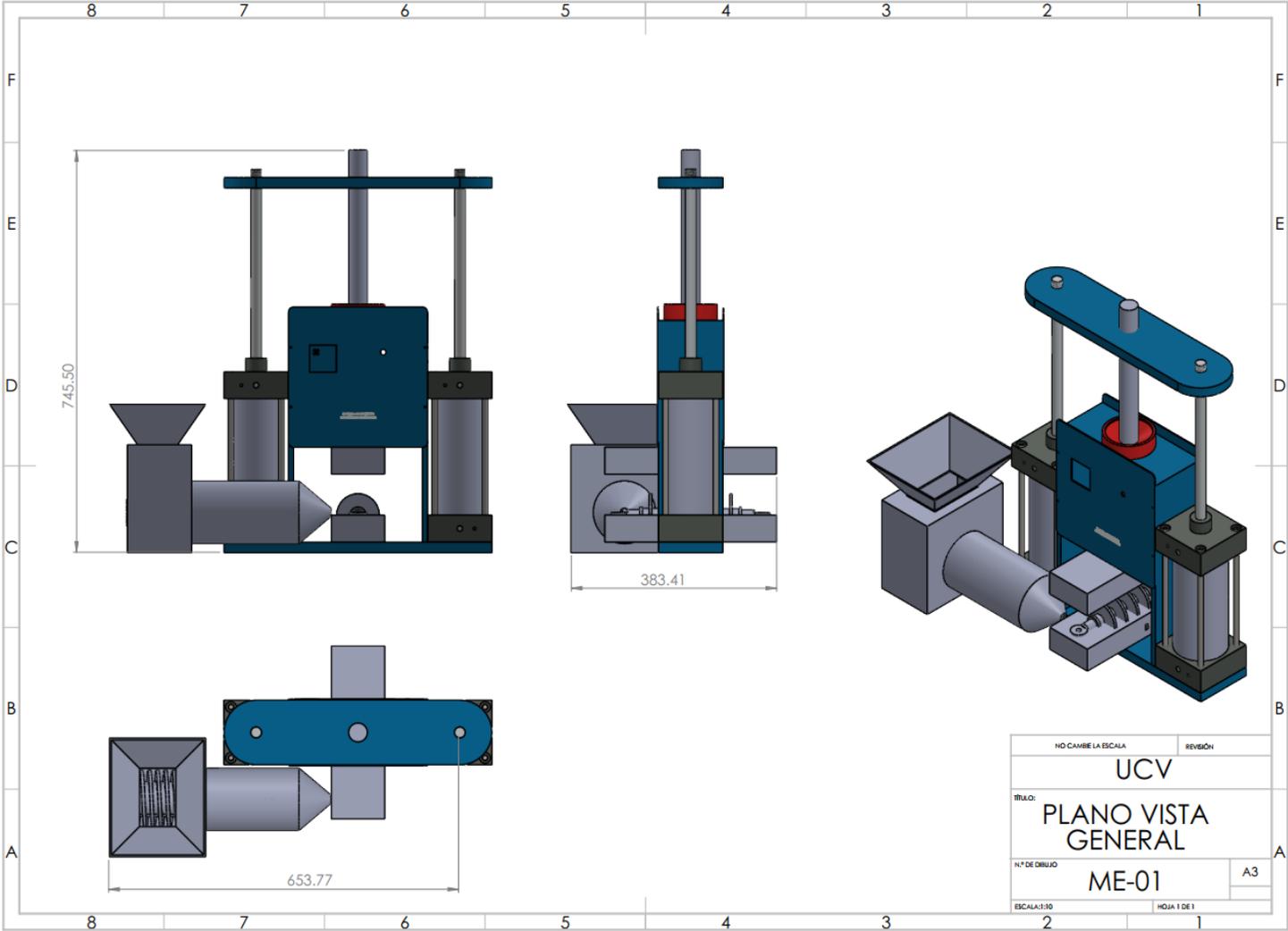
Los herrajes, deberán ser de hierro dúctil o acero, galvanizados en caliente de acuerdo con las normas NTC 2076 o ASTM A153. La fundición o el forjado deberán ser uniformes y libres de imperfecciones, bordes o aristas cortantes, grietas, bolsas de contracción, escamas, fisuras, incrustaciones, etc.

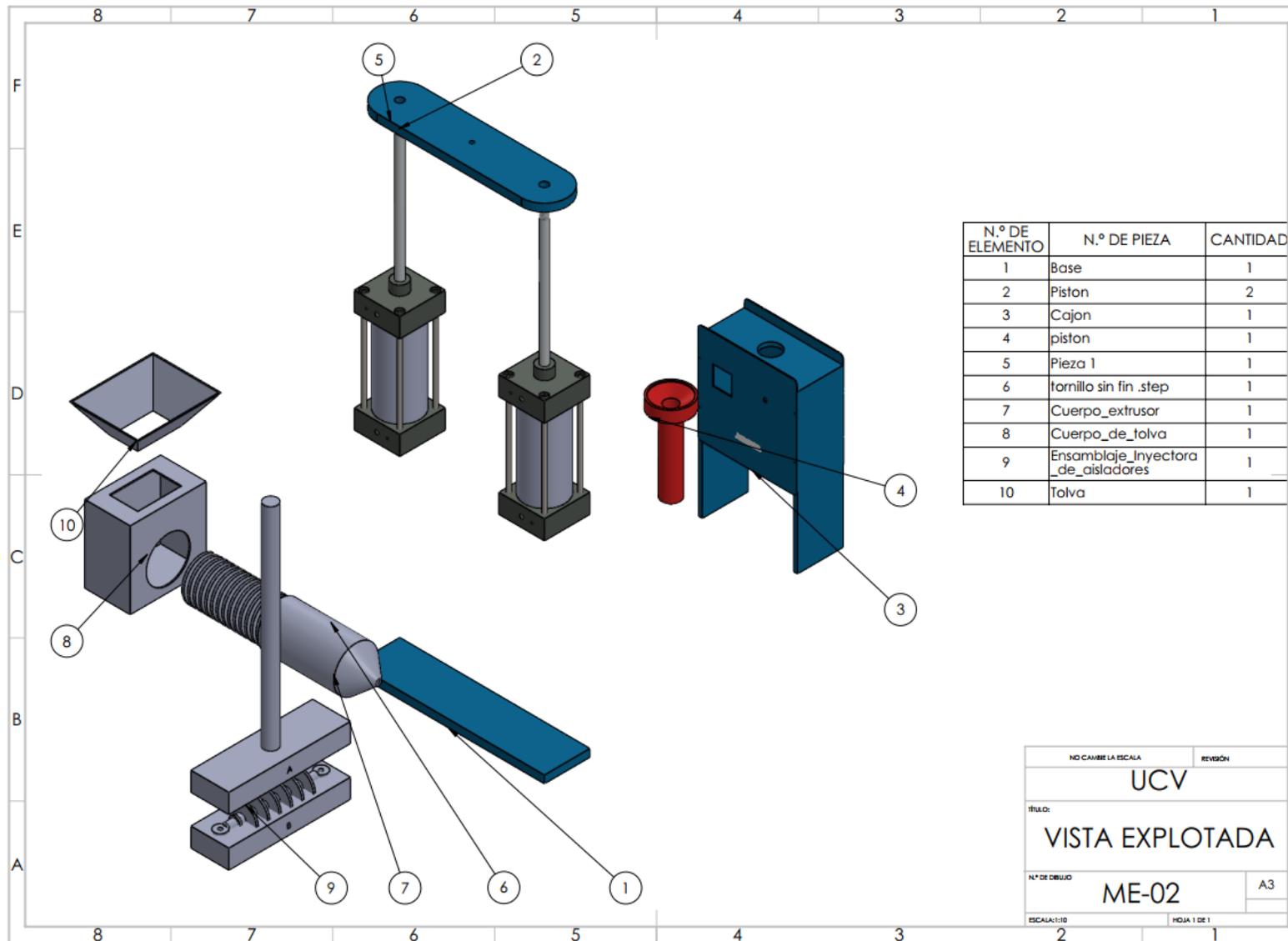
Los aisladores deben poseer aletas de diseño aerodinámico, para facilitar su auto limpieza por efecto del viento y lluvia.

Los acoples deben ser ensamblados al núcleo por el método de múltiple compresión radial, de mínimo seis puntos, o por un sistema de relleno y sección cónica, de tal modo que asegure una distribución uniforme de la carga mecánica, alrededor de la circunferencia del núcleo de fibra de vidrio.

Los aisladores deben ser probados de acuerdo con lo establecido en las normas ANSI C29.11 o IEC 61109.

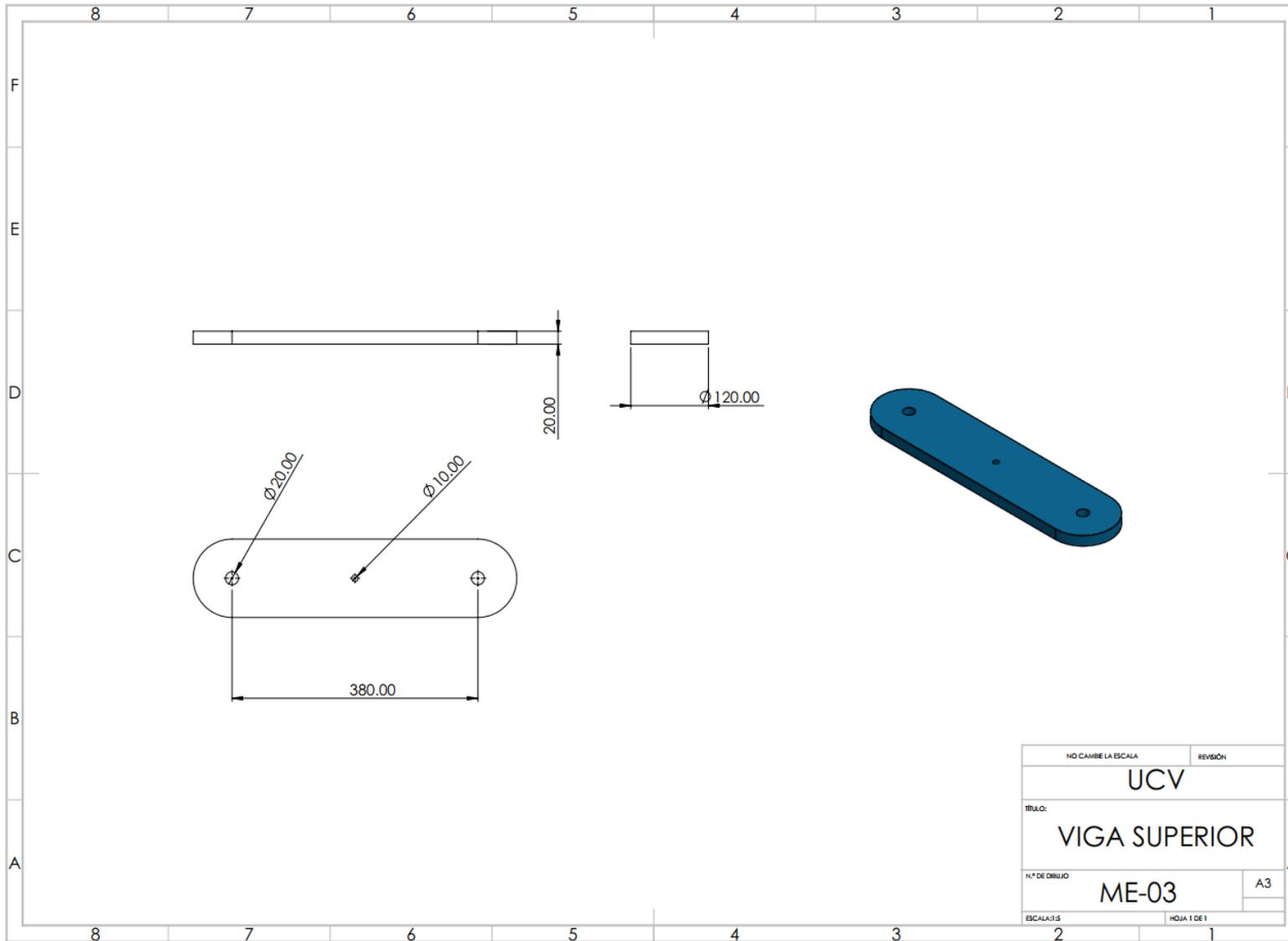
Anexo 24- Planos de la máquina inyectora

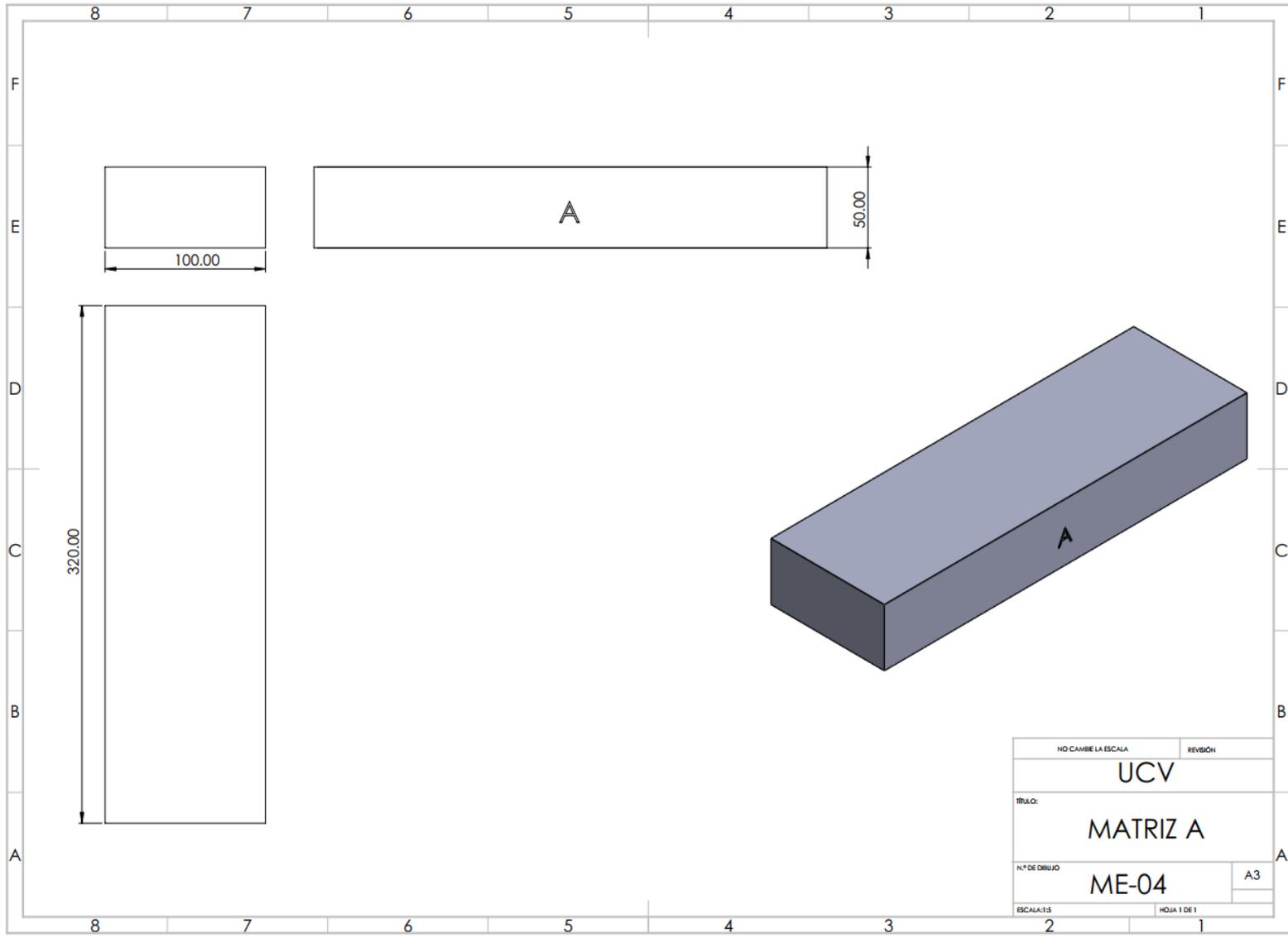




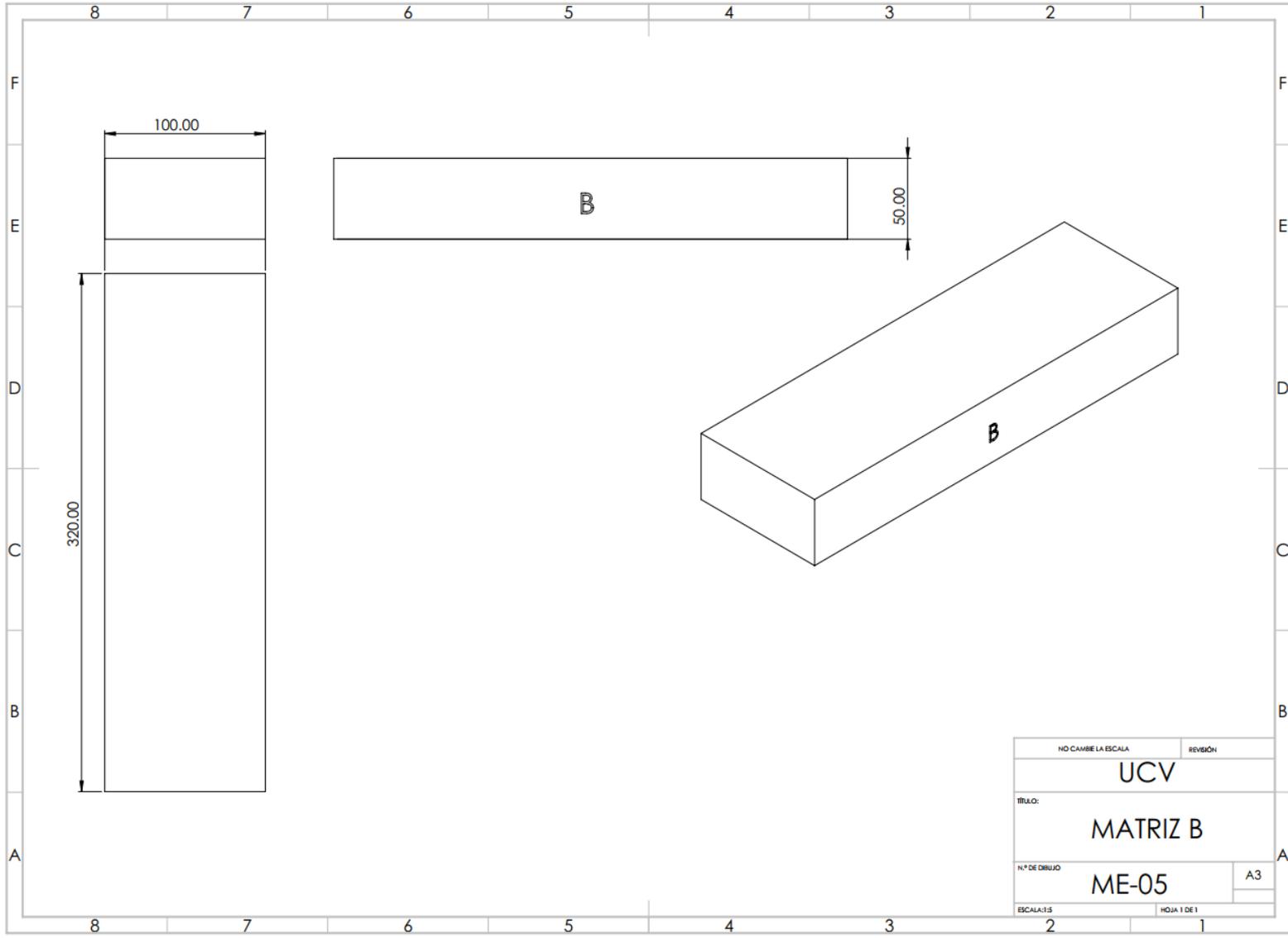
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Base	1
2	Piston	2
3	Cajon	1
4	piston	1
5	Pieza 1	1
6	tornillo sin fin .step	1
7	Cuerpo_extrusor	1
8	Cuerpo_de_tolva	1
9	Ensamblaje_inyectora_de_isladores	1
10	Tolva	1

NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
UCV	
TÍTULO:	
VISTA EXPLOTADA	
N.º DE DIBUJO	A3
ME-02	
ESCALA:1:10	PÁGINA 1 DE 1

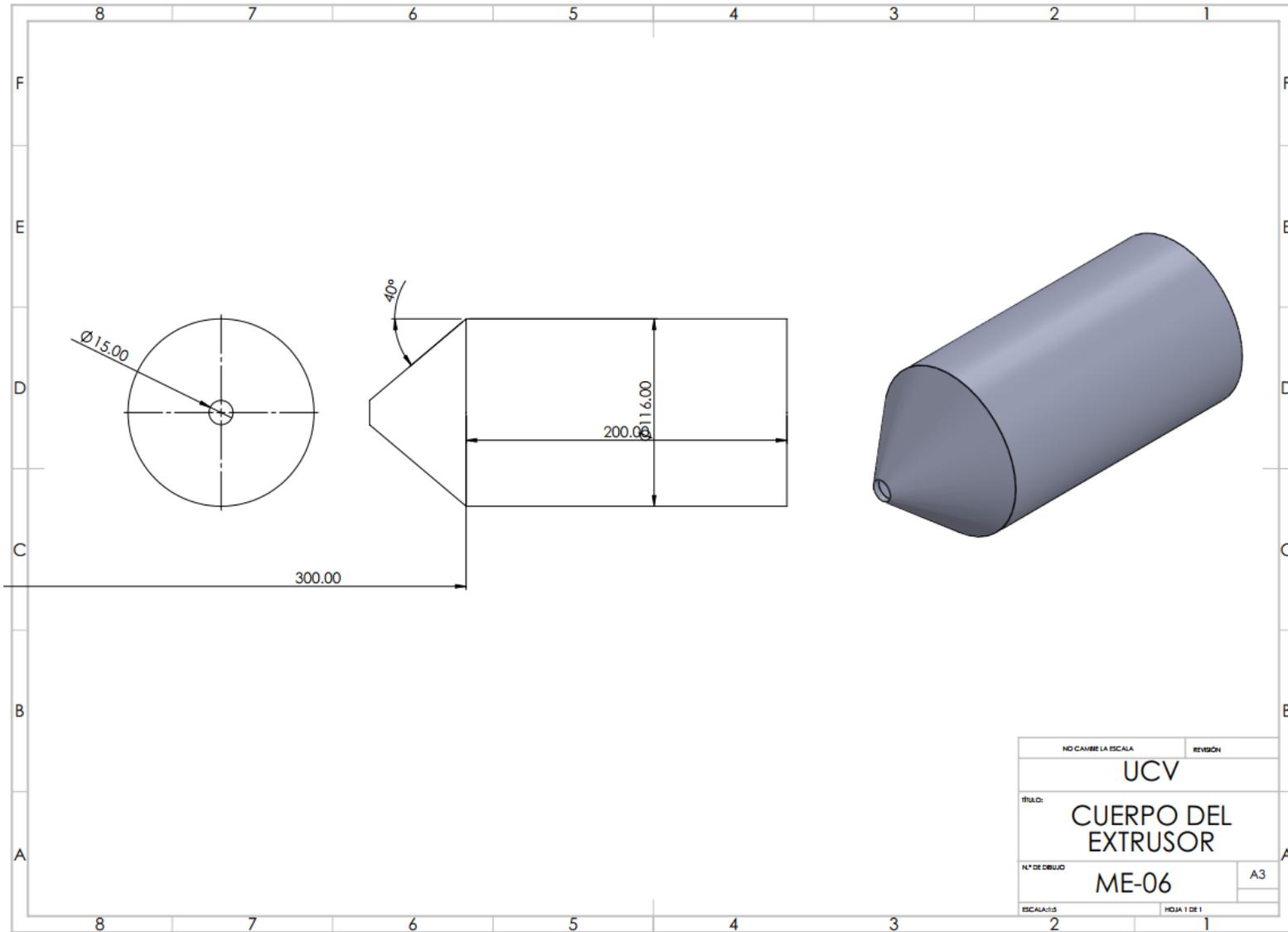




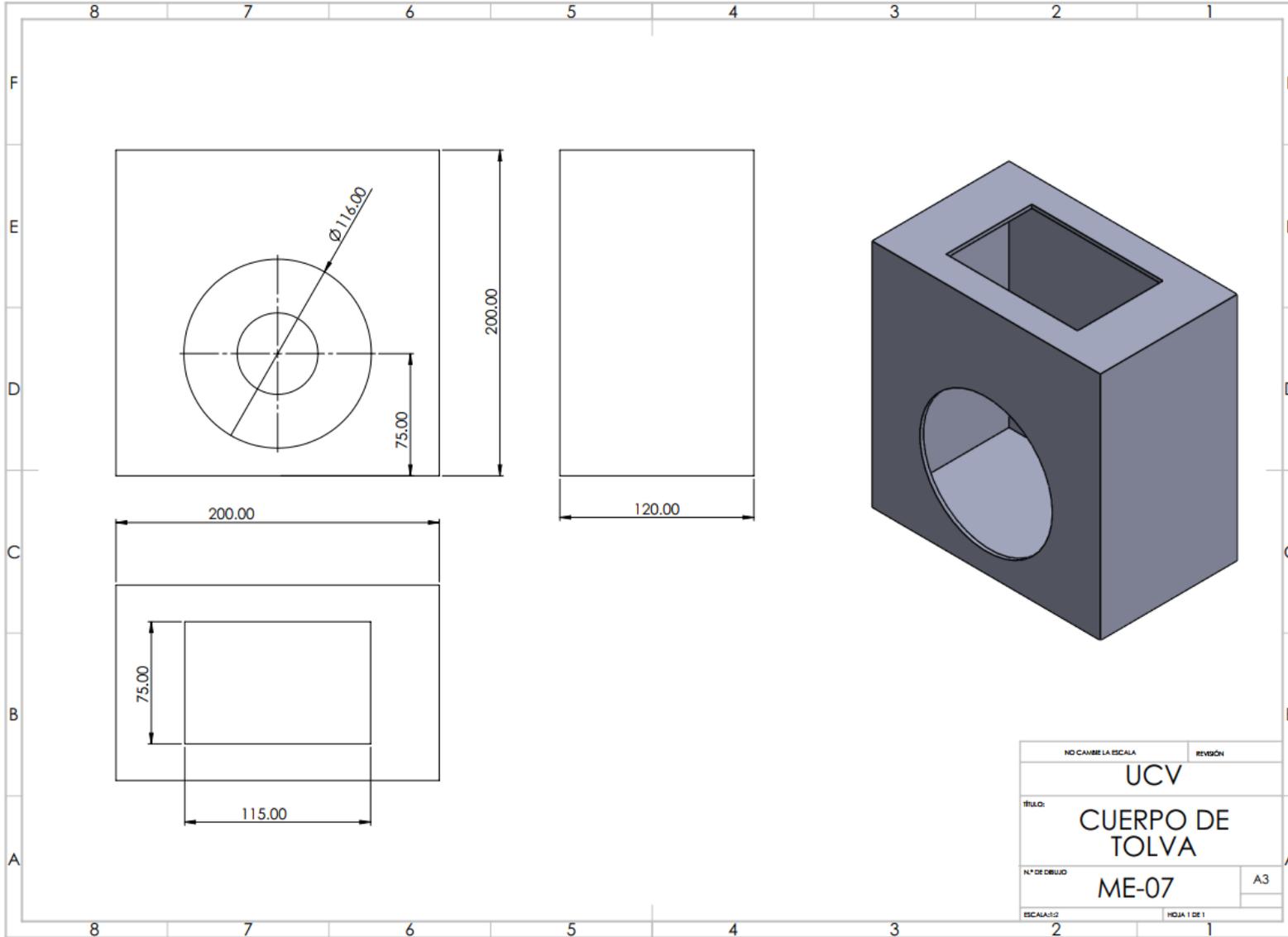
NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
UCV	
TÍTULO: MATRIZ A	
N.º DE DIBUJO ME-04	A3
ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1



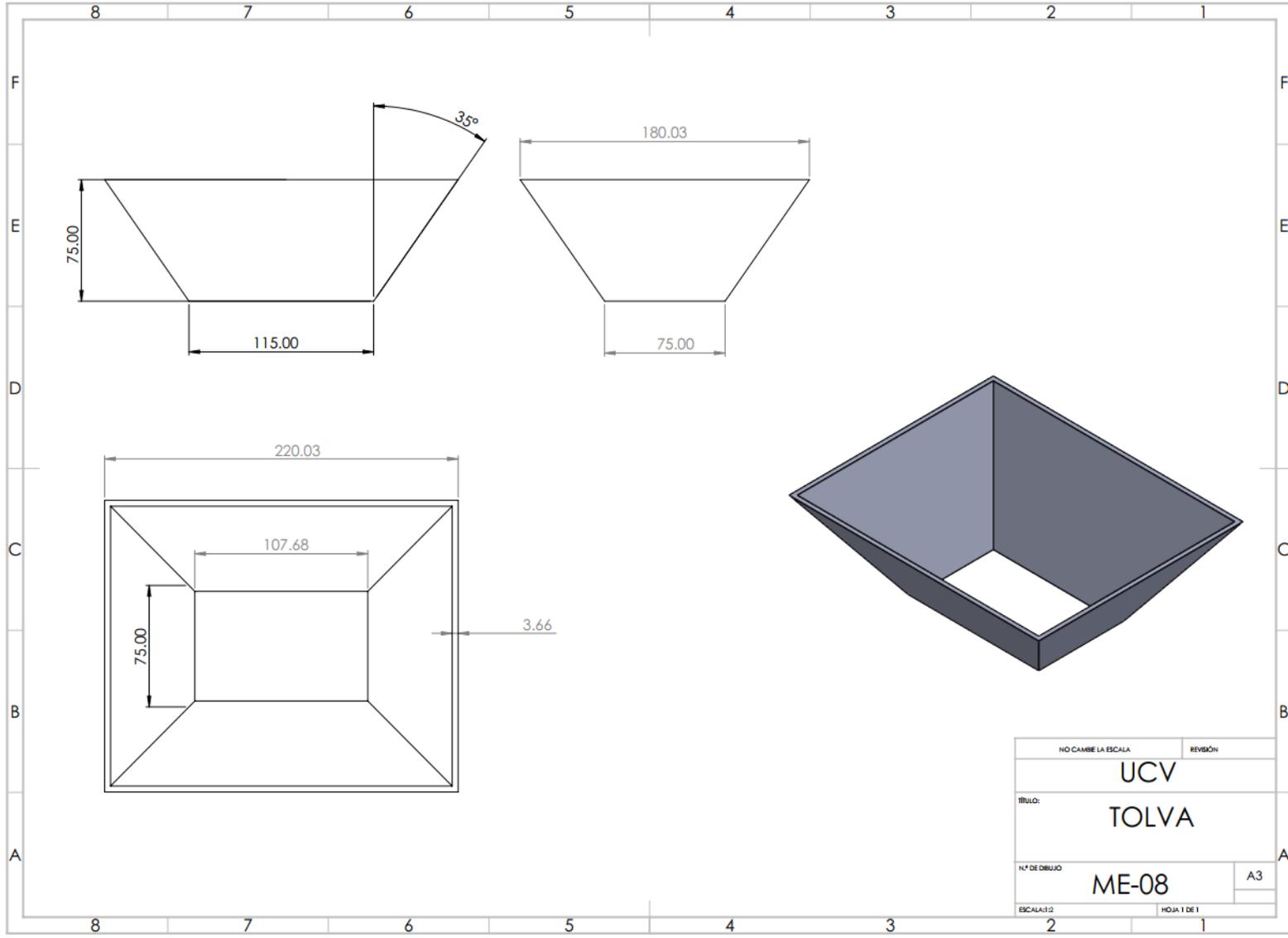
NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
UCV		
TÍTULO: MATRIZ B		
N° DE DIBUJO ME-05		A3
ESCALA: 1:5		HOJA 1 DE 1



NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
UCV	
TÍTULO: CUERPO DEL EXTRUSOR	
Nº DE DIBUJO	A3
ESCALA: 1:1	FOLIO 1 DE 1



NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
UCV	
TÍTULO: CUERPO DE TOLVA	
N° DE DIBUJO ME-07	A3
ESCALA: 1:2	FOLIA 1 DE 1



NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
UCV	
TÍTULO: TOLVA	
Nº DE DIBUJO	A3
ME-08	
ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, OLORTEGUI YUME JORGE ANTONIO, 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: "DISEÑO DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE POLÍMEROS DIELECTRICOS AISLANTES PARA LA EMPRESA ELECTRO ORIENTE S.A.", cuyo autor es ÑIQUE AQUINO ELVIS PRESLEY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
OLORTEGUI YUME JORGE ANTONIO DNI: 18072601 ORCID: 0000-0001-5734-040X	Firmado electrónicamente por: JOLORTEGUIY el 07- 08-2023 19:26:09

Código documento Trilce: TRI - 0575150