



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EFECTO CROMO EN LA EMPRESA MAQUILU UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros en
Electromecánica

Autores:

Calapiña Toapanta Wilmer Stalin

Chicaiza Tobar Antony Stalyn

Tutor:

Ing. Ms.C. Navarrete López Luis Miguel

LATACUNGA - ECUADOR

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, **Calapiña Toapanta Wilmer Stalin**, con cédula de ciudadanía N°1850599950 y **Chicaiza Tobar Antony Stalyn**, con cédula de ciudadanía N°1850460757, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**Diseño y construcción de una máquina para la aplicación de pintura efecto cromo en la empresa MAQUILU ubicada en la ciudad de Ambato**”, siendo el Ing. MSc. **Luis Miguel Navarrete López**, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto 2023.

Calapiña Toapanta Wilmer Stalin
Número de C.I. 1850599950

Chicaiza Tobar Antony Stalyn
Número de C.I. 1850460757



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“Diseño y construcción de una máquina para la aplicación de pintura efecto cromo en la empresa MAQUILU ubicada en la ciudad de Ambato”, de Calapiña Toapanta Wilmer Stalin y Chicaiza Tobar Antony Stalyn, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2023.

El Tutor:

Ing. MSc. Luis Miguel Navarrete López
C.C: 1803747284



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: **Calapiña Toapanta Wilmer Stalin** y **Chicaiza Tobar Antony Stalyn**, con el título de Proyecto de titulación: **“Diseño y construcción de una máquina para la aplicación de pintura efecto cromo en la empresa MAQUILU ubicada en la ciudad de Ambato”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2023.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera

CC: 0502150899

Lector 2

Ing. MSc. Segundo Ángel Cevallos Betún

CC: 0501782437

Lector 3

Ing. MSc. Jefferson Alberto Porras Reyes

C.C: 0704400449



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, agosto 2023

En la ciudad de Latacunga, al 14 de agosto del año 2023, en la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realiza la entrega de la propuesta tecnológica, “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EFECTO CROMO PARA LA EMPRESA MAQUILU**”, Ubicada en la ciudad de Ambato, por parte de los estudiantes, **Calapiña Toapanta Wilmer Stalin Y Chicaiza Tobar Antony Stalyn**, al Sr. **Ulloa Fabián**, con cédula de ciudadanía, N° 180411024-3, representante de la empresa MAQUILU, se procede a la entrega y recepción de los siguientes bienes:

EQUIPO	DETALLE	ESTADO
Máquina para la aplicación de pintura efecto cromo	Capacidad de carga máxima (25 kg), velocidad de trabajo (24,7 RPM).	Operativo
Manual de servicio y mantenimiento	Manual de funcionamiento y mantenimiento de la máquina.	Operativo


Recibido por Sr. Ulloa Fabián

C.C. 180411024-3



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primera instancia por haberme dado la vida y la fortaleza para cumplir mis objetivos planteados, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haberme dado la oportunidad de pertenecer a esta prestigiosa institución, a los ingenieros quienes fueron guías en este camino recorrido en toda la carrera de formación, que fue ingeniería electromecánica. Y un agradecimiento especial a mis padres quienes son parte fundamental en mi vida.

Wilmer C.



AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer infinitamente a Dios, por brindarme salud y sabiduría para cumplir una meta más en mi vida.

A mis padres, gracias por su paciencia, por sus palabras de aliento, por el esfuerzo, sacrificio y por el apoyo incondicional durante toda mi vida académica y personal, que me ayudaron a ser mejor persona y me impulsaron a cumplir mis anhelos. A mi hermano y mi hermana, por darme todo su amor y llenar de alegrías mis días difíciles, y por ser mi fuente de inspiración para convertirme en un profesional.

Y de manera especial, agradezco a mi novia por estar conmigo en todo momento, dándome ánimos para seguir adelante. A mis amigos por su apoyo desinteresado, y todos los momentos compartidos.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a todos sus docentes que, a través de sus conocimientos y experiencias, me han ayudado en cada etapa de mi formación como Ingeniero Electromecánico.

Antony Ch.



DEDICATORIA

Le dedico a Dios por darme salud y vida para culminar una etapa más en mi vida estudiantil y a mis padres Pablo Calapiña y María Toapanta por inculcar en mí, su confianza, sus principios y valores, son los mejores, quienes siempre estuvieron conmigo ayudándome y apoyándome incondicionalmente en cada meta que me propongo, a mis tres hermanos, familiares y amigos que siempre estuvieron pendientes, por ese apoyo moral y sus buenos consejos que me permitieron cumplir una meta más en mi vida.

Wilmer C.



DEDICATORIA

Dedico mi tesis con todo mi cariño y admiración, a mis padres, Angel Chicaiza y Rosa Tobar, quienes confiaron en mí y me enseñaron a no rendirme y luchar por cumplir mis sueños, agradezco su ejemplo de sacrificio, trabajo, y perseverancia que me permitieron la culminación de este proyecto con éxito.

A mis queridos hermanos Andy y Estefania, que en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsan a salir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos. A toda mi familia gracias por todos sus consejos y palabras de aliento, sin ellos no podría haber llegado hasta donde estoy.

También quiero dedicar esta tesis a mi novia Fernanda, por ayudarme hasta donde te era posible, incluso más que eso, por motivarme y no dejarme caer, por formar parte de mi vida y por estar conmigo en los momentos difíciles.

Finalmente, dedico esta tesis a mis amigos por ayudarme cuando más los necesité, y por todos los momentos y experiencias vividas.

Antony Ch.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUDITORIA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1 EL PROBLEMA.....	2
2.1.1 Planteamiento del problema	2
2.1.2 Formulación del problema.....	3
2.2 BENEFICIARIOS	3
2.2.1 Beneficiarios directos	3
2.2.2 Beneficiarios indirectos	3
2.3 JUSTIFICACIÓN	3
2.4 HIPÓTESIS	4
2.5 OBJETIVOS	4
2.5.1 Objetivo general	4
2.5.2 Objetivos específicos	4
2.6 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
3.1 ANTECEDENTES	5

3.2	MARCO REFERENCIAL.....	6
3.2.1	Introducción al efecto cromo y su aplicación en la industria del recubrimiento ..	6
3.2.2	Fundamentos para la aplicación de pintura efecto cromo	7
3.2.3	Proceso de preparación de la superficie para la aplicación de la pintura	9
3.2.4	Proceso de preparación de los compuestos químicos.....	10
3.2.5	Proceso de aplicación de la pintura efecto cromo	10
3.2.6	Equipos de protección para realizar el proceso de cromado.	13
3.2.7	Componentes del sistema neumático de la máquina	14
3.2.8	Sistema de transmisión de movimiento	16
3.2.9	Descripción de los componentes eléctrico.....	17
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	19
4.1	METODOLOGÍA.....	19
4.1.1	Metodología cualitativa y cuantitativa	19
4.1.2	Definición de variables	19
4.1.3	Diseño conceptual.....	20
4.1.4	Diseño neumático	20
4.1.5	Metodología para la selección de los componentes del sistema neumático	21
4.1.6	Metodología para la selección del compresor	24
4.1.7	Metodología para el diseño estructural de la caja metálica	26
4.1.8	Sistema mecánico	28
4.1.9	Diseño del sistema de transmisión.....	29
4.1.10	Metodología para el diseño del eje de transmisión.....	33
4.1.11	Metodología para la selección de chumaceras	36
4.1.12	Metodología para el diseño de la estructura de soporte para la mesa giratoria ..	37
4.1.13	Metodología para la selección del tipo de solda.	37
4.1.14	Metodología para el diseño del sistema eléctrico	38
4.2	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39

4.2.1	Diseño neumático	39
4.2.2	Diseño mecánico de la caja metálica	43
4.2.3	Sistema mecánico de la mesa giratoria	46
4.2.4	Diseño del sistema de transmisión	47
4.2.5	Diseño del eje de transmisión	49
4.2.6	Selección de las chumaceras	49
4.2.7	Análisis de la estructura de soporte para la mesa giratoria	49
4.2.8	Proceso de aplicación manual y semiautomático	51
4.3	EVALUACION TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA	53
4.3.1	Evaluación técnico social	53
4.3.2	Evolución técnico ambiental	53
4.3.3	Evaluación técnico económico	53
4.3.4	Cálculo e interpretación del VAN y el TIR	55
5.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO	57
5.1	CONCLUSIONES	57
5.2	RECOMENDACIONES	58
6.	BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.	5
Tabla 3.1: Diferentes métodos para el cromado de piezas [7].....	7
Tabla 3.2: Características de cada uno de los compuestos químicos [9].....	8
Tabla 3.3: Proceso de preparación de los compuestos químicos [9].....	10
Tabla 4.1: Especificaciones técnicas de los requerimientos.....	20
Tabla 4.2: Componentes del sistema neumático.	21
Tabla 4.3: Selección de la pistola pulverizadora.	22
Tabla 4.4: Selección de la pistola de secado.	22
Tabla 4.5: Selección del tanque.....	23
Tabla 4.6: Selección de la unidad de mantenimiento.	23
Tabla 4.7: Selección de la llave de paso neumático.	24
Tabla 4.8: Selección de las mangueras neumáticas.	24
Tabla 4.9: Matriz de selección para la soldadura.	37
Tabla 4.10: Especificaciones del motor eléctrico.....	39
Tabla 4.11: Especificaciones de la pistola pulverizadora.....	39
Tabla 4.12: Especificaciones de la pistola de secado.	40
Tabla 4.13: Especificaciones de los tanques presurizados.	40
Tabla 4.14: Especificaciones de la unidad de mantenimiento.....	41
Tabla 4.15: Especificaciones de la llave de paso.....	41
Tabla 4.16: Valores calculados para la selección del compresor.	42
Tabla 4.17: Especificaciones del compresor.	42
Tabla 4.18: Parámetros del diseño de la estructura metálica.....	43
Tabla 4.19: Especificaciones del tubo cuadrado.	44
Tabla 4.20: Especificaciones de la lámina de acero negro.....	44
Tabla 4.21: Peso total de la estructura con la lámina de acero.	45
Tabla 4.22: Especificaciones de la rueda.....	45
Tabla 4.23: Especificación de la carga.....	46
Tabla 4.24: Análisis de la mesa giratoria.	46
Tabla 4.25: Resultados del cálculo del sistema de transmisión.....	47
Tabla 4.26: Características de las bandas.....	48
Tabla 4.27: Valores de los ángulos de contacto de las bandas.....	48
Tabla 4.28: Fuerzas en las distintas bandas.....	48

Tabla 4.29: Fuerzas total en cada banda.	48
Tabla 4.30: Cálculo de los parámetros para el diseño del eje.	49
Tabla 4.31: Análisis de la estructura de la mesa giratoria.	50
Tabla 4.32: Especificaciones del ángulo estructural.	50
Tabla 4.33: Proceso de aplicación de pintura efecto cromo forma manual.	51
Tabla 4.34: Proceso de aplicación de pintura efecto cromo forma semiautomática.	51
Tabla 4.35: Tiempo empleado en el proceso manual y semiautomático.	52
Tabla 4.36: Costos de ingeniería.	53
Tabla 4.37: Costos directos.	54
Tabla 4.38: Costos totales.	55
Tabla 4.39: Datos del consumo de la máquina.	55
Tabla 4.40: Producción diaria.	55
Tabla 4.41: Producción mensual.	56
Tabla 4.42: Ingresos y egresos mensualmente.	56
Tabla 4.43: Ingresos y egresos anualmente.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama de Ishikawa.....	2
Figura 2.1: Compuestos químicos y atomizadores.....	9
Figura 2.2: Pasos para la preparación de superficies metálicas y plásticas [10].	9
Figura 2.3: Capas de aplicación de la pintura efecto cromo [11]......	10
Figura 2.4: Pasos a seguir para la aplicación de la pintura de fondo [11].	11
Figura 2.5: Pasos a seguir para aplicar la capa de barniz [11]......	11
Figura 2.6: Pasos a seguir para aplicar la capa de efecto cromo [12]......	12
Figura 2.7: Pasos a seguir para la aplicación de la capa protectora [13].	13
Figura 2.8: Equipos de protección [14].	13
Figura 2.9: Red y sistema de filtrado de aire [15].	14
Figura 2.10: Tipos de compresores [16]......	14
Figura 2.11: Componentes del sistema de filtrado de aire [17]......	15
Figura 2.12: Componentes para la distribución de los compuestos químicos [18].	15
Figura 2.13: Tipos de poleas y bandas [19]......	16
Figura 2.14: Mesa giratoria impulsada por un motor eléctrico.	17
Figura 2.15: Motor eléctrico [21].	17
Figura 2.16: Tipos de motores eléctricos [21]......	18
Figura 2.17: Interruptor simple [22].	18
Figura 3.1: Distribución esquemática del proceso de aplicación de pintura efecto cromo.	21
Figura 3.2: Estructura de soporte de tanques.....	26
Figura 3.3: Diseño de la mesa giratoria.	29
Figura 3.4: Sistema de transmisión por poleas	29
Figura 3.5: Disposición de las fuerzas en el eje.	33
Figura 3.6: Estructura de la mesa giratoria.....	37
Figura 3.7: Diagrama del sistema eléctrico.	38
Figura 3.8: Manguera de poliuretano retractiles.....	42
Figura 3.9: Acoples neumáticos.	43
Figura 3.10: Simulación de la estructura.	44

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA DE EFECTO CROMO”

**AUTORES: CALAPIÑA WILMER
CHICAIZA ANTONY**

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y la construcción de una máquina para la aplicación de pintura efecto cromo en piezas de superficies metálicas y plásticas, para solventar la necesidad de la empresa Maquilu que optó por implementar el método del cromado químico que brinda una apariencia metálica y de tipo espejo de forma manual, debido al factor económico. Sin embargo, el principal inconveniente que se presentó en la empresa al implementar este método, es el tiempo empleado para realizar el proceso, lo que conlleva a la baja producción de piezas cromadas. Para el desarrollo de este trabajo se utilizó una metodología cualitativa y cuantitativa, que ayudó a tener una visión completa del diseño y la construcción de la máquina. En cuanto a su construcción y funcionamiento la máquina emplea un plato giratorio que soporta una carga máxima de 25 kg y gira a una velocidad óptima de trabajo de 24,7 rpm determinado mediante un análisis experimental; para obtener esta velocidad en la máquina se le implementó un sistema de poleas y bandas conectadas a un motor eléctrico de 1540 rpm; para realizar el proceso de aplicación se empleó un sistema de distribución neumático que solventa las necesidades de la máquina. Para realizar las pruebas experimentales se tomó en consideración una pieza con un área de 0,055 m², y mediante la tabla de proporciones se determinó las cantidades exactas de los compuestos químicos para el área planteada, las pistolas pulverizadoras se calibró a 2,5 bares con la finalidad de evitar la sobre aplicación y el desperdicio de los compuestos químicos. Además, la máquina permitió al operario realizar el proceso en la mitad del tiempo en comparación al método anterior, lo que significa un aumento en la producción de piezas finales con buenos resultados.

Palabras clave: Construcción de la máquina, aumento de la producción, cromado químico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITLE: "DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MACHINE FOR THE
APPLICATION OF CHROME EFFECT PAINT".**

AUTHORS: CALAPIÑA WILMER
CHICAIZA ANTONY

ABSTRACT

A machine design and building was objective of this project for the application of chrome effect paint on metal and plastic surface parts, supporting the company Maquilu needs, which chose to implement the chemical chrome plating method that provides a metallic and mirror-like appearance manually, due to the economic factor. However, the main drawback that arose in the company when implementing this method is the time, used to perform the process, which leads to low chromed parts production. For this work development, a qualitative and quantitative methodology was used, which helped to have a machine design and building complete vision. Regarding its building and operation, the machine uses a rotating plate that supports a maximum load of 25 kg and rotates at an optimum working speed of 24.7 rpm determined by an experimental analysis; obtaining this speed in the machine, a system of pulleys and belts connected to an electric motor of 1540 rpm was implemented; to carry out the application process, a pneumatic distribution system was used to meet the needs of the machine. To carry out the experimental tests, a piece with an area of 0.055 m² was taken into consideration, and by means of the proportions table, the exact quantities of the chemical compounds for the proposed area were determined. The spray guns were calibrated at 2.5 bars in order to avoid over application and waste of the chemical compounds. In addition, the machine allowed the operator to perform the process in half the time compared to the previous method, which means an increase in the final production parts with good results.

Keywords: Machine construction, production increase, chemical chrome plating.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EFECTO CROMO EN LA EMPRESA MAQUILU UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”** presentado por: **Wilmer Stalin Calapiña Toapanta** y **Antony Stalyn Chicaiza Tobar**, egresados de la carrera de **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad por lo que autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 16 de agosto del 2023

Atentamente,

Mg. Lidia Rebeca Yugla Lema.

DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS-UTC

0502652340



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

Diseño y construcción de una máquina para la aplicación de pintura efecto cromo en la empresa MAQUILU ubicada en la ciudad de Ambato.

Fecha de inicio:

10 de abril del 2023

Fecha de finalización:

01 de agosto del 2023

Lugar de ejecución:

Región Sierra en la Provincia de Cotopaxi del Cantón Latacunga.

Facultad que auspicia:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Equipo de Trabajo:

Ing. Ms.C. Navarrete López Luis Miguel

Sr. Calapiña Toapanta Wilmer Stalin

Sr. Chicaiza Tobar Antony Stalyn

Área del Conocimiento:

Optimización de maquinaria y procesos productivos

Línea de investigación:

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 4, Procesos Industriales.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 EL PROBLEMA

2.1.1 Planteamiento del problema

En la empresa local se realiza tratamiento de distintas superficies mediante la aplicación de la pintura de efecto cromo con la finalidad de obtener una pieza con apariencia metálica y de buena estética para la vista. Sin embargo, la empresa al emplear un proceso manual se ha visto afectada en la producción y en el porcentaje desfavorable en la obtención de una pieza con los resultados deseados, es decir, que no todas las piezas sometidas a este procedimiento lograban ser cromadas con éxito, además, se ha visto afectada en el rendimiento de sus trabajadores, por que al ser un proceso repetitivo provoca agotamiento físico en ellos. Por consecuencia en ocasiones no se logra cumplir con la demanda diaria que requiere la empresa, debido a que el trabajador necesita descansar después de aplicar el proceso y aumenta el tiempo en la producción de cada pieza cromada. Una de las causas del porque la empresa local adoptó realizar este proceso manual es por el factor económico, por lo general el costo de las maquinarias para realizar este tipo de procesos tienen valores muy elevados. Con la implementación de la máquina para la aplicación de pintura de efecto cromo se reduce el tiempo de producción y de esta manera se logra solventar la demanda diaria de la empresa, además, se pretende elevar el porcentaje de piezas cromadas con éxito, mejorando de cierta forma la calidad de los productos; sin dejar de lado la reducción del esfuerzo físico de los trabajadores superponiendo un ambiente laboral óptimo para realizar su trabajo.

El diagrama de Ishikawa permite identificar el problema en función a las causas, ayudando a direccionar la presente propuesta tecnológica.

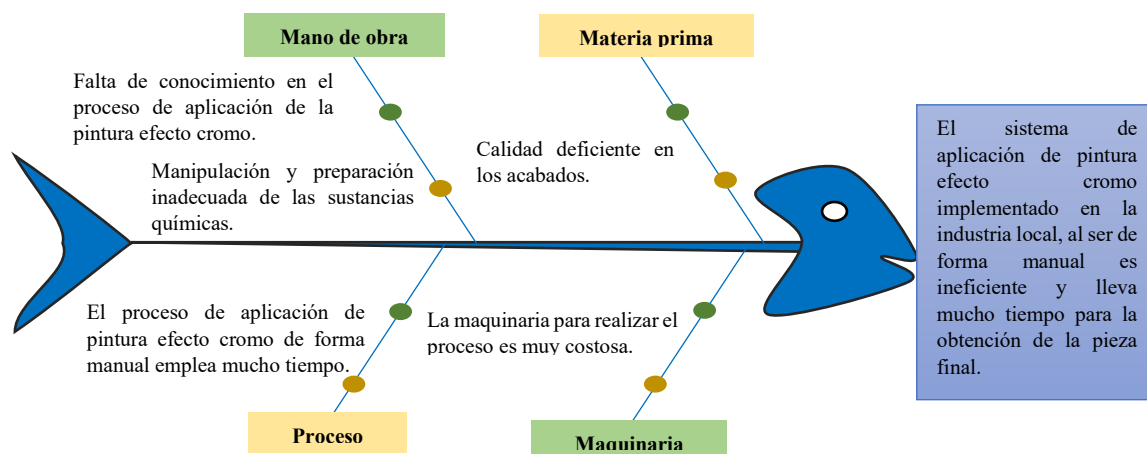


Figura 2.1: Diagrama de Ishikawa.

2.1.2 Formulación del problema

El sistema de aplicación de pintura efecto cromo implementado en la industria local al ser de forma manual es ineficiente y tardado para la obtención de la pieza final.

2.2 BENEFICIARIOS

2.2.1 Beneficiarios directos

Como beneficiario directo se establece la empresa Maquilu, al recibir la máquina construida.

2.2.2 Beneficiarios indirectos

Como beneficiarios indirectos se determina los clientes de la empresa Maquilu y los tesisistas.

2.3 JUSTIFICACIÓN

En la presente investigación se pone en evidencia el diseño y la construcción de una máquina para la aplicación de pintura efecto cromo con la finalidad de brindar un acabado de tipo espejo brillante, de buena estética y agradable para la vista, en distintos tipos superficies según lo requiera, proporcionando una solución innovadora y eficaz para la industria local.

En los últimos años, la manufactura en los procesos de operación aplicados en el acabado de superficies se innova constantemente, revolucionando el mercado con una variedad creciente de procesos que buscan obtener acabados superficiales con características adecuadas para la aplicación particular del producto que se está manufacturando; el acabado de pintura efecto cromo no se limita solo a usarse para dar una buena apariencia a las piezas, sino también para brindar una capa de protección a las mismas, por esta razón este proceso es muy utilizado en la industria automovilística para pintar distintos tipos de materiales en la decoración de interiores y exteriores.

En términos de diseño, el enfoque propuesto se basa en la utilización de una máquina de aplicación de pintura efecto cromo compuesta por una mesa giratoria y por un sistema de aspersión controlada, de esta manera lograr una aplicación uniforme en toda la superficie y facilita la manipulación de la pieza sin tocarla, además, el sistema de aire y caudal posee un filtro que evita el ingreso de impurezas y partículas no deseadas, lo cual es indispensable para lograr un acabado de buena calidad.

Por otro lado, la necesidad de diseñar y construir una máquina para la aplicación de pintura efecto cromo nace con el objetivo de mejorar sus sistemas y ejecutar de mejor manera este proceso, aumentando la producción y reduciendo el tiempo empleado en la obtención de la pieza con un acabado superficial bueno superando de esa manera los desafíos asociados a la técnica manual. Una ventaja de la máquina con respecto a la forma artesanal, es la de brindar al operario la posibilidad de aplicar el proceso a varias piezas a la vez, de manera uniforme y en toda la pieza, respetando la cantidad y los tiempos de aplicación en cada capa, obteniendo buenos resultados en el acabado de la pieza final.

Dado que en el país existen muy pocos trabajos investigativos y publicaciones referentes a los sistemas que trabajan con este tipo de proceso, es evidente la necesidad de desarrollar pruebas para evaluar la eficiencia y la calidad del acabado obtenido con el uso de la máquina y compararlo con la forma tradicional. Además, se espera que los resultados obtenidos de esta investigación y la información presentada contribuyan al avance tecnológico en la aplicación de la pintura de efecto cromo, y sirvan de base para despertar el interés a futuras investigaciones y desarrollar mejoras en la máquina a bajo costo en comparación con las maquinarias existentes en el mercado, con la finalidad de generar un impacto positivo en términos de eficiencia, calidad y costos.

2.4 HIPÓTESIS

Con la implementación de la máquina de aplicación de pintura efecto cromo reducirá el tiempo empleado en el proceso.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 Objetivo general

Construir una máquina en base a conocimientos técnicos y experimentales para la aplicación de pintura efecto cromo en la empresa MAQUILU ubicada en la ciudad de Ambato.

2.5.2 Objetivos específicos

- Investigar fuentes bibliográficas confiables para determinar un método óptimo para la aplicación de pintura efecto cromo.
- Seleccionar los diferentes componentes para la construcción de la máquina de pintura efecto cromo.

- Construir la máquina de acuerdo a las necesidades requeridas para la aplicación de pintura efecto cromo en superficies metálicas y plásticas.

2.6 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2.1: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (Técnicas e instrumentos)
Investigar fuentes bibliográficas confiables para determinar un método óptimo para la aplicación de pintura de efecto cromo.	-Buscar información en fuentes confiables y publicaciones. -Recopilación de información para el análisis de las alternativas.	Recopilación de información necesaria para optar por un proceso para la aplicación de pintura efecto cromo.	Se utiliza una metodología investigativa para conocer los diferentes métodos para la obtención de piezas cromadas.
Seleccionar los diferentes componentes para la construcción de la máquina de pintura efecto cromo.	-Establecer los componentes óptimos para la máquina. -Desarrollo de planos estructurales de la máquina para la ubicación de los componentes y el sistema neumático.	-Selección de los componentes para la construcción de la máquina, creación del sistema neumático y su infraestructura.	Se utiliza una metodología descriptiva en donde los componentes adecuados para la máquina.
Construir la máquina de acuerdo a las necesidades requeridas para la aplicación de pintura efecto cromo en superficies metálicas y plásticas.	-Verificar que los componentes de la máquina estén ubicados correctamente. -Realizar pruebas de presiones de aire y salidas de caudal.	-Verificación del funcionamiento de la máquina. -Observar el resultado obtenido al realizar el proceso.	Se utiliza una metodología experimental en donde se indica el método implementado.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

El proceso de cromado ha sido utilizado especialmente en el ámbito automovilístico a lo largo del tiempo, principalmente para evitar la corrosión del metal. Sin embargo, con el desarrollo de la industria automotriz, ahora están disponibles otros materiales para prevenir la corrosión del metal, es así que el cromado se ha aplicado en gran medida por fines más estéticos. Por ende, el cromado de piezas de plástico ha existido desde la inserción de polímeros a los partes automotrices, una técnica que es muy común en todo el mundo y está ingresando al mercado en Ecuador, enfocándose en materiales alternativos para acabados automotrices [1].

La pintura tipo cromo es un uso alternativo para el acabado de superficies con efecto reflectante brillante. Imita el acabado superficial de un proceso de cromado electrolítico típico y no se limita a superficies metálicas, sino que amplía la gama de aplicaciones a plásticos,

cerámica y superficies lisas de madera. Requiere una instalación sencilla para adaptarse a la forma de cualquier objeto y es económico. Se basa en la técnica de reacción de Tollens, donde un aldehído se oxida a un ácido orgánico utilizando un agente oxidante. El reactivo gana simultáneamente electrones hasta que forma una superficie reflectante brillante en una reacción redox [2].

Splendor detalla que la pintura cromada es un conjunto de químicos que aplicados en un orden determinado depositan una capa metálica efecto cromo sobre cualquier superficie de cualquier material sólido, sea rígido o flexible. Este tipo de pintura cada vez es más conocida en el mundo, la llaman también cromado con agua o cromo al agua porque los químicos están basados en casi su totalidad por agua, haciendo de este un método de cromado que no es peligroso para el usuario o el medio ambiente [3].

Standard Color menciona que la máquina de cromado produce un cromo perfecto y todos los otros tintes metálicos: aluminio, acero inoxidable, cobre, latón, oro, etc. También menciona que la pintura cromada. Es plata pura, bajo una corriente de agua destilada y protegida por un barniz de poliuretano. Según el tamaño de la cabina de pintura, se puede cromar el número de piezas que desea, y con un poco de práctica se pueden cromar piezas de gran tamaño [4].

Según Racing Colors el sistema de aplicación de pintura efecto cromo permite cromar cualquier tipo pieza, en distintas superficies, para que se asemeje 100 % al cromado, teniendo así una alta resistencia a la intemperie, es decir a la lluvia, la humedad, los golpes y roces. de esta forma el proceso es respetuoso con el medio ambiente, la pintura efecto cromo es a base de agua, y por ende es más ecológico que el cromado electrolítico o hexavalente, y no contiene metales tóxicos [5].

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Introducción al efecto cromo y su aplicación en la industria del recubrimiento

3.2.1.1 Definición del efecto cromo

El efecto cromo en la pintura se refiere a una técnica especializada que se utiliza para lograr un acabado de alto brillo y apariencia metálica similar a la del cromo. A diferencia del cromo real, que es un metal, el efecto cromo en la pintura se puede lograr utilizando pigmentos y recubrimientos especiales.

- **Características distintivas**

Una de las características distintivas del efecto cromo es su alta reflectividad. Esta propiedad óptica le confiere al objeto una apariencia metálica y elegante, y los distingue de otros acabados de pintura convencional porque refleja la luz de manera similar a un espejo, lo que crea un efecto de profundidad y brillo intenso [6].

3.2.1.2 Tipos de métodos para el proceso de cromado piezas

Cada uno de los métodos existentes para realizar este tipo de proceso tiene sus limitaciones y ventajas, sin embargo, todos tiene la misma finalidad de dar un aspecto metálico brillantes a los materiales sometidos a este proceso, en la (Tabla 3.1) se detallan los diferentes métodos para obtención de piezas cromadas [7].

Tabla 3.1: Diferentes métodos para el cromado de piezas [7].

Métodos	Descripción	Limitación
Cromado electrolítico	La pieza se sumerge en cromo y se aplica corriente eléctrica.	Se puede cromar solo piezas metálicas sometidas a corriente eléctrica.
Cromado químico	Se aplica los químicos capa sobre capa. Ideal para cromar piezas complejas.	El proceso suele ser un poco más complejo y en algunos casos no se logra el cromado.
Cromado en aerosol	Se aplica sobre toda la pieza mediante un aerosol que contiene partículas de cromo.	Las piezas no adquieren los tonos y la estética deseada.

3.2.1.3 Aplicaciones industriales del efecto cromo en la pintura y el recubrimiento

Existen diversas industrias dedicadas a la pintura y recubrimiento de superficies; entre las principales se encuentran la industria automotriz y la decoración arquitectónica. La industria automotriz es uno de los sectores donde el efecto cromo se utiliza de manera muy frecuente para brindar una apariencia atractiva y lujosa a los componentes y carrocerías de los vehículos.

Además de su aspecto estético, el recubrimiento de efecto cromo ofrece protección contra la corrosión y el desgaste. En la decoración arquitectónica los recubrimientos de cromo se utilizan para mejorar el aspecto de elementos metálicos en edificios y estructuras brindando una apariencia moderna y elegante [7].

3.2.2 Fundamentos para la aplicación de pintura efecto cromo

3.2.2.1 Principios básicos para la aplicación de pintura

Un principio básico a ser considerado en la aplicación de la pintura efecto cromo es la técnica de pulverización, que por lo general se realiza mediante pistolas pulverizadoras que atomizan

la pintura en partículas finas y las depositan sobre la superficie, este proceso se la realiza de manera uniforme y controlada para evitar la formación de microburbujas o áreas con exceso de material. Otro aspecto importante es el tiempo de secado en la aplicación de cada una de las capas de pintura; es necesario dejar que se seque correctamente antes de manipular la pieza o tocar la superficie, el secado va a depender principalmente de las condiciones ambientales, pero se recomienda secar a temperatura ambiente en un entorno aislado para evitar defectos en el acabado final [8].

3.2.2.2 Características químicas de la pintura efecto cromo

La pintura efecto cromo consta de varios componentes químicos esenciales que contribuyen a su apariencia estética, estos componentes requieren de una preparación específica, es decir deben cumplir con ciertas porciones y medidas, que van a depender del tamaño o la superficie total en la que se va aplicar la pintura [9]. En la (Tabla 3.2), se detallan sus características.

Tabla 3.2: Características de cada uno de los compuestos químicos [9].

Componente	Composición	Descripción	Estado
R	Está formado de un 10% de cloruro estánico (SnCl_4) en disolución con un 20% de etilenglicol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) y 70% de agua destilada.	Es un sensibilizador o activador que logra que la superficie del objeto a cromar sea preparada para recibir la capa de metal.	La presentación es líquida, no corrosiva mezclando con agua forma el compuesto R.
C1	Está formado con un 50% de nitrato de cromo ($\text{Cr}[\text{NO}_3]_3$) y 50% de plata en polvo (Ag).	Es el metal a ser depositado sobre la superficie del objeto.	La presentación es en polvo, no corrosiva.
C2	Es una disolución alcalina formada en un 10% de hidróxido de sodio (NaOH), 10% de radicales de amonio (NH_4^+) y 80% de agua destilada.	Es completamente el componente C1 en la formación del compuesto químico C para poder depositar el metal sobre el objeto.	La presentación es líquida, no corrosiva.
C	Se logra con la mezcla del componente C1, el componente C2 y agua destilada.	Terminado el proceso colocar el compuesto en un envase ámbar, si se va a almacenar.	La presentación es líquida.
G1	Está formado de un 10% de radicales aldehídos o formaldehído (CH_2O) en un 90% de agua destilada.	Cumple la función de ser desencadenante de la reacción de depósito de metal.	La presentación es líquida, no corrosiva.
G2		Cumple la función de ser un acelerante del desencadenante de la reacción de depósito de metal.	La presentación es líquida, no corrosiva.
G	Para que ocurra esta reacción el compuesto conformado por el componente G1, G2 y agua deben mezclarse justo sobre la superficie del objeto con el compuesto C.	Cumple con la función de ser desencadenante de la reacción de depósito de metal.	La presentación es líquida, no corrosiva.
Agua desionizada	Contiene un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno (H_2O).	El tipo de agua que se debe aplicar debe ser pura, de tal manera que en el proceso químico se evite contaminar con iones.	La presentación es líquida.

En la (Figura 3.1), se puede observar los envases en donde se almacenan los compuestos químicos, y también se encuentran unas pistolas atomizadoras manuales.



Figura 3.1: Compuestos químicos y atomizadores.

3.2.3 Proceso de preparación de la superficie para la aplicación de la pintura

3.2.3.1 Preparación de superficies metálicas y plásticas

Al preparar una superficie metálica o plástica se elimina cualquier residuo de óxido o polvo existente, es importante una correcta preparación de la superficie para que la capa de cromo quede homogénea y resista a los agentes ambientales. Si la superficie posee imperfecciones de cualquier tipo estas se maximizan con la capa de cromado, si la pieza está oxidada y se aplican los compuestos, no resisten a las condiciones ambientales y acorta la vida útil de la pieza y de la pintura [10].

En la (Figura 3.2), se presentan los pasos a seguir para la correcta preparación de las superficies metálicas y plásticas:

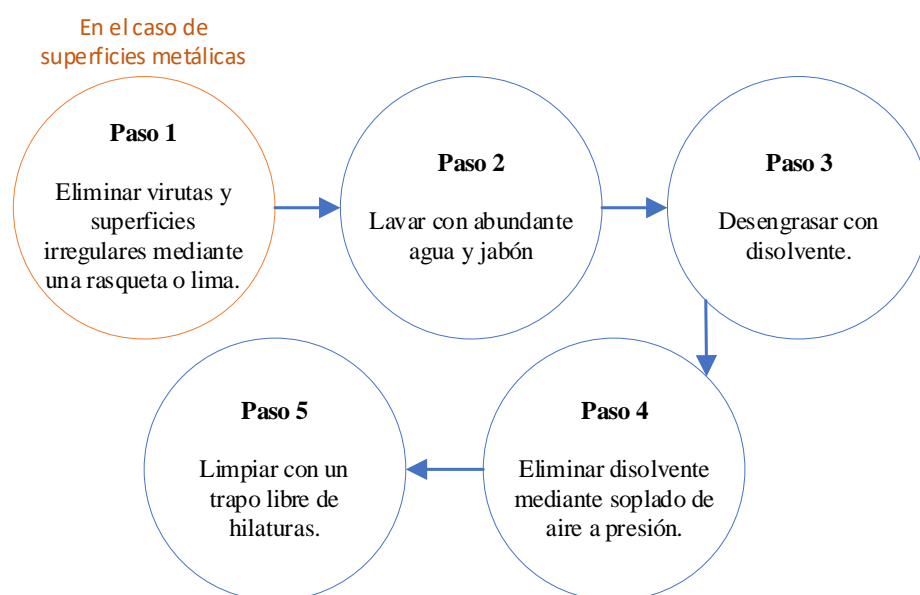


Figura 3.2: Pasos para la preparación de superficies metálicas y plásticas [10].

Un resultado satisfactorio se define a una superficie completamente lisa al tacto y a la vista sin imperfecciones. Es muy importante adquirir conocimientos en el tratamiento de superficies, esto permite mejorar continuamente este tipo de trabajo.

3.2.4 Proceso de preparación de los compuestos químicos

A continuación, en la (Tabla 3.3) se detalla el proceso de preparación de los distintos componentes químicos para la pintura de efecto cromo:

Tabla 3.3: Proceso de preparación de los compuestos químicos [9].

Componente	Preparación	Color	Solvente	Vida útil Mezclado (Compuesto)
R	-Con la jeringa exclusiva de R tomar 0,015 L y añadirlo al vaso de precipitación. -Añadir agua destilada hasta ajustar los 0,250 L de mezcla. -Mezclar el compuesto por 20 segundos.	Transparente	Agua	2 días
C	-En un vaso de precipitación añadir 0,05 L de agua. -Tomar 0,7 g del compuesto C1 y disolverlos en el agua destilada. -Con la jeringa exclusiva de C2 tomar 0,005 L y añadirlo al vaso de precipitación. -Adicionar agua destilada hasta alcanzar los 0,25 L de mezcla. -Mezclar por 20 segundos.	Transparente	Agua	3 días
G	-Con una jeringa exclusiva de G1 tomar 0,03 L y añadirlo al vaso de precipitación. -Con la jeringa exclusiva de G2 tomar 0,005 L y añadirlo al vaso de precipitación. -Añadir agua destilada hasta ajustar los 0,250 L de mezcla.	Transparente	Agua	5 días

3.2.5 Proceso de aplicación de la pintura efecto cromo

Para lograr un acabado de efecto cromado se debe aplicar 3 capas fundamentales, en la (Figura 3.3) se puede observar en el orden que deben ir colocadas las capas.

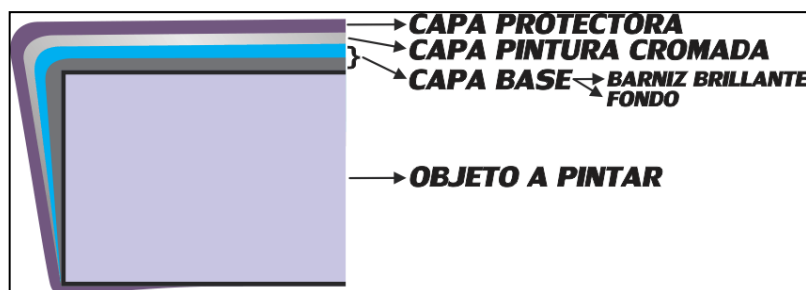


Figura 3.3: Capas de aplicación de la pintura efecto cromo [11].

3.2.5.1 Aplicación de la capa base

La capa base está compuesta entre pintura de fondo y barniz, y proporciona una base con brillo para dar mejor apariencia a los colores metálicos posteriores. En el caso de superficies brillantes transparentes, o de plástico y vidrio no es necesario aplicar la capa base.

- **Aplicación de la pintura de fondo**

Una de las principales condiciones a tomar en cuenta es la de respetar los tiempos de aplicación y de secado, de lo contrario puede presentar problemas de adherencia a las superficies pintadas.

El proceso para la aplicación de la pintura de fondo, se detalla en la (Figura 3.4):

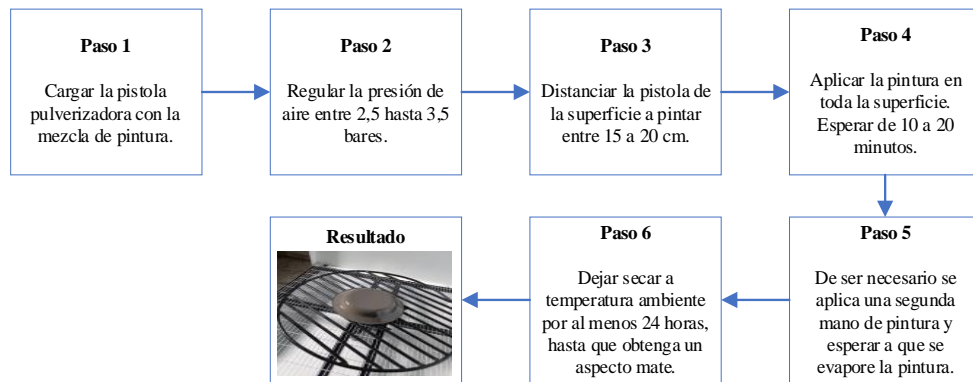


Figura 3.4: Pasos a seguir para la aplicación de la pintura de fondo [11].

- **Aplicación del barniz**

Después de la aplicación de cualquier capa de pintura se recomienda no tocar el objeto, los aceites de las manos pueden causar imperfecciones en el acabado final. Como proceso adicional para mejorar el acabado final del cromado de la pieza, se recomienda pulir las imperfecciones que puedan existir con una lija extrafina de número entre 800 a 2000.

En la (Figura 3.5), se detalla el proceso para la aplicación de barniz.

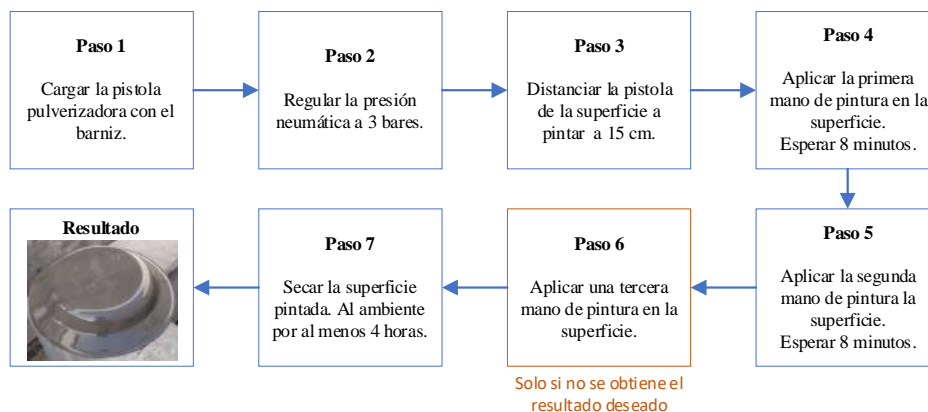


Figura 3.5: Pasos a seguir para aplicar la capa de barniz [11].

La aplicación inadecuada de la capa base puede causar que la superficie no se vea cromada. Si el barniz se aplica de mala manera el cromado solo poseerá brillo en los lugares aplicados y será opaca en otros lugares. Otra recomendación es dejar secar a temperatura ambiente al menos 24 horas antes de flamear, de lo contrario el color tiende a opacarse [11].

3.2.5.2 Aplicación de la capa de pintura efecto cromo

La aplicación de esta capa de pintura es la segunda capa que se aplica sobre la superficie a pintar; al ser este un proceso químico debe ser aplicado en forma secuencial, sin embargo, si se sigue las instrucciones presentadas al pie de la letra permite al operario obtener excelentes resultados.

En la (Figura 3.6), se detalla los pasos a seguir para la obtención de una superficie o pieza con efecto cromado:

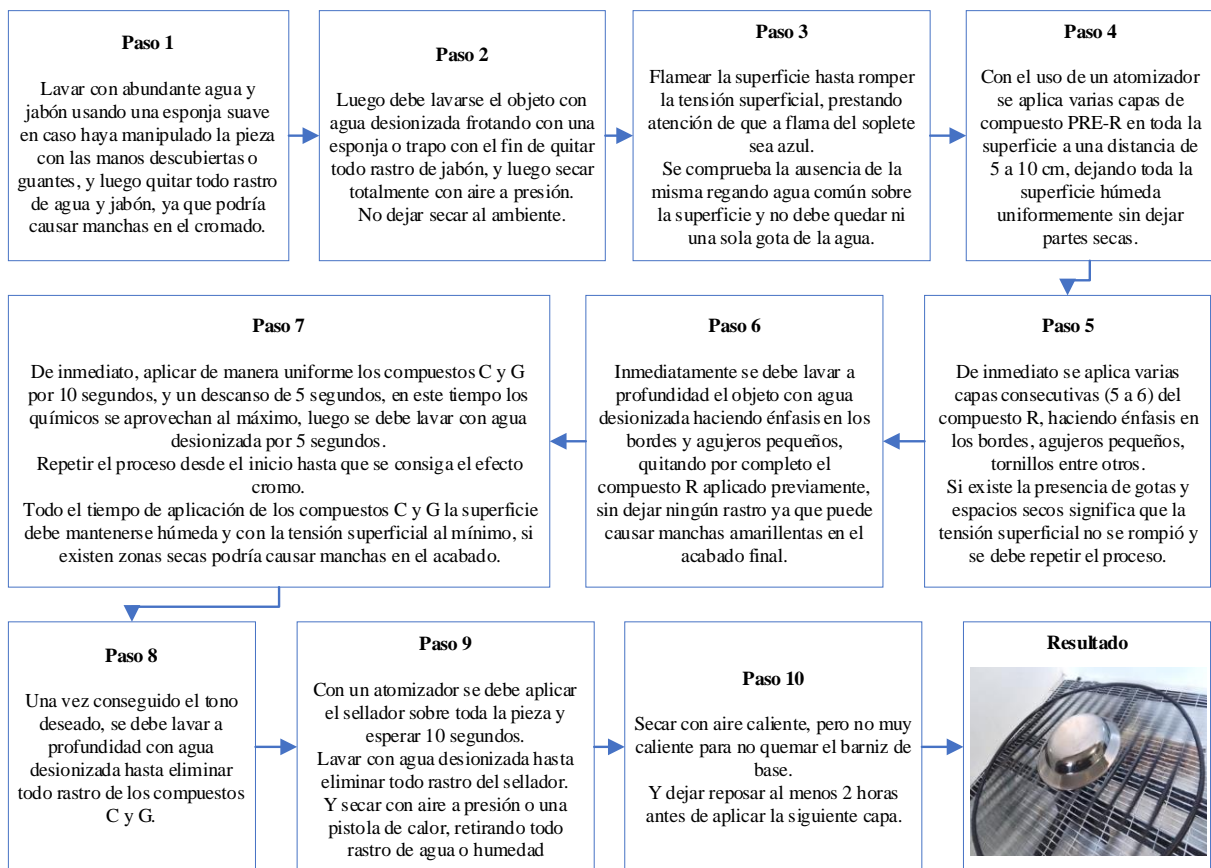


Figura 3.6: Pasos a seguir para aplicar la capa de efecto cromo [12].

Por el contrario, si en el proceso de aplicación se omite alguno de los pasos no se logra conseguir la capa metálica; a su vez, si se abusa de la aplicación de algunos de los componentes químicos la pieza se quema, es decir que el efecto cromo resulta en un tono casi negro o amarillento [12].

3.2.5.3 Aplicación de la capa protectora

La capa protectora es un barniz de poliuretano, que sirve de protección al acabado final, se debe aplicar después de 1 hora o más después del cromado, hasta un máximo de 4 horas. Cabe recalcar que el color final del acabado se va a definir en esta capa [13].

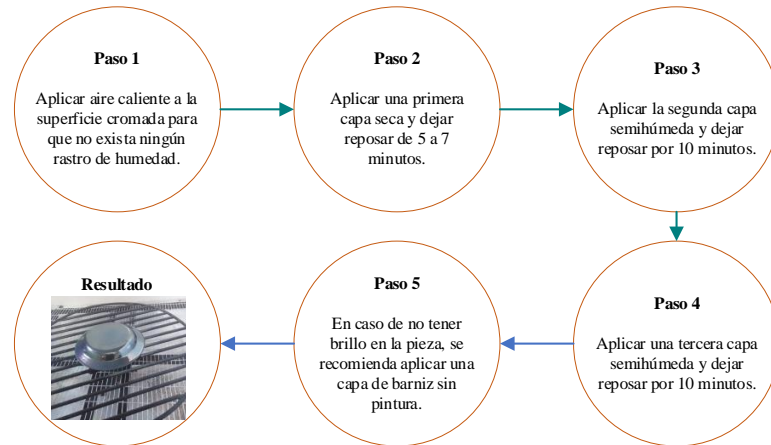


Figura 3.7: Pasos a seguir para la aplicación de la capa protectora [13].

3.2.6 Equipos de protección para realizar el proceso de cromado.

Los peligros potenciales de los elementos químicos son la irritación de los ojos, la piel y nocivos por ingestión e inhalación. Aunque no hay evidencia suficiente de que estos compuestos causan cáncer, es necesario que el operario cuente con los equipos de protección descritos en la (Figura 3.8) con el fin de preservar su salud.

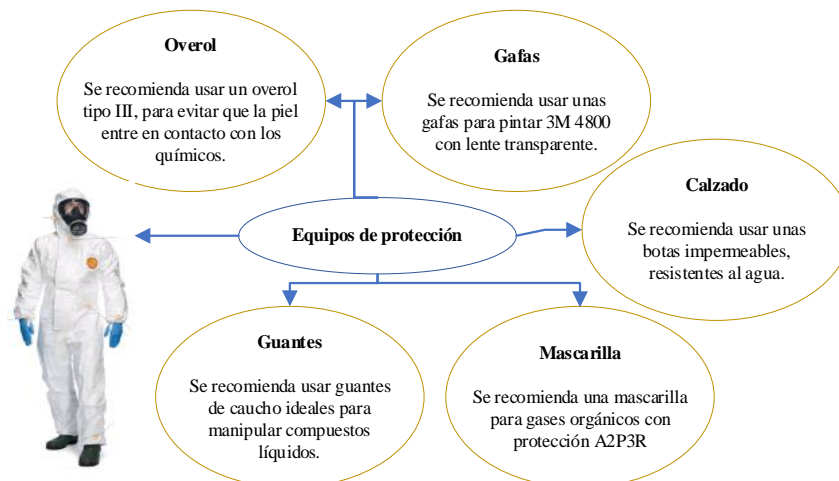


Figura 3.8: Equipos de protección [14].

Manténgase lejos de alimentos, bebidas y absténgase de fumar cerca. Lavarse las manos y otras áreas expuestas con abundante agua y jabón suave antes de comer, beber y abandonar el área de trabajo [14].

3.2.7 Componentes del sistema neumático de la máquina

3.2.7.1 Red y sistema de filtrado de aire

Un sistema de filtrado de aire completo que produce aire seco y limpio, está compuesto por un compresor que genera el aire comprimido, y el aire es filtrado gracias a las válvulas, los filtros, el purgador y la unión de un filtro y un secante. El trabajar con un aire seco y libre de impurezas permite al operario asegurar la aplicación de una capa uniforme sobre toda la superficie [15].

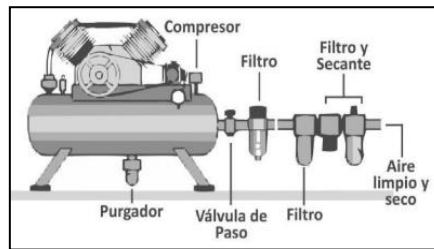


Figura 3.9: Red y sistema de filtrado de aire [15].

- **Compresor**

El sistema neumático por cada pistola requiere de un compresor que trabaje con una presión de entre 2 a 4 bares, sin embargo, el sistema que en ocasiones requiere el uso de dos pistolas al mismo tiempo, por lo que es necesario ajustar la presión tanto a la salida del compresor como a la salida del sistema de filtrado de aire [16]. En la (Figura 3.10), se describen los principales tipos de compresores que existen:

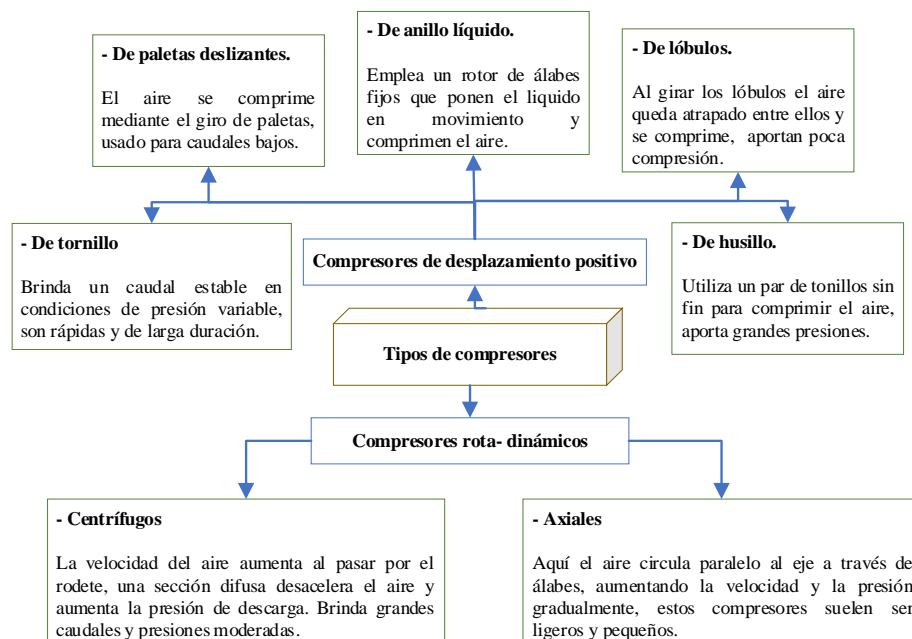


Figura 3.10: Tipos de compresores [16].

- **Sistema de filtrado de aire**

Este sistema además de limpiar y secar el aire, direcciona el aire obtenido a los tanques presurizados y a las pistolas pulverizadoras, debido que es ahí en donde se encuentran almacenados los compuestos químicos para luego ser distribuidos según lo requiera [17].

En la (Figura 3.11), se describen los componentes del sistema de filtrado de aire.

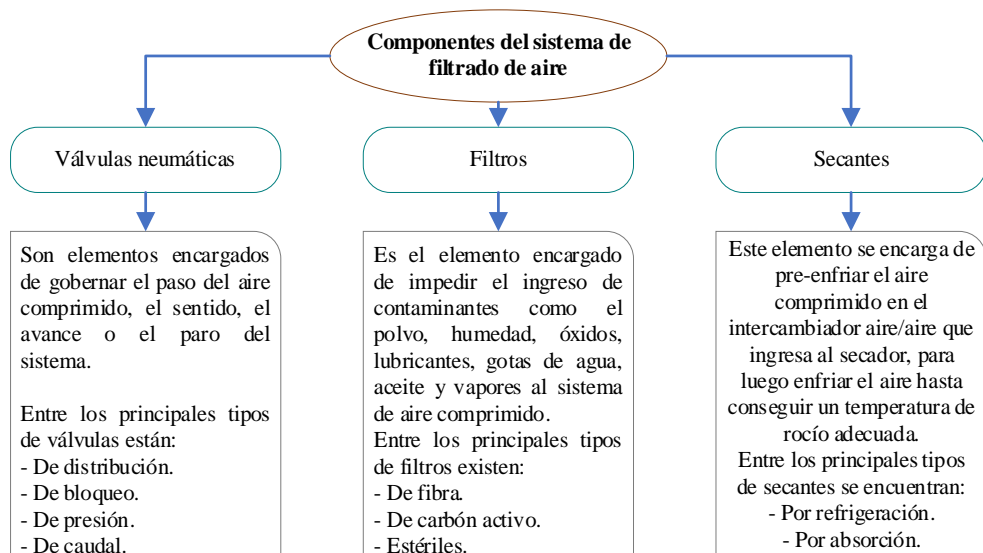


Figura 3.11: Componentes del sistema de filtrado de aire [17].

- **Componentes para la distribución de los compuestos químicos**

Una vez que el aire es filtrado se requiere de un sistema de distribución para transportar los químicos que van a ser aplicados en el proceso de cromado.

Para esto se necesita de tres elementos indispensables para realizar la distribución del aire, descritos en la (Figura 3.12).

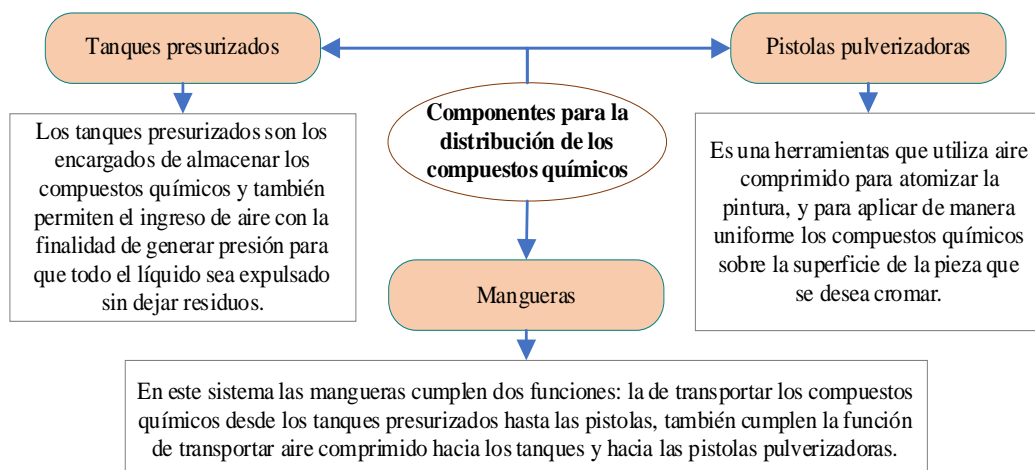


Figura 3.12: Componentes para la distribución de los compuestos químicos [18].

3.2.8 Sistema de transmisión de movimiento

3.2.8.1 Bandas y poleas

Son mecanismos que permite transmitir velocidad, fuerza y potencia de un motor al eje de trabajo, comúnmente por medio de bandas y poleas, aunque también existen otros tipos como un sistema de engranajes, ruedas de fricción, ente otros.

El sistema de transmisión de la máquina es de forma circular, ya posee un sistema de dos poleas conectadas a un eje, una polea conectada directo al motor, y una polea para reflejar la velocidad saliente, y dos bandas que van conectadas a las poleas, esto simplifica mucho la instalación mecánica de la máquina, lo que significa la reducción de costos [19].

En la (Figura 3.13), se describen la función y los principales tipos de bandas y poleas que existen en el mercado.

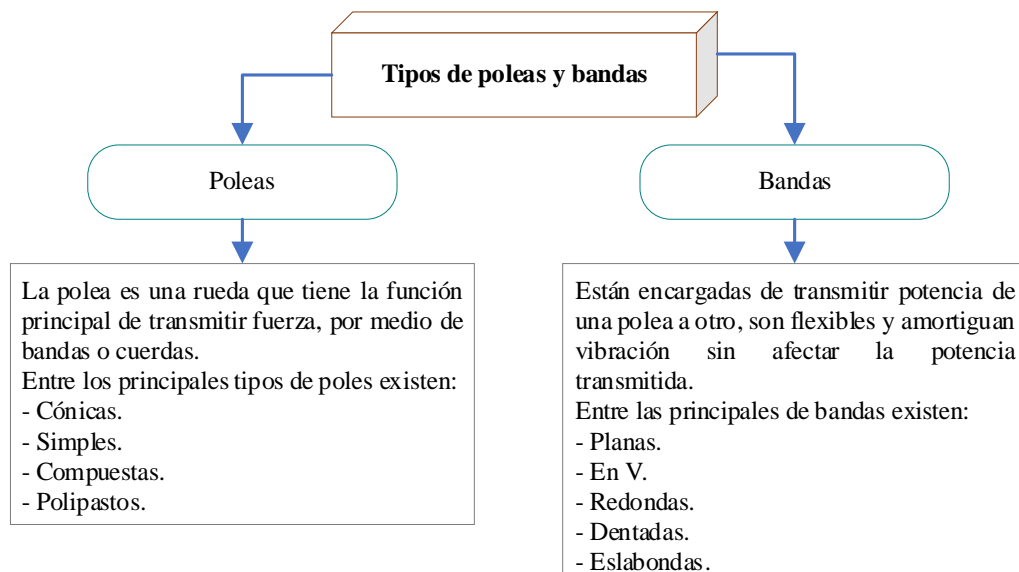


Figura 3.13: Tipos de poleas y bandas [19].

3.2.8.2 Mesa giratoria

La mesa giratoria es la parte en la que se refleja la velocidad final generada por un sistema de poleas a la velocidad saliente de un motor eléctrico, su principal misión es la de poder soportar una determinada carga, y a la vez girar a una velocidad constante. Para generar un movimiento limpio y no causar desgaste en el eje, es necesario el uso de chumaceras que no solo permiten al eje girar con facilidad, sino también soportar la carga de la pieza sobre el plato [20]. En la (Figura 3.14), se puede observar una mesa giratoria impulsada por un motor y un sistema de poleas.

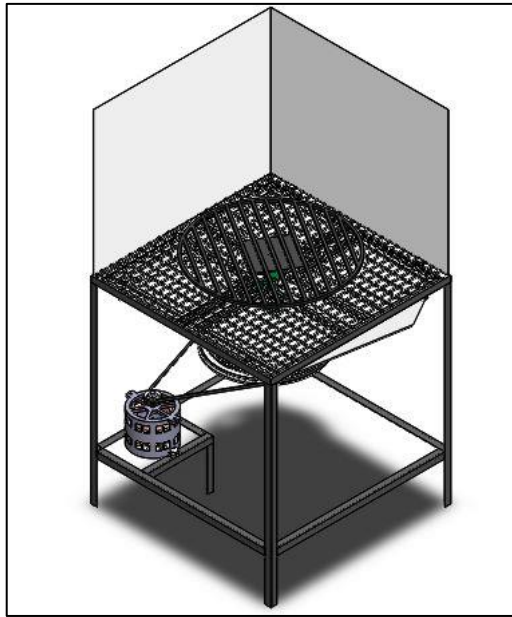


Figura 3.14: Mesa giratoria impulsada por un motor eléctrico.

3.2.9 Descripción de los componentes eléctrico

3.2.9.1 Motor eléctrico

El motor eléctrico es el encargado de impulsar una polea motriz rompiendo la inercia y su vez, transmitir la fuerza a través de la correa a las poleas impulsadas generando movimiento al sistema de transmisión.

Entre las características importantes del motor eléctrico está, la capacidad de controlar la velocidad de operación y el par de arranque; al poseer una alta relación potencia-peso los hace ideales para aplicaciones en donde el peso es un factor crítico [21].

Además, en comparación a otros motores suele tener un nivel de eficiencia considerable, por que convierte energía eléctrica en energía mecánica sin grandes pérdidas.

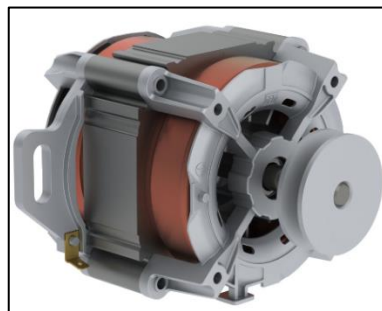


Figura 3.15: Motor eléctrico [21].

Existen diferentes tipos de motores eléctricos que pueden utilizarse en estos sistemas como se puede observar en la (Figura 3.16) [21].

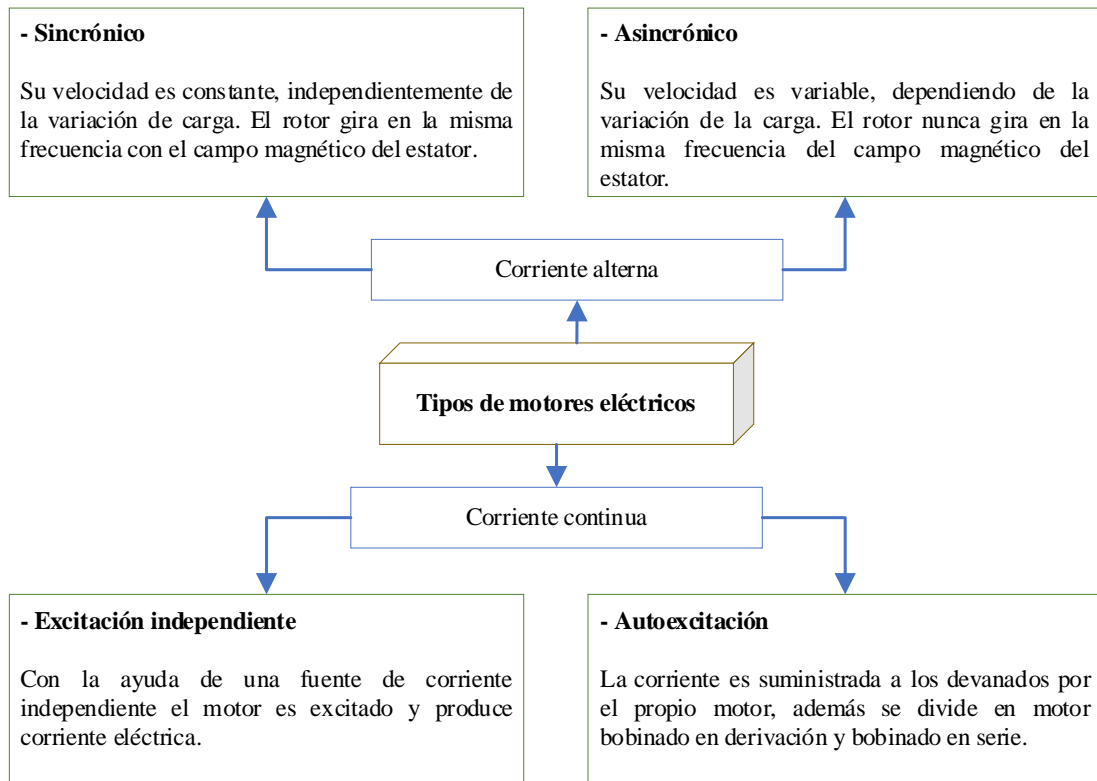


Figura 3.16: Tipos de motores eléctricos [21].

3.2.9.2 Interruptor de encendido y apagado

Para los motores eléctricos pequeños se puede arrancar con interruptor de encendido y apagado que se conecta a un toma corriente. En el caso de motores grandes requiere de unidades de conmutación especializadas para encender dicho motor.

Para este caso un interruptor simple es el adecuado, este equipo se encarga de pasar corriente al abrir el circuito, y cierra el circuito cortando la energía eléctrica para detener el motor y por ende la mesa giratoria [22].



Figura 3.17: Interruptor simple [22].

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 METODOLOGÍA

4.1.1 Metodología cualitativa y cuantitativa

Antes de comenzar con el diseño y la construcción de la máquina, es necesario realizar una investigación de la necesidad de construir la máquina y cuáles con las expectativas de la empresa local, para esto es necesario utilizar una metodología cualitativa y cuantitativa.

Al combinar la metodología cuantitativa con la cualitativa, se puede obtener una visión más completa del diseño y construcción de la máquina para la aplicación de pintura efecto cromo. Mientras que los enfoques cuantitativos proporcionan mediciones objetivas y datos numéricos, esenciales para desarrollar una máquina exitosa que satisfaga la necesidad de la empresa local.

4.1.1.1 Metodología cualitativa

En la presente investigación la metodología cualitativa ayuda a comprender las necesidades del operador que realiza este método para el cromado de piezas, así como obtener información detallada sobre el proceso de aplicación y las principales fallas en la misma; además, esta metodología ayuda a elegir los componentes que mejor se adaptan a los requerimientos de la máquina para realizar el proceso, comparando entre varios tipos de componentes con la misma funcionalidad existentes en el mercado.

4.1.1.2 Metodología cuantitativa

La metodología cuantitativa es fundamental para el diseño y la construcción de la máquina en aspectos relacionados al dimensionamiento estructural, cálculos para el diámetro de los ejes y poleas, calibración de caudal y presión en los tanques y las pistolas pulverizadoras, y para interpretar los datos obtenidos de las pruebas de rendimiento realizadas a la máquina en funcionamiento.

4.1.2 Definición de variables

En la (Tabla 4.1), se determina a detalle las variables que son fundamentales para establecer los distintos análisis para el diseño de la máquina para la aplicación de pintura efecto cromo.

En estas se considera el volumen de la caja, las presiones en los tanques, el peso que soporta la mesa giratoria, y la velocidad de la misma.

Tabla 4.1: Especificaciones técnicas de los requerimientos

Especificaciones técnicas	
Especificaciones	Unidades
Volumen de la caja metálica	cm ³
Tamaño de la caja metálica	mm
Presión en los tanques	Nm ³
Caudal en las pistolas	L/min
Área a pintar	m ²
Carga	Kg
Velocidad	rpm
Torque	Nm

4.1.3 Diseño conceptual

En el diseño conceptual se definen los diferentes sistemas que se emplean para la construcción de la máquina de aplicación de pintura efecto cromo.

1. Sistema estructural: Es el encargado de albergar los tanques y los diferentes elementos del sistema neumático.
2. Sistema neumático: Constituye los elementos neumáticos tales como el componente de mantenimiento, válvulas de paso, acoples, mangueras, pistolas, manómetros, tanques de almacenamiento.
3. Sistema de transmisión de movimiento: Son los componentes o elementos encargados de transmitir la fuerza de un motor eléctrico al sistema de poleas y al plato giratorio.
4. Sistema rotatorio: Encargado de soportar el peso de la pieza y girar a una velocidad constante.

4.1.4 Diseño neumático

Para el diseño del sistema neumático es fundamental asumir que el tipo de aspersión es neumático, ayudando en la aplicación de la capa de la pintura de efecto cromo sobre la superficie de una pieza. Para ello se definió los parámetros del diseño y los diferentes componentes neumáticos a emplearse.

Para el diseño de la distribución neumático se utilizó el software Festo (FluidSIM Neumática). En la (Figura 4.1), se determina el circuito neumático que está diseñado de acuerdo a la aplicación de las diferentes sustancias químicas empleados para el proceso de aplicación de la pintura efecto cromo.

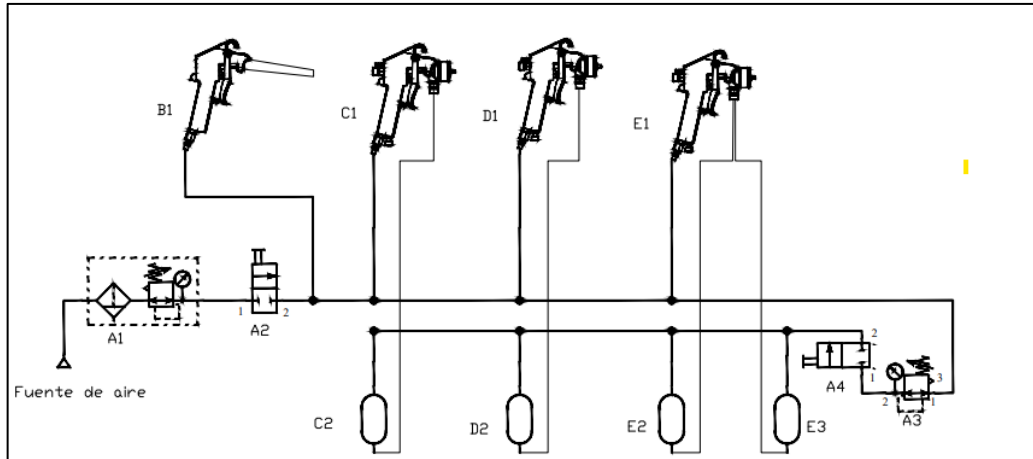


Figura 4.1: Distribución esquemática del proceso de aplicación de pintura efecto cromo.

En la (Tabla 4.2), se determina los distintos componentes neumáticos necesarios para el diseño del sistema neumático de la máquina, tomando como referencia para el diseño la (Figura 4.1).

Tabla 4.2: Componentes del sistema neumático.

Denominación	Componente
A1	Unidad de mantenimiento.
A2	Válvula de paso de aire principal.
A3	Válvula reguladora de presión con manómetro.
A4	Válvula de paso de aire secundario.
B1	Pistola de aire comprimido.
C1	Pistola pulverizadora para agua desionizada.
C2	Tanque presurizado de depósito para agua desionizada.
D1	Pistola pulverizadora para el compuesto R.
D2	Tanque presurizado de depósito para el compuesto R.
E1	Pistola pulverizadora doble para el compuesto G y C
E2	Tanque presurizado de depósito para el compuesto G.
F3	Tanque presurizado de depósito para el compuesto C.

4.1.4.1 Parámetros de presión de los tanques

La regulación de la presión en los tanques permite calibrar la salida del caudal en las pistolas, esencialmente e importante para que funcionen las pistolas de manera correcta. En el (Anexo II.1), se muestra los parámetros a considerar para el dimensionamiento del sistema neumático.

4.1.5 Metodología para la selección de los componentes del sistema neumático

Para el desarrollo de la selección de los componentes de la máquina se detalla los aspectos y las características en comparación con diferentes materiales. Para determinar la viabilidad del componente se realiza una valoración numérica de manera cuantitativa a las variables

respectivas. La valoración numérica facilita la selección de los materiales de manera más clara, tanto los materiales mecánicos, como los materiales neumáticos que necesita la máquina.

El (Anexo II.2), detalla la matriz de decisión y valoración numérica de forma cuantitativa, considerando las alternativas de adquisición de los materiales.

4.1.5.1 Metodología para la selección del tipo de pistolas pulverizadoras

Para la selección del tipo de pistolas, cada uno de los fabricantes recomienda utilizar un determinado diámetro de foquilla, para aplicación de pintura y del barniz.

La (Tabla 4.3), muestra algunos de los modelos de pistolas pulverizadoras más utilizados en la industria, mediante una valoración numérico del (Anexo II.2), se elige el modelo que mejor se adapte a la necesidad del sistema, misma que se especifica en el análisis de resultados.

Tabla 4.3: Selección de la pistola pulverizadora.

	Pistola Gravite Spray Gun modelo F-75	Pistola SPPHVL 02 Plus	Pistola PNTGREEN
Operación	10	10	10
Consumo de aire	10	5	5
Presión de trabajo	20	10	5
Sistema de trabajo	10	20	10
Costo	10	5	10
TOTAL	60	50	45

4.1.5.2 Metodología para la selección de la pistola de secado

La pistola de secado tiene como finalidad, permitir que salga aire comprimido para la realización del secado de la pieza, permitiendo únicamente el paso de aire comprimido, siendo este con diferente configuración a las de las pistolas de pulverización.

En la (Tabla 4.4), se muestran algunos de los modelos de pistolas de secado para elegir el modelo que mejor se adapte a la necesidad del sistema, misma que se especifica en el análisis de resultados.

Tabla 4.4: Selección de la pistola de secado.

	Pistola de aire con boquilla recta metálico	Pistola de aire con boquilla con pantalla de aire
Operación	10	10
Consumo de aire	10	5
Presión de trabajo	20	10
Costo	10	10
TOTAL	50	35

4.1.5.3 Metodología para la selección de los recipientes para las sustancias químicas.

Los recipientes son los encargados de almacenar los diferentes compuestos químicos que conforman el proceso de cromado.

Además, los recipientes soportan temperaturas de hasta 140° C, y presentan mayor resistencia a la corrosión, resistencia eléctrica y es dúctil al soportar la presión.

La (Tabla 4.5), muestra algunos de los modelos de tanques presurizados para elegir el modelo más viable, mediante una matriz de valoración.

Tabla 4.5: Selección del tanque.

	Tanque presurizado metálicos	Tanque presurizado de plástico
Capacidad	10	10
Material	10	5
Presión de trabajo	20	10
Disponibilidad	5	20
Costo	5	10
TOTAL	50	55

4.1.5.4 Metodología para la selección de la unidad de mantenimiento

La función principal de la unidad de mantenimiento es preparar el aire comprimido utilizado por las unidades neumáticas conectadas al sistema. Los equipos conectados en diferentes puntos del sistema neumático deben recibir aire seco y libre de impurezas. Además, muchos de estos dispositivos tienen partes móviles que requieren lubricación.

En la (Tabla 4.6), se muestran algunos de los modelos de las unidades de mantenimiento y mediante una valoración numérica se elige el modelo que mejor se adapte a la necesidad del sistema, misma que se especifica en el análisis de resultados.

Tabla 4.6: Selección de la unidad de mantenimiento.

	Unidad de mantenimiento FRL	Filtro regulador Hausfeld
Material	10	10
Presión de filtrado	20	5
Presión de trabajo	10	10
Rango de ajuste	5	10
Disponibilidad	10	10
Costo	10	5
TOTAL	65	50

4.1.5.5 Metodología para la selección de la llave de paso neumático

La llave de paso neumático es un dispositivo encargado de permitir o negar el paso de aire, en uno o dos conductos según lo requiera.

En la (Tabla 4.7), se muestran las unidades de mantenimiento que se va a seleccionar, por una valoración numérica se elige el modelo que mejor se adapte a la necesidad del sistema, misma que se especifica en el análisis de resultados.

Tabla 4.7: Selección de la llave de paso neumático.

	Llave de paso de bolas con palanca	Llave de paso de bolas con mariposa
Operación	10	5
Material	10	10
Temperatura	10	10
Presión de trabajo	20	10
Costo	10	10
TOTAL	60	45

4.1.5.6 Metodología para la selección de las mangueras

Para la selección del tipo de mangueras se considera los parámetros de la presión y el caudal del sistema de distribución.

En la (Tabla 4.8), se muestran algunos de los tipos de mangueras para selección, mediante una valoración numérica se elige el tipo de manguera que mejor se adapte a la necesidad del sistema, misma que se especifica en el análisis de resultados.

Tabla 4.8: Selección de las mangueras neumáticas.

	Mangueras retractiles de poliuretano	Mangueras flexibles de plástico
Manipulación	20	5
Material	10	10
Presión de trabajo	10	5
Disponibilidad	10	10
Costo	10	10
TOTAL	60	40

4.1.6 Metodología para la selección del compresor

Para la selección del compresor se enfoca en las finalidades del sistema neumático en el proceso de aplicación de pintura efecto cromo, además, el compresor debe ser portátil y de fácil instalación, y en cuanto al costo muy accesible. Los parámetros a tomar a seguir son:

- **Consumo de aire**

Para determinar el consumo de aire se utilizará la ecuación (4.1).

$$Q_T = N_E \cdot Q_C \quad (4.1)$$

Donde:

Q_T : Caudal total del aire de todos los dispositivos que consumen aire (L/min).

N_E : Número de elementos que consumen aire.

Q_C : Caudal que consumen los elementos (L/min).

- **Potencia requerida para el sistema**

Para el cálculo de la potencia se requiere la presión y el caudal de trabajo, y se calcula con la ecuación (4.2).

$$P_R = p_T \cdot Q_T \quad (4.2)$$

Donde:

P_R : Potencia requerida para el sistema (kW).

p_T : Presión total (kPa).

Q_T : Caudal total (m³/seg).

- **Factor de carga**

El factor de carga permite determinar la capacidad porcentual de la carga según el número de elementos neumáticos.

$$F_C = N_E \cdot C_C \quad (4.3)$$

Donde:

F_C : Factor de carga.

N_E : Número de elementos neumáticos.

C_C : Coeficiente de carga (%).

- **Capacidad necesaria del compresor**

La ecuación (4.4) ayudará a hallar la el caudal necesario del compresor.

$$C_{Compresor} = F_C \cdot Q_C \quad (4.4)$$

Donde:

$C_{Compresor}$: Capacidad del compresor.

F_C : Factor de carga.

Q_C : Caudal que consumen los elementos (L/min).

- **Selección del tipo de compresor**

Para la selección del tipo de compresor se utilizará el diagrama de caudal, analizando la presión máxima de trabajo de las pistolas y el caudal total de consumo del aire.

4.1.7 Metodología para el diseño estructural de la caja metálica

Para el diseño de la caja metálica se considera los diferentes componentes neumáticos que este va a albergar, tanto en su interior como en su exterior.

4.1.7.1 Diseño de la estructura

Para el diseño de la estructura se considera que debe ser transportable y ligero, sin dejar de lado su resistencia a las cargas aplicadas y de fácil uso para el operario, mínimo riesgos de daño por el ambiente, además, debe abarcar a todos los componentes del sistema neumático, se opta por una caja rectangular descrita en el análisis de resultados.

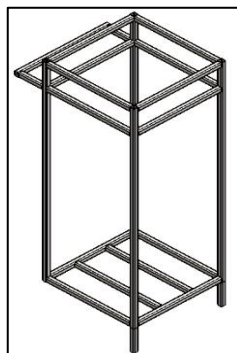


Figura 4.2: Estructura de soporte de tanques

- **Selección del tipo de material para la estructura**

Para definir el material que se va a utilizar en la construcción de las estructuras de la máquina, se considera ciertas características tales como: una buena rigidez, tener una gran durabilidad y ser seguro.

- **Selección del material para las chapas metálicas**

Para definir el material se considera las diferentes características necesarias, tales como: la rigidez, durabilidad, y ser de fácil uso.

- **Análisis estructural**

Para la validación del diseño mecánico se utiliza el programa de diseño y modelación 3D, este es un software de diseño 3d, utilizado para para la modelación de piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. También permite realizar la simulación de los distintos análisis tanto como estático, térmico, pandeo y entre otros.

4.1.7.2 Metodología para la selección de las ruedas

Para la selección de las ruedas se determina la capacidad de carga, es decir el peso de la estructura más los componentes y la carga (en este caso el tanque con los compuestos) que va a soportar las ruedas. Para ello se considera los siguientes parámetros.

- **Peso total de la estructura con el tol**

$$W_{Total\ est} = W_{Estructura} + W_{tool} \quad (4.5)$$

Donde:

$W_{Total\ est}$: Carga total de la estructura (kg).

$W_{Estructura}$: Peso de la estructura (kg).

W_{tool} : Peso del tool (kg).

- **Peso total del tanque con agua**

$$W_{Total\ tanq} = W_{tanques} + W_{agua} \quad (4.6)$$

Donde:

$W_{Total\ tanq}$: Carga total de los tanques con agua (kg).

$W_{tanques}$: Peso de los tanques (kg).

W_{agua} : Peso del agua (kg).

- **Peso propio del aparato a transportar**

$$W_{\text{Propio}} = W_{\text{Total est}} + W_{\text{Total tanq}} \quad (4.7)$$

Donde:

W_{Propio} : Peso propio del aparato que transporta (kg).

$W_{\text{Total est}}$: Carga total de la estructura (kg).

$W_{\text{Total tanq}}$: Carga total de los tanques con agua (kg).

- **Capacidad de la carga.**

$$C_C = \frac{W_{\text{Propio}} + (M * S)}{N_R} \quad (4.8)$$

Donde:

C_C : Capacidad de carga (kg).

W_{Propio} : Peso propio del aparato de transporte (Kg).

M: Carga máxima (kg).

S: Factor de seguridad, valor adimensional.

N_R : Número de ruedas aplicadas, valor adimensional.

4.1.8 Sistema mecánico

4.1.8.1 Metodología para el diseño del sistema de rotación.

Para el dimensionamiento de la mesa giratoria se asume el peso máximo de la carga que va a soportar la mesa y las dimensiones de la pieza. Para este caso se considera el peso y la longitud de un aro de un camión ligero. Para diseñar la mesa giratoria se acoge a los parámetros que se encuentran descritos a continuación:

- **Diseño de la mesa de giratoria**

Para el diseño de la mesa giratoria se emplea el acero ASTM A36 y se toma en consideración las cargas y dimensiones requeridas para poder apoyar las piezas a cromar.

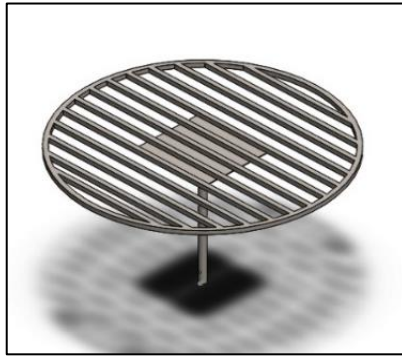


Figura 4.3: Diseño de la mesa giratoria.

- **Análisis de la mesa giratoria**

Con la utilización de un software de diseño 3D se diseña la mesa giratoria acorde a las condiciones necesarias. Posterior a eso con el mismo software se realiza la simulación de la fuerza y tensión que se aplica en el diseño de la mesa giratoria.

4.1.9 Diseño del sistema de transmisión.

Para el diseño del sistema de transmisión se considera los elementos y los parámetros que intervienen en el sistema, tales como la mesa giratoria, el eje de transmisión, chumaceras, soportes, poleas, bandas, los diámetros de cada polea y las relaciones de transmisión de las mismas

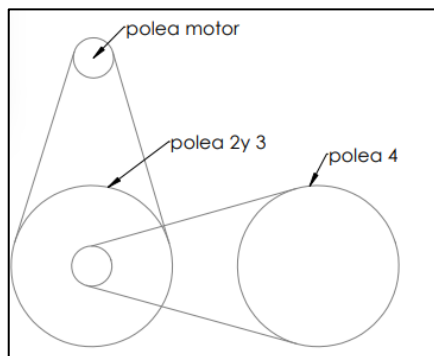


Figura 4.4: Sistema de transmisión por poleas

- **Selección de las poleas**

La selección de las poleas se establece mediante los requerimientos deseados por el operador, para determinar las RPM necesaria para realizar el trabajo, por ende, al tener disponibles las

poleas se decidió acoplarlas al diseño. En el (Anexo II.3) se aprecia los distintos diámetros de las poleas que se disponían, necesarias para las diferentes operaciones.

4.1.9.1 Relación de transmisión

Utilizando la ecuación (4.9), se determina la relación de transmisión de la velocidad.

$$i = \frac{D1}{D2} = \frac{n1}{n2} \quad (4.9)$$

Donde:

i: Relación de transmisión (adimensional).

n: Número de revoluciones por minuto (rpm).

D: Diámetro (mm).

Para el cálculo de la relación de transmisión se conoce los diámetros de las poleas, y se aplica la teoría de máquinas y la teoría de mecanismos por medio de la ecuación (4.10), se aplicó en relación a 4 poleas con distinto diámetro que se aprecian en el (Anexo II.3)

$$i = \frac{D1}{D2} \cdot \frac{D3}{D4} \quad (4.10)$$

4.1.9.2 Velocidad del eje saliente

Se calcula la velocidad del eje saliente utilizando la ecuación (4.11). Para n1 se toma los datos del motor que se disponía, se especifica que la misma tiene 1/3 Hp y 1540 RPM.

$$n4 = n1 \cdot i \quad (4.11)$$

Donde:

n4: Velocidad del eje saliente (rpm).

n1: Velocidad inicial del motor (rpm).

i: Relación de transmisión.

4.1.9.3 Torque del motor

Se determina el torque del motor, al aplicar la ecuación (4.12). Sabiendo que la potencia del motor es 1/3 Hp.

$$T = \frac{P(5252)}{v} \quad (4.12)$$

Donde:

T: Torque (Nm).

P: Potencia del motor (HP).

v: Velocidad del motor (rpm).

- **Torque en cada relación de transmisión**

Se considera para el cálculo del torque en cada relación de transmisión la ecuación (4.13).

$$T2 = T1 \cdot i1 \quad (4.13)$$

Donde:

T2: Torque en la polea 2 (Nm).

T1: Torque en la polea 1 (Nm).

i1: Relación de transmisión (adimensional).

4.1.9.4 Metodología para la selección de bandas

Para determinar las bandas del sistema de transmisión se asumen a los pasos correspondientes al manual de diseño y cálculo de bandas de transmisión. Para ello se rigen a los siguientes parámetros.

- **Ángulo de contacto de las bandas**

Se utiliza la ecuación (4.14), para realizar el cálculo del ángulo de contacto de las bandas. Los diámetros de las poleas se especifican en el (Anexo II.3).

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(\frac{D-d}{2c}\right) \quad (4.14)$$

Donde:

θ : Ángulo de contacto de la banda (rad).

D: Diámetro de la polea mayor (m).

d: Diámetro de la polea menor (m).

c: Longitud entre centro de las poleas (m).

- **Longitud requerida de la banda de transmisión**

Se determina la longitud de la banda mediante la ecuación (4.15).

$$L = 2c + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4c} \quad (4.15)$$

Donde:

L: Longitud de la banda (m).

D: Diámetro de la polea mayor (m).

d: Diámetro de la polea menor (m).

c: Longitud entre centro de las poleas (m).

- **Cálculo de fuerzas**

$$\frac{F1}{F2} = e^{f\theta} \quad (4.16)$$

Donde:

F1: Tensión en el lado tirante de la banda (N).

F2: Tensión en el lado flojo de la banda (N).

f: Coeficiente de rozamiento (adimensional).

θ : Ángulo de contacto de la banda (rad).

- **Cálculo de fuerza en cada banda**

Se utiliza la ecuación (4.17), para determinas las fuerzas que actúan en cada banda.

$$Tp1 = (F1 - F2)r1 \quad (4.17)$$

Donde:

Tp1: Torque de la polea 1 (Nm).

F1: Tensión en el lado tirante de la banda (N).

F2: Tensión en el lado flojo de la banda (N).

r1: Radio de la polea 1 (m).

- **Fuerzas resultantes en la banda**

Se determina la sumatoria de la fuerza total mediante la ecuación (4.18).

$$F_T = F_1 + F_2 \quad (4.18)$$

Donde:

F_T: Fuerza resultante total (N).

F₁: Tensión en el lado tirante de la banda (N).

F₂: Tensión en el lado flojo de la banda (N).

4.1.10 Metodología para el diseño del eje de transmisión

Para el cálculo y diseño del eje se sigue los procesos establecidos en el libro de diseño mecánico de Shigley. Se considera los datos de las fuerzas que se aplican sobre el eje, tal como se aprecia en la (Figura 4.5).

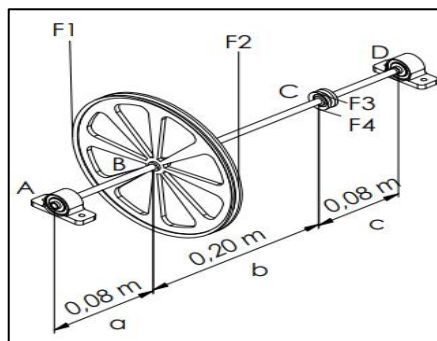


Figura 4.5: Disposición de las fuerzas en el eje.

4.1.10.1 Parámetros para el diseño del eje de transmisión

- **Torque en las poleas**

Se realiza el cálculo del torque en las poleas por medio de la ecuación (4.19).

$$T = F_1(r_B) - F_2(r_B) \quad (4.19)$$

Donde:

T: Torque de la polea (Nm).

F1: Tensión en el lado tirante de la banda (N).

F2: Tensión en el lado flojo de la banda (N).

r_B : Radio de la polea (m).

- **Diagrama de fuerzas**

El diagrama de fuerzas ayuda a observar de mejor manera la distribución de las fuerzas que actúan sobre el eje, permitiendo así, realizar el cálculo de las reacciones en el plano xy y en el plano xz, los resultados contribuyen en el dimensionamiento del eje.

- **Momento flector**

El momento flector se calcula mediante la aplicación de la ecuación (4.20).

$$M = F \cdot d \quad (4.20)$$

Donde:

M: Momento flector (Nm).

F: Fuerza (N).

d: Distancia (m).

- **Esfuerzo normal por flexión**

Para hallar el esfuerzo normal de flexión se considera, el momento máximo a la que está sometida el eje, es decir, el punto más crítico. Para ello se utilizó la ecuación (4.21).

$$\sigma = \frac{M \cdot C}{I} ; \text{reemplazando } \sigma = \frac{32 M}{\pi d^3} \quad (4.21)$$

Donde:

σ : Esfuerzo normal por flexión (Nm).

M: Momento flector máximo (Nm).

C: Diámetro de giro (m).

I: Inercia (m).

- **Esfuerzo cortante por torsión**

Para realizar el cálculo del esfuerzo cortante por torsión se utilizó la ecuación (4.23), para ello primero es necesario determinar cómo actúa el esfuerzo sobre el eje.

$$\tau = \frac{T \cdot C}{J} \quad (4.22)$$

Remplazando

$$\tau = \frac{16 T}{\pi d^3} \quad (4.23)$$

Donde:

τ : esfuerzo cortante (N/m²).

T: Torque (Nm).

C: Diámetro de giro (m).

J: Momento polar de inercia (m).

- **Esfuerzo cortante máximo**

Para realizar el cálculo del esfuerzo cortante máximo se utiliza la ecuación (4.24), analizando el esfuerzo normal por flexión y el esfuerzo cortante por torsión.

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (4.24)$$

Donde:

τ_{max} : Esfuerzo cortante máximo (Nm).

σ_x : Esfuerzo normal por flexión (Nm).

τ_{xy} : Esfuerzo cortante (N/m²)

- **Diámetro del eje**

Para realizar el cálculo del diámetro del eje se utiliza las siguientes ecuaciones.

$$N = \frac{S_y}{\tau_{max}} \quad (4.25)$$

reemplazando

$$\frac{S_y}{2} = N \left(\sqrt{\left(\frac{32 M}{2\pi d^3}\right)^2 + \left(\frac{16 T}{\pi d^3}\right)^2} \right) \quad (4.26)$$

Donde:

N: Factor de diseño (adimensional)

Sy: Esfuerzo de fluencia del material (MPa).

M: Momento flector máximo (Nm).

d: Diámetro del eje (m).

T: Torque (Nm).

4.1.11 Metodología para la selección de chumaceras

Para la selección de las chumaceras se considera las exigencias en la carga, velocidad, flexión, torsión, y principalmente por el tamaño del eje y la ubicación en paralelo de la misma. Algunos de los parámetros que se consideró para son las siguientes:

- **Selección del rodamiento**

Para el proceso de selección se utiliza el catálogo de rodamientos SKF, que determina los diferentes parámetros para su correcta selección. Teniendo enfoque que los rodamientos deben soportar cargas axiales y radiales. Dicho proceso se detalla en el (Anexo II.4).

- **Selección de las chumaceras**

Para este caso la selección de las chumaceras se realiza con el uso de un catálogo descrito en el (Anexo II.5), tomando en consideración que la chumacera debe cumplir con ciertos requisitos como: tener rodamientos que soporten tanto cargas axiales y radiales, además ser de fácil adquisición.

4.1.12 Metodología para el diseño de la estructura de soporte para la mesa giratoria

Para realizar el diseño de la estructura mecánica de la mesa giratoria se asume los diferentes componentes que éste va a albergar, de esa manera se elige el tipo de material de acuerdo a las necesidades y los parámetros de requerimiento.

4.1.12.1 Diseño de la estructura de soporte para la mesa giratoria

En la (Figura 4.6), Se logra apreciar el diseño de la estructura con perfiles angulares, realizada en el software de diseño 3D.

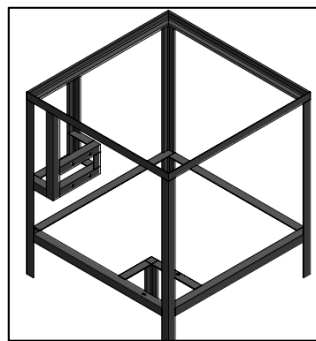


Figura 4.6: Estructura de la mesa giratoria

- **Selección del material de la estructura de soporte para mesa giratoria.**

Para determinar el tipo de material más adecuado para utilizar en la construcción de la estructura de soporte, debe tener las siguientes características como, buena rigidez, una gran durabilidad, ser seguro, ser resistente al agua, humedad, corrosión.

4.1.13 Metodología para la selección del tipo de suelda.

La suelda es un proceso importante para el diseño de la estructura, es por este motivo que se toma, las diferencias entre las propiedades del acero inoxidable, acero galvanizado y los diferentes tipos de soldadura, tales como: soldadura por arco con electrodo, soldadura TIG, soldadura MIG. La (Tabla 4.9) muestra los puntos de evaluación para la selección del tipo de soldadura.

Tabla 4.9: Matriz de selección para la soldadura.

Puntos a evaluar		Factor de ponderación	Prototipo ideal
1	Facilidad de implementación.	1-10	10
2	Facilidad de procedimiento.	1-10	10
3	Operación con el acero.	1-10	10
4	Ahorro costes.	1-10	10

4.1.14 Metodología para el diseño del sistema eléctrico

Para el dimensionamiento del sistema eléctrico se estima que gira alrededor de la tensión, corriente, potencia, de cada equipo. Para ello es necesario considerar la normativa de la NEC para la selección de protecciones, para ello considera que los alimentadores y disyuntores deben tener una capacidad permisible no inferior a 125% en cargas continuas. Se considera la ecuación (4.27), para los cálculos pertinentes.

$$I_p = 1,25 \cdot I_n \quad (4.27)$$

Donde:

I_p : intensidad de protección (A).

I_n : intensidad nominal (A).

4.1.14.1 Diseño del sistema eléctrico

Para el diseño del sistema eléctrico se utilizó el software CADe SIMU, por permitir simular el funcionamiento eléctrico y la forma de conexión de los diferentes componentes eléctricos. El circuito eléctrico se puede apreciar en la (Figura 4.7).

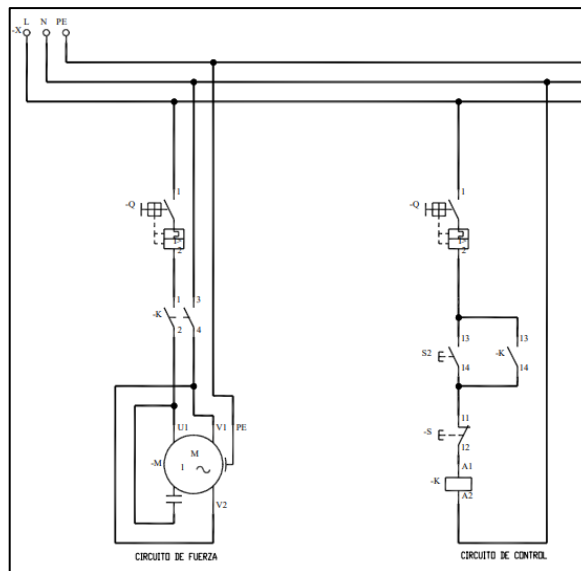



Figura 4.7: Diagrama del sistema eléctrico.

- **Metodología para la selección del motor eléctrico**

Se determina un motor eléctrico monofásico, mismo que ya se disponía, y se acopla a los requerimientos del diseño, las especificaciones del motor eléctrico se detallan en la (Tabla 4.10).

Tabla 4.10: Especificaciones del motor eléctrico

Tipo	Especificaciones
Motor eléctrico monofásico 	-Potencia: 1/3 Hp -Voltaje: 127 V -RPM: 1540 -Corriente: 3,46 A -Frecuencia: 60 Hz -Capacitor: 40 uF

- **Selección del sistema de protección**

Según la normativa NEC, recomienda que las protecciones eléctricas tales como: el breaker o interruptor de circuito se dimensionen al 100% de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

4.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1 Diseño neumático


Para el diseño neumático se consideró los distintos elementos que conforman el sistema de aplicación de pintura efecto cromo, estas se presentan en la (Figura 4.1).

4.2.1.1 Selección de los componentes neumáticos

- **Selección del tipo de pistolas pulverizadoras**

Las pistolas seleccionadas en este caso son las de tipo Gravite Spray Gun modelo F-75, este posee la característica de tener dos entradas una de aire y otra para líquidos, posee una boquilla de 1,3 mm, una salida de caudal, aire y un abanico regulable y su precio es muy accesible, razones por las que son ideales para el trabajo que realiza la máquina en el proceso de cromado. Adicional a todo lo antes menciona estas pistolas cuentan con un sistema de gravedad. La (Tabla 4.11), detalla algunas de las especificaciones principales de la pistola que se seleccionó, En el (Anexo III.1) se detallan otros parámetros de la misma.

Tabla 4.11: Especificaciones de la pistola pulverizadora.


Tipo de pistola pulverizadora	Especificaciones
Gravite Spray Gun modelo F-75G 	-Consumo de aire: 60 L/min -Presión máxima de trabajo: 50 PSI (3,5 bar) -Tamaño de boquilla: 1,3 mm -Tipo de sistema: gravedad.

4.2.1.2 Selección de la pistola de secado

Se seleccionó una pistola de aire con boquilla recta, que soporta una cantidad de presión máxima de 6 bar según su fabricante, dicho valor es suficiente para realizar el trabajo que se requiere. Su principal objetivo es la de secar las piezas antes y después de realizar ciertos procesos en la aplicación de la pintura efecto cromo.

Los parámetros se especifican en el (Anexo III.2)

Tabla 4.12: Especificaciones de la pistola de secado.

Tipo	Especificaciones
Pistola de aire con boquilla recta 	-Tipo de boquilla: recta -Presión de trabajo: 87 PSI (6 bar). -Consumo de aire: 120 L/min -Peso: 0,25 kg.

4.2.1.3 Selección de los recipientes de las sustancias químicas

Para almacenamiento de los compuestos químicos se optó por los tanques presurizados por la característica principal de tener una entrada de aire y una salida de líquidos, lo que lo hace ideal para el trabajo que se requiere, la selección se la realizo mediante el catálogo descrita en el (Anexo III.3), se tomaron algunas de las especificaciones que se pueden apreciar en la (Tabla 4.13).

Otra de las características, es su capacidad de soportar altas presiones, además, de su gran capacidad de almacenamiento.

Tabla 4.13: Especificaciones de los tanques presurizados.


Tipo	Especificaciones
Tanque presurizado 	-Material: Plástico -Presión de trabajo máximo: 2,5 Bar (36 psi). -Capacidad total: 9 L -Capacidad mínima: 0,5 L -Peso: 3,1 kg.

4.2.1.4 Selección de la unidad de mantenimiento

Por el catálogo que se aprecia en el (Anexo III.4) se seleccionó la mejor opción, para obtener un aire seco y libre de impurezas, es una unidad de mantenimiento que consta de una válvula de aislamiento manual, filtro y válvula reguladora de presión, quienes cumplen con los parámetros de diseño establecido. Tiene una precisión de filtrado de 25 u para poder tener un aire comprimido sin impurezas.

A continuación, en la (Tabla 4.14), se especifican las propiedades de la unidad de mantenimiento seleccionada.

Tabla 4.14: Especificaciones de la unidad de mantenimiento.


Tipo	Especificaciones
 <p>Unidad de mantenimiento FRL.</p>	<ul style="list-style-type: none">-Precisión de filtrado: 25 u-Función de drenado: Manual-Flujo nominal: 90 L/min-Máxima presión de trabajo: 145 PSI (10Bar)-Rango ajustable de presión: 21-120 PSI (0.15 – 0.85 MPa) (1.5 – 8.5 Bar)-Material de vaso: Policarbonato.

4.2.1.5 Selección de la llave de paso neumático

Para el sistema neumático se eligió una llave de paso de esfera mediante el catálogo del (Anexo III.5), por la facilidad de su uso para el personal que va a maniobrar la máquina.

En la (Tabla 4.15), se dan a conocer las especificaciones de la llave.

Tabla 4.15: Especificaciones de la llave de paso.

Tipo	Especificaciones
 <p>Llave de paso de esfera.</p>	<ul style="list-style-type: none">-Tipo de rosca: macho -macho.-Disposición: 1/4 ´-Uso: instalaciones de agua fría, caliente y aire comprimido.-Material: Latón.

4.2.1.6 Selección del compresor

En la (Tabla 4.16), se presenta los parámetros que permitieron la selección del compresor. Los cálculos respectivos se detallan en el (Anexo III.6).

Tabla 4.16: Valores calculados para la selección del compresor.

Descripción	Ecuación	Resultado	Unidades
Consumo de aire	(4.1)	160,00	L/min
Potencia requerida para el sistema	(4.2)	1,03	kW
Factor de carga	(4.3)	1,8	
Capacidad necesaria del compresor	(4.4)	144,00	L/min

- **Selección del tipo de compresor**

Realizando los cálculos respectivos se determinó que la potencia del compresor debe ser superior 1,03 kW, y debe solventar el consumo de aire de la pistola doble de 160 L/min. Con el caudal de 0,003 m³/seg y la presión requerida de 344,74 kPa en el sistema, se seleccionó el compresor de pistón, mediante el uso del diagrama de caudal del (Anexo III.7).

El compresor que se seleccionó se detalla en la (Tabla 4.17). Y cumple con los parámetros requeridos presentados en la (Tabla 4.16). Otras especificaciones del compresor se detallan en el (Anexo III.7).

Tabla 4.17: Especificaciones del compresor.

Tipo de compresor	Especificaciones
	-Máxima presión: 8 bar. -Desplazamiento de aire: 220 L/min -Capacidad del tanque: 24 L -Potencia: 2 HP (1,5 kW). -Voltaje: 120 Volt.

4.2.1.7 Selección de la mangueras y acoples

Se seleccionó mangueras de Poliuretano retractiles, con dimensiones de 8 mm que soportan una presión máxima de trabajo de 12 bar, estos valores son establecidos por el fabricante, que se observar en el (Anexo III.8).



Figura 4.8: Manguera de poliuretano retractiles.

De igual forma los acoples neumáticos de plásticos son de 8 mm para la unión con las mangueras retractiles, y para la distribución de aire a los distintos elementos neumáticos.



Figura 4.9: Acoples neumáticos.

4.2.2 Diseño mecánico de la caja metálica

Para el diseño de la caja metálica se tomó en consideración los componentes que va a albergar en su interior y exterior. Dichos componentes son los tanques presurizados que almacenan los distintos químicos, las mangueras, los medidores de presión, válvulas de paso de aire, acoples y pistolas pulverizadoras.

4.2.2.1 Parámetros del diseño de la estructura

Los parámetros que se estableció, para albergar los componentes del sistema neumático se detallan en la (Tabla 4.18).

Tabla 4.18: Parámetros del diseño de la estructura metálica.

Dimensiones	Estructura
-Alto: 900 mm	
-Ancho: 400 mm	
-Profundidad: 400 mm	

- **Selección del tipo de material para la estructura**

Para la realización de la estructura, se seleccionó mediante el catálogo DIPAC del (Anexo III.9) un tubo estructural cuadrado en acabado de acero negro, con dimensiones de 20x20 mm con un espesor de 2 mm. En la (Tabla 4.19), se detallan algunas de las especificaciones del tubo estructural cuadrado según su fabricante.

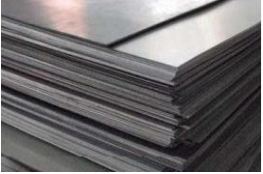
Tabla 4.19: Especificaciones del tubo cuadrado.

Tipo	Especificaciones
Tubo cuadrado 	-Norma: NTE INEN 2415 -Calidad: SAE J 403 1008 -Acabado: Acero negro o galvanizado -Dimensiones: 20x20 mm -Espesor: 2 mm -Peso: 1,15 kg/m

- **Selección del material para las tapas**

Mediante el catálogo de DIPAC, que se detalla en el (Anexo III.10), se seleccionó una lámina de un espesor de 0.70 mm, en acabado negro en calidad comercial tipo A, en la (Tabla 4.20), se detallas más de las características del material seleccionado.

Tabla 4.20: Especificaciones de la lámina de acero negro.

Tipo	Especificaciones
Plancha galvanizada negro 	-Norma: NTE INEN 115 -Acabado: Acero negro -Dimensiones: 1220x2440 mm -Espesor: 0.50 mm -Peso: 11,69 kg

- **Validación del diseño mecánico**

Para la simulación de la estructura se añadió una carga, que genera flexión en el mismo, que se colocó en la parte inferior, lugar en donde van colocados los elementos más pesados (tanques presurizados). La distribución de la carga se puede apreciar en la (Figura 4.10). En el (Anexo III.11), se puede observar a detalle el comportamiento de la estructura de la caja metálica al ser sometido a una carga puntual de 400 N, haciendo referencia al peso aproximado de los tanques llenos con los químicos.

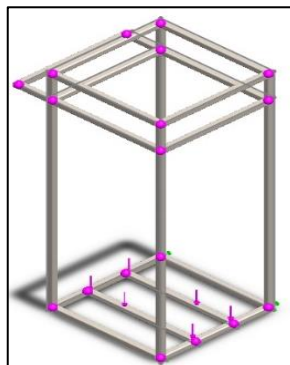


Figura 4.10: Simulación de la estructura.

4.2.2.2 Selección de las ruedas

Para la selección de las ruedas se consideró el valor del peso de la estructura conformada por un tubo cuadrado que se especifica en el (Tabla 4.19), donde el valor del peso es de 1,15 kg/m, en total se utilizó una cantidad de 10 metros de longitud dando un valor de la estructura de 15 kg. También en este apartado se consideró el valor del peso de la lámina de acero de 1220 x 2440 mm con un espesor de 0,70 mm, que tiene un peso de 11,69 kg.

- **Cálculo de los pesos para la selección de las ruedas**

En el (Anexo III.12) se detalla los cálculos correspondientes para la selección de las ruedas, apreciando el peso de la estructura y el peso de la plancha de acero. En la (Tabla 4.21), se muestra los resultados obtenidos.

Tabla 4.21: Peso total de la estructura con la lámina de acero.

Especificación	Ecuación	Resultados	Unidades
Peso total de la estructura	(4.5)	26,69	kg
Peso total del tanque con agua	(4.6)	32,40	kg
Peso propio del aparato a transportar	(4.7)	59,09	kg
Capacidad de carga	(4.8)	103,86	kg

Para determinar la capacidad de carga, se consideró, una carga adicional de 40 kg que puede ser agregado sobre la estructura con un factor de seguridad de 1,5. Y tiene 2 ruedas para fácil movilidad de la caja metálica.

- **Selección del diámetro de la rueda**

Mediante los cálculos realizados se determinó una rueda que soporte una carga máxima de 103,86 kg mediante el uso del catálogo del (Anexo III.13), se estableció una rueda de goma negro de 10 cm, cumpliendo con los parámetros que se requieren, en la (Tabla 4.22), se puede apreciar las especificaciones de la rueda seleccionada.

Tabla 4.22: Especificaciones de la rueda.

Tipo de rueda	Especificaciones
Rueda de goma negra. 	-Material: goma. -Tipo de soporte: metálica. -Diámetro: 80 mm. -Ancho de banda: 25 mm. -Capacidad de carga máxima: 110 kg.

4.2.3 Sistema mecánico de la mesa giratoria

Para el dimensionamiento de la estructura de la mesa giratoria, se compara materiales con características similares que se puede encontrar en el mercado. En base a los cálculos y softwares de simulaciones, permitió evaluar los parámetros de comportamiento de los componentes del sistema mecánico, y las características técnicas requeridas.

4.2.3.1 Mesa giratoria.

La mesa giratoria es la encargada de soportar las piezas, que van a ser sometidas al proceso de aplicación de la pintura efecto cromo, el peso máximo que soporta la mesa se detalla en la (Tabla 4.23).

Tabla 4.23: Especificación de la carga

Peso (kg)	Peso(N)
25	245

- **Análisis de la mesa giratoria**

Para la simulación de la mesa giratoria, se utilizó el software SolidWorks, que permitió observar el comportamiento al aplicar una carga puntual de 25 Kg sobre la mesa. Se estableció para el diseño, una varilla de 10 mm, de acero ASTM A36. Los resultados obtenidos de las simulaciones se detallan en la (Tabla 4.24).

Tabla 4.24: Análisis de la mesa giratoria.

Resultado de estudio por Tensión de Von Mises	
Características	Gráfica
Tensión mínima: 0.000401 N/m ² Tensión máxima: 3.9e+007 N/m ²	
Resultado de estudio por desplazamiento estático.	
Características	Gráfica
Desplazamiento mínimo: 0 mm Desplazamiento máximo: 1.1 mm	

Resultado de estudio por factor de seguridad.	
Características	Gráfica
Factor de seguridad mínimo: 2 Factor de seguridad máximo: 6.23e+011	

4.2.4 Diseño del sistema de transmisión

Para determinar el diseño del sistema de transmisión se consideró los requerimientos necesarios para el respectivo funcionamiento de la máquina, al analizar se implementó un sistema de transmisión de bandas y poleas, este por ser una de las mejores alternativas. Cabe recalcar que para los diferentes cálculos se tomó la velocidad del motor eléctrico de 1540 RPM y los diámetros de las poleas que se detallan en el (Anexo II.3).

Los resultados que se obtuvo de los diferentes parámetros se describen en la (Tabla 4.25), y los cálculos respectivos de velocidad y torque en las poleas se pueden observar en el (Anexo III.14).

Tabla 4.25: Resultados del cálculo del sistema de transmisión

Especificación	Ecuación	Resultados	Unidades
Velocidad en la polea 1	(4.9)	1540,00	RPM
Velocidad en la polea 2-3	(4.9)	192,50	RPM
Velocidad en la polea 4	(4.9)	24,06	RPM
Torque en la polea 1	(4.12)	1,55	N.m
Torque en la polea 2-3	(4.12)	12,40	N.m
Torque en la polea 4	(4.12)	99,20	N.m

4.2.4.1 Selección de bandas

La selección de las bandas se realizó mediante la utilización del libro de cálculo y diseño de bandas y poleas. El procedimiento empleado en el cálculo para la selección de las bandas, se observa en el (Anexo III.15).

- **Longitud de las bandas**

Los resultados que se obtuvieron al realizar los cálculos de los diferentes parámetros se detallan en la (Tabla 4.26).

Tabla 4.26: Características de las bandas

Especificación	Ecuación	Resultado	Unidad
Longitud de la Banda 1	(4.15)	1,64	m
Longitud de la Banda 2	(4.15)	1,42	m

Mediante los cálculos realizados, se seleccionó una banda de una longitud de 1,64 m y la otra de 1,42 m, dichas bandas se seleccionaron mediante el catálogo del (Anexo III.16), por tal motivo las bandas serán de tipo A, de dimensiones A65 y A55 respectivamente.

- **Ángulo de contacto**

Una vez determinado el tipo de banda, se calculó el ángulo de contacto de las bandas. Los resultados obtenidos al realizar las diferentes operaciones se especifican en la (Tabla 4.27).

Tabla 4.27: Valores de los ángulos de contacto de las bandas.

Especificación	Ecuación	Resultado (grados)	Resultado (rad)
Angulo de la Banda 1	(4.14)	131,97	2,30
Angulo de la Banda 2	(4.14)	111,26	1,94

- **Cálculo de las fuerzas en cada banda**

Los resultados de las fuerzas que se obtuvo, al realizar los cálculos correspondientes se analizan en la (Tabla 4.28).

Tabla 4.28: Fuerzas en las distintas bandas.

Especificación	Ecuación	Resultado	Unidad
Fuerzas en la Banda 1	(4.16)	F1= 112,41	N
		F2= 50,41	N
Fuerzas en la Banda 2	(4.16)	F3= 1007,34	N
		F4= 511,34	N

- **Fuerza resultante de las bandas**

Los valores de las fuerzas resultantes al realizar los cálculos correspondientes se detallan en la (Tabla 4.29).

Tabla 4.29: Fuerzas total en cada banda.

Especificación	Ecuación	Resultado	Unidades
Fuerza resultante Banda 1	(4.18)	162,82	N
Fuerza resultante Banda 2	(4.18)	1518,68	N

Como resultado de las fuerzas de las bandas, éstas irán aumentando, debido a que el sistema de transmisión banda polea permitió reducir la velocidad y aumentar el torque.

4.2.5 Diseño del eje de transmisión

Para el cálculo del eje de transmisión se tomó en consideración el procedimiento del libro de Shirley, que especifica los diferentes parámetros a seguir, para determinar el diámetro del eje. En el (Anexo III.17) se detallan el proceso de los distintos cálculos, los resultados se aprecian en la (Tabla 4.30).

Tabla 4.30: Cálculo de los parámetros para el diseño del eje.

Especificación	Ecuación	Resultado	Unidades
Torque de las poleas	(4.19)	12,40	N.m
Momento flector máximo	(4.20)	94,54	N.m
Esfuerzo normal por flexión	(4.22)	$\frac{962,98}{d^3}$	N.m
Esfuerzo cortante por torsión	(4.24)	$\frac{63,15}{d^3}$	N.m
Esfuerzo cortante máximo	(4.25)	$\frac{485,61}{d^3}$	N.m
Diámetro del eje	(4.27)	15,40	mm

Para realizar el dimensionamiento del eje se determinó las fuerzas que actúan sobre la misma, cabe recalcar que se consideró un eje AISI 1045. Las especificaciones del eje se establecen en el (Anexo III.18). Y como resultado se obtuvo un eje de diámetro 15,40 mm.

4.2.6 Selección de las chumaceras

Para la selección de las chumaceras se consideró que deben soportar cargas axiales y radiales que se presentan en el sistema giratorio, y mediante el catálogo SKF (Anexo II.4), se eligió una chumacera que tiene rodamientos rígidos de bolas a una hilera. La suma total de las cargas combinadas en el sistema es de 1,76 kN, y trabajan a una velocidad de 24,7 rpm. Y los rodamientos seleccionados tienen la capacidad de carga básica de 5,85 kN a una velocidad de 2500 rpm, siendo éstos los elementos óptimos para realizar este tipo de trabajo.

4.2.7 Análisis de la estructura de soporte para la mesa giratoria

Para el análisis estructural se utilizó un software de simulación, que permitió observar el comportamiento de la estructura al aplicar una carga de 25 Kg. En la (Tabla 4.31) se puede evidenciar el comportamiento de la estructura al aplicar dicha carga.

Tabla 4.31: Análisis de la estructura de la mesa giratoria.

Resultado de estudio por Desplazamiento	
Características	Gráfica
Desplazamiento mínimo: 0 mm Desplazamiento máximo: 0,681 mm	
Resultado de estudio por deformación unitaria equivalente	
Características	Gráfica
Deformación mínima: 0 Deformación máxima: 0.000339	
Resultado de estudio por factor de seguridad.	
Características	Gráfica
Factor de seguridad mínimo: 1,35 Factor de seguridad máximo: 2.69e+006	

- **Selección del tipo de material para la estructura de soporte de la mesa giratoria**

Se seleccionó mediante el catálogo DIPAC, que se pueden ver en el (Anexo III.19), un ángulo estructural en acabado de acero negro, con dimensiones de 30 x 30 mm con un espesor de 2 mm. En la (Tabla 4.32), se detallan algunas de las especificaciones según su fabricante.

Tabla 4.32: Especificaciones del ángulo estructural.

Tipo	Especificaciones
Tubo cuadrado 	-Calidad: ASTM A36 SAE J 403 1008 -Acabado: Acero negro -Dimensiones: 30x30 mm -Espesor: 3 mm -Peso: 1,36 kg/m

4.2.8 Proceso de aplicación manual y semiautomático

En la (Tabla 4.33), se observa de forma sintetizada los resultados obtenidos del proceso que se realizó de forma manual, dando como resultado que para realizar este proceso se necesitó de un tiempo estimado de 20 minutos por cada pieza, esto va a depender de la forma del objeto dado que se debe hacer énfasis en los lugares con geometría compleja. Por otro lado, se puede observar que los resultados obtenidos al realizarlos de forma manual son de baja calidad, una de las principales causas es que los compuestos químicos no se aplicaron de manera uniforme por toda la superficie y no se respetaron los tiempos de aplicación, lo que causó manchas en el acabo final de la pieza.

Tabla 4.33: Proceso de aplicación de pintura efecto cromo forma manual.




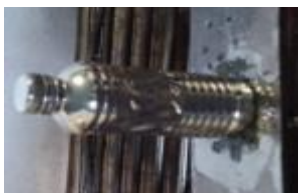
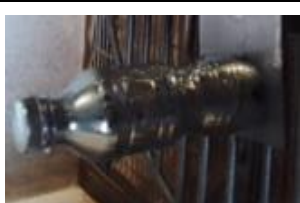
Tipo de método	Nº- pieza	Área de la pieza (m ²)	Velocidad (rpm)	Tiempo empleado	Calidad	Resultado
Manual	1	0.055	Variable	22 min y 11 seg	Baja	
	2	0.045	Variable	19 min y 50 seg	Baja	

Tabla 4.34: Proceso de aplicación de pintura efecto cromo forma semiautomática.

Tipo de método	Nº- pieza	Área de la pieza(m ²)	Velocidad (rpm)	Tiempo empleado	Calidad	Resultado
Semi automático	1	0.055	9	12 min y 53 seg	Media	
	2	0.055	24,7	12 min y 01 seg	Alta	
	3	0.055	43,7	12 min y 27 seg	Baja	

En la (Tabla 4.34), se pone en evidencia los resultados obtenidos al realizar el proceso de aplicación con la máquina, y se empleó un tiempo promedio de 11,21 minutos para cada pieza con las mismas dimensiones, con la diferencia en las velocidades de trabajo, en el primer caso se aplicó una velocidad de 9 rpm dando como resultado una pieza final de media calidad, puesto que la pieza presentó indicio de una tonalidad amarillenta y excesos de químicos en ciertas partes. En el segundo caso se aplicó una velocidad de 24,7 rpm dando como resultado una pieza final de una buena calidad, libre de excesos y con un aspecto deseado. En el último caso se aplicó una velocidad de 43,7 rpm dando como resultado una pieza final de baja calidad, puesto que la pieza presenta una tonalidad de color negro, y fallas evidentes en partes complejas de la pieza dado que la velocidad empleada no permitía dar énfasis en esos lugares.

Tabla 4.35: Tiempo empleado en el proceso manual y semiautomático.

Tipo		Manual		Semiautomático		
		Variable	Variable	9 rpm	24,7 rpm	43,7 rpm
Pieza		1	2	1	2	3
Área		0.055	0.045	0.055	0.055	0.055
Tiempo empleado en minutos						
Preparación de los químicos		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Descripción del proceso	Flameado	4.13	4.05	1.55	1.53	1.56
	Pre-R	1.43	1.11	0.34	0.34	0.38
	R	1.35	1.31	0.38	0.33	0.39
	Agua desionizada	1.28	1.36	0.48	0.42	0.47
	C y G	2.58	2.55	1.08	1.07	1.13
	Agua desionizada	1.36	1.33	0.51	0.47	0.49
	Sellador	1.34	1.31	0.41	0.39	0.37
	Agua desionizada	1.32	1.29	0.43	0.45	0.41
	Aire comprimido	1.33	1.33	0.57	0.53	0.59
	Barnizado	1.45	1.43	0.54	0.49	0.52
Tiempo total empleado		22.57	22.07	11.29	11.02	11.31
Tiempo promedio empleado		22.32		11.21		

En la (Tabla 4.35), se presenta a detalle el tiempo empleado y la descripción del proceso de aplicación de forma manual y semiautomática, además se indica el área de la pieza y las distintas velocidades de trabajo, siendo el tiempo el factor principal para comparar los dos procesos. Dando como resultado, que al aplicar el proceso en una pieza con las mismas características y dimensiones en la forma manual se emplea un tiempo promedio de 22,32 minutos y con la máquina se emplea un tiempo promedio de 11,21 minutos, siendo evidente la disminución del tiempo y el aumento de la producción.

La calidad de la pieza sometido al proceso de cromado químico, se determina por la normativa NTE INEN 0950 (Anexo III.20). El cual establece métodos de ensayo para determinar la adherencia del recubrimiento, resistencia a la corrosión y golpes.

4.3 EVALUACION TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

4.3.1 Evaluación técnico social

El diseño y la construcción de la máquina tiene como finalidad aumentar la producción de objetos con efecto cromo, enfocándose en generar un nuevo estilo de trabajo, de una forma eficaz e innovadora, disminuyendo los riesgos y preservando la salud del operario. Por otro lado, la presente propuesta se pretende que sirva de base para futuras investigaciones.

4.3.2 Evolución técnico ambiental

Con la implementación de la máquina y el avance tecnológico en la actualidad, se busca disminuir el impacto ambiental asociados al proceso de cromado químico; aumentando el porcentaje de piezas cromadas con éxito y reduciendo los desechos causados por la forma convencional.

4.3.3 Evaluación técnico económico

4.3.3.1 Costos indirectos

En la (Tabla 4.36), se detallan los costos indirectos, provenientes del tiempo dedicado en varias horas de trabajo al diseño, ensamblaje, realización de pruebas, calibración del caudal y la presión en las pistolas pulverizadoras y rectificación de errores en el funcionamiento de la máquina. Para determinar el costo de la hora de trabajado empleado en la construcción de la máquina se optó por dividir el salario básico unificado residente en el Ecuador que entró en vigencia el 1 de enero del 2023 que es de \$450 cuatrocientos cincuenta dólares americanos, sobre las horas empleadas en la construcción de la máquina. Cabe recalcar que en el Código de Trabajo menciona que se laboran durante 8 horas al día, dando un total de 40 horas a la semana.

#horas = 8 horas x 18 días = 144 horas totales empleadas en la construcción.

$$\text{Costo} = \frac{\text{Salario básico unificado}}{\text{Horas totales empleadas}} = \frac{450}{144} = \$ 3,13 \text{ la hora}$$

Tabla 4.36: Costos de ingeniería.

Descripción	N ° de horas	Valor unitario	Costo total
Diseño estructural y de la máquina en general en el Software SolidWorks.	55	\$3.13	\$172.15
Construcción de la estructura y colocación de los componentes de la máquina.	60	\$3.13	\$187.80
Prueba de funcionamiento y verificación de errores de la máquina.	29	\$3.13	\$90.77
Total			\$450.72

4.3.3.2 Costos directos

En la (Tabla 4.37), se detalla los costos directos, provenientes de los materiales necesarios para la construcción de la máquina, poniendo en evidencia la cantidad y el precio unitario que tiene en el mercado de cada uno de los materiales y la suma total del costo.

Tabla 4.37: Costos directos.

Detalle	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Materiales estructurales	Tubo cuadrado 30x3	3	\$16.00	\$48.00
	Plancha de acero lisa 0.70 mm	2	\$22.00	\$44.00
	Ruedas de goma de 10cm.	2	\$3.50	\$7.00
	Bisagras de libro de 2 huecos	3	\$0.58	\$1.74
	Remaches de tipo pop	45	\$0.09	\$4.05
	Picaporte tipo perno de acero	1	\$3.48	\$3.48
	Varilla lisa de 10 mm	2	\$5.00	\$10.00
	Ángulos 30x3	3	\$9.00	\$27.00
Materiales mecánicos	Ejes de 3/4"	2	\$3.65	\$7.30
	Bandas en A de 65" y 55"	2	\$7.45	\$14.90
	Polea tipo A de 2"	2	\$2.50	\$5.00
	Polea tipo A de 16"	2	\$25.00	\$50.00
	Chumaceras de pared de 3/4	2	\$6.55	\$13.10
Materiales para el sistema neumático e hidráulico	Acoples rápidos de 8 mm	22	\$2.50	\$55.00
	Uniones tipo T de 8mm	4	\$1.50	\$6.00
	Codos de cobre a 90°	12	\$2.50	\$30.00
	Pistola de aire con boquilla recta	1	\$8.00	\$8.00
	Pistolas pulverizadoras F-75G	5	\$18.00	\$90.00
	Mangueras retractiles de 8 mm (m)	15	\$2.50	\$37.50
	Sistema de filtrado de aire FRL	1	\$19.00	\$19.00
	Manómetro de presión de aire	1	\$15.00	\$15.00
	Tanques presurizados de plástico	4	\$11.00	\$44.00
	Llaves de paso de tipo esfera	2	\$3.50	\$7.00
Materiales eléctricos	Cable 14 AWG (m)	1	\$0.45	\$0.45
	Interruptor de botón 30A	1	\$12.00	\$12.00
	Motor 1/3 HP, 1540rpm, 127 V	1	\$75.00	\$75.00
	Capacitor de 40 uf	1	\$2.00	\$2.00
	Enchufe tipo A	1	\$1.50	\$1.50
Otros materiales	Electrodos E6011 (lb)	3	\$2.50	\$7.50
	Disco de corte y desbaste	2	\$1.50	\$3.00
	Pinturas, thinner y lijas	1	\$30.00	\$30.00
Total				\$678.52

4.3.3.3 Costos Totales

En la (Tabla 4.38), se presenta el valor total de la máquina, es la sumatoria de los resultados obtenidos de los costos directos e indirectos empleados en la construcción de la máquina.

Tabla 4.38: Costos totales.

Detalle	Valor Total
Costos directos	\$678.52
Costos indirectos	\$450.72
Total	\$1,358.02

4.3.4 Cálculo e interpretación del VAN y el TIR

- **Consumo de energía de la máquina**

Tabla 4.39: Datos del consumo de la máquina.

Cantidad	Elementos	Potencia (W)	Potencia (kWh)	Consumo mensual (kWh/mes)	Costo mensual (\$ dólares)
1	Motor 1/3 HP	250	0,25	52,00	4.784
1	Compresor	1500	1,50	312,00	28.704
	Total	1750	1,75	364,00	33.488

La (Tabla 4.39), indica los valores del consumo mensual de la máquina y el costo total a pagar mensualmente. Considerando 8 horas diarias de trabajo por 26 días al mes, dando un equivalente de 208 horas de trabajo. Además, a este valor se le aumenta el mantenimiento que se realiza de forma trimestral a la máquina, también el sueldo del operario, entre otros.

- **Producción mensual de la empresa local**

La (Tabla 4.40), detalla la producción diaria.

Tabla 4.40: Producción diaria.

Nº Pieza	Valor unitario (\$ dólares)	Total (\$ dólares)
5	35,00	175,00

En la empresa local se estima una producción de 10 a 15 piezas por semana, sin embargo, este valor puede variar, porque habrá ocasiones en las que la demanda disminuirá, y por esa razón se estimó una producción de 5 piezas por día a un valor de 35\$ dólares cada pieza aproximadamente, esto varía de acuerdo a la complejidad de la pieza y el material con el que se trabaje.

La (Tabla 4.41) detalla la producción mensual.

Tabla 4.41: Producción mensual.

Nº Pieza	Valor unitario (\$ dólares)	Total (\$ dólares)
45	35,00	1575,00

Una vez determinado la producción aproximada entre el día y toda la semana, se estimó el número de piezas que se realiza en todo el mes, para ello se considera que se laboran 8 horas diarias, trabajando un total de 208 horas al mes, ese valor convertido en días permitió determinar la producción de 45 piezas al mes.

Flujo de caja mensual

Tabla 4.42: Ingresos y egresos mensualmente.

Meses	Ingresos (\$ dólares)	Egresos (\$ dólares)	Flujo de caja (\$ dólares)
1	1575,00	783,00	792,00
2	1580,00	900,00	680,00
3	1800,00	1300,00	500,00
4	2200,00	1160,00	1040,00
5	1900,00	1100,00	800,00
6	2460,00	1840,00	620,00
7	2250,00	1300,00	950,00
8	2360,00	950,00	1410,00
9	2300,00	1434,00	866,00
10	2290,00	1200,00	1090,00
11	2100,00	890,00	1210,00
12	2500,00	1500,00	1000,00
Total	25315,00	14357,00	10958,00

Flujo de caja anual

Tabla 4.43: Ingresos y egresos anualmente.

Años	Ingresos (\$ dólares)	Egresos (\$ dólares)	Flujo de caja (\$ dólares)
0		1358,00	-1358,00
1	25315,00	14357,00	10958,00
2	27540,00	15340,00	12200,00
3	23764,00	13675,00	10089,00
4	26390,00	14560,00	11830,00
Total	103009,00	57932,00	45077,00

En la (Tabla 4.42) y (Tabla 4.43), se observa el flujo de caja proyectado en el lapso de un año y 4 años, esta tabulación de datos ayudó a determinar la rentabilidad de la implementación de la máquina de aplicación de pintura efecto cromo. Los métodos financieros utilizados para el cálculo, son detallados en el siguiente punto.

- **Cálculo del VAN**

$$VAN = -I_0 + \frac{F_{NE1}}{(1+i)^1} + \frac{F_{NE2}}{(1+i)^2} + \frac{F_{NE3}}{(1+i)^3} + \dots + \frac{F_{NE n}}{(1+i)^n}$$

Dónde:

I_0 : Inversión inicial

$F_{NE n}$: Flujo neto de efectivo del año

i : Tasa de descuento

Para el presente cálculo se tomó en consideración la tasa de interés del Banco Central del Ecuador en el año 2023 que es de 9,29%.

$$VAN = -1358 + \frac{10958}{(1 + 0.09)^1} + \frac{12200}{(1 + 0.09)^2} + \frac{10089}{(1 + 0.09)^3} + \frac{11830}{(1 + 0.09)^4}$$
$$VAN = 34895,45 \$$$

• Cálculo del TIR

El TIR hace que el VAN sea igual a cero. El procedimiento para hallar el TIR se puede ver en el (Anexo III.21).

Entonces:

$$0 = -1358 + \frac{10958}{(1 + i)^1} + \frac{12200}{(1 + i)^2} + \frac{10089}{(1 + i)^3} + \frac{11830}{(1 + i)^4}$$

$$i = 81,51 \%$$

Al realizar los métodos financieros, se determinó que el VAN es de 34895,45\$, y al ser mayor a cero indica que el proyecto es rentable en los cuatro años. Además, la tasa de retorno TIR=81.51% resultó ser mayor a la tasa de interés $i=9,29\%$ del Banco Central del Ecuador, confirmando de esa manera la fiabilidad del proyecto.

5. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

5.1 CONCLUSIONES

- Mediante el análisis experimental se determinó que, para obtener una pieza final con una tonalidad referente a la del cromo y de tipo espejo, se empleó una velocidad óptima de trabajo de 24,7 rpm, y por medio del software de simulación SolidWorks se determinó un factor de seguridad de 2 en el eje principal que conecta al plato giratorio con el motor, y es el lugar en donde existe el mayor punto de torque y fuerza.
- Con la implementación de la máquina, se logró disminuir a la mitad el tiempo total empleado en el proceso de aplicación de la pintura efecto cromo de forma manual, tomando como referencia una pieza de 0.055 m² de área, con la reducción del tiempo empleado es evidente el incremento de la producción y la rentabilidad para la empresa local.
- Para aplicar el proceso en un área de 0,055 m², se requirió una presión de aire de 2 bares y un caudal en la boquilla de las pistolas de 0,06 L/seg, para dar mayor enfoque a las partes de

la pieza con geometría compleja se reguló el abanico, y para evitar acumulación de químicos en la pieza se alejó la pistola a una distancia de 15 a 20 cm.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para realizar el proceso de aplicación de pintura efecto cromo, utilizar las medidas de seguridad y equipos de protección adecuadas, para evitar accidentes indeseados en el área de trabajo.
- Realizar una revisión rápida del sistema giratorio y neumática de la máquina de aplicación de pintura efecto cromo para evitar desgastes imprevistos de los diferentes componentes tanto móviles como fijos.
- Se recomienda no poner objetos que exceda la carga máxima de diseño de la mesa giratoria, porque este provocaría deformaciones de los componentes del sistema giratorio, y la máquina no funcionara adecuadamente.
- Observar que las presiones y los caudales del sistema neumático estén correctamente calibrados, para impedir que existan fugas de aire indeseadas en el sistema.
- Tensionar correctamente las bandas del sistema de transmisión, para evitar deslizamiento y desgastes al estar en contacto con las poleas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. F. F. Palacios, Diseño e implementación de un banco de pruebas para cromado de piezas plásticas, Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2017.
- [2] F. D. C. Garcés, «Sistema de aplicación de la pintura tipo cromo.,» Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2017.
- [3] I. Q. F. Bernal, «Pintura Efecto Cromo,» Splendors Industrias, 14 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://pintura-cromada.com/>. [Último acceso: 18 Mayo 2023].
- [4] S. Color, «Máquina de cromado,» Stardust Colors SAS, 17 Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://www.pearls-and-flakes.com/sistemas-de-cromado/463-maquina-a-cromo.html>. [Último acceso: 24 Mayo 2023].
- [5] H. D. Pérez, «El cromado de piezas,» Universidad Nacional de Córdova, Argentina, 2019.
- [6] G. A. A. Chiriboga, «Estudio del proceso de cromado en plásticos para embellecimiento en autopartes.,» Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, 2019.

- [7] D. F. Conde, «Recubrimientos de cromo a partir de baños en cromo trivalente con posibles aplicaciones industriales,» Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico Electroquímica, México, 2020.
- [8] S. Tapia, «Instrucción para la pintura efecto cromo,» Centro de especialidades, Quito, 2016.
- [9] R. Duprat, Propiedades y control de calidad de pinturas en efecto cromo., Buenos Aires: Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas, 2014.
- [10] B. Estanislao, «Preparación de superficies para pintar.,» MetalCym, España, 2018.
- [11] M. C. Castro, «Proceso de aplicación de pintura en superficies tratadas.,» Stands Color Chrome, Cuenca, 2017.
- [12] J. I. Valverde, «Normativas para el cromado en superficies.,» Felton Spray, Barcelona, 2017.
- [13] E. Padilla, «Métodos convencionales en recubrimientos.,» Universidad de San Vicente, Honduras, 2018.
- [14] J. Ecenarro, «Epis, recomendados para la manipulación de productos químicos.,» QBESa, 19 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.bernardoecenarro.com/es/besalab/epis-recomendados-pintura/>. [Último acceso: 16 Mayo 2023].
- [15] R. Acosta, Fundamentos de la neumática, España: McGraw-Hill, 2018.
- [16] J. S. Delnero, «Descripción del sistema de aire comprimido,» Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, 2019.
- [17] R. R. Prades, «Sistemas de filtrado de aire y sus componentes,» TroxTechnik, España, 2019.
- [18] A. G. Martín, «Herramientas para transportar líquidos,» Universidad de Sonora, Hermosillo, 2016.
- [19] M. A. Gacela, «Sistema de poleas y correas,» Transmisiones y Equipos, 15 Noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.ajtransmisiones.com/blog/sistema-de-poleas-y-correas>. [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [20] E. J. G. Delgado, «Diseño y construcción de una base giratoria,» Universidad Católica Santo Toribio, Chiclayo, 2021.
- [21] J. E. C. González, «Motores eléctricos, uso, manejo y protección,» Universidad Nacional de Loja, Loja, 2015.
- [22] A. F. Ortiz, Sistemas de protección para motores sincrónicos y asíncrónicos, España: McGrawWill, 2018.

ANEXOS

Anexos I. Informe del anti plagio



Anexo I.1

Informe del anti plagio del proyecto de titulación.

1/1

Facultad:	Ciencias de la ingeniería y aplicadas
Carrera:	Ingeniería electromecánica
Nombre del docente evaluador que emite en informe:	Ing. MSc. Luis Navarrete
Documento evaluado:	Propuesta tecnológica presentada previo a la obtención del título de ingeniero en electromecánica.
Autores del documento:	Calapiña Toapanta Wilmer Stalin Chicaiza Tobar Antony Stalyn
Programa de similitud utilizado:	Compilation
Porcentaje de similitud según el programa utilizado:	3%
Observaciones: Calificación de originalidad atendidos a los siguientes criterios:	
<ul style="list-style-type: none"> • El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. • El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones. • El documento no cumple criterios de originalidad. 	-X- --- ---

Fecha de realización del informe

14/08/2023 15:33:00 PM

Captura de pantalla del documento analizado



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
iText

Tesis_Calapiña_Chicaiza_2023

3%
Similitud

• % Texto entre comillas
• % Similitud entre comillas
• % Idioma no reconocido

Nombre del documento: Tesis_Calapiña_Chicaiza_2023.docx
ID del documento: 967a705d918f6b4d9631c0967ee7296499028023
Tamaño del documento original: 3.45 MB

Depositar: LUIS MIGUEL NAVARRETE LOPEZ
Fecha de depósito: 14/8/2023
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 14/8/2023

Número de palabras: 17 152
Número de caracteres: 107 342

Ubicación de las similitudes en el documento



Ing. MSc. Luis Navarrete

C.C. 180374728-4

Anexos II. Metodología

Tabla II. 1: Parámetros de presión de los tanques y caudal de las pistolas atomizadoras.

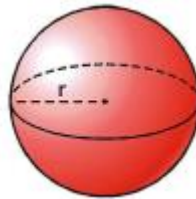
Área del objeto a pintar (m ²)	Presión de tanques (PSI)	Caudal de boquillas de la pistola doble (L/seg)	Caudal de boquillas de las pistolas simples (L/seg)
0,1 a 0,4	5 a 8	30 a 40	50 a 65
0,4 a 0,9	8 a 13	40 a 60	65 a 85
0,9 a 1,4	13 a 18	60 a 80	85 a 100
1,5 o más	19 a 20	80 a 90	100 a 115

Cabe recalcar que es importante que el área a tomar en cuenta es el objeto individual que se va a proceder a pintar, ya no sería el área total del objeto, en casos que se va a pintar más de un objeto.

Se toma en consideración también que, para determinar el área de un objeto es necesario aplicar las fórmulas correspondientes a cada objeto geométrico. Algunos de estos se detallan a continuación.

Objetos esféricos

$$A = 4\pi r^2$$



Objetos cilíndricos

$$A = 2\pi r h + 2\pi r^2$$





Para definir la matriz de decisión se hace uso de tablas, el cual permite una valoración numérica y parámetros de un objeto, para definir una opción aplicable para el proyecto.

En la primera fila se determina las opciones o parámetros que se desea analizar, en las cuales pueden ser (el objeto, el material, el equipo, etc.). Y en la primera columna se determina los indicadores de las condiciones del objeto, para su valoración.

Tal como se aprecia en la (Tabla II. 2)

Tabla II. 2:Matriz de selección.

	Opción A	Opción B	Opción C
Indicador 1			
Indicador 2			
TOTAL			

Para la valoración numérica se establece un rango de 0 a 20, la cual condicionan el objeto en el proyecto, como se observa en la (Tabla II. 3) se detalla la clasificación del rango.

Tabla II. 3:Valoración numérica.

Clasificación	Condición	Valoración
Muy baja	No se aplica en el proyecto	0
Baja	Posee grandes falencias, se considera en casos especiales en el proyecto	5
Media	Posea pocas falencias, pero es aplicable en el proyecto	10
Alta	Aplica al proyecto	20

Los diámetros de la polea se establecieron de acuerdo a las poleas que se disponían siendo estas de dos poleas de un diámetro de 2 pulgadas y dos poleas con un diámetro de 16 pulgadas, en la (Tabla II. 4) se especifican los valores necesarios para los cálculos correspondientes

Tabla II. 4: Diámetros de las poleas que se disponía.

Polea	Pulgadas(in)	Diámetro(m)	Radio(m)
1	2	0,05	0,025
2	16	0,40	0,20
3	2	0,05	0,025
4	16	0,40	0,20

En la (Figura II. 1) se puede observar las poleas que se disponían para el diseño del sistema de transmisión.



Figura II. 1: Poleas.

Mediante el uso del catálogo SKF se seleccionó un rodamiento rígido de una hilera de bolas, por motivo de que el rodamiento está expuesto a cargas dinámicas y axiales tal como se puede observar en la (Figura II.2).

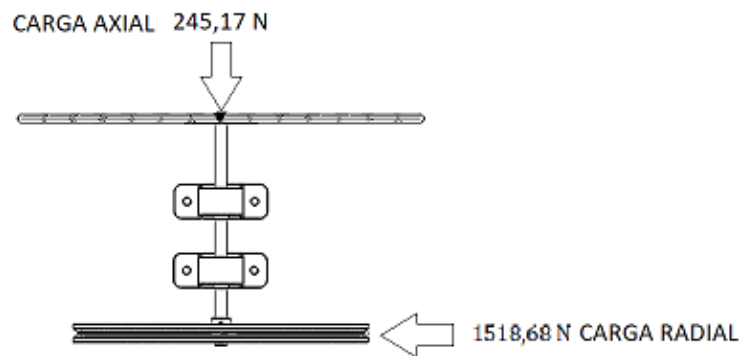


Figura II. 2: Distribución de fuerzas.

Los datos necesarios para los cálculos y selección del rodamiento son:

- Temperatura: 40°C
- Diámetro: 5/8", en mm es de 15,88
- RPM: 24,7
- Fuerza: la suma total de la carga dinámica y carga axial es de 1,76 kN.
- Contaminación típica.

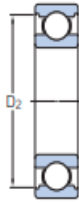
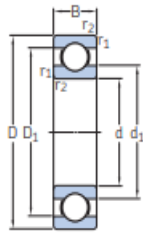
Los parámetros a considerar son los siguientes:

- **Tipo de Rodamiento**

Este se determinó mediante la (Figura II. 3)

- Designación: 6002-2Z
- Diámetro interior: 15 mm
- Diámetro exterior: 32 mm
- Rodamiento rígido de una hilera de bolas (soporta cargas axiales y radiales)
- Capacidad de carga básica dinámica según catálogo: 5,85 kN.

1.1 Rodamientos rígidos de una hilera de bolas
d 15 – 17 mm



2Z

2RSL

2RZ



2RS1

2RS1

2RSH

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designaciones	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite ¹⁾		Rodamiento abierto o tapado en ambos lados	tapado en un lado ¹⁾
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	-	
15	32	9	5,85	2,85	0,12	50 000	26 000	0,032	▶ 6002-2Z	6002-Z
cont.	32	13	5,59	2,85	0,12	-	14 000	0,039	▶ 63002-2RS1	-
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	28 000	0,045	▶ 6202	-
	35	11	8,06	3,75	0,16	-	13 000	0,046	▶ 6202-2RSH	6202-RSH
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	22 000	0,046	▶ 6202-2RSL	6202-RSL
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	22 000	0,048	▶ 6202-2Z	6202-Z
	35	14	7,8	3,75	0,16	-	13 000	0,054	▶ 62202-2RS1	-
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,082	▶ 6302	-
	42	13	11,9	5,4	0,228	-	12 000	0,085	▶ 6302-2RSH	6302-RSH
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	19 000	0,085	▶ 6302-2RSL	6302-RSL
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	19 000	0,086	▶ 6302-2Z	6302-Z
	42	17	11,4	5,4	0,228	-	12 000	0,11	▶ 62302-2RS1	-
	52	7	4,49	3,75	0,16	-	7 500	0,034	▶ 61808-2RS1	-
17	26	5	2,03	1,27	0,054	-	16 000	0,0082	▶ 61803-2RS1	-
	26	5	2,03	1,27	0,054	56 000	28 000	0,0082	▶ 61803-2RZ	-
	26	5	2,03	1,27	0,054	56 000	28 000	0,0082	▶ 61803-2Z	-

Figura II. 3: Selección del diámetro del rodamiento.

• **Lubricación**

Se tomo en consideración los diámetros tanto interior como exterior del rodamiento que se seleccionó anteriormente.

$$d_m = 0,5(d + D)$$

$$d_m = 0,5(15 + 32)$$

$$d_m = 23,5 \text{ mm}$$

Mediante la (Figura II. 4), se determina una viscosidad aproximada de 700 mm²/s el, cual al tener dicha viscosidad se determinó una lubricación ISO VG 680, mediante la (Figura II. 5)

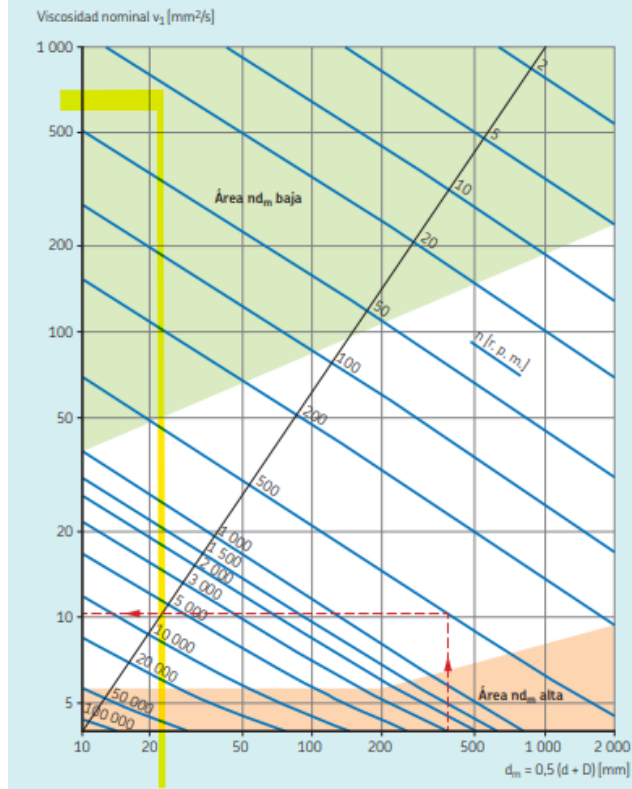


Figura II. 4: Selección del valor de viscosidad nominal.

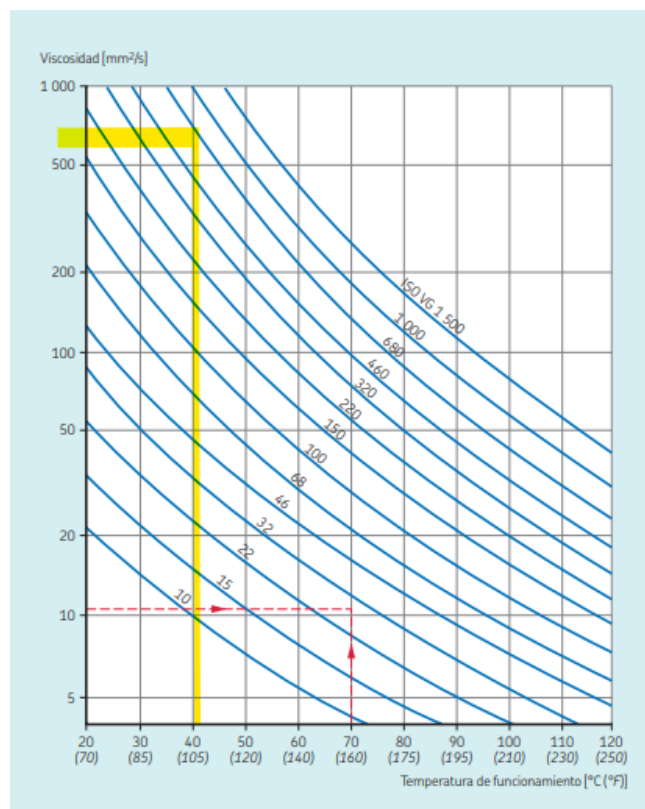


Figura II. 5: Selección de del tipo de lubricación.

- **Vida nominal básica**

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

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60(24,7)} \right) \left(\frac{5,85}{1,76} \right)^3$$

$$L_{10h} = 24778,86 \text{ h}$$

Aproximadamente se establece una vida nominal básica del rodamiento de 10 años.

- **Condiciones de lubricación**

Selección del tamaño en función de la vida nominal

Tabla 5			
Clasificación de la viscosidad según la norma ISO 3448			
Grado de viscosidad	Viscosidad cinemática límite a 40 °C (105 °F)		
	media	min.	máx.
-	mm ² /s		
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1 000	1 000	900	1 100
ISO VG 1 500	1 500	1 350	1 650

Figura II. 6: Selección del valor de viscosidad según la norma ISO VG 680.

Al observar la (Figura II. 6) se determinó el valor de viscosidad real, este valor ayuda al cálculo de la tasa de viscosidad

$$K = \frac{V}{V_1}$$

$$K = \frac{680}{700}$$

$$K = 0,97$$

- **Factor de contaminación**

Haciendo uso de la (Figura II. 7), se estable el factor de contaminación.

$$n_c = 0,2$$

Tabla 6

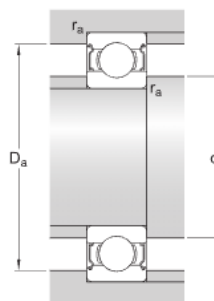
Valores orientativos para el factor η_c para distintos niveles de contaminación

Condiciones	Factor η_c^{-1} para rodamientos con diámetro	
	$d_m < 100$	$d_m \geq 100$ mm
Limpieza extrema • Tamaño de las partículas del orden del espesor de la película de lubricante • Condiciones de laboratorio	1	1
Gran limpieza • Aceite lubricante con filtración muy fina • Condiciones típicas: rodamientos sellados lubricados con grasa de por vida	0,8 ... 0,6	0,9 ... 0,8
Limpieza normal • Aceite lubricante con filtración fina • Condiciones típicas: rodamientos con placas de protección lubricados con grasa de por vida	0,6 ... 0,5	0,8 ... 0,6
Contaminación ligera • Condiciones típicas: rodamientos sin sello integral, filtrado grueso, partículas de desgaste y leve ingreso de contaminantes	0,5 ... 0,3	0,6 ... 0,4
Contaminación típica • Condiciones típicas: rodamientos sin sello integral, filtrado grueso, partículas de desgaste e ingreso de partículas desde el exterior	0,3 ... 0,1	0,4 ... 0,2
Contaminación severa • Condiciones típicas: altos niveles de contaminación debido a desgaste excesivo o sellos ineficaces • Disposición de los rodamientos con sellos ineficaces o dañados	0,1 ... 0	0,1 ... 0
Contaminación muy severa • Condiciones típicas: niveles de contaminación tan severas que los valores de η_c están fuera de escala, lo que reduce significativamente la vida útil del rodamiento	0	0

Figura II. 7: Selección del factor de contaminación

- Carga mínima

Se determinó la carga mínima del rodamiento según la (Figura II. 8), de 0,025. Dicho valor es menor a la fuerza que se aplica, esto quiere decir que no habrá fallas por derrape del rodamiento.



Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	5.85 kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	2.85 kN
Carga límite de fatiga	P_u	0.12 kN
Velocidad de referencia		50 000 r/min
Velocidad límite		26 000 r/min
Factor de carga mínima	k_f	0.025
Factor de cálculo	f_0	14

Figura II. 8: Selección del factor de carga mínima del rodamiento.

Anexo II.5

Para la selección de las chumaceras se determinó un tipo de rodamiento de inserción, que se basan en rodamientos rígidos de bolas sellados, como se indica en la (Figura II. 9), con un soporte P2B y un diámetro de 5/8 de pulgada. Las cuales son los más indoles para acoplar al eje.



P2B 010-FM



Unidad de rodamientos con soporte de pie de material compuesto o de fundición de metal

Las unidades de rodamientos con soporte de pie están formadas por un rodamiento de inserción montado en un soporte de material compuesto o de fundición de metal que puede atornillarse a una superficie de apoyo. Además de formar parte de una unidad, algunos soportes de pie para rodamientos de inserción están disponibles como componentes separados. La gama de SKF incluye unidades que cumplen con varias normas industriales y satisfacen muchos requisitos.

- Listo para montar
- Rodamientos lubricados y sellados
- Fijación rápida en el eje
- Gran variedad de formas de soporte, materiales de soporte y métodos de fijación
- Opciones de fijación concéntrica para altas velocidades y bajas vibraciones

Overview

Dimensiones

Diámetro del eje	15.875 mm
Altura del centro (soporte de pie)	30.16 mm
Ancho total del soporte	32.2 mm
Distancia del centro entre los orificios para tornillos	92.08 mm
Ancho del rodamiento, total	28.6 mm

Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	9.56 kN
Capacidad de carga estática básica	4.75 kN
Velocidad límite	9 500 r/min
Note	Velocidad límite con tolerancia de eje h5

Propiedades

Tipo de soporte	Soporte de pie
Cantidad de agujeros para tornillos de fijación	2
Tipo de orificio para tornillos de fijación	Plano
Elemento de retención, aro interior	Anillo excéntrico
Tipo de agujero	Cilíndrico

Figura II. 9: Selección de la chumacera.

Anexos III. Análisis de resultados



MUZI
PISTOLA de PINTAR BOQUILLA 1.3 mm F
75 G

CÓDIGO: MI-MUZ-051187

CARACTERÍSTICAS:

Pistola de pintar. 1/4"

Boquilla 1.3 mm
Capacidad copón: 400ml.
Uso: Profesional.

Ficha Técnica

MODELO	F75G
BOQUILLA	1,3 mm
PRESION DE AIRE	50 psi
CONSUMO AIRE	200 l/min
CAPACIDAD COPON	400 mml
ENTRADA	1/4"
DIMENSIONES	200mm x 70mm x 180mm

Figura III. 1: Selección de la pistola pulverizadora.

Pistolas de soplado 27102

La eficacia al servicio de la precisión

La pistola 27102 proporciona un soplado preciso y una buena progresividad.

La suavidad de posicionamiento de la empuñadura permite pasar fácilmente de un soplado ligero a un chorro de aire más potente.



Industria,
Automóvil,
Industria maderera...

- Soplado
- Eliminación del polvo
- Limpieza
- Secado de herramientas
- Secado de puestos de trabajo, etc.

Especificaciones técnicas

- Fluido: aire comprimido
- Presión recomendada: 8 bar
- Presión de utilización máx.: 10 bar
- Temperaturas de uso: -15°C a +70°C
- Rosca hembra BSPP G 1/4
- Peso: 135 g (para 27102 MTL)
- Materiales conformes a las directivas RoHS y REACH*



DISEÑO

- Material compuesto de alta tecnología, robusto, antirrayaduras, aislante y antideslizante
- Conexión de entrada de aire provista de un rosca de latón para una seguridad perfecta durante el montaje
- Diseño estanco a la entrada de elementos

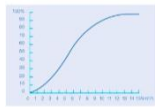
COMODIDAD DE USO Y MANEJABILIDAD

- Gran suavidad de la empuñadura para un ajuste preciso del caudal y un soplado progresivo
- Ergonómica, la pistola de soplado se adapta perfectamente a la morfología de la mano.

Las boquillas de soplado 27102

Las características técnicas corresponden a un uso de las pistolas de soplado a 6 bar

CAUDAL A 6 BAR EN FUNCIÓN DE LA APERTURA DEL GATILLO (27102 PRE)



PISTOLA DE SOPLADO 27102 con boquilla metálica 27102 MTL

- Material: acero galvanizado
- Nivelsonora: 92 dBA
- Fuerza de soplado: 300 g
- Presión dinámica a 10 mm: 1,25 bar
- Longitud con codo: MTL y MTLDPS = 110 mm
- Características: boquilla metálica, larga y progresiva



PISTOLA DE SOPLADO 27102 con boquilla composite OSHA 27102 OSH

- Material: compuesto polimérico
- Consumo de aire: 13 l/min/h
- Nivelsonora: 90 dBA
- Fuerza de soplado: 270 g
- Presión dinámica a 10 mm: 1,2 bar
- Longitud con codo: 98 mm
- Características: gran caudal, presión de salida limitada a 2 bar
- Antirrayaduras: evita el deterioro del material cercano



PISTOLA DE SOPLADO 27102 con boquilla flexible 27102 PRE

- Material: compuesto polimérico
- Consumo de aire: 15 l/min/h
- Nivelsonora: 94 dBA
- Fuerza de soplado: 310 g
- Presión dinámica a 10 mm: 2 bar
- Longitud con codo: 98 mm
- Características: soplado directo y concentrado
- Antirrayaduras: evita el deterioro del material cercano



27102 PREBP3

- Pistola de soplado con freno de caudal
- A 6 bar de entrada, el chorro de aire es equivalente al de una pistola de impacto estándar con una entrada a 2 bar.

PISTOLA DE SOPLADO 27102 con pantalla de aire protectora 27102 ECR

- Material: compuesto polimérico
- Consumo de aire: 27 l/min/h
- Nivelsonora: 92 dBA
- Fuerza de soplado: 220 g
- Presión dinámica a 10 mm: 2,5 bar



Figura III. 2: Selección de la pistola de secado.

Aspersoras de Compresión Portátil Pacto

- Descarga del producto en la parte inferior del tanque.
- Tanque extremadamente resistente con inhibidor de rayos UV.
- Boquilla ajustable de plástico.
- Tubo rociador de latón de 40 cm.
- Sistema de compresión.
- Cinta poliéster para su transporte durante la jornada de trabajo.
- Pistola para uso profesional (Sin filtro).

320030, 322010



320030

Pacto 8

Capacidad total: 9.0 L.

✓ Capacidad de uso: 6.0 L.

✓ Presión de trabajo: 1.5 a 2.5 bar - 22 a 36 psi.

✓ Peso aproximado: 2.4 kg.

322010

Pacto 12

✓ Capacidad total: 13.5 L.

✓ Capacidad de uso: 9.0 L.

✓ Presión de trabajo: 1.5 a 2.5 bar - 22 a 36 psi.

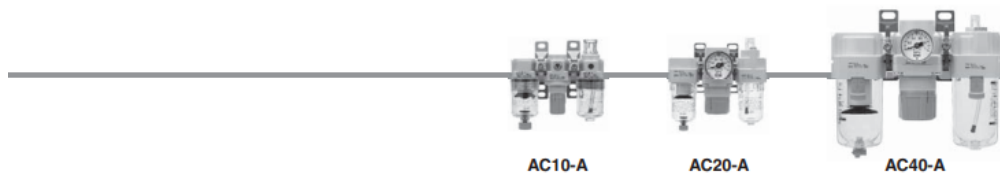
✓ Peso aproximado: 3.1 kg



País de origen: M

Figura III. 3: Selección de los tanques presurizados.

Combinaciones FRL estándar **Serie AC10-A a AC40-A**



	Símbolo	Descripción	① Tamaño del cuerpo					
			10	20	25	30	40	
6 Semi-estándar	i Conexión de purga de filtro de aire <small>Nota 13</small>	—	Con grifo de purga	●	●	●	●	●
		J <small>Nota 14</small>	Guía de purga 1/8	—	●	—	—	—
		W <small>Nota 15</small>	Guía de purga 1/4	—	—	●	●	●
		+	Grifo de purga con conexión con boquilla (para tubo de nylon ø6 x ø4)	—	—	●	●	●
	j Conexión de escape del lubricante del lubricador <small>Nota 16</small>	—	Sin grifo de purga	●	●	●	●	●
		3	Lubricador con grifo de purga	●	●	●	●	●
	k Mecanismo de escape	—	Modelo de alivio	●	●	●	●	●
		N	Modelo sin alivio	●	●	●	●	●
	l Dirección del caudal	—	Dirección del caudal: de izquierda a derecha	●	●	●	●	●
		R	Dirección del caudal: de derecha a izquierda	●	●	●	●	●
m Unidades de presión	—	Placa de identificación y manómetro: MPa	●	●	●	●	●	
	Z <small>Nota 17</small>	Placa de identificación, placa de precaución para el vaso y manómetro: psi, °F	○ <small>Nota 18</small>	○ <small>Nota 18</small>	○ <small>Nota 18</small>	○ <small>Nota 18</small>	○ <small>Nota 18</small>	

Nota 1) La guía de purga es NPT1/8 (aplicable a la serie AC20-A) y NPT1/4 (aplicable a las series AC25-A a AC40-A). La conexión para la purga automática viene con una conexión instantánea ø3/8" (aplicable a las series AC25-A a AC40-A).

Nota 2) La guía de purga es G1/8 (aplicable a la serie AC20-A) y G1/4 (aplicable a las series AC25-A a AC40-A).

Nota 3) Las opciones G y M no están montadas y se envían sueltas.

Nota 4) Cuando no se aplica presión, el mecanismo de purga automática no se activa y el condensado permanece en el vaso. No obstante, se recomienda eliminar el condensado residual antes de finalizar la jornada laboral.

Nota 5) Si el compresor es pequeño (0.75 kW, caudal de descarga inferior a 100 L/min (ANR)), al iniciarse el funcionamiento se puede producir una fuga

de aire por el grifo de purga. Se recomienda el uso del modelo N.C.

Nota 6) Cuando se instale el manómetro, se instalará un manómetro de 1.0 MPa para el modelo estándar (0.7 MPa), manómetro de 0.4 MPa para el modelo de 0.2 MPa (manómetro de 1.0 MPa solo para el modelo AC10-A).

Nota 7) No disponible con tamaño de conexión 06.

Nota 8) La posición de fijación varía en función del espaciador en T o del montaje del preestato.

Nota 9) La presión se puede ajustar a un valor superior a la presión especificada en algunos casos, aunque debe usarse dentro del rango de especificación.

Nota 10) Consulte los datos de prod. químicos en la página 38 para ver la resistencia del vaso a prod. químicos.

Nota 11) Se suministra una protección del vaso como equipo estándar (polycarbonato).

Nota 12) Se suministra una protección del vaso como equipo estándar (nylon).

Nota 13) Purga automática tipo flotador: No es posible la combinación de C y D.

Nota 14) Sin función de válvula.

Nota 15) La combinación de vaso metálico 2 y 8 no está disponible.

Nota 16) Al seleccionarlo con W (conexión de purga del filtro), el grifo de purga de un lubricador tendrá conexiones con boquilla.

Nota 17) Para los tipos de rosca de conexión M5 y NPT. En la unidad de presión de muestran los valores en MPa y PSI simultáneamente. No se puede utilizar con M: Manómetro redondo (con zonas en colores). Disponible bajo pedido como ejecución especial.

Nota 18) C: Para rosca de conexión M5 y NPT.

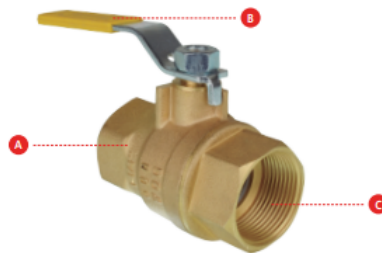
Características técnicas estándar

Modelo	AC10-A	AC20-A	AC25-A	AC30-A	AC40-A	AC40-06-A
Filtro de aire [AF]	AF10-A	AF20-A	AF30-A	AF30-A	AF40-A	AF40-06-A
Regulador [AR]	AR10-A	AR20-A	AR25-A	AR30-A	AR40-A	AR40-06-A
Lubricador [AL]	AL10-A	AL20-A	AL30-A	AL30-A	AL40-A	AL40-06-A
Tamaño de conexión	M5 x 0.8	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4
Tamaño de conexión de manómetro [AR]	1/16			1/8		
Fluido	Aire					
Temperatura ambiente y de fluido	-5 a 60°C (sin congelación)					
Presión de prueba	1.5 MPa					
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa					
Rango de presión de regulación [AR]	0.05 a 0.7 MPa					
Grado de filtración nominal [AF]	5 µm					
Lubricante recomendado [AL]	Aceite de turbina de clase 1 (ISO VG32)					
Material del vaso [AF/AL]	Polycarbonato					
Protección del vaso [AF/AL]	—	Semi-estándar (Acero)	Estándar (Polycarbonato)			
Diseño [AR]	Modelo de alivio					
Peso [kg]	0.27	0.40	0.68	0.83	1.53	1.66

Figura III. 4: Selección de la unidad de mantenimiento.



ESFERA ROSCABLE MANERAL TIPO PALANCA



COMPONENTES:

- A Cuerpo
- B Rosca
- C Palanca

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:

La válvula está integrada por 9 componentes, que son fabricados en Latón, PTF, NBR, acero y PVC. Todos los componentes de las válvulas de esfera, están fabricados y/o recubiertos con materiales resistentes a la acción corrosiva del medio ambiente, adicionalmente los materiales flexibles y rígidos de sello; garantizan un funcionamiento seguro, hermético y resistente a la acción del desgaste por conducción.

El mando de acero con recubrimiento y forro de PVC garantiza firmeza rápida y segura operación. La calidad de los materiales asegura una larga vida funcional de la válvula sin que ésta se pegue, se atore o se rompa al operarla.

VENTAJAS:

- Flujo completo sin turbulencias causadas por reducción de paso.
- Cierre rápido, giro 90° (a diferencia de varias vueltas requeridas en una válvula accionada con volante).
- Indicación de posición visual (paralelo a la dirección del flujo en posición abierta).
- Ocupa un mínimo espacio (su altura es menor que las válvulas de volante).
- Alta durabilidad por su sellado de latón – PTF (comparada contra las válvulas de volante éstas tienen empaques suaves y de poca duración).
- No permite incrustaciones ni óxidos (evitando así la corrosión).
- Para su accionamiento en líneas de proceso automatizadas, las válvulas de esfera pueden ser accionadas (abiertas o cerradas) con actuadores automáticos hidráulicos, neumáticos y/o eléctricos.

DESCRIPCIÓN:

Las válvulas de esfera roscables con maneral tipo palanca están diseñadas para la conducción de líquidos W (agua), O aceite y G gases (gas L.P./aire), el diseño de la válvula se caracteriza por permitir el paso completo del fluido, sin causar turbulencias del mismo. Por lo que se puede dañar si se utiliza para sólidos.

Su cierre de giro de 90° con giro de ¼" en la palanca, permite cerrar el paso al fluido de manera rápida.

Las válvulas son recomendadas para instalaciones hidráulicas, neumáticas y de gas L.P. tanto domésticas como industriales (en este último caso, se recomienda su uso, solamente bajo previo análisis de las condiciones de la operación), que requieren de una excelente resistencia al desgaste por la conducción (el paso) de agua, gas L.P. o aire.

- Son de fácil instalación
- Compatibles con las principales medidas nominales de tubería
- No requieren mantenimiento
- Cumple con la norma **NMX-X-031-SCFI-2010**.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Marca	Código	Modelo	Diam. Nom	Temperatura máx. de trabajo	Temperatura mín. de trabajo	Presión máx. de trabajo	Presión de trabajo fase vapor
IUSA	311830	VER 13M	1/2" x 1/2"	120 °C	-20 °C	4.11 MPa (600 psi)	1.37 MPa (200 psi)
IUSA	311831	VER 19M	3/4" x 3/4"				
IUSA	311826	VER 25M	1" x 1"				
IUSA	311827	VER 32M	1 1/4" x 1 1/4"				
IUSA	311828	VER 38M	1 1/2" x 1 1/2"				
IUSA	311829	VER 51M	2" x 2"				

Figura III. 5: Selección de la llave de paso neumática



Selección del compresor

- Consumo del aire

Para el cálculo del consumo máximo requerido, se considera la pistola de doble, que consta de dos pistolas simples que trabajar a un caudal de 80 L/min cada una, porque es la que más consumen, dando como resultado:

$$Q_T = N_E \cdot Q_C$$

$$Q_T = 2(80)$$

$$Q_T = 160 \text{ L/min} \cong 9,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Potencia requerida para el trabajo

Para el cálculo de la potencia requerida, se determina la presión de trabajo de la pistola doble que es de 344,74 kPa, y el caudal total de 0,003 m³/seg.

$$P_R = p_T \cdot Q_T$$

$$P_R = 344,74 * 0,003$$

$$P_R = 1,03 \text{ kW} \cong 1,38 \text{ HP}$$

Y en cuanto a las pérdidas que se podrían dar en el sistema neumático son despreciables debido a que el compresor está en el mismo lugar de trabajo al igual que las pistolas pulverizadoras.

- Factor de carga

Mediante el uso de la (Tabla III. 1), se establece un factor de carga de 90 % de acuerdo al número de elementos neumáticos. El resultado obtenido del factor de carga es 1,8.

$$F_C = N_E \cdot C_C$$

$$F_C = 2(0,90)$$

$$F_C = 1,8$$

Tabla III. 1: Coeficiente de carga según el número de elementos neumáticos

Nº de elementos neumáticos	Coeficiente de carga (%)	Nº de elementos neumáticos	Coeficiente de carga (%)
1	100	10	71
2	90 a 100	15	63
3	90	25	55
4	85	50	51
5	82	70	47

- Capacidad necesaria para seleccionar el tipo de compresor

$$C_{\text{Compresor}} = F_C \cdot Q_C$$

$$C_{\text{Compresor}} = 1,8(80)$$

$$C_{\text{Compresor}} = 144 \text{ L/min}$$

$$C_{\text{Compresor}} = 8,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

Selección del tipo de compresor

Mediante el diagrama de caudal de los compresores de la (Figura III. 6) se determinó un compresor de pistón tomando en consideración los valores del caudal total de $9,60 \text{ m}^3/\text{h}$ y la presión de trabajo de 3,50 bares. Mediante el análisis se escogió el compresor que se observa en la (Figura III. 7), que cumple con las condiciones mínimas para la aplicación de pintura efecto cromo.

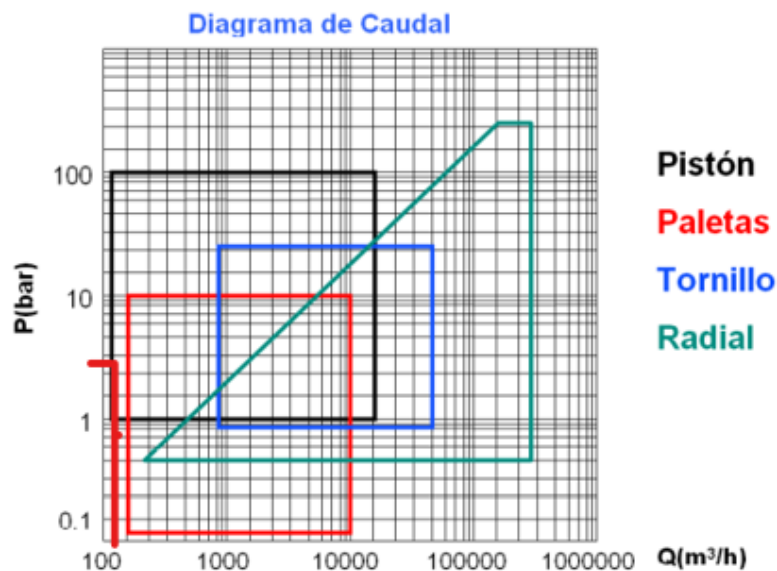


Figura III. 6: Selección del tipo de compresor.

Compresor portátil directo 24L



- Construido con un **tanque de hierro fundido y camisas de aluminio.**
- **Tanque de 24 litros.**
- **De fácil transporte** debido a su peso, llantas posteriores y mango metálico.

DATOS TÉCNICOS	
Motor	2 HP
Velocidad	3,450 RPM
Caudal de aire	220 L/min
Capacidad de tanque	24 litros
Dimensiones	25 x 60 x 58 cm
Presión	115 PSI
Peso	22.6 Kg
Modelo	AC220M/1524

Figura III. 7: Características del compresor.

ESPIRAL MINISPIR-PUR (MATERIAL: POLIURETANO BASE ETHER 90SH-A)



CARACTERÍSTICAS:

- . El tubo de poliuretano resulta ser el material ideal para la producción de tubos en espiral, debido a su flexibilidad semejante a la goma, con un 1/3 menos de peso y una duración 5 veces mayor.
- . Tiene una baja resistencia a la fuerza de extensión, con lo que se reduce el esfuerzo del operario.
- . Fácil de manejar.
- . Compacto y de diámetro externo reducido.
- . Excelente resistencia a los agentes químicos, oxidantes, hidrólisis y ozono.
- . Antiabrasión, ligereza y flexibilidad.
- . Temperatura de trabajo: de -40°C a +82°C.
- . Presión de trabajo: 10 bar.
- . Se suministra montado con racores en los extremos, un macho fijo y otro giratorio.

APLICACIONES:

- . Cubre gran parte de las aplicaciones del sector de la neumática. Y también otras utilidades como laboratorios, instrumentación, etc.
- . Especialmente indicado para la utilización en herramientas manuales neumáticas, donde se busca, cada vez más, la ergonomía.

COLORES:

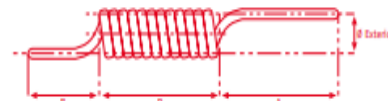
- . Colores disponibles: amarillo y azul.

TOLERANCIA:

- . Doble control láser de dimensiones.



MAZZER MINISPIR-PUR
Dureza: 90 SH-A.



SOLICITE INFORMACIÓN DE NUESTRO MODELO
ESPIRAL PUR CALIDAD ALIMENTARIA Y FARMACÉUTICA

ID.	OD.	Presión trabajo	Temperatura	Long.	Terminación
8	12	12 bar	-40° a +90°	3, 6 o 8 m.	Sin racor



Sin conexión. Para adaptar a racores instantáneos Inox.

LÜDECKE

CERTIFICACIÓN
FDA EU 10/2011
EU 2015/174

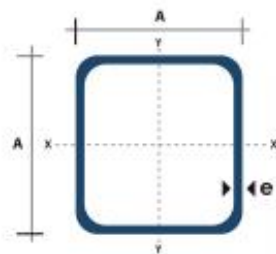
PARA PEDIR REFERENCIA			Ø tubo		Longitud		Dimensiones en mm				Conexión
Ref.	-	Color**	Ø int.	Ø ext.	Útil m	Tubo m	A	B	C	D	Extremo
S1PP 2418	-	***	2,5	4	1	1,5	200	200	21	120	1/8
S1PP 4688	-		4	6	0,85	1,5	200	200	30	90	1/8
S1PP 46158	-		4	6	1,45	2,3	200	200	30	210	1/8
S1PP 4654	-		4	6	4	5,4	200	200	30	300	1/4
S1PP 5824	-		5	8	2	3	500	100	42	300	1/4
S1PP 5828	-		5	8	2	3	500	100	42	300	3/8

Figura III. 8: Selección del diámetro de la manguera espiral.

TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales:

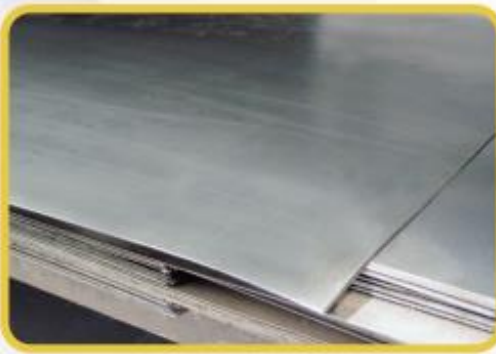
Norma:	NTE INEN 2415
Calidad:	SAE J 403 1008
Acabado:	Acero negro o Galvanizado
Largo Normal:	6,00m y medidas especiales
Dimensiones:	Desde 20mm a 100mm
Espesores:	Desde 1,20mm a 5,00mm



Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.50	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84

Figura III. 9: Selección del diámetro del tubo estructural cuadrado.

PLANCHAS LAMINADAS AL FRÍO



Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 115
Calidad:	JIS 3141 SPCC SD
Espesores:	0,45mm a 1,90mm
Rollos:	X 1219mm
Planchas:	4 x 8 pies y medidas especiales
Acabado:	Acero negro

Calidad	Designación	Carbón	Manganeso	Fósforo	Azufre	Aluminio
Calidad Comercial	CS TIPO A	0,10	0,6	0,03	0,035	
	CS TIPO B	0,02 a 0,15	0,6	0,03	0,035	
	CS TIPO C	0,08	0,6	0,10	0,035	
Embutido leve	FS TIPO A	0,10	0,5	0,02	0,035	
	FS TIPO B	0,02 to 0,10	0,5	0,02	0,030	
Embutido profundo	DDS	0,06	0,5	0,02	0,025	0,01
	EDDS	0,02	0,4	0,02	0,020	0,01
Estructural SS Grd	30 (230)	0,20		0,040	0,040	
	37 (255)	0,20		0,10	0,040	
	40(275)	0,25		0,10	0,040	
	50(340)	0,40		0,20	0,040	
	50(340)	0,50		0,040	0,040	
	80 (550)	0,20		0,040	0,040	

Figura III. 10: Selección del espesor de la plancha metálica.

Análisis de la estructura

Los distintos análisis que se generó al realizar la simulación se detallan en la (Tabla III. 2).

Tabla III. 2: Análisis de la estructura de soporte para los tanques

Resultado de estudio por Tensión axial y de flexión en el límite superior	
Características	Gráfica
Tensión mínima: 0.000e+000N/m ² Tensión máxima: 7.542e+007N/m ² Limite elástico: 6.204e+008N/m ²	
Resultado de estudio por desplazamiento estático.	
Características	Gráfica
Desplazamiento mínimo: 0.000e+000mm Desplazamiento máximo: 5.318e-001mm	
Resultado de estudio por factor de seguridad.	
Características	Gráfica
Factor de seguridad mínimo: 8.227e+000 Factor de seguridad máximo: 1.000e+016 Distribución de factor de seguridad mínimo: 2.2	



Datos:

- Peso de la estructura: 15 Kg
- Peso del tool 11,69 Kg
- Peso de los 4 tanques: 12,4 Kg
- Peso del agua: 5 kg
- Carga externa: 40 kg (peso de una persona promedio)
- Factor de seguridad de 1,5

- **Peso total de la estructura con el tol**

$$W_{\text{Total est}} = W_{\text{Estructura}} + W_{\text{tool}}$$

$$W_{\text{Total est}} = 15 + 11,69$$

$$W_{\text{Total est}} = 26,69 \text{ kg}$$

- **Peso total del tanque con agua**

$$W_{\text{Total tanq}} = N^{\circ} \text{ de tanques} (W_{\text{tanques}} + W_{\text{agua}})$$

$$W_{\text{Total tanq}} = 4(3,1 + 5)$$

$$W_{\text{Total tanq}} = 32,4 \text{ kg}$$

- **Peso propio del aparato a transportar**

$$W_{\text{Propio}} = W_{\text{Total est}} + W_{\text{Total tanq}}$$

$$W_{\text{Propio}} = 26,69 + 32,4$$

$$W_{\text{Propio}} = 59,09 \text{ kg}$$

- **Capacidad de la carga.**

Para determinar el valor de M se suma el peso externo de 40 Kg y el peso propio del aparato a transportar. Es decir que el valor de M sería de 99,09 kg

$$C_C = \frac{W_{\text{Propio}} + (M * S)}{N_R}$$

$$C_C = \frac{59,09 + (99,09 \cdot 1,5)}{2} = 103,86 \text{ kg}$$

Rueda TPG  **Goma negra natural**  -20° a +60°
Más información en página 237

110-280 kg



Cajinete Eje			Código	Kg	Código	Kg	Código	Kg	Código	Kg
80	35	—	2-0001	110	2-0007	110	2-1606	110	2-0059	110
80	35	■	2-1254	110	2-1256	110	2-1607	110	2-1226	110
100	35	—	2-0002	130	2-0008	130	2-1608	130	2-0060	130
100	35	■	2-1255	130	2-1257	130	2-1609	130	2-1251	130
125	44	—	2-0003	200	2-0009	200	2-1610	200	2-0061	200
125	44	■	2-0533	200	2-0537	200	2-1611	200	2-0785	200
150	50	—	2-0004	280	2-0010	280	2-1631	280	2-0062	280
150	50	■	2-0535	280	2-0539	280	2-1632	280	2-0786	280

Figura III. 11: Selección del diámetro de las ruedas.



Torque y velocidad de las poleas

Datos			
Polea	Pulgadas(in)	Diámetro(m)	Radio(m)
1	2	0,05	0,025
2	16	0,40	0,20
3	2	0,05	0,025
4	16	0,40	0,20

Motor:

1/3 HP 1540 rpm

I=3.46 A V=127 V

- Relación de transmisión

$$i = \frac{D1}{D2} \cdot \frac{D3}{D4}$$

$$i = \frac{0,05}{0,40} \cdot \frac{0,05}{0,40}$$

$$i = 0,015$$

- Velocidad del eje de salida

$$n4 = n1 \cdot i$$

$$n4 = 1540 \text{ rpm} \cdot 0.015$$

$$n4 = 23,1 \text{ rpm}$$

- Torque motor (Polea 1)

$$T1 = \frac{HP \cdot 5252}{rpm}$$

$$T1 = \frac{1}{3} \cdot 5252$$

$$T1 = 1,14 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$T1 = 1,55 \text{ Nm}$$

- Torque 2 (Polea 2-3)

$$T2 = T1 \cdot i1$$

$$T2 = 1,55 \text{ Nm} \cdot 8$$

$$T2 = 12,40 \text{ Nm}$$

$$i1 = \frac{D2}{D1} = \frac{0,40}{0,05} = 8$$

- Torque 3 (Polea 4)

$$T3 = T2 \cdot i1$$

$$T3 = 48,08 \text{ Nm} \cdot 8$$

$$T3 = 99,20 \text{ Nm}$$

- Velocidad 1 (Polea 1)

$$V1 = 1540 \text{ rpm}$$

- Velocidad 2 (Polea 2-3)

$$V2 = \frac{V1 * r1}{r2}$$

$$V2 = \frac{1540 \text{ rpm} * 0,025 \text{ m}}{0,20 \text{ m}}$$

$$V2 = 192,5 \text{ rpm}$$

- Velocidad 3 (Polea 4)

$$V3 = \frac{V2 * r2}{r3}$$

$$V3 = \frac{192,5 \text{ rpm} * 0,025 \text{ m}}{0,20 \text{ m}}$$

$$V3 = 24,06 \text{ rpm}$$



Selección de bandas

- **Ángulo de contacto de la banda 1**

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(\frac{D-d}{2c}\right) \quad c = \text{longitud entre centros}$$

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(\frac{0,40 - 0,050}{2(0,43)}\right) \quad c = 0,43 \text{ m}$$

$$\theta = 131,97^\circ$$

$$\theta = 2,30 \text{ rad}$$

- **Ángulo de contacto de la banda 2**

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(\frac{D-d}{2c}\right) \quad c = \text{longitud entre centros}$$

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(\frac{0,40 - 0,050}{2(0,31)}\right) \quad c = 0,31 \text{ m}$$

$$\theta = 111,26^\circ$$

$$\theta = 1,94 \text{ rad}$$

- **Longitud de la banda 1**

$$L1 = 2c + \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4c}$$

$$L1 = 2(0,43) + \frac{\pi}{2}(0,40 + 0,050) + \frac{(0,40 - 0,050)^2}{4(0,43)}$$

$$L1 = 1,64 \text{ m}$$

- **Longitud de la banda 2**

$$L1 = 2c + \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4c}$$

$$L1 = 2(0,31) + \frac{\pi}{2}(0,40 + 0,050) + \frac{(0,40 - 0,050)^2}{4(0,31)}$$

$$L1 = 1,42 \text{ m}$$

Cálculo de fuerzas de las poleas

- Fuerza en la polea 1

Datos:

Torque= 1,55 Nm

r1= 0,025 m

$\theta = 2,30$ rad

Tensiones

$$(F1 - F2) = \frac{Tp1}{r1}$$

$$\frac{F1}{F2} = e^{f\theta} \quad f = \text{dato de tabla}$$

$$(F1 - F2) = \frac{1,55 \text{ Nm}}{0,025 \text{ m}}$$

$$\frac{F1}{F2} = e^{0,35 \cdot 2,30}$$

$$(F1 - F2) = 62 \text{ N}$$

$$\frac{F1}{F2} = 2,23$$

$$2,23F2 - F2 = 62 \text{ N}$$

$$F1 = 2,23 F2$$

$$1,23F2 = 62 \text{ N}$$

$$F1 = 2,23 (50,41 \text{ N})$$

$$F2 = 50,41 \text{ N}$$

$$F1 = 112,41 \text{ N}$$

$$FT = F1 + F2$$

$$FT = (112,41 + 50,41) = 162,82 \text{ N}$$

- Fuerza en la polea 2-3

Datos:

Torque= 12,40 Nm

R3= 0,025 m

$\theta = 1,94$ rad

Tensiones

$$(F3 - F4) = \frac{Tp2}{r3}$$

$$\frac{F3}{F4} = e^{f\theta} \quad f = \text{dato de tabla}$$

$$(F3 - F4) = \frac{12,40 \text{ Nm}}{0,025 \text{ m}}$$

$$\frac{F3}{F4} = e^{0,35 \cdot 1,94}$$

$$(F3 - F4) = 496 \text{ N}$$

$$\frac{F3}{F4} = 1,97$$

$$1,97 F3 - F4 = 496 \text{ N}$$

$$F3 = 1,97 F2$$

$$0,97 F4 = 496 \text{ N}$$

$$F3 = 1,97 (511,34 \text{ N})$$

$$F4 = 511,34 \text{ N}$$

$$F3 = 1007,34 \text{ N}$$

$$FT = F3 + F4$$

$$FT = (511,34 + 1007,34) \text{ N}$$

$$FT = 1518,68 \text{ N}$$

GRAFICO Nº 1 PARA LA ELECCION DE LA SECCION DE LA CORREA

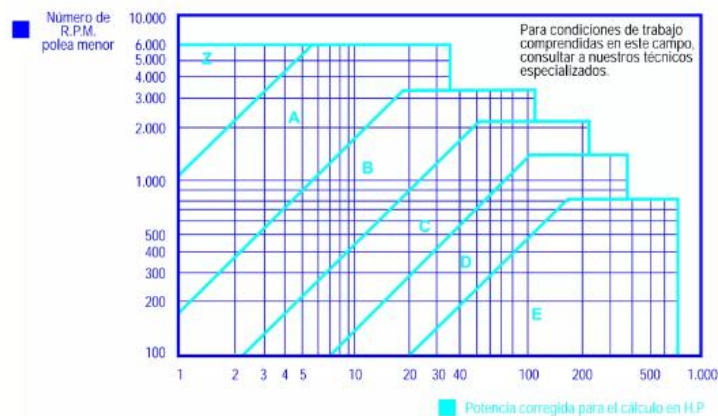


Figura III. 12: Selección del tipo de banda.

TEXROPE® S 84															
Z - 10 x 6				A - 13 x 8				A - 13 x 8				B - 17 x 11			
Ref.	Código RMA	Li mm	Lu mm	Ref.	Código RMA	Li mm	Lu mm	Ref.	Código RMA	Li mm	Lu mm	Ref.	Código RMA	Li mm	Lu mm
1000425	Z15 1/2	400	422	1300441	A16	425	455	1301620	A62 1/2	1600	1620	1700695	B26	650	690
1000435	Z16	415	435	1300483	A18	457	490	1301625	A63	1615	1645	1700745	B28	710	745
1000442	Z17	425	450	1300505	A19	475	505	1301651	A64	1625	1655	1700772	B29	745	785
1000455	Z17 1/4	438	460	1300555	A20	525	555	1301670	A65	1650	1680	1700790	B30	750	790
1000487	Z18	480	500	1300570	A21	540	570	1301710	A66	1676	1706	1700825	B31	790	835
1000505	Z18 3/4	490	505	1300595	A22	565	595	1301730	A67	1700	1730	1700860	B32	825	860
1000515	Z19	500	515	1300620	A23	590	620	1301750	A67 1/2	1725	1755	1700870	B32 1/4	830	870
1000520	Z19 1/2	505	520	1300630	A23 1/2	600	630	1301756	A68	1750	1775	1700875	B32 1/2	835	875
1000528	Z20	515	540	1300635	A24	610	640	1301785	A69	1760	1790	1700900	B34	850	900
1000540	Z20 1/2	525	550	1300663	A25	630	663	1301800	A70	1775	1810	1700919	B35	889	930
1000578	Z22	560	590	1300675	A25 1/2	650	680	1301828	A71	1800	1835	1700925	B35 3/4	895	940
1001625	Z63	1600	1625	1301318	A50 1/2	1290	1318	1303175	A124	3150	3180	1701670	B64	1625	1670
1001650	Z64	1626	1650	1301321	A51	1300	1330	1303283	A128	3250	3290	1701686	B65	1650	1690
1001675	Z65	1651	1680	1301335	A51 1/2	1315	1345	1303335	A130	3305	3335	1701710	B65 1/2	1676	1720
1001700	Z66	1675	1700	1301355	A52	1320	1355	1303380	A132	3350	3380	1701720	B66	1697	1735
1001725	Z67	1700	1725	1301360	A52 1/2	1335	1365	1303436	A134	3404	3436	1701740	B66 1/2	1700	1740
1001750	Z68	1725	1750	1301385	A53	1350	1385	1303485	A136	3454	3485	1701745	B67	1707	1745
1001775	Z69	1750	1775	1301400	A54	1375	1400	1303507	A137	3477	3515	1701755	B67 1/4	1715	1755
1001800	Z70	1775	1800	1301410	A54 1/2	1400	1430	1303580	A140	3550	3580	1701763	B68	1725	1770
1001825	Z71	1800	1825	1301421	A55	1410	1440	1303660	A143	3630	3660	1701774	B69	1750	1795
1001850	Z72	1829	1850	1301447	A56	1422	1455	1303690	A144	3660	3690	1701800	B69 1/2	1761	1805
1001875	Z73	1850	1875	1301473	A57	1450	1485	1303713	A145	3685	3713	1701813	B70	1775	1820
1001925	Z75	1900	1925	1301500	A58	1475	1505	1303780	A148	3750	3780	1701838	B71	1800	1850
1001950	Z76	1930	1950	1301515	A59	1500	1525	1303835	A150	3800	3835	1701864	B72	1829	1875
1002000	Z78	1975	2000	1301545	A60	1525	1560	1304038	A158	4000	4045	1701885	B73	1850	1895
1002025	Z79	2000	2025	1301580	A61	1550	1580					1701916	B74	1880	1925
				1301610	A62	1575	1610					1701938	B75	1900	1945

Figura III. 13: Selección de las longitudes de la banda tipo A.

Diseño del eje

Datos

$$\phi_B = 0,40 \text{ m} ; r_B = 0,20 \text{ m}$$

$$\phi_C = 0,05 \text{ m} ; r_C = 0,025 \text{ m}$$

Fuerzas:

$$F_1 = 112,41 \text{ N}$$

$$F_2 = 50,41 \text{ N}$$

$$F_3 = 1007,34 \text{ N}$$

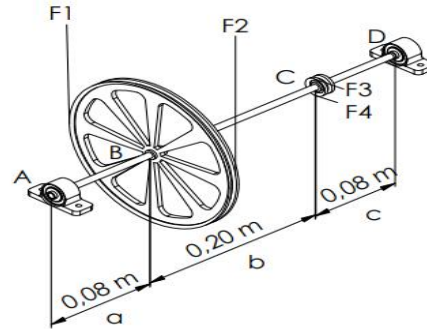
$$F_4 = 511,24 \text{ N}$$

Longitudes:

$$a = 0,08 \text{ m}$$

$$b = 0,20 \text{ m}$$

$$c = 0,08 \text{ m}$$



- Eje AISI 1040
- Resistencia a la fluencia: 530 MPa
- Resistencia a la tensión: 630 MPa
- Factor de seguridad: 2

- Cálculo del torque de las poleas

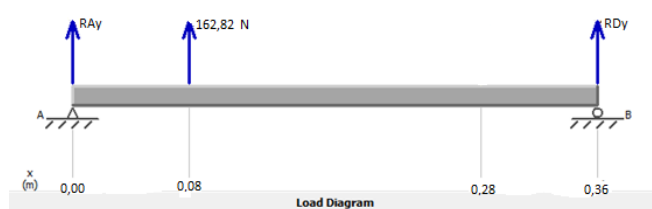
$$T = F_1(r_B) - F_2(r_B)$$

$$T_B = 112,41 \text{ N}(0,20 \text{ m}) - 50,41 \text{ N}(0,20 \text{ m})$$

$$T_B = 12,40 \text{ Nm}$$

Entonces: $T_B = T_C$

- Cálculo de las reacciones plano xy.



$$\sum MA = 0$$

$$162,82 \text{ N}(0,08 \text{ m}) + RDy (0,36 \text{ m}) = 0$$

$$13,03 \text{ Nm} + RDy (0,36 \text{ m}) = 0$$

$$RDy (0,36 m) = -13.03 Nm$$

$$RDy = -36,19 N$$

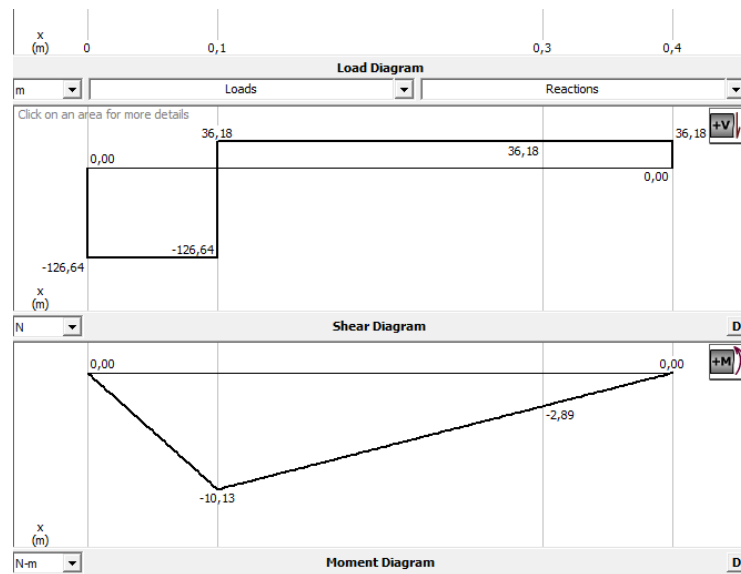
$$\sum Fy = 0$$

$$RAy + 162,82 N + (-36,19N) = 0$$

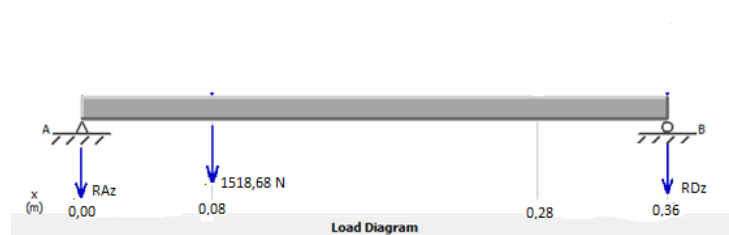
$$RAy = -126,63 N$$

Diagrama Cortante y Momento Plano xy

Para definir el diagrama del cortante y momento del eje se utiliza el método de áreas.



- Cálculo de las reacciones plano xz



$$\sum MA = 0$$

$$1518,68 N(0,28 m) + RDz (0,36 m) = 0$$

$$RDz = 1181,19 N$$

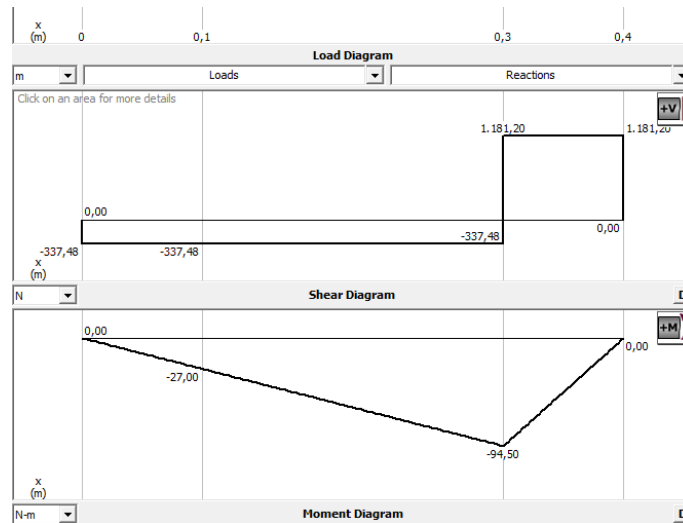
$$\sum Fz = 0$$

$$-RAz + 1518,68 N - 1181,19 N = 0$$

$$RAz = 337,49 N$$

Diagrama Cortante y Momento Plano xz

Para definir el diagrama del cortante y momento del eje se utiliza el método de áreas.



- Momento resultante

$$MB = \sqrt{(-10,13 \text{ Nm})^2 + (-27 \text{ Nm})^2}$$

$$MB = 28,84 \text{ Nm}$$

$$MC = \sqrt{(-2,89 \text{ Nm})^2 + (-94,50 \text{ Nm})^2}$$

$$MC = 94,54 \text{ Nm}$$

Se define que el momento máximo en el Punto C:

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{M \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{2}\right)^4} = \frac{\frac{M d}{2}}{\frac{\pi d^4}{16}} = \frac{64 M d}{2 \pi d^4} = \frac{32 M}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{32 (94,54 \text{ Nm})}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{962,98 \text{ Nm}}{d^3}$$

- Cálculo del esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{T \cdot C}{J} = \frac{T \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{2} \left(\frac{d}{2}\right)^4} = \frac{\frac{T d}{2}}{\frac{\pi d^4}{16}} = \frac{32 T d}{2 \pi d^4} = \frac{16 T}{\pi d^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16 (12,40 \text{ Nm})}{\pi d^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{63,15 \text{ Nm}}{d^3}$$

- Cálculo del esfuerzo cortante máximo

$$N = \frac{\frac{Sy}{2}}{\tau_{max}}$$

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{962,98 \text{ Nm}}{2d^3}\right)^2 + \left(\frac{63,15 \text{ Nm}}{d^3}\right)^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{485,61 \text{ Nm}}{d^3}$$

Reemplazando:

$$N = \frac{\frac{Sy}{2}}{\tau_{max}}$$

$$2 = \frac{\frac{390 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{2}}{\frac{485,61 \text{ Nm}}{d^3}}$$

$$2 = \frac{485,61 \text{ Nm} (2)}{530 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \cdot d^3}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{485,61 \text{ Nm} (4)}{530 \times 10^6 \text{ N/m}^2}}$$

$$d = 0,0154 \text{ m}$$

El diámetro en metros es de 0,0154 m y en milímetros es de 15,4 mm, se asume el eje de 5/8 de pulgada que se encuentra en el mercado.



Tabla A-20

Resistencias determinísticas mínimas a la tensión y a la fluencia ASTM de algunos aceros laminados en caliente (HR) y estirados en frío (CD). [Las resistencias listadas son valores ASTM mínimos estimados en el intervalo de tamaños de 18 a 32 mm ($\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{4}$ pulg). Estas resistencias resultan adecuadas para usarse con el factor de diseño definido en la sección 1-10, a condición que los materiales se ajusten a los requisitos ASTM A6 o A568 o que se requieran en las especificaciones de compra. Recuerde que un sistema de numeración no es una especificación.] Fuente: 1986 SAE Handbook, p. 2.15.

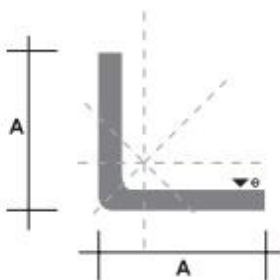
1	2	3	4	5	6	7	8
UNS núm.	SAE y/o AISI núm.	Proce- samiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

Figura III. 14: Selección del eje AISI 1045.

PERFILES ESTRUCTURALES ÁNGULOS IMPORTADOS

Especificaciones Generales:

Calidad:	ASTM A36 SAE J 1403 1008
Largo Normal:	6.00m
Espesores:	Desde 2mm a 12 mm
Acabado:	Acero Negro



Denominación	Dimensiones		Peso		Area
	mm		kg/m	kg/8m	cm ²
	A	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	56.95	11.84
AL 100X6	100	6	9.14	56.95	11.84
AL 100X8	100	8	12.06	74.05	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.21	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.54	22.56

Figura III. 15: Selección de las dimensiones del ángulo estructural.



CUU: 669.586-620.198		INEN	MI 05.01 311
Norma Técnica Ecuatoriana	RECUBRIMIENTOS METALICOS. DETERMINACION DE LA ADHERENCIA. METODOS DE ENSAYO.		NTE INEN 950 1984-04

- Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro - Quito- Ecuador - Profilitada la reproducción

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3966

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la adherencia que presentan los recubrimientos metálicos aplicados sobre base también metálica.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a todo tipo de recubrimiento, depositado por cualquiera de los métodos usuales (inmersión en caliente, electrolíticamente, por metalizado, mecánicamente, etc.).

3. TERMINOLOGIA

3.1 La terminología aplicable a esta norma se establece en la Norma INEN 610.

4. METODO DE ENSAYO

4.1 Método del limado.

4.1.1 El ensayo consiste en preparar un corte en la probeta, perpendicularmente a la superficie recubierta; colocar la probeta así cortada en una mordaza o entenalla y limar la parte expuesta. La acción del limado debe ejecutarse de tal modo que la dirección de ataque de la lima sea del metal base al recubrimiento, intentando desprender a éste por descascaramiento. El ángulo aproximado es de 45°. Al finalizar el limado, comprobar si existen desprendimientos del recubrimiento o si se han producido escamaciones.

4.2 Método por bruñido manual.

4.2.1 El método consiste en frotar un área no mayor de 700 mm² de la superficie recubierta, seleccionada a discreción del inspector, en forma rápida y firme con un implemento metálico blando (cobre), por ejemplo, durante 15 segundos. Un implemento apropiado es un disco de cobre o latón (p.e. una moneda sin estrías periféricas). La presión ejercida debe ser suficiente para producir manualmente el efecto de bruñido, pero no para cortar el recubrimiento. Registrar el apareamiento de ampolladuras, fisuras y otros defectos que comprometan la adherencia del depósito.

4.3 Método por enfriamiento brusco.

4.3.1 El método de ensayo por enfriamiento brusco consiste en calentar en un horno la probeta de metal base con el recubrimiento hasta una determinada temperatura, durante tiempos que oscilen entre 30 y 60 min., para luego proceder a enfriar bruscamente en agua. Dependiendo del metal base y del recubrimiento, las temperaturas de calentamiento se dan, para los casos más usuales, en la Tabla 1:

4.4 Método del bruñido manual para metales preciosos. Se procede como en 4.2, con un área de ensayo de aproximación 6 cm², la que se frota vigorosamente con espátula dental de ágata, con mango de 60 a 100 mm de longitud y hoja de ágata blanda de 30 a 50 mm de largo y 5 a 10 mm de ancho, aguzada en un borde como un cincel, pero de filo redondeado, para evitar cortaduras del recubrimiento ensayado. Aplicar presión suficiente para producir el bruñido, pero no para cortar el recubrimiento.

4.5 Método del doblado.

4.5.1 El método consiste en doblar o deformar de alguna manera la probeta. La aparición de escamaciones denota adhesión insuficiente. El procedimiento exacto de la deformación plástica debe establecerse para cada producto en particular. Las deformaciones más usuales se detallan a continuación:

4.5.1.1 Para alambres recubiertos (zinc, níquel), se procede a enrollarlos en espiral sobre un mandril de diámetro dado una probeta representativa del material. La tabla 2 establece el número de vueltas de la espiral y la relación entre el diámetro del mandril cilíndrico y el diámetro del alambre ensayado:

TABLA 2. Doblado espiral de alambres

Diámetro del alambre (mm)	Vueltas completas de la espiral	Relación del diámetro del mandril / diámetro del alambre
Hasta 3,55	10	2 (zinc) 4 (níquel)
3,55 – 7,10	10	6
Sobre 7,10	0,25 (90°)	6

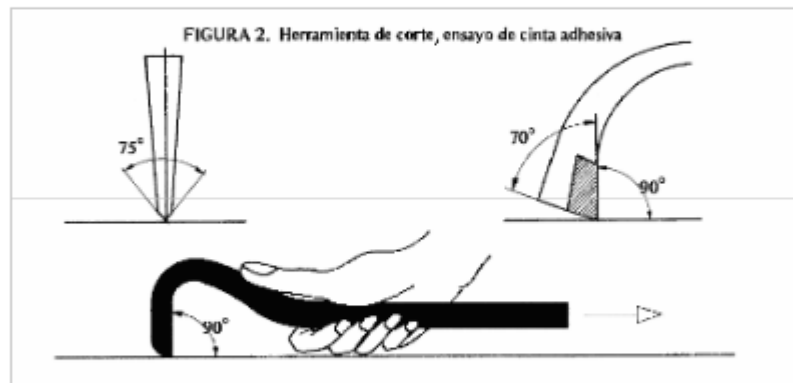
4.5.1.2 Para tubos recubiertos (zinc p.e.), el ensayo de doblado consiste en doblar 90° con radio ocho veces mayor que el diámetro exterior del tubo. El ensayo es aplicable hasta diámetros nominales de 50 mm; para diámetros mayores debe aplicarse el ensayo de martillado (4.9).

4.5.1.3 Para el ensayo de doblado de placas y láminas, se procede a doblar la probeta sobre dos mandriles simétricos como los representados en la figura 1:

El radio de los mandriles es de 4 mm. Se dobla la lámina 90° alternativamente sobre los dos mandriles, por un número de veces que debe especificarse para cada recubrimiento en la aplicación particular. El método tiene aplicación principalmente para láminas delgadas con recubrimientos de oro, plata, bronce o cobre.

4.6 Método de la cinta adhesiva.

4.6.1 El método de ensayo consiste en rayar sobre el recubrimiento de la probeta con un instrumento afilado de acero templado, una cuadrícula formando cuadrados de 2 a 5 mm de lado, sobre el área de ensayo. La presión debe ser suficiente para cortar la capa recubierta de un solo tajo, hasta llegar al metal base (ver figura 2.). Aplicar luego una cinta adhesiva sobre la superficie. La cinta debe tener una adhesión de 290 a 310 g/cm² (cinta de celulosa regenerada). Presionar solamente con la mano al aplicar la cinta adhesiva, teniendo cuidado de que no queden burbujas de aire atrapadas. Luego de 10 s separar manualmente la cinta, aplicando una fuerza de manera que la posición de la cinta que se retira, sea perpendicular a la superficie ensayada.



4.7 Método de la soldadura blanda

4.7.1 El método de la soldadura blanda se aplica a recubrimientos de metales preciosos y a recubrimientos blandos. Se suelda una lámina de acero estañado de dimensiones 10 mm de ancho, 75 mm de largo y 0,56 mm de espesor, a la superficie recubierta, de manera que la lámina quede en contacto con la superficie que debe ensayarse. El área soldada corresponde a todo el ancho de la lámina por una longitud de 13 mm. El material de aporte de la soldadura debe contener 60% de estaño y 40% de plomo. El fundente utilizado debe ser del tipo a base de resinas no corrosivas. Aplicar luego tensión en la parte libre de la lámina, intentando separarla del material de prueba.



Anexo III.21 | Proceso para el cálculo del TIR.

1/1

Método para encontrar el TIR

Se usó la interpolación como método para encontrar el valor exacto, para ello se tomó dos valores que acerquen al VAN a cero.

Con el interés de 81%

$$VAN = -1358 + \frac{10958}{(1 + 0,81)^1} + \frac{12200}{(1 + 0,81)^2} + \frac{10089}{(1 + 0,81)^3} + \frac{11830}{(1 + 0,81)^4}$$

$$VAN = 8,63$$

Con el interés de 82%

$$VAN = -1358 + \frac{10958}{(1 + 0,82)^1} + \frac{12200}{(1 + 0,82)^2} + \frac{10089}{(1 + 0,82)^3} + \frac{11830}{(1 + 0,82)^4}$$

$$VAN = -8,16$$

\$	%
8,63	81
0	x
-8,16	82

$$\frac{x - 82}{0 - 8,63} = \frac{82 - 81}{-8,16 - 8,63}$$

$$x = \frac{(0 - 8,63)(81 - 82)}{(-8,16 - 8,63)} + 81$$

$$x = 81,514$$

El **TIR** es de 81,51 %.

En resumen:

Tabla III. 3: Cálculo del TIR con el software Excel.

Años	Ingresos (\$ dólares)	Egresos (\$ dólares)	Flujo de caja (\$ dólares)
0		1358	-1358
1	25315	14357	10958
2	27540	15340	12200
3	23764	13675	10089
4	26390	14560	11830
Total	103009	57932	45077

Tasa de interés	9,29	%
-----------------	------	---

VAN	34895,45	\$
TIR	81,51	%

Anexos IV. Procedimiento de construcción de la máquina

Tabla IV. 1: Proceso de construcción de la caja metálica y el sistema neumático

1.- Medición y corte de los tubos cuadrados con dimensiones de 900 mm y 360 mm para proceder a pulirlos.



2.- Una vez obtenido los tubos cuadrados con las dimensiones correspondientes, se procedió a soldar los tubos cuadrados.



3.- Terminado de soldar las piezas, se obtuvo una estructura en forma cuadrada.



4.- Al finalizar la estructura se procede a realizar el cortado y moldeado de la cubierta para la estructura.



5.- Finalmente se procede a fijar la cubierta a la estructura mediante remaches, para luego pintarla



6.- Por último, se ensambla los elementos neumáticos a la caja metálica.



Tabla IV. 2: Proceso de construcción de la mesa giratoria.

1.- Medición y corte de los ángulos estructurales.



2.- Una vez cortado los ángulos se procedió a soldar.



3.- Terminado de soldar las piezas, se obtuvo una estructura en forma de mesa



4.- Al finalizar la estructura se procede a realizar los agujeros para la colocación del sistema de transmisión.



5.- Fijación del sistema de transmisión y la mesa giratoria en la estructura de soporte.



6.- Por último, se procede a pintar los componentes estructurales, y se ensambla respectivamente.



Anexos V. Manuales



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



Ingeniería
Electromecánica

Anexo V.1

Manual de funcionamiento de la máquina.

1/1

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EFECTO CROMO



¡ADVERTENCIA!



Instructivo

La máquina está diseñada para realizar el proceso de aplicación de pintura efecto cromo en un objeto de un peso máximo de 25 kg, de área como mínimo de 0,5 m². Se recomienda colocar el objeto en la mesa giratoria antes de poner en funcionamiento la máquina, para poder evitar circunstancias en la que se puede provocar un accidente. Para un buen funcionamiento de la maquina es necesario leer las instrucciones, que se encuentran dentro de este manual.

Instrucciones generales que debe tomar en cuenta el operario

- Leer detenidamente el manual. Antes de poner en funcionamiento la máquina para evitar accidentes.
- El manual de la máquina permite identificar los diferentes sistemas que conforman la máquina, para obtener un mantenimiento adecuado para los sistemas y tener un control de manera correcta en la operación.
- Para evitar fallas irreparables, pérdidas de tiempo y una mala funcionalidad de la máquina, es necesario leer con mucha atención el manual de funcionamiento. Al no hacerlo no se podrá sacar un máximo provecho de la máquina.
- Tener en cuenta que esta máquina soporta un objeto con peso máximo de 25 kg, y un área de 0,5 m².

SISTEMA GENERAL DE LA MÁQUINA

Sistema neumático



Es el que alberga en su interior los tanques presurizados y el lugar donde se ensamblan las conexiones de elementos neumáticos, de control y actuadores.

Nota: Antes de poner en funcionamiento el sistema neumático, regular las presiones de aire en los tanques y el caudal en las pistolas pulverizadoras, siempre considerando que no exista fugas en las conexiones de los diferentes componentes neumáticos.

Tabla V.1: Parámetros de presión de los tanques y caudal de las pistolas atomizadoras.

Área del objeto a pintar (m ²)	Presión de tanques (PSI)	Caudal de boquillas de la pistola doble (L/seg)	Caudal de boquillas de las pistolas simples (L/seg)
0,1 a 0,4	5 a 8	30 a 40	50 a 65
0,4 a 0,9	8 a 13	40 a 60	65 a 85
0,9 a 1,4	13 a 18	60 a 80	85 a 100
1,5 o más	19 a 20	80 a 90	100 a 115

Sistema mecánico



Mesa giratoria

Es el componente donde se colocan los objetos para aplicar la pintura efecto cromo, en la (Tabla V.2), se determinan las especificaciones de la mesa giratoria.

Tabla V.2: Especificaciones de mesa giratoria.

Peso máximo que soporta	25 kg
Área máxima del objeto	0,5 m ²

Nota: Tomar en cuenta el peso máximo y el área máximo del objeto, que se especifican en la tabla 2, para poder colocarlo en la mesa giratoria, si se excede las especificaciones la maquina se sobre esforzará y no tendrá un rendimiento adecuado

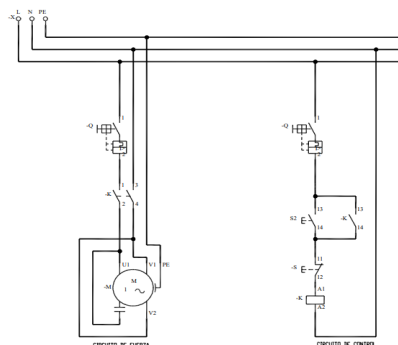
Sistema de transmisión de movimiento



Es el encargado de transmitir la potencia y velocidad necesaria del motor hacia la mesa giratoria, una vez que es esta es puesta en marcha.

Nota: Poner en marcha el sistema de transmisión cuando el objeto a pintar se haya colocado previamente. Para evitar cualquier riesgo.

Sistema eléctrico



Permite el paso de la corriente de la fuente de energía hasta el motor eléctrico, para poner en funcionamiento la máquina.

Nota: Considerar el esquema eléctrico para realizar el funcionamiento de la máquina.





Funcionamiento de la máquina

Tabla V.3: Especificaciones de la máquina.

Voltaje de alimentación	RPM de la mesa giratoria	Horas de trabajo por día	Peso máximo del objeto	Área máxima del objeto	Presión en los tanques presurizados	Caudal en las pistolas pulverizadoras
Monofásica (127 V)	25 RPM	4 a 5 horas	25 kg	0,5 m ²	10 PSI	60 L/seg

Proceso de funcionamiento de la maquina

Tabla V.4: Funcionamiento de la máquina.

Proceso	Gráfica
1. Conectar a la fuente de alimentación monofásica el motor de la mesa giratoria.	
2. Conectar la fuente de aire al sistema neumático que contiene la caja metálica.	
3. Regular las presiones en los tanques.	
4. Regular los caudales en las pistolas pulverizadoras.	

5. Colocar los compuestos en los tanques.



6. Verificar que no exista fugas de aire en el sistema neumático.



7. Presionar el botón de arranque de motor para la puesta en marcha de la mesa giratoria.



8. Realizar el proceso de aplicación de pintura efecto cromo.





UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



Ingeniería
Electromecánica

Anexo V.2

Manual de mantenimiento de la máquina.

1/1

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EFECTO CROMO



MANTENIMIENTO GENERAL DE LA MÁQUINA

Antes de poner en funcionamiento de la máquina, se recomienda realizar la verificación de los diferentes sistemas que contiene la máquina. Para el cual se considera el mantenimiento preventivo.

- **Mantenimiento preventivo**

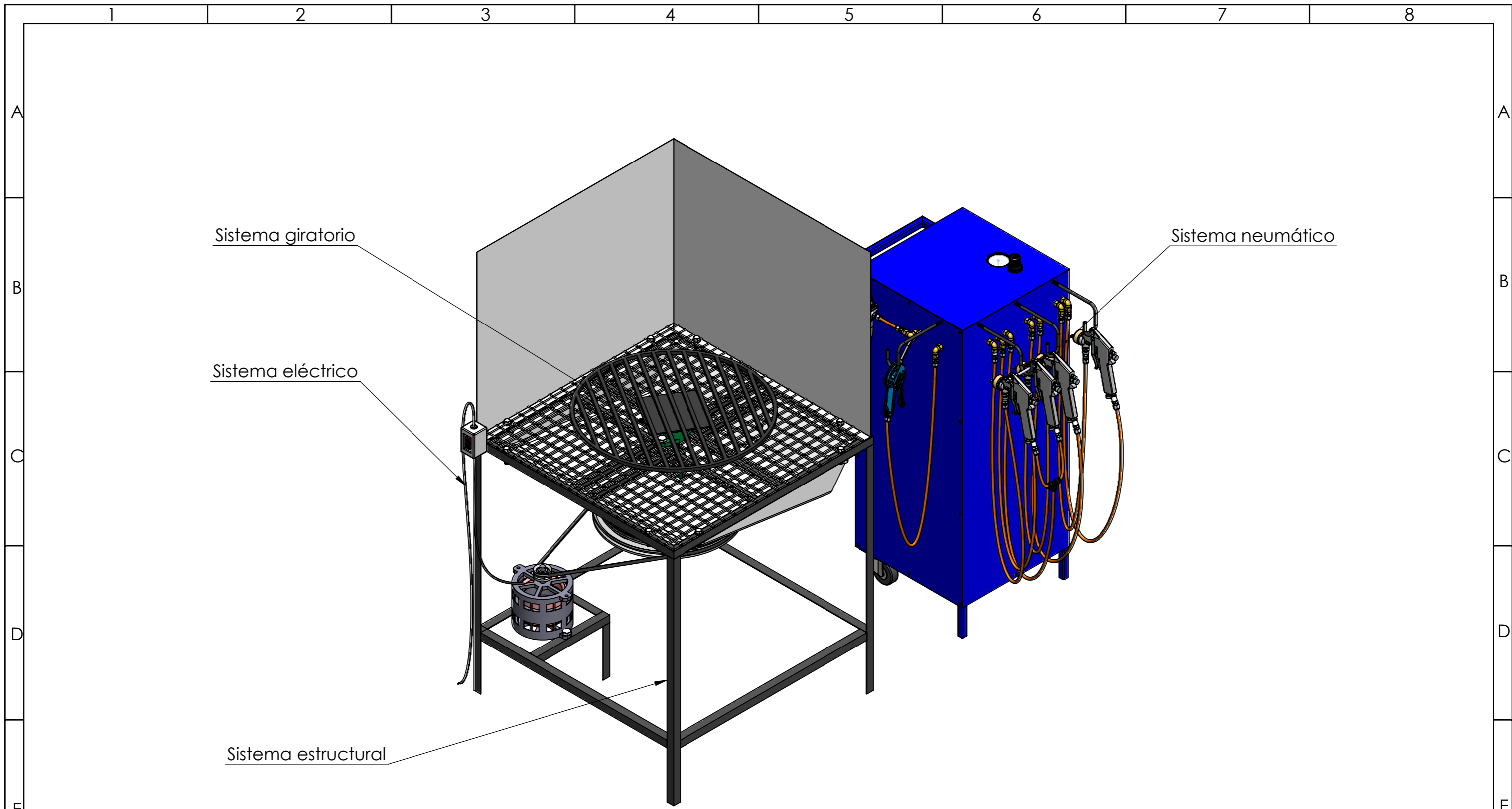
En el mantenimiento preventivo se corrigen las fallas para prevenir el mal funcionamiento de la máquina, las cuales conllevan a los desgastes de los componentes tanto móviles como fijos, y parada en la producción.



Para ello se aplica un mantenimiento preventivo en el sistema de transmisión de movimiento del motor hacia la mesa giratoria y el sistema neumático. Por tener partes tanto móviles como fijos.

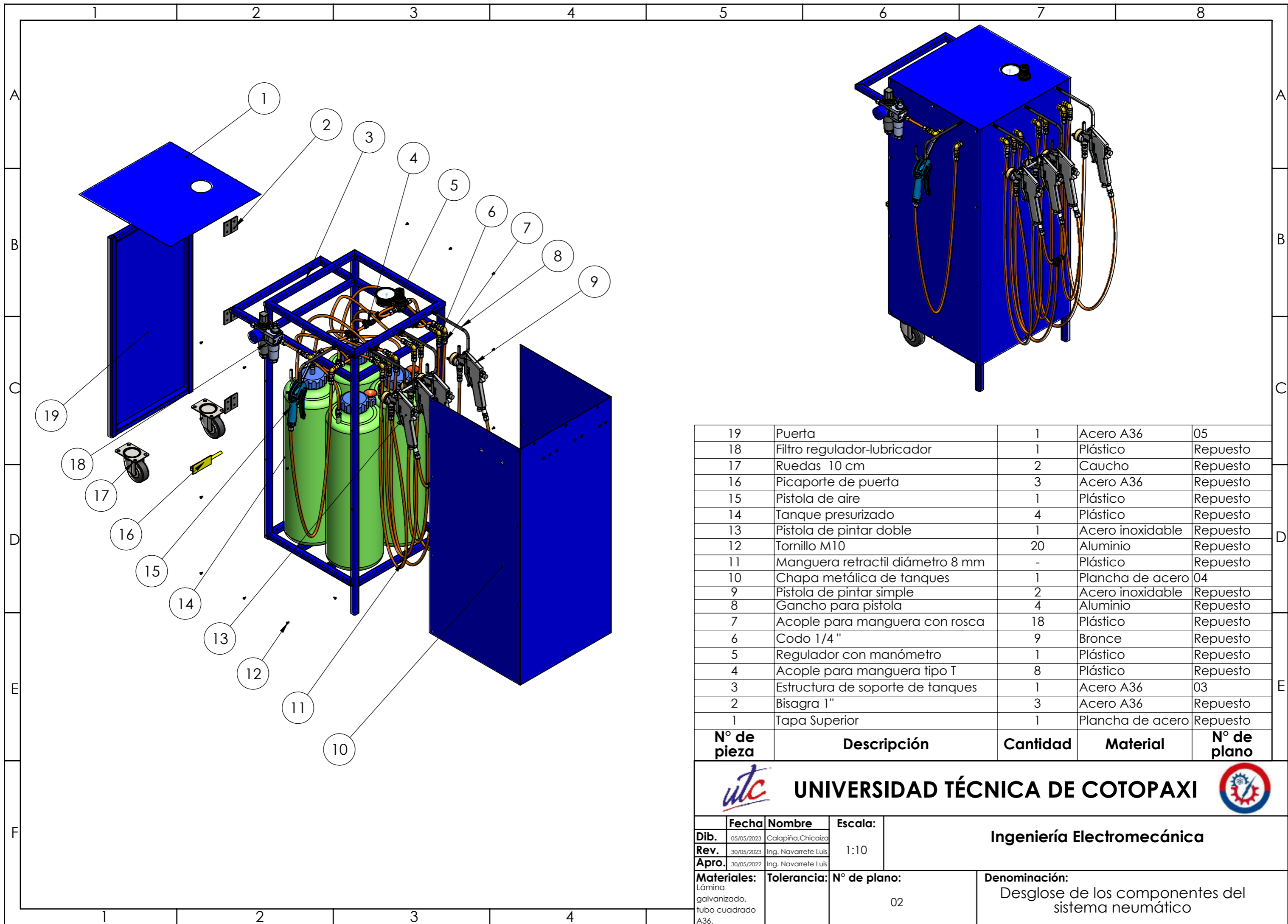
A continuación, se detallan algunas de las acciones para realizar un mantenimiento preventivo en la máquina.

- Verificar que las bandas estén bien tensionadas entre las poleas.
- Lubricar las chumaceras.
- Limpiar los tanques y pistolas pulverizadoras.
- Fijar bien los ejes a la chumacera.
- Desconectar de la fuente de alimentación la maquina cuando no esté en funcionamiento.

Anexos VI. Planos



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
Dib.	05/05/2023	Nombre	Calapiña, Chicaiza	Ingeniería Electromecánica
Rev.	30/05/2023	Escala:	1:10	
Apro.	30/05/2022	Nº de plano:	01	
Materiales:	Tubo cuadrado A36, ángulo, Plancha de acero, AISI 1020.	Tolerancia:		Denominación: Máquina de aplicación de pintura efecto cromo



19	Puerta	1	Acero A36	05
18	Filtro regulador-lubricador	1	Plástico	Repuesto
17	Ruedas 10 cm	2	Caucho	Repuesto
16	Picaporte de puerta	3	Acero A36	Repuesto
15	Pistola de aire	1	Plástico	Repuesto
14	Tanque presurizado	4	Plástico	Repuesto
13	Pistola de pintar doble	1	Acero inoxidable	Repuesto
12	Tornillo M10	20	Aluminio	Repuesto
11	Manguera retráctil diámetro 8 mm	-	Plástico	Repuesto
10	Chapa metálica de tanques	1	Plancha de acero	04
9	Pistola de pintar simple	2	Acero inoxidable	Repuesto
8	Gancho para pistola	4	Aluminio	Repuesto
7	Acople para manguera con rosca	18	Plástico	Repuesto
6	Codo 1/4"	9	Bronce	Repuesto
5	Regulador con manómetro	1	Plástico	Repuesto
4	Acople para manguera tipo T	8	Plástico	Repuesto
3	Estructura de soporte de tanques	1	Acero A36	03
2	Bisagra 1"	3	Acero A36	Repuesto
1	Tapa Superior	1	Plancha de acero	Repuesto
N° de pieza	Descripción	Cantidad	Material	N° de plano

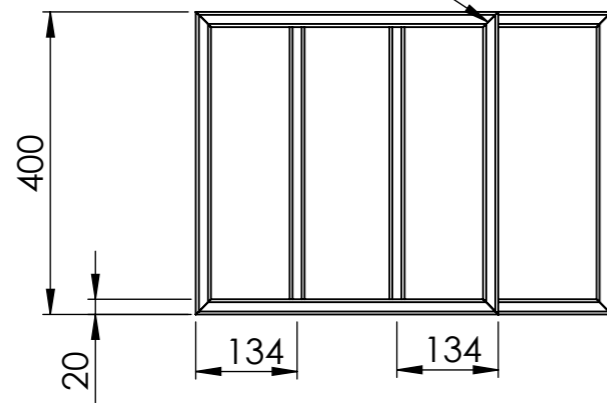


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

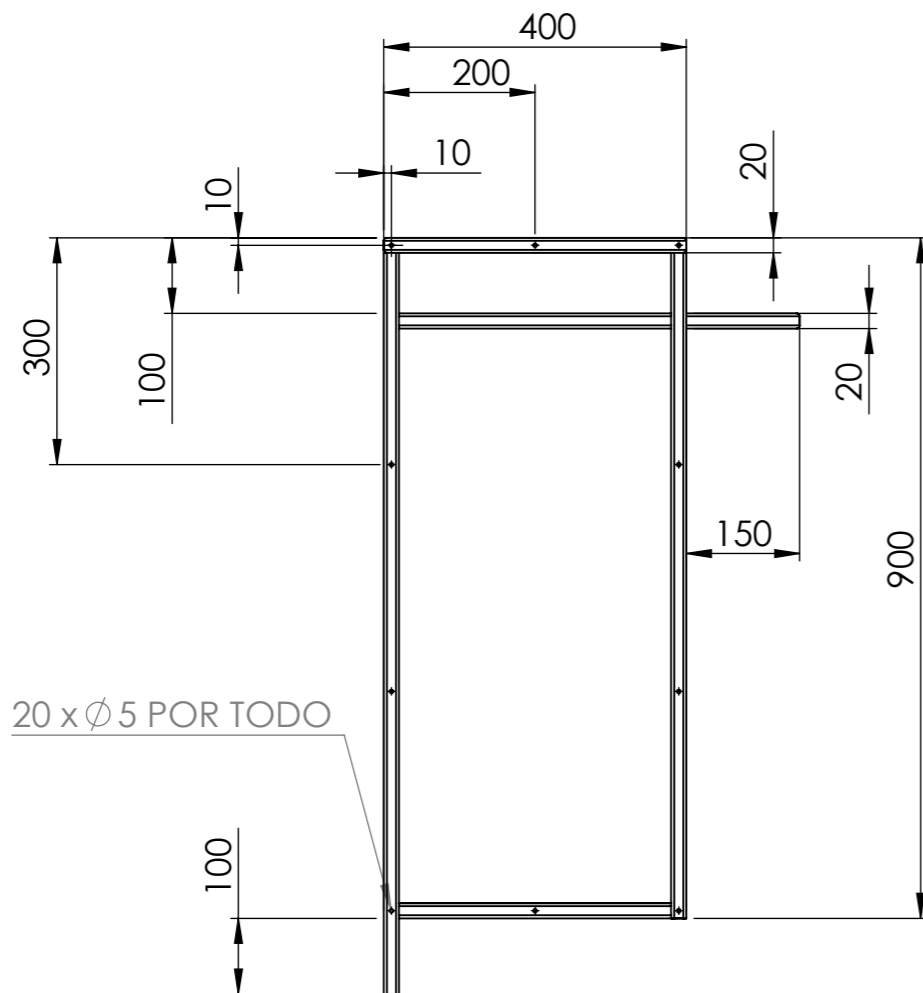


Dib.	05/05/2023	Calapiña, Chicaiza	Escala:	1:10	Ingeniería Electromecánica
Rev.	30/05/2023	Ing. Navarrete Luis			
Apro.	30/05/2022	Ing. Navarrete Luis			
Materiales:	Lámina galvanizado, tubo cuadrado A36.	Tolerancia:	N° de plano:	02	Denominación: Desglose de los componentes del sistema neumático

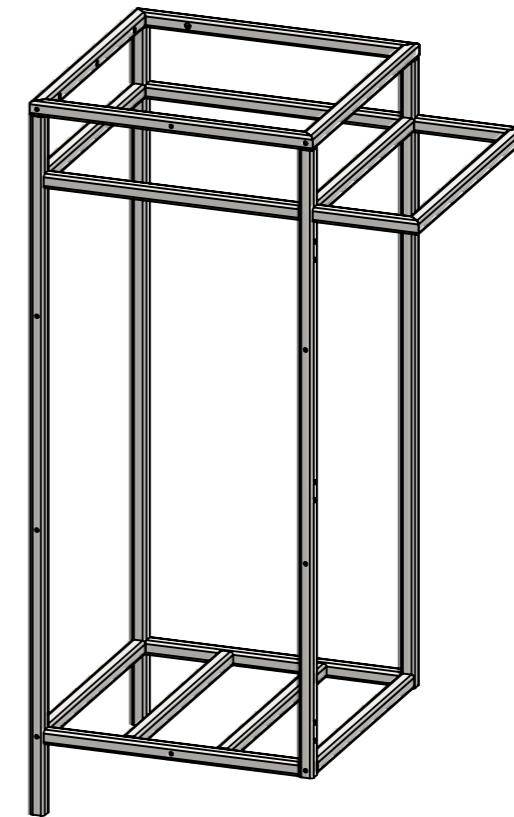
Soldadura en SMAW
con electrodo E6011
en todas las uniones.



VISTA SUPERIOR



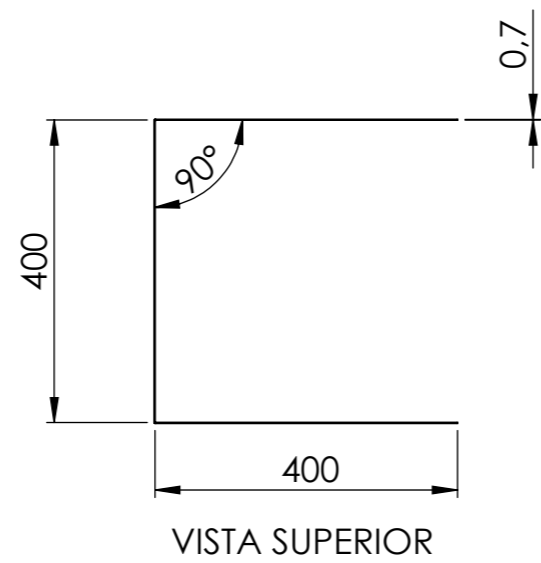
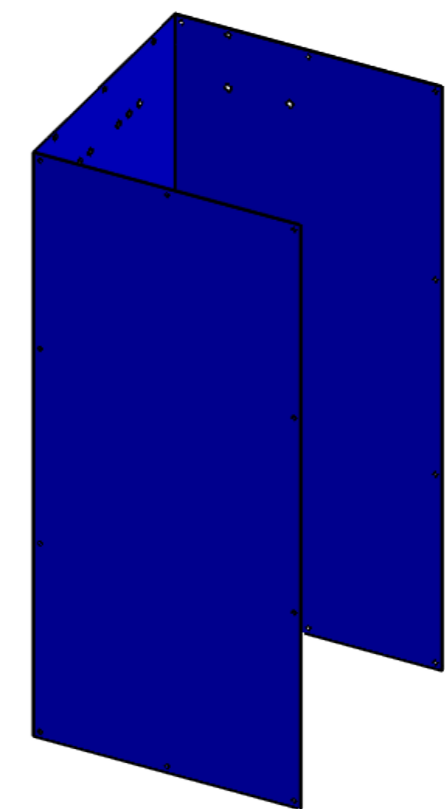
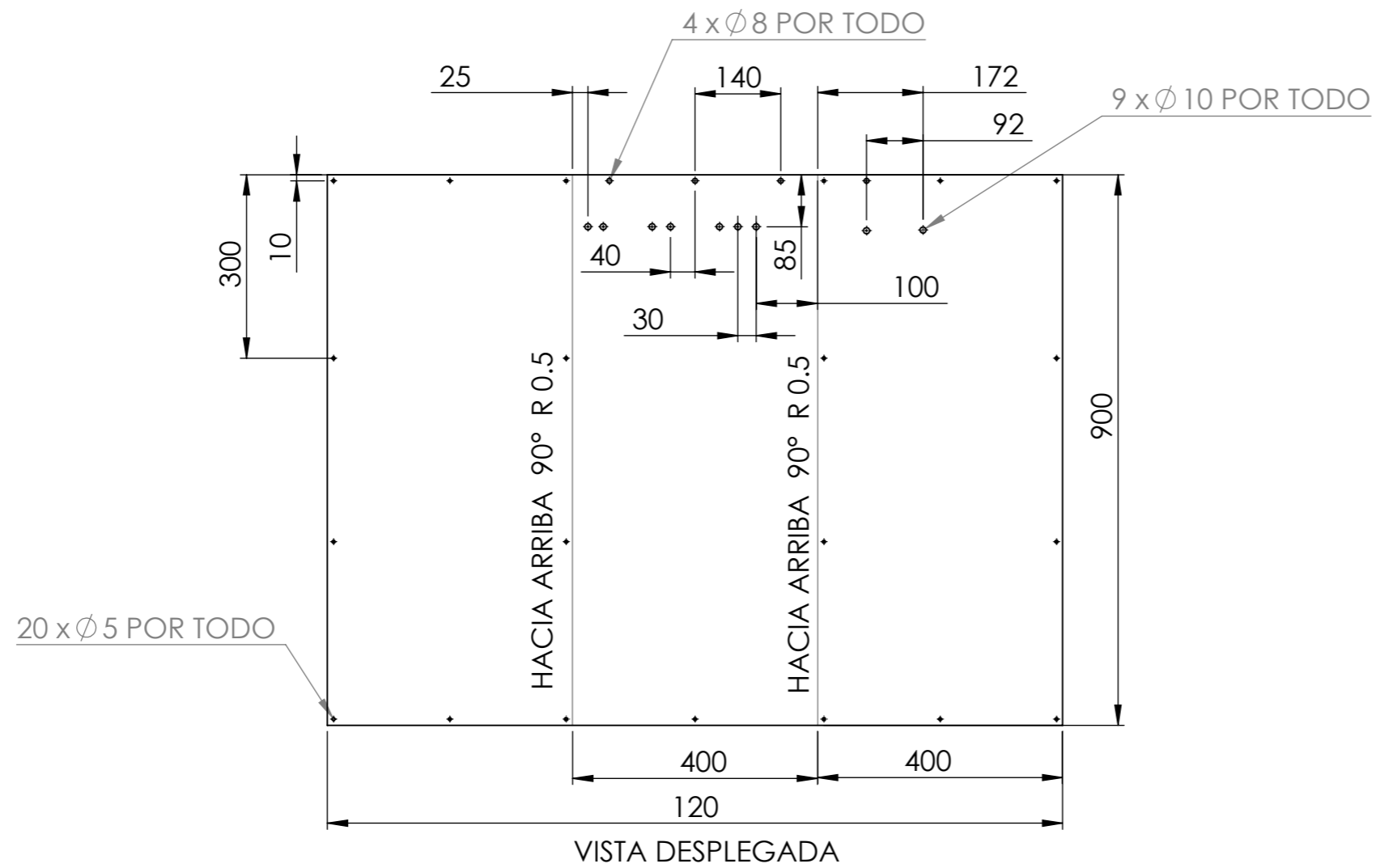
VISTA FRONTAL





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

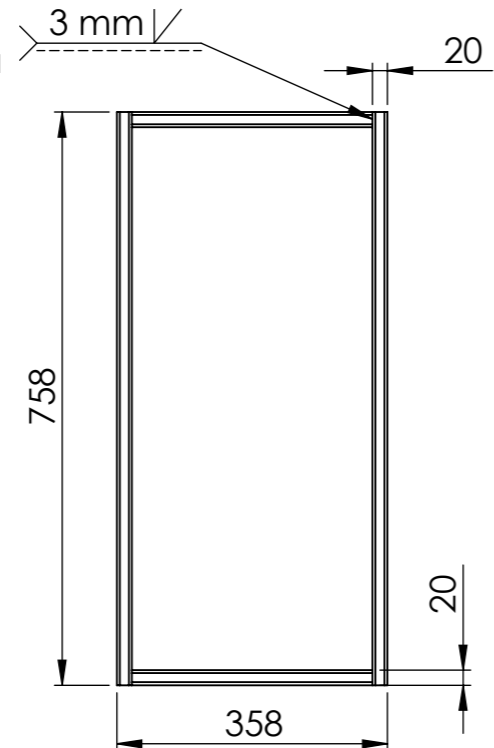


Dib. 05/05/2023 Calapiña, Chicaiza		Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica
Rev. 30/05/2023 Ing. Navarrete Luis			
Apro. 30/05/2022 Ing. Navarrete Luis			
Materiales: Tubo cuadrado A36.	Tolerancia:	N° de plano: 03	Denominación: Estructura de soporte de los tanques

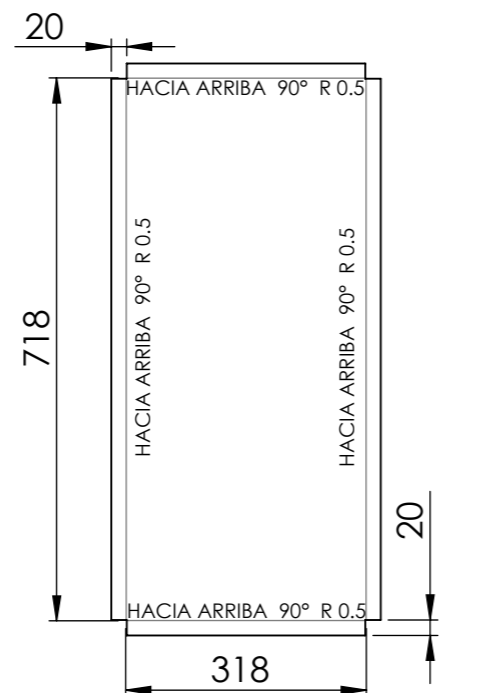


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 			Ingeniería Electromecánica		
Dib.	05/05/2023	Calapiña, Chicaiza	Escala: 1:10		
Rev.	30/05/2023	Ing. Navarrete Luis			
Apro.	30/05/2022	Ing. Navarrete Luis			
Materiales:	Plancha de acero.	Tolerancia:	N° de plano:	04	Denominación: Chapa metálica de tanques

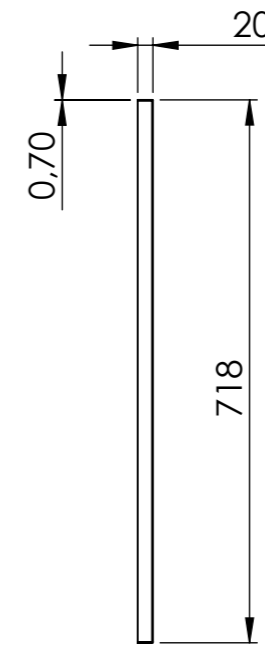
Soldadura SMAW con electrodo E6011 en todos las uniones de la estructura.



VISTA FRONTAL DE LA ESTRUCTURA



VISTA DESGLOSADA DE LA CHAPA METÁLICA



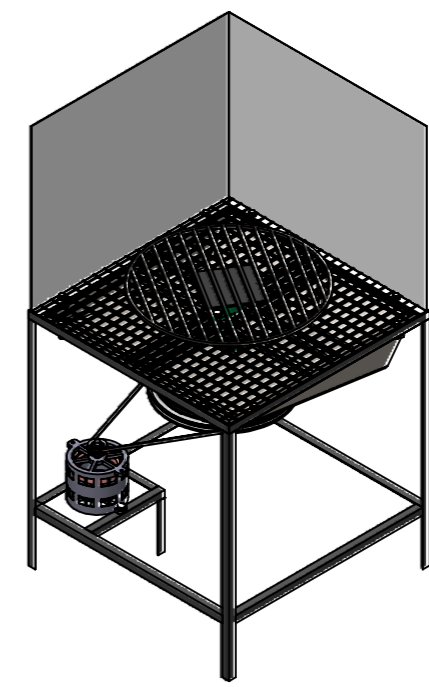
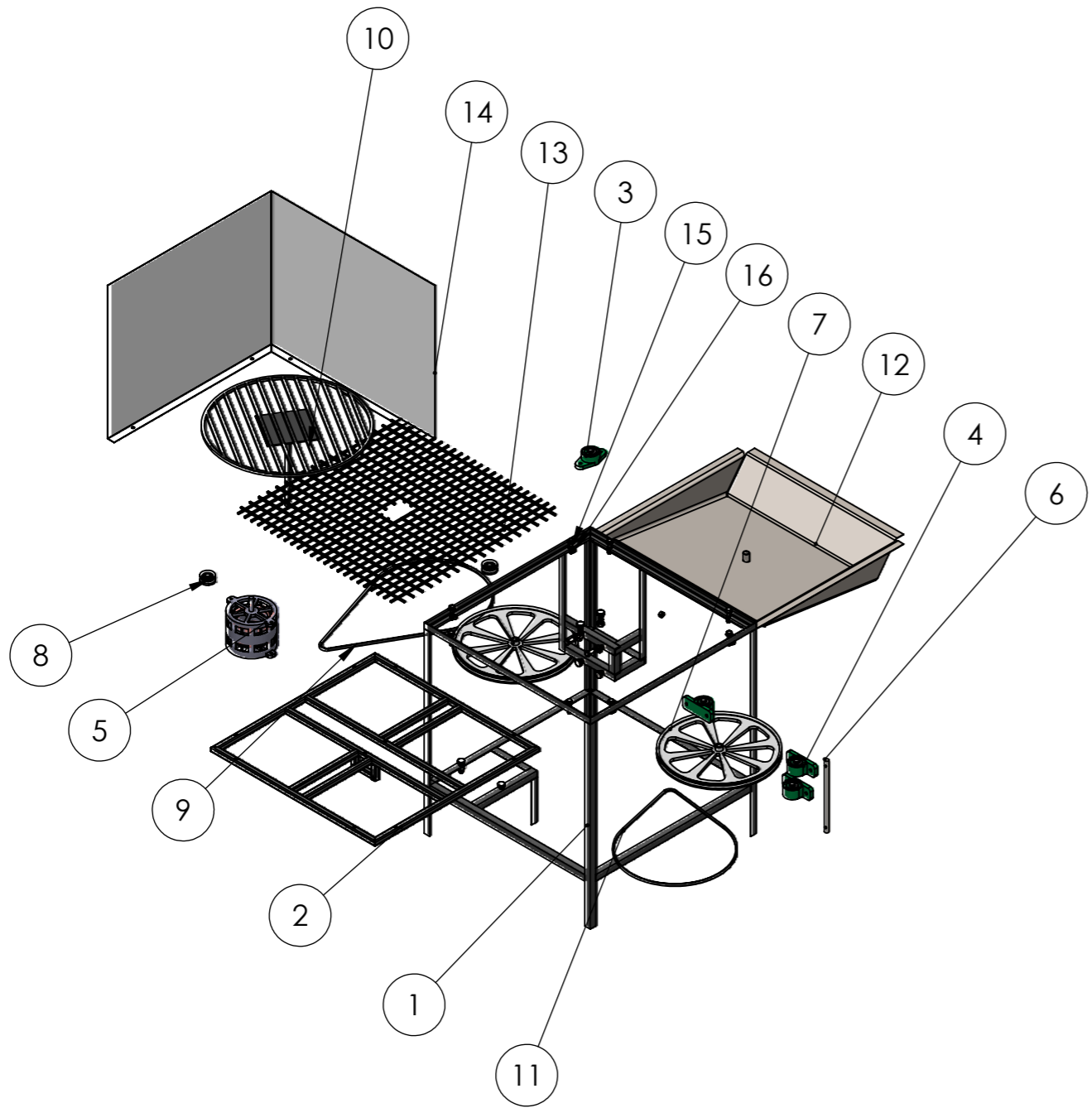
VISTA LATERAL DE LA CHAPA METÁLICA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dib. 05/05/2023 Calapiña, Chicaiza		Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica
Rev. 30/05/2023 Ing. Navarrete Luis			
Apro. 30/05/2022 Ing. Navarrete Luis			
Materiales: Tubo cuadrado A36, Plancha de acero.	Tolerancia:	N° de plano: 05	Denominación: Puerta de la caja metálica



16	Perno	18	Acero al carbono	Repuesto
15	Tuerca	18	Acero al carbono	Repuesto
14	Tapa lateal	1	Plancha de acero	11
13	Malla	1	Acero inoxidable	Repuesto
12	Recolector de agua	1	Plancha de acero	10
11	Banda 1,4 m	1	Caucho	Repuesto
10	Mesa giratoria	1	Acero A36	09
9	Banda 1,6 m	1	Caucho	Repuesto
8	Polea 2"	2	Aluminio	Repuesto
7	Polea 16"	2	Aluminio	Repuesto
6	Eje de transmisión	1	AISI 1020	Repuesto
5	Motor eléctrico	1	Aluminio	Repuesto
4	Chumacera de pared	3	Cobre	Repuesto
3	Chumacera de piso	1	Cobre	Repuesto
2	Estructura de base de la mesa giratoria	1	Acero A36	08
1	Estructura de soporte de la mesa giratoria	1	Acero A36	07
N° de pieza	Descripción	Cantidad	Material	N° de plano

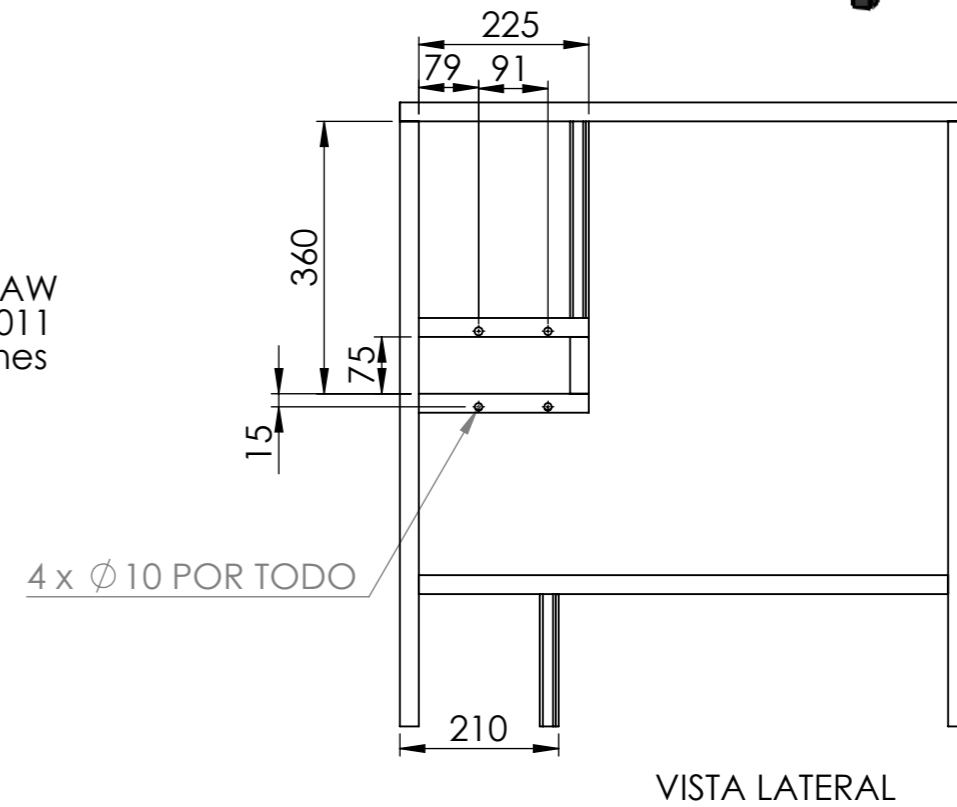
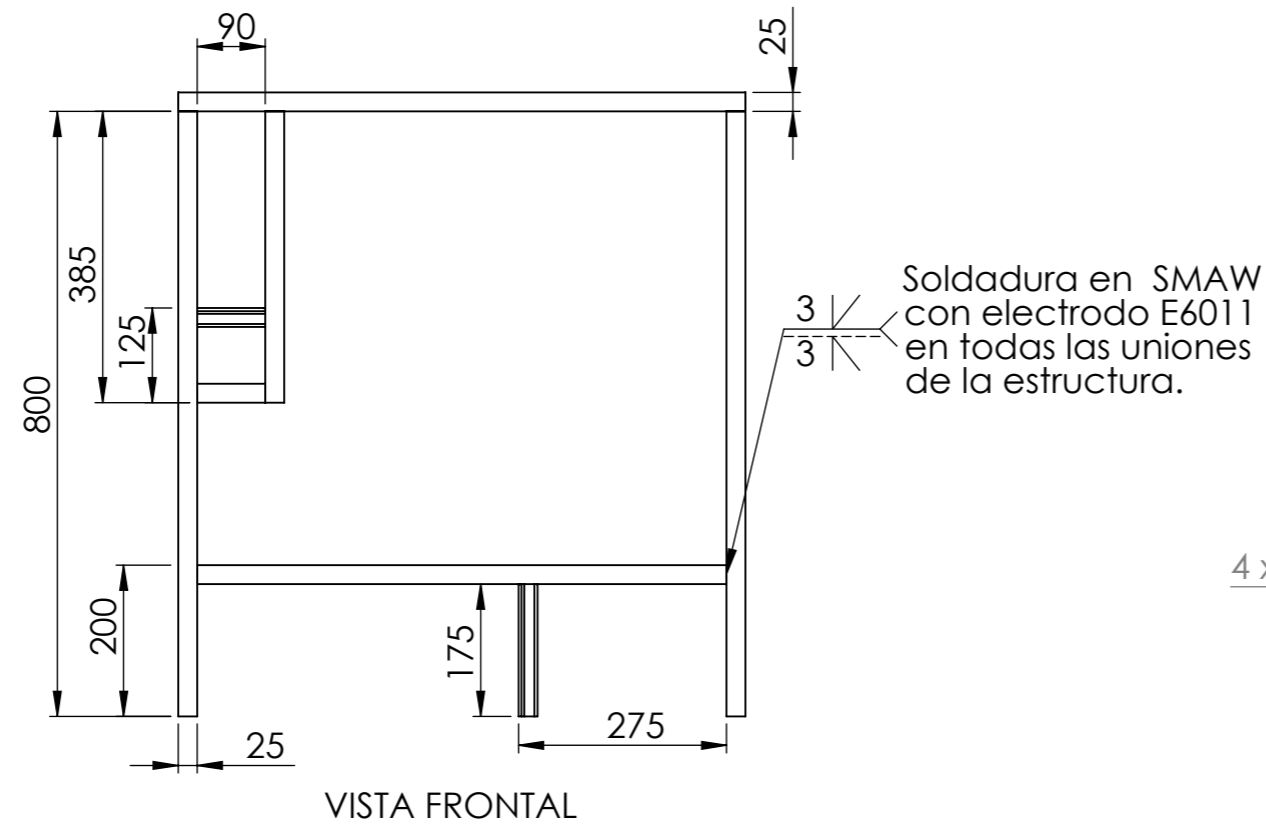
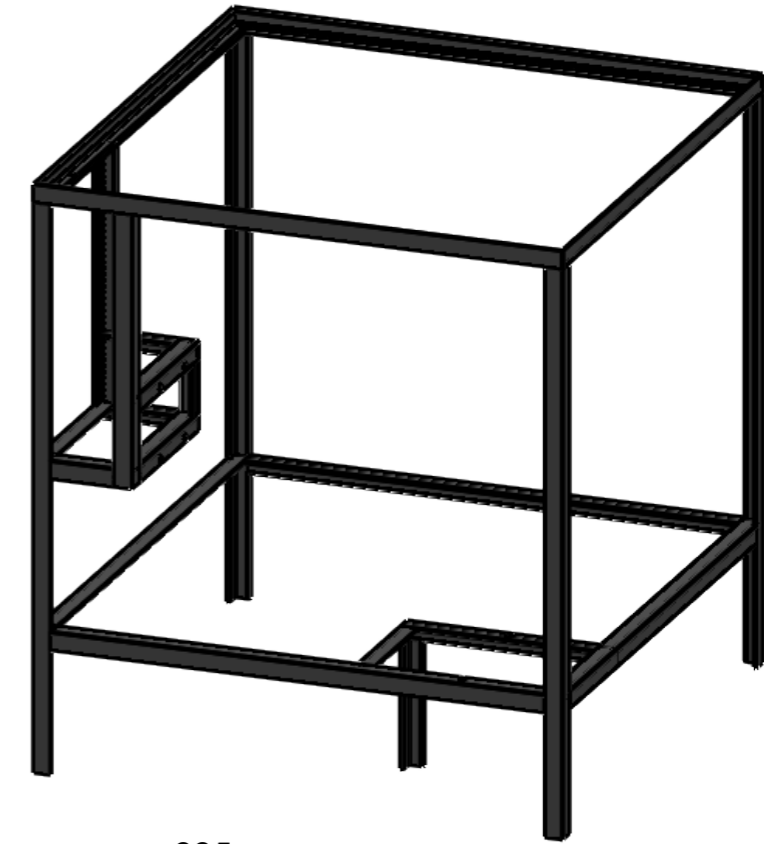
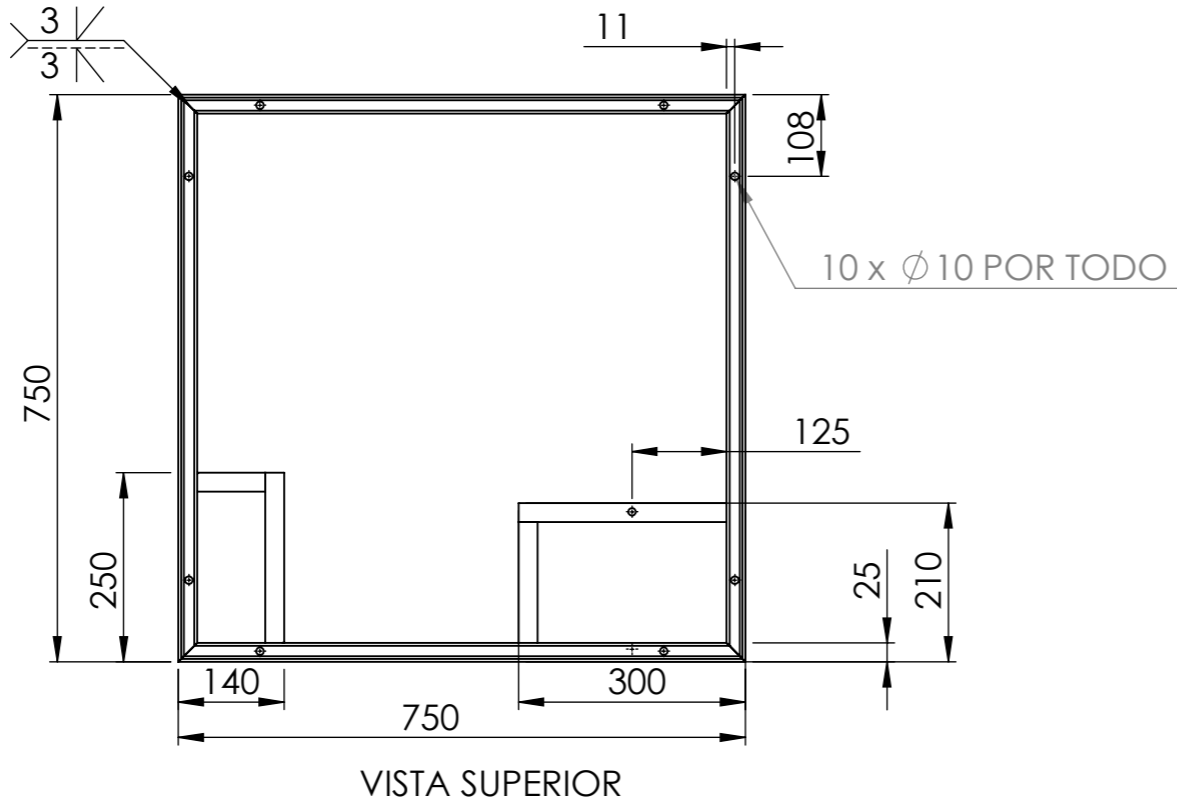


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dib.	05/05/2023	Calapiña, Chicaiza	Escala: 1:20	Ingeniería Electromecánica
Rev.	30/05/2023	Ing. Navarrete Luis		
Apro.	30/05/2022	Ing. Navarrete Luis		
Materiales:	Angulo A36, Tubo cuadrado, Plancha de acero, barilla lisa, AISI 1020.	Tolerancia:	N° de plano: 06	Denominación: Desglose de los componentes del sistema giratorio

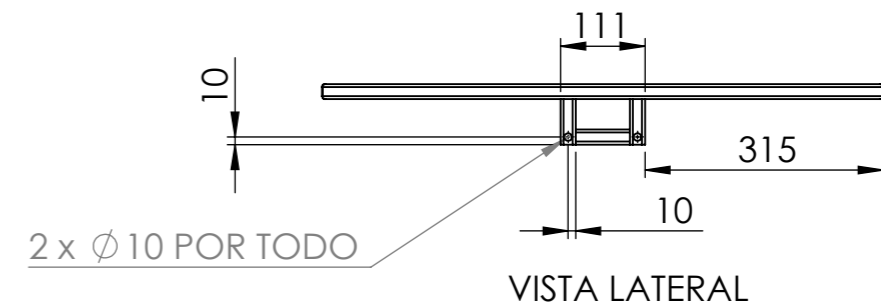
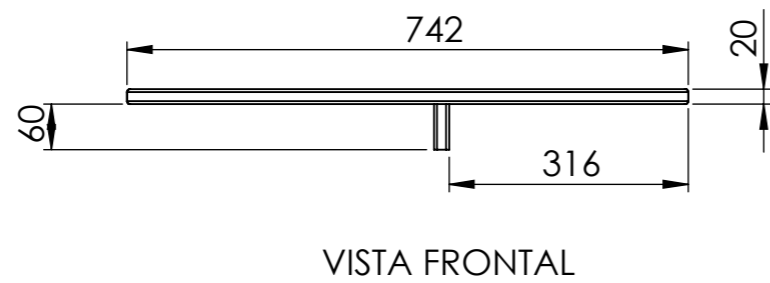
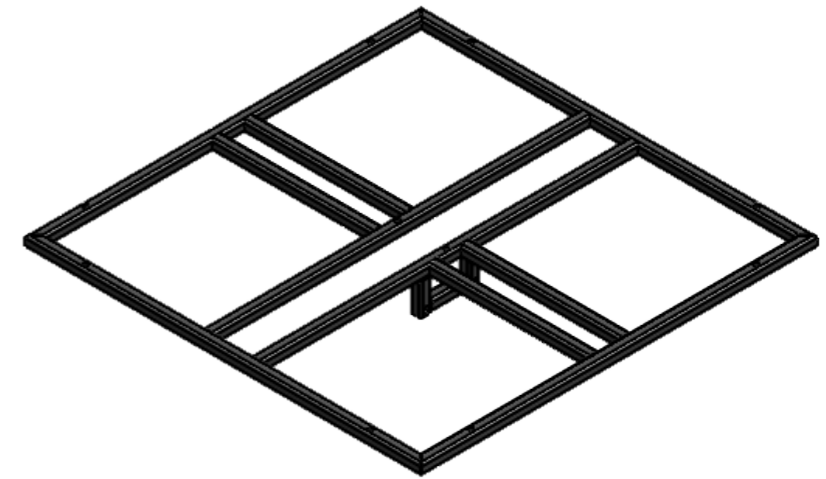
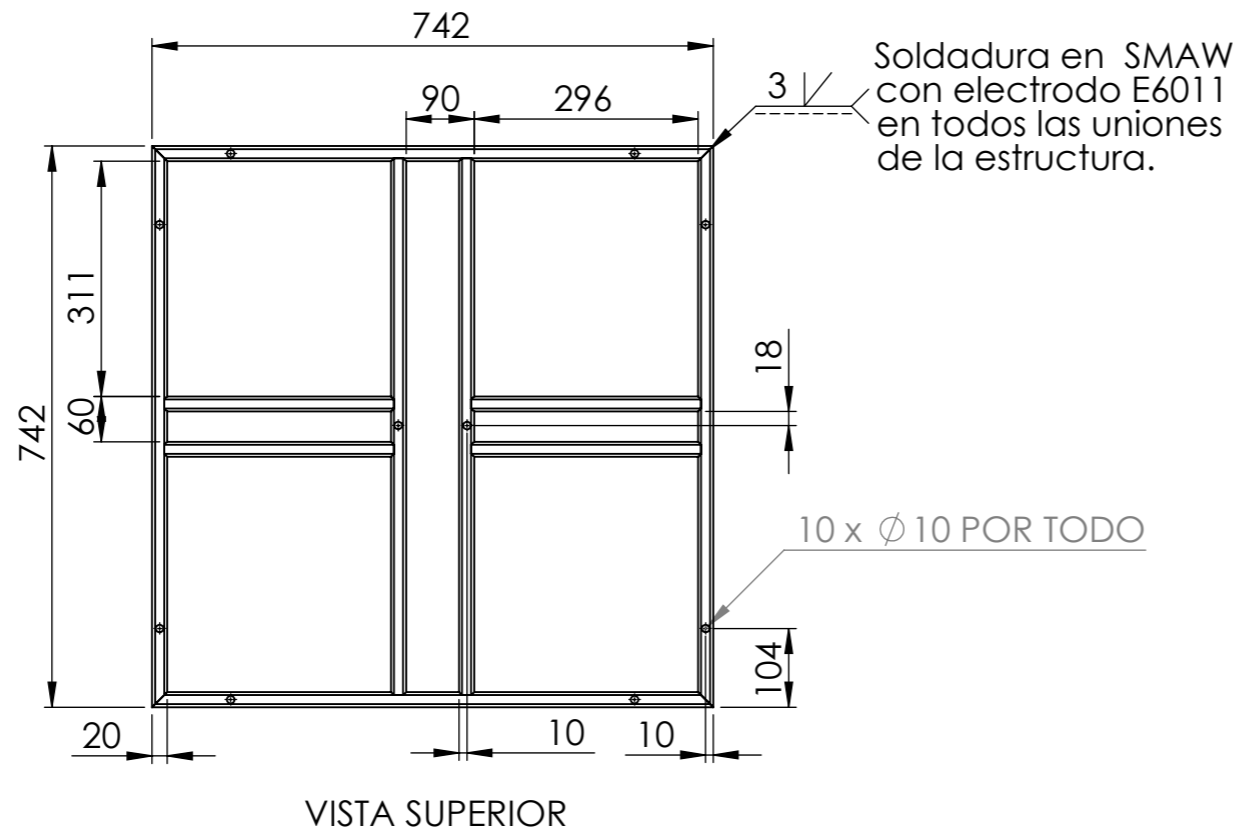
Soldadura en SMAW con electrodo E6011 en todas las uniones de la estructura.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



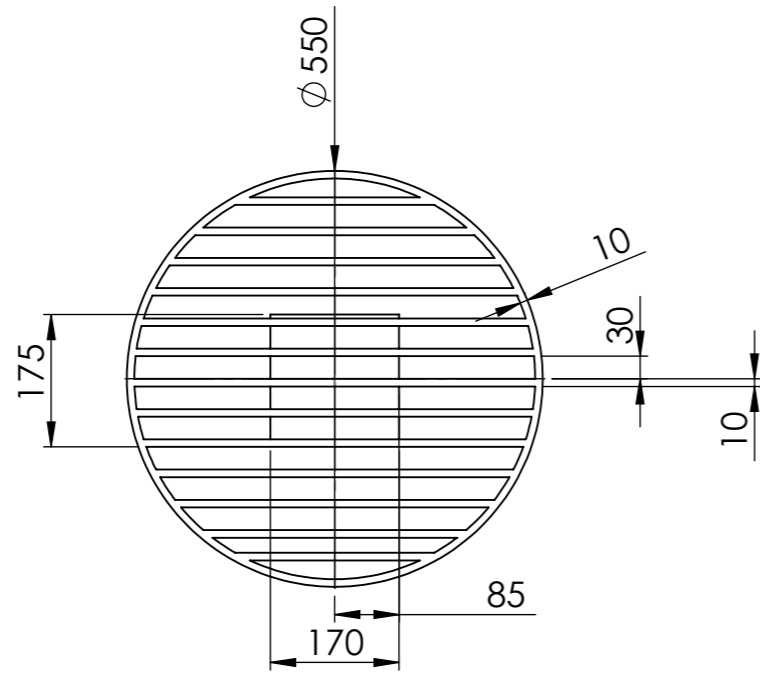
Dib. 05/05/2023 Calapiña, Chicaiza		Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica
Rev. 30/05/2023 Ing. Navarrete Luis			
Apro. 30/05/2022 Ing. Navarrete Luis			
Materiales: Ángulo ASTM A36.	Tolerancia:	N° de plano: 07	Denominación: Estructura de soporte



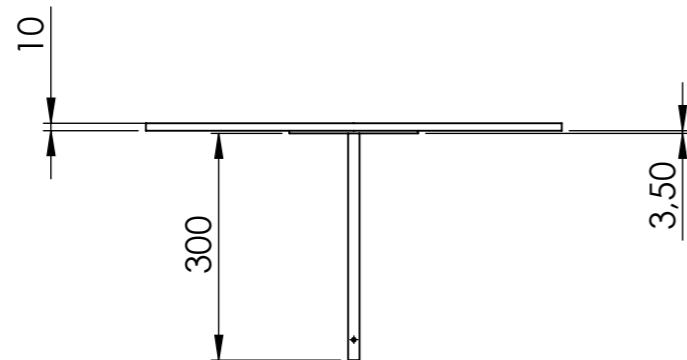
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



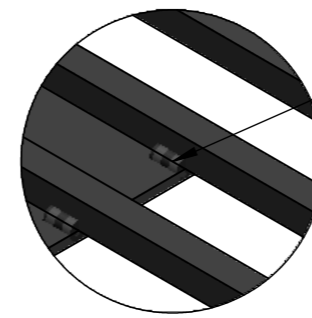
Dib. 05/05/2023 Calapiña, Chicaiza		Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica	
Rev. 30/05/2023 Ing. Navarrete Luis				
Apro. 30/05/2022 Ing. Navarrete Luis				
Materiales: tubo cuadrado ASTM A36.	Tolerancia:	N° de plano: 08	Denominación: Estructura de base	



VISTA SUPERIOR



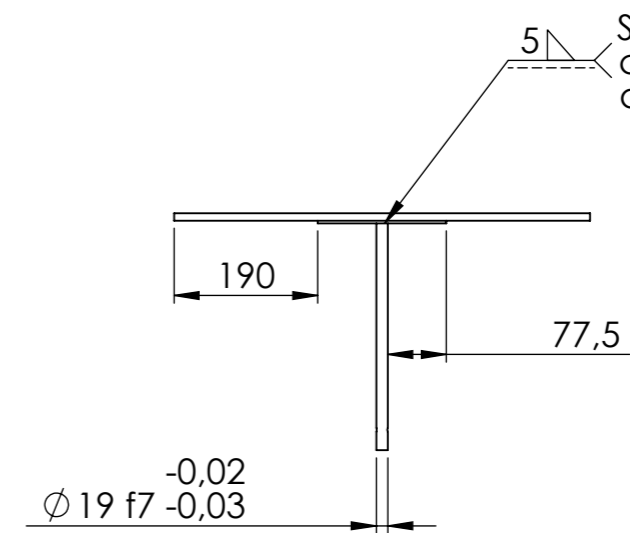
VISTA FRONTAL



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

5 3 X 10(70)

Soldadura en SMAW
con electrodo E6011
en la superficie de la
placa.



VISTA LATERAL

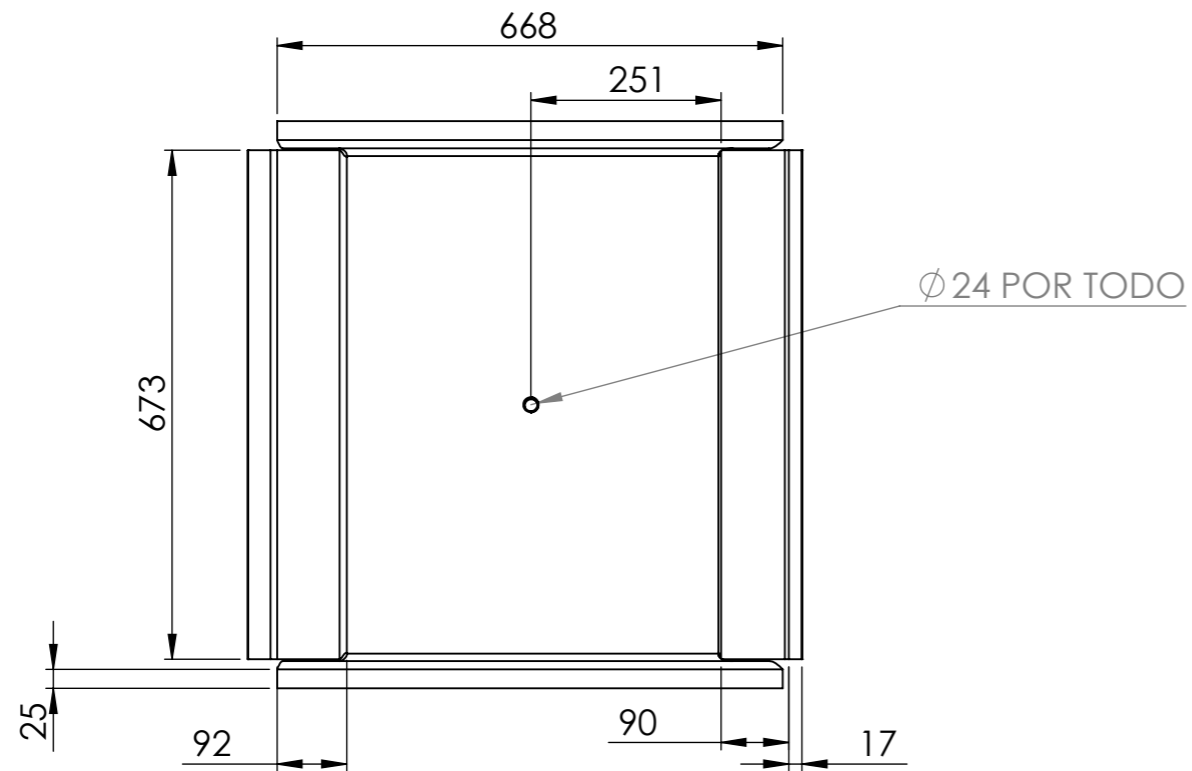
5 Soldadura en SMAW
con electrodo E6011
al rededor del eje.



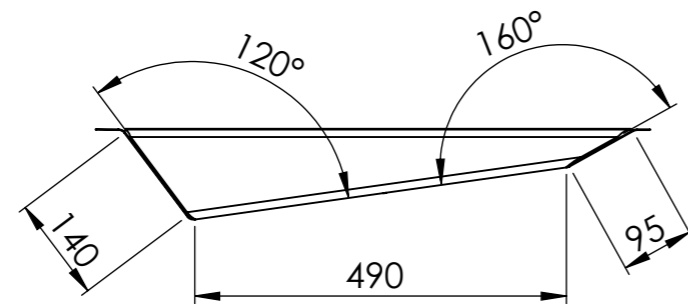
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



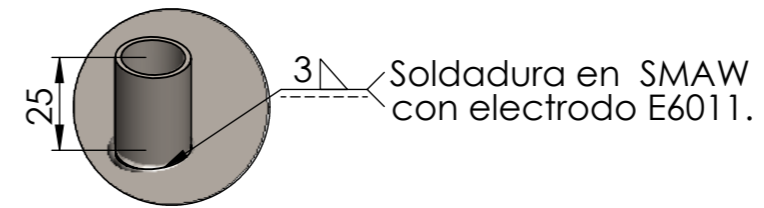
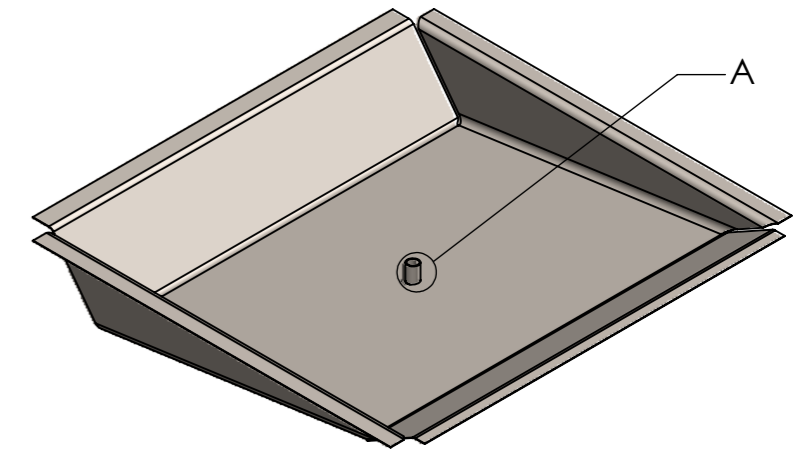
Dib. 05/05/2023 Calapiña, Chicaiza		Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica	
Rev. 30/05/2023 Ing. Navarrete Luis				
Apro. 30/05/2022 Ing. Navarrete Luis				
Materiales: Barilla lisa, AISI 1020.	Tolerancia:	N° de plano: 09	Denominación: Mesa giratoria	



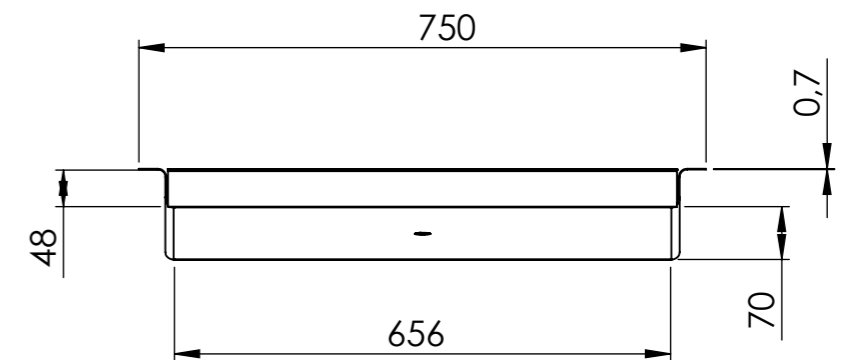
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAR



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



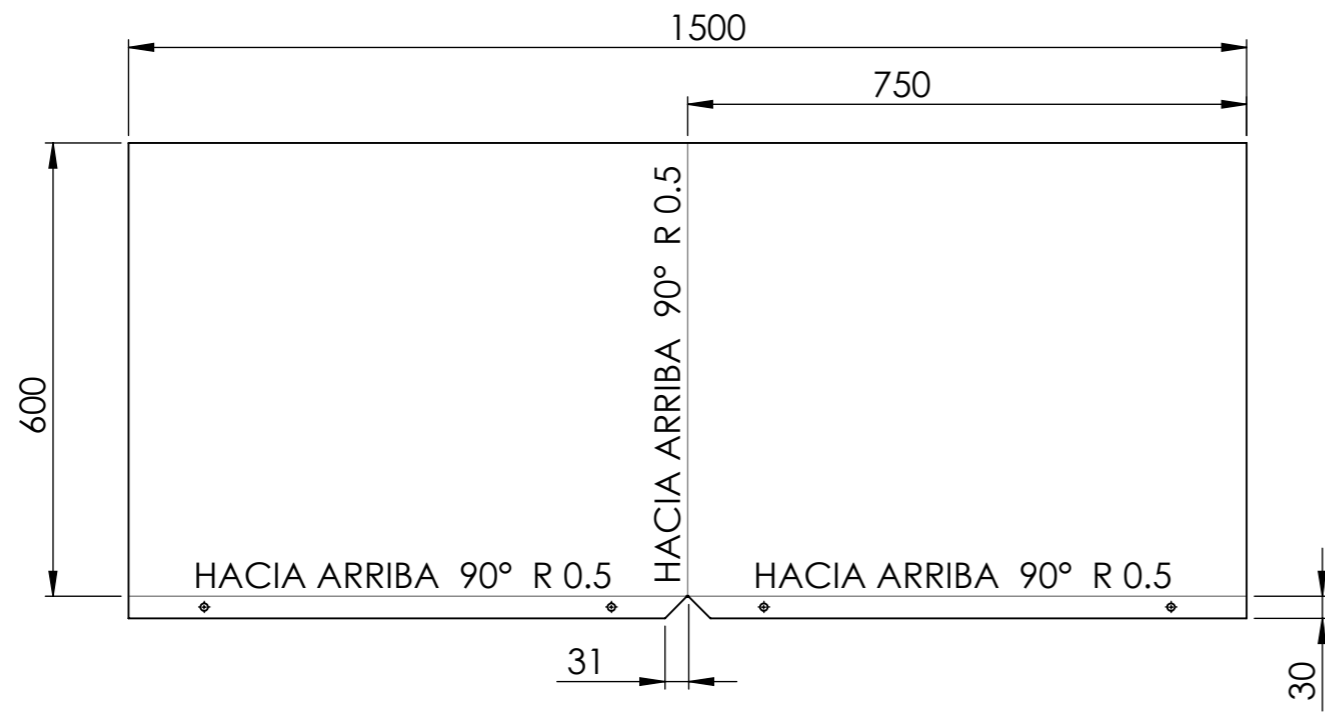
VISTA LATERAL



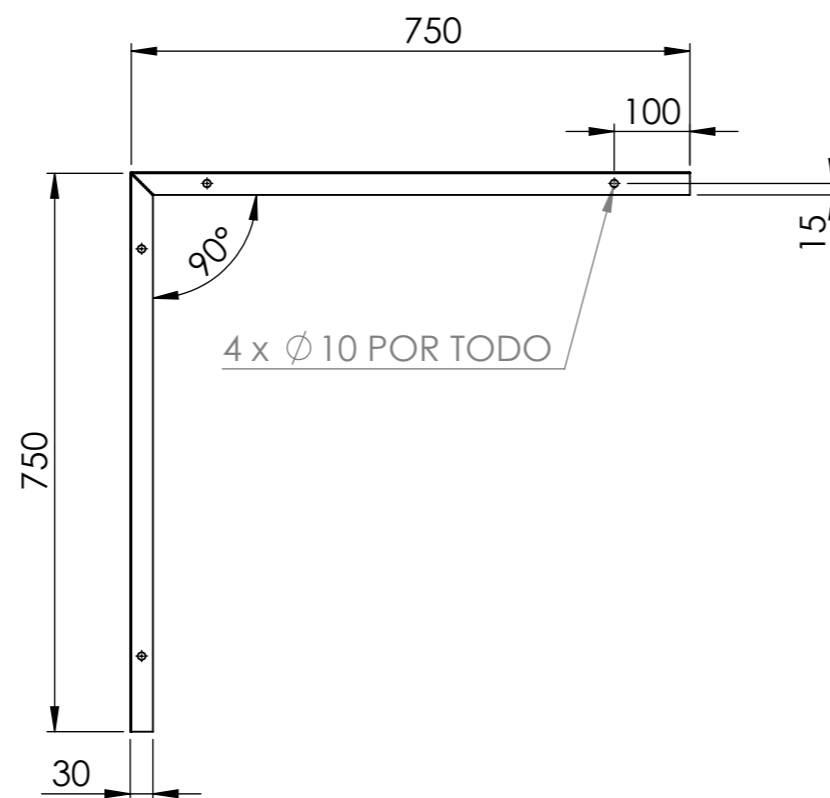
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



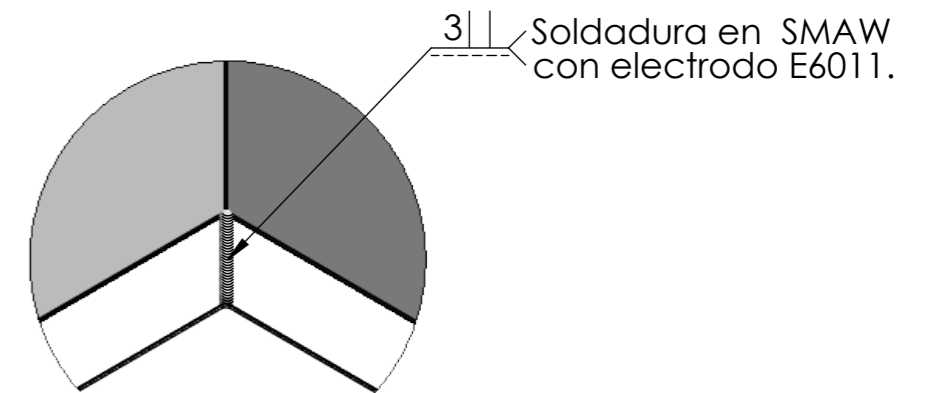
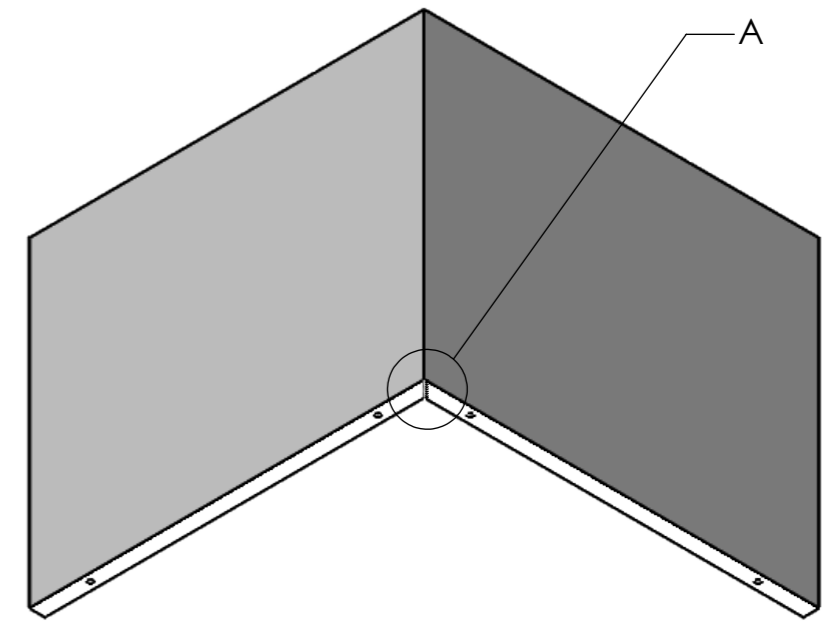
Dib. 05/05/2023 Calapiña, Chicaiza		Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica	
Rev. 30/05/2023 Ing. Navarrete Luis				
Apro. 30/05/2022 Ing. Navarrete Luis				
Materiales: Planca de acero.	Tolerancia:	N° de plano: 10	Denominación: Recolector de fluido	



VISTA DESPLEGADA



VISTA SUPERIOR



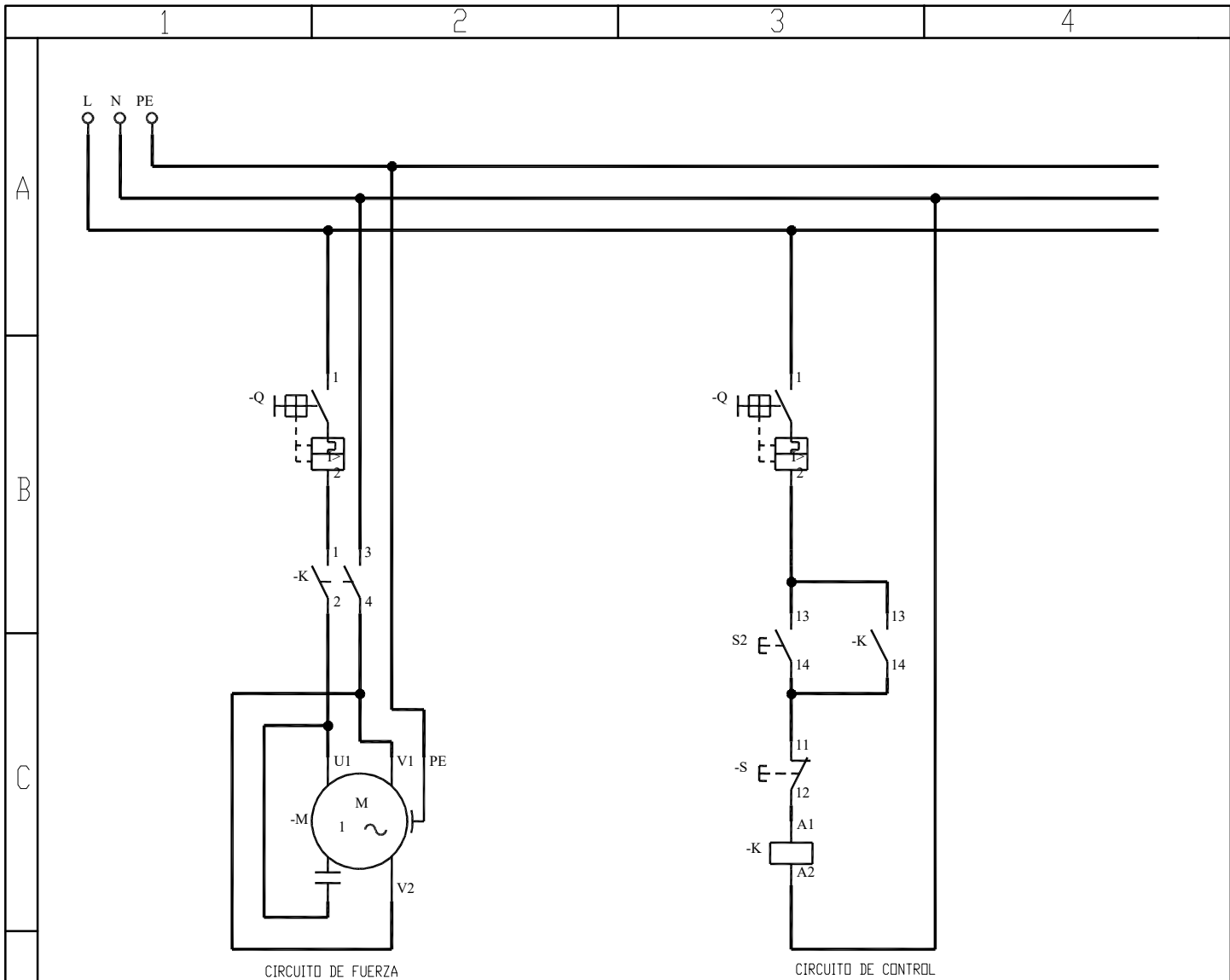
DETALLE A
ESCALA 1 : 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dib. 05/05/2023 Calapiña, Chicaiza		Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica	
Rev. 30/05/2023 Ing. Navarrete Luis				
Apro. 30/05/2022 Ing. Navarrete Luis				
Materiales: Plancha de acero.	Tolerancia:	N° de plano: 11	Denominación: Tapa lateral	



CIRCUITO DE FUERZA

CIRCUITO DE CONTROL

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Disyuntor 30 A
	Contactador
	Pulsador NA
	Pulsador NC
	Bobina
	Capacitor 40 uF
	Motor eléctrico monofásico 1/3 HP



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha: 05/05/2023		Nombre: Calopiña, Chicaiza		Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica
Dib. 05/05/2023		Ing. Navarrete Luis			
Rev. 30/05/2023		Ing. Navarrete Luis			
Apro. 30/05/2022		Ing. Navarrete Luis			
Materiales: Varios	Tolerancia:	N° de plano: 01	Denominación: Plano eléctrico		