



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA
Y URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

TESIS

**DISEÑO DE MÁQUINA DE CORTE, PULIDO Y
MOLDEADO DE 46 BOTELLAS DE VIDRIO POR
HORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor:

Bach. Julcahuanca Villegas Juan Carlos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6154-5720>

Asesor:

MSc. Rojas Coronel Angel Marcelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2720-9707>

Línea de Investigación:

**Tecnología e innovación en desarrollo de la construcción y la
industria en un contexto de sostenibilidad**

Pimentel - Perú

2024

**DISEÑO DE MÁQUINA DE CORTE, PULIDO Y MOLDEADO DE 46
BOTELLAS DE VIDRIO POR HORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

Aprobación de Jurado

Dra. GASTIABURU MORALES SILVIA YVONE
Presidente del Jurado de Tesis

Mtro. VIVES GARNIQUE JUAN CARLOS
Secretario del Jurado de Tesis

MSc. ROJAS CORONEL ANGEL MARCELO
Vocal del Jurado de Tesis

Quien(es) suscribe(n) la **DECLARACIÓN JURADA**, soy(somos) egresado(s), del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro(amos) bajo juramento que soy(somos) autor(es) del trabajo titulado:

DISEÑO DE MÁQUINA DE CORTE, PULIDO Y MOLDEADO DE 46 BOTELLAS DE VIDRIO POR HORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO

El texto de nuestro trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Julcahuanca Villegas Juan Carlos	DNI:47290406	
----------------------------------	--------------	---

Pimentel, 23 de noviembre del 2024

Dedicatoria

A Dios, por lo que me da y me quita, a mi madre que desde el cielo está cuidándome y apoyándome, a mi esposa que siempre está ahí para mí, a mi hijo que es el amor de mi vida e inspiración, a mis hermanos que me apoyaron de una y otra forma.

Agradecimientos

A nuestra familia, ya que siempre confiaron en nosotros y son lo más sagrado que tenemos en nuestra vida, siempre han sido los motivadores y formadores de lo que somos hoy como personas, sin sus consejos, amor y cariño. no estaríamos aquí. Gracias a nuestros padres, hermanos, hermanas.

El camino donde nos encontramos hoy no fue fácil, pero con el apoyo tanto de los docentes de la USS y familia, la dificultad se hizo más fácil y la culminación exitosa de este proyecto se hizo realidad. Gracias y les reitero mi inmenso agradecimiento, a todos los que nos formaron desde cero.

Índice

Dedicatoria.....	4
Agradecimientos	5
Índice.....	6
Índice de tablas.....	7
Índice de figuras.....	8
Resumen	10
Abstract.....	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Hipótesis.....	18
1.4. Objetivos	18
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	19
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
2.1. Tipo y diseño de investigación	39
2.2. Variables, operacionalización.....	39
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	42
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	42
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	43
2.6. Criterios éticos	43
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
3.1. Resultados	44
3.2. Discusión	97
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
4.1. Conclusiones	99
4.2. Recomendaciones	100
REFERENCIAS.....	101
ANEXOS.....	103

Índice de tablas

TABLA 1. Tipos de vidrio por su composición	20
TABLA 2. Espesores de vidrio	24
TABLA 3. Coeficientes de rozamiento.....	28
TABLA 3. Calculo de engranajes	29
TABLA 5. Coeficientes de rozamiento	34
TABLA 6. Recubrimiento de la cara inferior	36
TABLA 7. Factor c3 para tambor motriz	37
TABLA 8. Operacionalización de variables	41
TABLA 9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
TABLA 10. Evaluación técnica de la propuesta 1.....	51
TABLA 11. Evaluación técnica de la propuesta 2.....	52
TABLA 12. Especificaciones de la botella.....	53
TABLA 13. Características del motor	56
TABLA 14. Engranaje modulo 0.8.....	58
TABLA 15. Engranaje de montaje de cubo, modulo 0.8.....	62
TABLA 16. Cálculo de piñón y rueda	62
TABLA 11. Características del primer servomotor.....	70
TABLA 18. Características del piñón.....	72
TABLA 19. Características de la rueda dentada.....	73
TABLA 20. Diseño de engranajes rectos.....	78
TABLA 21. Características del segundo servomotor	79
TABLA 22. Especificaciones técnicas del disco abrasivo	90
TABLA 23. Costo materiales del proyecto.....	93
TABLA 24. Costo mano de obra del proyecto	95

Índice de figuras

Fig 1.Partes de una botella	22
Fig 2.Modelos de botellas	23
Fig 3.Botella de licor más común.	25
Fig 4.Diamante para corte de vidrio	26
Fig. 5 Boquilla De Gas Rosca M10 X1 Taladro Ø 1,2MM L 30MM EC 12	26
Fig 6 Modelo de funcionamiento de la faja.	34
Fig 7. Principales sistemas tomados en cuenta para el diseño de máquina de corte, pulido y moldeado.	46
Fig 8. Distribución y conexión de cada uno de sus procesos de diseño.	48
Fig 9. Matriz morfológica, propuesta de me	49
Fig 10. Modelo de máquina propuesto.	50
Fig 11.Vista isométrica, modelo de máquina propuesto.	51
Fig 12.Partes del motor.	56
Fig 13.Estructura del piñón.	57
Fig 14. Elaboración propia DCL	58
Fig 15.Partes de rueda dentada.	61
Fig 16.Diseño pinzas sujetadoras de botellas.	65
Fig 17.Modelo de Silicona para pinza sujetadora de botella.	65
Fig 18.Sistema de transmisión de engranajes.	66
Fig 19.Diagrama de cuerpo libre, eje sujetador de botella.	67
Fig 20 Carcaza de mano sujetadora de botella.	68
Fig 21 Ensamble de mano sujetadora de botella.	68
Fig 22 modelo de servomotor seleccionado.	70
Fig 23. Piñón para servomotor.	72
Fig 24. Rueda dentada para servomotor.	73
Fig 25. Ensamble de carcasa y componentes.	75

Fig 26. Eje para brazo de mano sujetadora de botella.	77
Fig 27. Dimensiones servomotor D951TW.....	79
Fig 28. Dimensiones servomotor D951TW.....	80
Fig 29. Ensamble de mesa y componentes.....	81
Fig 30. Dimensiones base porta servomotor.....	81
Fig 31. Soporte para riel de porta diamante.....	82
Fig 32. Soporte para riel de porta diamante.....	82
Fig 33. Diseño ensamblado del cortador de botella.....	83
Fig 34. Rodillo para faja transportadora.....	84
Fig 35. Faja transportadora.....	87
Fig 36. Diseño de mesa para faja transportadora.....	88
Fig 37. Ensamblaje del transporte y cortador de botella.....	88
Fig 38. Servomotor acoplado con piñón.....	89
Fig 39. Disco diamantado para pulir vidrio.....	90
Fig 40. Polea dentada. 453.....	91
Fig 41. Circuito de distribución de gas área de moldeado.....	92

Resumen

En este estudio, se propone una alternativa de mejora para mitigar el impacto de los residuos sólidos, que para este caso de estudio son las botellas de vidrio, esta investigación se propone el diseño de una máquina para el corte, pulido y moldeo de botellas de vidrio la cual surge como una opción para darle utilidad a las botellas de vidrio siendo reutilizadas con la finalidad de reducir parte de contaminación ambiental, siendo transformadas en lámparas, vasos, adornos, maseteros y muchos modelos más.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo aplicada tecnológica. El objetivo general de este trabajo de investigación es diseñar una máquina de corte, pulido y moldeo de botellas de vidrio para una producción de 46 botellas cortadas por hora en la ciudad de Chiclayo.

Inicialmente se determinaron las necesidades y principales criterios de requerimiento para el diseño de la máquina cortadora y pulido de botellas. Posteriormente se presentaron las posibles configuraciones de la máquina, para luego diseñarla.

Se realizaron los cálculos analíticos basado en teorías de diseño a los elementos más críticos para su dimensionamiento y selección de componentes de la máquina cortadora y pulido de botellas.

En el diseño de la máquina, para el corte, pulido y moldeo de botellas de vidrio, se diseñó en 3 partes, favoreciendo a su fácil transporte y mantenimiento teniendo como ensamblaje total 3.085 m de largo x 1.178 m alto x 0.61 m de ancho, en el diseño de las pinzas sujetadoras de botella se diseñó teniendo como peso máximo 0.635 kg, para el análisis económico se prevé un crecimiento del 3% en el primer año, teniendo un TIR=26% y un VAN=16.877.

Palabras claves: Botella de vidrio, reciclaje, máquina de corte y pulido.

Abstract

In this study, an improvement alternative is proposed to mitigate the impact of solid waste, which for this case study is glass bottles. This research proposes the design of a machine for cutting, polishing and molding glass bottles. glass which emerges as an option to give use to glass bottles, being reused with the purpose of reducing part of environmental pollution, being transformed into lamps, glasses, ornaments, masseters and many more models.

This research has a quantitative approach and is of an applied technological nature. The general objective of this research work is to design a glass bottle cutting, polishing and molding machine for a production of 46 cut bottles per hour in the city of Chiclayo.

Initially, the needs and main requirement criteria for the design of the bottle cutting and polishing machine were determined. Subsequently, the possible configurations of the machine were presented, and then designed.

Analytical calculations were carried out based on design theories of the most critical elements for their sizing and selection of components for the bottle cutting and polishing machine.

In the design of the machine, for cutting, polishing and molding glass bottles, it is designed in 3 parts, favoring its easy transportation and maintenance, having as a total assembly 303 m long x 95 cm high x 77.5 cm wide, In the design of the bottle clamps, it was designed with a maximum weight of 0.635 kg. For the economic analysis, a growth of 3% is expected in the first year, having an TIR=26% and a VAN=16,877.

Keywords: Glass bottle, recycling, cutting and polishing machine.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El vidrio, vinculado al hombre desde hace 2.100 a.C, siendo usado como elemento de utilidad, decorativo y artístico, según las primeras piezas hechas íntegramente de vidrio, para cual ya se utilizaba la técnica del moldeado utilizando la caña del vidriero, práctica casi inalterada en la actualidad [1]. Uno de los usos más comunes del vidrio es como elemento de utilidad, el 73 % de consumidores considera al vidrio como el material de envasado inoloro, no cede ni absorbe ninguna sustancia, preservando las propiedades originales de los alimentos y bebidas [2].

En Latinoamérica se desechan cada día miles de toneladas de botellas de vidrio, como residuo sólido, muchos de los cuales ocupan lugares y espacios públicos en las ciudades [3]. En muchos países ya se han tomado medidas para contrarrestar la contaminación ambiental mediante el reciclaje de vidrio como lo es en seis países según sin duda alguna Suiza se consolida como el principal país en reciclar 93% de vidrio, 91% de latas y 83% de botellas plásticas, así mismo en América Latina solo se recicla 4,5% de sus desechos, cifra muy reducida en comparación a su promedio mundial [4] .

El Perú no es ajeno a esta realidad según SINIA en su portal de estadística ambiental hasta el 2019 se ha generado un promedio anual de 739240 toneladas de basura. El ministerio de ambiente en su publicación menciona que solo Lambayeque hasta el 2018 ha producido 291 mil toneladas al año de residuos sólidos municipales, mientras que Chiclayo produce anualmente 231,306.35 toneladas de residuos sólidos [5]. De los cuales solo se recicla el 4.1% y solo el 0.5% es vidrio reciclado según INEI en su publicación sobre la eficiencia de la gestión municipal de residuos sólidos en el Perú y sus determinantes [6].

Entre los RSU, está el vidrio en botellas o envases, producto del consumo de bebidas alcohólicas, gaseosas o refrescos, cabe resaltar que este es un material que posee características reutilizables, como el plástico o papel [7]. A raíz de esta oportunidad, surgen nuevas investigaciones, con el propósito de reciclar botellas de vidrios, otorgándoles diferentes usos de acuerdo a las necesidades, lo cual tendrá un impacto en el ámbito, económico, social y sobre todo ambiental [8].

En Chiclayo como en distintos departamentos las botellas de vidrio son llevadas a los rellenos sanitarios disminuyendo así su vida útil, al tener poco valor, su transporte es dificultoso y sumado al poco contacto con las empresas productoras de vidrio tiende a ser poco atendido por lo que buscamos darle otro ciclo de vida para la cual en la presente investigación se propone el diseño de una máquina para el corte, pulido y moldeado de botellas de vidrio la cual surge como una opción para darle utilidad a las botellas de vidrio siendo reutilizadas con la finalidad de reducir parte de contaminación ambiental, siendo transformadas en lámparas, vasos, adornos, maseteros y muchos modelos más.

Teniendo en cuenta investigaciones realizadas en el ámbito internacional:

Gutiérrez, [9] donde realizó un estudio sobre cristalería ecológica a base de botellas de vidrio recicladas, en la ciudad de Quito. Empleando una investigación de tipo aplicada descriptiva, para ello empleó la guía de observación y encuestas como técnicas para recolectar información y el cuestionario de encuesta y ficha de registro como instrumentos. En la cual indica el poco conocimiento sobre el reciclaje, por lo que propone un procedimiento distinto para el reciclaje de botellas de vidrio, teniendo como referencia la proporción de vidrio que se desecha en la parroquia de Cayambe. Luego analizo las distintas técnicas para el corte, pulido, eliminación de impurezas y desinsectación de recipientes. Llevándolo a realizar un análisis de artículos derivados de las botellas de vidrio, de 145 entrevistados, el 95.2% utilizaría vasos derivados de

las botellas de vidrio desechadas, por otro lado 4.8% no emplearía esta clase de vasos. Esta máquina utiliza Niquelita (resistencia eléctrica) la cual produce un aumento de temperatura del área de corte de la botella para crear estrés térmico y permitiendo obtener el corte deseado. Para pulir utilizo una máquina pulidora permitiéndole eliminar los bordes peligrosos a través de conos que permitirán el pulido interno y externo de la boca del vaso. Para el proyecto se realizó un estudio de mercado y económico, teniendo como resultado que sería viable teniendo mucha aceptación en la sociedad, para el cual utiliza una máquina de corte de botella de elaboración propia.

Vergara, [10]; quien realizó una propuesta de modelo de una máquina que corte botellas de vidrio con el objetivo de fabricar lámparas, en la ciudad de Concepción. Con ese fin utilizó una búsqueda de enfoque cuantitativo y de tipo aplicativo, empleando la observación y el análisis documental como técnicas de recolección de datos, utilizó la guía de observación y fichas de registro como instrumentos. Como principales resultados y conclusiones de la investigación, tenemos: El proyecto generó un impacto social basado en elementos de uso cotidiano, siendo “analizados” por procedimientos mecánicos para varios usos y/o fines. El diseño utilizará como sistema electrónico Arduino, el cual le permitirá realizar movimientos y velocidades dirigidas brindando confianza de que no hará algo distinto a lo programado, la cual trabajara como fuente de energía a 220 V mientras que los circuitos internos trabajaran a 12 V y tendría como limitación medidas estándares que varían entre $50 \leq 200$ mm de diámetro, los cuales pueden incluso ser \leq y \geq en 10 o 20 %, teniendo como vida útil un promedio de 95000 botellas cortadas.

Morales, [11]; quien diseñó un sistema para reciclar botellas de vidrios y convertirlos en vasos personalizados, en la ciudad de Buga. Para ello utilizó una investigación aplicada descriptiva, utilizando la observación y análisis documental como técnicas y como instrumentos guía de observación y fichas de registro. Como principales resultados y conclusiones de su investigación, se logró alcanzar un impacto social en el medio ambiente generando empleos

mediante el reciclaje de botellas. Para el diseño mecánico se tuvo en cuenta el tipo de botella a transformar, para ello se determinaron los parámetros de su diseño como la velocidad la fricción y el calor proporcionado en el corte de la botella, asimismo el mecanismo para transportar y rotar las botellas con la finalidad de obtener un sistema seguro. El prototipo creado puede acondicionarse dependiendo de los nuevos requerimientos que tenga el sistema.

Mendieta, [12]; diseñó y construyó una máquina cortadora de envases de vidrio para la producción de vasos a partir de botellas recicladas en la ciudad de Loja. Para ello desarrolló una investigación aplicada descriptiva. Teniendo como técnica la observación y análisis documental y las fichas de registro como instrumentos. Como principales resultados y conclusiones de su investigación determinando: El diseño de la máquina donde se asegura una mayor calidad en el corte de la botella, utilizando mecanismos de precisión, lo cual facilita el proceso. Se logró una producción de 240 vasos diarios lo que representa una viabilidad en comparación con la producción de 150 vasos que se realiza manualmente. La máquina diseñada utiliza el calor mediante níquelina a una temperatura de 300 C, durante un tiempo de 40 segundos, estableciendo una fuerza mínima de 20.24 N y máxima 22.4 N, operando a 13.1 RPM, con un torque de 27.1 N.

A nivel nacional tenemos a Chávez y otros, [13]; quienes realizaron un estudio sobre la reutilización y transformación de botellas de vidrio a vasos. Aplicando una metodología descriptiva, para ello empleo a la encuesta como técnica y el cuestionario como instrumento de recolección de datos, en cuanto a la población de su estudio se centró en los distritos de San Borja Miraflores y Barranco, siendo su población 37,158 personas; el tamaño de su muestra fue de 235 personas. Como principales resultados y conclusiones de su investigación: El proyecto “Q’umir vasos” el cual es a base del 100% de botellas recicladas con la finalidad de satisfacer al mercado preocupado por la conservación ambiental mediante la venta de vasos decorativos, creativos y utilizables basándose en las 291 encuestas online en donde participo el 75% del

género femenino y el 2% del género masculino. Determinando que su enfoque está direccionado hacia las femeninas y basado en sus encuestas concluye que: La tendencia es positiva por parte del cliente para adquirir vasos de vidrio reciclado teniendo un 20.27% dispuestos a pagar más de 21 soles por el paquete de 6 unidades, el 72% prefieren adquirir paquete de seis unidades, para el 35% la calidad y presentación tiene más valor. En conclusión, su modelo de negocio aportaría valor al negocio a través de un vidrio innovador con diseños de presentación y en paquetes de 6 unidades.

Caldas, [14] Implementó el proceso HOPE para reciclar botellas de vidrio en una discoteca de la ciudad de Huánuco. La investigación fue de tipo aplicada longitudinal prospectiva, con un enfoque mixto no experimental. Utilizó como método el análisis documental y la observación, utilizando fichas de registro para la recopilación y tratamiento de la información. La población de su estudio estuvo modelada por el número de botellas no retornables recicladas entre mayo del año 2018 y enero del 2019, en cuanto a la muestra de análisis fue voluntaria y se tomó el número de botellas recicladas por semana de los meses noviembre, diciembre del 2018 y enero del 2019. Como principales resultados y conclusiones de su investigación tenemos: Se realizó un análisis de la cantidad generada de botellas de vidrio no retornables, antes y después de la implementación del proceso Hope en la discoteca Kilombo. Teniendo como metodología de estudio la observación directa con el fin de examinar los cambios producidos en la evolución, teniendo como resultado un promedio de 535 botellas por semana dentro de los 8 meses de estudio, el mes de enero como el mes más bajo y diciembre como mes pico un total de 3155 botellas no retornables.

Castañón, [15]; realizó un estudio sobre el Utilizo una investigación con enfoque cualitativo descriptivo, utilizando el análisis documental y bibliográfico como técnicas e instrumentos recolección de datos. Como principales resultados y conclusiones de su investigación, se terminó que la reutilización de botellas de vidrio ofrece gran oportunidad para

el crecimiento y desarrollo social mejorando los ingresos económicos de los involucrados, así mismo contribuye al cuidado medioambiental, existe evidencia de un gran creatividad para la reutilización de las botellas de vidrios donde se aprovecha la materia prima en su totalidad siendo de gran provecho para el comercio, por otro lado existen barreras en la gestión pública limitando los procesos de reciclaje de residuos sólidos, limitando el crecimiento de esta industria como es el envase de vidrio.

El actual estudio fue argumentado teniendo en cuenta los diferentes aspectos:

Este estudio se justifica técnicamente ya que se necesitará menos personal como espacio para el proceso de corte, pulido y moldeado de las botellas de vidrio, ayudando así a reducir tiempo de traslado de un proceso a otro, el cual es tedioso y se necesita más personal.

En el ámbito ambiental, se plantea el uso de las botellas de vidrio no retornable, contribuyendo a reducir la contaminación mediante el reciclaje, que al no ser usada acaba por quedarse a la intemperie.

En cuanto al ámbito económico, aumentará la posibilidad de generar dinero mediante la venta de vasos o producto generado a partir de las botellas reciclada, reduciendo no solo costo de producción al obtener la materia prima del reciclaje si no también el costo de mano de obra al obtener de una misma maquina todo el proceso de fabricación.

En cuanto a la justificación social, este proyecto ayudará a generar empleo mediante un negocio propio contribuyendo a concientizar sobre el reciclaje en favor del planeta y la sociedad.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál sería las configuración y dimensión del diseño de una máquina de corte, pulido y moldeado de botellas de vidrio para una producción de 1500 botellas cortadas en la ciudad de Chiclayo?

1.3. Hipótesis

Será posible el diseño de una máquina para el corte, pulido y moldeado de botellas de vidrio no retornables.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Diseñar una máquina de corte, pulido y moldeado de botellas de vidrio para una producción de 46 botellas cortadas por hora en la ciudad de Chiclayo

Objetivos específicos

- Determinar las necesidades y principales criterios de requerimiento para el diseño.
- Determinar las posibles configuraciones de la máquina, para su posterior diseño.
- Realizar el cálculo analítico basado en teorías de diseño a los elementos más críticos para su dimensionamiento y selección de componentes de la máquina.
- Realizar el análisis de la viabilidad económica del proyecto.

1.5. Teorías relacionadas al tema

El vidrio:

Material creado por el hombre, desde 12.000 años AC. Según piezas halladas de cerámica con revestimiento vítreo, o esmaltadas, 30 A.C. se inventó la vara de soplo; En la era cristiana, los romanos produjeron el vidrio plano para las ventanas en señal de status y poder. En siglo XVIII Friedeich Siemens pudo modificar la situación al iniciando la fabricación de piezas en forma de bulbos para los focos inventados por Edison en el horno de recuperación térmica [16].

Características del vidrio:

Es una materia inorgánica, dura, frágil, amorfo e inoloro. Se utiliza una serie de sustancias para darle coloración al vidrio, o para hacerlo ya que este presenta una la tonalidad verde o parda. Es utilizada en la fabricación de diversos objetos ventanas, botellas lentes, entre otros [17].

Clasificación del vidrio:

Formación por soplado automático: El vidrio entra en un molde hueco teniendo la forma del objeto final, una vez cerrado se inyecta aire comprimido en su interior dando paso a que el material se adapte a sus paredes. Enfriándose, se abre el molde y se extrae el objeto. Técnica usada en la fabricación de botellas, frascos, vasos, etc.

Formación por flotación sobre un baño de estaño: Técnica usada para obtener láminas de vidrio. El material fundido se vierte en un depósito conteniendo estaño líquido. El vidrio posee una densidad mayor que el estaño, al distribirse con el estaño (flota) creándose una

lámina, arrastrada por un sistema de rodillos, pasando a un horno de recocido, donde se enfría para luego ser cortadas en láminas.

Formación por laminado: Una vez fundido pasa mediante un sistema de rodillos de laminado granados o lisos. Técnica usada en la fabricación de vidrios de seguridad, método parecido al anterior, cambiando solo el dispositivo de corte, que tiene unos rodillos para dar forma y/o grosor a la lámina, antes de cortarla [18].

Tipos de vidrio:

De acuerdo al volumen de producción se clasifican en comerciales y especiales [16]

TABLA 1.

TIPOS DE VIDRIO POR SU COMPOSICIÓN.

Componentes (%)	Sódico -calcio	Plomo	Borosilicato	Sílice
Sílice	70-75	53-68	73-82	96
Sodio	12-18	5-10	3-10	0
Potasio	0-1	1-10	0,4-1	0
Calcio	5-14	0-6	0-1	0
Plomo	0	15-40	0-10	0
Boro	0	0	5-20	3/4
Aluminio	05-3	0-2	2-3	0
Magnesio	0-4	0	0	0

Nota: materiales de construcción, (pag.3) G, Barluenga, Universidad de Alcalá 2008

Propiedades Físicas y químicas del vidrio:

Propiedades físicas: Para Marineli [16], se deben tener en cuenta los:

- **Color:** Tonos verdes y pardos
- **Densidad:** 2,49 g/cm³ a 25°C
- **Índice de refracción:** de 1,52 a 1,53 a 589nm³
- **Calor específico:** 0,20 cal/g°C a 25°C
- **Punto de fusión:** 500 °C otros necesitan 1.650 °C para fundir.

Propiedades químicas.

- **Durabilidad o Resistencia Química:** Es la que ofrece al ponerlo en contacto con el agua o con agentes atmosféricos, como ácidos, bases y sales, propiedad llamada durabilidad química, el vidrio tiene una resistencia excelente excepto al fluorhídrico, y a las soluciones alcalinas frías. Por lo que es usado como envase de reactivos químicos [19].

Botella de vidrio:

Las botellas de vidrio son diseñadas, controladas y fabricadas con la finalidad que puedan cumplir de forma satisfactoria y segura mediante su uso correcto. Se utilizan para aquellos productos con propiedades que no se alteran bajo los efectos de la luz [10]. Satisface las exigencias de modernas líneas de llenado la cual garantiza la seguridad alimentaria [20].

Partes de la botella:

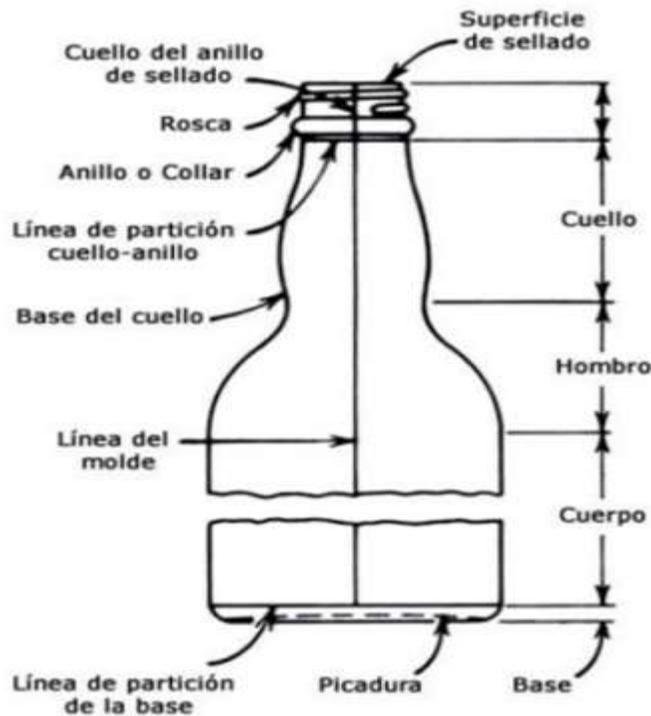


Fig 1. Partes de una botella

Nota: tomado de Propuesta de Mejora del Proceso de Formación de Envases de Vidrio Usando la Herramienta smed en la Empresa Owen Illinois (pág.-), 2017, PERU.

Características técnicas de la botella:

Las botellas de vidrio cuentan con una ficha técnica donde constan las especificaciones técnicas requeridas para su fabricación.

- Diámetro interior y exterior de la boca (mm)
- Tipo de boca o terminado
- Altura máxima (mm)

- Capacidad (ml)
- Peso (gramos)
- Color



Fig 2. Modelos de botellas

Nota: tomado de Guía rápida de referencia –Bebidas alcohólicas. MINCETUR-2009.

Existe diferentes modelos, tipos y espesores de botellas de vidrio esto debido al uso y característica del producto a contener

TABLA 2.

TIPOS DE VIDRIO POR SU COMPOSICIÓN.

Espesor (mm)	Tolerancia (mm)
1,75	±0,2
2,00	±0,2
2,25	±0,2
2,75	±0,2
3,30	±0,2
3,80	±0,2
5,00	±0,2
5,50	±0,2
6,50	±0,2
7,50	±0,3
8,00	±0,3
9,00	±0,3
11,00	±0,3
13,00	±0,3
15,00	±0,3
16,00	±0,5
17,00	±0,5

Nota: Propuesta de diseño y fabricación de máquina cortadora de botellas de vidrio para fabricación de lámparas (pág. 28), 2018, Universidad Técnica Federico Santa María -Sede de Concepción - Rey Balduino de Bélgica.

Las botellas más comunes de licores son de 75 cl. con un tamaño estándar de 30.8 cm.

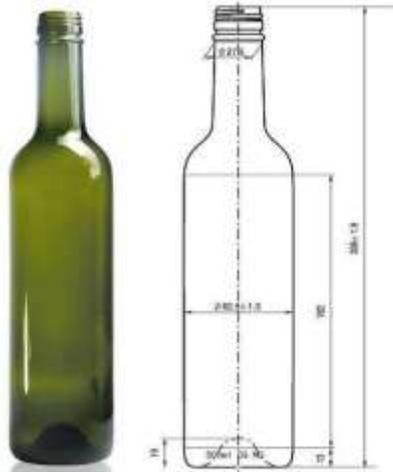


Fig 3. Botella de licor más común.

Nota: tomado de <https://www.pinterest.es/pin/471259548486280482/>

Rueda de diamante para el corte de vidrio

El modelo y forma del diamante posee características especiales:

- Viscor-HM (Hard metal) Rueda de corte de vidrio de carburo de tungsteno.
- Aleación Especial de alto grado de dureza.
- Extra durable y larga vida útil entre 5000 a 10000 mts depende del operador.
- Cortes lisos y suaves, bordes rectos.
- Fácil de instalar en cualquier cortador de vidrio, mediante el pin que entra y sale de la rueda.

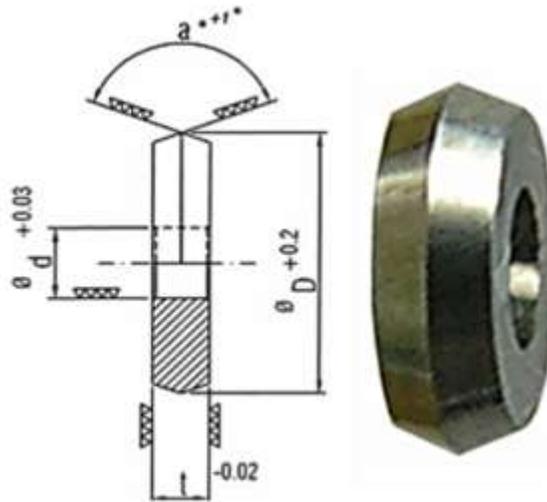


Fig 4. Diamante para corte de vidrio

Nota: en la imagen se pueden apreciar las medidas necesarias para la selección del diamante a ser usado, tomado del catálogo de Herramientas vidrio (pág.3).

Boquillas

Boquillas o toberas utilizadas en freidoras y cocinas industriales, usadas en procesos de soldadura, permiten el paso reducido de gas según su uso.



Fig. 5 Boquilla De Gas Rosca M10 X1 Taladro Ø 1,2MM L 30MM EC 12

Nota: Tomado de La pagina <https://aomegaparts.com/product/boquilla-de-gas-rosca-m10x1-taladro-o-12mm-l-30mm-ec-12/>

Motor de corriente continua

Motor eléctrico rotativo que genera energía mecánica a través de energía eléctrica de corriente continua, los más conocidos utilizan las fuerzas producidas en el campo magnético, a través de algún dispositivo electromecánico o electrónico que permite variar el flujo de corriente en una de las partes del devanado, en un amplio rango, ya sea mediante una tensión de variable o modificando la intensidad de la corriente. Los motores pequeños son usados para herramientas, juguetes y electrodomésticos. Para la selección del motor es necesario saber la velocidad de giro y la fuerza a la que estará sometido [21].

Velocidad de giro

Se le conoce como la velocidad que gira un eje o herramienta con respecto a la unidad de tiempo y se representa por rps o rpm [22].

Fuerza de rozamiento

$$Fr = W * \mu$$

$$Fr = \text{Fuerza de rozamiento}$$

$$W = \text{masa}$$

$$\mu = \text{coeficiente de rozamiento}$$

Coefficiente de rozamiento

Se le denomina así por la constante de proporcionalidad μ_s , tanto el coeficiente estático como el dinámico dependen de su naturaleza y superficie, el material de contacto es (cobre - vidrio; vidrio - goma) tomados en cuenta para el diseño se selecciona un valor máximo

de 0.25 como coeficiente de rozamiento estático teniendo como referencia material de contacto (madera –vidrio) [23].

TABLA 3.
COEFICIENTES DE ROZAMIENTO.

Materiales en contacto	Coeficiente de rozamiento estático μ_s	Coeficiente de rozamiento cinético μ_k
<i>Hielo -Hielo</i>	<i>0.1</i>	<i>0.03</i>
<i>Vidrio-Vidrio</i>	<i>0.9</i>	<i>0.4</i>
<i>Madera -Cuero</i>	<i>0.4</i>	<i>0.3</i>
<i>Madera -Vidrio</i>	<i>0.25</i>	<i>0.2</i>
<i>Madera -Madera</i>	<i>0.4</i>	<i>0.3</i>
<i>Madera Acero</i>	<i>0.34</i>	<i>0.3</i>
<i>Acero -Hielo</i>	<i>0.03</i>	<i>0.02</i>
<i>Acero- laton</i>	<i>0.5</i>	<i>0.4</i>
<i>Acero-Teflon</i>	<i>0.04</i>	<i>0.04</i>
<i>Teflon -Teflon</i>	<i>0.04</i>	<i>0.04</i>

Nota: tomado de la Propuesta de diseño y fabricación de máquina cortadora de botellas de vidrio para fabricación de lámparas [10].

Engranajes

Conjunto de ruedas dentadas, conjugadas, siempre con superficie cónica o cilíndrica, permitiendo transmitir movimiento a través de sus dientes tallados, según los ejes en las posiciones montadas, la pieza o engranaje de menor tamaño se le conoce como piñón y la rueda con el diámetro mayor, como rueda [24].

Selección de engranajes

Si bien es de conocimiento que existe dos tipos de rueda dentadas cilíndricas y cónicas, las cuales cada una tienen características distintas.

TABLA 4.
CALCULO DE ENGRANAJES

Nombre	Descripción	Formula
Distancia entre centros	Distancia entre el eje del piñón como de la rueda dentada	$C = \frac{d_1 + d_2}{2} = m * \frac{z + z}{2}$
Diámetro primitivo	Resultado del módulo por el número de dientes	$d = m * z$
Modulo	Es igual a al diámetro primitivo entre el número de dientes	$m = \frac{d}{z}$
Addendum	Cabeza del diente; Si el diente es corto la formula cambia ($a = 0.75 * m$)	$a = 1 * m$
Dedendun	Pie del diente; Si el diente es corto la formula cambia ($b = 1 * m$)	$b = 1.25 * m$
Espacio libre	Si el diente es corto la formula	$c = 0.25 * m$

fondo	cambia ($c = 0.25 * m$)	
Profundidad del diente	Si el diente es corto la formula cambia ($h = 1.75 * m$)	$h = 2.25 * m$
Paso circular del diente	Es igual a pi por el modulo	$p = \pi * m = \frac{\pi * d}{z}$
Espesor del diente	Es igual a pi por el modulo entre 2	$e = \frac{\pi * m}{2} = \frac{p}{2}$
Numero de dientes	Si se tratara de un tren de engranajes la formula cambia $z_1 = \frac{d_1}{m}; z_2 = \frac{d_2}{m}$	$z = \frac{d}{m}$
Diámetro exterior	Es igual a diámetro primitivo más 2 por el modulo	$d_e = m * (z + 2)$ y/o $d_e = d + 2 * m$
Diámetro base	Es igual a modulo por numero de dientes por el ángulo de alfa.	$d_b = d \cos \alpha = m * z * \cos \alpha$
Paso base	Es igual a paso circular por ángulo alfa	$p_b = \frac{\pi * d_b}{z} = p * \cos \alpha$
Diámetro del fondo	Es igual al diámetro primitivo menos 2.5 por el modulo	$d_1 = m * (z + 2.5)$ $d_1 = d - 2.5 * m$
Longitud del diente	Según cálculo de diente, B puede llegar a ($B = 15 * m$) y mas	$B = 8 \text{ a } 10 * m$

Tabla 5.

Formulas usadas para hallar las fuerzas, momentos y componentes en engranajes rectos.

Formulas usadas para hallar las fuerzas, momentos y componentes en engranajes rectos		
nombre	formulas	
Componente radial y tangencial	$W_t = F_{32}^t$	$W_t = (33000 * \frac{H}{V})\text{lbf}$ $W_t = (\frac{60000 H}{\pi d n})\text{kn}$
Par torsor	$T = \frac{d}{2} W_t$	
Potencia transmitida	$H = T\omega = (W_t d/2)\omega$	
Velocidad línea de paso	$V = (\frac{d}{2})\omega$	$V = (\frac{\pi d n}{12})\omega$
Fuerzas del engrane	$F_a^r = F_{a2}^t \tan 20$ $F_a = F_{a2}^t / \cos 20$	

Nota: Budynas.R y Keith (2012) Cap. Engranajes rectos y helicoidales. En P. Roig (Ed.) DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY (704-794) McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Rodamientos

Para la selección de rodamientos se tiene en cuenta que es muy importante, saber que no se busca diseñar, sino seguir las especificaciones del fabricante.

Rendimiento y condición de funcionamiento.

Se debe tener en cuenta la velocidad de giro, lubricación, carga axial, temperatura [25].

Tipo de rodamientos y disposición

Depende mucho de la posición del eje, si requerimos para un lado libre se utiliza rodamientos de rodillos cilíndricos y si es fijo rodamiento con elementos rodantes universal. El rodamiento cilíndrico puede soportar variación térmica por dilatación del eje y dé fácil mantenimiento, el rodamiento con elementos rodante de una hilera de 40° de contacto angular es ideal para soportar cargas axiales medias a altas velocidades [25].

Tamaño del rodamiento, apoyó del lado libre

Están dadas de acuerdo al funcionamiento de trabajo y a los efectos producidos por fatiga en rodadura, las que indican que el tamaño debe calcular con la vida nominal básica y la vida nominal SKF [25].

Vida nominal básica.

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60n}\right)\left(\frac{156}{P}\right)^{0.33} > 1000000 h$$

Donde: $P = F_r$

Vida nominal skf.

$$L_{10h} = a_{SKF} * L_{10h}$$

Lubricación

La lubricación en rodamientos es muy importante para un correcto funcionamiento y confiable, con la finalidad de reducir fricción, impedir desgaste y para protección de superficies de rodamientos ante una posible corrosión hasta una posible refrigeración. es por ello que se debe seleccionar entre si usar grasa o aceite, si el aceite o grasa selecciona es la indicada [25].

Temperatura y velocidad de funcionamiento.

Se basa en un análisis térmico mediante un análisis del equilibrio térmico. La velocidad límite de giro debe ser menos de 50% para el apoyo libre y para el fijo 56%, si se tratara de un rodamiento de hilera de bolas, la velocidad se reduce un 20% [25].

Interfaces del rodamiento.

Se debe comprobar que las tolerancias en los asientos del rodamiento para asegurarse de que los rodamientos deben montarse con los ajustes adecuados. Teniendo el eje estándar, el soporte de fundición, las cargas de velocidad y temperaturas de rodamientos, que se encuentran en condiciones estándares, pueden aplicar las Tolerancias de los asientos para condiciones estándar [25].

Versión del rodamiento.

El ajuste para los aros interiores, exteriores y la diferencia de temperatura entre los dos es 10 °C (20 °F), lo que ayuda a reducir el juego interno. Los otros factores son insignificantes [25].

Sellado, montaje y desmontaje.

El sellado es adecuado para las aplicaciones lubricadas tanto con grasa como para aceite, manteniendo un rango de temperatura con una capacidad de velocidad del compuesto de caucho de nitrilo; Para el montaje se puede realizar en caliente usando una placa eléctrica o un calentador de inducción llegando a calentar el aro interior a 100 °C (210 °F) [25].

Selección de faja transportadora de productos.

La selección de faja es importante para poder diseñar, la forma de como abastecer de productos de una forma más rápida, segura y constante.

- Longitud de transporte = I_T
- Longitud geom. De la banda = L_g
- Ancho de la banda = b_0
- Carga total = m
- Ángulo de contacto = β
- v = aprox. en m/s
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Masa de los rodillos = m_R (todos los tambores excepto el motriz)

TABLA 6.

COEFICIENTES DE ROZAMIENTO

	<i>0,A0,E0,T,U0,P</i>	<i>NOVO</i>	<i>U1,V1,VH</i>	<i>UH,V2H,U2H,E0,A0,V5H,V10H</i>
$\mu_T(\text{mesa})$	0,33	0,33	0,5	0,5
$\mu_S(\text{rodillo})$	0,033	0,033	0,033	0,033
$\mu_{ST}(\text{acumulacion})$	0,33	0,33	0,5	0,5

Nota: tomado de Forbo Siegling GmbH pdf, 2014, pag.4

Dimensionamiento de faja

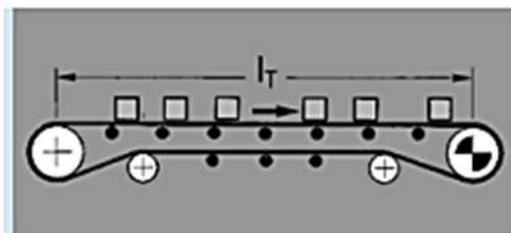


Fig 6 Modelo de funcionamiento de la faja.

Nota: tomado de Forbo Siegling GmbH pdf, 2014, pag.3

Para obtener la masa total (m), se obtiene mediante la siguiente expresión, tomando el modelo seleccionado de la faja a trabajar según la figura mostrada.

$$m = lT . \text{peso por metro de la mercancía transportada}$$

$$mB = 157,5 \text{ kg } (kg/m^2 \times L_g \times b_o)$$

Donde:

Lg = Longitud de la banda

bo = Ancho de la banda

Fuerza tangencial de la banda

La banda estará sometida a una fuerza tangencial (FU).

$$FU = \mu_T \cdot g \left(m + \frac{m_B}{2} \right) + \mu_R \cdot g \left(\frac{m_B}{2} + m_R \right)$$

Donde:

μ_T = Coeficiente de rozamiento de la mesa

g = Gravedad

m_b = Masa de la banda

m = Carga total

μ_R = Coeficiente de rozamiento del rodillo

m_R = Masa de rodillo

Fuerza de tracción máxima de la banda

$$F1 = FU \cdot C1$$

Donde:

FU = Fuerza tangencial

C1 = Característica del recubrimiento de cara de acuerdo al ángulo de contacto

TABLA 7.

RECUBRIMIENTO DE LA CARA INFERIOR

Recubrimiento de la cara inferior Slegling Transilon	V3, V5, U2, A5, A3			V1, U1, UH, U2H, V2HV5H			0, U0, NOVO, E0, A0, T,P		
	180°	210°	240°	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso.									
seco	1.5	1.4	1.3	1.8	1.6	1.5	2.1	1.9	1.7
Mojado	3.7	3.2	2.9	5	4	3	no recomendable		
Tambor con Forro de Fricción									
Seco	1.4	1.3	1.2	1.6	1.5	1.4	1.5	1.4	1.3
Mojado	1.8	1.6	1.5	3.7	3.2	2.9	2.1	1.9	1.7

Nota: tomado de Forbo Siegling GmbH pdf, 2014, pag.4

$$(F1)/b_0 \leq C2$$

Donde:

F1 = Fuerza de tracción máxima

b₀ = Ancho de la banda

C₂ = 2 x k1 %

Diámetro mínimo del tambor motriz

Para el diseño de ejes, se calcula el diámetro mínimo del tambor motriz mediante la siguiente expresión:

$$dA = \frac{FU * C_3 * 180}{b_o * \beta}$$

Donde:

FU = Fuerza tangencial

b_o = Ancho de la banda

β = Angulo de contacto

C₃ = Según características del fabricante

TABLA 8.

FACTOR C3 PARA TAMBOR MOTRIZ

Recubrimiento de la cara inferior Slegling Transilon	V3,V5,U2,A5,E3	V1,U1,UH	0,U0,NOVO,T,P
Tambor de acero liso.			
seco	25	30	40
Mojado	50	no recomendable	no recomendable
Tambor con Forro de Friccion			
Seco	25	25	30
Mojado	30	40	40

Nota: tomado de Forbo Siegling GmbH pdf, 2014, pag.4

Potencia PA en el tambor motriz

La potencia del tambor se calcula mediante la siguiente formula:

$$PA = \frac{FU \cdot v}{1000} = [kW]$$

Donde:

FU = Fuerza tangencial

v = Velocidad de faja

Potencia del motor necesaria PM

Gracias a la potencia del tambor, se determina la potencia del motor mediante la siguiente expresión:

$$P_M = \frac{P_A}{\eta} [kW]$$

PA = Potencia en el tambor motriz

η = Potencia requerida del motor

Carga sobre los ejes en funcionamiento

La carga en cada eje de tambor es necesario para determinar su correcto funcionamiento para la cual podemos definirla hallando F_{w1} = eje 1, mediante la siguiente expresión:

$$F_{w1} = 2 \cdot F_1$$

$$F_2 = F_1 - F_U$$

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y de tipo aplicada tecnológica.

Diseño de la investigación.

La investigación mantiene un diseño experimental.

2.2. Variables, operacionalización

a) Dependientes:

- ✓ Tiempo de corte
- ✓ Materiales de fabricación
- ✓ Dimensiones de maquina

b) Independientes:

- ✓ Espesor del vidrio de botella
- ✓ Calidad del vidrio
- ✓ Temperatura de fusión del vidrio.
- ✓ Tiempo de pulido
- ✓ Tiempo de moldeado

TABLA 9.

Variables Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Tiempo de corte	<p>Espesor del vidrio.</p> <p>Capacidad de corte.</p>	<p>Clasificación</p> <p>Velocidad</p> <p>Espesor</p>	rpm	Análisis de Documentos.
Materiales de fabricación	Tablas, cálculos matemáticos		mm	
Dimensiones de maquina	Tamaño, ancho y altura.		m	
	Potencia instalada		kW	

Nota: cuadro de elaboración propia teniendo en cuenta las distintas variables a vencer para identificar las variables dependientes.

TABLA 10.

Variables Independientes	dimensiones	Indicadores	Índice	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de medición
Espesor del vidrio de botella	Diámetro	Distancia entre apoyos Distancia interna Distancia externa	mm	Análisis de Documentos.	Vernier Inspección visual
	Uso	Tablas, Color, Fragilidad, Forma			
Calidad del vidrio	Propiedades físicas	Densidad, Dureza, Viscosidad	tablas		Inspección visual
	Propiedades químicas	Desvitrificación, Inercia química			
	Propiedades mecánicas	Dilatación, Elasticidad, Resistencia, Fragilidad			
	Propiedades ópticas	Brillo, Índice de refracción, Transparencia			
Temperatura de fusión del vidrio.	Proceso fabricación de vidrio	Técnica temperatura	C°		Termómetro Inspección visual
Cantidad de reciclaje de botella	% de consumo	Técnicas de reciclaje Precio, demanda del mercado	und		
Tiempo de pulido	Calidad del vidrio	Calidad		Calidad e	
Tiempo de moldeado		Proceso térmico	°C	inspección visual	

Nota: cuadro de elaboración propia teniendo en cuenta las distintas variables a vencer para identificar las variables independientes.

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población de estudio: No aplica.

Muestra: No aplica.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica de recolección de datos:

Con el fin reunir datos y analizar la información, se utilizaron los siguientes métodos:

Análisis documental o bibliográfico: Se tomarán en cuenta información de diversas publicaciones oficiales tales como: revistas, libros, tesis, artículos científicos, normas, etc.

Instrumentos de recolección de datos:

Para obtener los datos y analizar la información, se emplearon los siguientes métodos:

Ficha de investigación: Mediante esta herramienta, se alcanzó a reunir información importante de artículos científicos, papers y tesis; tomándose criterios como: Origen de la publicación, año de la publicación, autor, el tema y la problemática de estudio, métodos utilizados, resultados y conclusiones de la investigación (Anexo 2).

TABLA 11.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Técnicas	Instrumentos	Objetivo
Análisis documental	Ficha de investigación	Se analizarán investigaciones relacionadas al tema, para ver los diferentes diseños de máquinas cortadoras de botellas de vidrio.

Nota: Elaboración Propia

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Para poder obtener los datos e información necesarios en nuestro proyecto de tesis, es necesario utilizar algunas herramientas para tal fin, por lo que se han considerado los siguientes métodos:

Bombas de búsqueda: Herramientas utilizadas para recopilar información, es importante y necesario utilizar motores de búsqueda (Google Scholar, Scirus, etc.), ya que esto nos facilita la búsqueda de la ciencia de la información que anteriormente fue realizada por otros investigadores.

Los procedimientos en el análisis; se usarán para el procesamiento de información con la finalidad de verificarlo y brindarle una justificación, por esta razón se deben seguir los siguientes pasos:

Depuración de datos: análisis encargado de corregir inconsistencias de datos que causen la aparición de registros duplicados o incorrectos.

Selección de programas estadísticos (Excel): Este programa nos ayudara a llegar a los resultados propuestos, obteniendo datos que se puedan analizar.

Aplicación del programa seleccionado: Programa en el cual programar manualmente los datos obtenidos pudiéndose analizar correctamente.

Interpretación de datos obtenido: Busca interpretar y entender los resultados, bajo un nivel de confianza.

2.6. Criterios éticos

Señalan que la información mostrada en la investigación, nacen bibliografías confiables y de estudios revisados. La información obtenida de entidades públicas y privadas, es de gran veracidad, basados en Código de ética del CIP.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Determinar las necesidades y principales criterios de requerimiento para el diseño.

Se realizó la recopilación de datos de diferentes investigaciones de fabricación del vidrio, teorías y normas de diseño, comercializadores de envases de vidrio. Para Chávez, [13] concluye que existe “La inclinación del cliente para adquirir vasos de vidrio reciclado”.

Lo cual es favorable, teniendo en cuenta que el 90 % piensa que la cristalería ecológica es buena. Teniendo puntos críticos para el diseño y desarrollo del producto, como: calidad y acabados, apariencia, higiene y procedencia de las botellas, fragilidad del producto, como resultado de sus encuestas de Gutiérrez [9] .

La máquina será operada manualmente, con un sistema operativo (control y mando), deben ser básicos, con un fácil manejo, operación, mantenimiento y seguridad.

Teniendo en cuenta que es una maquina sin ninguna similitud con alguna maquina en el mercado, se diseñara para cubrir una producción de 46 cortes de botellas por hora laborando un promedio de 8 horas diarias, la cual puede ser modificada para una producción mayor o menor de acuerdo a la necesidad del cliente, esto dependerá de la cantidad de botellas recicladas, en la actualidad no hay una educación e interés en el reciclaje de botellas sin tomar en cuenta el uso que le damos, la empresa Piccoli establecida en Chiclayo y dedicada a la venta de cocteles de distintos sabores en el 2015 tenía previsto la venta de 6010 botellas de 500ml y 21.306 botellas de 750 ml solo en el mes de enero y una venta de 474.319 botellas al año [26], sin tomar en cuenta el resto de bebidas alcohólicas que se venden en Chiclayo, con la producción de cocteles de la empresa Piccoli estaría cubierta la demanda mensual.

Necesidades a tener en cuenta para el diseño Maquina			Resultados		
Cantidad necesaria de botellas a cortar y producción mensual.	N°Cortes	Tiempos	N° horas x día	Cantidad x día	Cantidad x mes
	46	1 hora	8 horas	368 cortes	9568 cortes
Tiempo de giro de la botella	Se sabe que $\omega = 0.22 \pi rad/s$		$\omega = 2\pi * t$ $\frac{0.22\pi rad/s}{2\pi} = t$ $t = 28s$		
Números de giro	Numero de giro al contacto con el diamante.	1	1 vuelta = 28 s		
	Numero de giro al contacto con la llama.	2	2 vueltas = 56 s		
Tiempo del proceso de corte de botella	Se sabe que se cortara 46 botellas en una hora.		$46 \text{ botellas} = 1 \text{ hora}$ $46 \text{ botellas} = 60 \text{ min}$ $botella = \frac{60 \text{ min}}{46}$ $1_{botella} = 1_{Corte} = 1.3 \text{ min}$ $= 90 \text{ segundos}$		
Dimensiones de la maquina	Largo, Alto y Ancho de la		303 m de largo x 95 cm alto x 77.5 cm de ancho		
Fácil Mantenimiento	Estructura deberá tener medidas estándares aproximada		70 cm < Altura > 80 cm 25cm < Ancho > 55 cm 80 cm < Largo > 120 cm		

Estructura de funciones

Etapa de estructuración del diseño de la máquina, partiendo desde los principios técnicos, secuencia de operaciones, agrupándolas y estableciendo la estructura de las funciones de la máquina en la figura y su respectiva secuencia de procesos como lo muestra el diagrama.



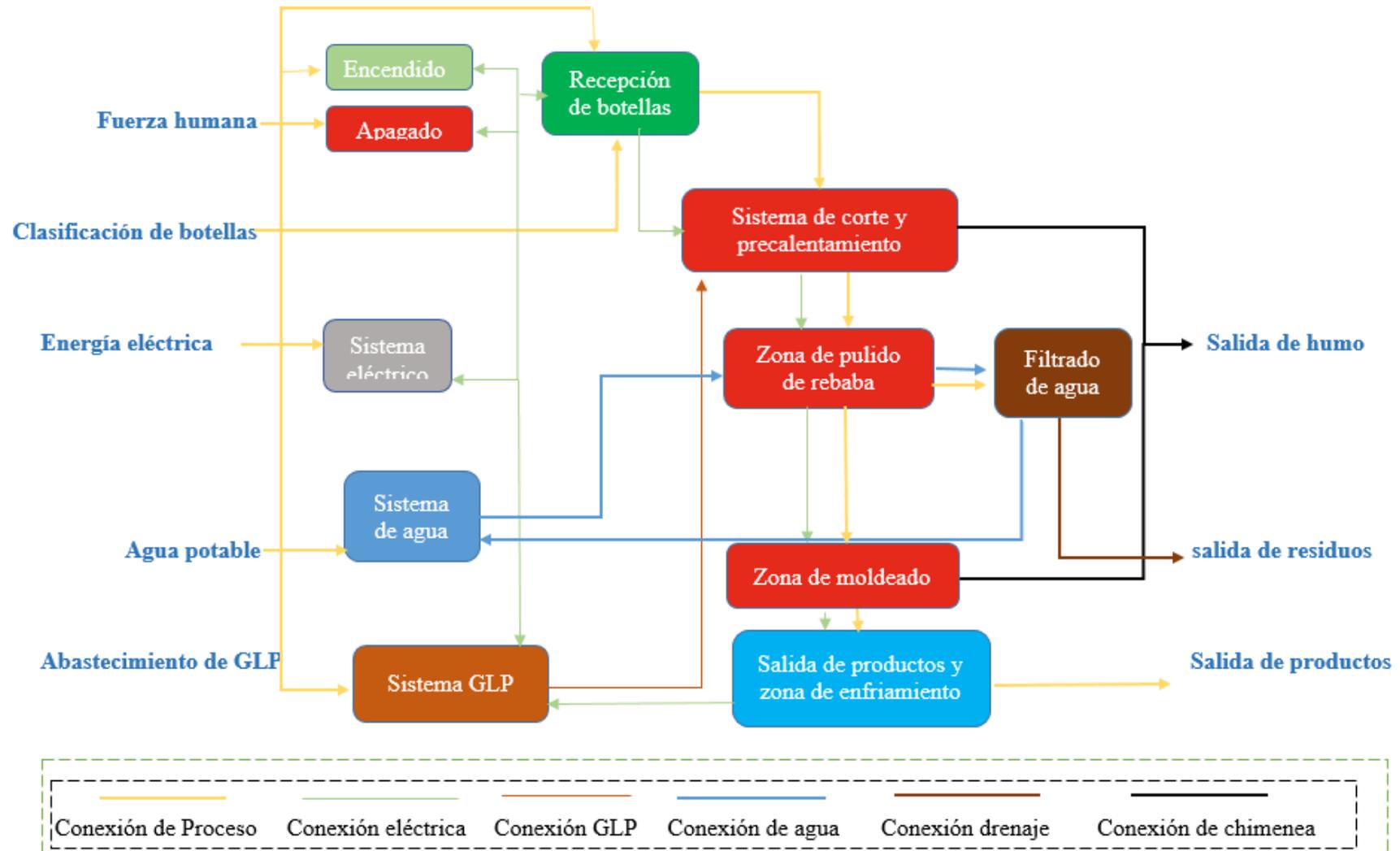
Fig 7. Principales sistemas tomados en cuenta para el diseño de máquina de corte, pulido y moldeo.

Criterios técnicos de diseño

Como se puede apreciar en el diagrama siguiente, en el que se tiene en cuenta la distribución y conexión de cada uno de sus procesos.

- Sistema de anclaje al área de trabajo
- Sistema de control y monitoreo
- Sistema de mantenimiento.
- Sistema de abastecimos

Fig 8. Distribución y conexión de cada uno de sus procesos de diseño.



3.1.2. Determinar las posibles configuraciones de la máquina, para su posterior diseño.

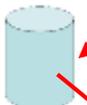
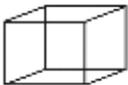
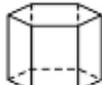
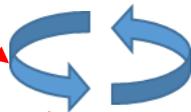
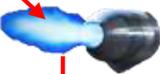
Recepción de botellas	 Personal humano	 Faja transportadora	
Geometría de área de corte	 Cilíndrica	 Cuadrado	 Hexagonal
Movimiento de botellas	 Lineal	 Rotatorio	
Sistema de corte	 Rueda diamantada	 Resistencia eléctrica	
Generador de calor	 Válvula de gas 240 v	 Válvula de control	 Fuego directo
Pulidor de vidrio	 Disco plano abrasivo	 Disco diamantado cónico	 Piedra abrasiva
Zona de enfriamiento	 Viento	 Ventilador industrial	
Flujo de calor	 Flujo de calor	 Fuego directo	
Sistema de control	 Sistema de control	 Personal humano	

Fig 9. Matriz morfológica, propuesta de me

Alternativa de solución

Se presenta un modelo de configuración obtenida mediante la matriz morfológica, para la cual se obtuvo un proceso de fajas de transporte previos a una selección botellas, pasando a la cámara de corte, en el cual hace uso de una rueda diamantada, para el pulido se optaría por el uso de una piedra abrasiva y para el moldeado se hace uso de la válvula de control de gas Robert Shaw mili voltios con fuego directo con una estructura cuadrada, teniendo un operario para su manipulación de proceso.

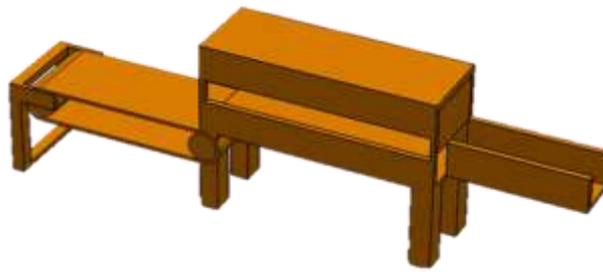


Fig 10. Modelo de máquina propuesto.

Como se muestra en la figura, el diseño contempla una estructura circular con una manipulación mediante un operario para su ingreso al área de corte de botella mediante transferencia de calor, con el uso de una resistencia ubicada en un punto único, pasando al área de pulido haciendo uso con un disco plano abrasivo # 100 y un disco cónico abrasivo # 100 culminando el proceso de moldeado con fuego directo a través de una válvula de gas Robert Shaw 240v pasando a la zona de enfriamiento mediante una faja transportadora.

En la figura 30 se muestra la solución #3 mediante la manipulación del proceso, mediante un operario, optando con una estructura hexagonal como cámara de proceso para el corte, pulido y moldeado de botellas de vidrio, finalmente saliendo del proceso mediante una faja para su respectivo enfriamiento.

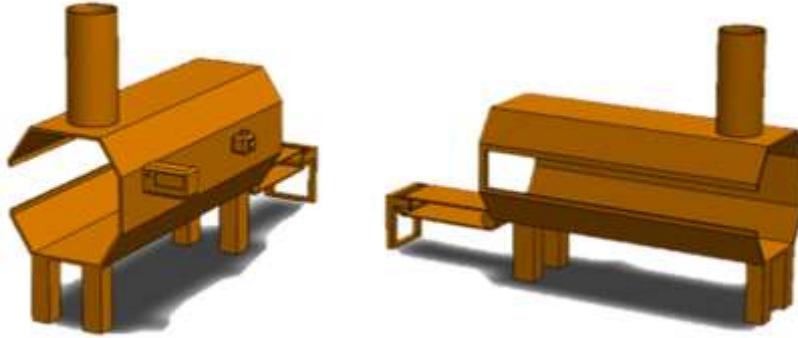


Fig 11. Vista isométrica, modelo de máquina propuesto.

Evaluación de las propuestas de solución

TABLA 12.

EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA.

Diseño Mecánico - Evaluación de Proyectos Valor Técnico (Xi)								
Consideraciones								
p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225)								
0 = No satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien (ideal)								
g: es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación								
Criterios de evaluación para diseños								
<i>Variantes de Concepto/Proyectos</i>			Solución 1		Solución 2		Solución 3	
			S1		S2		S3	
Nro. Criterios de Evaluación		g	P	Pg.	P	Pg.	P	Pg.
1	Función	4	3	12	3	12	3	12
2	Forma	3	2	6	3	9	3	9
3	Tamaño	4	3	12	3	12	3	12
4	Ergonomía	3	3	9	2	6	3	9
5	Fabricación	4	3	12	3	12	3	12
6	Complejidad	3	3	9	3	9	2	6

7	Facilidad de transporte	4	2	8	3	12	3	12
8	Montaje	3	4	12	3	9	4	12
9	Durabilidad	4	4	16	2	8	2	8
10	Estabilidad	3	3	9	3	9	3	9
11	Mantenimiento	2	2	4	2	4	2	4
<i>Puntaje máximo Σp o Σgp</i>		37		109		110		105

TABLA 13.

EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA.

Diseño Mecánico - Evaluación de Proyectos Valor Técnico (Xi)								
Consideraciones								
p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225)								
0 = No satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien (ideal)								
g: es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación								
Criterios de evaluación para diseños								
Variantes de Concepto/Proyectos			Solución 1		Solución 2		Solución 3	
			S1		S2		S3	
Nro.	Criterios de Evaluación	g	P	Pg.	P	Pg.	P	Pg.
1	Número de piezas	4	2	8	3	12	4	16
2	Disponible de materiales	4	4	16	3	12	4	16
3	Numero de operarios	2	2	4	2	8	2	4
4	Costo de material	4	4	16	3	12	3	12
5	Costo de fabricación	4	3	12	3	12	3	12
6	Costo de	3	2	6	3	9	3	9

	mantenimiento							
7	Consumo energético	2	3	6	3	6	2	4
	Puntaje máximo Σp ó Σgp	23		68		71		73

3.1.3. Realizar el cálculo analítico basado en teorías de diseño a los elementos más críticos para su dimensionamiento y selección de componentes de la máquina.

Especificaciones de la botella de vidrio.

En la tabla 14 encontramos las características básicas tomadas en el siguiente diseño teniendo como peso máximo la botella de vino de 1.5 litros con 144 mm de diámetro y una masa de 0,635 kg [10].

TABLA 14.

ESPECIFICACIONES DE LA BOTELLA.

Descripción	Medidas
Longitud	40 cm
Diámetro	6 cm a 15 cm
Espesor	3 mm a 6 mm
Peso máximo	0.635 kg

Nota: fuente propia

En base a las especificaciones de la tabla, se plantea el siguiente diseño, buscando siempre respetarla en su totalidad, la cual lleva varias partes para su funcionamiento, para

qué funcione de la manera más adecuada en la etapa de corte, el operador intervendrá en operaciones básicas, tanto para su funcionamiento como para su mantenimiento.

Procesos para el inicio de máquina.

Posterior a la introducción de los parámetros antes mencionadas de botella.

- Se posiciona el cortador a la medida ingresada.
- el cortador y la flama se posiciona en forma paralela, dependiendo del tamaño proporcionado.
- Se accionan el botón de encendido.
- Circuito correctamente conectado al motor de giro.

Proceso de inicio al corte del vidrio.

Paso seguido al proceso de iniciación se acciona el proceso de corte.

- La mano sujetadora de botella se acciona sujetando la botella de vidrio
- La mano sujetadora gira a 360°, haciendo contacto con el diamante.
- La punta del diamante, agrieta el vidrio de la botella (la grieta deberá generarse en una sola revolución).
- Velocidad de giro seleccionada antes.
- El brazo gira 45°, para hacer contacto con la flama, la mano gira 360° por un tiempo de 30 segundos aproximadamente.
- Encendida la flama (llama y/o fuego), hasta debe llegar a calentar a los 110°C (como máximo para obtener el quiebre del vidrio al momento del choque térmico)

con ayuda del agua, la llama deberá tener entre 2 a 3 cm de tamaño llegando alcanzar los 1500°C) [9].

- La boquilla deberá ser de latón y/o acero inoxidable recomendables para alta temperaturas [27].

Diseño de mano sujetador de botella de vidrio.

Selección de velocidad de giro.

No se encuentra evidencia comprobada de la velocidad de giro para el corte de botella de vidrio, reuniendo los argumentos necesarios y lo más confiable posible, determinamos que:

- La velocidad del motor estará regulada teniendo un cierto rango de velocidades.
- Al momento del proceso de corte la velocidad de giro será la más baja posible.
- La temperatura como componente principal para realizar el corte del vidrio, debe ser constante y uniforme (para esto una velocidad baja es lo más recomendable).
- El cálculo del torque a vencer se determinará, teniendo como datos la masa de la botella $W = 0.635 \text{ kg}$ [tabla 10] y el coeficiente de rozamiento $\mu = 0.25$ [10] [tabla 3].

$$Fr = W * \mu$$

$$r = 0.635 * 0.25$$

$$Fr = 0.15875 \text{ kg}$$

Al obtener la fuerza de rozamiento $Fr = 0.15875$ se procede a reemplazar en la ecuación [10] los valores de la masa de botella y el factor de rozamiento estático.

$$w_t = m * g + Fr$$

$$w_t = 0.655 * 9.81 + 0.15875$$

$$w_t = 7 \text{ kg}$$

Selección del motor.

Con los datos antes obtenidos y una masa total $w_t = 7 \text{ kg}$ se estima que el torque a vencer seria de 7 kg, de bajas revoluciones, de corriente continua. El motor seleccionado cumple con los detalles antes mencionados y con un torque de 7.84kg-cm.

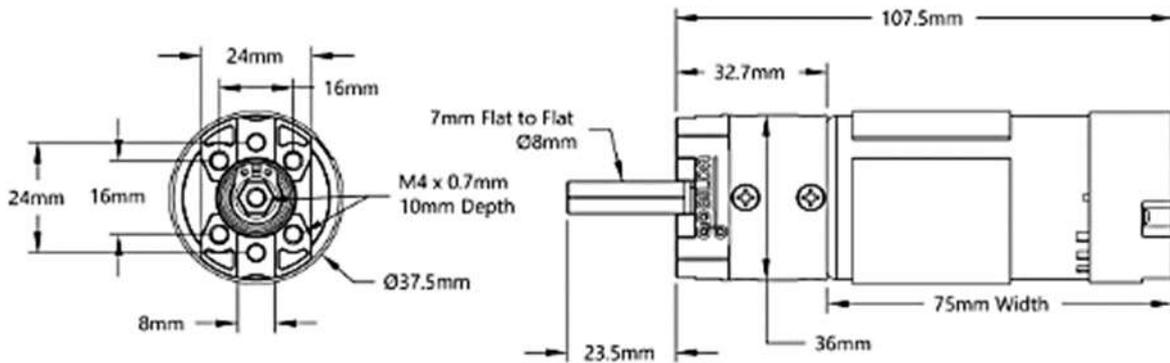


Fig 12. Partes del motor.

Nota: tomada de la página web de servocity.com

TABLA 4.

CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR.

Características del motor de engranajes planetarios Yellow Jacket serie 5203 (relación 5.2: 1, eje REX de 24 mm de longitud y 8 mm, 1150 RPM, codificador de 3.3 - 5V).

Tamaño del motor	RS-555
Tipo de motor	DC cepillado
Voltaje nominal	12VDC

Eje de salida	REX de 8 mm, longitud de 24 mm
Estilo de caja de cambios	Planetario
Relación de transmisión	5.2: 1
Material del engranaje	Acero
Velocidad sin carga @ 12VDC	1,150 RPM
Corriente sin carga a 12VDC	0.25A
Corriente de bloqueo a 12VDC	9.2A
Par de bloqueo a 12VDC	7,9 kg.cm (109 onzas pulgadas)
Longitud de cable	470 mm (incluidos conectores)
Calibre del cable	16 AWG
Tipo de conector de motor	Conectores de bala FH-MC de 3,5 mm
Tipo de conector de codificador	JST XH de 4 posiciones [FH-MC]
Tipo de codificador	Relativo, cuadratura
Tipo de sensor de codificador	Magnético (efecto Hall)
Rango de voltaje del codificador	3,3 - 5 V CC
Resolución del codificador	145.6 PPR en el eje de salida
Peso	397g

Nota: tomada de la página web de servocity.com

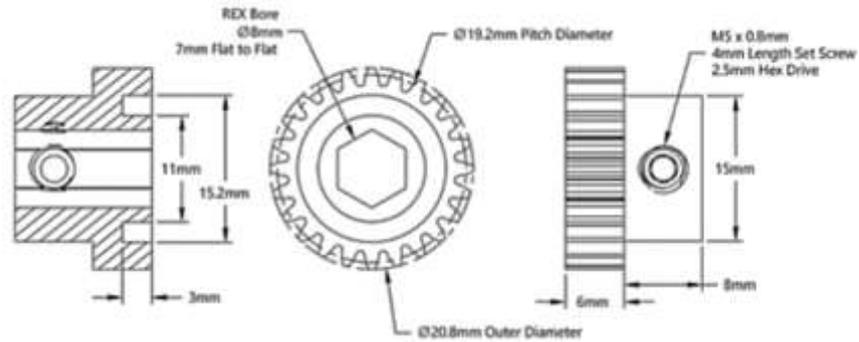
Selección de engranajes rectos.

Se seleccionaron, el engranaje de piñón con diámetro interior REX de 8 mm, 24 dientes y un engranaje recto de 48 diente ambos engranajes tienen un módulo 8 el cual es compatible con el motor seleccionado.

Fig 13.Estructura del piñón.

Nota: tomada de la página web de servocity.com

TABLA 5.



ENGRANAJE MODULO 0.8

Peso	18g
Material	Acero
Terminar	Chapado en zinc negro
Recuento de dientes	24
Paso de engranaje	MOD 0.8
Angulo de presión	20 grados

Nota: tomada de la página web de servocity.com

Sistema de Engranajes:

Como se requiere realizar la sujeción de la botella ver figura 13.

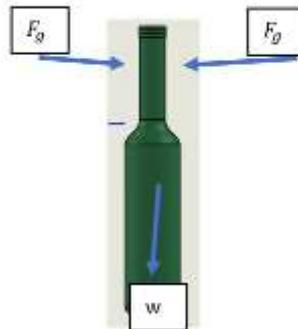


Fig 14. Elaboración propia DCL

Previamente seleccionado el motor y piñón, se comprueba mediante la ecuación [28] teniendo como datos que el factor de gravedad de la botella combinada con la velocidad se tomara un valor de 2 [28], donde : $u_f = \text{coeficiente de friccion}$, $n_f = \text{numero de dedos que utiliza la pinza}$, $F_g = \text{fuerza de sujecion N}$, $w = \text{peso de la botella}$, $g = \text{gravedad}$.

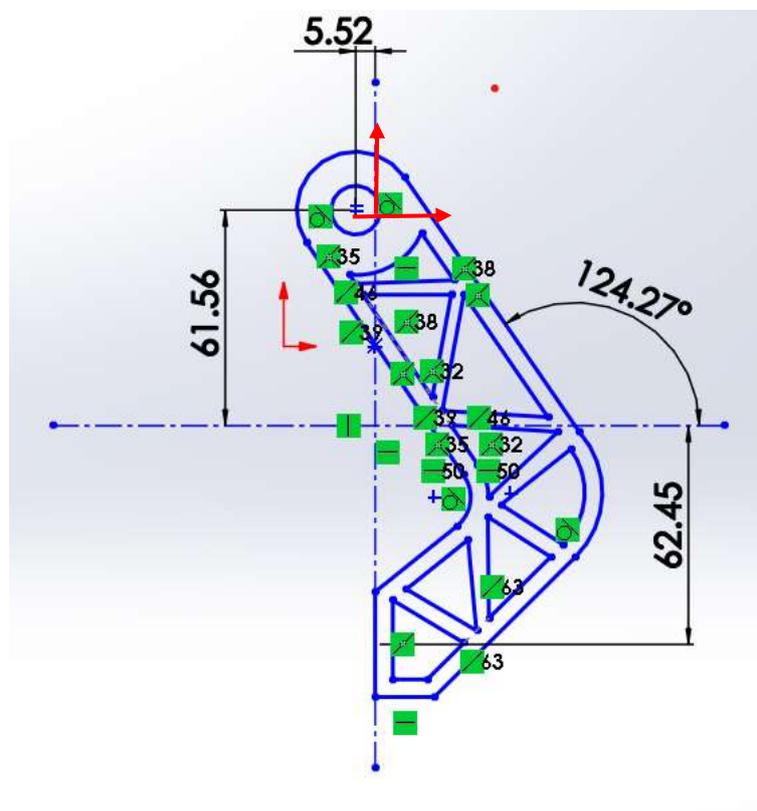
$$u_f * n_f * F_g = w * g$$

$$0.25 * 2 * F_g = 3 * 0.635 g * 2$$

$$F_g = \frac{3 * 6.23 N * 2}{0.25 * 2}$$

$$F_g = 37 N$$

La sujecion de botella al contar con 2 dedos la F_g se divide entre 2 obteniendo un valor de $F_g = 19 N$.



$$\sum F_X = 0$$

$$-19 + F_{bx} - F_c * \cos(124.27) = 0$$

$$F_{bx} = F_c * \cos(124.27) + 19 \text{ N}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{bx} - F_c * \text{sen}(124.27) = 0$$

$$F_{bx} = F_c * \text{sen}(124.27)$$

$$\sum M_b = 0$$

$$-(F_c * \text{sen}(124.27))(5.52 \text{ mm}) - (F_c * \cos(124.27))(61.56 \text{ mm}) - (19 \text{ N})(124 \text{ mm}) = 0$$

$$F_c * (-5) - F_c * 11 - 2356$$

$$-16 * F_c = 2356$$

$$F_c = \frac{2356}{16}$$

$$F_c = 124 \text{ N}$$

Hallando F_c se reemplaza en la sumatoria de fuerzas:

$$\sum F_X = 0$$

$$F_{bx} = 124 \text{ N} * \cos(124.27) + 19 \text{ N}$$

$$F_{bx} = 40 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{by} = 124 * \text{sen}(124.27)$$

$$F_{by} = -122 \text{ N}$$

La fuerza en el punto b se obtiene mediante la ecuación [28]:

$$F_b = \sqrt{F_{bx}^2 + F_{by}^2}$$

$$F_b = \sqrt{40 \text{ N}^2 + (-122) \text{ N}^2}$$

$$F_b = 128 \text{ N}$$

Selección de engranaje para mano sujetadora:

Seleccionado el piñón, se toma referencia de la tabla 10 para la selección del engranaje.

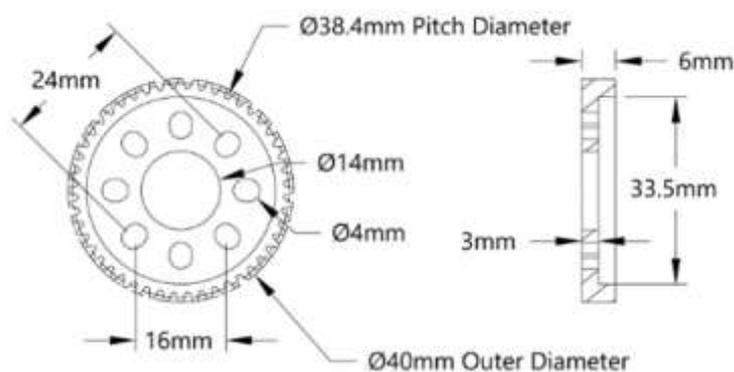


Fig 15. Partes de rueda dentada.

Nota: tomada de la página web de servocity.com

TABLA 6.

ENGRANAJE DEE MONTAJE DE CUBO, MODULO 0.8

Peso	9,4 g
Material	Aluminio
Terminar	Anodizado claro
Recuento de dientes	48
Paso de engranaje	MOD 0.8
Angulo de presión	20 grados

Nota: tomada de la página web de servocity.com

Teniendo previamente seleccionado el piñón y la rueda dentada es necesario, obtener los datos completos de fabricación para un posible diseño real, cómo para el ensamblaje de piezas para ello se hace uso de la tabla 4, en la cual se detalla las fórmulas necesarias para su elaboración tanto del piñón como de la rueda dentada.

TABLA 7.

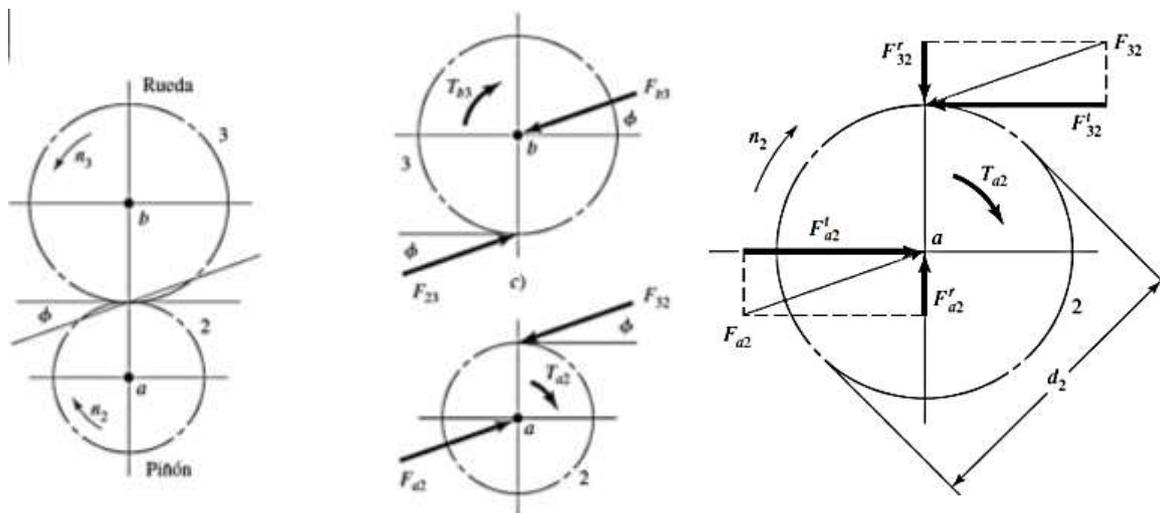
CÁLCULO DE PIÑÓN Y RUEDA

Nombre	Piñón	Engrane recto
<i>Distancia entre centros</i>	28.8	
<i>Diámetro primitivo</i>	19.2	38.4
<i>Modulo</i>	0.8	
<i>Addendum</i>	0.6	
<i>Dedendun</i>	0.8	
<i>Espacio libre fondo</i>	0.2	
<i>Profundidad del diente</i>	1.4	

<i>Paso circular del diente</i>	2.513	
<i>120Espesor del diente</i>	1.25	
<i>Numero de dientes</i>	24	48
<i>Diámetro exterior</i>	20.8	40
<i>Diámetro base</i>	18.04	36.08
<i>Paso base</i>	2.3614	
<i>Diámetro del fondo</i>	17.2	36.4
<i>Longitud del diente</i>	6.4	

Nota: tomada de la página web de servocity.com

Diagrama de fuerzas, momentos y componentes que actúan en un engranaje.



Nota: Budynas.R y Keith (2012) Cap. Engranajes rectos y helicoidales. En P. Roig (Ed.) DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY (704-794) McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Una vez seleccionada y calculada la rueda se procede a realizar el cálculo de las fuerzas ejercidas en la rueda que serán las mismas generadas en el brazo hacia la botella. El valor de $38.58 N = W_t = F_{32}^t$ y una velocidad angular de $0.22 \frac{m}{s^2}$ (Lugand, Pazos y Olivera, 2006, pag.7) teniendo estos datos calculamos haciendo uso de la tabla 5.

$$d = d_p = N_p * m^2 = 24 * 0.8^2 = 15$$

Torque:

$$T = \frac{15}{2} * 19 = 143 N$$

Potencia transmitida:

$$H = 143 N * 0.22 \frac{m}{s^2} = 31 N.m/s$$

$$W_t = \frac{60000 * 31 N.m/2}{3.14 * 15 * 0.22 m/2} = 186 KN$$

Fuerzas del engrane:

$$F_a^r = 186 KN \tan 20 = 416 KN$$

$$F_a = \frac{186 KN}{\cos 20} = 456 KN$$

Pinza sujetadora de botella.

El diseño debe ser compacto de fácil mantenimiento, tendrá la función de sujetar la botella mediante dos pinzas acopladas con jebe, con movimiento de 0 a 45 grados, accionada por el motor mediante los engranajes seleccionados en la siguiente figura se puede apreciar el diseño de las pinzas elaboradas en SolidWorks.

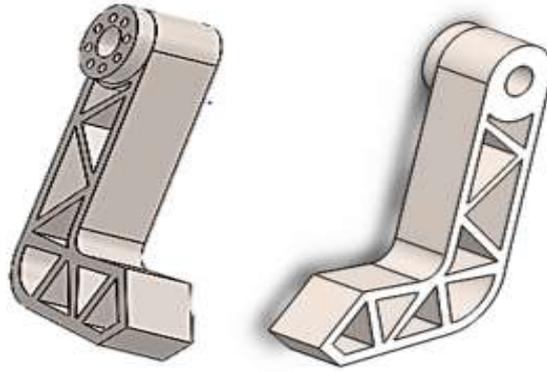


Fig 16. Diseño pinzas sujetadoras de botellas.

Nota: elaboración propia

El brazo requiere aplicar una fuerza a la botella la cual no debe de resbalar, por lo tanto, se diseña una pieza de dióxido de silicio, como se observa en la figura, la cual nos brinda las propiedades necesarias al momento de la sujeción, estará unidas y/o sujeta mediante un perno cabeza plana Allen 3 x8. [anexo 3]



Fig 17. Modelo de Silicona para pinza sujetadora de botella.

Nota: elaboración propia

Seleccionado sus componentes se diseñó la parte de la carcasa de la mano que sujetara la botella de la parte superior, teniendo en cuenta cada uno de los datos antes ya calculados. apreciar cómo debería estar el sistema de transmisión en la parte interna de la carcasa.



Fig 18. Sistema de transmisión de engranajes.

Nota: elaboración propia.

Selección de rodamientos

La selección de rodamientos lleva un proceso de 8 partes; En esta etapa solo se menciona la a seguir debido a la fuerzas y componentes utilizados en el brazo. Para determinar que el rodamiento seleccionado sea óptimo se hace uso de la ecuación 2 para determinar la vida nominal básica del rodamiento.

Donde:

$$P = F_r = 0.15875$$

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60(0.22)}\right) \left(\frac{9.95}{0.15875}\right)^{0.56} > 1000000 h$$

$$L_{10h} = 768789.2518 > 1000000 h$$

El rodamiento seleccionado cumple con la regla básica de tiempo de vida superándola ampliamente, los valores de trabajo a los que será sometido, los que están muy por debajo de los valores límites. [anexo 4]

Diseño de eje para engranajes de mano sujetadora

Para el diseño de ejes se debe tener en cuenta los diámetros, distancias, momentos torsores y las fuerzas generadas por sus componentes en el eje, es por ello que se opta por un diagrama de cuerpo libre.

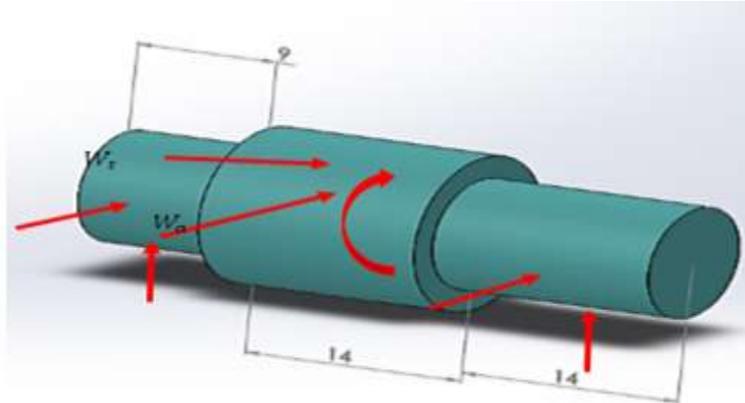


Fig 19. Diagrama de cuerpo libre, eje sujetador de botella.

Al haber seleccionado los rodamientos y engranes, los diámetros están ya dados, para el diseño de eje, como los esfuerzos a los que estaría sometido, seleccionando un material AISI 1010. [anexo 5]

Diseño de carcasa

Para el diseño de la carcasa, se tomaron medidas de los componentes que intervendrán (rodamientos, eje, pinzas y engranajes, para este diseño se debe tener en cuenta un fácil mantenimiento, para ello se colocó una guarda de PVC transparente para tener una mejor visión interna de sus componentes.

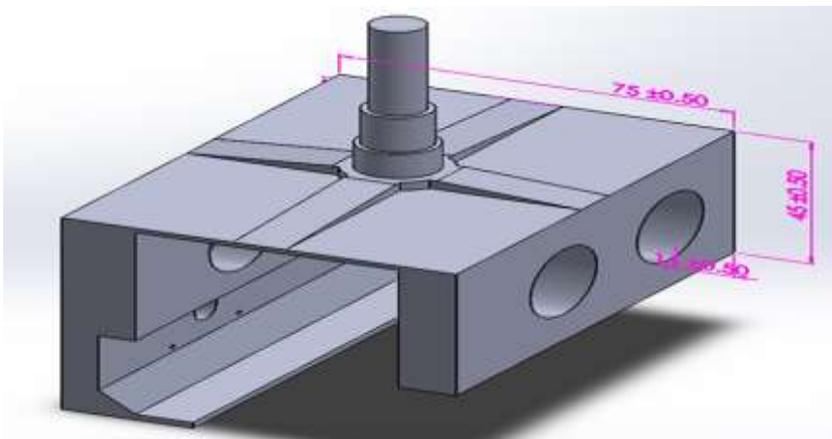


Fig 20 Carcaza de mano sujetadora de botella.

Nota: obtenida mediante programa SolidWorks.

Habiendo analizado los componentes a utilizarse en la mano sujetadora de botellas se procedió al ensamblaje, la cual obtendremos la masa a ser movida en la parte superior de la mano, permitiéndole a la mano realizar un giro de 45°.

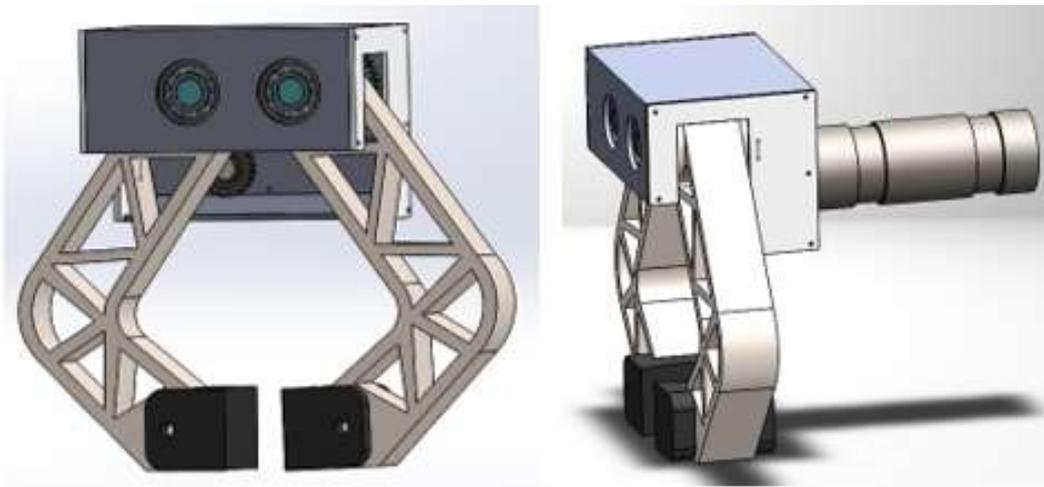


Fig 21 Ensamble de mano sujetadora de botella.

Nota: obtenida mediante programa SolidWorks.

Propiedades de masa de ensamblaje de mano sujetadora de botella

Configuración: Predeterminado

Sistema de coordenadas: Predeterminado

Masa: 2692.43 gramos

Volumen: 526045.18 milímetros cúbicos

Área de superficie: 192366.08 milímetros cuadrados

Centro de masa: (milímetros)

X = -157.04

Y = -207.95

Z = -134.76

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)

Medido desde el centro de masa.

ix = (0.28, -0.49, 0.83) **Px** = 7688352.64

iy = (-0.33, -0.86, -0.39) **Py** = 11335255.93

iz = (0.90, -0.16, -0.40) **Pz** = 12006857.81

Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 11592724.81 **Lxy** = -400686.91 **Lxz** = 1091433.24

Lyx = -400686.91 **Lyy** = 10490549.85 **Lyz** = -1510749.88

Lzx = 1091433.24 **Lzy** = -1510749.88 **Lzz** = 8947191.71

Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

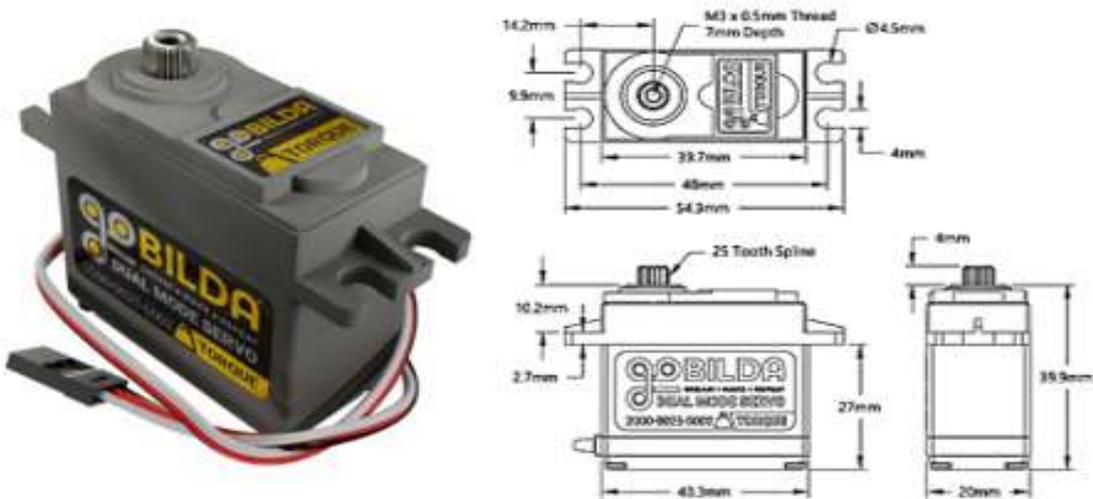
$I_{xx} = 176917386.66$ $I_{xy} = 87524576.12$ $I_{xz} = 58072741.99$

$I_{yx} = 87524576.12$ $I_{yy} = 125789448.90$ $I_{yz} = 73941385.17$

$I_{zx} = 58072741.99$ $I_{zy} = 73941385.17$ $I_{zz} = 191774937.03$

Para poder realizar el movimiento de la mano sujetadora de botella 2692.43g \approx 2.7kg es necesario seleccionar el motor que cumpla el requerimiento necesario, sabiendo que la mano sujetara un peso aproximadamente de 7.87 kg, es necesario que el peso máximo a mover tenga un % mayor, el servomotor seleccionado cumple con las características necesarias, no solo en torque (21 kg), sino también en tamaño y peso.

Fig 22 modelo de servomotor seleccionado.



Nota: tomada de la página web de servocity.com

TABLA 8.

CARACTERISTICAS DEL SERVOMOTOR

Peso	2,12 oz (60 g)
Relación de transmisión	300: 1
Estilo del eje de salida	Estriado H25T
Rango de voltaje	4,8 V – 7,4 V
Velocidad sin carga (4.8V)	0,25 segundos / 60 ° (40 RPM)

Velocidad sin carga (6.0V)	0,20 segundos / 60 ° (50 RPM)
Velocidad sin carga (7,4 V)	0,17 segundos / 60 ° (60 RPM)
Par de bloqueo (4,8 V)	240 oz-pulg (17,2 kg.cm)
Par de bloqueo (6,0 V)	300 oz-pulgadas (21,6 kg.cm)
Par de bloqueo (7,4 V)	350 oz-pulg (25,2 kg.cm)
Corriente sin carga (4.8V)	150 Ma
Corriente sin carga (6.0V)	160 Ma
Corriente sin carga (7,4 V)	200 Ma
Corriente de bloqueo (4.8V)	2.000 Ma
Corriente de bloqueo (6,0 V)	2.500Ma
Corriente de bloqueo (7,4 V)	3000 Ma
Rango máximo de PWM	500-2500 μ seg
Rango máximo de PWM (continuo)	900-2100 μ seg
Viaje por μ seg	0,150 ° / μ seg
Rotación máxima (modo predeterminado)	300 °
Amplitud de pulso	3-5 V
Ancho de banda muerta	4 μ seg
Tipo de motor	DC cepillado
Estilo de retroalimentación	Potenciómetro de 5K Ω
Soporte del eje de salida	Rodamiento de bolas doble
Material del engranaje	Acero
Longitud de cable	11,81 "(300 mm)
Calibre del cable	22AWG
tipo de conector	Conector servo TJC8 de 3 posiciones [MH-FC]
Tamaño del servo	Estándar

Dirección con señal PWM creciente	Agujas del reloj
-----------------------------------	------------------

Nota: tomada de la página web de servocity.com

El servomotor requiere de un piñón para transmitir la fuerza de movimiento, se seleccionó el piñón de 12 dientes y una rueda dentada de 48 dientes, como en la primera selección de engranajes se realizó el cálculo de diseño necesario para su ensamblaje.

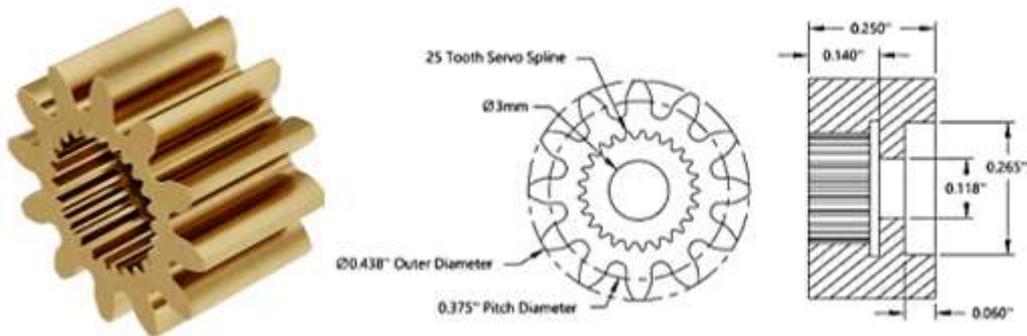


Fig 23. Piñón para servomotor.

Nota: tomada de la página web de servocity.com

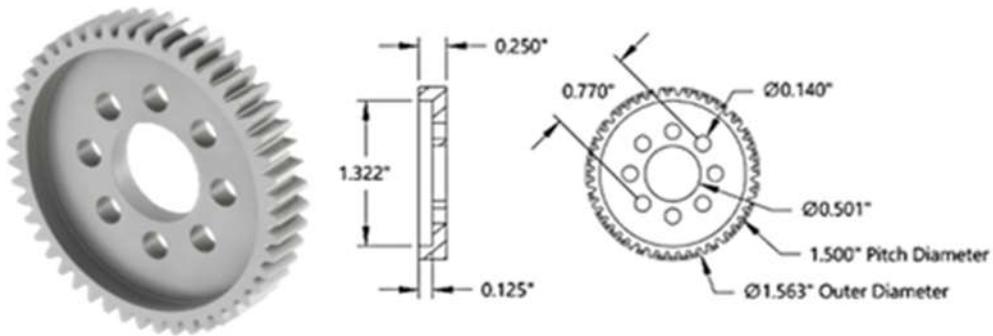
TABLA 9.

CARACTERISTICAS DEL PIÑON.

<i># de dientes</i>	12T
<i>Diámetro de paso</i>	0,375 "
<i>sobredosis</i>	0.438 "
<i>Material</i>	Latón
<i>Aburrir</i>	Estriado H25T
<i>Peso</i>	0,08 onzas (2,4 g)

Nota: tomada de la página web de servocity.com

Fig 24. Rueda dentada para servomotor.



Nota: tomada de la página web de servocity.com

TABLA 10.

CARACTERISTICAS DE LA RUEDA DENTADA.

# de dientes	48T
Peso	0,36 onzas (10 g)
Terminar	Anodizado claro
Material	Aluminio

Seleccionado el servomotor, piñón y engranaje a utilizarse se obtiene:

$$d = d_p = N_p * m^2 = 12 * 0.8^2 = 8$$

Torque:

$$T = \frac{8}{2} * 19 + 26.39 = 102 \text{ N}$$

Potencia transmitida:

$$H = 102 \text{ N} * 0.22 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 22 \text{ N} \cdot \text{m}/\text{s}^2$$

$$W_t = \frac{60000 * 22 \text{ N.m/s}^2}{3.14 * 8 * 0.22 \text{ m/s}^2} = 220 \text{ KN}$$

Fuerzas del engrane:

$$F_a^r = 220 \text{ KN} \tan 20 = 492 \text{ KN}$$

$$F_a = \frac{220 \text{ KN}}{\cos 20} = 539 \text{ KN}$$

TABLA 20.

Propiedades de la rueda seleccionada.

Nombre	Piñón	Engrane recto
Distancia entre centros	24	
Diámetro primitivo	9.6	38.4
Modulo	0.8	
Addendum	0.6	
Dedendun	0.8	
Espacio libre fondo	0.2	
Profundidad del diente	1.4	
Paso circular del diente	2.513	
Espesor del diente	1.25	
Numero de dientes	12	48
Diámetro exterior	11.2	40
Diámetro base	9.021	36.08

Paso base	2.3614	
Diámetro del fondo	11.6	40.4
Longitud del diente	6.4	

Para el ensamblaje de la parte superior de la mano se utilizaron dos rodamientos [anexo 6]. Posteriormente se diseñó la parte superior de la mano, al igual que la primera parte de la mano llevará un guarda de PVC para una visibilidad de los componentes internos.

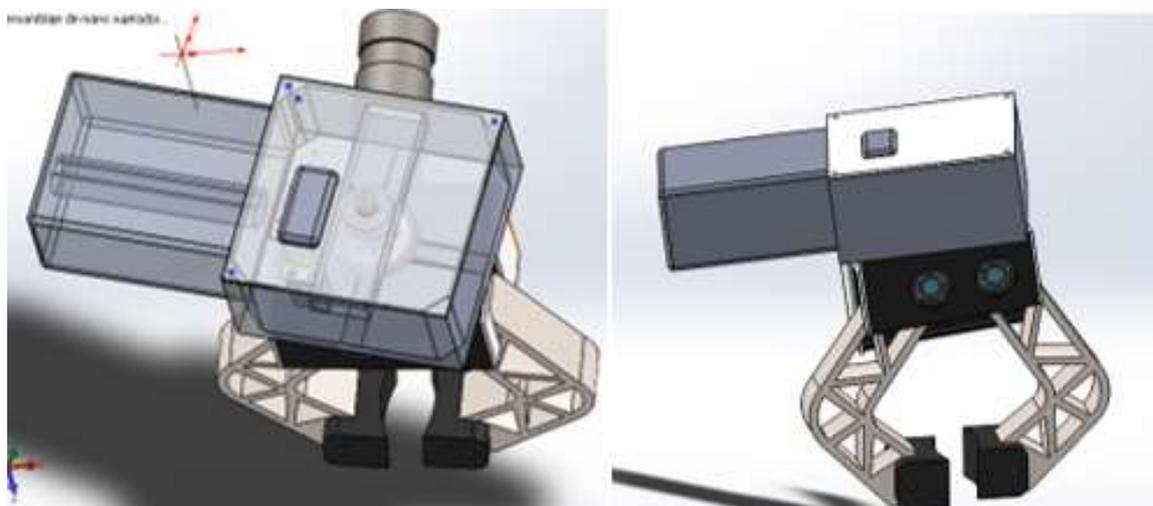


Fig 25. Ensamble de carcasa y componentes.

Nota: obtenida mediante programa SolidWorks.

Propiedades de masa de ensamblaje de mano sujetadora de botella

Configuración: Predeterminado

Sistema de coordenadas: Predeterminado

Masa = 3294.86 gramos

Volumen = 1108010.12 milímetros cúbicos

Área de superficie = 350132.65 milímetros cuadrados

Centro de masa: (milímetros)

$$X = 159.34$$

$$Y = -229.47$$

$$Z = -32.08$$

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)

Medido desde el centro de masa.

$$I_x = (0.75, -0.59, 0.30) \quad P_x = 12496040.22$$

$$I_y = (0.42, 0.08, -0.90) \quad P_y = 17764764.13$$

$$I_z = (0.50, 0.81, 0.31) \quad P_z = 19383685.07$$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

$$L_{xx} = 15184704.20 \quad L_{xy} = -2983946.48 \quad L_{xz} = 930803.31$$

$$L_{yx} = -2983946.48 \quad L_{yy} = 17007872.95 \quad L_{yz} = -1325183.76$$

$$L_{zx} = 930803.31 \quad L_{zy} = -1325183.76 \quad L_{zz} = 17451912.27$$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)

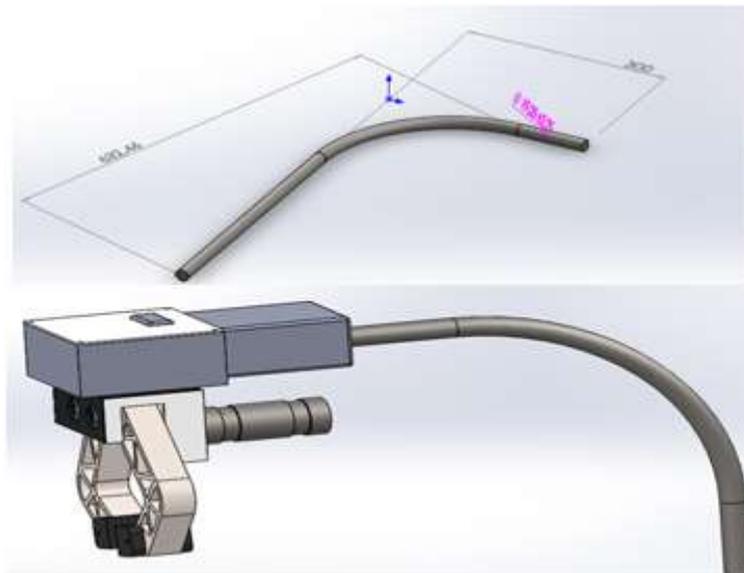
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$$I_{xx} = 192071582.88 \quad I_{xy} = -123453861.29 \quad I_{xz} = -15912851.12$$

$lyx = -123453861.29$ $lyy = 104050149.07$ $lyz = 22932281.03$

$lzx = -15912851.12$ $lzy = 22932281.03$ $lzz = 274597890.46$

Teniendo la mano ya ensamblada se diseñó el brazo el cual tendrá la función de transportar de la posición de corte del diamante al pre calentamiento para producirse la separación a la medida antes ingresada, el material del eje será un acero AISI 1010 [anexo



5].

Fig 26. Eje para brazo de mano sujetadora de botella.

Nota: obtenida mediante programa SolidWorks.

En eje realizará un giro de 45 grados, para ello deberá estar montando sobre un engranaje permitiéndole realizar el giro accionado por un motor. Para esta parte será necesario la selección de dos rodamientos según [anexo 7]. Se realiza la selección de engranaje recto con cálculos de diseño según tabla 2, se selecciona el piñón con un diámetro interior de 8 mm, según figura 22 el cual estará unido mediante un eje permitiéndoles ser accionado mediante el servomotor, unidos con un acople.

TABLA 11.
DISEÑO DE ENGRANAJES RECTOS.

Nombre	Piñón	Engrane recto
Distancia entre centros	c=44.5	
Diámetro primitivo	Dp=17	Dp=72
Modulo	1	
Addendum	0.75	
Dedendum	1	
Espacio libre fondo	0.25	
Profundidad del diente	2.25	
Paso circular del diente	3.14	
Espesor del diente	3.14	
Numero de dientes	17	72
Diámetro exterior	19	74
Diámetro base	15.9747	67.6578
Paso base	2.9521	
Diámetro del fondo	74.5	36.4
Longitud del diente	8	

Nota: fuente propia

Servomotor D951TW

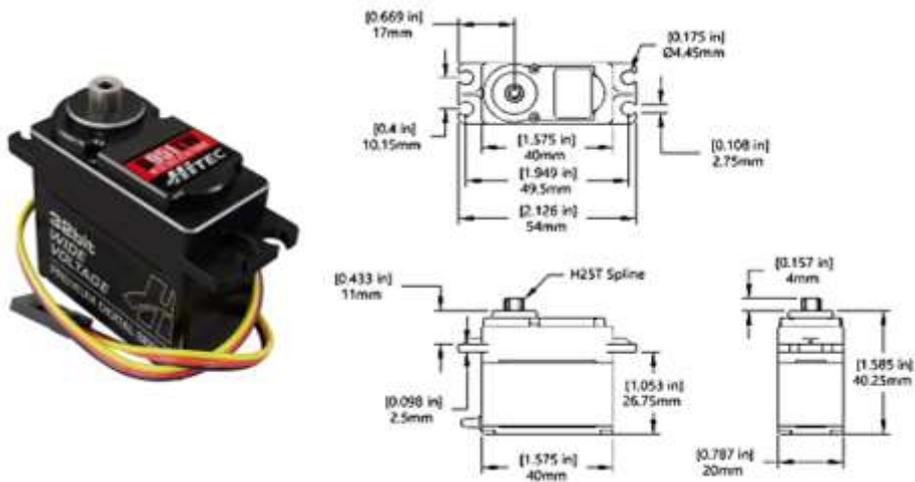


Fig 27. Dimensiones servomotor D951TW

Nota: tomada de la página web de servocity.co

TABLA 12.

CARACTERÍSTICAS DEL SERVOMOTOR

Estilo del eje de salida	Estriado H25T
Rango de voltaje	4,8 V – 7,4 V
Velocidad sin carga (7,4 V)	0,14 segundos / 60 °
Velocidad sin carga (4.8V)	0,23 segundos / 60 °
Velocidad sin carga (6.0V)	0,17 segundos / 60 °
Par de bloqueo (4,8 V)	292 oz-pulg. (21,0 kg.cm)
Par de bloqueo (6,0 V)	403 oz-pulg. (29,0 kg.cm)
Par de bloqueo (7,4 V)	486 oz-pulg. (35,0 kg.cm)
Rango máximo de señal PWM	750-2250 µseg
Amplitud de pulso	3-5 V
Temperatura de funcionamiento	-20 ° C hasta + 60 ° C
Rotación continua modificable	sí
Dirección con señal PWM creciente	Agujas del reloj

Ancho de banda muerta	1 μ s
Tipo de motor	Sin núcleo
Estilo de retroalimentación	Potenciómetro de 5K Ω
Soporte del eje de salida	Rodamientos de bolas dobles
Material del engranaje	Titanio
Longitud de cable	11,81 "(300 mm)
Peso	2,4 onzas (68 g)
Calibre del cable	20 AWG
Tamaño del servo	Estándar
Rotación máxima (stock)	144 °
Rotación máxima (reprogramada)	198 °
Recorrido por μ s (stock)	0,096 ° / μ seg
Viaje por μ s (reprogramado)	0,132 ° / μ seg

Nota: tomada de la página web de servocity.co

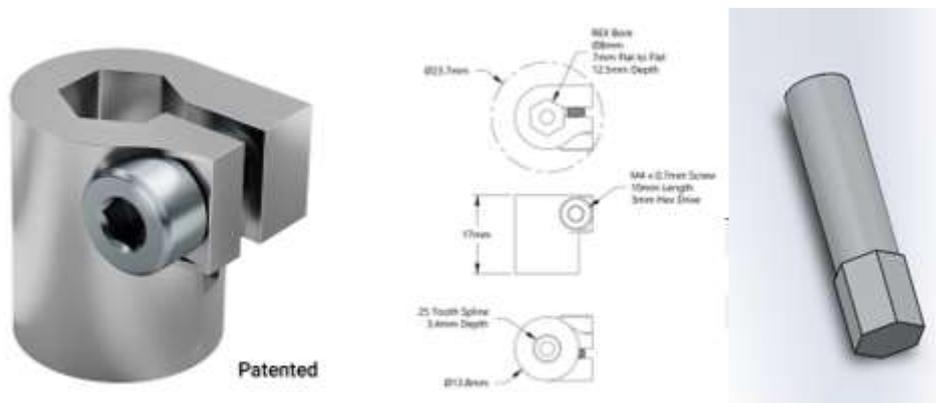


Fig 28. Dimensiones servomotor D951TW

Nota: tomada de la página web de servocity.co

El modelo del eje que unirá el acoplador con el piñón, elaborado del material AISI 1010. [anexo 5]

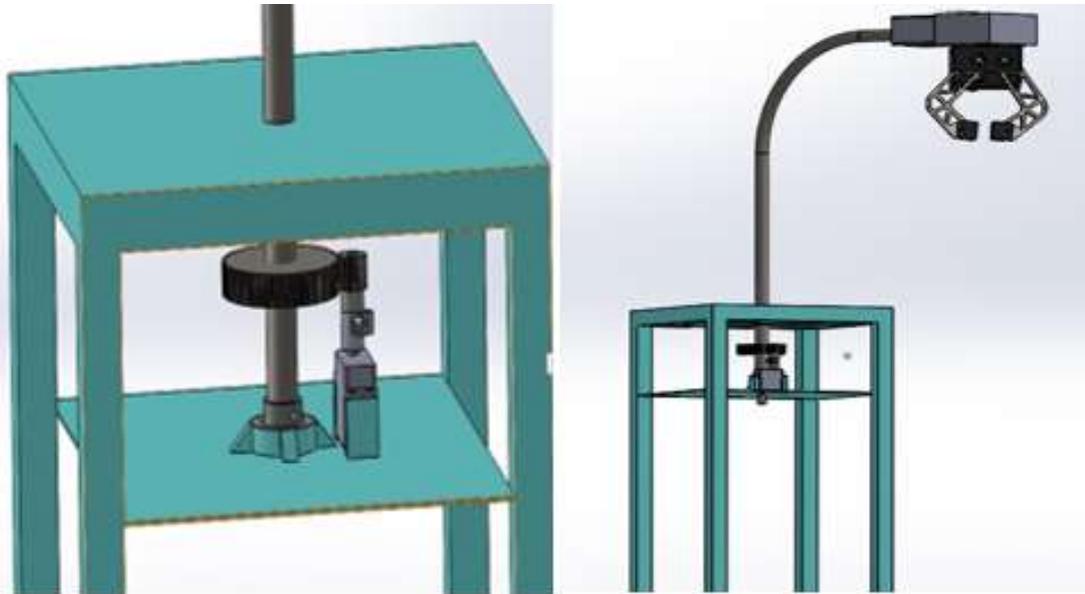


Fig 29. Ensamble de mesa y componentes.

Nota: obtenida mediante programa SolidWorks.

Diseño de porta diamante.

Para el siguiente diseño se debe tomar en cuenta su fácil manipulación y mantenimiento. El riel en el cual el operario manipulará la distancia que se requiere cortar la botella mediante el ajuste manual de los pernos.

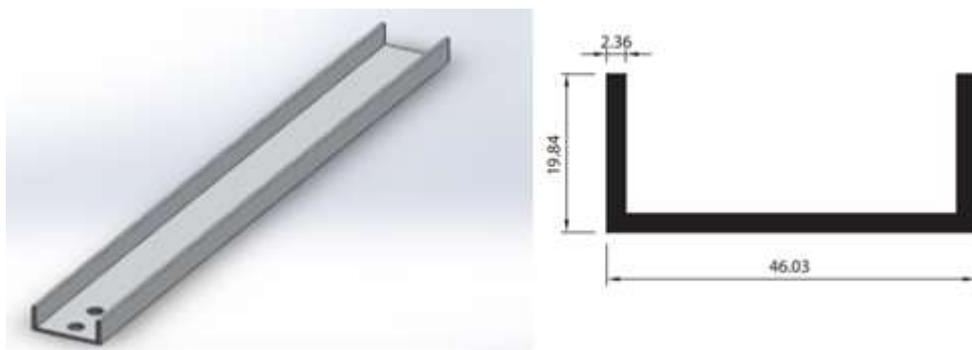


Fig 30. Dimensiones base porta servomotor.

Nota: obtenida mediante programa SolidWorks.

El riel estará unido a la mesa base de donde esta ensamblada la mano sujetadora de botella, mediante un soporte elaborado de acero AISI 1010 [anexo 5]. Para el diseño que se deslizará por toda la altura del riel se deberá tener en cuenta la forma y modelo del diamante.

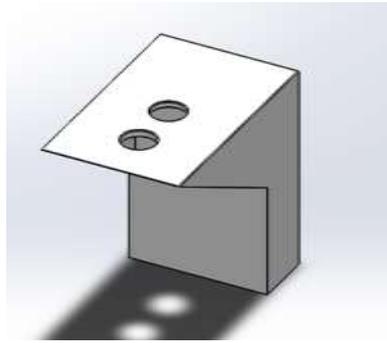


Fig 31. Soporte para riel de porta diamante.

Nota: obtenida mediante programa SolidWorks.

La pieza que tendrá lugar en el primer riel, estará unida fijamente para sujetar el cuerpo del diamante, mientras que el segundo riel dos podrá mover en dirección horizontal para poder regular las distancias de contacto con la botella a utilizar.

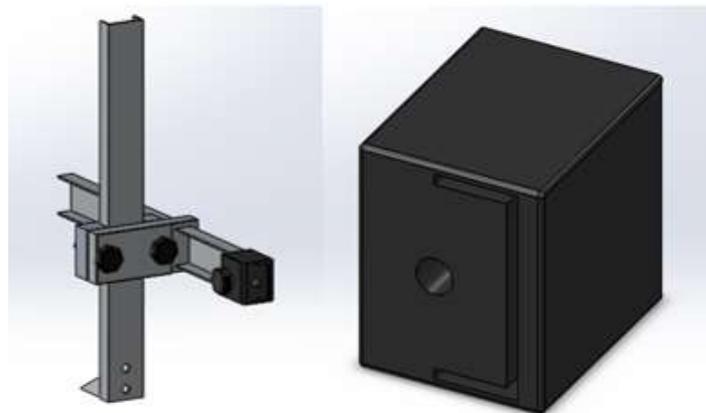


Fig 32. Soporte para riel de porta diamante.

Nota: obtenida mediante programa SolidWorks.

El diseño ya ensamblado en el programa SolidWorks, permite tener una perspectiva clara del diseño que se está elaborando, la botella es tomada mediante las pinzas de la mano al tener un motor acoplado le permitirá tener sujeta la botella, inmediatamente el servomotor instalado en la parte superior, le permitirá realizar un giro de 360 grados teniendo contacto con la punta del diamante antes ya seleccionado, para que luego el eje realice un giro de 45 grados, haciendo contacto con la mano sujetadora de botella número 2.

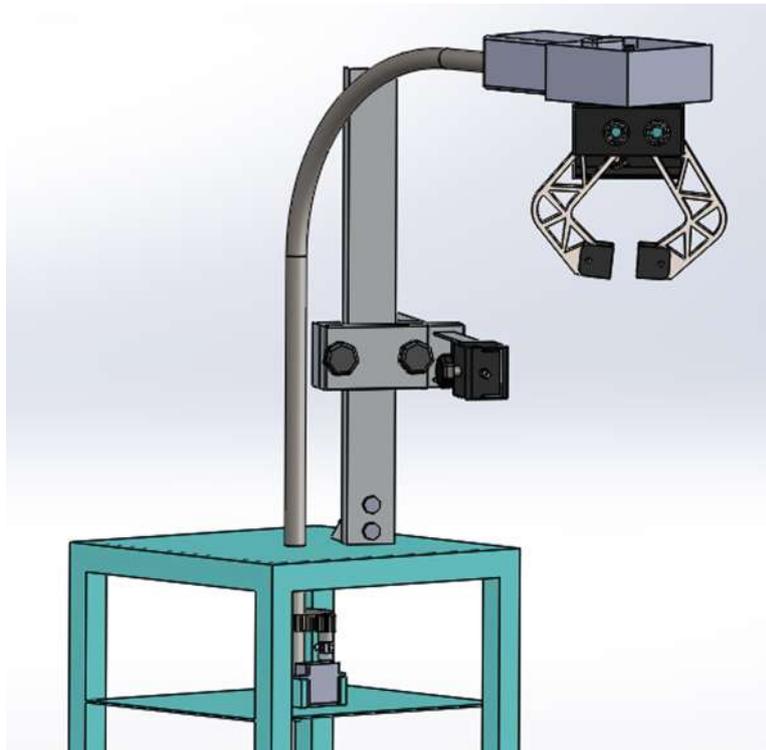


Fig 33. Diseño ensamblado del cortador de botella

Cálculo de Diseño de faja transportadora

Para el cálculo de la faja transportadora de tendrá en cuenta los siguientes datos.

- $LT = 1m$

- $L_g = 2.5\text{m}$
- $b_0 = 300\text{ mm}$
- $\beta = 180^\circ$
- $v = 0.22\text{m/s}$
- $g = 9,81\text{ m/s}^2$
- $Mr = 2.4$

Hacemos uso de la ecuación 3 para obtener el valor de:

$$m = 1m * 4.445 \cong 4.5\text{ kg}$$

Para poder definir los coeficientes de rozamiento seleccionaremos la posible faja a utilizar con código E8/2 0/V4HMT NEGRO, el coeficiente de rozamiento del rodillo de 0.033 y rozamiento de mesa de 0.33. Para hallar la masa de los rodillos se diseñó en el programa SolidWorks.

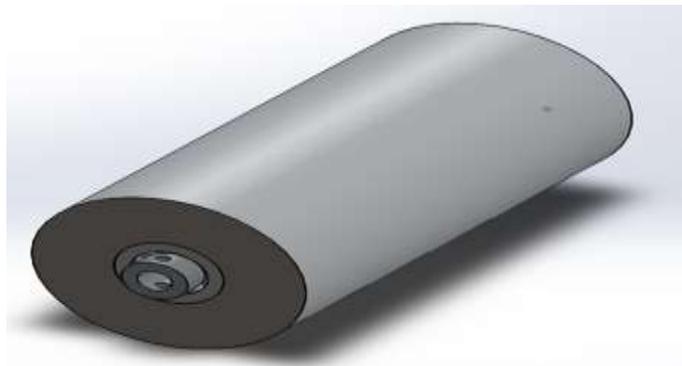


Fig 34. Rodillo para faja transportadora.

Propiedades de masa de Ensamblaje rodillo

Configuración: Predeterminado

Sistema de coordenadas: Predeterminado

Masa = 1170.28 gramos

Volumen = 152818.12 mm³

Área de superficie = 197430.73 mm²

Centro de masa: (milímetros)

X = -8.32

Y = -4.37

Z = 239.93

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * mm²)

Medido desde el centro de masa.

ix = (0.00, 0.00, 1.00) **Px** = 1863890.29

iy = (1.00, -0.05, 0.00) **Py** = 10550258.54

iz = (0.05, 1.00, -0.00) **Pz** = 10551229.22

Momentos de inercia: (gramos * mm²)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

Lxx = 10550260.70 **Lxy** = -45.68 **Lxz** = 0.35

Lyx = -45.68 **Lyy** = 10551227.06 **Lyz** = 219.50

Lzx = 0.35 **Lzy** = 219.50 **Lzz** = 1863890.29

Momentos de inercia: (gramos *mm²)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$$I_{xx} = 77943386.01 \quad I_{xy} = 42498.36 \quad I_{xz} = -2335641.31$$

$$I_{yx} = 42498.36 \quad I_{yy} = 78002972.45 \quad I_{yz} = -1226948.52$$

$$I_{zx} = -2335641.31 \quad I_{zy} = -1226948.52 \quad I_{zz} = 1967216.46$$

Una vez obtenida la masa de los rodillos obteniendo una masa de 1.170 kg x rodillo, se consideran 2 rodillos sin contar con el rodillo motriz, obteniendo 2.34 kg \approx 2.4 kg.

Para hallar la masa de la banda = m_b hacemos uso de siguiente expresión.

$$m_b = 2.1 \text{ kg/m}^2 * 2.5 \text{ m} * 0.30 \text{ m}$$

$$m_b = 1.575 \text{ kg}$$

Para hallar la fuerza tangencial (F_U) hacemos uso de la ecuación 5.

$$F_U = 0.33 * 9.81 \left(4.5 \text{ kg} + \frac{1.575 \text{ kg}}{2} \right) + 0.033 * 9.81 \left(\frac{1.575 \text{ kg}}{2} + 2.4 \text{ kg} \right)$$

$$F_U = 18.1814 \text{ N}$$

Fuerza de tracción

$$F_1 = 18.1814 \text{ N} * 1.8$$

$$F_1 = 32.726 \text{ N}$$

El valor obtenido es menor al valor máximo, para la selección de la faja adecuada.

$$\frac{32.726 \text{ N}}{300} \leq 2 * 8$$

$$0.109 \text{ N/mm} \leq 16 \text{ N/mm}$$

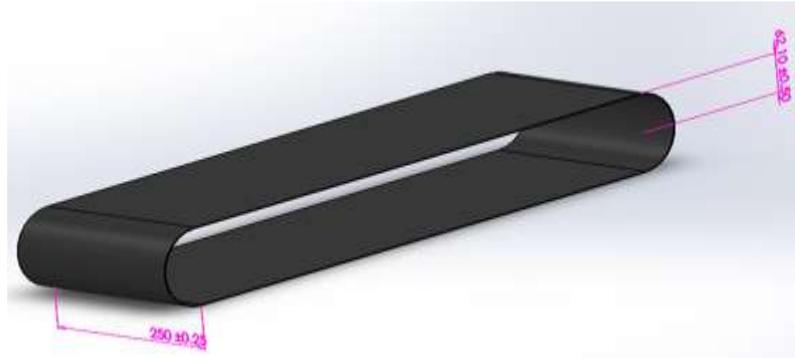


Fig 35. Faja transportadora.

Diámetro mínimo del tambor motriz

$$dA = \frac{18.1814 * 25 * 180}{300 * 180} = 1.5151 \text{ mm}$$

$$dA = 1.5151 \cong 2 \text{ mm}$$

Potencia en el tambor motriz

$$P_A = \frac{18.1814 \text{ N} * 0.22 \text{ m/s}}{1000}$$

$$P_A = 3.999 * 10^{-3} \text{ kW}$$

Potencia del motor

Cálculo de las fuerzas en cada rodillo

$$\text{Rodillo 1 } F_{W1} = 2 * 32.726 \text{ N} = 65.452 \text{ N}$$

$$\text{Rodillo 2 } F_{W2} = 32.726 \text{ N} - 18.1814 \text{ N} = 14.5446 \text{ N}$$

$$P_M = \frac{3.999 * 10^{-3}}{0.8} = 4.99875 * 10^{-3} \text{ KW}$$

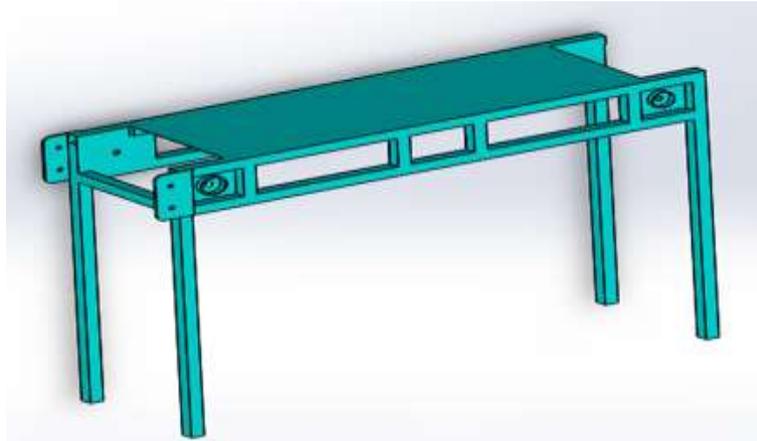


Fig 36. Diseño de mesa para faja transportadora.

Se muestra las diferentes partes seleccionadas, diseñadas y ensambladas, en cual simulan, que mediante la faja se estaría alimentado el sistema al encuentro con el brazo, que contiene la mano que sujetara la botella, permitiéndole en su posición, realizar un giro de 360 ° realizando el proceso inicial de corte con la ayuda del diamante, que se encuentra fijo en una posición inicial (capas de ser regulada en altura y longitud de contacto).

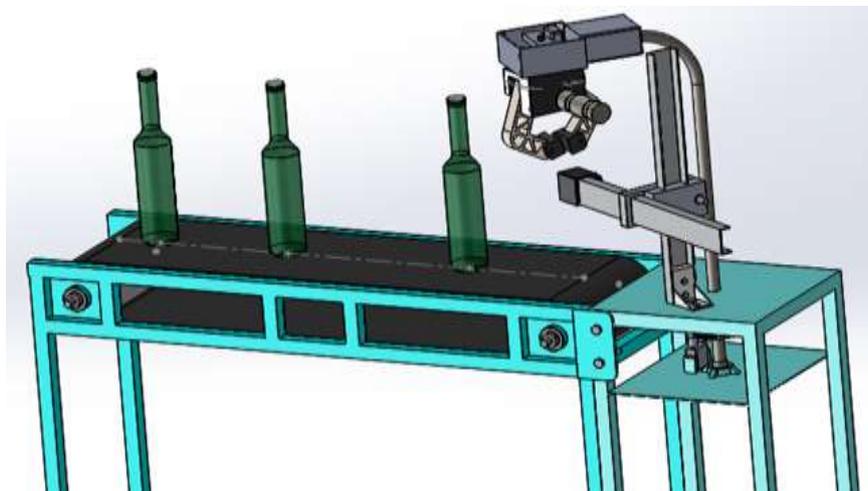


Fig 37. Ensamblaje del transporte y cortador de botella.

Los sistemas de fajas transportadoras por lo general se utilizan para transportar cargas constantes, pesadas, con distancias considerables, el diseño elaborado para el sistema de abastecimiento de botellas se busca tener un mejor abastecimiento de a la necesidad requerida, las cargas que estarán sometidas para su funcionamiento son insignificantes para otros modelos que utilizan moto reductores, para su funcionamiento, el diseño contara con un servomotor seleccionado, acoplado a los engranajes que le permitirá realizar el traslado de la carga calculada.

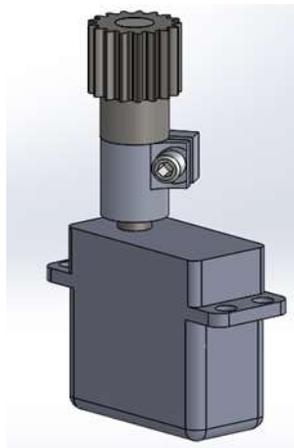
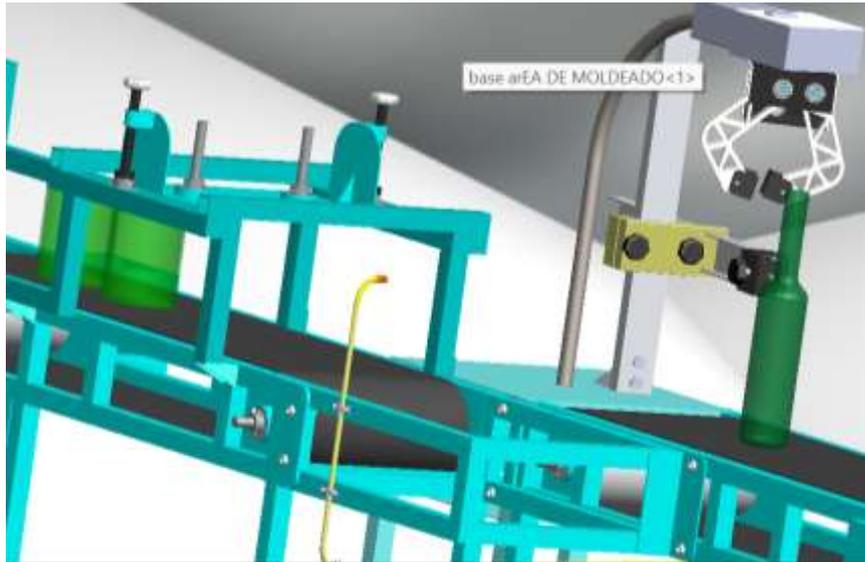


Fig 38. Servomotor acoplado con piñón.

Diseño del cortador de vaso

Las pinzas sujetadoras de botella será la encargada o de tener la botella sujeta transportarlo desde el área de corte, permitiendo tener contacto con el fuego y el, teniendo como parada final o retorno en el área de moldeo, en todo momento asistido por el personal a cargo.



Diseño del pulidor de Vaso

El diseño del área de pulir vidrio, el encargado de limpiar o pulir el área antes cortada (diámetro de la botella), la cual contar con 2 discos diamantados planos, los cuales estarán paralelamente juntos previamente regulado a la altura de trabajo, accionado por un servomotor, mediante una polea dentada unida al eje de discos.



Fig 39. Disco diamantado para pulir vidrio.

El disco seleccionado es de la marca Scon - Disco abrasivo de molienda de diamante de grano 120 de 6 pulgadas. Con especificaciones técnicas del fabricante en la siguiente tabla

TABLA 13.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DISCO ABRASIVO.

<i>Fabricante</i>	<i>Sscon</i>
<i>Número de parte</i>	CA1903200052
<i>Peso del producto</i>	5.7 onzas
<i>Dimensiones del paquete</i>	6.14 x 6.14 x 0.28 pulgadas
<i>Tamaño</i>	Grit 120
<i>Estilo</i>	Grit 120
<i>Material</i>	Metal
<i>Espesor</i>	1.2 Milímetros
<i>Clasificación de grano</i>	120

La polea dentada seleccionada es especial por su tamaño y poder de transmisión al estar unido al motor.

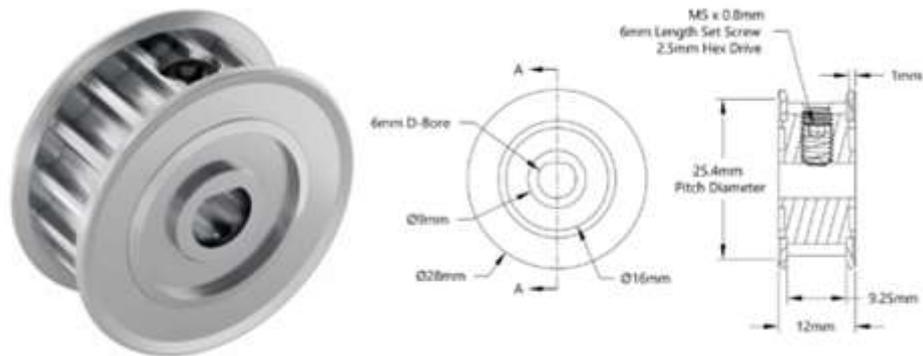


Fig 40. Polea dentada. 453

En área de pulido es donde se deberá cumplir con uno de los requerimientos presentado en el diseño (calidad), la cual estará verificada por un operario, encargado de verificar los procesos anteriores para dar el visto bueno (puliendo manualmente los labios

internos del vaso mediante el disco cónico diamantado, para luego continúe su proceso de moldeado siendo transportado mediante la faja.

Sistema de tuberías de gas

El sistema de tuberías de gas será un circuito de tuberías que permitirán el abastecimiento de gas a los niple o boquillas instaladas para el área de corte como para el área de moldeado. La primera red de distribución de gas constará desde el punto 1 de abastecimiento hasta los puntos 2 y 3 (corte de la botella y abastecimiento de moldeado).

- PUNTO 1 (conectado mediante una manguera para gas y una abrazadera al balón de gas.)
- PUNTO 2 (calentara el vidrio de la botella, mediante la boquilla, logrando calentar el vidrio a una temperatura de 100°C).
- PUNTO 3 (abastecerá de gas al circuito de tuberías 2 de gas unidos mediante una manguera para gas y 2 abrazaderas.

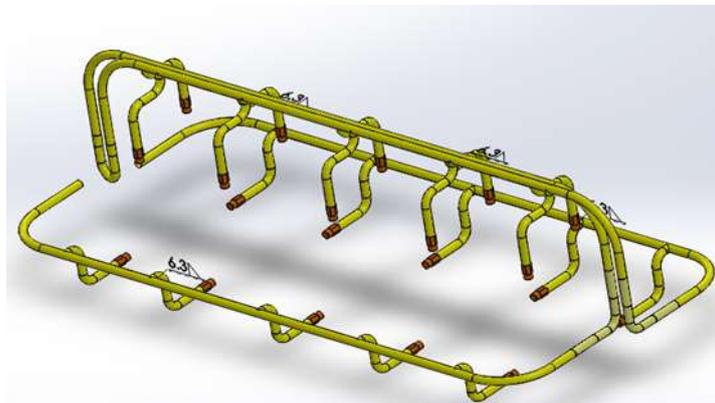


Fig 41. Circuito de distribución de gas área de moldeado

3.1.4. Realizar el análisis de la viabilidad económica del proyecto.

TABLA 14.
COSTO MATERIALES DEL PROYECTO

PRESUPUESTO DEL COSTO DE MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DEL DISEÑO			
CANT	CARACTERISTICAS	Precio Unt.	Precio total
1	Motor de engranajes planetarios Yellow Jacket serie 5203, eje REX de 24 mm, 1500 rpm	s/.168.00	s/. 168.00
13	boquilla pilotó AMBACH (rosca 1 M10 x1)	s/.3.00	s/.39.00
3	Engranaje piñón MOD0.8 diámetro int.8 mm, 24 N	s/.40.00	s/.40.00
5	Engranaje de montaje MOD0.8 diámetro 14mm, 48 N, ALUMINIO serie 2302	s/.32.00	s/.160.00
4	Tornillos cabeza plana Allen 3x8	s/.0.20	s/.0.80
4	Rodamiento axial de bolas de simple efecto	s/.3.00	s/.12.00
1	Fabricación de carcasa de mano sujetadora	s.100.00	s.100.00
7	Guarda de pvc para carcasa	s/.7.00	s/.49.00
3	3411 Series 5mm HTD Pitch Aluminum Hub Mount Timing Belt Pulley (14mm Bore, 24 Tooth)	s/.32.00	s/.96.00
5	2000 Series Dual Mode Servo (25-2, Torque)	s/.128.00	s/.640.00
1	Engranaje piñón MOD0.8 diámetro int.8 mm, 12 N	s/.35.00	s/.35.00
2	Rodamiento axial de bolas de simple	s/. 12.00	s/.24.00
1	Guarda para mano superior	s/. 5.00	s/5.00
1	Fabricación de carcasa parte superior de mano sujetadora.	s/.170.00	s/.170.00

1	Eje curvado acero AISI 1010	S/.200.00	S/.200.00
4	Rodamiento de inserción con anillo de fijación 12.7x40x2	s/.75.00	s/.300.00
10	Rodamiento de inserción con prisionero19.05x47x14	s/.82.50	s/.850.00
3	Engranaje cilíndrico74x82x12,72 N	s/. 55.00	s/.165.00
3	Engranaje recto piñón	s/.52.50	s/.157.50
3	Acoplador de eje servomotor	s/.:24.00	s/.72.00
3	Juego de rodillos para faja	s/.157.00	s/.471.00
2	5mm HTD Timing Belts	s/.:28.00	s/.56.00
2	Fabricación de estructura para la faja de transporte 1mx0.30mx0.70mcon tubo cuadrado 2 mm x 1"	s/.550.00	s/.1100.00
3	Cinta transportadora de 2.5m x0.30m x 2mm	s/.142.50	s/.426.00
1	Fabricación estructura para mano sujetadora de botella. 0.30mx0.30m x 0.7 0m	s/.300.00	s.300.00
1	Sistema de tuberías de gas	s/355.00	s/.355.00
1	Sistema para el transporte de vaso cortado 0.25mx0.60	s/.450.00	s/.450.00
1	Sistema eléctrico general	s/.350.00	s/.350.00
1	Paquete básico (pernos)abrazadera, conectores)	s/150.00	s/.150.00
1	Sistema porta diamante	s/.120.00	s/.120.00
Costo total unitario		3584.7	
Costo total en materiales			7063.00

TABLA 15.
COSTO MANO DE OBRA DEL PROYECTO

CARACTERISTICAS	Costo
Costo mínimo de personal laborando 8 horas diarias(operario)	s/.1,200.00
Costo de ensamblaje total	s/.2,500.00
Costo de mantenimiento (anual)	s/.600.00
Costo de materiales para ensamblado	s/. 7063.00
Costo total para la fabricación y funcionamiento	s/.11363

EVALUACION ECONOMICA.

Proyección de venta mensual

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

inversión inicial	-9563
costo de materiales	-7063
costo ensamblaje	-2500

	200	220	227	233	240	248	255	263	271	279	287	296	6und
	4200	4620	4759	4901	5048	5200	5356	5517	5682	5852	6028	6209	Ingreso

mantenimiento (semestral)	300
costo personal mensual	1200

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
inversión inicial	-9563												
costo personal mensual		-1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
mantenimiento (semestral)							-300						-300
Costo de insumo (botella)		-956.8	-957	-957	-957	-957	-957	-957	-957	-957	-957	-957	-957
ingreso		4200	4620	4759	4901	5048	5200	5356	5517	5682	5852	6028	6209
utilidad	-9563	2043.2	2463	2602	2745	2892	2743	3199	3360	3525	3696	3871	3752

Tasa	5%
VAN	16,877
TIR	26%

3.2. Discusión

Gutiérrez [9], en su investigación sobre la importancia de la cristalería ecológica a base de botellas de vidrio las cuales fueron recicladas, esta propuesta es una alternativa de solución ante la falta de conciencia del reciclaje, efectivamente el reciclaje de botellas de vidrio es una alternativa de solución por sus diferentes usos que se le puede dar, en este proyecto se transformarán las botellas de vidrio en diferentes objetos como lámparas vasos adornos maceteros entre otros modelos más, que pueda cortar la máquina diseñada.

En cuanto al diseño de la máquina cortadora de botellas de vidrio, Vergara [10], en su propuesta de diseño para fabricar lámparas, propuso dos alternativas de diseño, la primera funciona calentando la botella y aplicando el corte mediante un disco diamantado, esta máquina tiene que ser asistida por el operador el cual coloca la botella en unas abrazaderas de caucho, la segunda propuesta tiene el mismo principio de funcionamiento, pero la botella es sujeta por dos pinzas de goma. De la misma manera para esta investigación se evaluaron las posibles configuraciones de la máquina cortadora, la cual funcionará siguiendo los siguientes pasos: Se reacciona las botellas mediante una faja transportadora, la cual lleva las botellas hacia unas pinzas de caucho que sujetan las botellas y a la vez le da el movimiento rotatorio para que sea cortada por una rueda diamantada, se le aplica calor, luego de cortar la botella pasa a un pulidor de vidrio.

A diferencia de las máquinas convencionales para cortar botellas de vidrio, a partir de una resistencia, las máquinas diseñadas a partir de mecanismos de precisión, Mendieta [12]; señala que estas máquinas aseguran una mayor calidad del corte en la botella gracias a los componentes de precisión que tienen facilitando el proceso y aumentando la producción, su máquina diseñada utiliza el calor mediante niquela durante un tiempo de 40 segundos a 300 grados con una fuerza mínima de 20. N y un torque de 27.1 N, asegurando una producción de 240 vasos diarios.

Concuero con la afirmación de Mendieta, ya que para este caso de estudio la máquina diseñada para cortar botellas de vidrio posee componentes de precisión, así como también servomotores que facilitan el proceso de corte dando un acabado de calidad facilitando el trabajo manual que antes se hacía, obteniendo una producción de 368 botellas cortadas al día.

Esta máquina diseñada ofrece una oportunidad de emprendimiento aprovechando el reciclaje y la utilidad de la botella de vidrio ya que se le puede dar diferentes usos, estando contribuyendo a reducir la contaminación medioambiental, así mismo es una fuente de ingresos económicos, por otro lado, se ponen en práctica los conocimientos impartidos en la formación Universitaria para el diseño de los diferentes elementos que conforman la máquina.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinaron las necesidades y principales criterios de requerimiento para el diseño, para ello se realizó un diagrama sobre la estructura de funciones de la máquina y su respectiva secuencia de procesos; detallando las etapas que pasa la botella por los diferentes sistemas: De corte de botellas y precalentamiento, sistema de transporte, zona de pulido de rebabas y zona de moldeado. En cuanto a Los criterios técnicos de diseño se tomaron en cuenta la distribución y conexión de cada uno de los procesos: Sistema de anclaje, sistema de control y monitoreo, sistema de mantenimiento y sistema de abastecimiento de GLP.
- Se determinaron las posibles configuraciones de la máquina para su diseño, el funcionamiento de la máquina consiste en: Proceso de faja de transporte previo a la selección de botellas, para luego pasar por la cámara de corte mediante una rueda diamantada, para la etapa de Pulido se optó por el uso de una piedra abrasiva y para el moldeado se utilizará una válvula de control de gas con fuego directo, esta máquina será operada por una persona. Se realizó una evaluación técnica de la propuesta dada teniendo en cuenta criterios como: su función, forma, tamaño, ergonomía, fabricación, montaje, mantenimiento, entre otros.
- Se realizaron los cálculos respectivos basados en las teorías de diseño a todos los elementos para su dimensión de componentes de la máquina cortadora de botellas. Para ello se toman cuenta las dimensiones de las botellas, se seleccionó un motor de tipo DC cepillado, con un voltaje nominal 12VDC, se seleccionaron engranajes rectos de módulo 0.8, para la pinza sujetadora de la botella se diseñó el programa SolidWorks, a la cual se le adicionará dióxido de silicón para asegurar la sujeción de la botella.

- Se realizó el presupuesto total del proyecto, que incluye el costo de los materiales para la fabricación de la máquina cortadora de botella de vidrio, así como también el costo de la mano de obra del proyecto.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar proyectos de Innovación con el fin de reciclar objetos que se pueden reutilizar, teniendo en cuenta la fluctuación de consumo para tener capacidad de producción.
- Se recomienda a las autoridades identidades del gobierno implementar sistemas sostenibles para el recojo de residuos sólidos como las botellas de vidrio ya que estas beneficiarán a quienes las recolectan y dándoles un nuevo uso, la gestión debe beneficiar a los emprendedores para tener acceso a este recurso de manera ordenada y eficiente.
- Se recomienda realizar nuevas investigaciones sobre los métodos de aplicación de calor y que se podrían implementar en la máquina cortadora de botella con la finalidad de reducir el tiempo de corte.
- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento para la máquina cortadora de botella, que sea manera periódica y de fácil aplicación.
- Se recomienda realizar investigación para implementar un sistema de grabado en el vidrio, con la finalidad de dar una mejor calidad y presencia al producto final.

REFERENCIAS

- [1] Anfevi, «Historia del vidrio,» 07 Junio 2021. [En línea]. Available: <http://www.anfevi.com/el-envase-de-vidrio/historia/>.
- [2] Anfevi, «Cerveza y vidrio,» *Anfevi*, p. 10, 2018.
- [3] C. Valderrama, «Análisis del comportamiento de los residuos de botellas de vidrio de bebidas alcohólicas. Estudio de caso municipio de Neiva,» *Working Papers ECAPMA*, vol. 1, nº 1, pp. 1-7, 2018.
- [4] H. Carvajal Romero, M. T. García Álvarez y M. Teijeiro Álvarez, «Evolución de la política medioambiental en la gestión de residuos,» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 13, nº 2, pp. 265-275, 2021.
- [5] SINIA, «Gestión integral de residuos sólidos en Lambayeque,» Ministerio del Ambiente, Lambayeque, 2019.
- [6] INEI, «Un análisis de la eficiencia de la gestión municipal de residuos sólidos en el Perú y sus determinantes,» Lima, 2018.
- [7] V. Meza y S. Zamora, «Percepción de la formalidad de la cadena de reciclaje de vidrio en Lima Zona Norte.,» *Anales Científicos*, vol. 78, nº 2, pp. 216-224, 2018.
- [8] L. Condori, «Tratamiento del Vidrio reciclado para la Producción de Adoquines en Pavimentos Articulados de la Ciudad de Puno,» Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Puno, 2018.
- [9] M. Guitiérrez, «Cristalería ecológica a base de botellas de vidrio recicladas,» Universidad central del Ecuador, Quito, 2018.
- [10] H. Vergara, «Propuesta de diseño y fabricación de máquina cortadora de botellas de vidrio para fabricación de lámparas,» Concepción, 2018.
- [11] J. Morales, «Sistema para reciclar botellas de vidrios y convertirlos en vasos personalizado,» *Universidad Antonio Nariño - Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.*, p. 34, 2019.
- [12] M. Menieta, «Diseño y construcción de una máquina cortadora de envases de vidrio para la producción de vasos a partir de botellas recicladas,» Universidad Nacional de Loja, Loja, 2021.
- [13] I. Chávez, A. Montes, C. Rondoy, R. Vargas y E. Velásquez, «Q'umir: Reutilización y transformación de botellas de vidrio a vasos,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019.
- [14] S. Caldas, «Implementó el proceso HOPE para reciclar botellas de vidrio no retornable, en la discoteca Kilombo, ciudad de Huánuco, Noviembre 2018 - Enero 2019,» Universidad de Huanuco, Huanuco, 2019.

- [15] J. Castañon, «Impacto económico y social de la gestión productiva en las empresas relacionadas al reciclaje de botellas de vidrio,» Universidad Privada del Norte, Lima, 2020.
- [16] M. Marinelli, A. Mendez y E. Morán, «Proceso de fabricación del vidrio,» *Principios y Procesos Químicos*, p. 20, 2017.
- [17] J. Hernández, J. Mendoza y O. Gónzales, «Viabilidad del uso de vidrio recuperado en la producción de cerámica. Una propuesta orientada por la ecoeficiencia, la economía circular y la sustentabilidad,» *Revista de Ciencias Tecnológicas RECIT*, vol. 5, nº 2, pp. 210-233, 2022.
- [18] L. Segura Terrones, R. Sigüenza Abanto, M. Solar Jara y J. Zamora Mondragón, «Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto,» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 14, nº 1, pp. 179-192, 2022.
- [19] A. Paneque, A. Díaz y N. López, «Naturaleza química del vidrio y su impacto en la sociedad,» *Revista Cubana de Química*, vol. 35, nº 1, p. 20, 2023.
- [20] N. M. BBC, «Vidrio o plástico: ¿cuál es mejor para el medio ambiente?,» 7 Mayo 2023. [En línea]. Available: [bbc.com/mundo/vert-fut-65472044](https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-65472044). [Último acceso: 30 Julio 2023].
- [21] D. Yadir y F. Fajardo, «Caracterización de motores DC de imán permanente mediante un sistema motor-generador,» *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 44, p. 12, 2022.
- [22] A. Arteaga y J. Arteaga, «Prototipo de motor eléctrico de corriente continua controlado por campo,» *Ciencias técnicas y aplicada*, vol. 6, nº 5, pp. 276-290, 2020.
- [23] L. Mendoza, D. Beltran, K. Castro, M. De La Parra y A. Quintana, «Exploración de la medición del coeficiente de rozamiento en laminadas decorativas de alta presión,» *Teknos Revista Científica*, vol. 22, nº 2, pp. 10-19, 2022.
- [24] «Procedimiento para fabricar un piñón a partir de la evaluación del material,» *Ciencias Holguín*, vol. 28, nº 2, p. 11, 2022.
- [25] SKF, Rodamientos, Grupo SKF, 2019.
- [26] K. Delgado y B. Pescoran, «Propuesta estratégica de marketing para la marca de cocteles Piccoli en la ciudad Chiclayo 2015,» USAT, Chiclayo, 2015.

ANEXOS

ANEXO 1:

FICHA TECNICA DE INVESTIGACION	
TITULO	“Gestión Integral De Los Residuos Sólidos En Lambayeque”
AUTOR	Sinia
PUBLICACION	Dirección General De Los Residuos Sólidos, Minan, Dic 2019.
TEMA PRINCIPAL	Presencia Del Sector Ambiental En Lambayeque.
REGISTRO DE INFORMACION	En Lambayeque, Se Generan 291 Mil Toneladas al Año, Solo En Chiclayo 231,306.35 T/Año, Con Una Generación Municipal Per capital 0.77 Kg/Hab/Día.
CITA BIBLIOGRAFICA	Sinia, “Gestión Integral De Residuos Sólidos En Lambayeque”,2019.

FICHA TECNICA DE INVESTIGACION	
TITULO	Diseño Y Construcción De Una Máquina Cortadora De Envases De Vidrio Para La Producción De Vasos A Partir De Botellas Recicladas.
AUTOR	Miguel Andrés Mendieta Macas
PUBLICACION	Universidad Nacional De Loja, Loja-Ecuador, 2021
TEMA PRINCIPAL	Diseño Y Construcción De Una Máquina Cortadora De Envases De Vidrio
REGISTRO DE INFORMACION	Logro Una Producción De 240 Vasos En Comparación Con La Producción Manual De 150 Vasos, Aplicando Calor Durante 40 Segundos, Con Una Fuerza Máxima De 22.4 N Y 13.1 Rpm

CITA BIBLIOGRAFICA	M. Mendieta, «Diseño Y Construcción De Una Máquina Cortadora De Envases De Vidrio Para La Producción De Vasos A Partir De Botellas Recicladadas,» Universidad Nacional De Loja, Loja-Ecuador, 2021.
---------------------------	---

FICHA TECNICA DE INVESTIGACION

TITULO	Cristalería Ecológica A Base De Botellas De Vidrio Recicladadas
AUTOR	M. Gutiérrez
PUBLICACION	Universidad Central Del Ecuador, Quito
TEMA PRINCIPAL	Cristalería Ecológica A Base De Botellas De Vidrio Recicladadas
REGISTRO DE INFORMACION	Realizo Un Análisis De Artículos Derivados De Las Botellas De Vidrio, De 145 Encuestados, El 95.2% Utilizaría Vasos Derivados De Botellas De Vidrio Y Solo El 4.8% No Utilizaría.
CITA BIBLIOGRAFICA	M. Gutiérrez, «Cristalería Ecológica A Base De Botellas De Vidrio Recicladadas,» Universidad Central Del Ecuador, Quito, 2018.

FICHA TECNICA DE INVESTIGACION

TITULO	Q'umir: Reutilización Y Transformación De Botellas De Vidrio A Vasos
AUTOR	I. Chávez, A. Montes, C. Rondoy, R. Vargas Y E. Velásquez
PUBLICACION	Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima, 2019

TEMA PRINCIPAL	Reutilización Y Transformación De Botellas De Vidrio A Vasos
REGISTRO DE INFORMACION	Tamaño De Población 37,158 Personas, Tamaño De Muestra 235 Personas, Basándose En 291 Encuestas Donde 75% Femenina Y 2 % Masculino, Determina Que El 72% Prefiere Paquete De 6 Unidades Y Un 20.27% Pagaría 21 Soles El Paquete Y Con Un 35% Interesado En La Calidad Y Presentación. En su estudio determinan un crecimiento anual del 5% el 1er año. Teniendo una venta inicial de 263 paq x 6und el 1er mes.
CITA BIBLIOGRAFICA	I. Chávez, A. Montes, C. Rondoy, R. Vargas Y E. Velásquez, «Q'umir: Reutilización Y Transformación De Botellas De Vidrio A Vasos,» Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima, 2019

FICHA TECNICA DE INVESTIGACION

TITULO	“Un Análisis De La Eficiencia De La Gestión Municipal De Residuos Sólidos En El Perú Y Sus Determinantes”.
AUTOR	Phd. JOSE CARLOS ORIHUELA PAREDES.
PUBLICACION	Inei, Lima, abril 2018.
TEMA PRINCIPAL	Gestión Municipal De Residuos Sólidos.
REGISTRO DE INFORMACION	En El Perú Solo Se Recicla El 4.1% Del Cual Solo El 0.5% Es Vidrio.
CITA BIBLIOGRAFICA	Inei. Un Análisis De La Gestión Municipal De Residuos Sólidos En El Perú y Sus Determinantes, Lima,2018.

FICHA TECNICA DE INVESTIGACION

TITULO	Implementación Del Proceso Hope Para Reciclar Botellas De Vidrio No Retornable, En La Discoteca Kilombo
AUTOR	S. Caldas
PUBLICACION	Universidad De Huánuco, Huánuco, 2019.
TEMA PRINCIPAL	Reciclar Botellas De Vidrio No Retornable
REGISTRO DE INFORMACION	Realizo Un Análisis De La Cantidad Generadas De Botellas De Vidrio No Retornable Entre Mayo Del 2018 Y Enero Del 2019, Obteneiendo Un Promedio De 535 Botellas /Semana Durante 8 Meses, Teniendo Enero Como El Mes Mas Bajo Y Diciembre El Mas Alto Con Un Pico De 3155 Botellas No Retornables.
CITA BIBLIOGRAFICA	S. Caldas, «Implementó El Proceso Hope Para Reciclar Botellas De Vidrio No Retornable, En La Discoteca Kilombo, Ciudad De Huánuco, noviembre 2018 - enero 2019,» Universidad De Huánuco, Huánuco, 2019.

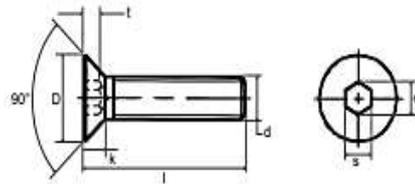
Anexo 2: CUADRO DE VENTAS EMPRESA PICOLI, AÑO 2015

Mes	Cocktail Piccoli x 750 ml						Cocktail Piccoli x 500 ml						
	Café	Algarrobina	Cacao	Coco	Durazno	Selecto	Total	Café	Algarrobina	Cacao	Coco	Selecto	Total
Enero	5,317	7,038	3,334	2,157	2,179	1,282	21,306	1,943	2,102	955	812	197	6,010
Febrero	6,667	7,909	4,859	3,443	1,089	1,346	25,314	2,293	2,819	1,433	2,628	207	9,380
Marzo	5,273	5,709	1,634	2,082	1,634	1,413	17,755	2,166	2,309	924	1,306	217	6,922
Abril	5,905	7,125	3,530	3,922	2,876	1,484	24,842	3,026	2,214	2,628	1,561	228	9,656
Mayo	13,487	14,926	6,864	6,014	3,268	1,558	46,117	4,698	5,637	2,596	3,153	240	16,324
Junio	6,624	10,372	3,290	3,159	1,089	1,636	26,171	2,007	1,863	382	573	252	5,077
Julio	14,119	15,797	7,648	5,055	3,050	1,718	47,388	5,096	6,402	2,580	2,102	264	16,444
Agosto	6,014	6,624	2,680	3,857	2,222	1,804	23,201	1,879	1,354	1,226	2,293	277	7,030
Septiembre	11,592	16,538	6,885	4,663	2,745	1,894	44,317	3,726	4,969	1,433	955	291	11,375
Octubre	6,602	8,411	2,854	3,181	1,307	1,989	24,344	2,038	2,293	1,529	1,290	306	7,456
Noviembre	7,592	9,672	3,283	3,658	1,503	2,088	27,797	2,344	2,637	1,758	1,483	321	8,544
Diciembre	8,731	11,123	3,775	4,207	1,729	2,192	31,758	2,696	3,033	2,022	1,706	337	9,794
Total	97,924	121,243	50,636	45,408	24,695	20,404	360,309	33,912	37,631	19,466	19,863	3,139	114,010

Anexo:3

DIN 7991

TORNILLO CABEZA PLANA ALLEN

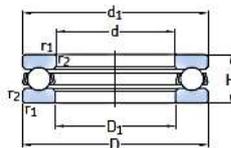


d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20
D	6	8	10	12	16	20	24	27	30	36
s	2	2,5	3	4	5	6	8	10	10	12
k	1,7	2,3	2,5	3,3	4,4	5,5	6,54	7	7,5	8,5
T	1,2	1,8	2,3	2,5	3,5	4,4	4,6	4,8	5,3	5,9
e	2,3	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15	11,43	11,43	13,72

Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L	Calidad 12.9 Ref. Catálogo	Calidad Inox. Ref. Catálogo	Medidas d x L
13011762	13011861	3x6	13011768	13011867	3x18	13011774	13011873	4x12	13011780	13011879	4x30
13011763	13011862	3x8	13011769	13011868	3x20	13011775	13011874	4x14	13011781	13011880	4x35
13011764	13011863	3x10	13011770	13011869	3x25	13011776	13011875	4x16	13011782	13011881	4x40
13011765	13011864	3x12	13011771	13011870	3x30	13011777	13011876	4x18	13011783	13011882	5x8
13011766	13011865	3x14	13011772	13011871	4x8	13011778	13011877	4x20	13011784	13011883	5x10
13011767	13011866	3x16	13011773	13011872	4x10	13011779	13011878	4x25	13011785	13011884	5x12

Nota: tomado de tornillos y remaches –pdf-pág. 640

Anexo 4



5.1 H41	Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P _u	Factor de carga mínima A	Velocidades nominales		Masa	Designación
	d	D	H	dinámica C	estática C ₀			Velocidad de referencia	Velocidad límite		
	mm			kN		kN	-	r. p. m.		kg	-
	3	8	3,5	0,806	0,72	0,027	0,000 003	26 000	36 000	0,0009	▶ BA 3
	4	10	4	0,761	0,72	0,027	0,000 003	22 000	30 000	0,0015	▶ BA 4
	5	12	4	0,852	0,965	0,036	0,000 005	20 000	28 000	0,0021	▶ BA 5
	6	14	5	1,78	1,92	0,071	0,000 019	17 000	24 000	0,0035	▶ BA 6
	7	17	6	2,51	2,9	0,108	0,000 044	14 000	19 000	0,0065	▶ BA 7
	8	19	7	3,19	3,8	0,143	0,000 075	12 000	17 000	0,0091	▶ BA 8
	9	20	7	3,12	3,8	0,143	0,000 075	12 000	16 000	0,01	▶ BA 9
	10	24	9	9,95	15,3	0,56	0,0012	9 500	13 000	0,02	▶ 51100
		26	11	12,7	18,6	0,695	0,0018	8 000	11 000	0,03	▶ 51200
	12	26	9	10,4	14,4	0,62	0,0014	9 000	13 000	0,022	▶ 51101
		28	11	13,3	20,8	0,765	0,0022	8 000	11 000	0,034	▶ 51201
	15	28	9	10,6	18,3	0,67	0,0017	8 500	12 000	0,023	▶ 51102
		32	12	15,9	25	0,915	0,0038	7 000	10 000	0,046	▶ 51202

Nota: tomado de manual de rodamientos, pdf, (pag472), Grupo SKF 2019

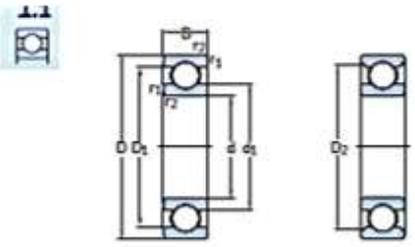
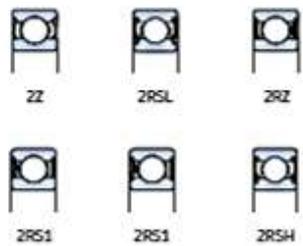
Anexo 5

Tabla A-20

Resistencias mínimas determinísticas 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.	Proceso de laminado	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	

Anexo 6

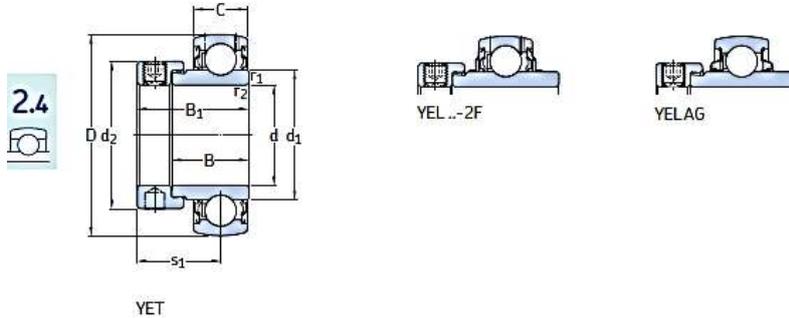
Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designaciones	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _e	Velocidad de referencia	Velocidad límite ⁽¹⁾	kg	Rodamiento abierto o tapado en ambos lados	tapado en un lado ⁽¹⁾
mm			kN		kN	r. p. m.			-	
15	24	5	1,9	1,1	0,048	-	17 000	0,0074	+ 61802-2RS1	-
24	32	5	1,9	1,1	0,048	60 000	30 000	0,0074	+ 61802-ZZ	-
24	32	5	1,9	1,1	0,048	60 000	38 000	0,0065	+ 61802	-
28	42	7	4,36	2,24	0,095	-	16 000	0,016	+ 61902-2RS1	-
28	42	7	4,36	2,24	0,095	56 000	28 000	0,016	+ 61902-2RZ	-
28	42	7	4,36	2,24	0,095	56 000	28 000	0,016	+ 61902-ZZ	-
28	42	7	4,36	2,24	0,095	56 000	34 000	0,016	+ 61902	-
32	48	8	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,027	+ 16002	-
32	48	8	5,85	2,85	0,12	50 000	26 000	0,025	+ 16002-ZZ	16002-Z

Nota: tomado de manual de rodamientos-pdf-(pag.226-267) Grupo SKF 2019.

anexo 7

2.4 Rodamientos de inserción con un anillo de fijación excéntrico, ejes en pulgadas

d 1/2 – 2 7/16 pulg.
12,7 – 61,913 mm



Dimensiones										Capacidad de carga		Velocidad	Masa	Designación	
d	D	B	B ₁	C	d ₁	d ₂	s ₁	r _{1,2}	r _{1,2}	básica dinámica C	estática C ₀	límite de fatiga P _u	límite con tolerancia de eje h6	kg	–
pulg./mm	mm							min.		kN		kN	r. p. m.		
1/2 12,7	40	19,1	28,6	12	24,2	27,2	22,1	0,3		9,56	4,75	0,2	9 500	0,13	YET 203-008
3/4 19,05	47	21	30,5	14	28,2	32,4	23,5	0,6		12,7	6,55	0,28	8 500	0,17	► YET 204-012
	47	34,2	43,7	14	28,2	32,4	26,6	0,6		12,7	6,55	0,28	8 500	0,21	YEL 204-012-2F
1 25,4	52	21,5	31	15	33,7	37,4	23,5	0,6		14	7,8	0,335	7 000	0,19	► YET 205-100
	52	34,9	44,4	15	33,7	37,4	26,9	0,6		14	7,8	0,335	1 500	0,23	YELAG 205-100
	52	34,9	44,4	15	33,7	37,4	26,9	0,6		14	7,8	0,335	7 000	0,24	YEL 205-100-2F

Nota: tomado de manual de rodamientos-pdf-(pag.226-267) Grupo SKF 2019.

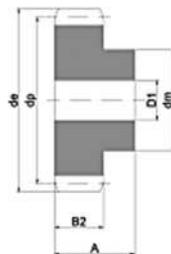
ENGRANAJES RECTOS

SPUR GEARS

PIÑONES Y RUEDAS (con cubo en un lado) ángulo de presión 20°

SPROCKETS AND WHEELS (with box in one side) pressure angle 20°

Material C45- UNI 7847



Ancho diente "B" Tooth width "B"	mm.
M 1	15mm
M 1,5	17mm
M 2	20mm
M 2,5	25mm
M 3	30mm
M 4	40mm
M 5	50mm
M 6	60mm

Ancho diente "A" Tooth width "A"	mm.
M 1	25mm
M 1,5	30mm
M 2	35mm
M 2,5	45mm
M 3	50mm
M 4	60mm
M 5	75mm
M 6	80mm

Z	Módulo "M1" Diametral pitch "M1"				Módulo "M1,5" Diametral pitch "M1,5"				Módulo "M2" Diametral pitch "M2"				Módulo "M2,5" Diametral pitch "M2,5"			
	d _e	d _p	d _m	D1	d _e	d _p	d _m	D1	d _e	d _p	d _m	D1	d _e	d _p	d _m	D1
12	14	12	9	-	21	18	14	8	28	24	18	10	35	30	22	10
13	15	13	10	-	22,5	19,5	14	8	30	26	19	10	37,5	32,5	25	10
14	16	14	10	-	24	21	18	8	32	28	20	10	40	35	28	10
15	17	15	12	-	25,5	22,5	18	8	34	30	22	10	42,5	37,5	30	10
16	18	16	13	-	27	24	20	8	36	32	24	10	45	40	32	12
17	19	17	14	8	28,5	25,5	20	8	38	34	25	10	47,5	42,5	35	12
18	20	18	15	8	30	27	20	8	40	36	25	10	50	45	35	12
19	21	19	15	8	31,5	28,5	20	8	42	38	25	10	52,5	47,5	35	12

anexo 8



FICHA TÉCNICA

VITON®

Caucho Fluorado

Características

El Viton® es un caucho fluorado de alta calidad con una extraordinaria resistencia al ataque químico, al ozono, a los aceites, disolventes y combustibles. Posee una excelente estabilidad térmica a elevadas temperaturas.

Características Técnicas

Color	Negro
Alargamiento a la rotura	≥ 300 %
Carga de rotura	≥ 7 Mpa
Dureza	70 ± 5 SHORE A
Envejecimiento por aire caliente (72 h x 70°C)	
Inc. Alargamiento	-50 %
Inc. Carga de rotura	-20 %
Inc. Dureza	10 SHORE A
Peso específico	2.0 ± 0,05 gr/cm ³
Resistencia al desgarro	20 N/mm
Resistencia Química	
Ozono	Muy Buena
Ácidos y Alcalis diluidos	Muy Buena
Ácidos y Alcalis concentrados	Muy Buena
Hidrocarburos, aceites y grasas	Buena
Disolventes Orgánicos	Buena
Temperatura máxima de servicio	250 °C
Temperatura mínima de servicio	-3 °C

anexo 9

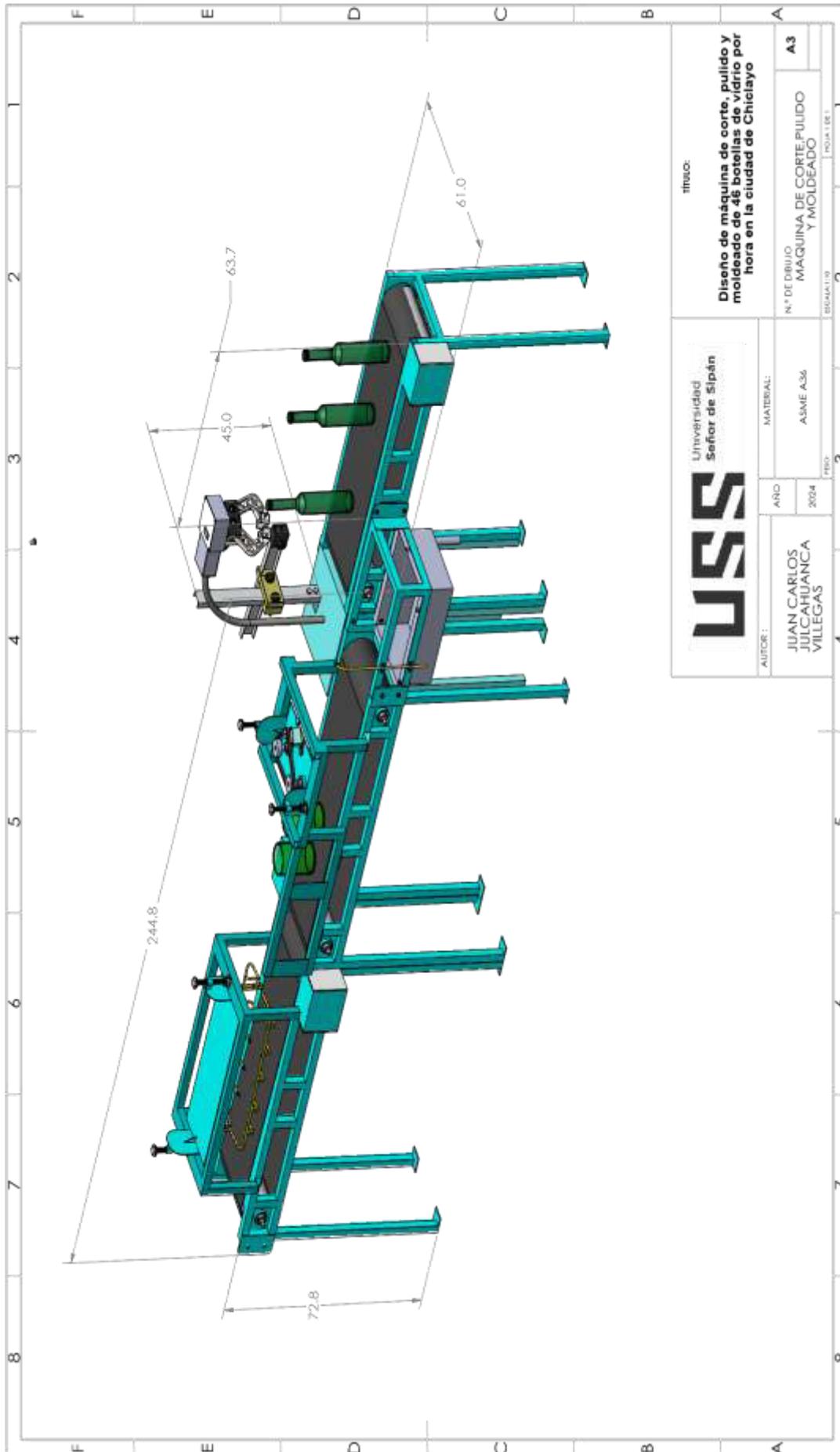
Planos del diseño de la máquina



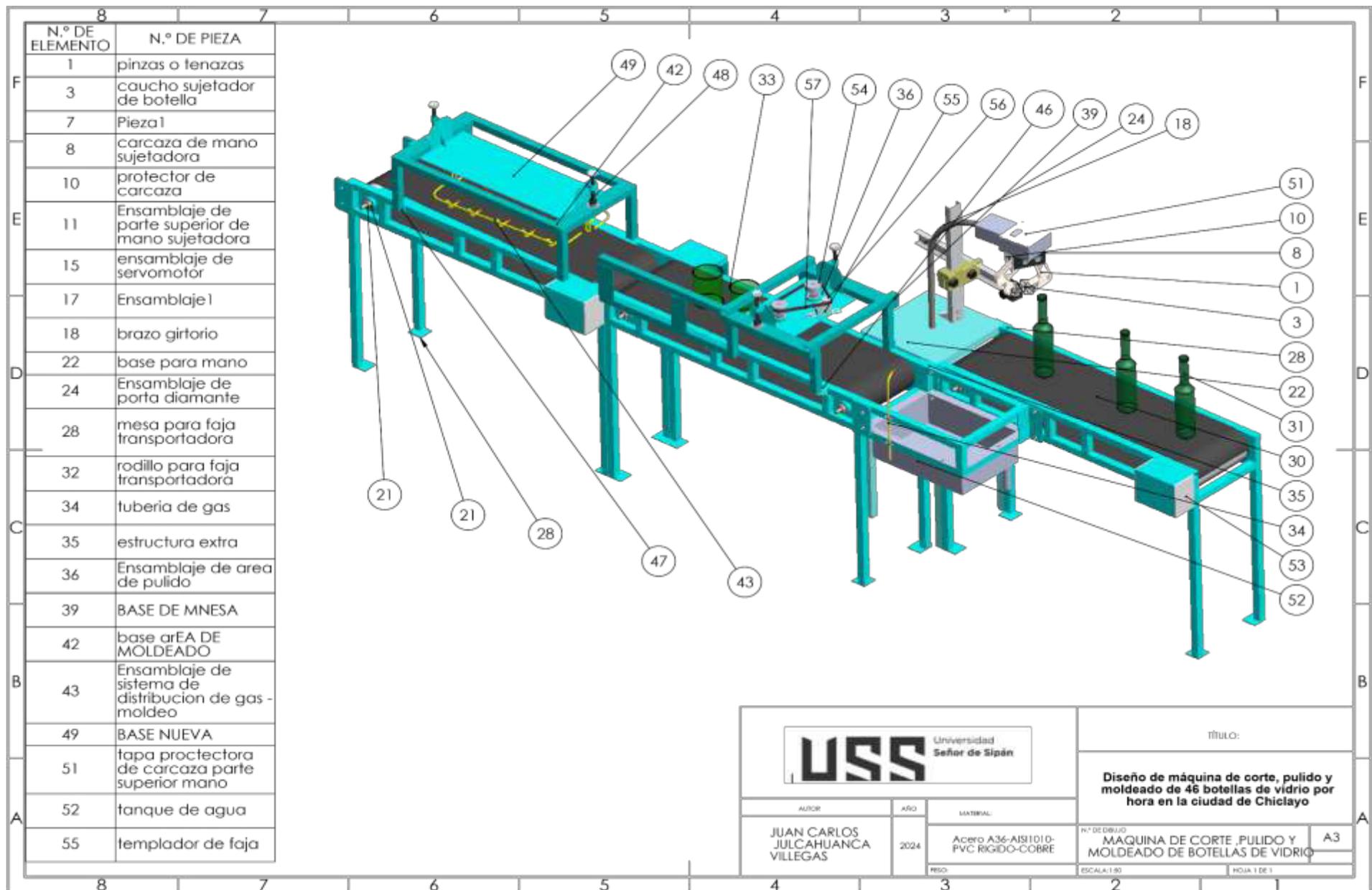
Código:

- **X028.25** - 125° Para Vidrio de 1-3mm.
- **X028.35** - 135° Para Vidrio de 3-6mm.
- **X028.45** - 145° Para Vidrio de 6-12mm.
- **X028.55** - 155° Para Vidrio de 12-19mm.

Planos para el diseño, elaborado en el programa SolidWorks

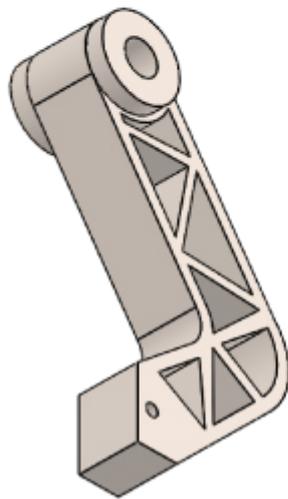


USP Universidad Señor de Sipán		TÍTULO: Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 48 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
		N° DE DIBUJO MAQUINA DE CORTE PULIDO Y MOLDEADO	A3
AUTOR: JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS		MATERIAL: ASME A36	ESCALA: 1:1
AÑO 2004	FECH. 2	FOLIO 3	TOTAL DE FOLIOS 2

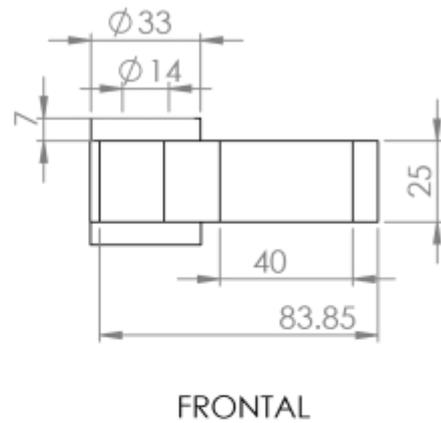
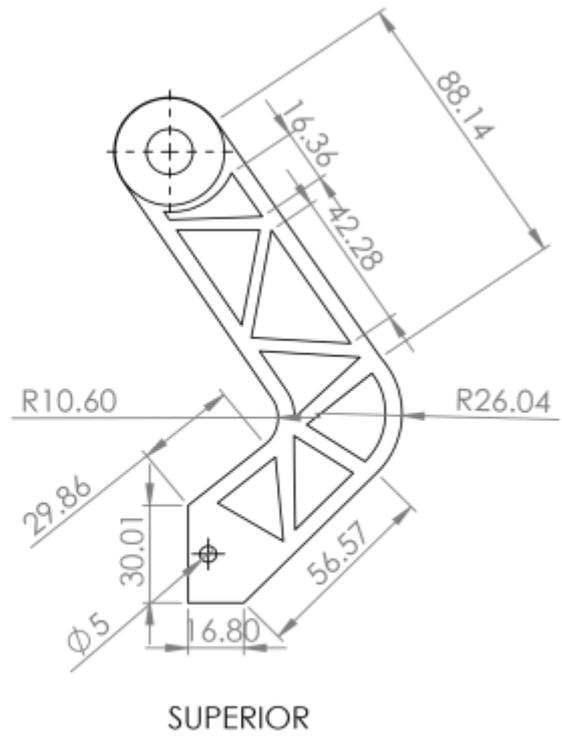


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA
1	pinzas o tenazas
3	caucho sujetador de botella
7	Pieza 1
8	carcaza de mano sujetadora
10	protector de carcaza
11	Ensamblaje de parte superior de mano sujetadora
15	ensamblaje de servomotor
17	Ensamblaje 1
18	brazo giratorio
22	base para mano
24	Ensamblaje de porta diamante
28	mesa para faja transportadora
32	rodillo para faja transportadora
34	tubería de gas
35	estructura extra
36	Ensamblaje de area de pulido
39	BASE DE MNEZA
42	base arEA DE MOLDEADO
43	Ensamblaje de sistema de distribución de gas -moldeo
49	BASE NUEVA
51	tapa protectora de carcaza parte superior mano
52	tanque de agua
55	templador de faja

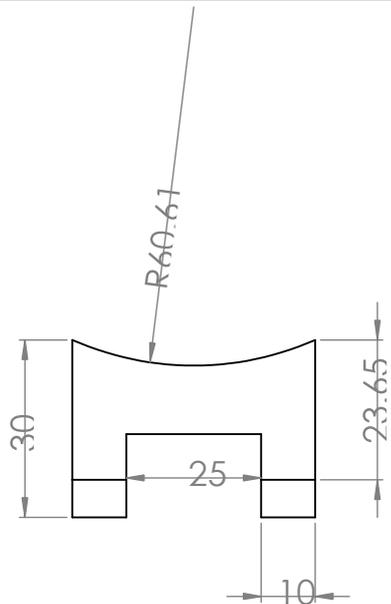
		TÍTULO:	
		Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	Nº DE DIBUJO
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	Acero A36-AISI1010-PVC RIGIDO-COBRE	MAQUINA DE CORTE, PULIDO Y MOLDEADO DE BOTELLAS DE VIDRIO
PESO		ESCALA: 1:80	HOJA 1 DE 1



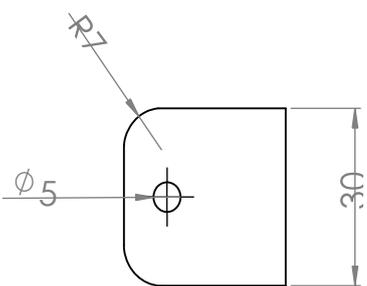
ESCALA 1 : 2



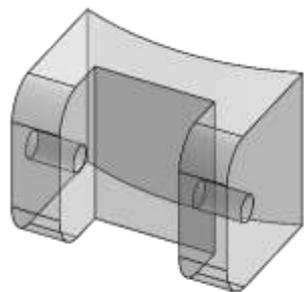
			TÍTULO Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	título: MODELO DE PINZA	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	APROB.		
PESO		N.º DE DIBUJO	001	A4
ESCALA: 1:5			HOJA 1 DE 1	



SUPERIOR

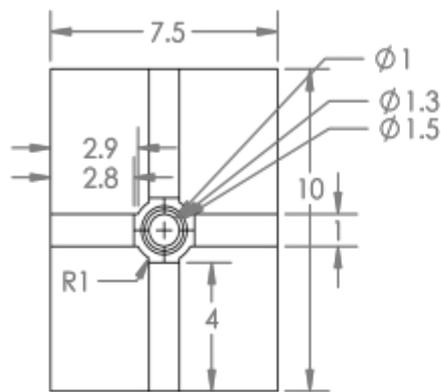


DERECHO

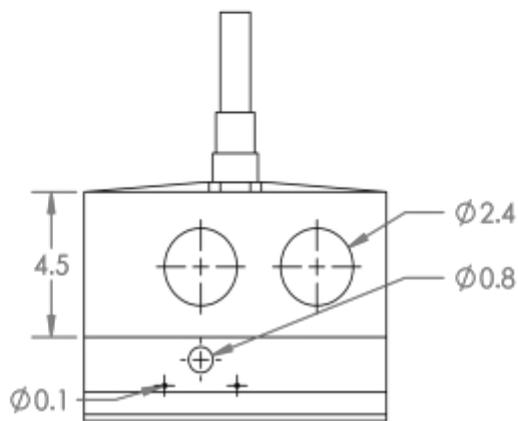
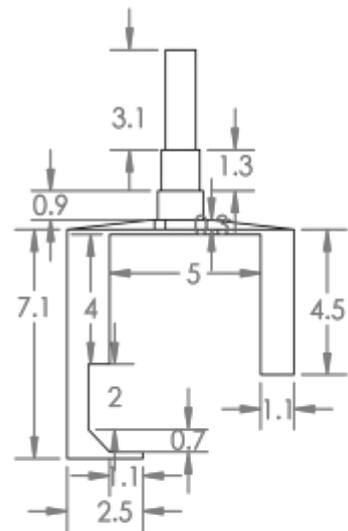


TRIMETRICA

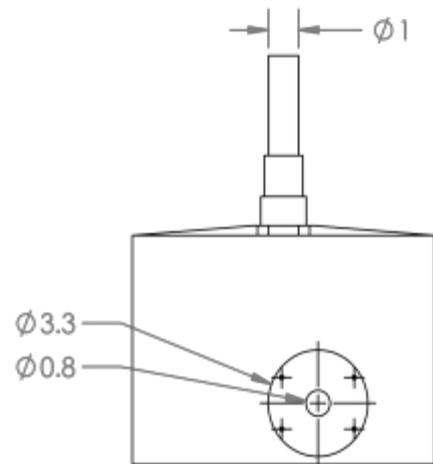
			TITULO Diseño de máquina de pulido y moldeado de botellas de vidrio por hora la ciudad de	
AUTO	AÑ	MATERIA	TÍTULO	
JUAN JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	APROB	MODELO DE CAUCHO SUJETADOR	
	PES		N.º DE	003
			ESCALA: 1.	HOJA 1 DE A



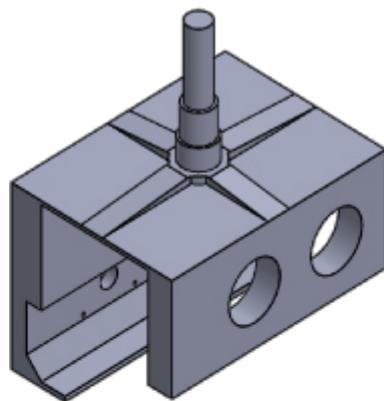
Superior



DERECHA



IZQUIERDA



ESCALA 1 : 2



Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO

**Diseño de máquina de corte,
pulido y moldeado de 46
botellas de vidrio por hora en
la ciudad de Chiclayo**

AUTOR

AÑO

MATERIAL

TÍTULO:

CARCAZA DE MANO SUJETADORA

JUAN CARLOS
JULCAHUANCA
VILLEGAS

2024

ACERO A36

PESO

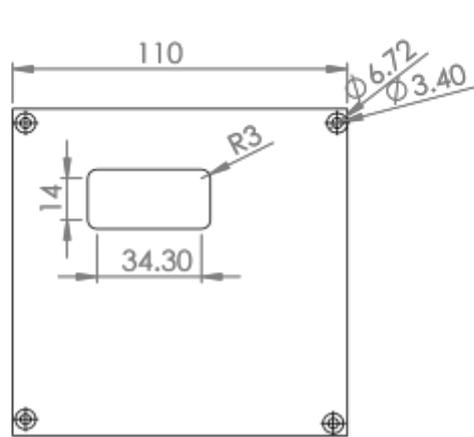
N.º DE DIBUJO

008

A4

ESCALA:1:5

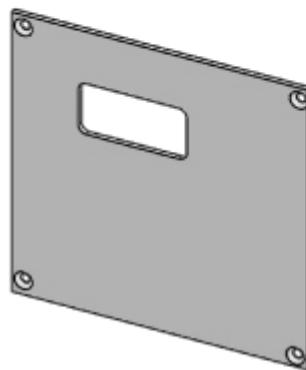
HOJA 1 DE 1



FRONTAL

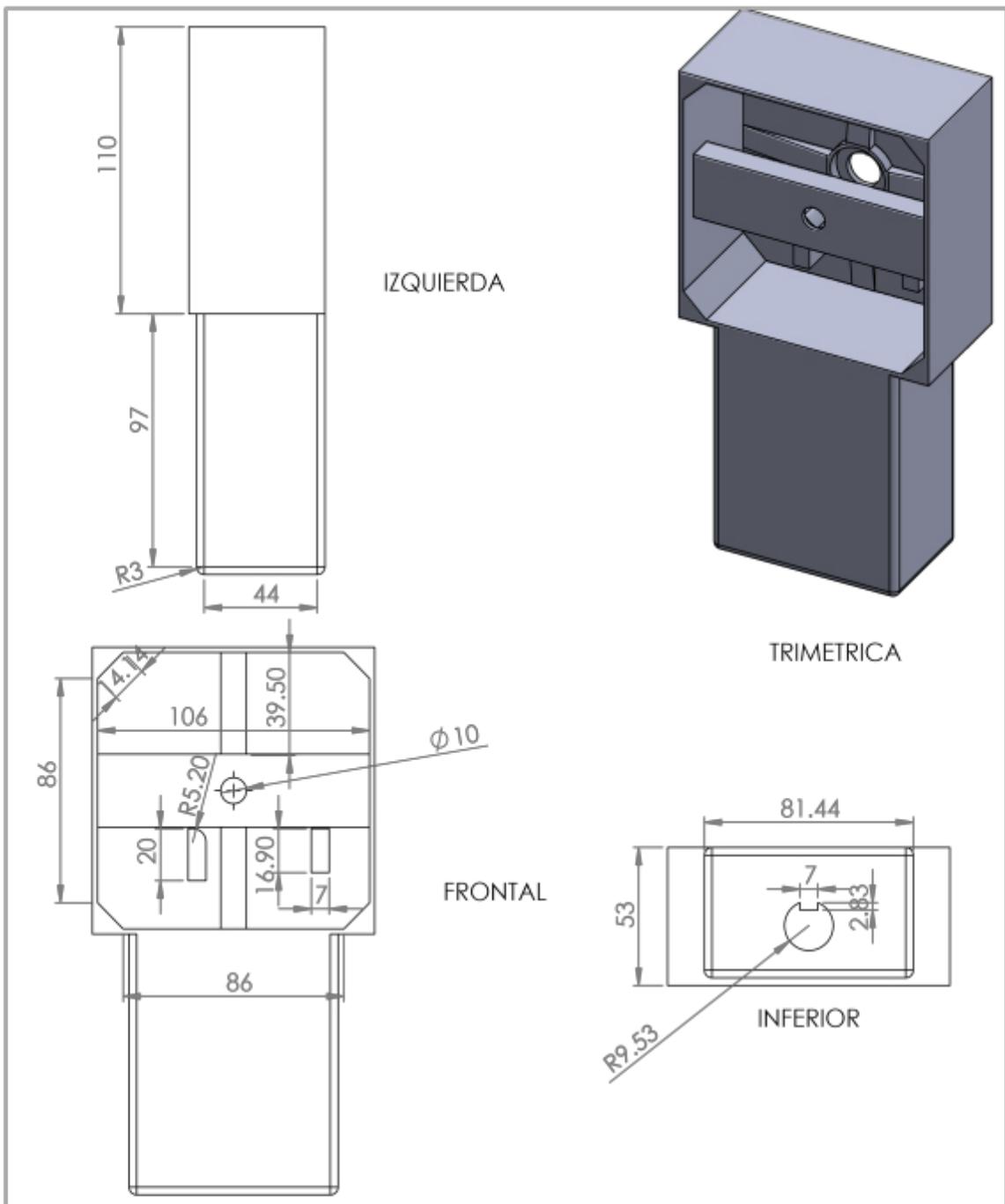


LATERAL

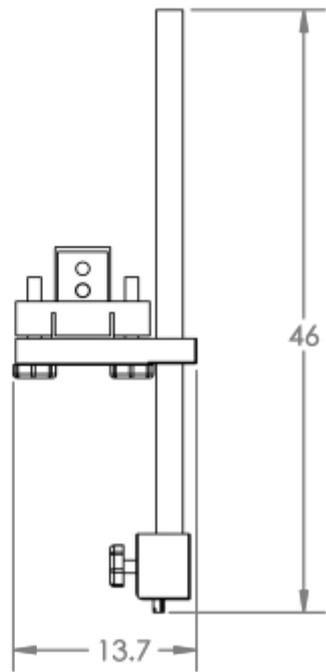


ISOMETRICO

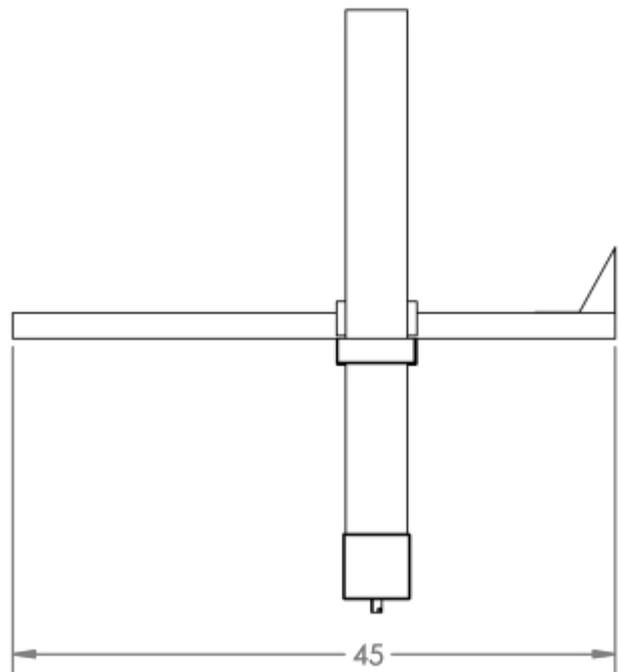
			TÍTULO Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE PROTECTOR DE CARCAZA PARTE SUPERIOR	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	PVC 0.007 PLASTICO		
		PESO	N.º DE DIBUJO	010
			ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1
				A4



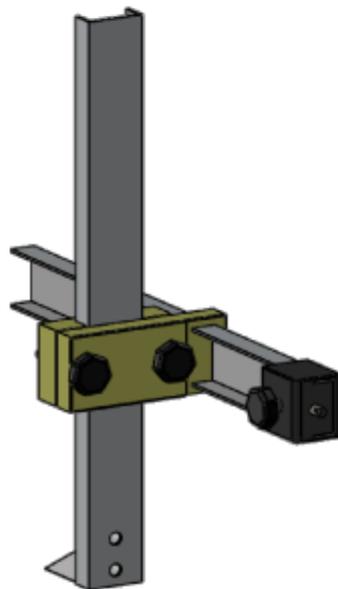
			TÍTULO Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO:	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	ACERO A36	MODELO DE CARCAZA PARTE SUPERIOR	
PESO			N° DE DIBUJO	A4
			022	
ESCALA: 1:5			HOJA 1 DE 1	



POSTERIOR

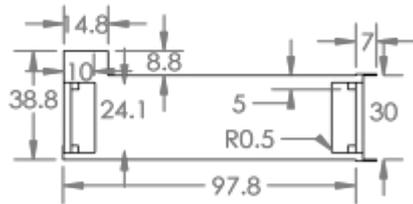


IZQUIERDA

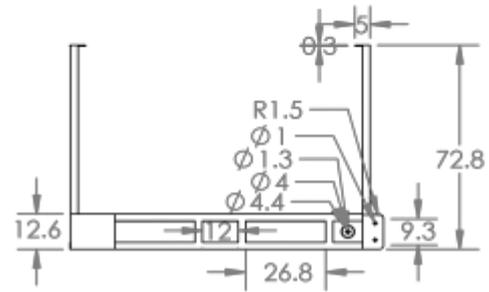


ESCALA 1 : 5

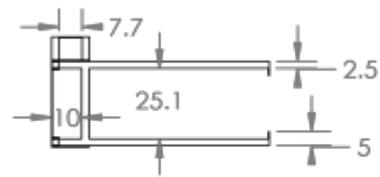
			TÍTULO Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE ENSAMBLAJE DE SISTEMA DE SOPORTE DE VIDRIO	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	1100-H12 BARRA 1060-H12.	N.º DE DIBUJO 024 A4	
ESCALA: 1.5			HOJA 1 DE 1 120	



FRONTAL



SUPERIOR



INFERIOR



Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO

**Diseño de máquina de corte,
pulido y moldeado de 46
botellas de vidrio por hora en
la ciudad de Chiclayo**

AUTOR

AÑO

MATERIAL

TÍTULO:

MODELO DE MESA DE FAJA
TRANSPORTADORA

JUAN CARLOS
JULCAHUANCA
VILLEGAS

2024

1100-H12 BARRA
1060-H12.

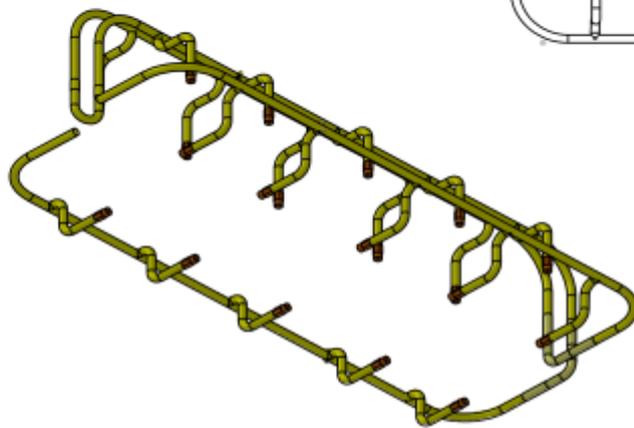
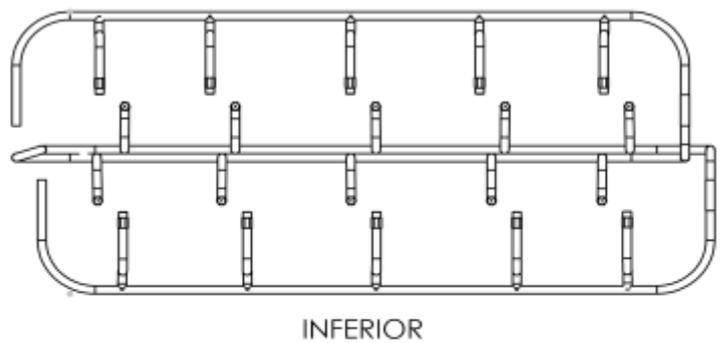
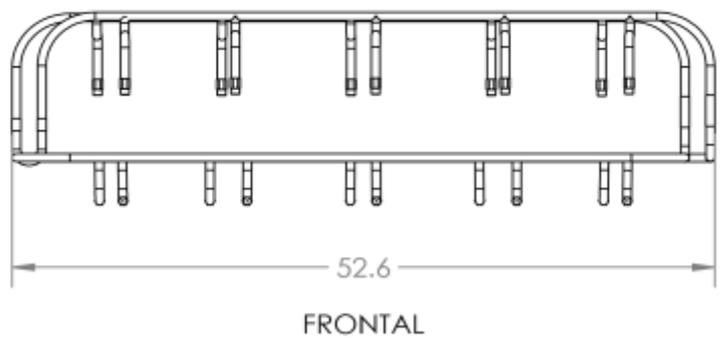
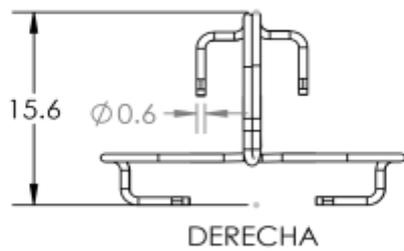
N° DE DIBUJO

028

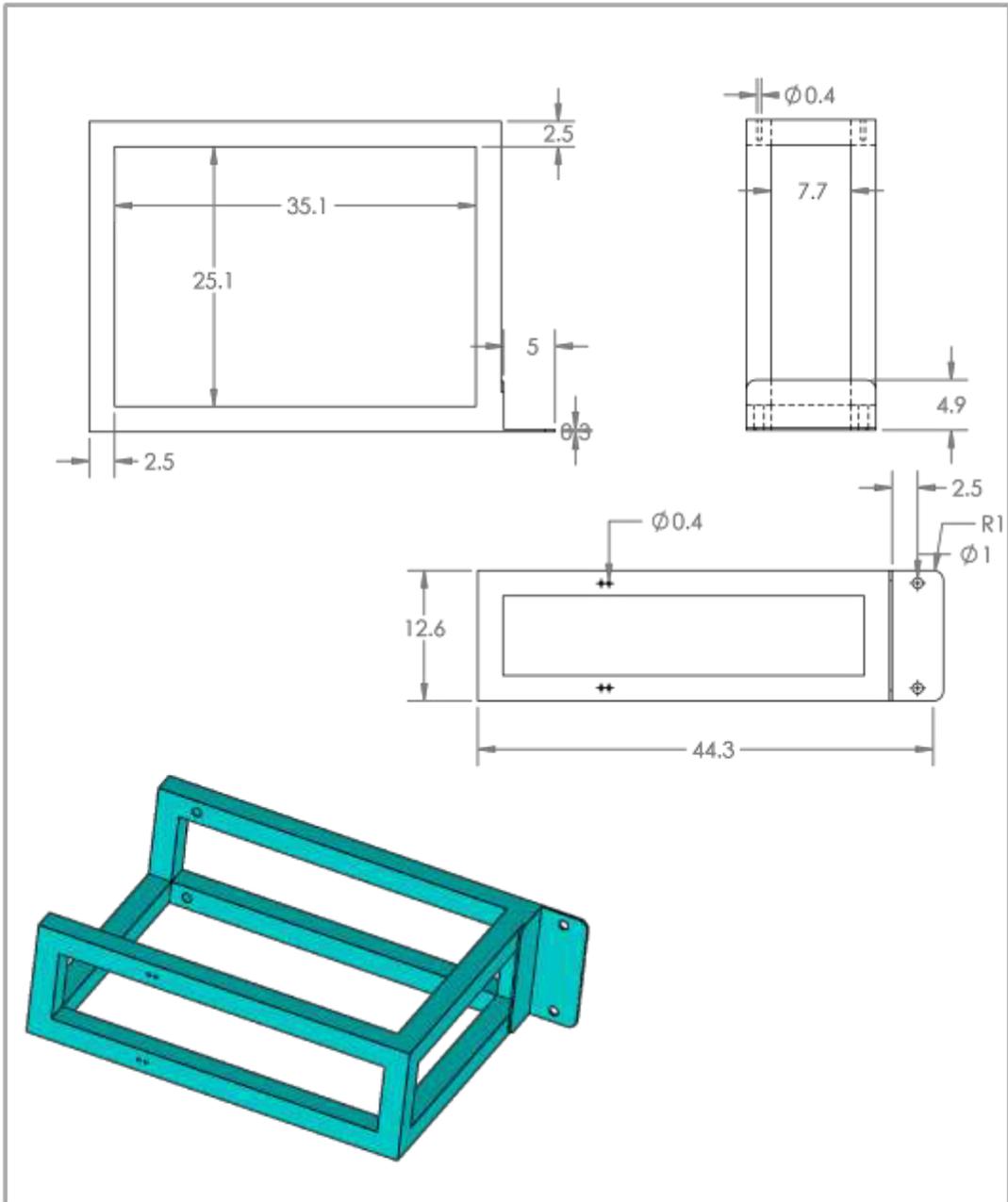
A4

ESCALA:1:5

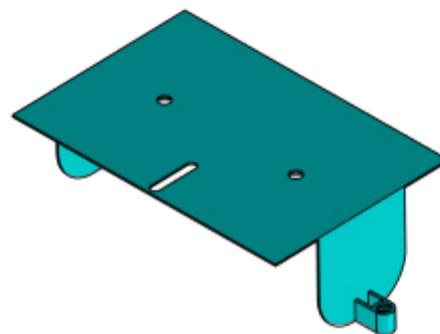
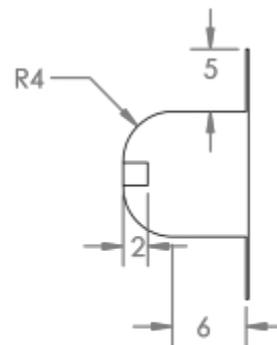
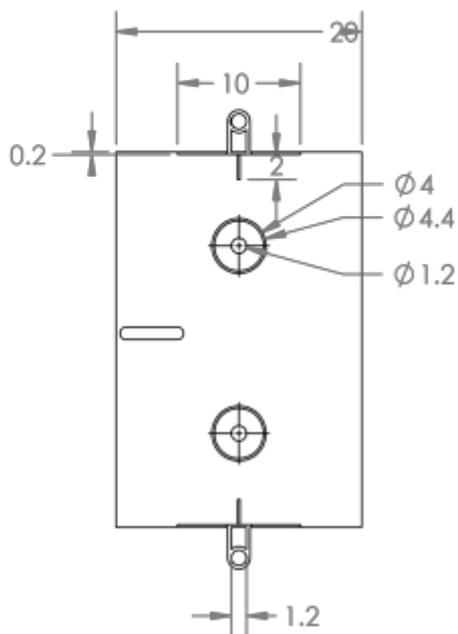
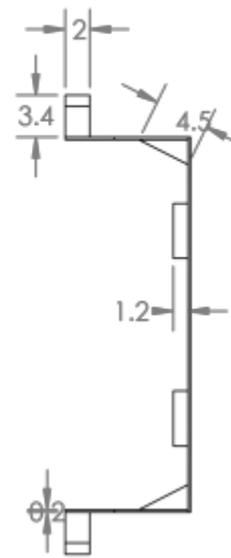
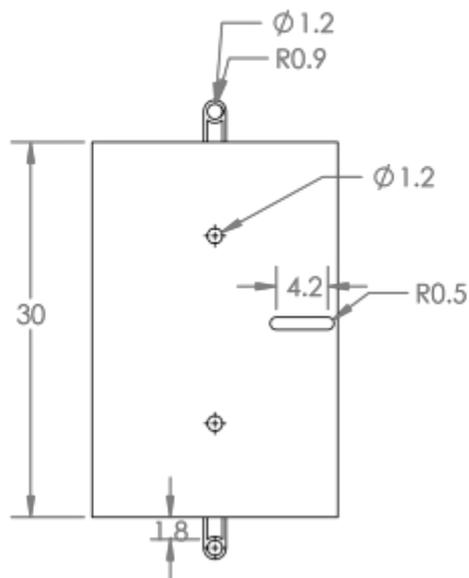
HOJA 1 DE 1



 Universidad Señor de Sipán			TÍTULO: Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo		
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE ENSAMBLAJE DE SISTEMA DE GAS		
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	BRONCE COMERCIAL UNS C22000 (90-10)	N.º DE DIBUJO	034	A4
			ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	122



			TÍTULO: Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE ESTRUCTURA EXTRA SOPORTE DE TAMQUE DE AGUA	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	ACERO AISI 1010	N.º DE DIBUJO: 035	
ESCALA: 1:5			HOJA: 1 DE 1	
			A4	



Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO

**Diseño de máquina de corte,
pulido y moldeado de 46
botellas de vidrio por hora en
la ciudad de Chiclayo**

AUTOR

AÑO

MATERIAL

TÍTULO:

**MODELO DE BASE PARA DISCO
DE PULIDO**

JUAN CARLOS
JULCAHUANCA
VILLEGAS

2024

A36 ACERO.

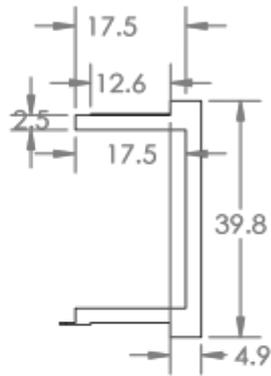
N.º DE DIBUJO

009

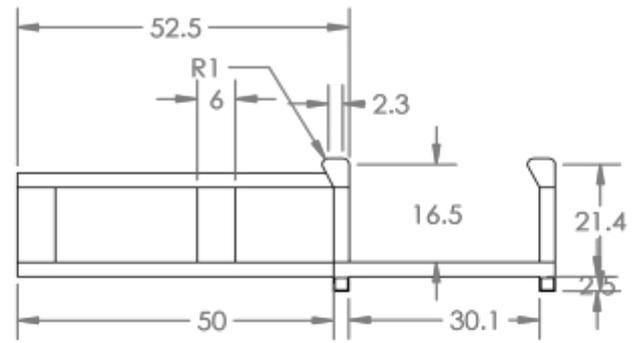
A4

ESCALA: 1:5

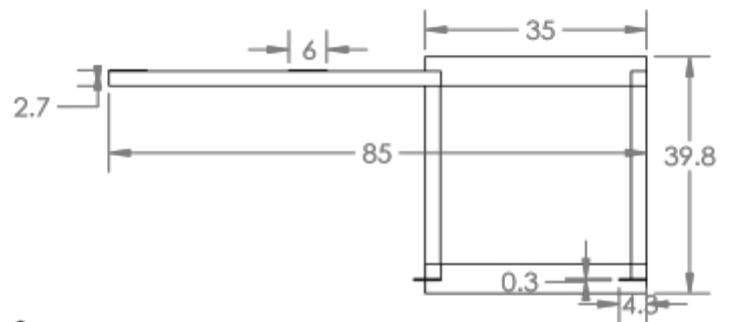
HOJA 1 DE 1



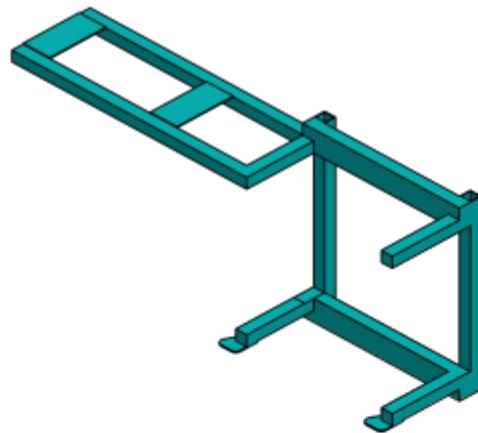
DERECHA



INFERIOR



FRONTAL



ISOMETRICA



Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO

**Diseño de máquina de corte,
pulido y moldeado de 46
botellas de vidrio por hora en
la ciudad de Chiclayo**

AUTOR

AÑO

MATERIAL

TÍTULO:

MODELO DE BASE DE MESA

JUAN CARLOS
JULCAHUANCA
VILLEGAS

2024

A36 ACERO

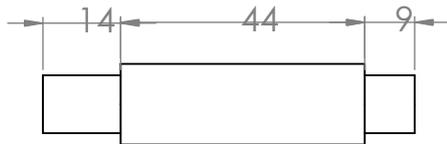
N.º DE DIBUJO

010

A4

ESCALA: 1:10

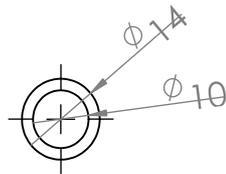
HOJA 1 DE 1



DERECH

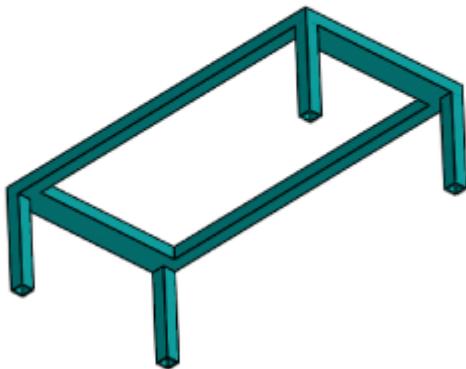
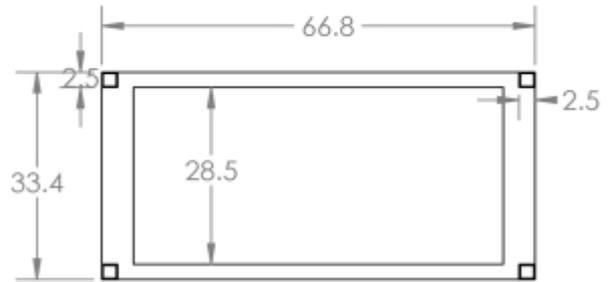
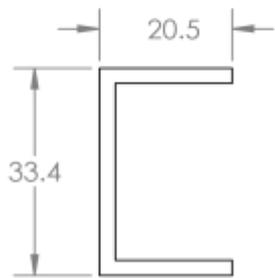


ISOMETRIC

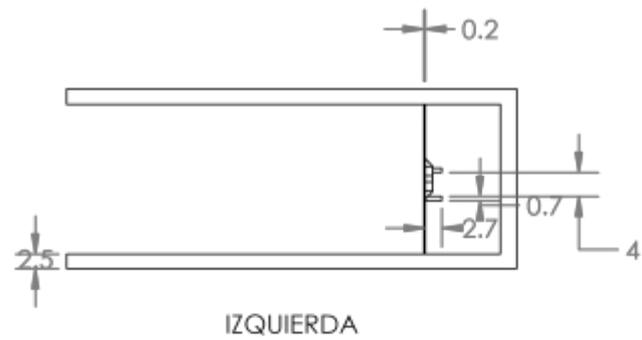
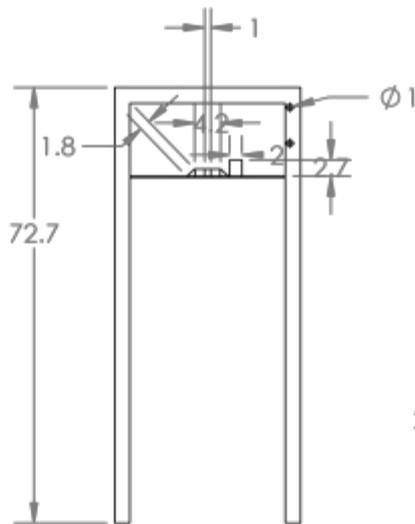
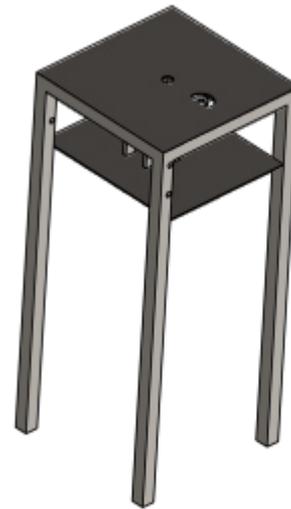
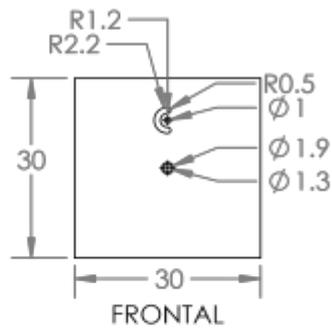


POSTERIO

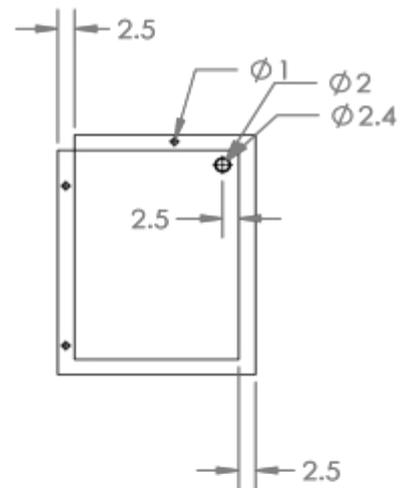
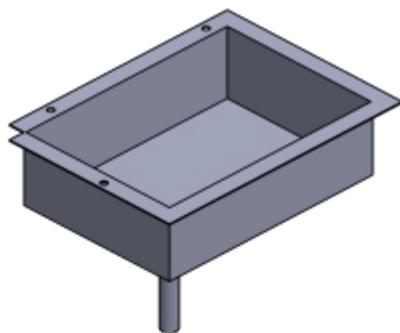
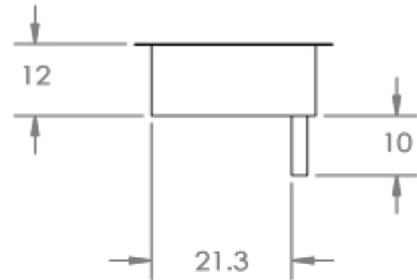
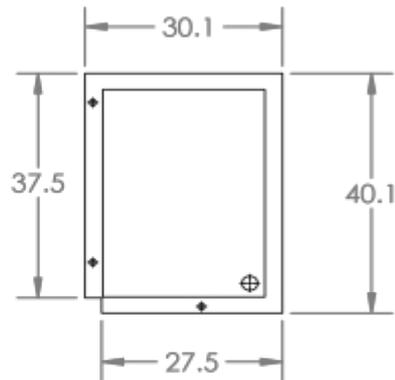
 Universidad Señor de Sipán			TITUL Diseño de máquina de pulido y moldeado de botellas de vidrio por hora la ciudad de	
AUTO	AÑ	MATERIA	TÍTULO	
JUAN VILLEGAS	202	AISI	MODELO DE EJE PORTA PINZA	
	PES		N.º DE	A
			00	
			ESCALA:1.	HOJA 1 DE



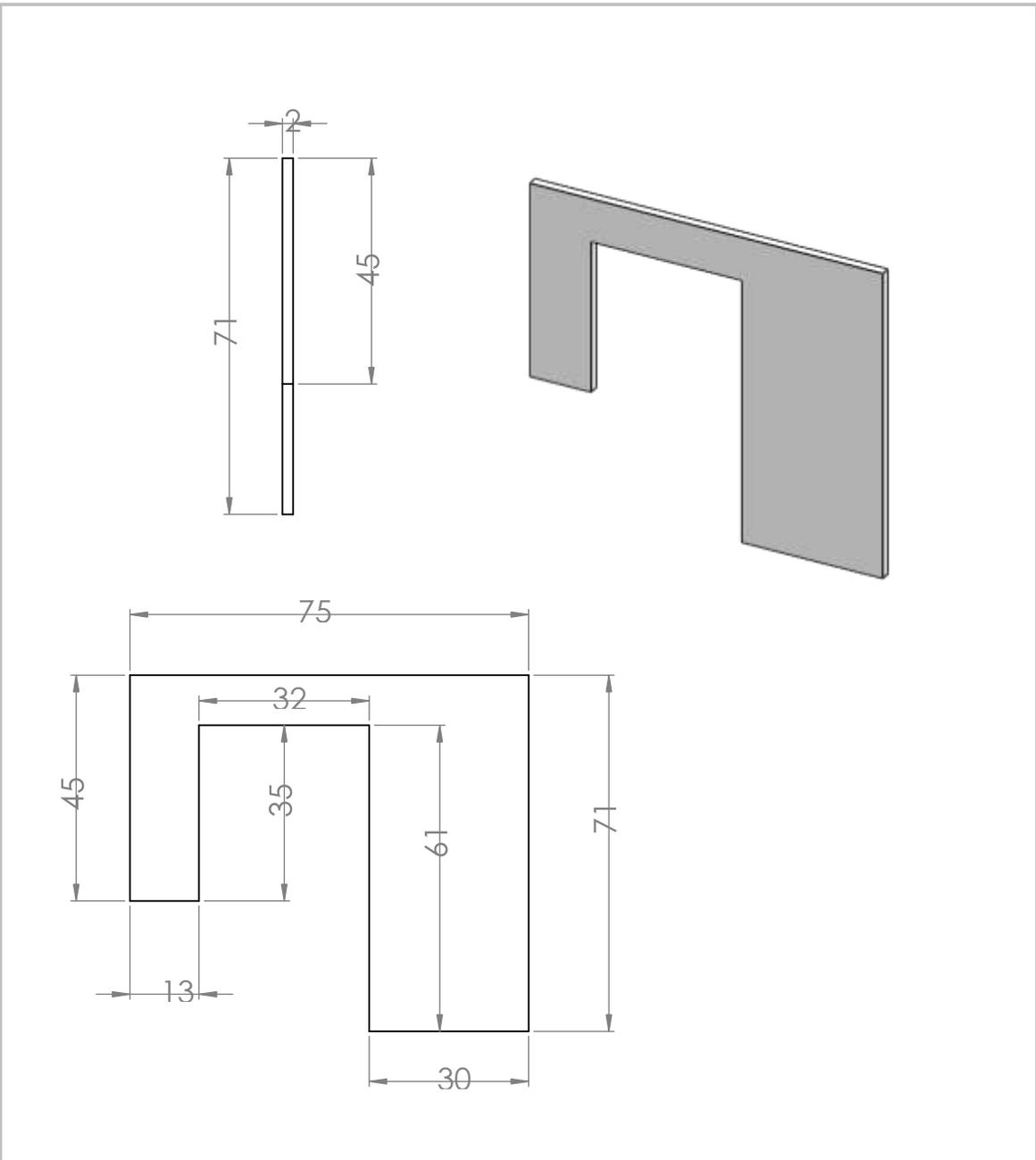
			TÍTULO Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	título: MODELO DE BASE PARA PULIDO	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	ASTM A36 ACERO	N.º DE DIBUJO 008 A4	
ESCALA: 1:10			HOJA 1 DE 1	



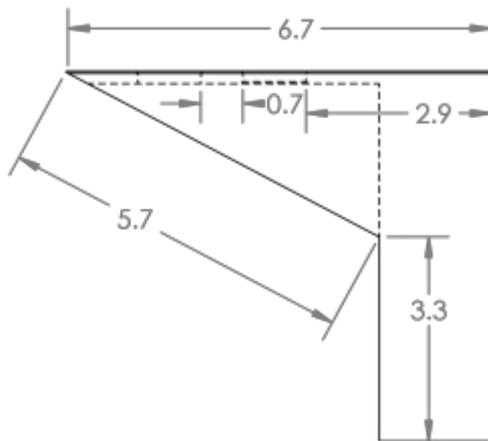
 Universidad Señor de Sipán			TÍTULO Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE BASE PARA BRAZO GIRATORIO	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	A36 ACERO	N.º DE DIBUJO 010	
ESCALA: 1:10			HOJA 1 DE 1	
			A4	



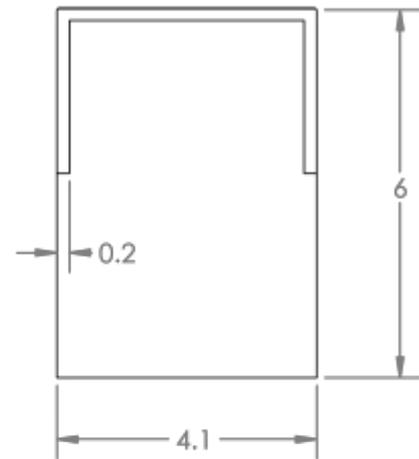
 Universidad Señor de Sipán			TÍTULO: Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo		
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE ENSAMBLAJE DE SISTEMA DE SOPORTE DE VIDRIO		
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	1100-H12 BARRA 1060-H12.	N.º DE DIBUJO: 017		A4
ESCALA: 1:5			HOJA 1 DE 1		



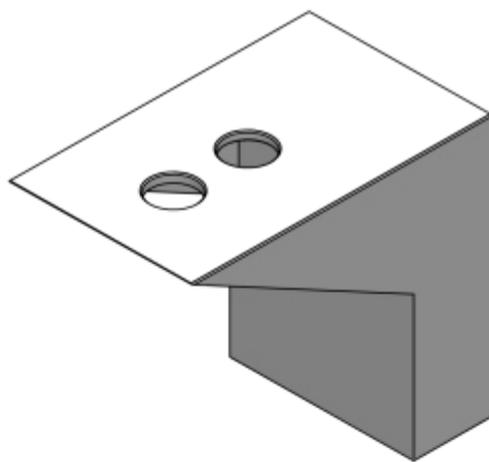
			TÍTULO Diseño de máquina de corte. pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE PROTECTOR DE CARCAZA	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	APROB.		
		PESO	N.º DE DIBUJO	005
			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1
			A4	



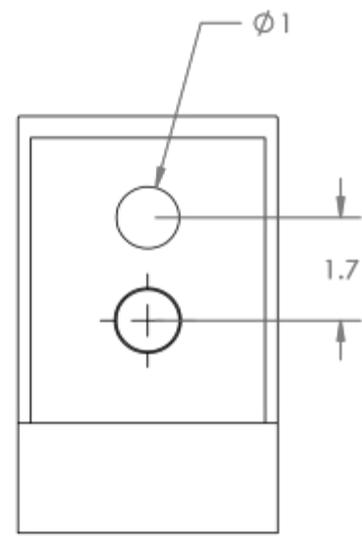
DERECHA



FRONTAL

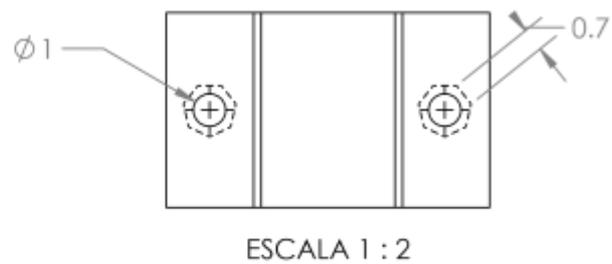
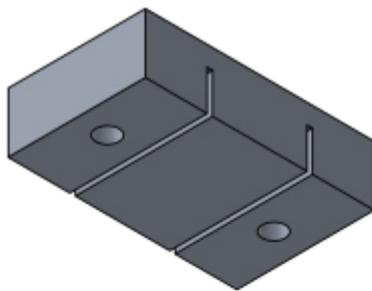
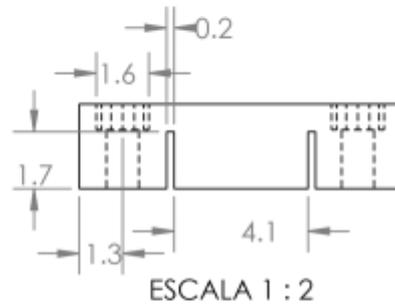


ISOMETRICA



INFERIOR

			TÍTULO Diseño de máquina de corte, pulido y moldeado de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE SOPORTE DE RIEL	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	A36 ACERO	N.º DE DIBUJO 013 A4	
ESCALA:1:1			HOJA 1 DE 1	



TÍTULO
**Diseño de máquina de corte,
 pulido y moldeado de 46
 botellas de vidrio por hora en
 la ciudad de Chiclayo**

AUTOR AÑO MATERIAL

TÍTULO:
**MODELO DE SOPORTE RIEL
 PORTA DIAMANTE**

JUAN CARLOS
 JULCAHUANCA
 VILLEGAS

2024

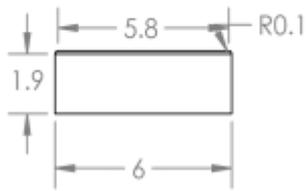
APROB.

N.º DE DIBUJO 016

A4

ESCALA:1:2

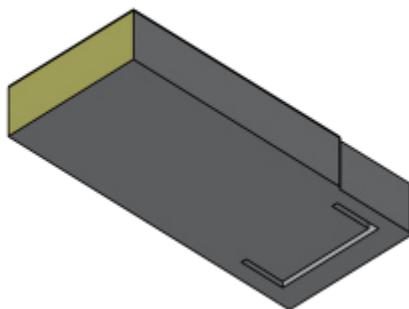
HOJA 1 DE 1



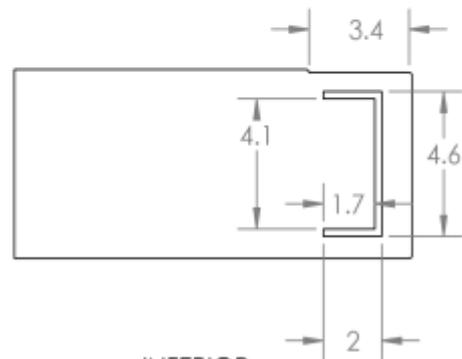
IZQUIERDA



FRONTAL

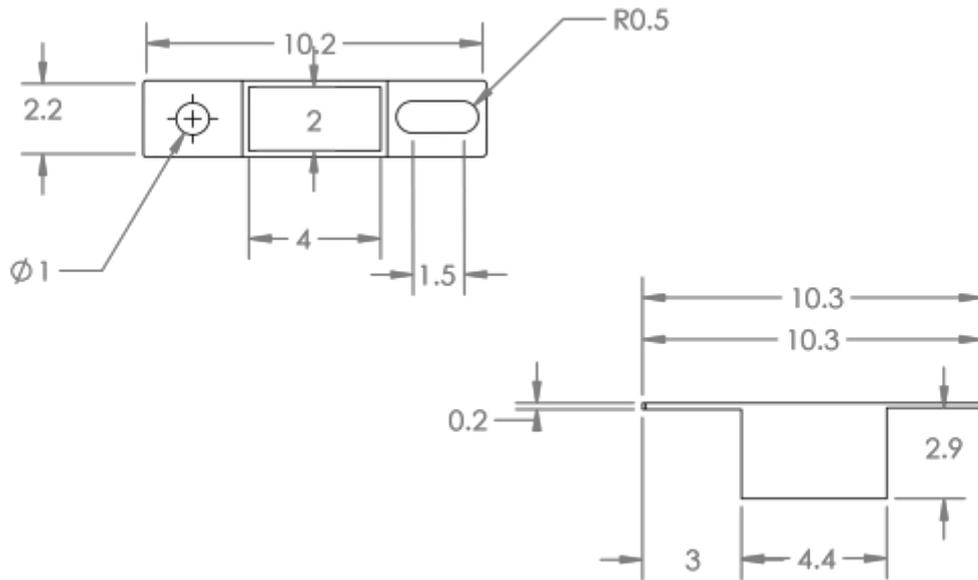


ISOMETRICA



INFERIOR

			TÍTULO Diseño de máquina de corte, pulido y moldeo de 46 botellas de vidrio por hora en la ciudad de Chiclayo	
AUTOR	AÑO	MATERIAL	TÍTULO: MODELO DE 2 DE PORTA DIAMANTE	
JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS	2024	1060-H12.		
N° DE DIBUJO		015	A4	
ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1		



Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO

**Diseño de máquina de corte,
pulido y moldeado de 46
botellas de vidrio por hora en
la ciudad de Chiclayo**

AUTOR

AÑO

MATERIAL

TÍTULO:

MODELO DE TEMPLADOR DE FAJA

JUAN CARLOS
JULCAHUANCA
VILLEGAS

2024

ACERO A36

N.º DE DIBUJO

020

A4

ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

JUAN CARLOS JULCAHUANCA VILLEGAS

DISEÑO DE MÁQUINA DE CORTE, PULIDO Y MOLDEADO DE 46 BOTELLAS DE VIDRIO POR HORA EN LA CIUDAD DE CHIC

 Universidad Señor de Sipan

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::26396:408859525

Fecha de entrega

24 nov 2024, 12:27 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

24 nov 2024, 12:29 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

JULCAHUANCA_VILLEGAS_JUAN CARLOS_TURNITIN.docx

Tamaño de archivo

7.2 MB

89 Páginas

12,562 Palabras

64,847 Caracteres

21% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 20%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
17 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



**ACTA DE CONTROL DE REVISIÓN DE
SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Código:	F3.PP2-PR.02
Versión:	02
Fecha:	18/04/2024
Hoja:	1 de 1

Yo, **Silvia Yvone Gastiaturú Morales**, coordinador de investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, he realizado el control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de Pregrado, según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final de la Tesis titulado: **DISEÑO DE MÁQUINA DE CORTE, PULIDO Y MOLDEADO DE 46 BOTELLAS DE VIDRIO POR HORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**, elaborado por el (los) Bachiller(es):

JULCAHUANCA VILLEGAS JUAN CARLOS

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **21%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Pimentel, 24 de noviembre de 2024

Dra. Gastiaturú Morales Silvia Yvone

Coordinador de Investigación

DNI N° 16481433