



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

Diseño de una máquina ralladora de queso para la industria pizzera
artesanal

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Ybañez Espinoza, Bryan Richard (orcid.org/0000-0001-7757-6321)

ASESOR:

Mirez Tarrillo, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-5614-5853)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento Y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis padres, fuente inagotable de amor, apoyo y sabiduría. Su inquebrantable respaldo ha sido mi faro a lo largo de este arduo viaje académico.

A mis hermanos, por su constante ánimo y comprensión. Su presencia ha sido el sostén y motor que necesitaba en cada paso de esta travesía.

A mis familiares quienes creyeron y creen en que puedo lograr todas las metas que me proponga en la vida.

A mi novia, quien siempre creyó en mí y me motivó para no rendirme cuando el camino se tornó difícil.

A mis profesores y mentores, por su guía experta y su paciencia infinita. Sus enseñanzas han sido la brújula que ha orientado mi camino hacia el conocimiento.

A todos aquellos que, de una forma u otra, han sido parte de este proceso, mi gratitud eterna. Este logro no solo es mío, sino de todos ustedes, quienes han dejado una huella imborrable en mi camino hacia el éxito.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera invaluable a la realización de esta tesis:

A mi asesor Jorge Luis Mírez Tarrillo, por su dedicación, orientación y sabias sugerencias a lo largo de este proyecto. Su experiencia y compromiso han sido fundamentales para el desarrollo y la culminación de este trabajo.

A mis profesores y maestros, cuyas enseñanzas han sido la base de mi formación académica. Agradezco su paciencia, apoyo y la inspiración constante que me han brindado.

A mis compañeros de clase, quienes compartieron conmigo no solo conocimientos, sino también risas, desafíos y momentos inolvidables. Su compañía hizo este viaje mucho más enriquecedor y entretenido.

A mis amigos y familiares, por su apoyo incondicional y por entender los sacrificios y dedicación que este proyecto demandó. Su aliento fue mi motor en los momentos difíciles.

A la pizzería, por permitirme acceder a recursos y datos valiosos que enriquecieron mi investigación. La colaboración con su equipo fue esencial para obtener resultados significativos.

A todas las personas que participaron en entrevistas, encuestas o brindaron su tiempo para compartir sus conocimientos y experiencias. Su colaboración fue esencial para la calidad de este trabajo.

Agradezco a la vida por brindarme la oportunidad de embarcarme en esta travesía académica y por cada aprendizaje que ha enriquecido mi camino.

Este logro no sería posible sin el respaldo de cada uno de ustedes. Gracias por ser parte fundamental de este capítulo en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Procedimiento	10
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos	13
IV. RESULTADOS	14
4.1. Necesidades del cliente	14
4.1.1. Antecedentes de la pizzería	14
4.1.2. Motivación para la implementación de la máquina	14
4.1.3. Tipo de máquina y capacidad.....	14
4.1.4. Desafíos potenciales	14
4.1.5. Beneficios esperados	15
4.1.6. Inversión y financiamiento	15
4.1.7. Evaluación de proveedores	15
4.1.8. Cronograma de implementación.....	15
4.1.9. Opinión personal.....	15

4.2.	Especificaciones de ingeniería	16
4.3.	Diseño conceptual.....	16
4.3.1.	Selección del concepto óptimo	21
4.4.	Diseño de configuración.....	23
4.4.1.	Selección de la correcta configuración	25
4.5.	Procedimiento de cálculo de la máquina.....	27
4.5.1.	Características del queso	27
4.5.2.	Mecanismo de rallado.....	32
4.5.3.	Características técnicas del disco rallador.....	40
4.5.4.	Selección del motor	44
4.5.5.	Cálculo de la transmisión.....	46
4.5.6.	Cálculos para el eje principal	56
4.5.7.	Cálculo de la estructura	65
4.5.1.	Cálculo eléctrico de la máquina ralladora de queso	77
4.5.2.	Costos de inversión	81
4.6.	Plan de mantenimiento para la máquina ralladora de queso	84
V.	DISCUSIÓN.....	87
VI.	CONCLUSIONES.....	89
VII.	RECOMENDACIONES	91
	REFERENCIAS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de selección ponderada de conceptos	22
Tabla 2: Matriz de selección ponderada de diseño de configuración.....	26
Tabla 3: Composición química de los aceros inoxidable.....	43
Tabla 4: Tabla de selección de motor eléctrico.....	46
Tabla 5: Coeficiente de corrección de la potencia	49
Tabla 6: Coeficiente de fricción.....	54
Tabla 7: Propiedades mecánicas de acero inoxidable 304.....	61
Tabla 8: Factor de seguridad para elementos.....	62
Tabla 9: Tabla de dimensiones de la estructura de soporte de la máquina	67
Tabla 10: Costo de materiales para la fabricación de la máquina.....	81
Tabla 11: Tiempo de mecanizado (horas) de los elementos de la máquina	82
Tabla 12: Costo de mecanizado	82
Tabla 13: Costo de los componentes y accesorios	83
Tabla 14: Costos de mano de obra.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Queso mozzarella tipo redondo	8
Figura 2. Queso mozzarella barra cuadrada	9
Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento	12
Figura 4. Concepto solución N° 1	17
Figura 5. Concepto solución N° 2	18
Figura 6. Concepto solución N° 3	19
Figura 7. Concepto solución N° 4	20
Figura 8. Alternativa N° 1	23
Figura 9. Alternativa N° 2	24
Figura 10. Alternativa N° 3	25
Figura 11. Trozo de queso mozzarella	28
Figura 12. Temperatura del queso 4° C	29
Figura 13. Recipiente con agua	29
Figura 14. Trozo de queso mozzarella sumergido en agua	30
Figura 15. Dimensiones del queso mozzarella	31
Figura 16. Vista lateral del mecanismo de rallado	32
Figura 17. Dimensionamiento del agujero de ingreso del queso	33
Figura 18. Diseño de disco rallador patentado	34
Figura 19. Rallador manual casero	35
Figura 20. Dimensiones de los orificios de corte del rallador manual	35
Figura 21. Disco rallador de queso	36
Figura 22. Dimensiones del disco rallador	36
Figura 23. Soporte para el queso	37
Figura 24. Balanza digital	37
Figura 25. Mecanismo para determinar la masa	38
Figura 26. Fuerza aplicada sobre el disco	38
Figura 27. Queso rallado	39
Figura 28. Dimensiones de la cuchilla de corte del disco	41

Figura 29. Disposición de las poleas y correa de transmisión.....	47
Figura 30. Correa trapezoidal forrada	48
Figura 31. Gráfico de selección de correa.....	50
Figura 32. Diámetro primitivo de las poleas	51
Figura 33. Longitud primitiva nominal.....	52
Figura 34. Geometría de banda abierta	53
Figura 35. Diagrama de eje principal.....	56
Figura 36. Diagrama de cuerpo libre en el eje.....	57
Figura 37. Diagrama de cuerpo libre en el plano X-Z.....	57
Figura 38. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.....	59
Figura 39. Factor de seguridad del eje.....	64
Figura 40. Desplazamiento por deformación.....	64
Figura 41. Chumacera P25 FM.	65
Figura 42. Estructura de soporte de la ralladora.	66
Figura 43. Dimensiones de la estructura	66
Figura 44. Parte de la estructura donde actúan las cargas en “z”	70
Figura 45. Propiedades de figuras geométricas	72
Figura 46. Factor de seguridad de la estructura de soporte.....	76
Figura 47. Desplazamiento por deformación.....	77
Figura 48. Diagrama de potencia para motor eléctrico.....	79
Figura 49. Guardamotor monofásico.....	80
Figura 50. Interruptor de encendido	80

RESUMEN

Esta tesis aborda el diseño y desarrollo de una máquina ralladora de queso destinada a la industria de las pizzas, con una capacidad de producción de 20 kg/min. El objetivo principal consistió en reducir el tiempo de rallado del queso mozzarella y de igual manera los costos operativos asociados a este proceso en la producción de pizzas a gran escala.

La investigación comenzó con un análisis detallado de las características y requerimientos del queso a rallar, así como de los factores que influyen en la calidad del producto final. Este análisis proporcionó una base sólida para la definición de criterios y parámetros de diseño, incluyendo la capacidad de producción, la velocidad y el tipo de corte. La selección adecuada de materiales y componentes también se abordó, considerando aspectos cruciales como la durabilidad, la higiene y el costo.

El diseño resultante de la máquina ralladora de queso logró una capacidad de 20 kg/min, cumpliendo con creces los objetivos planteados. La máquina se caracteriza por su modularidad, con una carcasa que se abre en dos partes para facilitar la limpieza y el mantenimiento. La implementación de este diseño no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la reducción de los tiempos de producción y los costos asociados.

El plan de mantenimiento propuesto asegura un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo, abordando aspectos diarios, semanales, mensuales y trimestrales. Este enfoque integral garantiza la durabilidad, la seguridad y la eficiencia continua de la máquina en entornos industriales.

Palabras clave: Diseño, máquina ralladora, queso, tiempo.

ABSTRACT

This thesis addresses the design and development of a cheese grating machine intended for the pizza industry, with a production capacity of 20 kg/min. The main objective was to reduce the grating time of mozzarella cheese and, in the same vein, the associated operational costs in the production of pizzas on a large scale.

The research began with a detailed analysis of the characteristics and requirements of the cheese to be grated, as well as the factors influencing the quality of the final product. This analysis provided a solid foundation for defining criteria and design parameters, including production capacity, speed, and the type of cut. The appropriate selection of materials and components was also addressed, considering crucial aspects such as durability, hygiene, and cost.

The resulting design of the cheese grating machine achieved a capacity of 20 kg/min, surpassing the set objectives. The machine is characterized by its modularity, with a casing that opens in two parts to facilitate cleaning and maintenance. The implementation of this design not only enhances operational efficiency but also contributes to the reduction of production times and associated costs.

The proposed maintenance plan ensures optimal performance over time, addressing daily, weekly, monthly, and quarterly aspects. This comprehensive approach guarantees durability, safety, and continuous efficiency of the machine in industrial environments.

Keywords: Design, grating machine, cheese, time.

I. INTRODUCCIÓN:

En el rubro de la ingeniería mecánica, se tiene como objetivo solucionar problemas o crear nuevas propuestas de mejora tanto en el diseño como en la funcionalidad de una máquina. Por este motivo, en el siguiente proyecto se busca realizar el diseño de una máquina ralladora de queso en base a cálculos ingenieriles, con el fin de mejorar la productividad, acortando el tiempo de rallado de queso en la preparación de los distintos platos que contienen este alimento como ingrediente fundamental, como lo es en este caso la pizza.

Bien se sabe que las máquinas a lo largo del tiempo en la industria vienen reemplazando la mano de obra humana, mejorando los tiempos de entrega de un producto. Eduardo, B. (2018) menciona que “alrededor del mundo van surgiendo nuevas tecnologías que prometen facilitar nuestras vidas y hacerlas más placenteras, pero también el peligro de escasas de empleo.” También se sabe que la finalidad de desarrollar estas máquinas, no solo es de reemplazar el trabajo manual, sino de facilitarlo, reduciendo riesgos en las personas encargadas de realizar una labor.

El desarrollo de este tema nace desde la necesidad que tienen algunos empresarios como lo son para este caso, dueños de pizzerías, al momento de preparar sus platos. El proceso que toma más tiempo y mano de obra es el de rallar los quesos, sobre todo en lugares donde la venta de pizzas es masiva y se necesitan preparar gran cantidad. Este proceso es realizado a mano, con una capacidad de rallado de aproximadamente 15 kg/hora, lo cual dificulta el avance de los trabajadores y existe mayor riesgo de herirse las manos.

Guillermina, G. (2022) menciona que “los procesos de producción en las plantas de alimentos pueden alcanzar su máxima eficiencia con maquinaria especializada”. Para esto es necesario implementar una máquina que tenga como objetivo principal rallar el queso teniendo en cuenta su textura y forma, para luego entregar un producto con las dimensiones adecuadas y en el tiempo correcto.

Es fácil decir que con la adquisición de esta máquina se puede mejorar el proceso de rallado de queso, pero lo complicado es conseguirla, ya que en el mercado existen modelos caseros, no de tipo industrial. Se pueden encontrar máquinas ralladoras de distintos tipos de alimentos y tal vez se puedan adaptar a la necesidad del cliente, pero el desempeño no será el mismo.

Por este motivo, este proyecto se basa en diseñar una máquina enfocada al rallado óptimo del queso, donde se definen parámetros en relación a las condiciones del producto final.

De esta manera, el objetivo general es diseñar una máquina ralladora de queso de 20 kg/min que pueda ser implementada en la industria pizzera, que permitiría de esta manera reducir el tiempo de rallado del queso y los costos de operación. Como objetivos específicos, analizar las características y requerimientos del queso a rallar, así como los factores que influyen en la calidad del producto final. Definir los criterios y parámetros de diseño para la máquina ralladora de queso, tales como la capacidad de producción, la velocidad y el tipo de corte. Como último objetivo específico, seleccionar los materiales y componentes correctos para la fabricación de la máquina ralladora de queso, considerando factores como la durabilidad, la higiene y el costo.

II. MARCO TEÓRICO

En el trabajo de investigación se tomaron en cuenta los siguientes antecedentes:

A nivel nacional, está la investigación de Custodio Rojas (2018), de la Universidad César Vallejo de la ciudad de Chiclayo en Perú, en su tesis titulada “Diseño de máquina ralladora de camote de 80 kg/h para optimizar el proceso en la fábrica de dulces Lambayeque S.R.L. – Lambayeque 2018”, esta investigación plantea el diseño de una máquina que favorece el proceso del camote como materia prima en la elaboración del dulce que rellena el tradicional King Kong, que consta de una galleta rellena de dulce de distintos sabores. Esta investigación busca la implementación de la máquina ralladora de camote, ya que la fábrica necesita alcanzar el volumen de 80 kg/h requerido sin necesidad de aumentar el personal responsable de este trabajo, teniendo de esta manera una sola persona operando la máquina que, a su vez, debe ser fácil de operar. Dicha máquina consta de motor eléctrico, tolva de ingreso de producto y de salida, con una especie de rodillo con cuchillas que se encargan de rallar el camote ubicado entre la tolva de ingreso y la tolva de salida. Este diseño plantea también un plan de mantenimiento a cada componente de la máquina tanto en la parte eléctrica como en la parte mecánica. Hace referencia a los beneficios económicos que trae consigo, tomando datos importantes como costos de inversión, tasa de retorno, valor neto de la máquina e ingresos que se perciben con su implementación.

La investigación de Sandoval y Triana (2021), de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia, en su tesis titulada “Diseño de una máquina ralladora de coco con sistema de transmisión por tracción humana”, este proyecto trata sobre el diseño de una máquina ralladora de coco ajustada a las condiciones en las que se encuentran las personas en Tumaco Nariño, lugar donde la electricidad llega con deficiencias. El diseño se basa en una ralladora de coco impulsada por la acción humana, mediante un mecanismo que transmite el movimiento que realiza una persona al pedalear. El trabajo realizado por la persona permite el funcionamiento de este mecanismo mediante la transmisión por piñón y cadena, similar al funcionamiento de una bicicleta, con la diferencia que no se transmite movimiento a una rueda, sino a

un equipo capaz de rallar coco. El objetivo de esta investigación es realizar el rallado del coco sin depender de energía eléctrica, ya que al implementar una planta los costos se elevan demasiado, y por lo que se menciona en la investigación, depender del Sistema Interconectado Nacional no es una buena opción en ese lugar.

La investigación de Palacios y Calva (2016), de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Ecuador, en su tesis titulada “Diseño y construcción de una máquina para rallar coco”. El trabajo realizado se enfocó en el diseño de una máquina para rallar coco basándose en la necesidad que había en la provincia Esmeraldas en Ecuador. El problema fue que las personas que se dedicaban a la venta de productos hechos a base de coco, tardaban bastante tiempo en el rallado, aproximadamente 5.2 kg/h. El autor propone diseñar una máquina que acelere el proceso de rallado pasando a un volumen de rallado de 19.3 kg/h y disminuyendo así el tiempo de rallado de 5 a 1.5 minutos. Así como también hacer que esta máquina sea accesible por estas personas, con un precio no muy elevado. A lo largo de la investigación, el autor hace conocer el valor nutricional del coco, así como también, cuáles son sus derivaciones y qué importancia tiene esta fruta en la provincia. Para el diseño de la máquina, el autor calcula los esfuerzos, reacciones de cada componente como el rallador, eje, poleas, tambor, y luego dimensiona cada uno de estos. Por último, fabrica la máquina de material acero inoxidable de grado alimentario y recomienda como usarla y que mantenimiento es el idóneo.

La investigación de Paba y Báez (2004) de la Universidad Industrial de Santander en Bucaramanga, Colombia, en su tesis titulada “Diseño y construcción de una máquina para obtención de almidón de raíces de yuca”. En su investigación desarrolla una máquina para extraer el almidón de las raíces de la yuca, partiendo desde el diseño donde determina cada componente y sus características. Esta idea nace a partir de la necesidad de muchos pobladores que se dedican a esta actividad, brindando la posibilidad de usar esta máquina para acelerar y optimizar el proceso a una capacidad de 12 arrobas de yuca por hora, obteniendo 35 kg de almidón por cada 100 kg de yuca, por último, realiza un análisis de costo-beneficio para determinar si la máquina es asequible por el agricultor y si aumenta la rentabilidad.

Diseño mecánico:

El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica, piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos diversos. En su mayor parte, este tipo de diseño hace uso de la matemática, las ciencias de uso de materiales y las ciencias mecánicas aplicadas a la ingeniería. Es el proceso de dar forma, dimensiones, materiales, tecnología de fabricación y funcionamiento de una máquina para que cumpla unas determinadas funciones o necesidades; también es la concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie. (Cedillo, 2017)

El diseño de un nuevo producto se basa en la identificación de una necesidad, restricciones o algún tipo de requerimiento para luego ser transformado en un equipo o elemento que sea capaz de cumplir con estas demandas. Para el buen desarrollo de un producto, es muy importante la parte del proceso de diseño, ya que esta contiene otras actividades que influyen en este desarrollo desde que se detecta la necesidad hasta que el producto está realizado y listo para ser introducido en el mercado. (Lama, J, Aguayo, F, Ávila, M., 2021).

Máquina:

Una máquina es un conjunto de mecanismos diseñados para producir y transmitir fuerzas significativas, basa su funcionamiento en el uso de energía, que luego se convertirá en movimiento, calor, sonido, etc. Es importante diferenciar un mecanismo de una máquina, ya que mecanismo pueden ser un rebanador de frutas, un obturador de cámara fotográfica, un reloj análogo, una mesa plegable, una silla ajustable, etc. Y la máquina puede tener los mismos movimientos, pero necesita mayor fuerza en su funcionamiento, algunos ejemplos de máquinas que poseen movimientos similares a los mecanismos antes mencionados son un motor de automóvil, una excavadora, brazo robótico, trituradora de alimentos, etc. (Cedillo, 2017)

La máquina ralladora de queso es un equipo fundamental en la preparación de pizzas, ya que permite obtener un queso con la textura y el tamaño adecuado para su uso en este popular platillo. La mozzarella es el queso más utilizado en la pizza debido a su

sabor suave, su capacidad de fundirse de manera uniforme y su textura elástica. Esta máquina permite optimizar el proceso de preparación de la pizza, ya que reduce significativamente el tiempo y el esfuerzo que se requiere para rallar el queso a mano. Además, gracias a su capacidad para producir grandes cantidades de queso rallado en poco tiempo, ayuda a aumentar la eficiencia y la productividad en la cocina. La importancia de contar con una máquina ralladora de queso en la industria alimentaria es evidente, ya que su uso permite garantizar una calidad y un sabor uniforme en el producto final. Además, contribuye a mantener la higiene en la cocina, ya que reduce el contacto manual con el queso y minimiza el riesgo de contaminación.

Esta máquina consta de varios componentes importantes que trabajan en conjunto para lograr el objetivo de producir queso rallado de manera eficiente.

Uno de los componentes de la máquina es la tolva de ingreso de producto, que permite la entrada del queso a la máquina para su posterior rallado. La tolva debe ser lo suficientemente grande para contener el queso entero (de acuerdo a las medidas estandarizadas para su comercialización) y evitar la necesidad de ser trozado y realizar cargas frecuentes.

Otro componente vital es el motor eléctrico, que proporciona la energía necesaria para que la máquina funcione. La potencia del motor debe ser suficiente para manejar la carga de trabajo y permitir un proceso de rallado continuo.

El sistema de transmisión es otro componente crucial que conecta el motor eléctrico con el disco rallador. Este sistema debe ser capaz de transmitir la potencia de manera eficiente y con una mínima pérdida de energía.

El disco rallador es el componente que realiza la tarea principal de rallado del queso. El tamaño y la forma de los orificios del disco pueden variar según el tipo de queso a rallar y la preferencia del usuario. Este debe ser de un material duro y apto para el contacto con alimentos, de manera que no sufra desgaste prematuro gracias a la fricción a la que estará sometido con el queso.

El eje principal y los rodamientos son componentes que ayudan a soportar el peso y las vibraciones generadas por la máquina durante su funcionamiento. Es importante que estos componentes sean resistentes y duraderos para garantizar la fiabilidad de la máquina y evitar interrupciones en el proceso de producción.

La eficiencia y calidad del proceso de rallado de queso en la industria alimentaria dependen en gran medida de la calidad y diseño de los componentes que conforman una máquina ralladora de queso. Una máquina bien diseñada y construida con componentes de alta calidad puede mejorar significativamente la productividad y la calidad del producto final, lo que la convierte en una inversión valiosa para cualquier empresa en la industria alimentaria.

La mozzarella es un tipo de queso que posee características de trituración y derretimiento vitales para su funcionamiento, gracias a su bajo contenido de humedad, se utilizan como ingredientes para pizza y alimentos relacionados. La mozzarella recién fabricada se derrite hasta obtener una consistencia dura, extremadamente elástica y algo granular con una elasticidad limitada que es inaceptable para la pizza. Sin embargo, durante las primeras semanas de almacenamiento refrigerado, ocurre una transformación dramática a medida que el queso sin derretir se vuelve más suave y el queso derretido se vuelve más viscoso, menos elástico y altamente estirable. Así, el queso alcanza una funcionalidad óptima para pizza. Durante períodos más largos, la mozzarella se vuelve demasiado blanda y fluida cuando se derrite y ya no es aceptable para la pizza. La mozzarella de baja humedad se considera correctamente como un queso que requiere maduración. (Kindstedt, 1993).

Para un uso óptimo en pizzería, la mozzarella de pizza debe ser almacenada al menos 15 días (una vez envasada) a temperatura comprendida entre 4 y 10°C. (Gauna, 2007)

El queso mozzarella congelado tiene una vida útil de 8-10 meses, siempre y cuando se mantenga a una temperatura de -18°C o menos. Sin embargo, una vez descongelado, el queso mozzarella sólo se mantendrá en buen estado durante 2-3 días. Es importante notar que el queso mozzarella no debe ser congelado nuevamente una vez descongelado, ya que esto podría afectar su sabor y textura. (Sanz, 2022)

Es importante rallar el queso para posteriormente ser derretido, esta es la manera más rápida de fusionarlo en comparación con otras formas de reducir su tamaño, como lo es el corte o el tajado (Ramirez, 2010).

Para iniciar el proceso de rallado, se debe tener en cuenta las características del queso en cuanto a suavidad o humedad, ya que, al ingresar a la ralladora, puede obstruirla y esto dificulte y tarde el proceso. Esto ocasionaría el descontrol del producto rallado en cuanto a repartición uniforme y manejabilidad. También procurar que el queso no sea demasiado duro y seco, ya que, al momento de rallar se fracturará constantemente, obteniendo así el producto rallado con difícil manejo y distribución de las porciones. (Kindstedt, 1993).

El queso de tipo mozzarella tiene dos presentaciones, donde la diferencia radica únicamente en su forma. Existen los quesos de forma circular Figura (1) y los quesos de forma de barra cuadrada Figura (2).



Figura 1. Queso mozzarella tipo redondo

Fuente: La Vanguardia (2019)



Figura 2. Queso mozzarella barra cuadrada

Fuente: Autor

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

En este caso, la investigación es de tipo aplicada, ya que, se está desarrollando una máquina con un propósito práctico específico que es disminuir el tiempo de rallado de queso. La investigación busca diseñar una solución técnica y práctica para abordar un problema concreto en la industria pizzera.

Diseño de investigación

Diseño de investigación experimental del tipo transversal descriptivo o de diseño.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente:

Características físicas de la barra de queso mozzarella.

Variable dependiente:

- Dimensiones de la tolva de ingreso
- Velocidad de giro del rallador
- Forma final del queso rallado
- Volumen de producción de queso rallado (kg/h)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Industria pizzera artesanal.

Muestra: Cantidad de queso a rallar.

Muestreo: Muestreo no probabilístico de tipo intencional.

Unidad de análisis: Máquina ralladora de queso con disco rallador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación se utilizó la entrevista y el análisis documental como técnica de recolección de datos.

En el análisis documental, se recopilaron datos del tiempo que se demora una persona en rallar una barra de queso. En la entrevista, se aplicó una lista de preguntas al dueño de la pizzería y a sus colaboradores.

3.5. Procedimiento

El procedimiento fue el siguiente:

- Se entrevistó al personal encargado del rallado manual del queso para obtener las necesidades del cliente.
- Se determinaron esas necesidades en términos de ingeniería.

- Se hizo una revisión de las normativas y bibliografía para la selección del material a usar.
- Se plantearon 4 conceptos de solución para el diseño de la máquina ralladora de queso.
- Se seleccionó a través de una matriz de selección la mejor alternativa para la máquina.
- Se plantearon 3 alternativas de configuración para el sistema de transmisión de la máquina.
- Mediante la matriz de selección se determinó la mejor alternativa para la máquina ralladora de queso.
- Se calcularon los esfuerzos en cada componente de la máquina.
- Se analizaron los costos de fabricación.
- Se planteó una propuesta de mejora.

En la Figura (3), se puede observar un diagrama de flujo, donde se detallan los procedimientos metodológicos en la presente investigación para la creación de la máquina ralladora de queso.

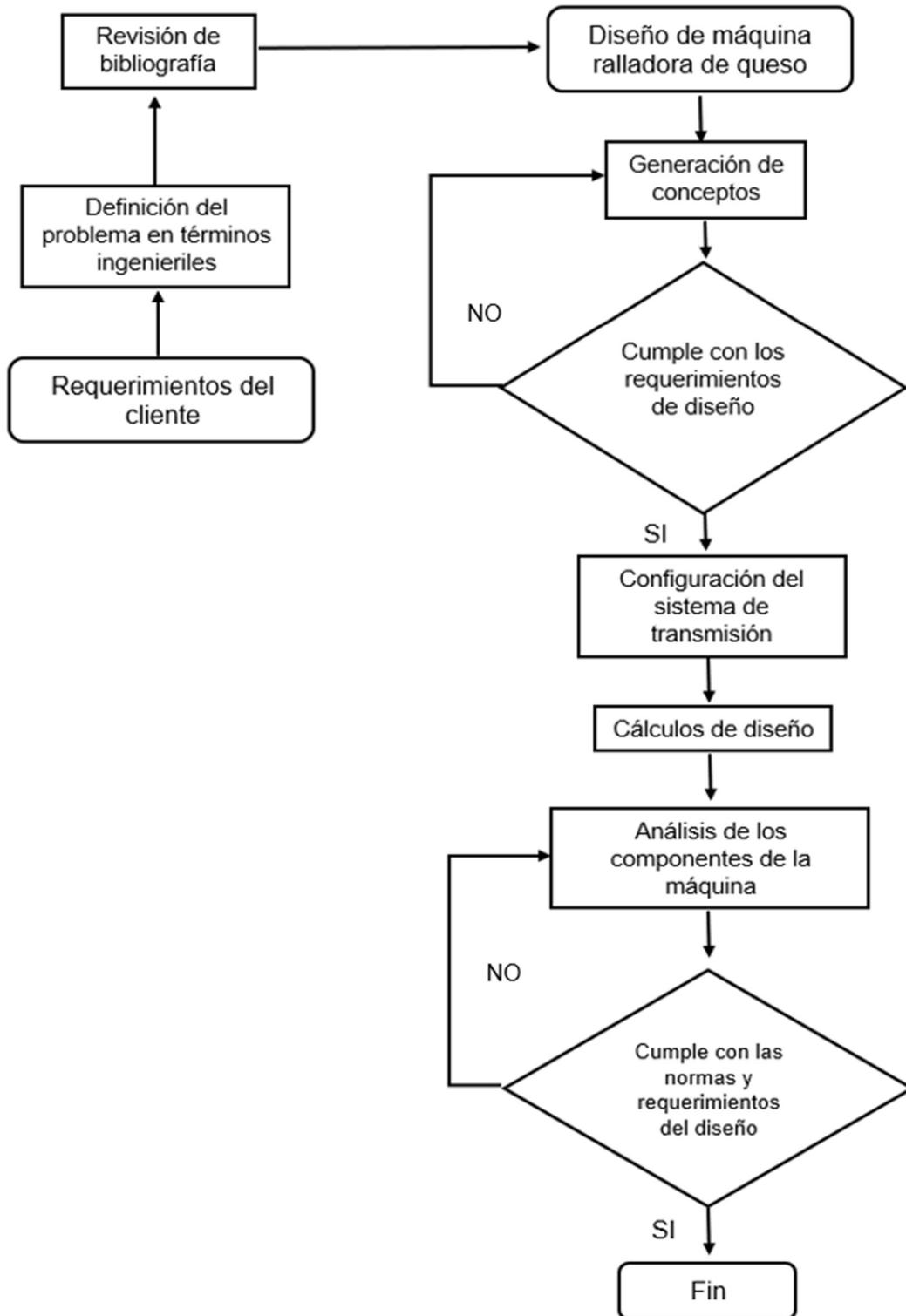


Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento

Fuente: Autor

3.6. Método de análisis de datos

Los datos que contiene el trabajo de investigación fueron analizados mediante:

Método analítico: Se realizaron todos los cálculos necesarios para el diseño de la máquina ralladora de queso como dimensiones del disco rallador, eje principal, tolva de ingreso.

Método experimental: Se realizaron cálculos experimentales y simulación de cada componente mediante el análisis de elementos finitos con ayuda del software SOLIDWORKS Simulation.

Revisión documental: Se investigaron trabajos previos que contengan el mismo objeto de estudio para facilitar la interpretación y comparar objetivos y resultados.

Cálculo económico: Se hizo un presupuesto simple de la máquina analizando cada componente y determinando un costo aproximado del equipo.

3.7. Aspectos éticos

En el actual trabajo, el autor se compromete a respetar la protección de derechos de las personas involucradas en el proceso de recolección de datos, donde el encuestado participa voluntariamente, aceptando ser parte del objeto de estudio de la presente investigación. De esta manera, el investigador esta obligado a intervenir de manera responsable, respetuosa y confidencial dentro del centro de labores.

IV. RESULTADOS

4.1. Necesidades del cliente

Las necesidades del cliente se identificaron mediante la recopilación de datos obtenidos en las encuestas realizadas a los trabajadores de la pizzería, incluyendo el dueño, los cocineros y los meseros.

Las respuestas de la encuesta se interpretan de la siguiente manera:

4.1.1. Antecedentes de la pizzería

De acuerdo con la entrevista, la pizzería consume en promedio 10 barras de 2,5 kg. de queso diario para atender aproximadamente a 80 clientes.

4.1.2. Motivación para la implementación de la máquina

Según los entrevistados, todo parte de la necesidad de reducir el tiempo de rallado de queso para poder acelerar el proceso de preparación de las pizzas

4.1.3. Tipo de máquina y capacidad

Según los entrevistados, la máquina idónea para la pizzería no se encuentra a la venta en el mercado, ya que las que existen, no llegan a la capacidad de rallado deseadas, que según ellos mencionan debería ser de 20 kg/min.

4.1.4. Desafíos potenciales

Los entrevistados comentan que, el inconveniente va a ser con el costo de la máquina, el consumo de energía y la complejidad para su uso. Para eso, planean abordar esto con una evaluación de costos, uso correcto de la máquina de acuerdo con el manual otorgado por la empresa y realizando los mantenimientos respectivos.

4.1.5. Beneficios esperados

Según los entrevistados, los beneficios deberían ser que el queso se ralle de manera uniforme, y que la máquina pueda ser operada por una sola persona, y que exista un retorno de inversión en el menor tiempo posible.

4.1.6. Inversión y financiamiento

Según los entrevistados, la máquina ralladora de queso tiene un costo en el mercado de 2500 a 3000 soles y la empresa está en la capacidad de cubrir esa inversión.

4.1.7. Evaluación de proveedores

Según los entrevistados, esta máquina se encuentra tanto en el mercado nacional como internacional, optando preferentemente por un proveedor nacional y que cumpla con la capacidad de rallado deseada por la pizzería.

4.1.8. Cronograma de implementación

Según los entrevistados, el proceso de implementación de la máquina no debe ser mayor a un año. Luego de implementada la máquina, se ubicará en la primera etapa de preparación de la pizza, etapa donde se ralla todo el queso que se va a utilizar para luego ser repartido en las cantidades necesarias de acuerdo a los tipos de platos.

4.1.9. Opinión personal

Según los entrevistados, todos están de acuerdo con la implementación de esta máquina ya que les ayuda bastante al momento del rallado, evitando así el cansancio y aburrimiento que puede traer consigo riesgo de accidentes.

4.2. Especificaciones de ingeniería

Luego de haber analizado las necesidades del cliente a través de la encuesta realizada, se pudieron determinar algunos criterios de diseño como la capacidad de rallado del queso, las dimensiones requeridas para el ingreso del producto a la máquina, la altura ideal de la máquina para tener un cómodo manejo de la misma. La simplicidad para poder ser operada por una sola persona, así como también la facilidad para su limpieza y mantenimiento apropiado.

4.3. Diseño conceptual

Para poder determinar el concepto solución de la máquina ralladora de queso, se plantearon cuatro conceptos con sus respectivas características y analizando a su vez ventajas y desventajas de uno con respecto a otro.

Concepto 1:

En el concepto 1 se puede observar un diseño en el cual el queso entra por trozos en la tolva de ingreso. Llega al rallador que es accionado por un motor eléctrico monofásico que transmite el movimiento mediante piñones encargados de reducir la velocidad del motor a la velocidad necesaria para el rallador.

Este conjunto de engranajes debe ir protegido con una cubierta que no permita la contaminación del sistema y proteja al operario de posibles accidentes. En la parte inferior del rallador se ubica el recipiente donde se almacena el queso rallado para luego ser usado en la preparación de las pizzas.

La principal ventaja de este diseño es que es de tamaño reducido y puede ser usada en diferentes lugares ya que trabaja sobre una mesa.

La desventaja es que se pierde tiempo trozando el queso, ya que en su tamaño inicial no encaja. Otro punto es que los engranajes emiten ruido en su funcionamiento.

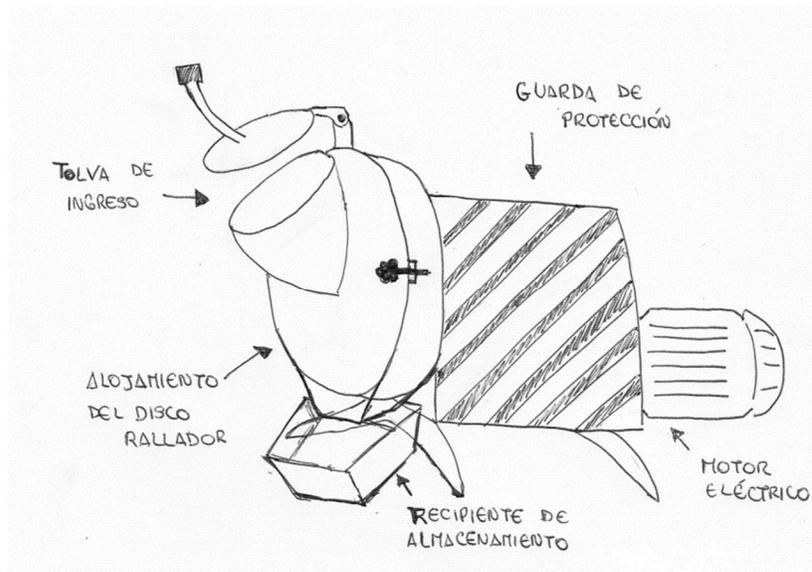


Figura 4. Concepto solución N° 1

Fuente: Autor

Concepto 2:

En este concepto se observa un rallador en forma de tambor, con una tolva de ingreso en la parte superior del mismo. Este rallador es accionado mediante un motor eléctrico conectado directamente al eje de rotación. El queso ingresa en trozos por la tolva y es rallado por el tambor almacenando en su interior el producto final que se deberá retirar cuando este alcance la capacidad máxima. Cabe mencionar que la capacidad de almacenaje de queso rallado de la máquina va a depender del tamaño del tambor de corte.

Su principal ventaja es que al tener conexión directa el motor al rallador, la máquina se hace más liviana y fácil de movilizar, además que será lo menos ruidosa posible al tener menos elementos.

Las desventajas son que, al tener conexión directa, va a girar a las mismas revoluciones del motor, y tal vez no ralle el producto de manera correcta ni uniforme. Para poder reducir la velocidad se implementaría un motorreductor que eleva los costos y vuelve la máquina más pesada y ruidosa.

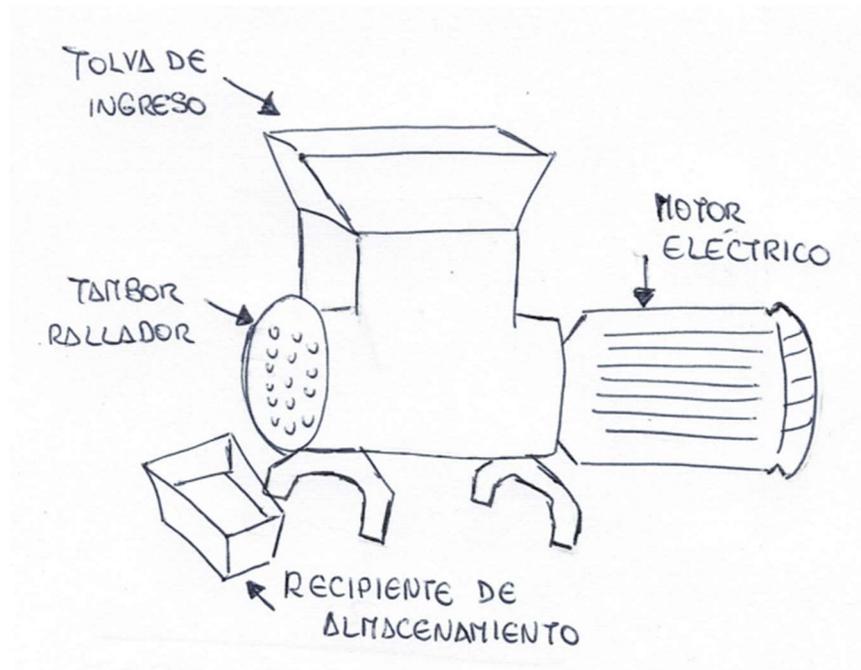


Figura 5. Concepto solución N° 2

Fuente: Autor

Concepto 3

El concepto 3 tiene como diseño, una máquina con un disco rallador giratorio donde llega el queso después de haber ingresado por la tolva que aloja la barra de queso completa. Una vez que ingresó el queso, se ralla y cae por efecto de la fuerza centrífuga hacia la tolva de recepción donde es almacenado para luego ser usado en la preparación de la pizza. El mecanismo de rallado es accionado mediante un eje conectado directamente al disco rallador, este eje gira gracias a una polea conducida que está conectada mediante una faja de transmisión a una polea conductora más pequeña que reduce la velocidad y está conectada a la salida del eje del motor. Para este caso, el diseño de la máquina incluye la estructura completa ya que la transmisión es por polea y se necesita distribuir correctamente las cargas.

La ventaja de este diseño es que gracias a que transmite el movimiento mediante poleas y correa, reduce la velocidad a la deseada. El mecanismo es silencioso y permite rallar el queso completo sin necesidad de introducirlo en trozos.

La desventaja es que, al ser de tamaño grande, quizás sea dificultoso para encontrarle un lugar correcto para su ubicación.

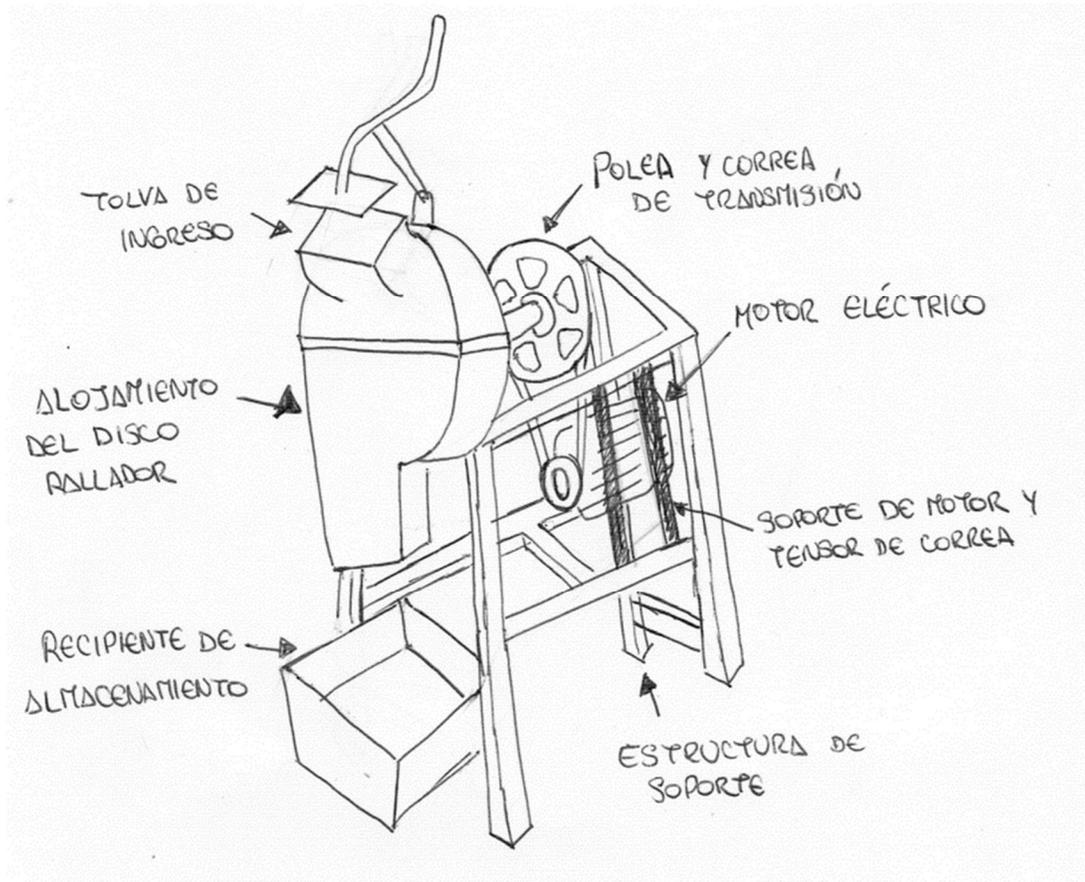


Figura 6. Concepto solución N° 3

Fuente: Autor

Concepto 4

Este concepto tiene como diseño una máquina ralladora de movimiento alternativo donde el queso ingresa de manera horizontal hacia las cuchillas que

describen un movimiento de arriba abajo. El recipiente de almacenaje de producto se encuentra debajo del mecanismo de rallado, este mecanismo es accionado por un motor eléctrico que transmite el giro mediante piñones y cadena hacia una leva que permite el movimiento alternativo para poder rallar el queso.

La ventaja de este concepto es que se puede ingresar el queso entero ya que la forma de la máquina lo permite.

La desventaja es que, al tener el movimiento alternativo, hay mayor intervención de elementos y aumenta a su vez la fricción entre estos, haciendo más difícil el mantenimiento y la limpieza.

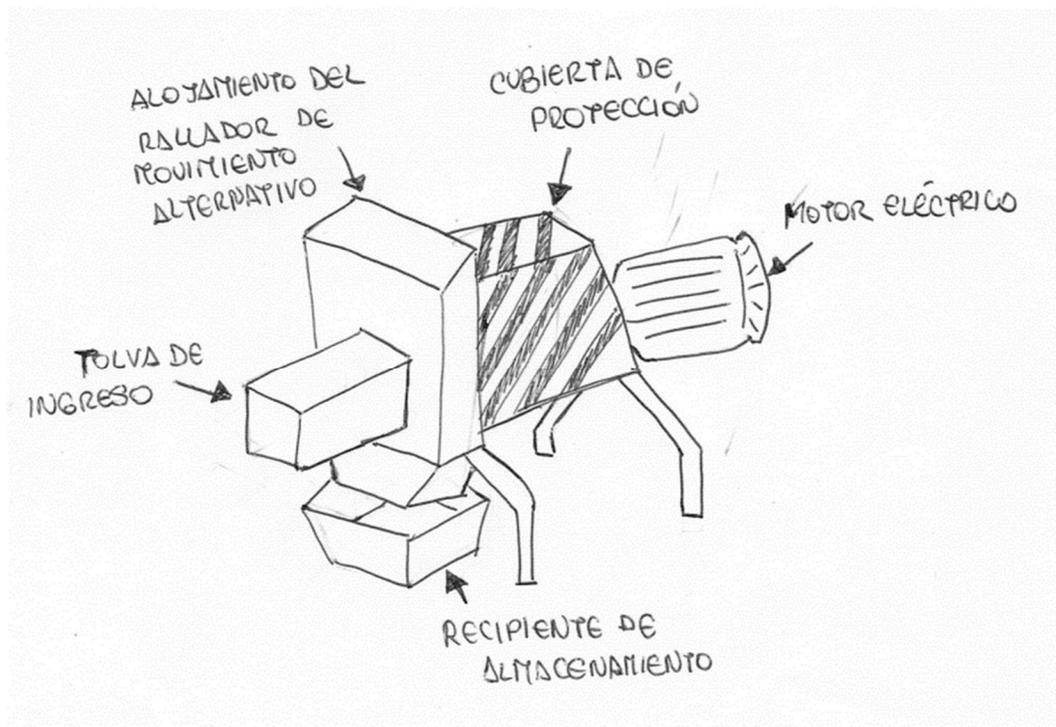


Figura 7. Concepto solución N° 4

Fuente: Autor

4.3.1. Selección del concepto óptimo

Para seleccionar la mejor alternativa de concepto, se empleó una matriz de selección ponderada, donde se consideraron los siguientes criterios de evaluación: Ruido, Seguridad, Ergonomía, Mantenimiento, Estabilidad y Avance. En la Tabla (1) se puede observar la matriz de selección ponderada, donde se pueden observar los criterios de evaluación que van a determinar que concepto es el mejor para este caso. Cada criterio de evaluación tiene un peso porcentual, ya que no todos tienen la misma importancia. Estos criterios de evaluación serán calificados de manera ordinal con números del 0 al 4, siendo (0), insatisfecho; (1), poco satisfecho; (2), satisfecho; (3), muy satisfecho y (4), altamente satisfecho. Esta puntuación se multiplica por el valor porcentual de cada criterio para poder hallar la calificación ponderada, y finalmente se suman las calificaciones ponderadas de cada criterio de evaluación para obtener el puntaje total de cada concepto y así determinar el más óptimo.

Tabla 1: Matriz de selección ponderada de conceptos

Matriz de selección ponderada									
Conceptos de solución									
	Concepto 1			Concepto 2		Concepto 3		Concepto 4	
Criterio	Peso (%)	Valoración	Calificación ponderada						
Seguridad	25	4	1	3	0.75	4	1	3	0.75
Estabilidad	20	1	0.2	2	0.4	4	0.8	2	0.4
Ergonomía	15	2	0.3	2	0.3	4	0.6	3	0.45
Avance	15	1	0.15	2	0.3	4	0.6	4	0.6
Mantenimiento	15	2	0.3	1	0.15	2	0.3	1	0.15
Ruido	10	0	0	3	0.3	4	0.4	1	0.1
	100		1.95		2.2		3.7		2.45
Posición			4°		3°		1°		2°

Fuente: Elaboración propia

4.4. Diseño de configuración

En el diseño de configuración se proponen 3 alternativas en cuanto al sistema de transmisión que permite el movimiento rotativo del rallador. Estas alternativas serán evaluadas mediante una matriz de selección que determinará cual es el mejor diseño.

Alternativa 1

Este tipo de configuración está determinada por la transmisión de potencia del motor hacia el eje principal de la máquina por cadena y piñones, colocando en el eje del motor, el piñón más pequeño que va transmitir el giro hacia el eje principal que está fijado a un piñón más grande con la intervención de una cadena. De esta manera no solo se transmite movimiento, sino que, al tener piñones de distintos diámetros, se varía la velocidad y el torque proporcionados por el motor.

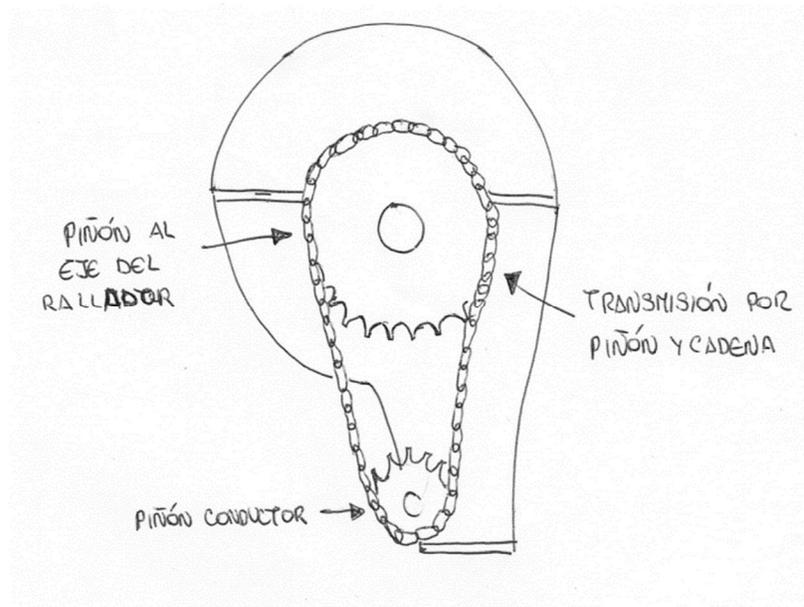


Figura 8. Alternativa N° 1

Fuente: Autor

Alternativa 2

Esta configuración describe una máquina que tiene un sistema de transmisión de potencia por engranajes, al utilizar un sistema o tren de engranajes podemos reducir la velocidad original del motor a las revoluciones requeridas para el rallador. De esta forma se reduce el espacio entre el motor y el rallador, pero es importante implementar una guarda de protección ya que los engranajes no pueden quedar expuestos por riesgo de accidente de las personas, así como también para proteger de la contaminación a todo el sistema.

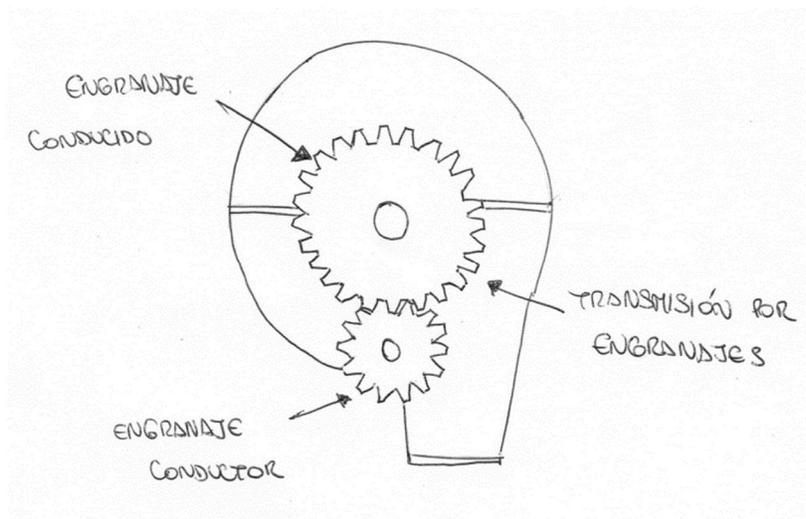


Figura 9. Alternativa N° 2

Fuente: Autor

Alternativa 3

En la siguiente configuración se tiene un sistema de transmisión por polea y correa, similar a la alternativa 1, con la polea más pequeña en el eje del motor y la polea grande o conducida en el eje principal del rallador. La correa va a transmitir el giro de la polea conductora hacia la polea conducida. Al tener diferentes diámetros en las poleas, va a existir una diferencia de velocidades que es lo que se busca para poder reducir las revoluciones del motor.

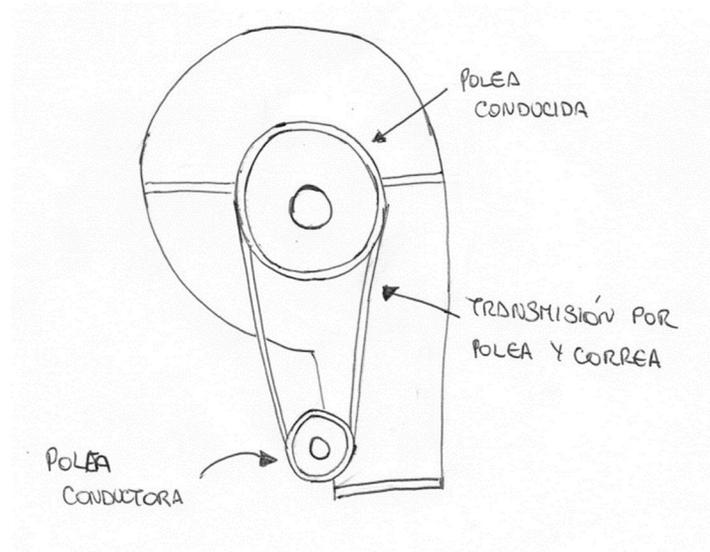


Figura 10. Alternativa N° 3

Fuente: Autor

4.4.1. Selección de la correcta configuración

La mejor alternativa de configuración para el diseño se escogió mediante la matriz de selección ponderada que evalúa los siguientes criterios: Costos, Mantenimiento, Ensamblaje, Ruido y Función.

En la Tabla (2) se puede observar la matriz de selección que se utilizó para encontrar la mejor alternativa de configuración para la máquina. Se establecieron pesos de importancia porcentual a cada criterio de evaluación, y con la ayuda de la calificación que se hará a cada alternativa en una escala del 1 al 4 se podrá determinar el grado de satisfacción de la siguiente manera: (0), insatisfecho; (1), poco satisfecho; (2), satisfecho; (3), muy satisfecho y (4), altamente satisfecho. Esta puntuación se multiplica por el valor porcentual de cada criterio para poder hallar la calificación ponderada, y finalmente se suman las calificaciones ponderadas de cada criterio de evaluación para obtener el puntaje total de cada alternativa y así determinar la más óptima.

Tabla 2: Matriz de selección ponderada de diseño de configuración

Matriz de selección ponderada							
Alternativas de diseño de configuración							
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Criterio	Peso (%)	Valoración	Calificación ponderada	Valoración	Calificación ponderada	Valoración	Calificación ponderada
Ensamblaje	20	2	0.4	1	0.2	3	0.6
Mantenimiento	20	3	0.6	1	0.2	4	0.8
Función	20	3	0.6	3	0.6	4	0.8
Ruido	20	2	0.4	1	0.2	3	0.6
Costo	20	1	0.2	1	0.2	4	0.8
	100		2.2		1.4		3.6
Posición			2°		3°		1°

Fuente: Elaboración propia

4.5. Procedimiento de cálculo de la máquina

4.5.1. Características del queso

El tipo de queso que se utilizará para poder ser rallado es el que tiene la forma de barra cuadrada, ya que va a permitir que la máquina pueda desempeñarse de la mejor manera. Para poder iniciar con el diseño de la máquina se debe considerar las dimensiones del queso en esta presentación, de esta forma se podría estimar las medidas de la tolva de ingreso para que el producto se aloje de la mejor manera.

Tomando medidas del queso en esta presentación se obtuvieron medidas del área transversal de 10 cm por lado ya que es un cuadrado, y de largo, la barra tiene una longitud de 26 cm. En cuanto a la masa, el queso pesa aproximadamente 2.5 kg en promedio. Estas mediciones son aproximadas, ya que, por las características del queso, no es posible obtener las dimensiones deseadas al momento de su creación.

De acuerdo a lo que Gauna redacta en su artículo, el queso debe estar conservado a una temperatura comprendida entre 4 y 10 °C, entonces tomamos un trozo de queso mozzarella y lo refrigeramos por un periodo de 48 horas para que alcance la temperatura de 4 °C.

Con esto aplicamos la Ecuación (1) de la densidad de Arquímedes, que relaciona la masa (g) y el volumen (cm³) de un cuerpo.

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Para empezar a aplicar la ecuación necesitamos los datos de masa y volumen del queso mozzarella. Este paso se realiza, ya que, no tenemos la densidad del queso de tipo Mozzarella que se comercializa en la zona donde realizamos la investigación. Si bien tenemos datos de densidad de la leche con la que se fabrica el queso, necesitamos la densidad del queso mozzarella a la temperatura de 4 °C. Así que realizamos pruebas

de laboratorio con un trozo de queso mozzarella a la temperatura de 4 °C.

Pasos realizados para obtener la densidad del queso mozzarella:

a. Dimensionamiento de la masa de un trozo de queso:

Trozamos el queso y medimos su masa como se puede observar en la Figura (11).



Figura 11. Trozo de queso mozzarella

Fuente: Autor

Se puede observar en la Figura (11) que el trozo de queso tiene una masa de 92 gramos a una temperatura de refrigeración de 4 °C como se observa en la Figura (12).



Figura 12. Temperatura del queso 4 °C

Fuente: Autor

b. Dimensionamiento del volumen del queso:

Para esto, se procedió a llenar un recipiente con agua y colorante azul (el colorante se utilizó para tener mejor apreciación del proceso) a la medida de 200 ml. cómo se puede observar en la Figura (13).



Figura 13. Recipiente con agua

Fuente: Autor

Luego insertamos el queso en pequeños trozos al recipiente aplicando el principio de Arquímedes que afirma que un objeto completamente sumergido siempre desplaza un volumen de líquido igual a su propio volumen. Es decir, el volumen del cuerpo es igual al volumen de líquido desalojado.



Figura 14. Trozo de queso mozzarella sumergido en agua

Fuente: Autor

Una vez sumergido el queso, se puede observar que el nivel del agua ascendió a 300 ml. por lo que se concluye que el volumen del trozo de queso de 92 g. es igual a 100 ml. que expresado en cm^3 es 100 cm^3 .

Ahora, reemplazando en la Ecuación (1), tenemos:

$$\rho = m/V$$

$$\rho = \frac{92}{100} \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = 0.92 \text{ g/cm}^3$$

También podemos hallar la densidad con las dimensiones del queso en barra tal y como viene de fábrica, así tenemos:

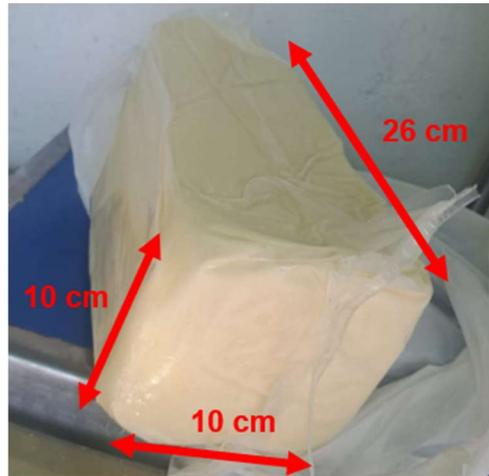


Figura 15. Dimensiones del queso mozzarella

Fuente: Autor

Con estas dimensiones podemos aplicar una ecuación simple de volumen:

$$V = l b h \quad (2)$$

Reemplazando en la Ecuación (2), tenemos:

$$V = l b h$$

$$V = (26cm) (10cm) (10cm)$$

$$V = 2600 \text{ cm}^3$$

Como sabemos que el queso en su presentación de barra cuadrada tiene aproximadamente 2.5 kg., entonces aplicamos nuevamente la Ecuación (1):

$$\rho = m/V$$

$$\rho = \frac{2500}{2600} \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = 0.96 \text{ g/cm}^3$$

Se puede observar que la densidad tiene una variación mínima, pero para este caso se va a trabajar con la medida experimental en base al principio de Arquímedes, ya que, es la más precisa.

4.5.2. Mecanismo de rallado

La Figura (16) muestra un bosquejo del mecanismo encargado de rallar el queso, como se puede observar en la vista lateral, la tolva de ingreso tiene una forma curva donde se aloja el queso en barra y con la palanca el operario presiona ejerciendo una fuerza sobre la barra y empujándola hacia el disco rallador que se encuentra girando dentro.

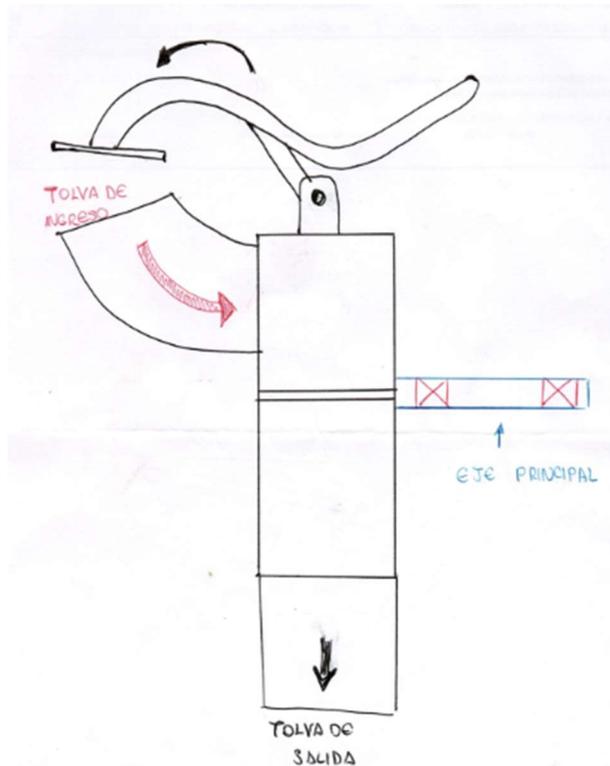


Figura 16. Vista lateral del mecanismo de rallado

Fuente: Autor

Las dimensiones del orificio de ingreso se están considerando en base de las medidas de la barra de queso, como se sabe que tiene 10 cm por lado, y que además no siempre cumple con esas medidas debido a la naturaleza del queso. De acuerdo con este análisis, se le está considerando 1 cm de tolerancia de alto y 2 cm. de tolerancia de ancho, con la finalidad de que la barra de queso pueda alojarse con comodidad y desperdiciar el mínimo producto posible.

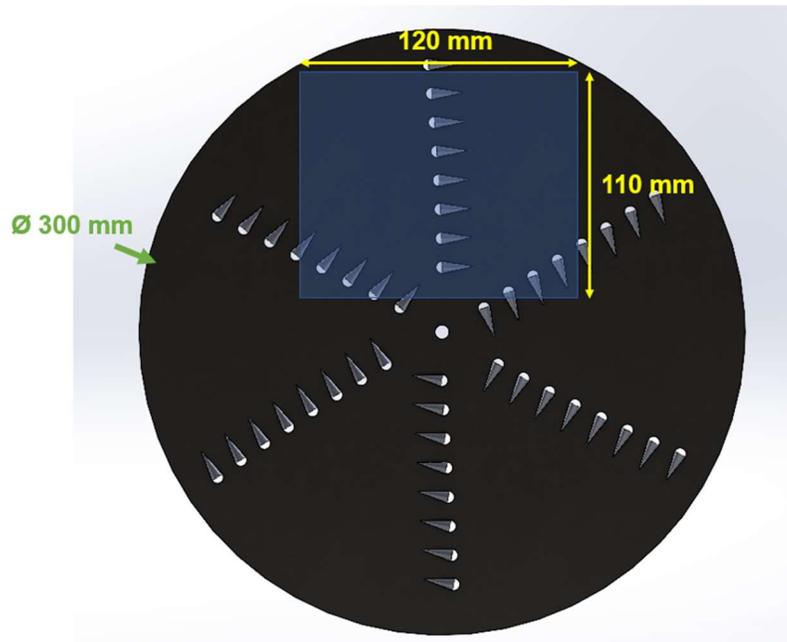


Figura 17. Dimensionamiento del agujero de ingreso del queso

Fuente: Autor

En la Figura (17) se puede observar las dimensiones consideradas para el agujero por donde ingresará el queso en barra, considerando un disco rallador de diámetro 300 mm. con la finalidad que el queso pueda rallarse por completo cuando la máquina empiece a funcionar.

Las características del disco rallador se tomaron de una patente de disco elaborado para rallar frutas y vegetales como se puede observar en la Figura (18).

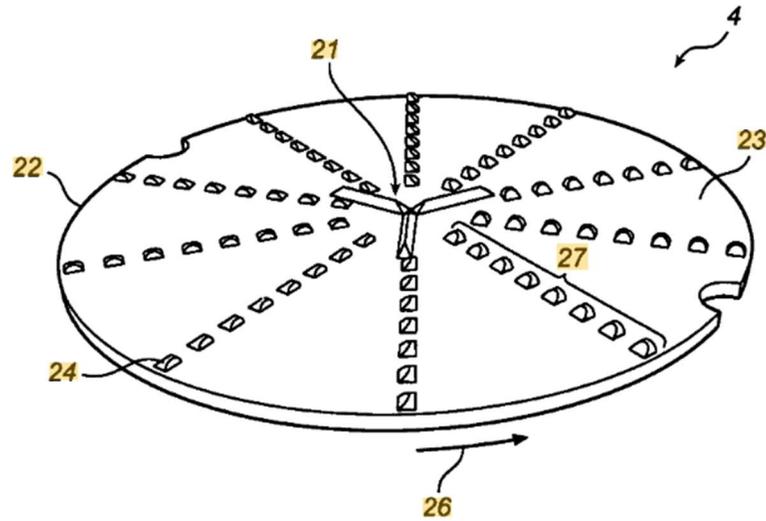


Figura 18. Diseño de disco rallador patentado

Fuente: Google patents

El disco rallador tiene esta forma, donde los orificios encargados de rallar el queso tienen la misma forma de un rallador manual de cocina, ya que va a cumplir la misma función, la de rallar.

Se considera la disposición de los orificios tal y como se puede apreciar en la Figura (18), ya que es la más óptima en cuanto a rallado de alimentos según la patente mencionada anteriormente. Esto debido a que el queso siempre se mantiene en contacto con los orificios de corte, permitiendo un giro uniforme del disco y el corte en toda el área del queso.

El disco debe ejercer una fuerza para vencer su inercia y gire de modo que ralle el queso. Esta fuerza va a ser calculada aplicando un método experimental realizado en casa.

Ramirez, J., en su publicación titulada "Propiedades de los quesos", recomienda que las dimensiones del queso rallado deber ser de forma cilíndrica, de 2.5 cm de largo y 0.6 cm de diámetro de sección.

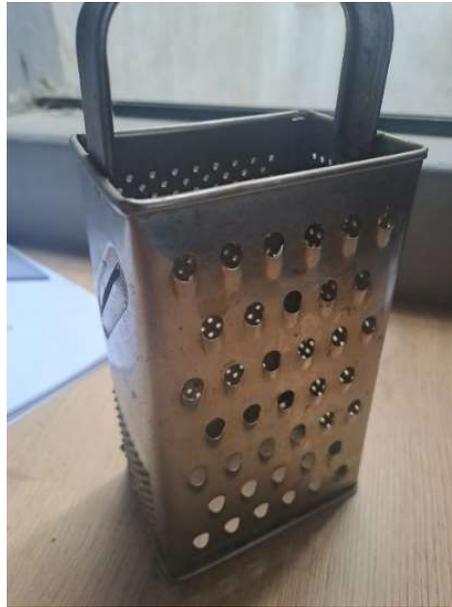


Figura 19. Rallador manual casero

Fuente: Autor

En la Figura (19), se observa un rallador manual de tipo casero que se utiliza comúnmente en el área de cocina. Tomamos como modelo de prueba este rallador porque tiene el mismo diámetro del orificio que recomienda Ramirez en su artículo.

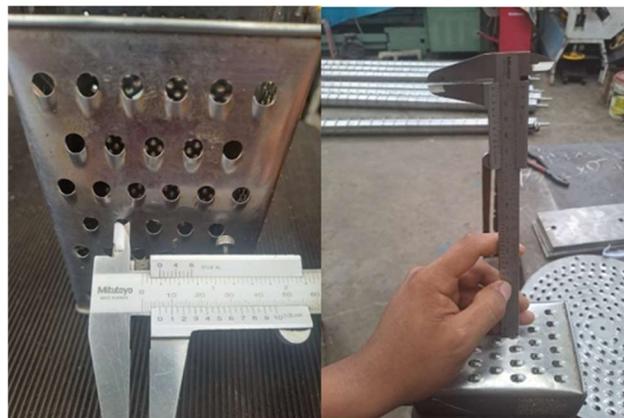


Figura 20. Dimensiones de los orificios de corte del rallador manual

Fuente: Autor

En la Figura (20) se puede observar la medición que se realizó con el vernier al orificio del rallador, obteniendo como medida de diámetro 6 mm

y la altura del corte 1.5 mm., siendo esta la medida con la que se rallará el queso.

Para hallar el cálculo de la fuerza mínima que se necesita para rallar el queso, se fabricó un disco rallador como se puede observar en la Figura (21), los orificios se hicieron de la misma medida que el rallador manual, también es importante que tenga la misma altura de corte.



Figura 21. Disco rallador de queso

Fuente: Autor



Figura 22. Dimensiones del disco rallador

Fuente: Autor

Una vez fabricado el disco rallador, se procedió a realizar un mecanismo que nos permita determinar la fuerza necesaria para poder rallar un trozo de queso.

Este mecanismo nos permite girar el disco, tomando como eje de rotación un perno que conforme gire el disco, este va empujándolo hacia adelante (perpendicular al disco), con la finalidad que el queso se ralle constantemente.



Figura 23. Soporte para el queso

Fuente: Autor

Colocamos un soporte para el queso como se muestra en la Figura (23) en contacto con el disco y que permita observar el rallado.



Figura 24. Balanza digital

Fuente: Autor

Para determinar la fuerza que se necesita para rallar el queso, se utilizó una balanza digital Figura (24), con la cual ejercemos fuerza desde un extremo del disco, con dirección hacia abajo como se muestra en la Figura (25). Es importante tomar esta medición de la masa cuando el punto de fuerza esté en línea horizontal con el eje del disco, y de esta manera tomar la gravedad como aceleración.



Figura 25. Mecanismo para determinar la masa

Fuente: Autor

Con esto, se aplica una fuerza en dirección hacia abajo como se observa en la Figura (26), obteniendo el valor de la masa y posteriormente la fuerza.



Figura 26. Fuerza aplicada sobre el disco

Fuente: Autor

Como se observa en la Figura (27), el queso mozzarella con una temperatura de 4 °C se empieza a rallar luego que aplicar la fuerza de 0.765 kgf tirando de un extremo del disco en dirección perpendicular al suelo.



Figura 27. Queso rallado

Fuente: Autor

a. Cálculo de la fuerza:

La fuerza necesaria para rallar el queso está determinada por la multiplicación de la masa de 0.765 kgf por la aceleración que en este caso es la gravedad, así tenemos:

$$F = m a \quad (3)$$

$$F = (0.765 \text{ kgf}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 7.5 \text{ N}$$

b. Ecuación de momento:

Para el cálculo del momento (N.m) en el disco rallador, se multiplica la fuerza necesaria para rallar el queso (N) por la distancia (m) que representa el radio del disco.

$$T = F d \quad (4)$$

Se sabe que el disco tiene un diámetro de 300 mm., entonces el radio es de 150 mm. (0.15 m.).

$$T = (7.5 \text{ N}) (0.15 \text{ m})$$

$$T = 1.125 \text{ N.m}$$

c. Ecuación de momento polar de inercia:

El momento polar de inercia (J) está dado por la Ecuación (5), donde se utiliza el dato del diámetro del disco en metros.

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \text{ (m}^4\text{)} \quad (5)$$

Reemplazando los valores conocidos, se tiene:

$$J = \frac{\pi(0.3 \text{ m})^4}{32}$$
$$J = 7.95 (10^{-4}) \text{ m}^4$$

d. Ecuación de esfuerzo cortante:

La Ecuación (6) determina el esfuerzo cortante que existe en el disco de rallado, donde relaciona el momento (N.m) y la distancia del centro al punto de esfuerzo que es el radio del disco (m), con el momento polar de inercia (J)

$$\tau = TC/J \quad (6)$$

Hallamos el esfuerzo cortante en el disco:

$$\tau = (1.119 \times 0.15)/(7.95 \times 10^{-4})$$

$$\tau = 211 \text{ Pa}$$

4.5.3. Características técnicas del disco rallador

a. Capacidad de corte del disco rallador.

Como se puede apreciar en la Figura (17), el disco tiene las siguientes características:

- Diámetro de los agujeros del disco: 6 mm
- Altura de corte de los orificios: 1.5 mm
- Cantidad de orificios de corte: 48
- Filas de agujeros de corte: 6

En la Figura (28) se puede observar las dimensiones de la altura y el diámetro de los orificios de corte del disco.

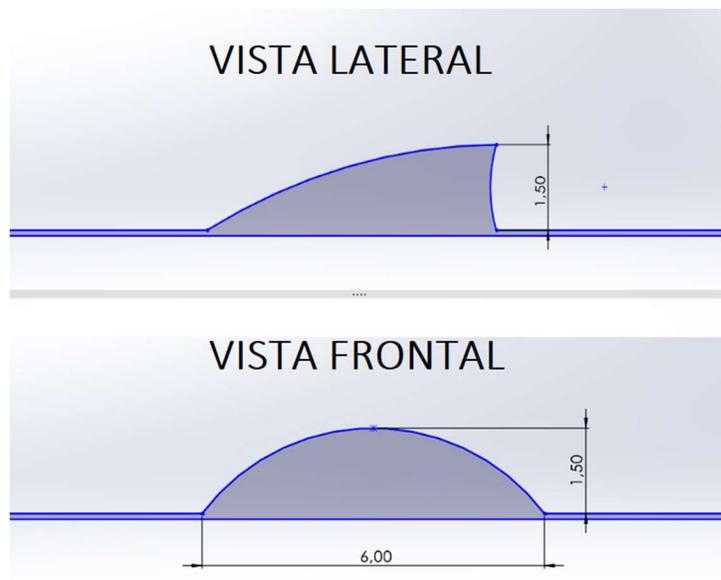


Figura 28. Dimensiones de la cuchilla de corte del disco

Fuente: Autor

Según la disposición de los agujeros de corte, cada vez que el queso hace contacto con 2 filas de orificios (16 agujeros), corta 1.5 mm de profundidad a la barra de queso. De esta manera, en una vuelta completa del disco, se corta 4.5 mm de profundidad a la barra de queso.

Si se sabe que la barra de queso tiene una longitud de 26 cm, entonces el disco tiene que dar 57.78 vueltas que, para facilitar los cálculos, aproximaremos a 58 vueltas.

El diseño de la máquina está enfocado a una capacidad de rallado de 20 kg/min, y partiendo de estos datos, con la ayuda de la regla de tres simple se puede hallar el número de vueltas necesarias para rallar la cantidad de queso mozzarella deseada.

$$v_2 = \frac{m_2 v_1}{m_1} \quad (7)$$

Donde:

v_1 = Velocidad en RPM para rallar la barra completa.

v_2 = Velocidad en RPM para rallar 20 Kg/min.

m_1 = Masa de la barra de queso completa.

m_2 = Masa de queso que se desea rallar en un minuto.

Aplicando entonces la Ecuación (7) con los datos que ya se conocen tenemos:

$$v_2 = \frac{20 \text{ kg} \times 58}{2.5 \text{ kg}} = 464 \text{ vueltas}$$

Entonces, tenemos que el número de vueltas necesarias para rallar 20 kg. de queso en un minuto es de 464 vueltas. Este dato nos sirve para hacer la selección del motor y de las poleas que se van a necesitar.

b. Tipo de material del disco.

De acuerdo con la Norma Sanitaria para la Aplicación del Sistema HACCP en la Fabricación de Alimentos y bebidas, aprobada por R.M. N° 449-2006/MINSA, el tipo de material que se debe utilizar

para garantizar la inocuidad de los alimentos, es el acero inoxidable. Pero dentro de la gran diversidad de aceros inoxidables resaltan 2 tipos que son los más usados en la industria alimentaria gracias a sus condiciones sanitarias. Estos tipos de aceros son el acero AISI 304 y el acero AISI 316.

El acero inoxidable AISI 304 es resistente a la corrosión en casi todo tipo de ambientes, excepto en zonas marítimas y zonas de alta contaminación, y es muy utilizado en la industria alimentaria, además que es accesible en términos de costos.

El acero inoxidable AISI 316, en comparación con el AISI 304, tiene una gran mejora en la resistencia a la corrosión debido a la presencia de molibdeno (Mo), esto es muy conveniente ya que, por la forma de la máquina y la disposición del disco, hay cavidades donde podría ingresar queso y atorarse, acelerando la corrosión. En la Tabla (3), se muestran algunas diferencias de composición (%) entre el acero inoxidable AISI 304 y AISI 316.

Tabla 3: Composición química de los aceros inoxidables

Grado	304	304L	316	316L
Carbono (C)	0.08	0.035	0.08	0.035
Manganeso (Mn)	2.0	2.0	2.0	2.0
Fósforo (K)	0.04	0.04	0.04	0.04
Azufre (S)	0.03	0.03	0.03	0.03
Silicio (Si)	0.75	0.75	0.75	0.75
Cromo (Cr)	18.0 a 20.0	18.0 a 20.0	16.0 a 18.0	16.0 a 18.0
Níquel (Ni)	8.0 a 11.0	8.0 a 13.0	10.0 a 14.0	10.0 a 15.0
Molibdeno (Mo)	-----	-----	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0

Fuente: Grados Material Mundial

Como se puede observar en la Tabla (3), ambos materiales contienen casi las mismas propiedades y en igual magnitud, la diferencia está en la adición de molibdeno al acero AISI 316. Y también se puede observar que hay dos materiales más que son el AISI 304L y el AISI 316L. Estos últimos, llevan la sigla L en representación al bajo porcentaje de carbono en su contenido, que permite el uso en temperaturas altas de hasta 400 °C y mejora su soldabilidad al no fragilizar el material.

Además, se sabe que el carbono es el elemento principal cuando se habla de filo, es decir, cuanto más carbono exista en el material, mayor es el filo y su durabilidad, ya que hace al material más duro y tenaz.

Existen estudios realizados sobre la liberación del níquel y del cromo del acero en los utensilios de cocina y en las máquinas de procesamiento para alimentos, que son valores insignificantes en cuanto a lo admitido por el cuerpo humano, esto quiere decir que no hay riesgo de intoxicación o enfermedad. (Conasi blog)

Entonces, teniendo en cuenta estos conceptos y de acuerdo al uso que se le va a dar al disco de rallado, lo más conveniente es usar el acero AISI 304, ya que se necesita un material anticorrosivo y que trabaje a temperatura moderada, además de fijarse mediante pernos y no con soldadura. También puede usarse el acero AISI 316, pero es más costoso que el AISI 304, por lo tanto, este es el más adecuado para este caso, siempre y cuando se realice la limpieza correspondiente después de cada uso, ya que el queso contiene humedad y llega a ser corrosivo.

4.5.4. Selección del motor

Según la marca WEG, tenemos una amplia lista de motores que se adaptan a las necesidades de cada cliente, los motores varían dependiendo de sus características. Para este caso, se buscará un motor

eléctrico que cumpla con las características de torque, potencia, voltaje, frecuencia que se usará para la máquina.

En la búsqueda del motor eléctrico, tenemos que debe ser un motor de baja tensión que opere a 60 Hz, ya que con esa frecuencia se trabaja en Perú. También se debe tener en cuenta que el motor trabajará en una pizzería, normalmente este tipo de restaurantes trabajan con corriente monofásica. Con esto ya se puede hacer una selección de motor eléctrico, y de acuerdo a las tablas de WEG, el modelo de motor más adecuado para estas condiciones es el W22 Monofásico. Ya con el modelo de motor a usar, solo queda seleccionar tipo de motor que se aproxime al torque que se va a necesitar para rallar el queso.

En el Anexo 05 se puede observar la tabla de selección de motor eléctrico para el modelo W22 Monofásico de la marca WEG, el cual muestra motores de 2 y de 4 polos, para este caso se selecciona el motor de 4 polos, ya que, un motor de 4 polos tiene más torque a diferencia del motor de 2 polos. Otra razón, es que el motor de 2 polos entrega mayor velocidad, y para este caso se necesita aproximar la velocidad a 464 RPM, entonces el de 4 polos es el más conveniente para la máquina.

Después de analizar estos factores intervinientes, ya podemos hacer la selección del motor, donde el dato que se necesita es el torque hallado anteriormente. Según los cálculos realizados, el torque que se necesita para rallar el queso es de 1.125 N.m. En la tabla se utiliza kgf.m como unidad de medida del torque, entonces expresamos el torque en 0.1147 kgf.m.

Al hacer la selección del motor, según la tabla de WEG, se debe escoger el motor de 0.33 HP, pero este motor no es muy comercial en Perú, por lo tanto, es difícil de conseguir. Para esto, hacemos la selección del motor de 0.5 HP que si es bastante comercial y se puede encontrar variedad de repuestos y de todas las marcas. Bajo este criterio de diseño, se procede

a seleccionar el motor WEG de 0.5 HP como se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4: Tabla de selección de motor eléctrico

Potencia (kW)	Potencia (HP)	Par nominal (kgf.m)	Par máximo (Tb/Tn)	Peso (kg)	RPM	Corriente nominal (A)
0.37	0.5	0.207	2.5	17.8	1740	2.89

Fuente: Motores WEG

Una vez seleccionado el motor, se observa que la velocidad es de 1740 RPM, la cual se va a tener que reducir hasta 464 RPM. Para esta reducción de velocidad se procede a utilizar poleas, ya que, es la opción más económica y fácil de implementar.

4.5.5. Cálculo de la transmisión

a. Relación de transmisión

Para el cálculo de la relación de transmisión (i), se usa la Ecuación (8) que relaciona la velocidad del motor (N_1), la velocidad del rallador (N_2), el diámetro de la polea conductora (d_1) y el diámetro de la polea conducida (d_2).

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (8)$$

Conociendo los datos de velocidad en RPM, se puede hallar la relación de transmisión en la Ecuación (8).

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1740 \text{ RPM}}{464 \text{ RPM}} = 3.75$$

Hallando la relación de transmisión con las velocidades del motor y la velocidad a la que debe girar el rallador, se obtiene 3,75. De esta manera, la relación entre los diámetros de las poleas también debe ser 3,75.

b. Cálculo para la correa de transmisión

La correa de transmisión que se usará para dar movimiento al eje principal de la máquina es una correa de caucho que une la polea conductora con la polea conducida como se puede observar en la Figura (29).

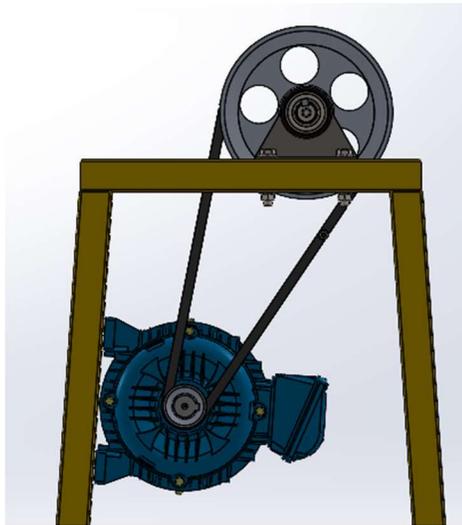


Figura 29. Disposición de las poleas y correa de transmisión

Fuente: Autor

Para realizar los cálculos de la correa, se utilizó el catálogo de correas industriales del fabricante Dunlop, donde se hizo la selección de una correa trapezoidal en forma de V, Figura (30), que según las características que nombra el fabricante, está constituida por una mezcla de cauchos de alta resistencia a la flexión, por una cuerda muy resistente a la tracción y trabaja en todos los rangos de velocidad. Se eligió este tipo de correa, ya que es la más económica y fácil de encontrar, además que, en comparación de las dentadas,

esta no necesita sincronizar los mecanismos, simplemente transmitir el giro del motor hacia el eje principal.

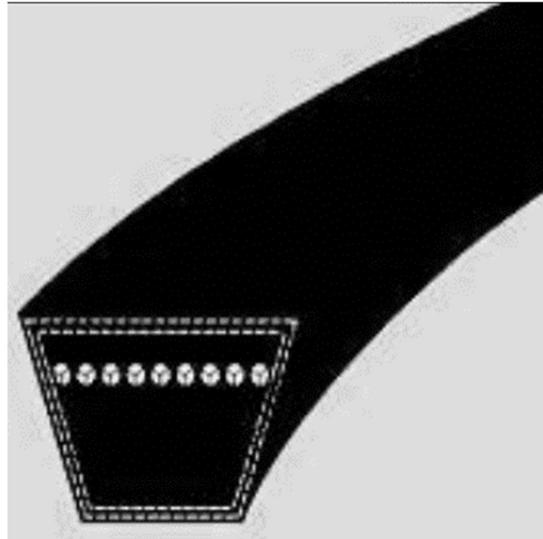


Figura 30. Correa trapecoidal forrada

Fuente: Correas de Transmisión industrial DUNLOP

Coefficiente de corrección de la potencia

De acuerdo con la Tabla (5) se hizo la selección del coeficiente de corrección para la correa tomando en cuenta el tipo de trabajo que va a realizar la máquina, donde se obtuvo bajo criterio del autor que el factor de corrección debería ser 1.1, ya que, el tiempo de trabajo de la máquina será menor a 7 horas.

Tabla 5: Coeficiente de corrección de la potencia

Tipo de máquina conductora Tipo de máquina conducida	Motores de corriente alterna, torque normal, jaula de ardilla, síncronos, fase partida. Motores de corriente continua, bobinado en shunt. Máquinas de combustión interna, cilindros múltiples.			Motores de corriente alterna, alto torque, alto deslizamiento, bobinado en serie y anillado colector. Motores de corriente continua, bobinado en serie y compound. Máquina a combustión interna monocilíndrica. Ejes en línea. Arranque directo y con embrague.		
	Hasta 7 horas diarias	De 8 15 horas diarias.	Más de 16 horas diarias	Hasta 7 horas diarias	De 8 15 horas diarias.	Más de 16 horas diarias
Agitador para líquidos y semilíquidos, ventiladores y aspiradores, compresores y bombas centrífugas. Sopladores hasta 10 HP. Transportadores livianos.	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Cintas transportadoras para arena, granos, etc. Mezcladores de panadería. Sopladores de mas de 10 HP, generadores. Líneas a ejes, máquina de lavaderos, máquinas herramientas, punzadores, prensa, guillotinas, bombas rotativas positivas. Máquinas de imprenta, zarandas vibradoras y giratorias.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4

Fuente: Correas de transmisión industrial Dunlop

Ahora, aplicando la Ecuación (9), se procede a calcular la potencia corregida, partiendo desde el dato de potencia nominal del motor sabemos que es de 0.5 HP (0.37 kW).

$$P_c = P_N \times F_s \quad (9)$$

Donde:

P_c = Potencia corregida

P_N = Potencia nominal (kW)

F_s = Factor de corrección

Reemplazando los valores en la Ecuación (9), tenemos:

$$P_c = 0.37 \times 1.1$$

$$P_c = 0.407 \text{ kW (0.55 HP)}$$

Ahora se procede a utilizar la gráfica de la sección de la correa (Figura 31), donde ubicamos los datos obtenidos anteriormente para hallar el tipo de sección.

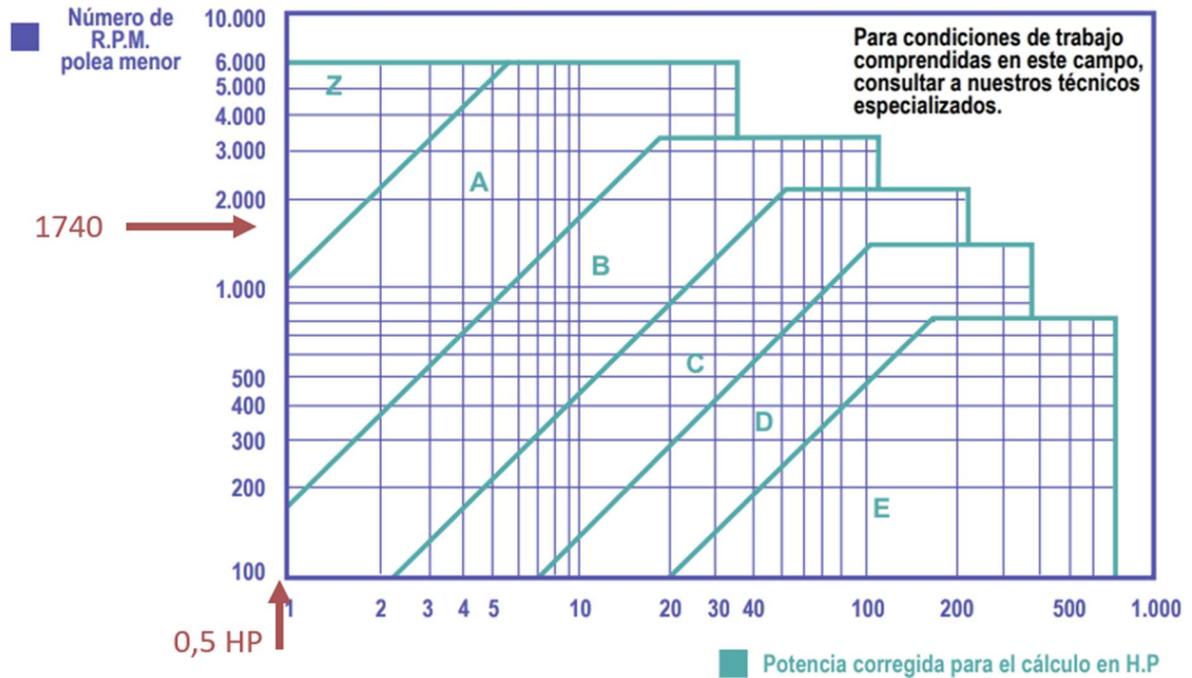


Figura 31. Gráfico de selección de correa

Fuente: Correas de Transmisión industrial DUNLOP

Selección de poleas.

Según recomendación del fabricante Dunlop, se debe escoger la polea conductora de acuerdo con la tabla de diámetros primitivos ubicada en el Anexo (06). Se sabe que la polea conductora es la más pequeña, así que se usará el diámetro mínimo recomendado.

Tabla N° 1

∅ mm	Z	A	B	C	D	E
50						
53						
56						
60	•					
63	••					
67	•					

Según normas BS 3790 • Diámetro especificado. •• Diámetro especialmente recomendado.

IMPORTANTE: Al aumentar el diámetro de polea aumenta la vida útil de la correa.

Figura 32. Diámetro primitivo de las poleas

Fuente: Correas de Transmisión industrial DUNLOP

De acuerdo con la Figura (32), se debe escoger la polea de 63 mm de diámetro, ya que es la polea de diámetro más pequeño recomendada por el fabricante. Se puede usar una polea más pequeña, pero al disminuir el diámetro de las poleas, se acorta la vida útil de la correa. De acuerdo con este criterio, se procede a usar la polea de 63 mm.

Ya que anteriormente se calculó que la relación de transmisión es de 3.75, se puede hallar el diámetro de la polea conducida con una simple multiplicación del diámetro de la polea conductora por la relación de transmisión, obteniendo como resultado que la polea conducida debe tener un diámetro de 236.25 mm. Este dato es representativo, ya que en el mercado no encontraremos esa medida exactamente, la polea con la medida que más se aproxima es la de 9 pulgadas, que es igual a 228.6 mm. entonces procedemos a realizar los cálculos con este dato.

Como dato inicial tenemos que la distancia entre centros de poleas es aproximadamente 35 cm (350 mm), con posibilidad de poder modificar para tensar la correa. De acuerdo con el catálogo del fabricante, la medida de la distancia entre centros es correcta ya que,

cuando la relación de transmisión es mayor que 3, la distancia entre centros debe ser mayor que el diámetro de la polea conducida. Entonces, bajo este criterio, las medidas son las correctas.

Con estos datos, procedemos a calcular la longitud de la correa. Para este cálculo se debe utilizar la Ecuación (10), que relaciona los diámetros de las poleas y la distancia entre centros de las mismas, donde “L” representa la longitud de la correa y “C” representa la distancia entre centros de poleas.

$$L = \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + 2C + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4C} \quad (10)$$

Reemplazando datos en la Ecuación (10), tenemos:

$$L = \frac{\pi}{2}(63 + 228.6) + 2(350) + \frac{(228.6 - 63)^2}{4(350)}$$

$$L = 1177.63 \text{ mm}$$

Con este dato, recurrimos a la tabla que nos brinda el fabricante DUNLOP (Anexo 07), donde podemos visualizar las medidas de las correas de acuerdo a su clasificación.

Tabla N° 6	
Correa (in)	Sección Z (mm)
41	1066
42	1092
43	1117
44	1143
45	1168
46	1193
47	1219

Figura 33. Longitud primitiva nominal

Fuente: Correas de Transmisión industrial DUNLOP

Como se puede observar en la Figura (33), se elige la medida inmediata superior al dato calculado, que para este caso es de 1193 mm o 46 pulgadas en medida comercial del tipo Z.

Ángulo de contacto entre la polea y la correa.

En la Figura (34) se observa la disposición de las poleas en contacto con la correa y sus respectivos ángulos.

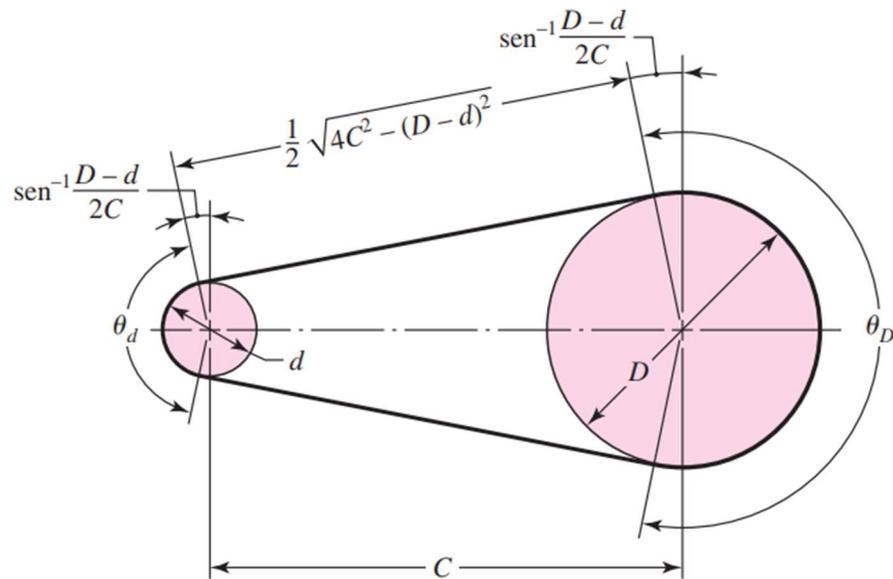


Figura 34. Geometría de banda abierta

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Budynas y Nisbett

El ángulo de contacto entre la polea conductora y la correa (θ_{d_1}), se puede calcular mediante la Ecuación (11) tomada del libro de Shigley.

$$\theta_{d_1} = 180 - 2 \sin^{-1} \frac{d_2 - d_1}{2C} \quad (11)$$

Reemplazando, se tiene:

$$\theta_{d_1} = 180 - 2 \sin^{-1} \frac{228.6 - 63}{2(350)}$$

$$\theta_{d_1} = 152.63^\circ$$

Para hallar el ángulo de contacto entre la polea conducida y la correa (θ_{d_2}), se utiliza la Ecuación (12) tomada del libro de Shigley.

$$\theta_{d_2} = 180 + 2 \sin^{-1} \frac{d_2 - d_1}{2C} \quad (12)$$

Reemplazando, se tiene:

$$\theta_{d_2} = 180 + 2 \sin^{-1} \frac{228.6 - 63}{2(350)}$$

$$\theta_{d_2} = 207.37^\circ$$

Cálculo de la tensión en la correa.

Para poder hallar las fuerzas en la parte tensa y la parte suelta de la correa se debe tener en cuenta el coeficiente de fricción dinámico (U_k) y el ángulo de contacto (α) dado por la Ecuación (13).

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{d_2 - d_1}{2C} \quad (13)$$

En la Tabla (6), se observa la tabla con los coeficientes de fricción para los materiales.

Tabla 6: Coeficiente de fricción

Coeficiente de fricción (U_k)		
Superficie	Subida	Bajada
Aluminio-caucho	0.15	0.20
Aluminio-madera	0.16	0.21
Madera-madera	0.19	0.22
Madera-caucho	0.28	0.32

Fuente: UA Física

El coeficiente de fricción que se utiliza es el del aluminio y caucho, ya que, la polea es de aluminio y la correa de caucho. La subida representa el coeficiente de fricción en el lado suelto de la correa, mientras que la bajada representa el lado tenso.

Ahora reemplazamos los datos en la Ecuación (13).

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{228.6 - 63}{2(350)}$$

$$\alpha = 13.68^\circ$$

El torque en la polea conductora es igual al torque que entrega el motor (T_m), entonces con esto se procede a hallar la fuerza en el lado suelto de la correa (F_2) con la Ecuación (14).

$$T_m = F_2(e^{u\alpha} - 1) \left(\frac{D_1}{2} \right) \quad (14)$$

Despejando F_2 y reemplazando los datos, se tiene:

$$F_2 = \frac{2T_m}{d_1(e^{u\alpha} - 1)}$$

$$F_2 = \frac{2(2.03 \text{ N} \cdot \text{m})}{0.063 \text{ m} (e^{0.15 \times 13.68} - 1)}$$

$$F_2 = 9.5 \text{ N}$$

Ahora se procede a calcular el valor de la fuerza en el lado tenso (F_1) de la correa con la Ecuación (15), tomando como dato de coeficiente de fricción a 2.0 de acuerdo con la Tabla (6).

$$F_1 = F_2(e^{u\alpha}) \quad (15)$$

Ahora se reemplazan los datos:

$$F_1 = 9.5(e^{0.15 \times 13.68})$$

$$F_1 = 146.54 \text{ N}$$

Con estos resultados se puede decir que la fuerza en el lado tenso de la correa es 146.54 N. Partiendo de este dato, se halla el par máximo que es el producto de la fuerza y el radio de la polea conducida. Así tenemos:

$$T = 146.54 \text{ N} \left(\frac{0.2286}{2} \text{ m} \right)$$

$$T = 16.75 \text{ N.m}$$

4.5.6. Cálculos para el eje principal

En el eje principal se alojan los rodamientos, el disco rallador y la polea conducida. Estos elementos se utilizarán para poder calcular las reacciones y los esfuerzos en el eje.

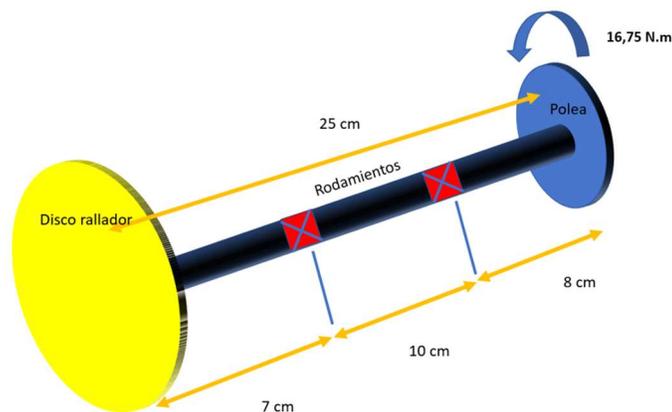


Figura 35. Diagrama de eje principal

Fuente: Autor

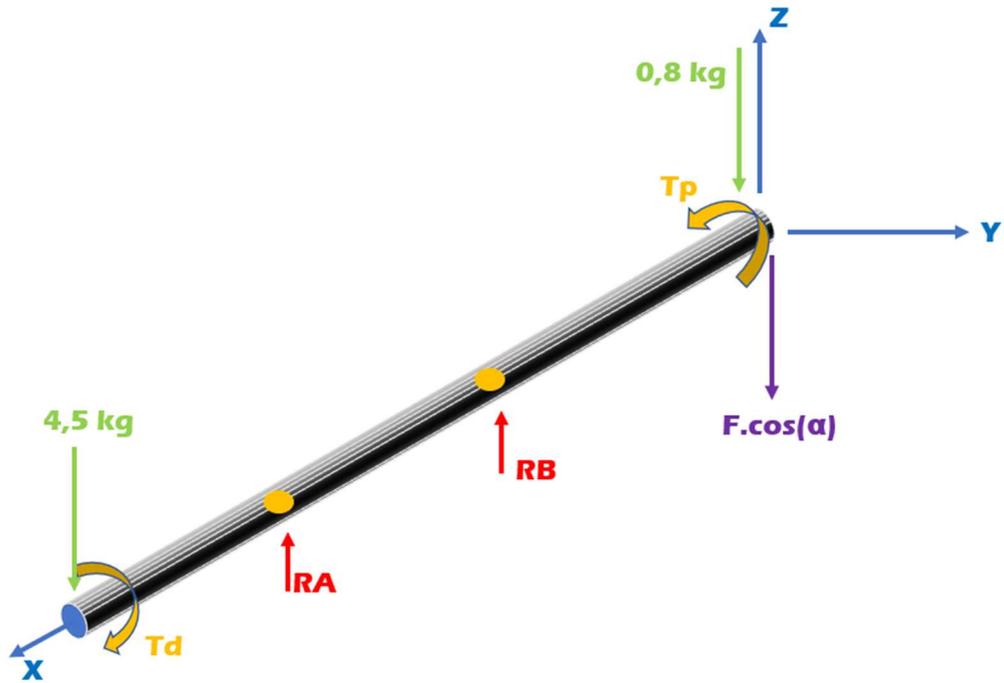


Figura 36. Diagrama de cuerpo libre en el eje

Fuente: Autor

En un plano X-Z, se representan las fuerzas que actúan en el eje tal y como se muestra en la Figura (37).

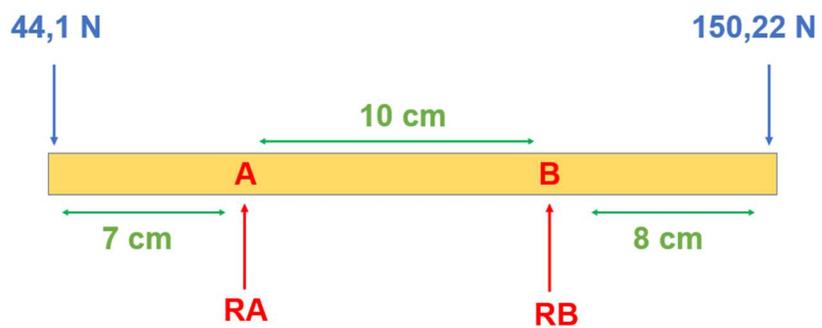


Figura 37. Diagrama de cuerpo libre en el plano X-Z

Fuente: Autor

Aplicando sumatoria de fuerzas en el eje Z.

$$\left(\sum (f_z) = 0\right) \quad (16)$$

Reemplazando los datos en la Ecuación (16), tenemos:

$$\begin{aligned} -W_d + R_B + R_A - W_p &= 0 \\ R_B + R_A &= 44.1 + 150.22 = 194.32 \text{ N} \\ R_A &= 194.32 - R_B \end{aligned} \quad (17)$$

Sumatoria de momentos respecto al punto B.

$$\sum (M_B) = 0 \quad (18)$$

Despejando la Ecuación (18), se tiene:

$$\begin{aligned} 7W_d + 10R_B - 18W_p &= 0 \\ 10R_B &= 18W_p - 7W_d \\ 10R_B &= 18(150.22) - 7(44.1) \\ 10R_B &= 2395.26 \\ R_B &= 239.526 \text{ N} \end{aligned}$$

Reemplazando R_B en (17)

$$\begin{aligned} R_A &= 194.32 - 239.526 \\ R_A &= -45.2 \text{ N} \end{aligned}$$

Para graficar los diagramas de fuerza cortante y momento flector, se hizo uso de un software de cálculo estático para elementos estructurales "MDSolids". Aquí se introdujeron los datos de pesos y fuerzas aplicadas sobre el eje. En la Figura (38) se puede observar lo antes mencionado.

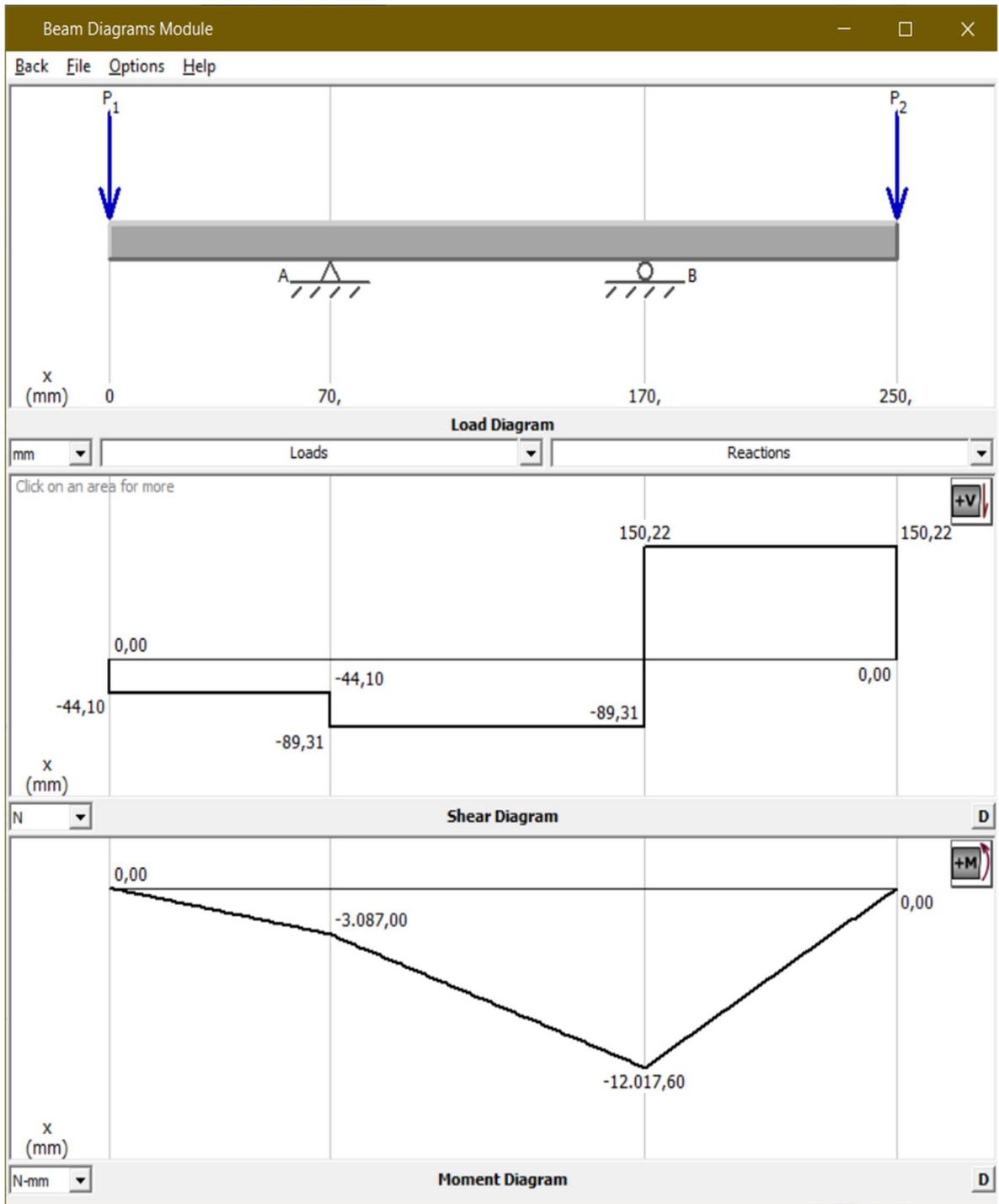


Figura 38. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector

Fuente: Autor

Sabiendo que el mayor par de torsión existente en el eje es el de la polea conducida, se toma ese valor para realizar los cálculos. El par de torsión de la polea va a ser el mismo en el eje y el disco de rallado, 16.75 N.m.

$$T_p = T_d$$

Sección peligrosa en "B"

$$M = - 12017.6 \text{ N.mm}$$

$$T = 16.75 \text{ N.m} = 16750 \text{ N.mm}$$

Esfuerzo normal de flexión máximo (σ) para la sección "B"

Se tiene la Ecuación (19), tomada del libro de ingeniería mecánica de Shigley.

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3} \quad (19)$$

Donde:

M = Momento flector en A.

d = Diámetro del eje (mm)

Esfuerzo cortante de Torsión máximo (τ) para la sección "A"

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (20)$$

Donde:

T = Torsión en B.

Para calcular el diámetro del eje se procede a utilizar la Ecuación (21) de diseño relacionada a la Teoría de falla por carga estática de la energía de distorsión – Von Mises (σ').

$$\sigma' = \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{4(M)^2 + 3(T)^2} \quad (21)$$

Ya que en esta ecuación hay dos incógnitas, se procede a utilizar la Ecuación (22) que relaciona el esfuerzo de Von Mises, el factor de seguridad (n) y el valor de la resistencia a la fluencia (Sy) del acero inoxidable 304.

$$\sigma' = \frac{S_y}{n} \quad (22)$$

En la Tabla (7) se puede observar las propiedades mecánicas del acero inoxidable AISI 304.

Tabla 7: Propiedades mecánicas de acero inoxidable 304

Acero	Resistencia a la tracción (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)	Elongación en 50 mm (%)	Reducción de área (%)	Dureza (HBW)	Condiciones
304	585	235	60	70	149	Barra recocida
	690	415	45	-	212	Recocido y estirado en frío
	860	655	25	-	275	Estirado en frío de alta resistencia

Fuente: Grados Material mundial

El dato para esfuerzo de fluencia será de 235 MPa ya que se usará una barra recocida, que es la más común en el mercado peruano.

El dato que faltaría para poder hallar el esfuerzo de Von Mises sería el factor de seguridad, que según la Tabla 8, nos muestra una variedad de casos donde se puede encontrar este dato, solo identificando el tipo de trabajo al que estará sometido el eje.

Tabla 8: Factor de seguridad para elementos

Caso	Factor de seguridad FS	Observaciones
1	1,25 ... 1,5	Para materiales excepcionalmente confiables usados bajo condiciones controladas y sujetos a cargas y esfuerzos que pueden determinarse con exactitud. Una consideración muy importante es que casi siempre se usan para pesos pequeños.
2	1,5 ... 2	Para materiales bien cocidos, para condiciones de medio ambiente razonables y sujetos a carga y esfuerzos que puedan calcularse con facilidad.
3	2 ... 2,5	Para materiales promedio que trabajen en condiciones de medio ambiente ordinarias y sujetos a cargas y esfuerzos que puedan calcularse.
4	2,5 ... 3	Para materiales poco experimentales o para materiales frágiles en condiciones promedio de medio ambiente, carga y esfuerzo.
5	3 ... 4	Para materiales no experimentados usados para condiciones promedio de medio ambiente, carga y esfuerzo.
6	3 ... 4	Deberá también usarse con materiales mejor conocidos que vayan a usarse en condiciones ambientales inciertas o sujetos a cargas y esfuerzo inciertos.
7		Cargas repetidas: son aceptables los factores indicados en los puntos 1 al 6 pero debe aplicarse el límite de rotura por carga cíclica o esfuerzo de fatiga en lugar del esfuerzo de fluencia del material.
8		Fuerza de impacto: son aceptables los factores dados en los puntos 3 al 6, pero deberá incluirse un factor de impacto.
9		Materiales frágiles: si se considera a la resistencia máxima como la máxima teórica, los factores indicados en los puntos 1 al 6 deberán multiplicarse por 2.
10		Para el caso deseable de tener factores elevados, deberá efectuarse un análisis muy completo del problema antes de decidir sobre su uso.

Fuente: Joseph Vidosic

De acuerdo con la Tabla 8, el valor del factor de seguridad a criterio de autor, oscila entre 2 y 2.5.

Con estos datos ya identificados, se procede a calcular la Ecuación (22).

$$\sigma' = \frac{235 \text{ MPa}}{2.5}$$

$$\sigma' = 94 \text{ MPa}$$

Ahora, se procede a reemplazar los valores en la Ecuación (21).

$$\sigma' = \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{4(M)^2 + 3(T)^2}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi(94\text{MPa})} \sqrt{4(-12017.6 \text{ N}\cdot\text{mm})^2 + 3(16750 \text{ N}\cdot\text{mm})^2}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi(94\text{N/mm}^2)} (37674.64 \text{ N}\cdot\text{mm})$$

$$d^3 = 2041.23 \text{ mm}^3$$

$$d = \sqrt[3]{2041.23\text{mm}^3}$$

$$d = 12.7 \text{ mm}$$

Simulación por FEM del eje:

Después de haber realizado los cálculos principales del eje, se procede a simular mediante el método de elementos finitos (FEM) con la ayuda del software SOLIDWORKS Simulation, donde se busca encontrar datos más precisos como factor de seguridad y deformaciones.

En la Figura (39) se observa la simulación de cargas en el eje, obteniendo un factor de seguridad de 11, que es muy elevado en comparación a los cálculos realizados, esto se debe a que el diámetro del eje aumentó dos veces al del cálculo, ya que este es muy pequeño y dificulta el maquinado y la selección de los rodamientos.

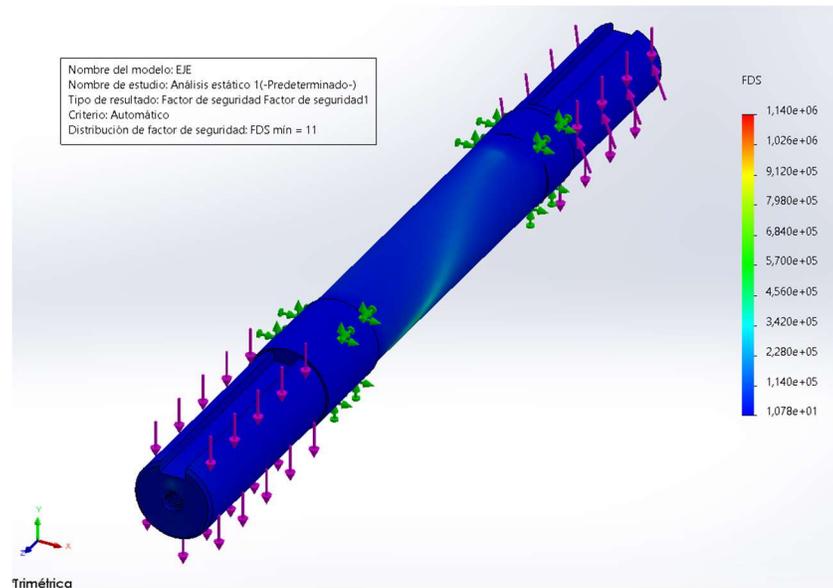


Figura 39. Factor de seguridad del eje

Fuente: Autor

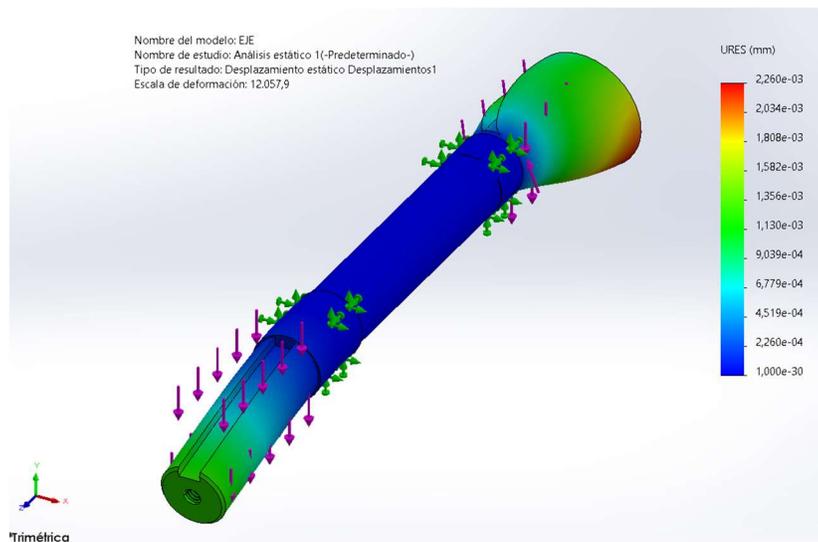


Figura 40. Desplazamiento por deformación

Fuente: Autor

Como se observa en la Figura (40), a una escala de deformación de 12057.9, el desplazamiento por deformación para el eje de 1" es de 0.00226 mm como valor máximo.

Selección de rodamientos.

Con la ayuda de los catálogos de SKF (Anexo 08), se determinó el código P25 FM para la chumacera que se va a utilizar en el eje del rallador. Como se puede observar en la Figura (41), se seleccionó el rodamiento de diámetro interior 25 mm, esta es una chumacera de acero inoxidable perfecta para el uso que se le dará, ya que trabajará en condiciones de humedad.



Figura 41. Chumacera P25 FM.

Fuente: SKF

4.5.7. Cálculo de la estructura

Para la geometría de la estructura de la máquina ralladora de queso se considera el uso del acero ASTM-A36, debido a sus propiedades y usos frecuentes en una amplia lista de proyectos. Cuenta con una resistencia a la fluencia de 250 MPa y su módulo de Young es de 200 GPa.

$$S_y = 250 \text{ MPa} \quad ; \quad E = 200 \text{ GPa}$$

Como se observa en la Figura (43), se consideran los pesos producidos por el motor, la polea y el mecanismo de rallado, todas las partes de la estructura están soldadas entre sí, a excepción de las piezas móviles y la tapa del rallador.

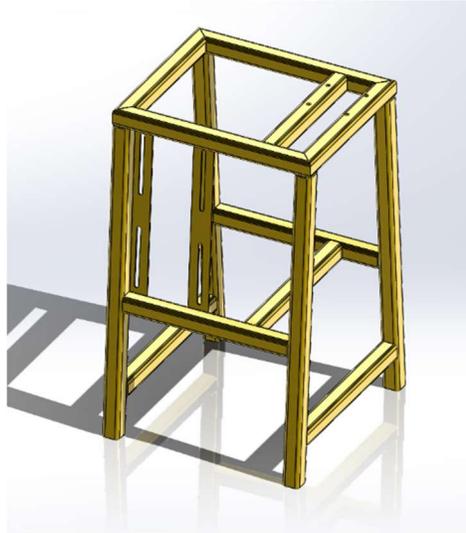


Figura 42. Estructura de soporte de la ralladora.

Fuente: Autor

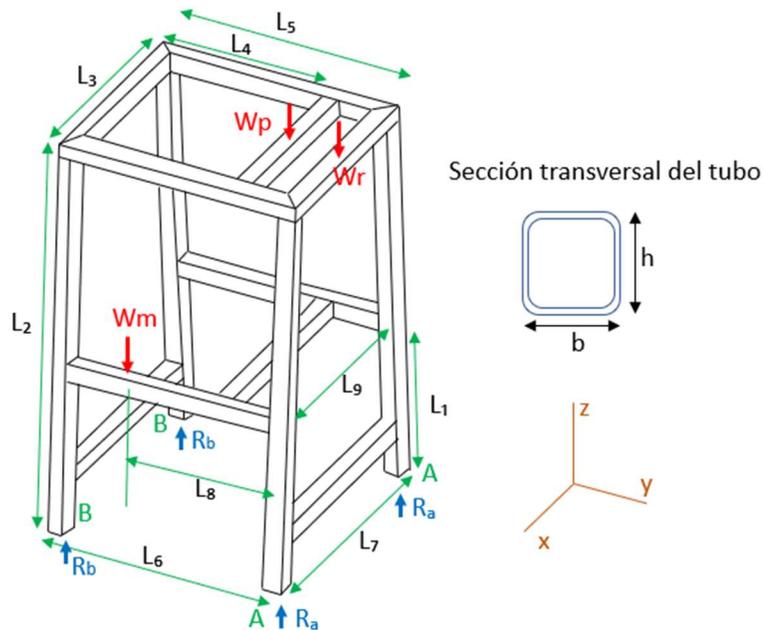


Figura 43. Dimensiones de la estructura

Fuente: Autor

Tabla 9: Tabla de dimensiones de la estructura de soporte de la máquina

L_1	308 mm	L_8	296 mm
L_2	760 mm	L_9	460 mm
L_3	400 mm	b	38 mm (1 1/2")
L_4	345 mm	h	38 mm (1 1/2")
L_5	485 mm	W_m	17.8 kg = 174.62 N
L_6	485 mm	W_p	1.3 kg = 12.75 N
L_7	507 mm	W_r	25 kg = 245.25 N

Fuente: Elaboración propia

a. Cálculo de las reacciones en la estructura.

Las reacciones en RA y RB se determinan aplicando condiciones de equilibrio, $M_x = 0$ y $F_z = 0$, el diagrama de cuerpo libre se muestra en la Figura (40). Por lo tanto la sumatoria de fuerza en el eje z ($\sum(f_z)$) está determinada por la Ecuación (23).

$$\sum(f_z) = 0 \quad (23)$$

Reemplazando datos en la ecuación (23), se tiene:

$$2R_A + 2R_B = W_m + W_p + W_r$$

$$2R_A + 2R_B = 174.62N + 12.75N + 245.25N$$

$$2R_A + 2R_B = 432.6N$$

$$R_A + R_B = 432.6N/2$$

$$R_A + R_B = 216.3N$$

Entonces, la ecuación queda determinada de la siguiente manera:

$$R_A = 216.3N - R_B \quad (24)$$

Asumiendo que el eje "x" pasa por el eje A-A. Aplicamos sumatoria de momentos en el eje X.

$$\sum (M_x) = 0 \quad (25)$$

Reemplazando datos en la ecuación (25), se tiene:

$$\begin{aligned} -2R_B(485mm) + W_m(296mm) + W_p(140mm) &= 0 \\ -2R_B(485mm) + 174.62N(296mm) + 12.75N(140mm) &= 0 \end{aligned}$$

$$2R_B = 110.25N$$

$$R_B = 55.13N$$

Reemplazando RB en ecuación (24):

$$R_A = 216.3N - 55.13N$$

$$R_A = 161.17N$$

Para impedir que la estructura no genere un vuelco, se considera que los momentos generados en el punto A = 0

Determinamos la fuerza resultante generado por las cargas y su distancia con respecto al eje x, y.

$$F_z = 174.62N + 12.75N + 245.25N = 432.6N$$

$$F_z = 432.6N$$

Distancia desde el eje "x" hacia la fuerza resultante generada por los pesos de los componentes.

$$M_x; (432.6N)d_x = 174.62N(296mm) + 12.75N(140mm)$$

$$d_x = 123.6mm$$

Distancia desde el eje “y” hasta la fuerza resultante de la máquina producida por las cargas.

$$M_y; (432.6N)d_y = 174.62N(460mm) + 12.75N(200mm) + 245.25(200mm)$$

$$d_y = 304.96mm$$

b. Factor de seguridad:

El factor de seguridad (n_x), se halla aplicando las cargas con la condición que $M_x = 0$ en el eje “x” que pasa por los puntos A-A

$$n_x(F_z)(d_x) = W_m(L_8) + W_p(L_5 - L_4) \quad (26)$$

Reemplazando los valores en la Ecuación (26), tenemos:

$$n_x(432.6N)(115.6mm) = (147.62N)(296mm) + (12.75N)(140mm)$$

$$n_x(45682.56 N/mm) = 48440.52 N/mm$$

$$n_x = 1.06$$

El factor de seguridad (n_y) aplicando las cargas con la condición que $M_y=0$ en el eje “y” que pasa por los puntos B-A.

$$n_y(F_z)(d_y) = W_m(L_9) + W_p(L_3/2) + W_r(L_3/2) \quad (27)$$

Reemplazando los datos de la Ecuación (27), tenemos:

$$n_y(432.6N)(280.6mm) = (147.62N)(460mm) + (12.75N)(200mm)$$

$$+(245.25N)(200mm)$$

$$n_y(101387.56 N/mm) = 149505.2 N/mm$$

$$n_y = 1.47$$

Con las cargas aplicadas en la estructura de acuerdo con sus dimensiones, se obtiene un factor de seguridad de 1.06 con respecto al eje "x" y 1.47 con respecto al eje "y" que indica que la estructura es capaz de soportar las cargas aplicadas, y por lo tanto es una estructura segura.

Se evalúa la carga resultante generada por las cargas en el eje "z" en una parte de la estructura, con el propósito de determinar el espesor del acero de la estructura de la máquina ralladora de queso.

En la Figura (41) se puede observar el tramo de la estructura donde actúan las cargas en la dirección del eje "z" con una longitud de 304.96 mm, permitiendo de esta manera, hallar el momento con respecto al punto "a". De igual manera, se determinó que la medida del tubo cuadrado de la estructura será de 1 ½" pulgadas, o 38 mm aproximadamente, esta medida se asumió ya que es comercial y asequible, además esta medida se toma como base para la evaluación de la estructura, de no cumplir con los estándares de seguridad mínimos o soporte de la estructura, será necesario cambiar a otra medida.

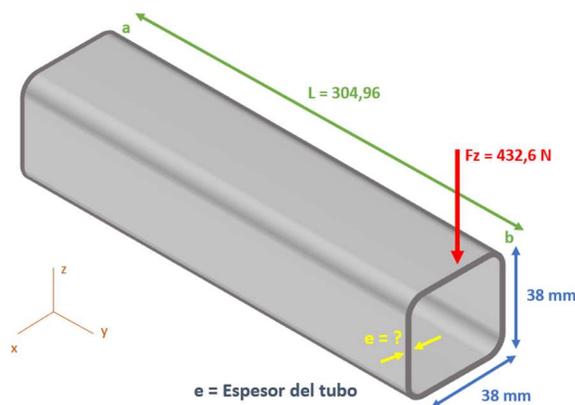


Figura 44. Parte de la estructura donde actúan las cargas en "z"

Fuente: Autor

$$\sum Ma = Fz(L) \quad (28)$$

Donde:

Ma = Momento con respecto al punto "a".

Reemplazando valores en la Ecuación (28), se tiene:

$$\sum Ma = Fz(L) = 432.6N(304.96mm)$$

$$\sum Ma = 131925.7 \text{ N} \cdot mm$$

La fuerza cortante es la fuerza aplicada en el eje Z, que tiene un valor de 432.6 N.

$$V = 432.6 \text{ N}$$

La ecuación que relaciona el espesor de la tubería es la Ecuación (29), esfuerzo de flexión máximo.

$$\sigma_{max} = \frac{M_a}{I} \quad (29)$$

Donde:

I = momento de inercia

c. Espesor de la estructura

Para poder obtener el espesor mínimo de la tubería, es necesario conocer las propiedades físicas de la sección para el tubo cuadrado que se usará en la estructura como se muestra en la Figura (42). Para este caso se utilizará la Ecuación (30) del momento de inercia que

relaciona las dimensiones tanto internas como externas de la tubería seleccionada

De la Figura (42), se toma la ecuación del momento de inercia para reemplazar valores y despejar la variable “e” que representa el espesor de la tubería.

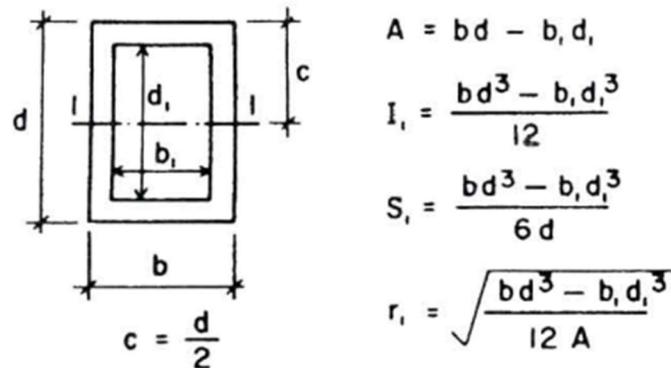


Figura 45. Propiedades de figuras geométricas

Fuente: Universidad Rafael Landívar

Se procede a tomar la ecuación de la inercia (I), como se observa en la Ecuación (30).

$$I = \frac{bd^3 - bi di^3}{12} \quad (30)$$

Donde:

b = base

d = altura

bi = base interior

di = altura interior

Ahora se despeja la Ecuación (30), quedando de la siguiente manera:

$$I = \frac{bd^3 - [(b - 2e)(d - 2e)^3]}{12}$$

$$I = \frac{1}{12}(bd^3) - \frac{1}{12}[(b - 2e)(d - 2e)^3]$$

Reemplazando los datos conocidos en la Ecuación (30), tenemos:

$$I = \frac{1}{12}(38mm)(38mm)^3 - \frac{1}{12}[(38mm - 2e)(38mm - 2e)^3]$$

$$I = \frac{1}{12}(38mm)(38mm)^3 - \frac{1}{12}(38mm - 2e)^4$$

$$I = \frac{1}{12}(2085136mm^4)$$

$$- \frac{1}{12}((38mm)^4 - 4(38mm)^3(2e) + 6(38mm)^2(2e)^2 - 4(38mm)(2e)^3 + (2e)^4)$$

$$I = \frac{2085136}{12}mm^4$$

$$- \frac{1}{12}(2085136mm^4 - 219488mm^3(2e) + 8664mm^2(4e^2) - 152mm(8e^3) + 16e^4)$$

$$I = \frac{2085136}{12}mm^4$$

$$- \frac{1}{12}(2085136mm^4 - 438976emm^3 + 34656e^2mm^2 - 1216e^3mm + 16e^4)$$

El momento de inercia respecto al eje neutro está representado por la letra "I", dato que será necesario en la Ecuación (29) de esfuerzo de flexión máximo, reemplazando tenemos:

$$\sigma_{max} = \frac{M_a}{I}$$

Donde el esfuerzo de flexión máximo está determinado por la Ecuación (31).

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{max}} \quad (31)$$

Donde:

n = factor de seguridad

Para determinar el factor de seguridad se utilizará la Tabla (8) de factor de seguridad para elementos, donde indica que para materiales confiables en los cuales se apliquen cargas que puedan ser determinadas con facilidad, se debe usar un factor de seguridad de 1.25 a 1.5. Bajo criterio se escogió un factor de seguridad de 1.5. Con este dato, se procedió a reemplazar datos en la Ecuación (31).

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$

$$\sigma_{max} = \frac{S_y}{n}$$

$$\sigma_{max} = \frac{250}{1.5}$$

$$\sigma_{max} = 166.67 \text{ MPa}$$

Luego de hallar el esfuerzo máximo de flexión, se puede reemplazar este valor en la Ecuación (28), y quedaría de la siguiente manera:

$$\sigma_{max} = \frac{M_c}{I}$$

166.67 MPa

$$= \frac{131925.7 \text{ N} \cdot \text{mm}(19\text{mm})}{\frac{2085136}{12} \text{mm}^4 - \frac{1}{12} (2085136\text{mm}^4 - 438976\text{emm}^3 + 34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4)}$$

166.67 MPa

$$= \frac{2506588.3 \text{ Nmm}^2}{\frac{2085136}{12} \text{mm}^4 - \frac{1}{12} (2085136\text{mm}^4 - 438976\text{emm}^3 + 34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4)}$$

$$\frac{2085136}{12} \text{mm}^4 - \frac{1}{12} (2085136\text{mm}^4 - 438976\text{emm}^3 + 34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4)$$

$$= \frac{2506588.3 \text{ Nmm}^2}{166.67 \text{ MPa}}$$

$$\frac{2085136}{12} \text{mm}^4 - \frac{1}{12} (2085136\text{mm}^4 - 438976\text{emm}^3 + 34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4)$$

$$= 15039.23\text{mm}^4$$

$$- \frac{1}{12} (2085136\text{mm}^4 - 438976\text{emm}^3 + 34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4)$$

$$= 15039.23\text{mm}^4 - \frac{2085136}{12} \text{mm}^4$$

$$- \frac{1}{12} (2085136\text{mm}^4 - 438976\text{emm}^3 + 34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4) = -158722.1\text{mm}^4$$

$$\left(\frac{2085136\text{mm}^4 - 438976\text{emm}^3 + 34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4}{34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4} \right) = 1904665.24\text{mm}^4$$

$$-438976\text{emm}^3 + 34656e^2\text{mm}^2 - 1216e^3\text{mm} + 16e^4$$

$$= -180470.76\text{mm}^4$$

$$(-438976e + 34656e^2 - 1216e^3 + 16e^4)\text{mm}^4 = -180470.76\text{mm}^4$$

$$16e^4 - 1216e^3 + 34656e^2 - 438976e + 180470.76 = 0$$

Hasta aquí se tiene una ecuación de cuarto grado. Para facilitar los cálculos, se tuvo que usar un software de cálculo de ecuaciones, ya que, es muy complicado realizarlo a mano. Según el software de cálculo

Symbolab, esta ecuación tiene las soluciones que se observan en el Anexo (10).

De acuerdo con el software matemático symbolab, “e” toma dos valores, de los cuales el que más se acerca a la realidad es el de 0.42517. Esto quiere decir que el espesor de la tubería va a tomar un valor mínimo de 0.43 mm.

d. Simulación por FEM de la estructura.

Después de haber realizado los cálculos para la estructura de soporte de la máquina, se procede a simular mediante el método de elementos finitos (FEM) con la ayuda del software SOLIDWORKS Simulation, donde se busca encontrar datos más precisos como factor de seguridad y desplazamiento por deformación.

En la Figura (46) se observa la simulación de cargas en el eje, obteniendo un factor de seguridad de $1e+16$, que es muy elevado en comparación a los cálculos realizados, esto se debe a que el espesor del tubo cuadrado de la estructura se consideró de 1.5 mm, ya que es la medida mínima y más comercial en el mercado de los aceros.

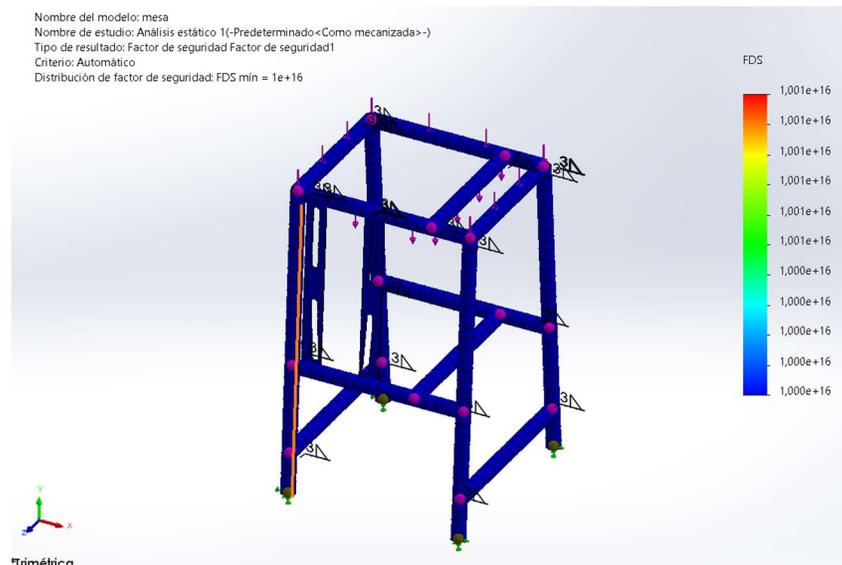


Figura 46. Factor de seguridad de la estructura de soporte

Fuente: Autor

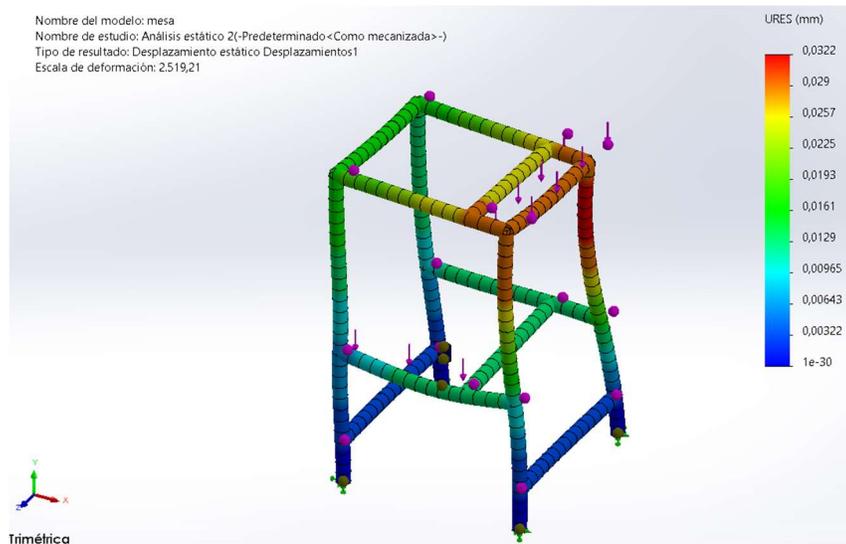


Figura 47. Desplazamiento por deformación

Fuente: Autor

En la Figura (47) se observa el desplazamiento por deformación de la estructura, que toma como valor máximo 0.0322 mm en la sección más peligrosa, a una escala de deformación de 2519.21.

4.5.1. Cálculo eléctrico de la máquina ralladora de queso

a. Amperaje en el motor eléctrico

Se sabe que que el motor eléctrico seleccionado tiene una potencia de 0.5 HP, y que va a funcionar conectado a la línea monofásica de 220 voltios que posee la pizzería. En la Ecuación (32) se va a encontrar el consumo de corriente (I) por el motor eléctrico.

$$I = \frac{P}{V \cos \phi} \quad (32)$$

Donde:

$P =$ Potencia en Watts (0.37 KW)

$V =$ Voltaje (220 v)

$\text{Cos}\phi =$ Factor de potencia (0.9)

Reemplazando los datos en la Ecuación (32):

$$I = \frac{370 W}{220 V(0.9)}$$

$$I = 1.87 A$$

b. Cálculo del conductor eléctrico

Para encontrar el calibre correcto para el conductor, primero se debe conocer la corriente de diseño, dada por la Ecuación (33).

$$I_d = 1.25I_n \tag{33}$$

Donde:

$I_d =$ Corriente de diseño

$I_n =$ Corriente nominal

Reemplazando los datos en la Ecuación (33), se tiene:

$$I_d = 1.25(1.87)$$

$$I_d = 2.34 A$$

De acuerdo con la tabla de datos técnicos THW-90 (AWG) que se encuentra en el Anexo (11), se elige un cable de calibre 14 que soporta hasta 35 amperios en aire. Se escogió este dato ya que, es el calibre que se asemeja más al amperaje que tenemos calculado.

En la Figura (48), se aprecia el diagrama de mando para el arranque del motor eléctrico. Los componentes eléctricos que se usan son un guardamotor, fusibles y conductores eléctricos.

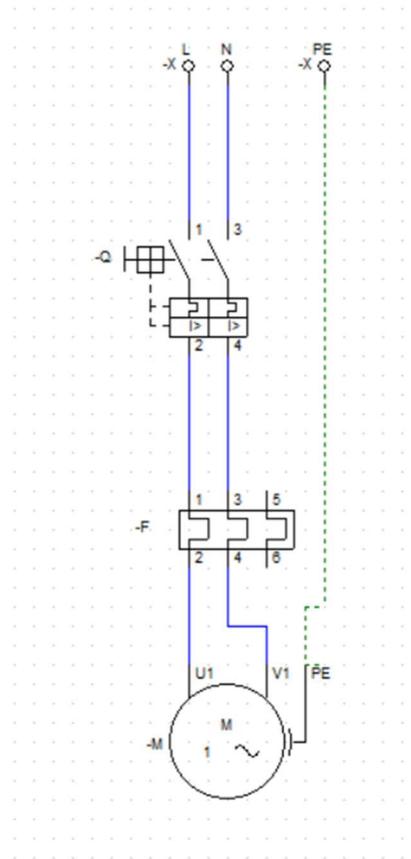


Figura 48. Diagrama de potencia para motor eléctrico

Fuente: Autor

c. Selección de componentes eléctricos

Guardamotor

Un guardamotor eléctrico es un dispositivo de protección utilizado en sistemas eléctricos para proteger los motores eléctricos contra condiciones anormales o peligrosas, como sobrecargas, cortocircuitos y fallos de fase. Su función principal es desconectar automáticamente la alimentación eléctrica al motor cuando detecta alguna condición que pueda dañarlo o poner en riesgo la seguridad del sistema. Para el caso de la máquina ralladora de queso se utilizará un guardamotor MS1.6, esta selección se hizo de acuerdo a la tabla de guardamotores de la marca MS que se puede observar en el Anexo (12).

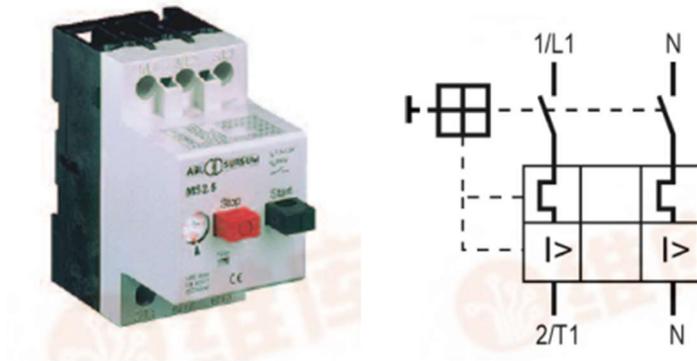


Figura 49. Guardamotor monofásico

Fuente: Guardamotores MS

Interruptor de encendido

El interruptor que se seleccionó como se puede observar en la Figura (50), es un interruptor con enclavamiento en el botón de encendido, también tiene la carcasa impermeable, ideal para trabajar en condiciones de humedad o lugares donde la presencia de líquidos es un factor importante.



Figura 50. Interruptor de encendido

Fuente: Pilipane

Tabla 10: Costo de materiales para la fabricación de la máquina

MATERIAL	CANTIDAD (UND)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Plancha de inox AISI 304 (2440x1220x3mm)	1/4	1200	300
Plancha de inox AISI 304 (2440x1220x1 mm)	1/4	400	100
Eje inox AISI 304 (1"x1 m)	1/2	100	50
Tubo circular inox AISI 304 (1/2"x2 mm x1 m)	1/2	40	20
Tubo cuadrado AISI 1020 (1½"x1.5mm x 1m)	7	10	70
Electrodo 6011 1/8" x 1kg	2	13	26
Perno inox 3/8" x 1½"	8	3.5	28
Total			594

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Costos de inversión

Para realizar un análisis económico de la inversión que se hará para la fabricación de la máquina se tuvo en cuenta los materiales, mano de obra, proceso de mecanizado, los componentes y accesorios.

a. Costo del material

Los materiales que se van a usar para el proceso de fabricación de la máquina están listados en la Tabla (10) con sus respectivas dimensiones y precios.

b. Costo de mecanizado

Para el mecanizado, se consultó en un taller mecánico el tiempo promedio que tardarían mecanizando cada componente tal y como se muestra en la Tabla (11).

Tabla 11: Tiempo de mecanizado (horas) de los elementos de la máquina

Elementos	Habilitado	Soldadura	Torneado	Fresado	Taladrado
Carcasa	1.5	2.5	0.0	0.0	0.5
Disco rallador	0.5	0.0	0.0	0.0	1.5
Eje	0.1	0.0	0.5	0.5	0.0
Estructura	2.5	4.0	0.0	0.0	0.5
Chute	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
Recipiente almacén	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0
Polea	0.0	0.0	0.2	0.5	0.2
Soporte de disco	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5
Total (horas)	7.6	8.5	1.2	1.5	3.2

Fuente: Taller metalmecánico SIMEY

Con las horas establecidas para el mecanizado de cada elemento, se procede a realizar un presupuesto de mecanizado como se observa en la Tabla (12).

Tabla 12: Costo de mecanizado

Proceso	Costo hora (\$/ x hr)	Horas (hr)	Costo (\$/.)
Habilitado	30	7.6	228
Soldadura	90	8.5	595
Torneado	60	1.2	72
Fresado	70	1.5	105
Taladrado	30	3.2	96
Total			1096

Fuente: Elaboración propia

c. Costo de componentes y accesorios

Los componentes o accesorios considerados en la máquina ralladora de queso están listados en la Tabla (13), estos componentes son aquellos que se adquieren de marcas comerciales como SKF, WEG, INDECO, etc.

Tabla 13: Costo de los componentes y accesorios

COMPONENTE	CANTIDAD (UND)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Motor 0.5 HP monofásico	1	320	320
Chumacera SKF P25 FM	2	55	110
Cable conductor AWG 14	1	8	8
Interruptor impermeable	1	45	45
Faja transmisión	1	40	40
Polea 9"	1	15	15
Polea 2 ½"	1	10	10
Total			548

Fuente: Elaboración propia

d. Costo de mano de obra

Para la mano de obra se están considerando dos tipos de trabajadores, que son los técnicos y los ayudantes. La Tabla (14) muestra la cantidad de dinero que percibe cada uno por día y el costo total necesario para la fabricación de la máquina ralladora de queso.

Tabla 14: Costos de mano de obra

Mano de obra / día	Cantidad (UND)	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Técnico	2	60	120
Ayudante	1	40	40
TOTAL			160

Fuente: Elaboración propia

Ahora se procede a sumar todos los costos de inversión para la fabricación de la máquina ralladora de queso antes mencionados, todo esto asciende a una suma de S/. 2398.00. Siendo este valor el costo total de inversión de la máquina.

4.6. Plan de mantenimiento para la máquina ralladora de queso

El mantenimiento regular y adecuado de la máquina ralladora de queso es esencial para garantizar su rendimiento óptimo, prolongar su vida útil y cumplir con los estándares de seguridad e higiene. A continuación, se presenta un plan de mantenimiento que abarca diferentes aspectos de la máquina:

Diario:

Inspección Visual:

- Verificar visualmente el estado general de la máquina, buscando posibles daños o desgastes.
- Asegurarse de que no haya obstrucciones en el chute y el recipiente de almacenamiento.
- Asegurarse que la correa esté correctamente ajustada.

Limpieza:

- Limpiar el chute y la superficie de trabajo para eliminar residuos de queso y prevenir acumulación de bacterias.
- Vaciar y limpiar el recipiente de almacenamiento de queso rallado luego de haber terminado la actividad.

Semanal:

Desmontaje y Limpieza Profunda:

- Desmontar la máquina abriendo la carcasa en dos partes.
- Limpiar el disco de rallado y todas las superficies internas.
- Inspeccionar el disco en busca de desgaste o daños.

Lubricación:

- Aplicar lubricante a las partes móviles según las recomendaciones del fabricante como rodamientos, bisagras.
- Verificar la tensión de las correas y ajustar si es necesario.

Mensual:

Inspección Eléctrica:

- Verificar el cableado eléctrico en busca de posibles daños o desgastes.
- Asegurarse de que los interruptores de encendido y apagado funcionen correctamente.

Calibración:

- Calibrar la máquina según las especificaciones del fabricante para garantizar un rendimiento preciso.
- Ajustar el disco de rallado de ser necesario.

Trimestral:

Reemplazo de Partes Desgastadas:

- Evaluar el estado del disco de rallado y reemplazarlo si muestra signos de desgaste significativo.

Verificación de Seguridad:

- Asegurarse de que todas las protecciones de seguridad, como interruptores de emergencia, estén funcionando correctamente.

- Revisar que los conductores estén bien conectados y protegidos.

Notas Adicionales:

- Antes de cualquier tarea de mantenimiento, desconectar la máquina de la fuente de alimentación eléctrica.
- Seguir siempre las recomendaciones del fabricante para mantenimiento y seguridad.
- Mantener un registro detallado de todas las tareas de mantenimiento realizadas, incluyendo fechas y cualquier problema detectado.
- Este plan de mantenimiento proporciona una guía general, pero es fundamental adaptarlo a las especificaciones exactas de la máquina ralladora de queso y a las condiciones específicas de su entorno de operación según el lugar donde va a ser instalada.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación ha abordado el diseño y desarrollo de una máquina ralladora de queso específicamente diseñada para satisfacer las demandas de la industria de las pizzas, logrando una capacidad de rallado excepcional de 20 kg/min. Los resultados de las pruebas de rendimiento han demostrado consistentemente que la máquina es capaz de alcanzar y mantener una capacidad de rallado de 20 kg/min. Este rendimiento excepcional es crucial para las operaciones eficientes en la producción de pizzas a gran escala, donde la velocidad de procesamiento es esencial para mantener la productividad.

Para el desarrollo de la máquina ralladora de queso se plantearon 4 conceptos de los cuales se eligió mediante una matriz de selección morfológica el más conveniente para ser fabricado e implementado en la pizzería, luego de esto, se plantean 3 alternativas de tipos de transmisión de la potencia del motor hacia el mecanismo de rallado. De las cuales, la mas conveniente fue la transmisión por correa y polea, todo esto bajo criterios de evaluación detallados en la tabla 1 y 2.

El disco de rallado tiene la disposición de los orificios seleccionados según las máquinas ralladoras de alimentos, teniendo en cuenta que hay muchas maneras de alinearlos, se tomó la mas conveniente para el rallado del queso a 4 °C.

La tolva de ingreso de producto fue dimensionada de acuerdo con las medidas del queso mozzarella en forma de barra cuadrada. A las medidas del queso se le agrego 1 cm de tolerancia para que el queso pueda ingresar sin problemas. También se consideró la morfología del queso ya que, no siempre viene de la misma forma debido a su naturaleza de masa deformable.

La máquina diseñada ha superado significativamente las capacidades de las tecnologías de rallado de queso convencionales utilizadas en la industria. La velocidad mejorada no solo reduce el tiempo de procesamiento, sino que también mejora la eficiencia operativa general, lo que puede traducirse en ahorros significativos de tiempo y costos para los fabricantes de pizzas, ya que esta labor puede ser desempeñada por una sola persona y no tardaría más de 1 hora utilizando la máquina, esto depende también de la cantidad de pizza que se desea rallar.

El diseño de la máquina no solo ofrece un aumento en la capacidad de producción, sino que también ha sido conceptualizado teniendo en cuenta la facilidad de uso y mantenimiento. La simplicidad de las operaciones y la facilidad de limpieza garantizan que la máquina pueda integrarse fácilmente en las líneas de producción existentes, minimizando el tiempo de inactividad y optimizando la eficiencia de rallado del queso.

Se planteó también un plan de mantenimiento básico para la máquina ralladora de queso con la finalidad de prolongar la vida útil y que mantenga siempre su eficiencia, es importante limpiar la máquina antes y después de cada uso ya que, al tener piezas móviles, puede almacenar residuos de alimentos en lugares de difícil acceso. Este plan de mantenimiento puede ser efectuado por cualquier persona ya que está bien explicado y no se necesita de experiencia en máquinas.

Este estudio contribuye significativamente a la mejora de las tecnologías utilizadas en la industria de las pizzas, ya que, comúnmente el proceso de rallado del queso se realiza a mano y no solo es efectuado por una persona, sino que, pueden hacerlo dos o más trabajadores con la finalidad de avanzar y esto es contraproducente y nada beneficioso en una pizzería que necesita rapidez en el proceso de preparación de las pizzas. La máquina ralladora de queso diseñada no solo satisface las necesidades inmediatas de capacidad de producción, sino que también establece un estándar más alto para la eficiencia y la productividad en este sector. Además que el costo de inversión no es muy alto teniendo en cuenta que es una máquina que con un correcto mantenimiento puede llegar a durar muchos años.

VI. CONCLUSIONES

El diseño de la máquina ralladora de queso presenta resultados positivos que, como se puede observar a lo largo de la investigación, están respaldados por el cumplimiento exitoso de cada uno de los objetivos propuestos.

El objetivo general de la tesis planteó el desarrollo de una máquina ralladora de queso con una capacidad de 20 kg/min, y como se puede observar en los resultados, se logró realizar el diseño de esta máquina, partiendo de la necesidad del cliente, que para este caso es el dueño de una pizzería y sus colaboradores. Una vez interpretadas las necesidades en términos ingenieriles, se procedió a brindar conceptos de solución hasta elegir el más conveniente para este caso mediante una matriz de selección según algunos criterios establecidos previamente.

Esta máquina no solo cumple con las expectativas iniciales, sino que también ofrece beneficios en términos de reducción de tiempo de rallado del queso que paso de rallar manualmente 15 kg/hora a rallar 20 kg/min con la implementación de la máquina.

El análisis detallado de las características del queso a rallar permitió comprender mejor sus propiedades físicas y texturales, lo cual fue esencial para el diseño de la máquina. La consideración de los requerimientos específicos del queso garantiza un proceso de rallado eficiente y la preservación de la calidad del producto final.

La definición cuidadosa de criterios y parámetros de diseño, como la capacidad de producción, la velocidad y el tipo de corte, fue esencial para asegurar que la máquina cumpliera con las expectativas y necesidades de la industria pizzera. Estos parámetros son fundamentales para la eficiencia del proceso y la calidad del queso rallado.

La selección de materiales y componentes para la fabricación de la máquina ralladora de queso se llevó a cabo con un enfoque integral, considerando factores críticos como la durabilidad, la higiene y el costo. La elección de los materiales correctos no solo asegura la robustez y longevidad de la máquina, sino que también garantiza los estándares de seguridad alimentaria requeridos en la industria.

Por último es importante cumplir con el plan de mantenimiento preventivo que se establece para la máquina ya que, de esta manera se puede asegurar una larga vida útil y un desempeño constantemente favorable.

Esta investigación no solo ha mejorado la eficiencia del proceso de rallado de queso en la industria pizzera, sino que también sienta las bases para futuras innovaciones en el campo de la maquinaria para la industria alimentaria.

VII. RECOMENDACIONES

Basadas en los resultados obtenidos y en la experiencia adquirida durante el desarrollo de esta tesis sobre el diseño de una máquina ralladora de queso para la industria pizzera, se presentan las siguientes recomendaciones para orientar futuras investigaciones y mejoras en la aplicación práctica:

Se recomienda llevar a cabo pruebas a escala real de la máquina en entornos de producción de pizzas. Estas pruebas permitirán verificar la adaptabilidad y eficiencia del diseño en situaciones de trabajo reales, validando así la eficacia del proyecto.

Considerar la posibilidad de realizar ajustes en el diseño de la máquina con base en los comentarios y observaciones surgidos durante las pruebas prácticas. La retroalimentación de los usuarios finales y los operadores puede ser fundamental para perfeccionar aspectos específicos del diseño.

Se sugiere realizar un estudio detallado del impacto económico de la máquina ralladora de queso en comparación con los métodos de rallado convencionales. Evaluar los ahorros de costos y los beneficios financieros derivados de la implementación de esta tecnología.

Se plantea, para futuros trabajos que tomen esta tesis como guía para el diseño de máquinas ralladoras de alimentos, evaluar experimentalmente el desgaste del disco rallador, resaltando el número de ciclos de trabajo antes que se comience a perder el filo en los agujeros.

Investigar la viabilidad de integrar tecnologías emergentes para mejorar la automatización de la máquina, tales como pistones neumáticos para el ingreso del

queso en la tolva. Estas innovaciones podrían ofrecer mejoras sustanciales en la eficiencia y la gestión del proceso.

Estas recomendaciones se presentan con la intención de enriquecer la implementación de la máquina ralladora de queso en el contexto industrial, contribuyendo así al avance continuo de la tecnología y la eficiencia en la producción de pizzas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tineo, R. (2022, 12 de marzo). Informe especial: impulso para la industria metalmeccánica. La Cámara. Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://lacamara.pe/informe-especial-impulso-para-la-industria-metalmeccanica/>

Barraza, E. (2022, 6 de abril). Automatización en el trabajo reemplazaría más trabajadores por robots, según estudio. Barriozona. Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://barriozona.com/automatizacion-en-el-trabajo-reemplazaria-mas-trabajadores-por-robots-segun-estudio/>

García, G (2022, 13 de diciembre). Estas máquinas hacen más eficientes los procesos de producción. The Food Tech Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://thefoodtech.com/maquinaria-para-ensado-y-procesamiento/estas-maquinas-hacen-mas-eficientes-los-procesos-de-produccion/>

Instituto de Estudios Económicos y Sociales. (2022, Julio). La industria metalmeccánica en el Perú. IEES. Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2022/01/33-Industria-Metalmeccanica.pdf>

Sanz, E. (2022, 14 de octubre). ¿Se puede congelar la mozzarella fresca? Restaurante Homarus. España. Recuperado el 19 de Mayo del 2023, de <https://restaurantehomarus.es/se-puede-congelar-la-mozzarella-fresca-te-lo-explicamos/#:~:text=El%20queso%20mozzarella%20congelado%20tiene,18%C2%B0C%20o%20menos.>

- Gauna, A. (2007, 11 de octubre). Tecnología de elaboración de queso mozzarella / pizza cheese. INTI lácteos Buenos Aires. Recuperado el 19 de Mayo de 2023, de <https://es.scribd.com/document/80585069/Mozzarella-Pizza-Cheese#:~:text=%2DPara%20un%20uso%20optimo%20en,comprendida%20entre%204%20y%2010C>.
- Berk, Z. (2019). Food process engineering and technology. Israel Institute of Technology. Israel. Recuperado el 19 de Mayo de 2023, de https://mastermilk.com/uploads/biblio/food_process_engineering_and_technology.pdf
- Custodio, R. (2019). “Diseño de máquina ralladora de camote de 80kg/h para optimizar el proceso en la fábrica de dulces Lambayeque s.r.l – Lambayeque 2018”. Universidad César Vallejo. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26950/Custodio_RJG.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sandoval C. J. & Triana G. J. (2021). “Diseño de una máquina ralladora de coco con sistema de transmisión por tracción humana”. Universidad Distrital José Francisco de Caldas. Repositorio institucional de la Universidad Distrital José Francisco de Caldas, Bogotá, Colombia. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/27602>
- Kindstedt P. S. (1993). “Effect of manufacturing factors, composition, and proteolysis on the functional characteristics of mozzarella cheese.” *Critical reviews in food science and nutrition*, 33(2), 167–187. <https://doi.org/10.1080/10408399309527618>
- Cedillo, J. (2017). “Diseño de Elementos de Máquinas”. Alfaomega Grupo Editor. México. ISBN: 978-607-622-978-1 <https://www.alphaeditorialcloud.com/reader/disenio-de-elementos-de-maquinas?location=14>

- Lama, J, Aguayo, F, Ávila, M. (2021). "Metodología del diseño". Alfaomega grupo editor. Bogotá RC. ISBN: 978-958-778-718-4
<https://www.alphaeditorialcloud.com/reader/metodologia-del-diseno?location=26>
- Ramírez, J. (2010). "Propiedades funcionales de los quesos: énfasis en quesos de pasta hilada". RECITELA. Universidad del Valle Cali. Colombia. ISSN: 2027-6850. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/257890625_Propiedades_funcionales_de_los_quesos_Enfasis_en_quesos_de_pasta_hilada
- Escalante, J. (2019). "Mozzarella: propiedades, beneficios y valor nutricional". La Vanguardia. España. Recuperado el 21 de mayo del 2023, de
<https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190115/454130646440/mozzarella-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
- Gaitán, M. (2019). "Estudio de una línea de elaboración de queso mozzarella ecológico a partir de leche de búfala y de vaca". Universidad Politécnica de Madrid. España. Disponible en:
https://oa.upm.es/56979/1/TFG_MATIAS_ALEJANDRO_GAITAN_MORENO.pdf
- Quesillos Manuelita SAS. (2018). Ficha técnica queso tipo mozzarella. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/408771307/Queso-Mozarella>
- Paba, O. & Baez, E. (2004). "Diseño y construcción de una máquina para obtención de almidón de raíces de yuca". Universidad industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia. Disponible en:
<https://studylib.net/doc/25402296/dise%C3%B1o-y-construcci%C3%B3n-de-una-m%C3%A1quina-para-obtenci%C3%B3n-de-al>
- Vega, S. (2016). "Elaboración de un manual de procesos y productos de una industria del queso". Universidad de Valladolid. España. Disponible en:

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/20847/TFM-L313.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Palacios, J & Calva, D. (2016). "Diseño y construcción de una máquina para rallar coco". Universidad politécnica Salesiana sede Quito. Ecuador. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11462/3/UPS-KT01218.pdf>

Khurmi, R & Gupta, J. (2005). "A textbook of machine design". Eurasia publishing house. Disponible en: https://gateandupsceexammaterials.yolasite.com/resources/standard_books/A%20Textbook%20of%20Machine%20Design%20by%20R.S.KHURMI%20AND%20J.K.GUPTA%20.0001.pdf

Cuadrado, J. (2011). La teoría de máquinas y mecanismos: desarrollo y difusión de una nueva ciencia. Silva, M. Técnica e ingeniería en España. (pp. 499-542). INO reproducciones, Zaragoza. España. Disponible en: https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/31/77/cap%2011_La%20teor%C3%A1a%20de%20m%C3%A1quinas%20y%20mecanismos.pdf

Guzmán, L., Tejada, C., De la Ossa, Yeinis. & Rivera, C. (2015). Análisis comparativo de perfiles de textura de quesos frescos de leche de cabra y vaca. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. (pp. 139-147). Universidad de Cartagena. Colombia. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a16.pdf>

Beer, F., Russel, E. & Eisenberg, E. (2007). Mecánica vectorial para ingenieros. (8ava edición). McGraw-Hill Interamericana editores. México. ISBN: 10: 0-07-297687-X. Disponible en: https://frh.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/52831/mod_resource/content/2/000-mecnica-vectorial-paraingenieros-8-edicion.pdf

Kida, K. (2013). Machine design and manufacturing engineering II: selected, peer reviewed papers from the 2013 2nd International Conference on Machine Design and Manufacturing Engineering (ICMDME 2013), May 1-2, 2013, Jeju

Island, South Korea. Trans Tech Publications.
https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002843826107001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,machine%20design&offset=0

Vite, L. (s.f.) "Principio de Arquímedes". Universidad autónoma del estado de Hidalgo. México. Disponible en:
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m4.html#:~:text=%C3%89ste%20es%20un%20buen%20m%C3%A9todo,al%20volumen%20de%20l%C3%ADquido%20desalojado.>

Talleres Metalher, (2022). Tipos de tolvas industriales. Recuperado el 22 de mayo del 2023. Disponible en: <https://www.metalher.es/que-es-una-tolva-tipos-de-tolvas-industriales/>

Farfán, J., Rivera, W., Torcatt, L. & Velásquez, R. (2015). "Diseño de una tolva de alimentación para el molino de la chocolatera Duarte en la comunidad Eugenio Peña III, parroquia Tunapuy, municipio Libertador, estado Sucre. Universidad Politécnica territorial de Paria. Venezuela. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/311739279/Diseno-de-Una-Tolva-de-Alimentacion>

Rodavigo S.A. "Catálogo Optibelt". Recuperado el 14 de julio de 2023. Disponible en: <https://rodavigo.net/catalogos/OPTIBELT/Correas%20trapeciales/OPTIBELT%2006%20C%C3%A1culo%20de%20trasmisi%C3%B3n.pdf>

Universidad del Atlántico (2012). Obtención del coeficiente de fricción en un plano inclinado. Ciencias Físicas. Recuperado el 14 de julio de 2023. Disponible en: <http://uafisica.blogspot.com/2012/12/obtencion-del-coeficiente-de-friccion.html>

Abasolo M., Navalpotro S., Iriondo E. & Corral J. (s.f.) “Transmisión por correas”. Universidad del país Vasco. España. Disponible en: https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/50395/mod_resource/content/1/Tema%2011.%20Transmisi%C3%B3n%20por%20correas.pdf

Ministerio de salud, (2010). “Área de inocuidad de los alimentos”. Dirección general de salud ambiental e inocuidad alimentaria. Perú. Disponible en: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/DCOVI/alimentos.asp#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20Ley,cadena%20alimentaria%2C%20incluido%20los%20pimientos>.

PALSA (s.f.). “Ficha técnica acero inoxidable AISI 304”. Materiales construcción S.L. Recuperado el 14 de julio de 2023. Disponible en: <file:///D:/Downloads/FT%20ACERO%20INOXIDABLE%20AIS1%20304.pdf>

Grados Material mundial, (s.f). “Acero Inoxidable 316 Ficha Tecnica, Acero AISI 316 Propiedades, Inox 316 S”. Recuperado el 14 de julio de 2023. Disponible en: <https://www.materialmundial.com/inox-ss316-aisi-astm-acero-inoxidable-316-ficha-tecnica-propiedades-ss/>

DUNLOP, (s.f). “Correas de transmisión industrial”. Recuperado el 14 de julio de 2023. Disponible en: https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut121/Correas_Dunlop

SKF, (s.f). “Soporte de pie con rodamiento de bolas”. Recuperado el 26 de julio de 2023. Disponible en: <https://www.skf.com/pe/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/pillow-block-ball-bearing-units>

Patents. “Grating disc for a food processor and a food processor comprising a grating disc”. Recuperado el 15 de diciembre de 2023. Disponible en: [https://patents.google.com/patent/US9538883B2/en?q=\(grating+disc\)&oq=grating+disc](https://patents.google.com/patent/US9538883B2/en?q=(grating+disc)&oq=grating+disc)

El blog de Conasi. “Acero inoxidable en utensilios de cocina”. Recuperado el 15 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/acero-inoxidable-utensilios-cocina/>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Características físicas del queso mozzarella	Quesillos Manuelita SAS (2018), La mozzarella es un queso fresco semigraso, semiduro de textura firme y compacta, elaborado a partir de la coagulación enzimática y ácida de la leche, para alcanzar su consistencia, la cuajada es sometida a un proceso de cocción o hilado.	El queso mozzarella, en su presentación de barra cuadrada, dimensiones de área transversal y longitud, dureza y temperatura para un óptimo rallado.	Longitud	Ancho, alto, largo	Razón
			Temperatura	Grados centígrados	Razón
Dimensiones de la tolva de ingreso	Talleres Metalher SL (2022), una tolva es un tipo de depósito o contenedor que se caracteriza por tener en su parte inferior la forma de un embudo, y tiene el cometido de almacenar o canalizar diferentes tipos de productos.	La tolva de ingreso dimensionada correctamente de manera que aloje el queso en su totalidad y permita un proceso de rallado efectivo.	Área transversal	Ancho, alto	Razón
			Espesor de la plancha de acero	Espesor	Razón
Velocidad de giro del rallador	Britannica (s.f.), un rallador es una herramienta que tiene una superficie de metal áspera con pequeños agujeros y se utiliza para cortar alimentos en trozos pequeños.	El rallador fabricado de acero inoxidable, con agujeros que permitan el corte del queso y con la dureza adecuada para soportar el desgaste.	Velocidad de giro óptimo para el rallado	RPM	Razón
Forma final del queso rallado	Wikipedia (2022), se denomina queso rallado al producto que se obtiene a partir del rallado de una pieza de queso	El queso rallado cumple con las exigencias del cliente de acuerdo a su necesidad al momento de preparar las pizzas.	Diámetro	Diámetro y largo del queso rallado	Razón
			Longitud		
Volumen de producción de queso rallado	Comercio exterior (s.f.), volumen de producción es el número de unidades terminadas o de servicios vendidos en un tiempo dado. Para los costos este volumen físico se traduce en unidades o piezas.	El volumen de producción es mucho mayor al que se obtiene con el rayado a mano y en menor tiempo.	Cantidad de queso rallado en función del tiempo	Masa/tiempo	Razón

Anexo 02. Instrumento de recolección de datos. Modelo de entrevista.

Encuesta sobre la Implementación de una máquina de rallado de queso en la pizzería

Responda a las siguientes preguntas con honestidad y detalle. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor la situación y las necesidades de su pizzería en relación a la implementación de una máquina de rallado de queso. Si por algún motivo desconoce alguna respuesta, pase a la siguiente pregunta.

1. Antecedentes de la Pizzería:

a. ¿Cuánto tiempo ha estado en funcionamiento la pizzería?

b. ¿Cuál es la capacidad promedio de clientes atendidos por día?

c. ¿Cuál es la cantidad de queso rallado que utiliza actualmente en su preparación diaria?

2. Motivación para la Implementación de la Máquina:

a. ¿Qué lo llevó a considerar la implementación de una máquina de rallado de queso?

b. ¿Cuál es el principal objetivo que espera lograr con esta implementación? (por ejemplo, ahorro de tiempo, mejora de la eficiencia, reducción de costos, etc.)

3. Tipo de Máquina y Capacidad:

a. ¿Ha investigado o considerado algún tipo específico de máquina de rallado de queso?

b. ¿Cuánto queso estima que deberá rallar la máquina diariamente para satisfacer sus necesidades?

c. ¿Tiene alguna preferencia en cuanto a la capacidad de la máquina?

4. Desafíos Potenciales:

a. ¿Prevé algún desafío o inconveniente en la implementación de esta máquina en su pizzería?

b. ¿Cómo planea abordar estos desafíos?

5. Beneficios Esperados:

a. ¿Qué beneficios espera obtener al implementar esta máquina en términos de calidad del producto, tiempos de preparación y costos?

b. ¿Cómo medirá el éxito de esta implementación?

6. Inversión y Financiamiento:

a. ¿Ha evaluado el costo estimado de adquirir y mantener la máquina de rallado de queso?

b. ¿Tiene un plan financiero para la inversión requerida?

7. Evaluación de Proveedores:

a. ¿Ha investigado proveedores de máquinas de rallado de queso? ¿Tiene alguno en mente?

b. ¿Qué criterios considerará para seleccionar al proveedor correcto?

8. Cronograma de Implementación:

a. ¿Tiene un plazo estimado para la implementación de la máquina?

b. ¿Cómo planea incorporar esta nueva tecnología en su proceso de preparación de pizzas?

9. Opinión del Personal:

a. ¿Ha consultado a su equipo de cocina o empleados sobre la implementación de esta máquina? ¿Cuál es su opinión al respecto?

10. Comentarios Finales:

Por favor, si existe algún comentario adicional o información relevante que desee compartir sobre este proyecto, puede redactarlo al final de esta encuesta.

Agradecemos su participación en esta encuesta. Sus respuestas son fundamentales para ayudarnos a entender sus necesidades y brindarle la mejor asesoría posible en la implementación de la máquina de rallado de queso en su pizzería.

Anexo 03. Validación de instrumento por juicio de expertos.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Marque con una X y complete los espacios en blanco según convenga.

ÍTEM	SÍ	NO
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para sus respuestas. (Anexo 2)	X	
El número de preguntas es el correcto.	X	
Las preguntas están bien formuladas y responden al objetivo de la investigación (De haber preguntas mal formuladas, indicar cuáles en el cuadro siguiente)	X	

Preguntas que el experto considera no cumplen con las exigencias de la investigación	
N° de pregunta(s)	0
Propuesta de mejora (Sustitución, modificación o supresión)	—

Evaluación general del instrumento				
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Contenido del instrumento	X			
Observaciones y recomendaciones				
Ninguna.				

Nombres y apellidos	ALEX DEYVI TEJEDA PONCE
Filiación (grado académico, ocupación)	Magister, Docente Universitario
Teléfono	94 9693996
Fecha de validación	20-12-2023
Firma	

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Marque con una X y complete los espacios en blanco según convenga.

ÍTEM	SÍ	NO
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para sus respuestas. (Anexo 2)	X	
El número de preguntas es el correcto.	X	
Las preguntas están bien formuladas y responden al objetivo de la investigación (De haber preguntas mal formuladas, indicar cuáles en el cuadro siguiente)	X	

Preguntas que el experto considera no cumplen con las exigencias de la investigación	
N° de pregunta(s)	
Propuesta de mejora (Sustitución, modificación o supresión)	

Evaluación general del instrumento				
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Contenido del instrumento		X		
Observaciones y recomendaciones				

Nombres y apellidos	Oscar Elmer Marrofo Tongo
Filiación (grado académico, ocupación)	Mg. En ingeniería
Teléfono	926095487
Fecha de validación	20/12/2023
Firma	

Anexo 04. Entrevista a los representantes de la pizzería.

Danny Silva Goicochea (Administrador - encargado)

Encuesta sobre la Implementación de una Máquina de Rallado de Queso en la Pizzería

Responda a las siguientes preguntas con honestidad y detalle. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor la situación y las necesidades de su pizzería en relación a la implementación de una máquina de rallado de queso. Si por algún motivo desconoce alguna respuesta, pase a la siguiente pregunta.

1. Antecedentes de la Pizzería:

a. ¿Cuánto tiempo ha estado en funcionamiento la pizzería?

11 años

b. ¿Cuál es la capacidad promedio de clientes atendidos por día?

De 80 a 100 personas al día.

c. ¿Cuál es la cantidad de queso rallado que utiliza actualmente en su preparación diaria?

De 20 a 35 kg.

2. Motivación para la Implementación de la Máquina:

a. ¿Qué lo llevó a considerar la implementación de una máquina de rallado de queso?

La necesidad de avanzar en el proceso de rallado de queso.

b. ¿Cuál es el principal objetivo que espera lograr con esta implementación? (por ejemplo, ahorro de tiempo, mejora de la eficiencia, reducción de costos, etc.)

Ahorrar el tiempo, porque una persona demora entre 1 y 2 horas rallando queso a mano.

3. Tipo de Máquina y Capacidad:

a. ¿Ha investigado o considerado algún tipo específico de máquina de rallado de queso?

Sí, pero no cumple con mis expectativas.

b. ¿Cuánto queso estima que deberá rallar la máquina diariamente para satisfacer sus necesidades?

En la pizzería se necesita máximo 35 kg al día.

c. ¿Tiene alguna preferencia en cuanto a la capacidad de la máquina?

Necesito que ralle todo el queso en menos de 20 minutos.

4. Desafíos Potenciales:

a. ¿Prevé algún desafío o inconveniente en la implementación de esta máquina en su pizzería?

El costo de inversión.

b. ¿Cómo planea abordar estos desafíos?

Si está al alcance, se compra, de lo contrario mediante algún préstamo.

5. Beneficios Esperados:

a. ¿Qué beneficios espera obtener al implementar esta máquina en términos de calidad del producto, tiempos de preparación y costos?

Principalmente, reducción de tiempo, también se supone que el queso rallado debe ser uniforme.

b. ¿Cómo medirá el éxito de esta implementación?

Con el tiempo ahorrado y el personal que ralla queso.

6. Inversión y Financiamiento:

a. ¿Ha evaluado el costo estimado de adquirir y mantener la máquina de rallado de queso?

Aproximadamente 3500 soles.

b. ¿Tiene un plan financiero para la inversión requerida?

Sí.

7. Evaluación de Proveedores:

a. ¿Ha investigado proveedores de máquinas de rallado de queso? ¿Tiene alguno en mente?

Sí, en internet encontré un fabricante en Lima pero la capacidad de la máquina no es la que necesito.

b. ¿Qué criterios considerará para seleccionar al proveedor correcto?

Que sea empresa constituida formalmente y que me planteen alguna alternativa favorable.

8. Cronograma de Implementación:

a. ¿Tiene un plazo estimado para la implementación de la máquina?

Máximo hasta mitad del año 2024.

b. ¿Cómo planea incorporar esta nueva tecnología en su proceso de preparación de pizzas?

Reemplazaría los 2 trabajadores encargados del rallado a mano por sola una persona capaz de operar la máquina.

9. Opinión del Personal:

a. ¿Ha consultado a su equipo de cocina o empleados sobre la implementación de esta máquina? ¿Cuál es su opinión al respecto?

Claro, lo necesitarían urgente. Necesitan una máquina ya que el rallado manual es muy cansado y riesgoso.

10. Comentarios Finales:

Por favor, si existe algún comentario adicional o información relevante que desee compartir sobre este proyecto, puede redactarlo al final de esta encuesta.

Diseña una máquina lo más productiva posible.

Agradecemos su participación en esta encuesta. Sus respuestas son fundamentales para ayudarnos a entender sus necesidades y brindarle la mejor asesoría posible en la implementación de la máquina de rallado de queso en su pizzería.

Julio Barrio Quijada (Cheff pizzero)

Encuesta sobre la Implementación de una Máquina de Rallado de Queso en la Pizzería

Responda a las siguientes preguntas con honestidad y detalle. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor la situación y las necesidades de su pizzería en relación a la implementación de una máquina de rallado de queso. Si por algún motivo desconoce alguna respuesta, pase a la siguiente pregunta.

1. Antecedentes de la Pizzería:

a. ¿Cuánto tiempo ha estado en funcionamiento la pizzería?

Desconozco

b. ¿Cuál es la capacidad promedio de clientes atendidos por día?

100 personas

c. ¿Cuál es la cantidad de queso rallado que utiliza actualmente en su preparación diaria?

30 kg

2. Motivación para la Implementación de la Máquina:

a. ¿Qué lo llevó a considerar la implementación de una máquina de rallado de queso?

Reducir el tiempo de ragado

b. ¿Cuál es el principal objetivo que espera lograr con esta implementación? (por ejemplo, ahorro de tiempo, mejora de la eficiencia, reducción de costos, etc.)

Reducir el encargado de rajar el queso y así los costos

3. Tipo de Máquina y Capacidad:

a. ¿Ha investigado o considerado algún tipo específico de máquina de rallado de queso?

No

b. ¿Cuánto queso estima que deberá rallar la máquina diariamente para satisfacer sus necesidades?

30 kg

c. ¿Tiene alguna preferencia en cuanto a la capacidad de la máquina?

que sea lo menos posible Joidosa y capaz de Rallar todo el queso

4. Desafíos Potenciales:

a. ¿Prevé algún desafío o inconveniente en la implementación de esta máquina en su pizzería?

el costo de la compra

b. ¿Cómo planea abordar estos desafíos?

Des conozco

5. Beneficios Esperados:

a. ¿Qué beneficios espera obtener al implementar esta máquina en términos de calidad del producto, tiempos de preparación y costos?

obtener un producto Uniforme

b. ¿Cómo medirá el éxito de esta implementación?

Comparando el producto rallado a maquina con el manual

6. Inversión y Financiamiento:

a. ¿Ha evaluado el costo estimado de adquirir y mantener la máquina de rallado de queso?

Desconozco

b. ¿Tiene un plan financiero para la inversión requerida?

No

7. Evaluación de Proveedores:

a. ¿Ha investigado proveedores de máquinas de rallado de queso? ¿Tiene alguno en mente?

No

b. ¿Qué criterios considerará para seleccionar al proveedor correcto?

No debe ser una empresa que tenga mala reputación

8. Cronograma de Implementación:

a. ¿Tiene un plazo estimado para la implementación de la máquina?

1 año

b. ¿Cómo planea incorporar esta nueva tecnología en su proceso de preparación de pizzas?

Desconozco

9. Opinión del Personal:

a. ¿Ha consultado a su equipo de cocina o empleados sobre la implementación de esta máquina? ¿Cuál es su opinión al respecto?

No

10. Comentarios Finales:

Por favor, si existe algún comentario adicional o información relevante que desee compartir sobre este proyecto, puede redactarlo al final de esta encuesta.

Que la maquina sea ergonomica y que no vibre mucho.

Agradecemos su participación en esta encuesta. Sus respuestas son fundamentales para ayudarnos a entender sus necesidades y brindarle la mejor asesoría posible en la implementación de la máquina de rallado de queso en su pizzería.

Camila Medina Pielia (Ayudante de cocina)

Encuesta sobre la Implementación de una Máquina de Rallado de Queso en la Pizzería

Responda a las siguientes preguntas con honestidad y detalle. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor la situación y las necesidades de su pizzería en relación a la implementación de una máquina de rallado de queso. Si por algún motivo desconoce alguna respuesta, pase a la siguiente pregunta.

1. Antecedentes de la Pizzería:

a. ¿Cuánto tiempo ha estado en funcionamiento la pizzería?

11 años

b. ¿Cuál es la capacidad promedio de clientes atendidos por día?

100 personas

c. ¿Cuál es la cantidad de queso rallado que utiliza actualmente en su preparación diaria?

40 kg

2. Motivación para la Implementación de la Máquina:

a. ¿Qué lo llevó a considerar la implementación de una máquina de rallado de queso?

Mejorar los tiempos de preparación

b. ¿Cuál es el principal objetivo que espera lograr con esta implementación? (por ejemplo, ahorro de tiempo, mejora de la eficiencia, reducción de costos, etc.)

Rallar el queso en el menor tiempo posible.

3. Tipo de Máquina y Capacidad:

a. ¿Ha investigado o considerado algún tipo específico de máquina de rallado de queso?

Desconozco

b. ¿Cuánto queso estima que deberá rallar la máquina diariamente para satisfacer sus necesidades?

40 kg

c. ¿Tiene alguna preferencia en cuanto a la capacidad de la máquina?

Desconozco

4. Desafíos Potenciales:

a. ¿Prevé algún desafío o inconveniente en la implementación de esta máquina en su pizzería?

Espacio en la pizzeria

b. ¿Cómo planea abordar estos desafíos?

Buscar un lugar ideal para su fácil operatividad.

5. Beneficios Esperados:

a. ¿Qué beneficios espera obtener al implementar esta máquina en términos de calidad del producto, tiempos de preparación y costos?

Reducción del tiempo de rallado

b. ¿Cómo medirá el éxito de esta implementación?

Con la cantidad de queso rallado en menor tiempo.

6. Inversión y Financiamiento:

a. ¿Ha evaluado el costo estimado de adquirir y mantener la máquina de rallado de queso?

Desconozco

b. ¿Tiene un plan financiero para la inversión requerida?

Desconozco

7. Evaluación de Proveedores:

a. ¿Ha investigado proveedores de máquinas de rallado de queso? ¿Tiene alguno en mente?

Desconozco

b. ¿Qué criterios considerará para seleccionar al proveedor correcto?

Desconozco

8. Cronograma de Implementación:

a. ¿Tiene un plazo estimado para la implementación de la máquina?

1 año

b. ¿Cómo planea incorporar esta nueva tecnología en su proceso de preparación de pizzas?

Desconozco

9. Opinión del Personal:

a. ¿Ha consultado a su equipo de cocina o empleados sobre la implementación de esta máquina? ¿Cuál es su opinión al respecto?

Si, es necesario la implementación de esta maquina para suprimir tiempos.

10. Comentarios Finales:

Por favor, si existe algún comentario adicional o información relevante que desee compartir sobre este proyecto, puede redactarlo al final de esta encuesta.

Que la maquina sea de facil mantenimiento

Agradecemos su participación en esta encuesta. Sus respuestas son fundamentales para ayudarnos a entender sus necesidades y brindarle la mejor asesoría posible en la implementación de la máquina de rallado de queso en su pizzería.

Anexo 05. Tabla de selección de motor eléctrico para el modelo W22 Monofásico de la marca WEG.

W22 Monofásico - Con condensador de arranque o arranque y permanente - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (kgfm)	Corriente con rotor trabado I _I /I _n	Par con rotor trabado T _I /T _n	Par Máximo T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal I _n (A)	
kW	HP											Rendimiento			Factor de potencia			220 V	440 V
												50	75	100	50	75	100		
II Polos																			
0,12	0,16	63	0,034	5,9	2,0	2,9	0,0002	6	10,0	50	3490	35,8	44,4	49,9	0,52	0,60	0,68	1,61	0,804
0,18	0,25	63	0,050	6,1	2,2	2,8	0,0003	6	10,7	50	3490	42,3	50,8	55,8	0,51	0,61	0,69	2,12	1,06
0,25	0,33	63	0,071	4,6	2,4	2,4	0,0002	6	10,7	50	3440	48,0	55,6	59,0	0,51	0,62	0,72	2,68	1,34
0,37	0,5	71	0,102	7,2	2	3,1	0,0005	7	13,0	60	3520	51,7	59,9	64,2	0,50	0,61	0,72	3,64	1,82
0,55	0,75	80	0,152	7,7	2,1	3	0,0008	10	16,5	65	3525	60,7	69,8	72,8	0,77	0,85	0,91	3,78	1,89
0,75	1	80	0,208	7,0	2,3	2,7	0,0009	9	17,5	65	3520	60,0	68,0	71,0	0,75	0,83	0,88	5,46	2,73
1,1	1,5	90S	0,303	9,1	2,1	2,9	0,0020	9	24,0	69	3535	70,8	77,2	79,8	0,77	0,85	0,89	7,04	3,52
1,5	2	90L	0,415	8,4	2,1	2,7	0,0022	8	25,0	69	3520	68,4	74,9	77,7	0,81	0,87	0,90	9,76	4,88
2,2	3	100L	0,608	8,7	2,3	3	0,0064	9	37,0	72	3525	72,7	79,2	81,8	0,92	0,95	0,98	12,5	6,25
3	4	112M	0,830	8,0	2,6	2,5	0,0081	6	45,0	72	3520	76,4	81,6	82,1	0,91	0,94	0,95	17,5	8,74
3,7	5	112M	1,02	8,0	2,6	2,5	0,0091	6	47,0	72	3525	80,0	82,3	83,4	0,91	0,96	0,97	20,8	10,4
5,5	7,5	132S	1,52	8,5	2,8	2,9	0,0234	5	69,0	72	3515	73,7	79,7	82,4	0,92	0,95	0,96	31,6	15,8
7,5	10	132M	2,07	8,0	2,2	3,1	0,0223	8	70,0	72	3525	79,9	82,4	83,9	0,83	0,90	0,94	43,2	21,6
9,2	12,5	132M	2,55	8,8	1,9	3	0,0285	7	79,0	72	3515	85,0	87,5	88,3	0,94	0,96	0,97	48,8	24,4
11	15	132M/L	3,04	8,5	2,2	3,5	0,0339	6	92,0	72	3530	83,7	87,2	88,5	0,89	0,94	0,95	59,4	29,7
Carcasas opcionales																			
1,5	2	90S	0,415	8,4	2,1	2,7	0,0022	8	25,0	69	3520	68,4	74,9	77,7	0,81	0,87	0,90	9,76	4,88
2,2	3	90L	0,612	7,5	2	2,1	0,0028	7	27,5	69	3500	72,0	77,0	78,5	0,94	0,95	0,96	13,3	6,63
IV Polos																			
0,12	0,16	63	0,068	5,0	2,3	2,0	0,0007	7	9,8	47	1730	32,5	40,0	44,2	0,50	0,58	0,66	1,87	0,935
0,18	0,25	71	0,101	5,0	2,8	2,1	0,0008	15	12,7	55	1730	49,6	55,2	60,4	0,43	0,51	0,61	2,22	1,11
0,25	0,33	71	0,141	5,0	2,6	2,2	0,0009	18	13,2	55	1725	45,1	51,0	56,2	0,46	0,53	0,64	3,16	1,58
0,37	0,5	80	0,207	6,8	2,1	2,5	0,0030	10	17,8	55	1740	51,7	61,0	66,1	0,76	0,83	0,88	2,89	1,45
0,55	0,75	80	0,308	5,8	2,1	2,2	0,0034	9	18,5	55	1740	54,0	63,5	68,0	0,71	0,81	0,87	4,23	2,12
0,75	1	90S	0,414	8,5	2,3	2,4	0,0055	7	24,0	58	1765	55,8	65,1	70,3	0,82	0,87	0,91	5,32	2,66
1,1	1,5	90L	0,607	9,5	2	2,3	0,0069	6	28,0	58	1765	61,0	69,5	74,0	0,88	0,93	0,95	7,12	3,56
1,5	2	100L	0,837	7,2	2,5	2,2	0,0093	10	37,0	58	1745	66,0	73,0	77,0	0,87	0,90	0,93	9,51	4,76
2,2	3	112M	1,23	7,7	2,9	2,7	0,0156	8	46,0	60	1745	65,0	74,0	77,0	0,79	0,87	0,90	14,4	7,22
3	4	112M	1,68	8,0	2,7	2,4	0,0184	6	49,0	60	1740	69,5	75,0	77,0	0,96	0,97	0,98	18,1	9,04
3,7	5	132S	2,06	7,3	3,4	2,5	0,0329	6	65,0	63	1750	71,0	77,9	80,5	0,84	0,91	0,93	22,5	11,3
5,5	7,5	132M	3,06	7,7	3,2	2,5	0,0457	6	80,0	63	1750	75,6	81,0	83,0	0,88	0,92	0,94	32,0	16,0
7,5	10	132M*	4,20	6,7	2,6	2,4	0,0486	6	82,0	63	1740	77,9	82,5	84,0	0,92	0,94	0,95	42,7	21,3
9,2	12,5	132M*	5,15	6,5	2,2	2,3	0,0543	6	88,0	63	1740	78,0	83,2	84,0	0,85	0,91	0,93	53,6	26,8

Anexo 06. Diámetro primitivo de las poleas según fabricante de correas industriales Dunlop.

Tabla N° 1							Tabla N° 1						
∅ mm	Z	A	B	C	D	E	∅ mm	Z	A	B	C	D	E
50							315		••	••	••		
53							355		•	•	•	••	
56							375			•	•	•	
60	•						400		••	••	••	••	
63	••						425					•	
67	•						450		•	•	•	••	
71	••	•					475					•	
75	•	•					500		••	••	••	••	••
80	••	•					530						•
90	•	••					560		•	•	•	•	••
95		•					600			•	•	•	•
100	••	••					630		••	••	••	••	••
106		•					670						•
112	•	••	•				710		•	•	•	•	••
118		•	•				750			•	•	•	
125	••	••	•				800			••	••	••	••
132		•	•				900			•	•	•	•
140	•	••	••				1000			••	••	••	••
150	•	•	•				1060					•	
160	••	••	••				1120				•		•
170			•				1250				••	••	••
180	•	••	••	•			1400			•	•	•	
200	••	••	••	••			1500					•	•
212				•			1600				••	••	••
224	•	•	•	••			1800					•	•
236				•			1900						•
250	•	••	••	••			2000					••	••
265				•			2240						•
280		•	•	••			2500						••
300		•	•	•			3000						

Según normas BS 3790 • Diámetro especificado. •• Diámetro especialmente recomendado.

IMPORTANTE: Al aumentar el diámetro de polea aumenta la vida útil de la correa.

Anexo 07. Longitud primitiva nominal según fabricante de corres industriales Dunlop.

Tabla N° 6		Longitud primitiva nominal		
Correa (in)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)
41	1066	1075	1086	-
42	1092	1106	1100	-
43	1117	1134	1140	-
44	1143	1153	1156	1191
45	1168	1186	1184	1217
46	1193	1199	1204	1242
47	1219	1232	1237	1267
48	1244	1262	1268	1293
49	1270	1280	1288	1318
50	1295	1306	1318	1344
51	1320	1330	1328	1357
52	1346	1354	1367	1394
53	1371	1381	1392	1429
54	1397	1405	1410	1442
55	1422	1429	1443	1460
56	1447	1459	1460	1497
57	1473	1492	1491	1527
58	1498	1507	1512	1550
59	1524	1532	1541	1576
60	1549	1556	1556	1598
61	-	1584	1601	1623

Anexo 08. Catálogo de rodamientos SKF.

Designación	Dimensiones						Capacidad de carga básica		Velocidad límite	
	d [mm]	\uparrow	A [mm]	H [mm]	H ₂ [mm]	J [mm]	L [mm]	dinámica		estática
								C [kN]	C ₀ [kN]	[r/min]
P 25 FM	25		32	28.4	56	86	108	14	7.8	7 000
P 25 TF	25		32	28.4	56	86	108	14	7.8	7 000
P2B 25M-FM	25		38.1	36.51	70.64	104.78	139.7	14	7.8	7 000
P2BC 25M-CPSS-DFH	25		36	36.5	72.5	105	142	11.9	7.8	700
P2BC 25M-TPSS	25		36	36.5	72.5	105	142	11.9	7.8	4 300
P2BC 25M-TPZM	25		36	36.5	72.5	105	142	14	7.8	4 300
P2BSS 25M-CPSS-DFH	25		31	36.5	71.5	101.7	133.5	11.9	7.8	700
P2BSS 25M-TPSS	25		31	36.5	71.5	101.7	133.5	11.9	7.8	4 300
SY 25 FM	25		36	36.5	70	102	130	14	7.8	7 000
SY 25 LF	25		36	36.5	70	102	130	14	7.8	7 000
SY 25 TF	25		36	36.5	70	102	130	14	7.8	7 000
SY 25 TR	25		36	36.5	70	102	130	14	7.8	4 300
SY 25 WDW	25		36	36.5	70	102	130	14	7.8	1 500
SY 25 WF	25		36	36.5	70	102	130	14	7.8	7 000
SYJ 25 TF	25		38	36.5	70	102.5	140	14	7.8	7 000
SYJ 30 KF	25		42	42.9	82	118	165	19.5	11.2	6 300
SYK 25 TF	25		32	36.5	71	105.5	134	14	7.8	7 000
SYK 25 TR	25		32	36.5	71	105.5	134	14	7.8	4 300
SYWK 25 YTA	25		32	36.5	70.5	105.5	134	14	7.8	4 300

Anexo 09. Selección del rodamiento.



PRODUCTOS

SERVICIOS

INDUSTRIA

SOPORTE

[← Atrás](#)



Image may differ from product. See technical specification for details.

P 25 FM

Unidad de rodamientos de bolas con soporte de pie para rodamiento de inserción con aro interior estrecho y anillo de fijación excéntrico, soporte de acero prensado

Las unidades de rodamientos de bolas con soporte de pie con soporte de acero prensado están formadas por un rodamiento de inserción montado en un soporte de acero prensado que puede atornillarse a una superficie de apoyo. Los componentes de la unidad deben pedirse por separado. Los soportes de acero prensado para rodamientos de inserción son livianos, están fabricados con acero laminado en frío y tienen un recubrimiento de zinc para protegerlos de la corrosión. El rodamiento está pensado para aplicaciones en las que el sentido de giro es constante.

- Livianos
- Protección contra la corrosión
- Soportan la desalineación inicial estática
- Reducen los niveles de ruido y vibración
- Combinaciones flexibles de rodamientos y soportes

Dimensiones

Díámetro del eje	25 mm
Altura del centro (soporte de pie)	28.4 mm
Ancho total del soporte	32 mm
Distancia del centro entre los orificios para tornillos	86 mm
Ancho del rodamiento, total	31 mm

Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	14 kN
Capacidad de carga estática básica	7.8 kN
Velocidad límite	7 000 r/min

Note

Velocidad límite con tolerancia de eje h6

Anexo 10. Cálculo de ecuación de cuarto grado por software Symbolab.



$$16e^4 - 1216e^3 + 34656e^2 - 438976e + 180470.76 = 0$$

Solución

$$e \approx 0.42517..., e \approx 37.57482...$$

Pasos de solución

$$16e^4 - 1216e^3 + 34656e^2 - 438976e + 180470.76 = 0$$

Multiplicar ambos lados por 100

$$1600e^4 - 121600e^3 + 3465600e^2 - 43897600e + 18047076 = 0$$

Encontrar una solución para $1600e^4 - 121600e^3 + 3465600e^2 - 43897600e + 18047076 = 0$ utilizando el método de Newton - Raphson: $e \approx 0.42517...$

Aplicar la división larga Equation0: $\frac{1600e^4 - 121600e^3 + 3465600e^2 - 43897600e + 18047076}{e - 0.42517...} = 1600e^3 - 120919.71572...e^2 + 3414187.63679...e - 42445963.64964...$

$$1600e^3 - 120919.71572...e^2 + 3414187.63679...e - 42445963.64964... \approx 0$$

Encontrar una solución para $1600e^3 - 120919.71572...e^2 + 3414187.63679...e - 42445963.64964... = 0$ utilizando el método de Newton - Raphson: $e \approx 37.57482...$

Aplicar la división larga Equation0: $\frac{1600e^3 - 120919.71572...e^2 + 3414187.63679...e - 42445963.64964...}{e - 37.57482...} = 1600e^2 - 60800.00000...e + 1129638.43924...$

$$1600e^2 - 60800.00000...e + 1129638.43924... \approx 0$$

Encontrar una solución para $1600e^2 - 60800.00000...e + 1129638.43924... = 0$ utilizando el método de Newton - Raphson: Sin solución para $e \in \mathbb{R}$

Las soluciones son

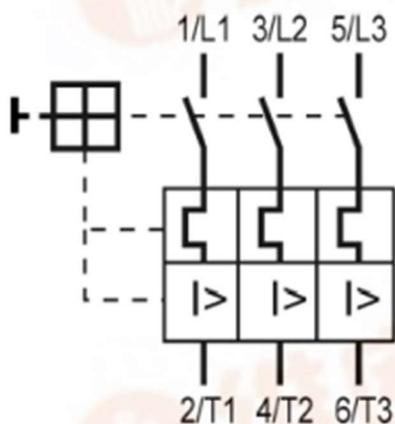
$$e \approx 0.42517..., e \approx 37.57482...$$

Anexo 11. Tabla de calibre de conductor INDECO

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (AWG / MCM)

CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	40	30
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	59	56	40
8	8.4	7	1.20	3.61	1.1	5.9	98	80	56
6	13.3	7	1.53	4.60	1.5	7.6	161	107	75
4	21.1	7	1.93	5.80	1.5	8.9	240	141	96
2	33.6	7	2.44	7.31	1.5	10.4	363	192	130
1/0	53.4	19	1.87	8.58	2	12.7	570	260	170
2/0	67.4	19	2.10	9.64	2	13.8	704	300	197
3/0	85.1	19	2.35	10.82	2	15	871	350	226
4/0	107.2	19	2.64	12.15	2.4	17.1	1109	406	260
250	126.7	37	2.06	13.25	2.4	18.2	1289	457	290
300	151.9	37	2.25	14.51	2.4	19.5	1527	505	321
350	177.5	37	2.44	15.69	2.4	20.6	1769	569	350
500	253.1	37	2.91	18.73	2.8	24.5	2512	699	429

Anexo 12. Tabla de selección de guardamotores MS.



Max. Poder de operación (kW/CA-3)				Ajuste de los disparadores térmicos (A)	Ajuste instantaneo (A)	Código	Peso g/pza.	Pzas X Emp.
220V KW	220V HP	440V KW	440V HP					
—	—	—	—	0.1 - 0.16	1.92	MS016	250	1
0.04	0.06	—	—	0.16 - 0.25	3	MS025	250	1
0.06	0.12	—	—	0.25 - 0.4	4.8	MS04	250	1
0.08	0.18	—	—	0.4 - 0.63	7.6	MS063	250	1
0.18	0.25	—	1/2	0.63 - 1	12	MS1	250	1
0.35	0.55	—	3/4	1 - 1.6	19.2	MS1.6	250	1
0.5	1.1	1/2	1	1.6 - 2.5	30	MS2.5	250	1
1	1.5	3/4	2	2.5 - 4	48	MS4	250	1
1.3	3	1 1/2	3	4 - 6.3	75.6	MS6.3	250	1
2.5	4	2	5	6.3 - 10	120	MS10	250	1
4	9	3	10	10 - 16	192	MS16	250	1
5	1	5	15	16 - 20	240	MS20	250	1
7	12.5	5	15	20 - 25	300	MS25	250	1

Anexo 11. Ficha técnica de interruptor de botón con enclavamiento para encendido de máquina.



Pasa el ratón por encima de la imagen para ampliarla



Modo de funcionamiento	ON-OFF
Corriente nominal	10 Amperios
Tensión de funcionamiento	380 Voltios
Marca	Pilipane
Terminal	Tornillo
Dimensiones del producto: largo x ancho	9 x 6 x 6 centímetros
Ver más	



Tipo de interruptor
Interruptor de presión

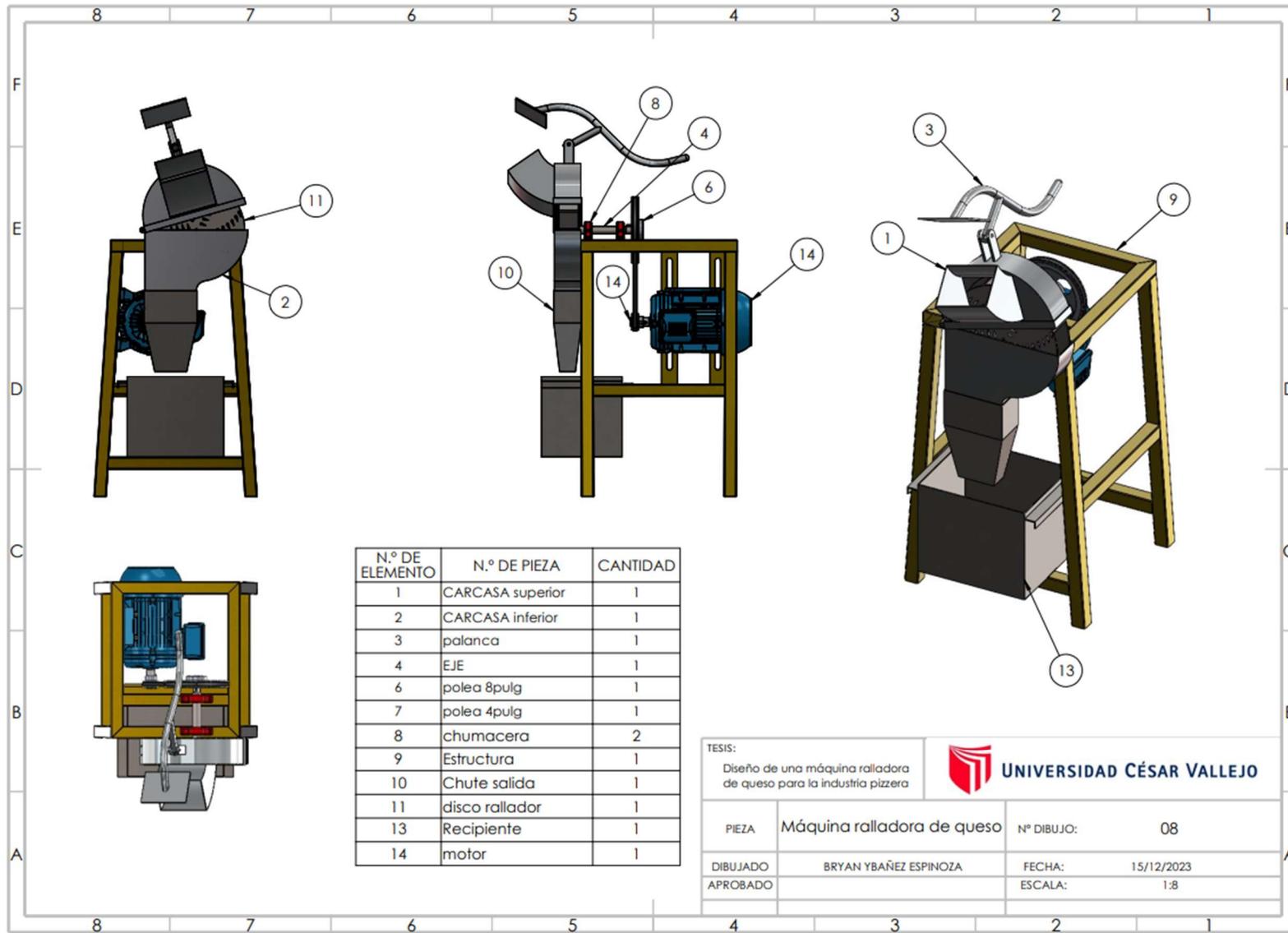


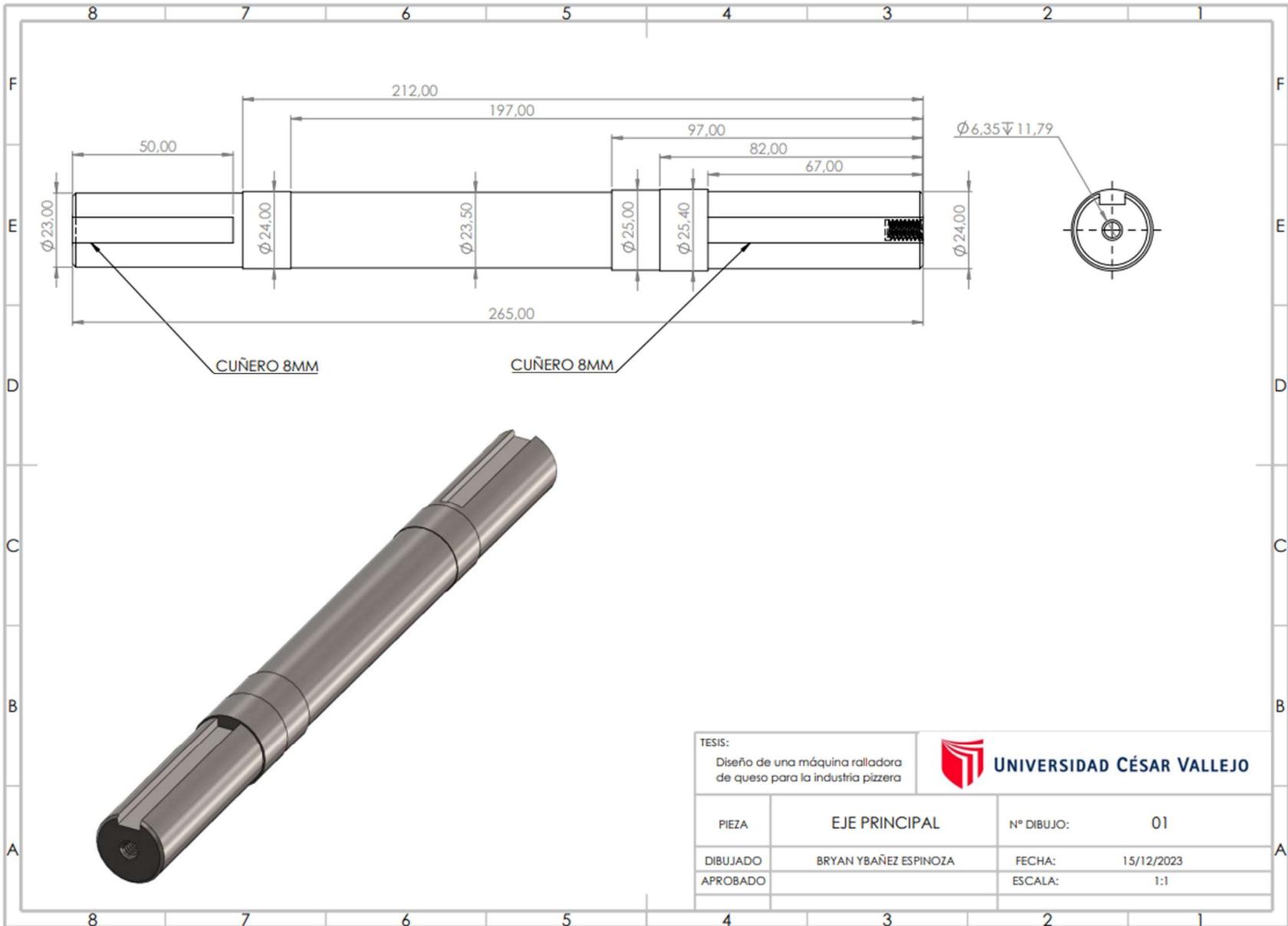
Material
Material:

Acerca de este producto

- Aplicación: interruptor de botón de presión de taladro adecuado para CA 50 Hz (60 Hz), voltaje de hasta 380 V, circuitos eléctricos de 220 V. Fácil de trabajar, el interruptor directo no requiere contactor. Voltaje y corriente: 380 V 10 A: CA 220 V/380 V 10 A.
- Amplia gama de usos: este interruptor está diseñado sin NC, puede controlar su motor directamente, los terminales de tornillo interiores aseguran un cabo fácil. Ampliamente utilizado en equipos mecánicos, maquinaria textil, etc.
- Materiales de alta calidad: interruptor de encendido/apagado hecho de material de carcasa de alta calidad, tiene un gran rendimiento a prueba de agua, polvo y aceite. Los puntos de contacto internos son de aleación de cobre, mantienen un rendimiento eléctrico perfecto.
- Tamaño de apariencia: 90*60*60 mm/3,5*2,4*2,4 pulgadas; Distancia entre orificios de montaje: 78 mm/3,1 pulgadas; el espacio entre los orificios de montaje es de aprox. 7,7 cm, y la ubicación de montaje trasera es de 4*4,1*2,5 cm; Resistencia de aislamiento: 200 (MΩ)
- Fácil de usar: el botón de ENCENDIDO se autobloquea y comienza, el botón de APAGADO se restablece y se detiene automáticamente. Presione el botón verde, el botón está bloqueado y el interruptor está encendido. Presione el botón rojo, el botón está bloqueado y el interruptor está apagado.

Anexo 12. Planos de fabricación de la máquina ralladora de queso

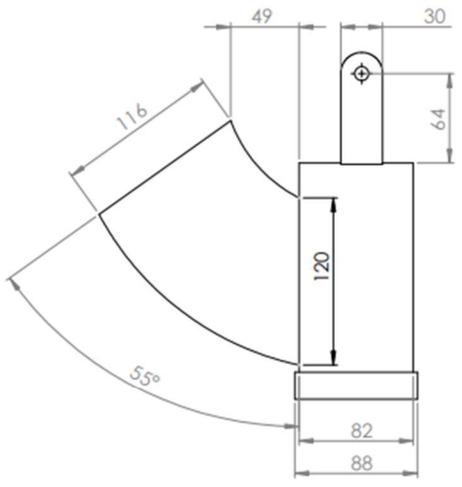
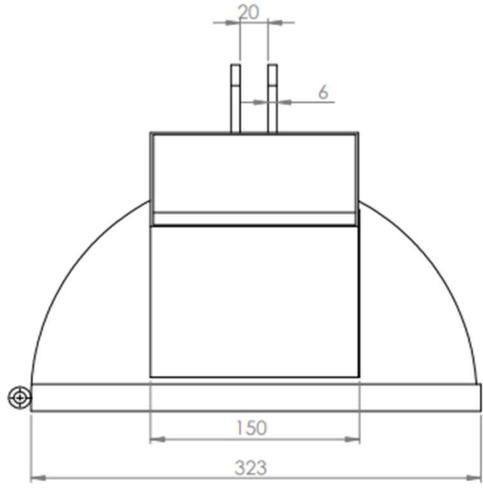




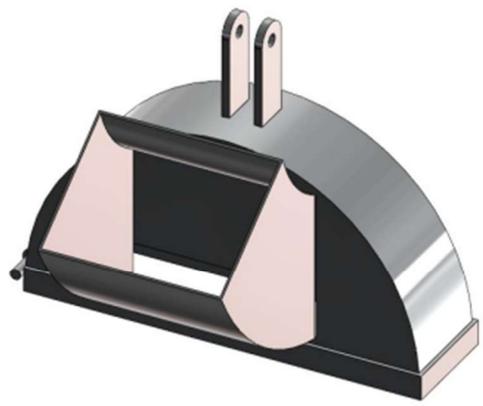
TESIS:
 Diseño de una máquina ralladora
 de queso para la industria pizzera



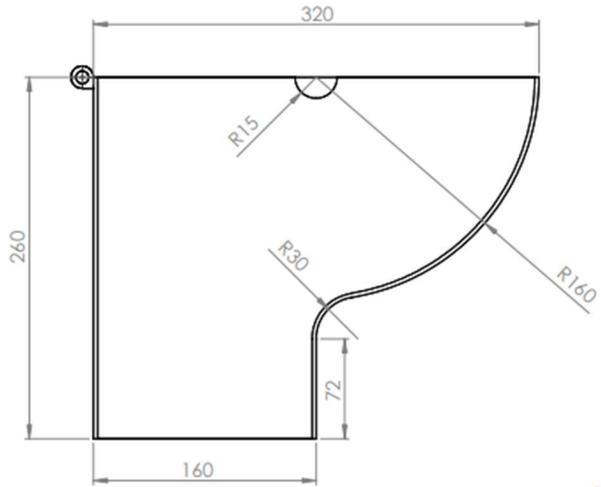
PIEZA	EJE PRINCIPAL	N° DIBUJO:	01
DIBUJADO	BRYAN YBAÑEZ ESPINOZA	FECHA:	15/12/2023
APROBADO		ESCALA:	1:1



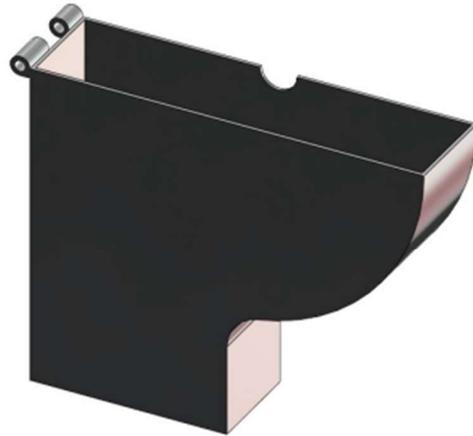
DETALLE:
PLANCHA INOX ESP. 3MM



TESIS: Diseño de una máquina ralladora de queso para la industria pizzera		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
PIEZA	CARCARA SUPERIOR	Nº DIBUJO:	02
DIBUJADO	BRYAN YBAÑEZ ESPINOZA	FECHA:	15/12/2023
APROBADO		ESCALA:	1:3



DETALLE:
PLANCHA INOX ESP. 3MM



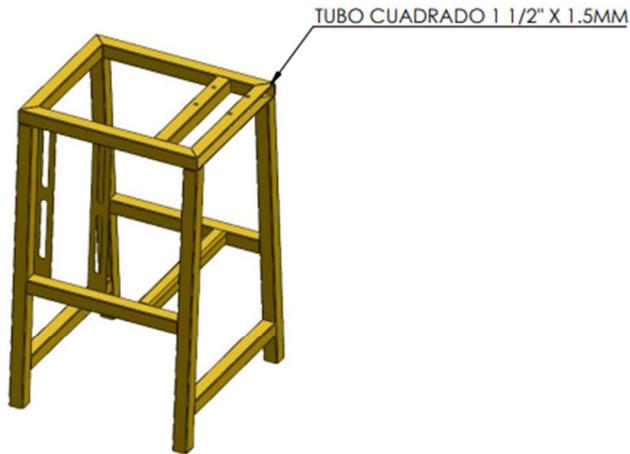
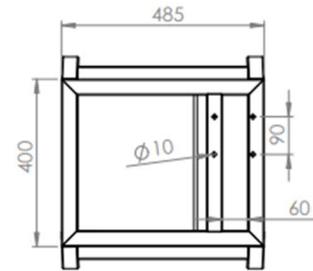
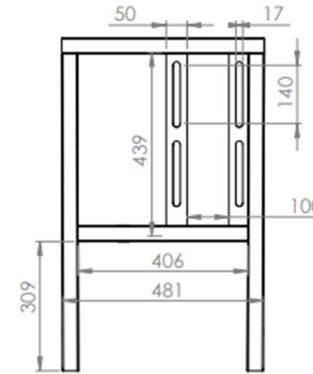
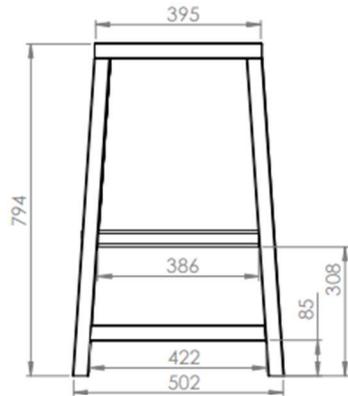
TESIS:

Diseño de una máquina ralladora
de queso para la industria pizzera



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

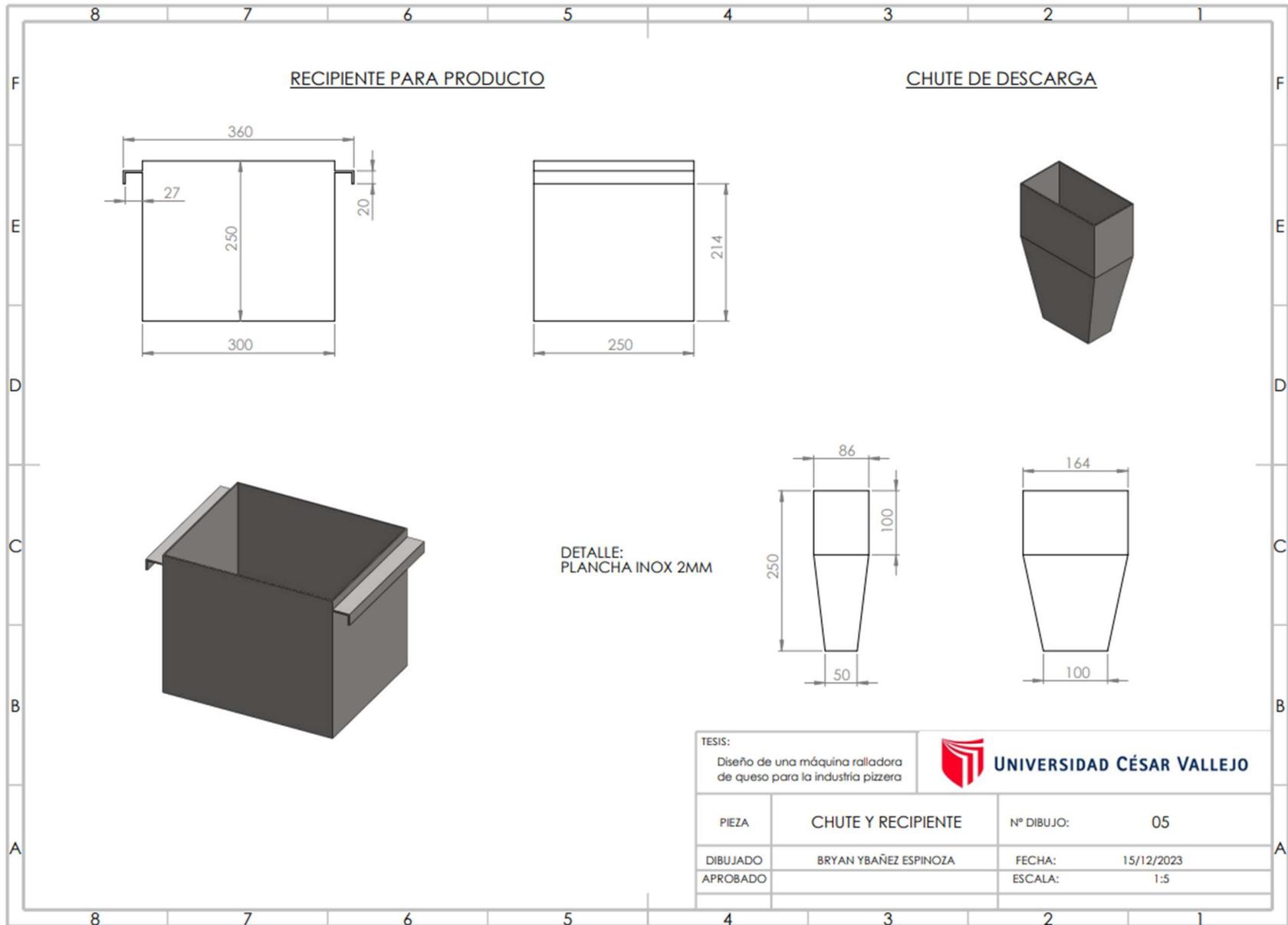
PIEZA	CARCASA INFERIOR	Nº DIBUJO:	03
DIBUJADO	BRYAN YBAÑEZ ESPINOZA	FECHA:	15/12/2023
APROBADO		ESCALA:	1:3



TESIS:
Diseño de una máquina ralladora
de queso para la industria pizzera



PIEZA	ESTRUCTURA SOPORTE	Nº DIBUJO:	04
DIBUJADO	BRYAN YBAÑEZ ESPINOZA	FECHA:	15/12/2023
APROBADO		ESCALA:	1:10

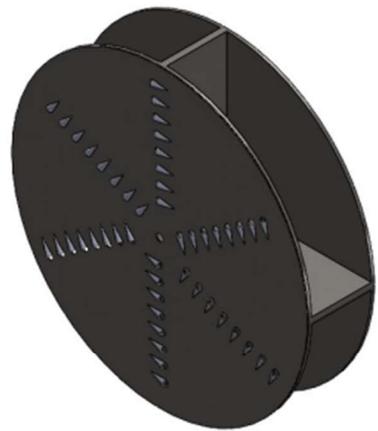
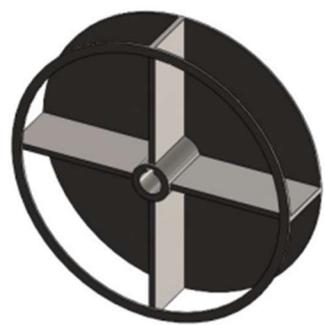
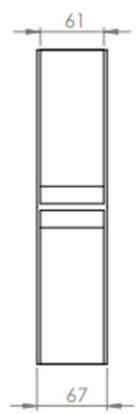
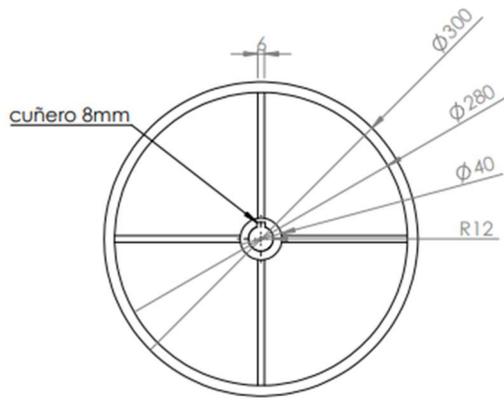


RECIPIENTE PARA PRODUCTO

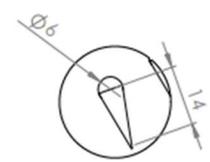
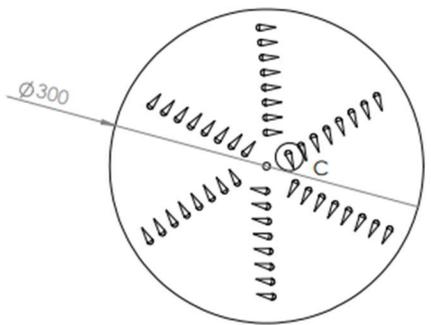
CHUTE DE DESCARGA

DETALLE:
PLANCHA INOX 2MM

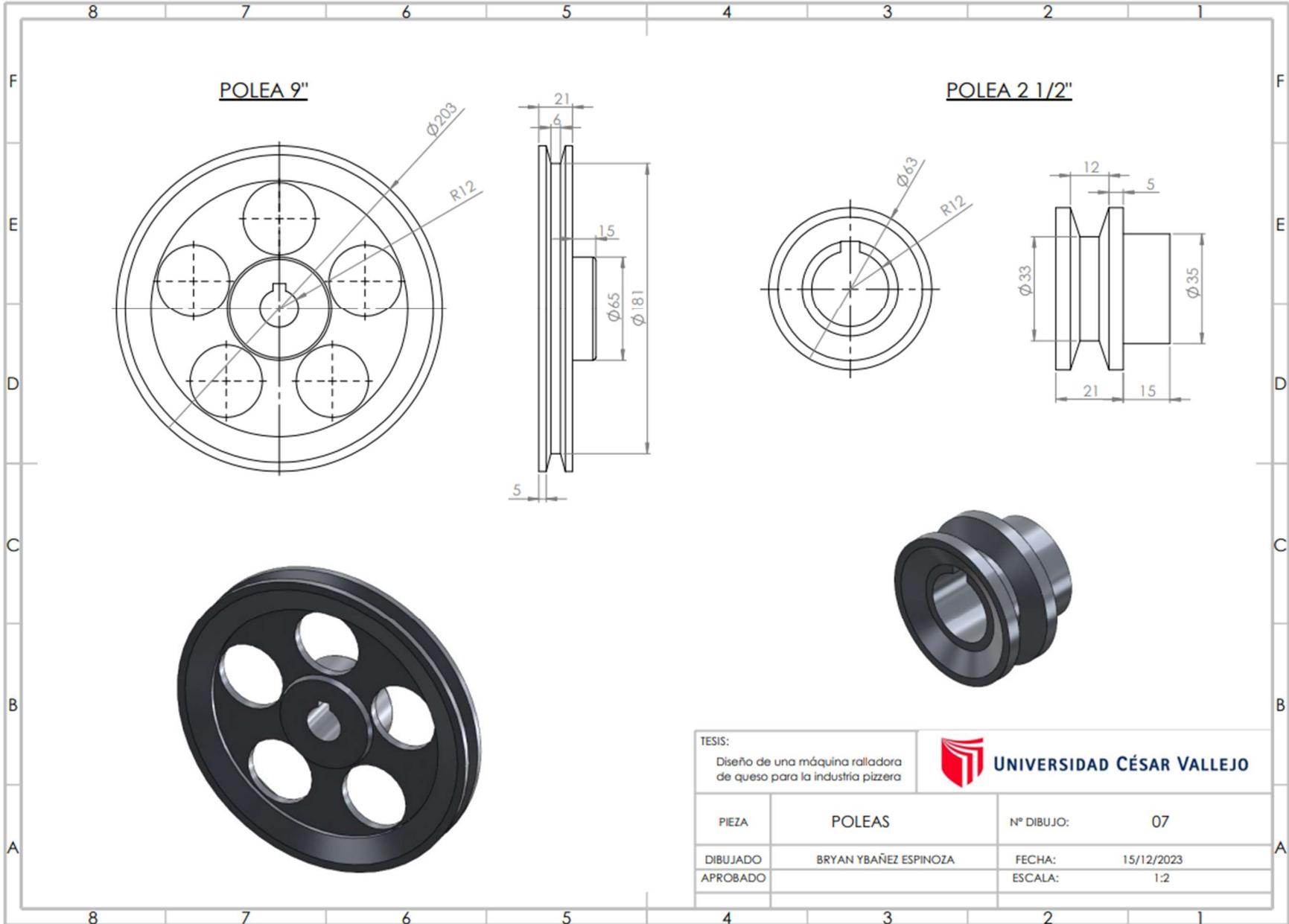
TESIS: Diseño de una máquina ralladora de queso para la industria pizzera		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
PIEZA	CHUTE Y RECIPIENTE	N° DIBUJO:	05
DIBUJADO	BRYAN YBAÑEZ ESPINOZA	FECHA:	15/12/2023
APROBADO		ESCALA:	1:5



DISCO RALLADOR



TESIS: Diseño de una máquina ralladora de queso para la industria pizzera		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
PIEZA	MECANISMO DE RALLADO	Nº DIBUJO:	06
DIBUJADO	BRYAN YBAÑEZ ESPINOZA	FECHA:	15/12/2023
APROBADO		ESCALA:	1:4



TESIS:
 Diseño de una máquina ralladora
 de queso para la industria pizzera



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PIEZA	POLEAS	N° DIBUJO:	07
DIBUJADO	BRYAN YBAÑEZ ESPINOZA	FECHA:	15/12/2023
APROBADO		ESCALA:	1:2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MIREZ TARRILLO JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de una máquina ralladora de queso para la industria pizzera artesanal", cuyo autor es YBAÑEZ ESPINOZA BRYAN RICHARD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 27 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MIREZ TARRILLO JORGE LUIS DNI: 27423478 ORCID: 0000-0002-5614-5853	Firmado electrónicamente por: JMIREZTA el 27-12- 2023 22:57:43

Código documento Trilce: TRI - 0710756