



DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO
MANUAL PARA UNA LICUADORA DOMÉSTICA DE CAPACIDAD DE 1.25
LITROS

YICETH LORAINÉ SOLANO

Código: 10451929139

PASCUAL SUAREZ CUADRADO

Código: 1064982466

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Puerto Colombia, Colombia

2023

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO
MANUAL PARA UNA LICUADORA DOMÉSTICA DE CAPACIDAD DE 1.25
LITROS**

YICETH LORAINÉ SOLANO
PASCUAL SUAREZ CUADRADO

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Mecánico

Director: Rafael Ramírez Restrepo
Doctor en ingeniería energética

Línea de Investigación:
Diseño Mecánico y Mecanismos.

Universidad Antonio Nariño
Programa Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Puerto Colombia, Colombia

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado

_____.

Cumple con los requisitos para optar

Al título de _____.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. ANTECEDENTES	13
1.1. Objetivos	16
1.1.1. Objetivo general	16
1.1.2. Objetivos específicos.....	16
1.2. JUSTIFICACIÓN	17
1.3. ESTADO DEL ARTE	21
2. MARCO TEORICO	29
2.1. Mecanismos	31
3. DISEÑO METODOLOGICO	39
3.1 Conceptos	39
3.2. Especificaciones de Diseño de Producto	42
3.3. Diseño conceptual	43
4. ALTERNATIVAS DE DISEÑO	45
4.1 Alternativas disponibles	47
4.1.1 Jata Hogar 995 licuadora manual, 400 W, Plástico.....	48
4.1.2. Lexen Healthy Juicer - Extractor de zumo, no eléctrico, compacto.....	49
4.1.3. Lehman Hogar licuadora manual, 400 W, vidrio	50
4.2 diagrama morfológico.....	51
4.3 Desempeño de la función de calidad	53
4.4 Especificación del rendimiento	54
4.5 Método ponderado.....	55
5. DESIGNACIÓN DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS	55
5.1. Vaso de la licuadora.....	55
5.2. Acoples y cuchillas	56
5.3. Estructura base.....	58
5.4. Manivela	59
5.5. Transmisión multiplicadora	60
5.6. Pie de cuadrante	61

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
6.1 Simulación de Eje de caja.....	63
6.2 Análisis cinemático de engranajes.....	69
6.3 análisis de engranajes AGMA e ISO6336.....	74
7. VIABILIDAD DEL PROYECTO	76
7.1. Perfil del proyecto.....	76
7.2. Estudio de Mercado	77
7.3. Estudio Técnico	80
7.4. Estudio Organizacional.....	85
7.5. Impacto Social	85
7.6. Impacto Ambiental	86
7.7. Formas de contaminación	86
7.8. Evaluación Financiera.....	86
7.9. Consideraciones Cualitativas.....	88
8. CONCLUSIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	91
ANEXOS	94
Anexo 1. Análisis estático eje de caja	94
Anexo 2. Análisis estático eje de licuadora.....	94
Anexo 3. Análisis estático piñón	94
Anexo 4. Planos del diseño	94

Lista de Figuras

Figura 1. Patentes publicadas en los últimos 20 años	22
Figura 2. Principales códigos de clasificación CPC.....	22
Figura 3. Principales países productores de patentes	23
Figura 4. Patente US4854718.....	24
Figura 5. Patente US5720219.....	25
Figura 6. Agitador mecánico de LAVEE	26
Figura 7. Publicaciones de artículos en el tiempo	28
Figura 8. Cuadrilátero articulado.....	31
Figura 9. Tipos de pares	32
Figura 10. Clasificación de engranajes.....	34
Figura 11. Clasificación de engranajes cónicos	34
Figura 12. Nomenclatura de los engranajes	35
Figura 13. Engranajes rectos	37
Figura 14. Ángulos principales de los engranajes helicoidales.....	37
Figura 15. Esquema del proceso de diseño	40
Figura 16. Esquema metodológico del proyecto	42
Figura 17. Caja negra del sistema	44
Figura 18. Componentes de una licuadora	46
Figura 19. Diagrama funcional.....	47
Figura 20. Licuadora Jata	48
Figura 21. Licuadora Lexen	49
Figura 22. Licuadora Lehman	50
Figura 23. Casa de la calidad.....	53
Figura 24. Vaso de licuadora Oster de 1,25 l	56
Figura 25. Juego de cuchillas y acople marca Oster	57
Figura 26. Diseño propuesto con accionamiento manual.....	57
Figura 27. Características del Acero SAE 1045.....	58
Figura 28. Planos de la estructura base.	59
Figura 29. Planos de la manivela.....	59
Figura 30. Arco de conducción de los engranajes rectos de la transmisión multiplicadora	60
Figura 31. Planos de la transmisión.....	61
Figura 32. Pie de cuadrante	61
Figura 33. Explosionado del diseño	62
Figura 34. Imagen del diseño definitivo.....	63

Figura 35. Propiedades de material	66
Figura 36. Cargas y sujeciones	67
Figura 37. Detalles de la malla.	68
Figura 38. Imagen de la deformación unitaria del eje transmisor	69
Figura 39. Trazado 1.....	71
Figura 40. Trazado 2.....	72
Figura 41. Resumen de potencial de crecimiento de mercado	77
Figura 42. Segmentación de mercado por producto y canal de distribución.....	78
Figura 43. Segmentación de mercado por usuario final y por geografía.....	79
Figura 44. Campos de aplicación del producto	79
Figura 45. Países con mayor actividad productiva	80
Figura 46. Principales proveedores	81
Figura 47. Cálculo del VAN del proyecto.....	85

Lista de tablas

Tabla 1. Norma ISO.....	36
Tabla 2. Elementos del PDS	43
Tabla 3. Posibles ventajas y desventajas de la alternativa 1	49
Tabla 4. Posibles ventajas y desventajas de la alternativa 2.....	50
Tabla 5. Posibles ventajas y desventajas de la alternativa 3.....	51
Tabla 6. Diagrama morfológico licuadora manual	52
Tabla 7. Especificación del rendimiento del diseño propuesto	54
Tabla 8. Criterios de ponderación.....	55
Tabla 9. Ponderación del diseño propuesto.	54
Tabla 10. Especificaciones iniciales	64
Tabla 11. Propiedades del estudio	65
Tabla 12. Unidades utilizadas en el análisis.	66
Tabla 13. Resultados del análisis a la entrada del sistema	71
Tabla 14. Resultados del análisis a la salida del sistema.....	72
Tabla 15. Costos de los elementos del taller	82
Tabla 16. Costos asociados a los servicios públicos.....	83
Tabla 17. Personal requerido para la producción y asignación salarial.....	83
Tabla 18. Requerimientos de inversión inicial	84
Tabla 19. Ingeniería de valor para el diseño propuesto	87

Lista de Símbolos y Abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
A	Área	m^2	$\iint dx dy$
V	Volumen	m^3	$\iiint dx dy dz$

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI
ρ	Densidad	[Kg/m ³]
β	Ángulo de Hélice	[mm]
ε	Relación de contacto	[Adimensional]
σ'_a	Esfuerzo alternante equivalente de Von Misses	[MPa]
σ_F	Resistencia a la flexión	[N/mm ²]
σ_m	Esfuerzo medio	[MPa]
ω	Revoluciones por minuto	[Adimensional]

Superíndices

Superíndice	Término
n	Exponente, potencia
m	Medio

Abreviaturas

Abreviatura	Término
-------------	---------

<i>MMET</i>	Taxonomía de Mecanismos y Elementos de Máquinas
<i>FM Tree</i>	Teoría para la resolución de problemas inventivos
<i>FAD</i>	Diagrama de análisis funcional
<i>PDS</i>	Especificación de diseño de producto
<i>QFD</i>	Despliegue de la función de calidad
<i>DFA</i>	Diseño para ensamblaje

Agradecimientos

A Dios, por darnos la fortaleza y sabiduría para llegar a este punto tan importante de nuestras vidas.

A nuestros padres, por sus consejos y apoyo incondicional, los cuales nos ayudaron a forjar el carácter que nos definen como personas.

A nuestros docentes, por transmitirnos sus conocimientos y el apoyo emocional que nos brindaron a lo largo de este proceso.

A nuestros compañeros de trabajo, quienes gracias a su gran corazón y su confianza nos ayudaron a cumplir este logro.

Yiceth Loraine Solano

Pascual Suarez Cuadrado.

Resumen

En este proyecto se presenta el diseño y simulación de un mecanismo de accionamiento manual para una licuadora doméstica de capacidad de 1.25 litros. El cual implica la adaptación de un sistema de engranajes conicos y una transmisión, este desarrollo proyecta ser implementado en lugares en los que no se cuenta con suministro de energía eléctrica, lo cual limita el uso de aparatos como una licuadora mas específicamente, restringiendo así la elaboración de productos alimenticios. Este se desarrollo con base en los principios del diseño de productos, en los que se consideraron aspectos importantes como el método del árbol de objetivos, análisis de funciones, diagrama morfológico, el desempeño de la función de calidad, la especificación del rendimiento, el método ponderado y el de ingeniería de valor. Una vez se defnieron los criterios con base en los metodos de diseño, se procedio a seleccionar los elementos necesarios para establecer el ensamble y su posterior simulación a traves del software de SolidWorks, en el cual se proporcionan las herramientas para obtener los mejores resultados en el analisis de elementos finitos. Luego de ello se analizaron los resultados y la la factibilidad del proyecto para ser implentado en las comunidades, como un aporte desde el campo de la ingenieria mecanica por parte de la Universidad Antonio Nariño.

Palabras claves: *Diseño, mecanismo, metodología, ergonómico, accionamiento, ensamblaje, implementación, licuadora.*

Abstract

This project presents the design and simulation of a manual drive mechanism for a domestic blender with a capacity of 1.25 liters. Which implies the adaptation of a bevel gear system and a transmission, this development plans to be implemented in places where there is no electricity supply, which limits the use of devices such as the blender, thus restricting the preparation of food products. This was developed based on the principles of product design, in which important aspects were considered such as the objective tree method, function analysis, morphological diagram, the performance of the quality function, the performance specification, the method weighted and value engineering. Once the criteria based on the design methods were defined, we proceeded to select the necessary elements to establish the assembly and its subsequent simulation through the SolidWorks software, in which the tools are provided to obtain the best results in the process. finite element analysis. After that, the results and the feasibility of the project to be implemented in the communities were analyzed, as a contribution from the field of mechanical engineering by the Antonio Nariño University.

Keywords: *Design, mechanism, methodology, ergonomic, drive, assembly, implementation, blender.*

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería en la actualidad es un punto vital en el mundo, ya que en ella se encuentran involucradas muchas de las cosas que utilizamos o realizamos, es así por esta razón que, es relevante conocerla, al menos desde los conceptos más básicos. De este modo este documento pretende mostrar como a través de la Ingeniería se plantean soluciones a problemas comunes, partiendo desde la necesidad misma y los principios físicos que impactan sobre ella en la formulación de la solución a un problema determinado.

En la historia del mundo la ingeniería ha sido una de las principales fuentes de crecimiento a nivel global y a su vez un pilar sólido en el desarrollo de los pueblos, es así que gracias a ella el hombre ha podido avanzar en muchos aspectos que le han favorecido en su bienestar general (Giraldo, 2000.). En si se trata de una ciencia que implica el uso de ciertos principios científicos con el objetivo de diseñar y construir máquinas, estructuras y otros elementos como sistemas o mecanismos además de muchos procesos. En esta se aplican una serie de conocimientos tecnológicos necesarios para innovar, desarrollar y mejorar técnicas o en su defecto mejorar herramientas para satisfacer de manera óptima necesidades y resolver problemas a nivel técnicos, esto aplicado tanto a las personas como también a la sociedad en general (Luso, 2005.).

Al hacer referencia de que la Ingeniería es una combinación o fusión de la Ciencia, de alguna manera el Arte y en gran medida de la Tecnología, es pertinente destacar el paquete de connotaciones implicadas en el momento de aplicarse a los diferentes entornos de formación, entrenamiento y ejecución (Manjarrez, 2016.). Dentro de los campos de aplicación más importantes de la ingeniería, está el de la mecánica, en donde se presentan los

diseños de máquinas y los elementos que han favorecido el desarrollo industrial en los países desde tiempos remotos (Upcomos, 2000).

A través de las diferentes teorías de diseño mecánico estudiadas es que se alcanza a comprender el funcionamiento de estos sistemas en la industria actual y a su vez en algunas de las actividades prácticas en la universidad Antonio Nariño. De acuerdo a estos conocimientos no está de más considerar plantear soluciones innovadoras que vayan ligadas a el entorno económico y la necesidad inminente de las comunidades.

Al hacer referencia a la innovación, es necesario abordarlo desde la contextualización del concepto, en el que varios autores han coincidido en que, el proceso innovador surge con una problemática o necesidad insatisfecha junto con el deseo de satisfacerla. Hernández, Tirado y Ariza (2016). Por otro lado, Mulgan (2006) especifica que la innovación implica un proceso en el que se buscan formas diversas, creativas y novedosas para alcanzar a satisfacer aquellas necesidades aún no cubiertas, satisfechas de manera deficiente o emergente.

En este mismo sentido Hernández, Tirado y Ariza (2016, p. 173) afirman que la primera impresión con respecto a este concepto, se resume en la manifestación de la invención y la creatividad en establecer nuevos mercados y agentes generadores de valor económico, como también de manera relevante en el desarrollo e impacto que este tiene sobre el tejido social, reflejado en la optimización constante de los productos desarrollados y por último en el bienestar de la sociedad en general, de esta manera se puede entender que el factor creativo es transcendental en la innovación, ya que esta, determina en esencia la materialización de este.

Con el objetivo de poder complementar los conocimientos adquiridos en las asignaturas destinadas al diseño mecánico por parte de los estudiantes, es que se presenta este proyecto y a su vez como una solución innovadora ante aquellas comunidades que actualmente no cuentan con el fluido eléctrico o les resulta ineficiente. En este orden de ideas en este proyecto se busca beneficiar a el resguardo indígena wayuu de Mayabangloma ubicado en el departamento de la guajira y proporcionar la base para el desarrollo de tecnologías sustitutas alineadas con esta necesidad desde la institución, adicionalmente se establecerán los criterios necesarios con base en la metodología de [4], para un diseño optimo e innovador.

En el desarrollo del diseño del dispositivo propuesto de una licuadora manual y su adaptación, se priorizaron las condiciones iniciales mínimas para su funcionalidad y las restricciones que se pueden presentar en un entorno real, esto permitió que se aplicaran principios teóricos y matemáticos para su fabricación. Por otra parte, se realizó un estudio del arte con base en estas tecnologías, en donde se consideraron datos relevantes en cuanto a publicaciones de artículos y patentes, como también ciertos indicadores de impacto. Adicionalmente, se desarrolló una simulación a través del software de SolidWord con el objetivo de alcanzar a analizar mediante elementos finitos el comportamiento de los elementos que lo integran en su funcionalidad.

1. ANTECEDENTES

En la elaboración de diseños y ensambles de simulación de productos de servicio para funcionamiento doméstico, el principal requerimiento es alcanzar a brindar mejores resultados en el momento del uso de estos productos, de manera que se puedan implementar nuevas formas de accionamiento, en los que generalmente su uso alcance los mayores índices de eficiencia. En el caso en concreto se parte de la problemática que surge en momentos en los que no se puede contar con ciertos requerimientos que el artefacto necesita para su funcionamiento. Es así que en muchos casos surgen ciertas fallas en el accionamiento debido a que en su mayoría funcionan con energía eléctrica.

Los sistemas mecánicos, que se llevan a cabo específicamente tienen que ver con el desarrollo de engranajes y sistemas de tracción mecánica con rozamiento, desgaste y fatiga que se presentan en el momento de utilizar una licuadora doméstica de accionamiento manual sabiendo su funcionamiento, desgaste y potencia adquirida, en los que se hace uso de mecanismos de funcionamiento manual.

Estas metodologías fueron introducidas el inventor de la licuadora fue Stephen J. Poplawskiana, un polaco radicado en el estado norteamericano de Wisconsin, ya que desde su infancia mostró una obsesión por inventar dispositivos destinados a la mezcla de bebidas, la industria que aprovecharemos es la del consumo saludable y eficaz entre otros, la construcción modular para el ahorro en los costos de producción de elementos para el consumo (López, 2006).

En esta metodología de diseño funcional permite la fabricación, simulación de esfuerzos y el ensamble del dispositivo, ya que en él se disponen de varias interacciones para

desarrollar el proceso de fabricación y ensamble, con objeto de obtener un buen desempeño y ciclo de vida del producto, con una producción, garantía y ensamble en el mercado de materiales de producción, de manera adicional ha garantizado un buen diseño al desgaste y la elección de los procesos de ensamble más sencillos con las tolerancias y dimensiones necesarias para el óptimo desarrollo del proyecto.

Es común encontrar situaciones en las cuales surjan diariamente en ciertos lugares carencia en las fuentes de energía y algunos procesos de manufactura, como es el caso del alto consumo y el costo derivado de la energía eléctrica.

En la innovación de nuevos procesos de implementación de proyectos de operación manual a través de accionamientos mecánicos, se busca tener un mejor rendimiento, consumo y ergonomía al momento de optar por este tipo de dispositivos, buscando siempre alcanzar una vida útil considerable y un buen desempeño al desgaste sin necesidad de depender de una red eléctrica. [6]. Es de señalar que en la guajira mueren niños por desnutrición, siendo este un departamento que registra una cifra de aproximadamente 20.000 niños menores de cinco años con riesgo de desnutrición.

Es así que uno de los principales objetivos en este proyecto es lograr su implementación, siendo los hogares comunitarios del (ICBF) los priorizados, para que estos niños consuman buenas fuentes de alimentos producto del procesamiento de muchas frutas, dado que muchas veces estas se deterioran por la falta de del suministro eléctrico para su procesamiento (UNICEF. 2019.).

Al momento de optar por nuevos artefactos electrodomésticos en este problema, se está considerando importante la alimentación de los niños y como tal el uso oportuno de los

alimentos disponibles como las nuevas formas de adquirir energía para su procesamiento (Jiang, 2020.). La validación de estos desarrollos consideró alternativas en las que se exploraron diferentes formas de producir y transmitir movimiento haciendo uso de la energía humana.

Para el caso específico se consideró el desarrollo de un sistema de accionamiento manual para una licuadora doméstica, que implica la energía humana para su funcionamiento, el cual será abordado desde sus orígenes en el estado del arte que se presentará en este documento.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Diseñar y simular un mecanismo de accionamiento manual para una licuadora doméstica de 1.25lt.

1.1.2. Objetivos específicos

- Analizar el estado arte de las licuadoras manuales en la literatura abierta con el propósito de conocer los mecanismos de funcionamiento.
- Identificar las alternativas de diseño del mecanismo de accionamiento manual, con el propósito de seleccionar la mejor.
- Diseñar la alternativa seleccionada con el propósito de simular el mecanismo de accionamiento manual de la licuadora y así mismo determinar los estados de esfuerzos y aplicar las teorías de fallas para que sea seguro.
- Realizar un estudio económico y técnico para verificar la viabilidad de la construcción del mecanismo.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Partiendo de la referencia en particular basada en la ausencia o deficiencia en el suministro de energía eléctrica, es que se justifica primera instancia el desarrollo de un mecanismo que tenga la capacidad de accionar el sistema de una licuadora a través de elementos mecánicos, con la ventaja de que esta última no implique el uso de energía eléctrica. El desarrollo de este proyecto requerirá de la simulación y análisis estático y dinámico en un software CAE; de tal manera que se especifiquen la velocidad de rotación constante y variable, de este trabajo se pretende obtener los resultados deseados en la implementación del mecanismo de accionamiento mecánico, con el uso de un sistema de engranes para el accionamiento manual con manivela.

Este diseño e implementación proyecta ser de gran utilidad, dado que la gran mayoría de licuadoras no poseen de accionamientos manuales de tipo mecánico, siendo la mayoría de naturaleza eléctrica y se considera que esta propuesta puede llegar a sustituir diversos aparatos eléctricos que funcionen a través de sistemas similares. Adicionalmente se plantea el diseño con base en el alcance que este pueda tener en las comunidades, puesto que muchos de los ya existentes presentan costos elevados, por otro lado, el tipo de accionamiento mecánico manual que se va a diseñar espera tener un buen desempeño mecánico.

Al mencionar comunidades, se prioriza el resguardo indígena wayuu de Mayabangloma, dado que sus miembros son los que en primera medida han motivado este

desarrollo, siendo así este se vería beneficiado en cuanto a la optimización de tiempo para sus actividades normales y la obtención de mejores resultados en el procesamiento de alimentos que normalmente implican el uso de fuentes de energía convencionales.

La consolidación de los conceptos adquiridos en el Campus serán la base de la propuesta planteada, ya que se pretende en este proyecto desarrollar procedimientos para el diseño, mecanizado y fabricación a través de la simulación de esfuerzos en programas de elementos finitos, en los que se obtendrán datos técnicos de mecanismos para la identificación de cargas críticas, esfuerzos o fallas por fatiga en los elementos a diseñar.

En el diseño y ensamble se generan nuevos procesos, los cuales apuestan a ser más eficientes en el momento del ensamble y simulación por reducción en los componentes de nuevas piezas más compactas en los mecanismos implementados, esto debido a que se generan unos movimientos de salida de gran importancia. La simplicidad toma un papel importante en el que se desea generar nuevos mecanismos de implementación más prácticos reducir sustancialmente piezas innecesarias y así visualizar modificaciones que permitan integrar los sistemas mecánicos y de simulación (TIPPENS. 2002.).

La ingeniería inversa ofrece nuevas oportunidades al permitir analizar nuevos productos y obtener información de ellos, siendo así que el diseño de un dispositivo o prototipo de accionamiento mecánico para una licuadora busca satisfacer las necesidades del ser humano al brindarle un mecanismo de fácil uso y de óptimo desempeño. Ofrecer el diseño y simulación de bajo consumo y económico, representa un factor clave en la viabilidad y

factibilidad de los procesos de diseño en la fabricación y el montaje de un sistema el cual permite hacer un análisis concreto para realizar las modificaciones y/o mejoras de licuadoras en uso y de dispositivos eléctricos afines a esta función.

El presente proyecto pretende aprovechar nuevas tecnologías mecánicas a través de nuevas metodologías planteadas desde la innovación, para el desarrollo de un prototipo con buena estética y a su vez reducir los costos, como también los tiempos de manufactura y ensamble del producto final.

Es por ello que desde un enfoque disruptivo se busca establecer soluciones que se apliquen directamente a problemas comunes, considerando pertinentes el desarrollo de sistemas que minimicen los efectos producidos por la usencia o deficiencia del fluido eléctrico sobre alguna actividad que involucre el procesamiento de alimentos en particular.

Con el auge producido a causa de muchas investigaciones de carácter experimental e incluso un tanto teóricas, es posible que actualmente se hayan logrado avances significativos en la industria, esto en cuanto a materia económica y por ende del medio ambiente, Bolívar (2002) & González-Mendizabal (2002), esto debido a los procesos de optimización constante, en la eficiencia de equipos o dispositivos en el sector productivo, siendo el trabajo desarrollado en los últimos años por el personal científico fundamental en estos avances según lo destaca [12].

El deseo de alcanzar a desarrollar por parte de los estudiantes las destrezas o habilidades propias como futuros ingenieros, es lo que en efecto impulsa a las instituciones de educación superior (IES) a plantear estrategias que estén alineadas con la aplicación directa de los conceptos que se transmiten en sus espacios académicos, de manera que se presenten experiencias afines con la potencialización de estas teorías, con el adecuado acompañamiento por parte de los docentes que intervienen en los procesos de formación. Es así que se considera relevante el desarrollo de estos mecanismos, dado que se alcanza a proponer una apuesta en el marco del espíritu investigativo y de aplicación directa sobre la formación, lo que implica el programa de ingeniería, dado que este representa uno de los campos de aplicación más relevantes en la razón de ser de un ingeniero.

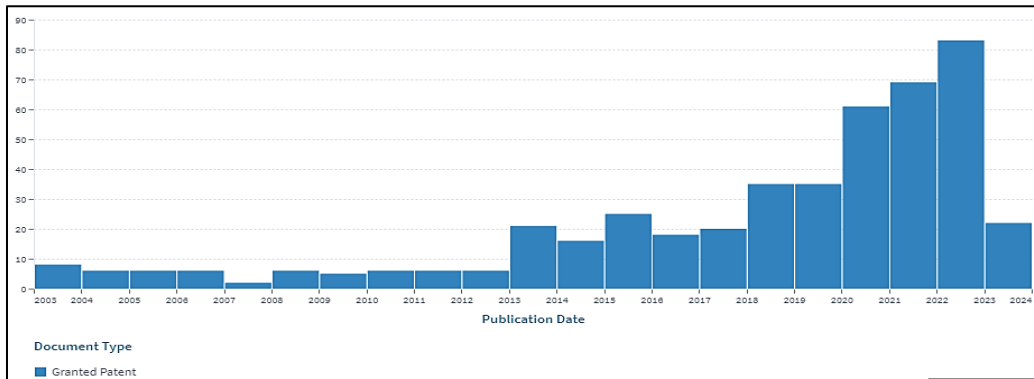
1.3. ESTADO DEL ARTE

En el desarrollo de este estado del arte se hizo uso de diferentes documentos de carácter bibliográficos, los cuales se obtuvieron de diversas fuentes, donde se consideraron aspectos importantes para redactar la presente investigación, dentro de las que se consideraron pertinentes el año, el idioma y el tipo de material bibliográfico, adicionalmente se optó por constatar la veracidad de la información obtenida en cada uno de los artículos encontrados, como también en los libros, patentes y tesis relacionadas, para una correcta estructuración del presente estudio.

Las propuestas metodológicas planteadas en este estado del arte, tienen el objetivo de conocer el papel que han desempeñado los desarrollos tecnológicos en materia de procesamiento de alimentos, de tal manera que a través de esta revisión bibliográfica se puedan identificar las principales características o atributos de estas y así poder establecer los factores relevantes en su desarrollo. Para esto es necesario conocer desde el ámbito global, cual ha sido el comportamiento de estas tecnologías en los últimos años. En este apartado se desarrollará la cienciometría de estos dispositivos en cuanto a los que se encuentran patentados, es importante destacar que la clasificación abordada en este análisis, corresponde a la CPC (Clasificación Cooperativa de Patente)¹.

¹ <https://www.wipo.int/classifications/ipc/es/>

Figura 1. Patentes publicadas en los últimos 20 años



Fuente: Lens.org

En la anterior figura se puede apreciar que en el transcurso de los últimos 20 años las publicaciones de patentes correspondientes a dispositivos de extracción de jugos de frutas, presentan una tendencia considerable al alza, esto debido quizás a el interés que se ha despertado con respecto a estas tecnologías ante los problemas de suministro eléctrica actuales, en muchas comunidades y la transición que se pretende establecer en muchos países a energías limpias.

Figura 2. Principales códigos de clasificación CPC

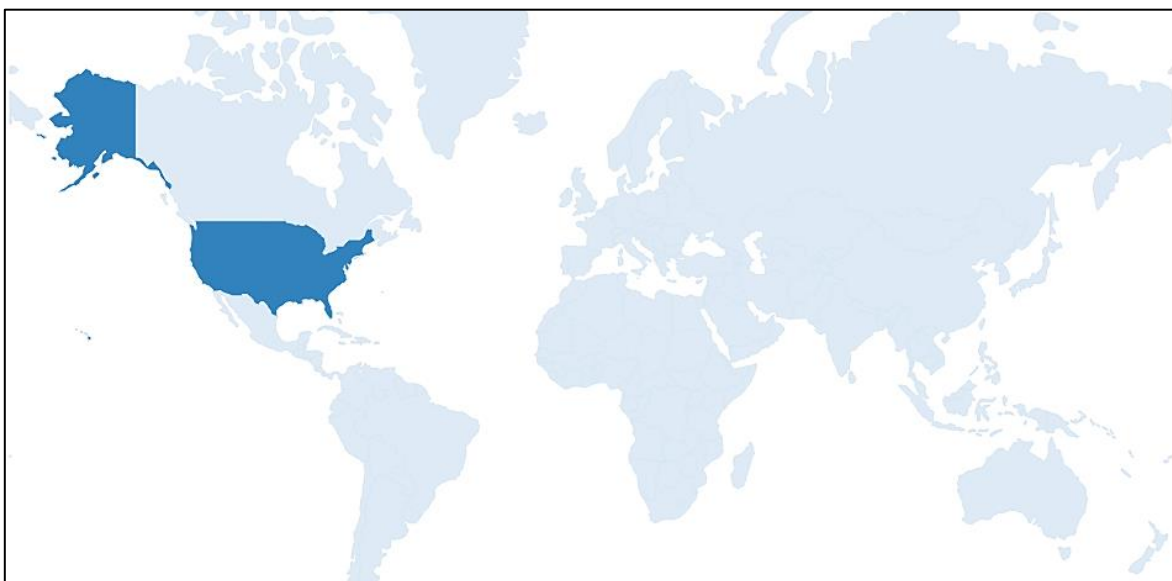
74 G05B13/028	75 G05B19/4183	74 G05B19/4184	74 G05B19/41845	74 G05B19/4185
74 G05B19/41865	74 G05B19/41875	74 G05B2219/32287	74 G05B2219/35001	74 G05B2219/37337
74 G05B2219/37351	74 G05B2219/37434	80 G06N20/00	75 G06N3/006	77 G06N3/044
78 G06N3/045	79 G06N3/084	79 G06N5/046	77 G06N7/01	76 H04L67/12
>70				0

Fuente: Lens.org

En la figura 2 se puede apreciar de una manera clara los diferentes códigos de clasificación CPC, como también su densidad con respecto a las publicaciones.

La Clasificación Internacional de Patentes (CPC), es una categoría que se estableció a través del Arreglo de Estrasburgo para el periodo comprendido a partir del año de 1971 y actualmente se constituye como un sistema jerárquico, en el que se involucran símbolos que no dependen de ningún tipo de idioma en específico para la clasificación de patentes o de los modelos de utilidad registrados, estableciendo una variación de acuerdo a los sectores de aplicación a los que las tecnologías pertenecen.

Figura 3. Principales países productores de patentes



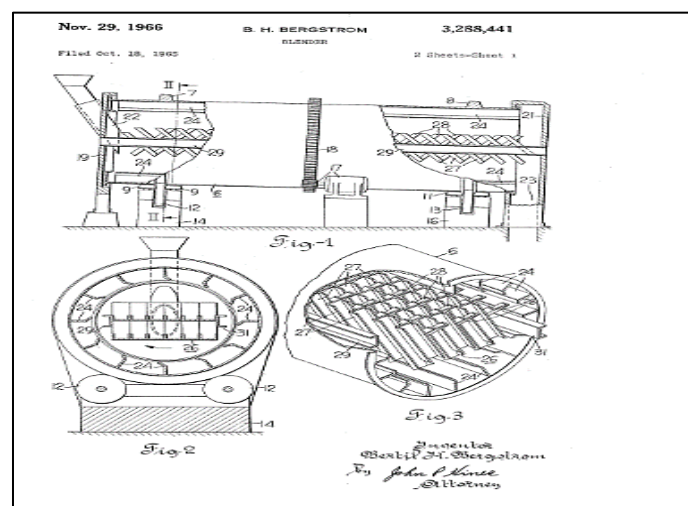
Fuente: Lens.org

En la figura 3 se pueden apreciar los países con mayor número de publicaciones o más activos con un tono azul más fuerte de acuerdo al nivel de actividad de la nación, donde se puede observar que Estados Unidos es el país con mayor actividad mundial, en cuanto a publicaciones de patentes de estas tecnologías.

Desde las épocas muy remotas el deseo del hombre ha sido construir maquinas con características que le faciliten la realización de operaciones que le resulten peligrosas en el procesamiento de los alimentos [13]. Máquinas o dispositivos de este tipo serían herramientas muy importantes en el desarrollo de estos procesos que para el hombre le resultarían difíciles, además de contar con la ventaja que nunca se cansan.

Es a través de este deseo que el hombre con el paso del tiempo se percató que, era posible alcanzar lo que anhelaba, con la aplicación de sus ideas. Es así que se presenta la patente **US_3964345_A**, la cual consistía en una invención que contemplaba una división mecánica del material a medida que es descargado por un tambor giratorio que aseguraba una amplia dispersión del material. Con la división mecánica, hay una mezcla continua entre el material que entra y sale del tambor, lo que da como resultado una mezcla más completa en un período de tiempo más corto en la mezcladora, siendo una de las primeras licuadoras conocidas [14].

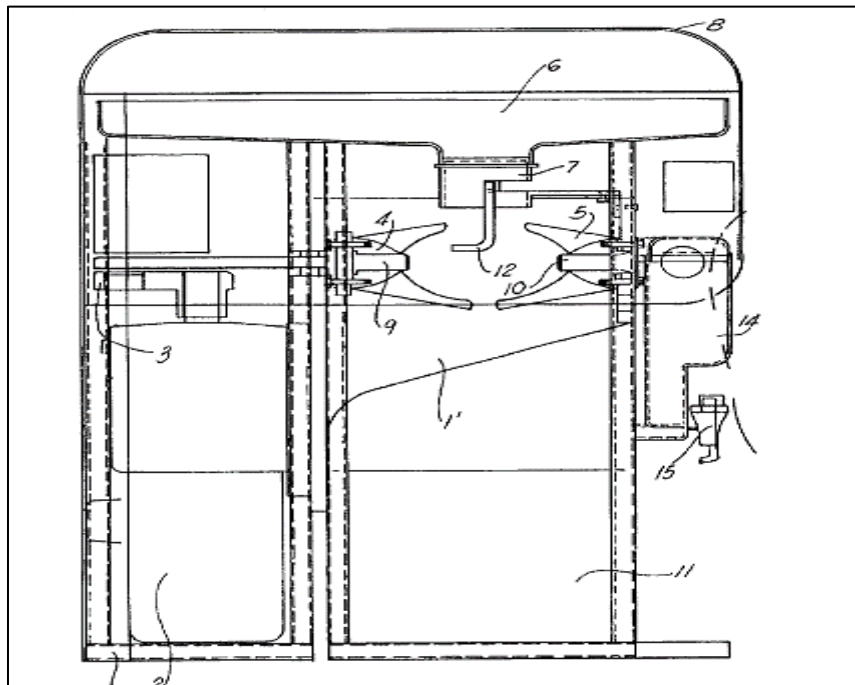
Figura 4. Patente US4854718



Fuente: Google Patent

Por otra parte, tenemos que la patente **US5720219** la cual consiste en un aparato de extracción de jugo de frutas para procesar cítricos en general, sin contacto manual, que comprende un chasis tubular que tiene montada una caja de extracción fijada a un motorreductor para accionar un conjunto de manivela y varilla que disloca un hemisferio cóncavo contra otro hemisferio cóncavo, presionando así la fruta. liberado por un gatillo colocado en una abertura en una bandeja en la que uno de los hemisferios cóncavos tiene un pasador central y en el otro un tubo perforador para la extracción del jugo, los residuos sólidos de la fruta se descargan en un recipiente y el líquido pasando a través de un filtro, luego cayendo en un depósito que tiene puertos de salida en el mismo [15].

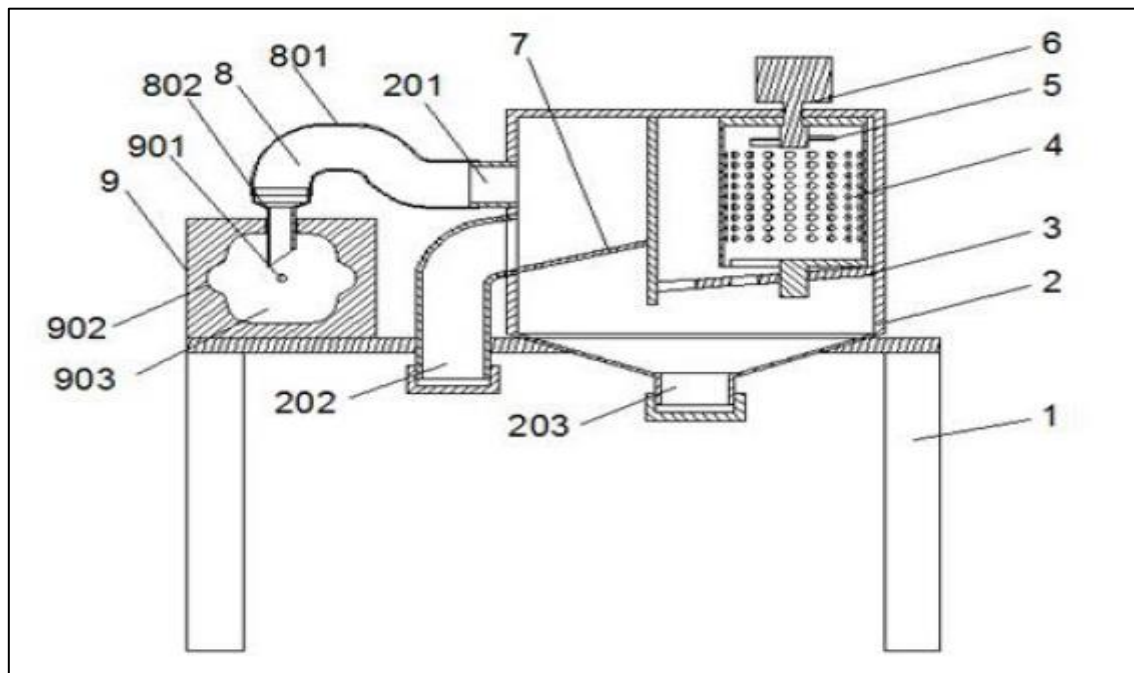
Figura 5. Patente US5720219



Fuente: Google patent

En este sentido encontramos la patente **CN203694954U** la cual hace referencia a un modelo de utilidad que da a conocer un agitador mezclador mecánico y tiene como objetivo principal proporcionar un agitador mezclador mecánico que tenga las ventajas de una alta uniformidad de mezclado, un funcionamiento fiable y una construcción e instalación convenientes. El agitador mezclador mecánico comprende un mecanismo impulsor y un eje agitador accionado a través de un mecanismo de transmisión utilizando el mecanismo impulsor, en el que el eje agitador es de estructura hueca; el eje de agitación está conectado a un tubo de dosificación; una pluralidad de tubos porosos en forma de tira se inserta en el eje de agitación a ciertos intervalos; el eje de agitación está comunicado con los conductos porosos(LAVEE, 2005).

Figura 6. Agitador mecánico de LAVEE



Fuente: Google patent

En la revisión de artículos encontramos la publicación “*Development and Performance Evaluation of a Manually-Operated Multipurpose Fruit Juice Extractor*” en donde se presenta una máquina que funciona básicamente según el principio de transmisión de la fuerza de compresión para romper las células del jugo de la fruta para la liberación del jugo (Jiang, 2018).

De manera análoga encontramos la tesis de Arango (2006) donde se presentan soluciones a dos problemas que afectan a la población del choco, siendo estos la purificación del agua y el procesamiento de alimentos a través del accionamiento mecánico manual (Odevole et al., 2018).

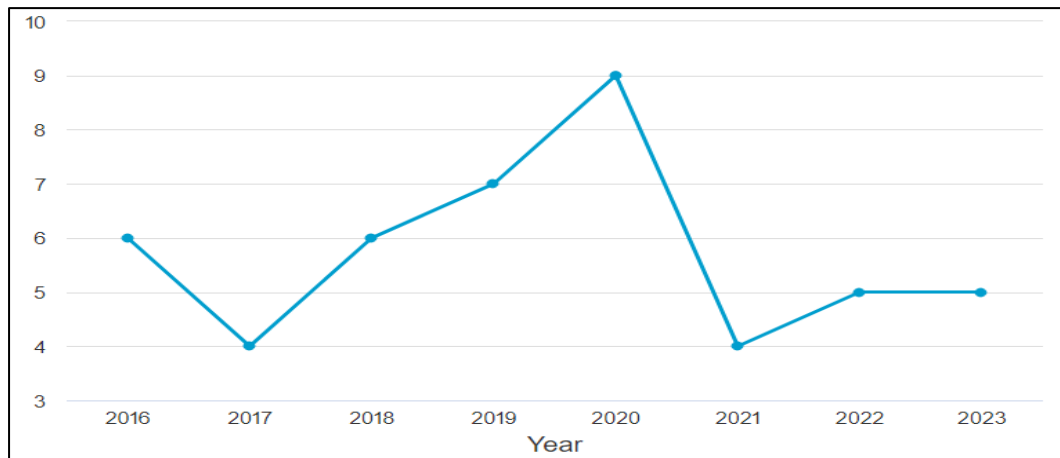
Con base en el recorrido de las diferentes publicaciones presentadas es también destacable la publicación “*Technical Innovations For Developing Countries: The Case of a Human-Powered Fruit Blender*” en donde se presenta un diseño, en el cual los componentes eléctricos de una licuadora común se reemplazan por un sistema de tren de engranajes diseñado con el objetivo de multiplicar los esfuerzos humanos para lograr la máxima eficiencia. La principal característica se centra en que los mecanismos impulsores de esta licuadora son engranajes y ejes que fueron fundidos y maquinados respectivamente. En esta publicación se hace referencia a la validación del prototipo y se pudo constatar que las cuchillas de la licuadora lograron alcanzar velocidades 8 veces más altas que la velocidad de entrada [18].

Uno de los aspectos importantes en la revisión bibliográfica de los artículos o publicaciones que hacen referencia a los dispositivos de extracción de jugos con accionamientos mecánicos manuales, es la trazabilidad que estos han tenido en el tiempo,

esto se conoce gracias la base de datos de Scopus a través de la construcción de una ecuación booleana de búsqueda.

Siendo así en la figura 7 se presentan las publicaciones en los últimos años, con respecto a estos desarrollos.

Figura 7. Publicaciones de artículos en el tiempo



Fuente: Scopus

En la figura 7 se puede observar que el desarrollo de estas tecnologías alcanzó su pico para el periodo 2020 descendiendo de manera abrupta para el año 2021 para luego en los años siguientes hasta la fecha mantenerse constante.

2. MARCO TEORICO

Este capítulo abordara gran parte de la teoría física básica con respecto al diseño de mecanismos, empezando por la definición de conceptos cinemáticos, dinámicos y mecánicos presentes en el diseño propuesto en la simulación.

Cinemática

La Cinemática es una rama de la mecánica que trata del estudio de los tipos de movimiento sin considerar las causas que lo producen (CINEMATICA, 2016.). Esta se clasifica en:

Mecánica

Se define como una rama de la física que implica el estudio del movimiento y los estados en los que estos se producen.

Dinámica.

Es la encargada de estudiar el movimiento considerando las causas que lo producen. Con respecto a la cinemática se pueden destacar los siguientes conceptos:

Movimiento de una partícula

Se entiende cuando un cuerpo llamado partícula experimenta un recorrido desde una posición inicial hasta una final, este puede ser recto o curvilíneo, a lo cual dependiendo de su naturaleza se puede llamar rectilíneo o curvilíneo.

Sistema de referencia

Hace referencia al punto con respecto a la cual la partícula está ejerciendo su recorrido, para diversos cambios en su trayectoria. Este sistema de referencia se conoce comúnmente como absoluto [20].

Rapidez

Es considerada como una cantidad de tipo escalar que exclusivamente señala la magnitud de la velocidad y no considera la especificación de la dirección del movimiento.

Velocidad

Es una magnitud de tipo vectorial que para definirse es necesario especificar su magnitud, origen, dirección y sentido (TIPPENS, 2001).

$$V = \frac{d}{t} [1]$$

Donde:

V = Velocidad [m/s].

d = Distancia [m].

t = Tiempo utilizado durante el desplazamiento [s].

Velocidad media

Es la media de la velocidad de la partícula

$$V_{prom} = \frac{v_f + v_i}{2} [2]$$

Aceleración

Es la cantidad que determina la variabilidad en la velocidad de una partícula por cada unidad de tiempo específico.

$$a = \frac{v}{t} [3]$$

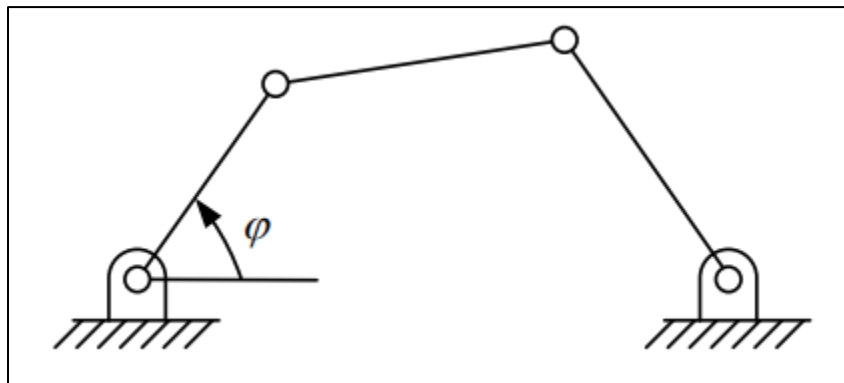
2.1. Mecanismos

Para abordar este concepto es importante destacar que una máquina se considera generalmente como una combinación de una variedad de cuerpos dispuestos de tal forma que estos puedan alcanzar a producir un trabajo. En la actualidad este concepto implica la capacidad con la que se cuenta para transmitir niveles de fuerza/momentos considerables. Una vez la fuerza/momentos involucrados en esta combinación son pequeños, se dice que la principal función del dispositivo será la de transmitir o modificar el movimiento; es así que en lugar de definirlos como máquinas se les suele llamar mecanismos (Buch, 2016).

Todos los mecanismos existentes están integrados por elementos. Estos tienen posibilidad de producir algún tipo de movimiento a excepción de uno en particular, el cual se denomina elemento fijo.

Un concepto muy importante en la teoría es la cadena cinemática, la cual hace referencia a aquel conjunto de los elementos móviles unidos a través de pares cinemáticos. Para el caso específico de una cadena cinemática, en esta no se puede identificar un elemento fijo por definición, en si esta expresión implica una generalización del concepto de mecanismo.

Figura 8. Cuadrilátero articulado



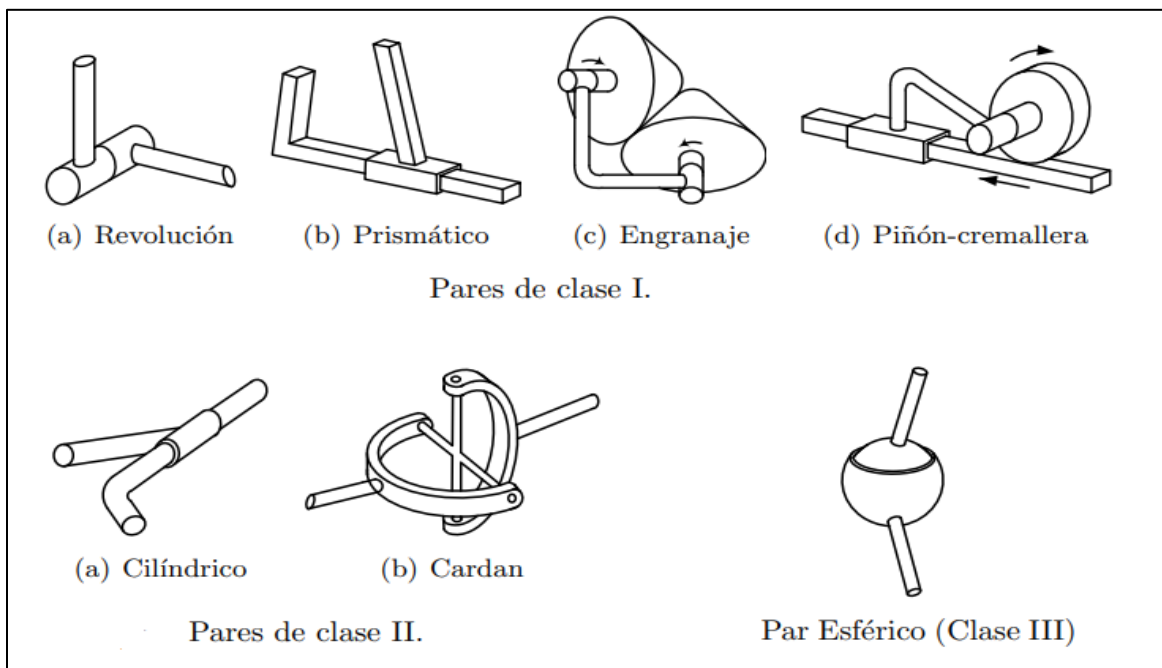
Fuente: Recuperado de Teoría de Maquinas de Avello (2006)

En la figura 8 se puede observar que los cuadriláteros articulados son estructuralmente iguales, dado que todos ellos tienen en común que el elemento fijo está sometido a la unión de dos elementos binarios que, a su vez, están unidos conjuntamente por otro binario.

Elementos y pares

En la definición del concepto de elementos, estos se definen como manivelas si este último genera revoluciones completas con respecto a un eje estático, balancín si solamente produce oscilaciones con respecto a un eje fijo y por último biela si este tiene un movimiento generalizado. Los pares cinemáticos se clasifican en clase I, II, III, etc., dependiendo del número de grados de libertad, que les permitan un movimiento relativo entre los dos elementos que los unen (Buch, 2016).

Figura 9. Tipos de pares



Fuente: Recuperado de Teoría de Maquinas de Avello (2006)

En la figura 9 se observan los diferentes tipos de pares con respecto a su clase en detalle.

2.2. Dinámica de la partícula

En la estructuración de los conceptos físicos aplicados a esta temática, se considera relevante la segunda ley de Newton, la cual establece que para una partícula de masa constante m en la que actúa una fuerza F se puede verificar que:

$$F = \frac{dp}{dt} [4]$$

Donde:

P = Momento lineal esta definido como el producto de la masa m de la partícula por su velocidad v

$$P = m * v [5]$$

De acuerdo al Teorema de la conservación del momento lineal, se puede inferir inmediatamente de la ecuación 4 siendo esta la que establece que cuando la magnitud las fuerzas resultantes que están interactuando sobre una partícula es nula, se dice entonces que el momento lineal P se conserva.

Engranajes

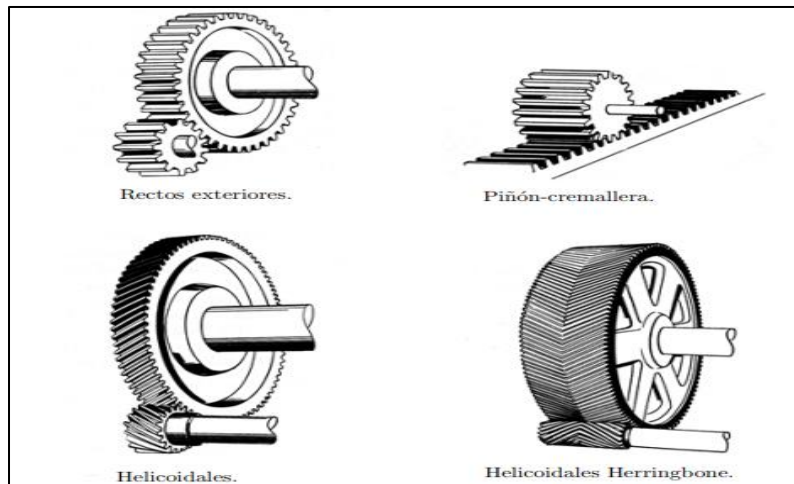
Los engranajes son aquellos elementos que permiten transmitir rotaciones entre los ejes con relaciones de velocidad angular constante [21]. Son elementos compactos, sencillos en su proceso de manufactura, como también pueden llegar a transmitir grandes potencias, actualmente están normalizados, siendo esta una de las razones por las que su presencia es importante en muchos tipos de máquinas (Publicas, 2005.).

Los engranajes generalmente se encuentran clasificados en tres importantes grupos, esto con base en la disposición de sus ejes:

Ejes paralelos → incluye los engranajes cilíndricos, los de dientes rectos, estos últimos pueden ser exteriores o en su defecto interiores. También incluyen los de Piñón–cremallera, los de dientes helicoidales y los de tipo Herringbone.

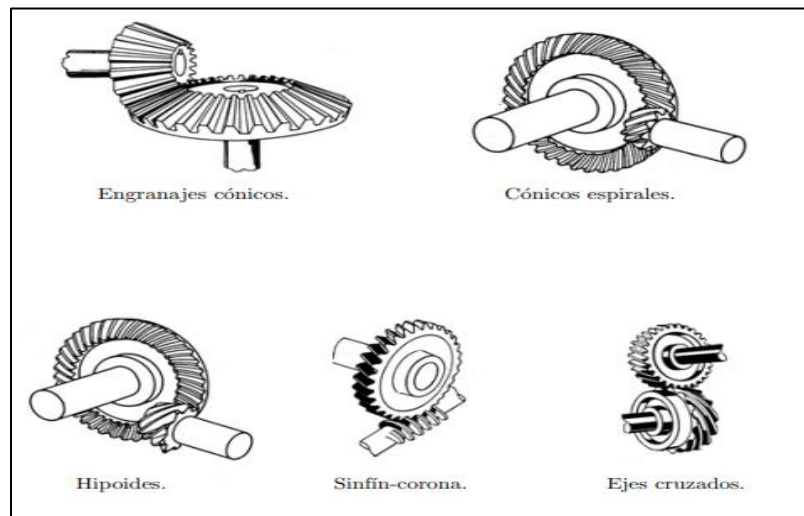
Ejes cortantes → engranajes cónicos, Dientes rectos. Dientes espirales.

Figura 10. Clasificación de engranajes



Fuente: Recuperado de Teoría de Maquinas de Avello (2006)

Figura 11. Clasificación de engranajes cónicos



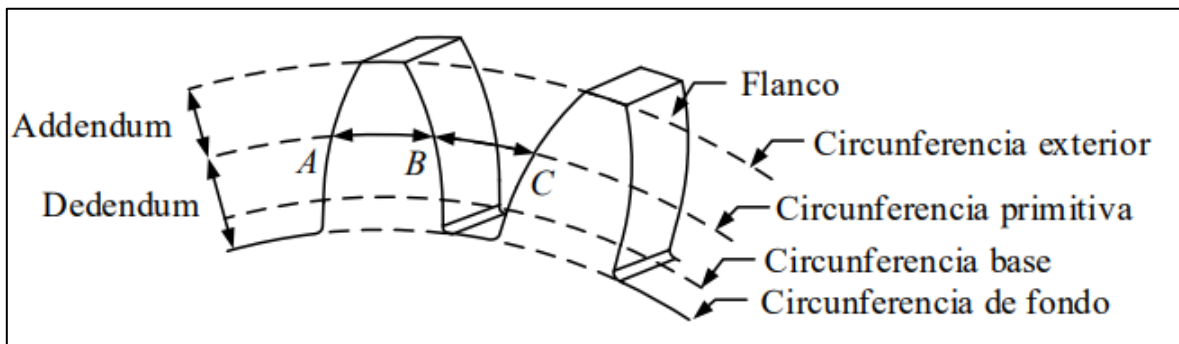
Fuente: Recuperado de Teoría de Maquinas de Avello (2006)

En las figuras 10 y 11 se pueden observar los tipos de engranajes más comunes de acuerdo a sus ejes, esto no descarta algunos que, aunque se emplean actualmente en la industria, no se consideraran como relevantes para este proyecto.

2.3. Nomenclatura de los engranajes

El los engranajes el dentado está condicionado de acuerdo a distintas normas o reglas de estandarización, como es el caso de la UNE e ISO. La figura 12 permite observar la nomenclatura más ampliamente utilizada para estos fines.

Figura 12. Nomenclatura de los engranajes



Fuente: Recuperado de Teoría de Maquinas de Avello (2006)

El módulo se define de la siguiente manera:

$$m = \frac{p}{\pi} [6]$$

Definiendo z como el número de dientes y R el radio primitivo, el paso p se puede definir a través de la siguiente ecuación:

$$p = \frac{2\pi}{z} [7]$$

Al realizar una comparación entre las ecuaciones 6 y 7, se puede obtener al establecer una relación entre el radio primitivo y el correspondiente módulo:

$$R = \frac{mz}{2} [8]$$

Las normas de tipo ISO específicamente para la nación española, se caracteriza porque integra tres series o clasificaciones de módulos, de las que se han sugerido utilizar las de la primera serie, siempre y cuando esta sea posible, como también evitar el uso de los módulos de la tercera serie a excepción de los casos en los que sea estrictamente necesario.

Tabla 1. Norma ISO

Serie I (mm)	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	...
Serie II (mm)	1,25	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	...
Serie III (mm)	—	—	—	—	3,25	3,75	—	6,5	...

Fuente: Recuperado de engranajes cilíndricos según Normas ISO (2016)

Otras definiciones importantes son las que se presentaran a continuación:

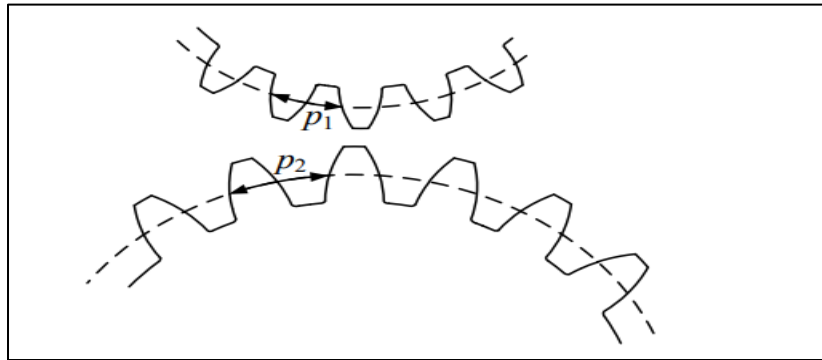
Espesor del diente: es aquel que coincide con la anchura del hueco, por lo tanto su valor se define como $p/2$.

El Angulo de presión ψ : se sugiere implementar un valor de $\psi = 20^\circ$ pero, en caso de ser necesario, se pueden emplear las variantes de los ángulos $\psi = 14,5^\circ$ o $\psi = 25^\circ$.

El addendum a: comprende las dimensiones de un $a = m$ en los dientes de tipo normal y un $a = 0,75 m$ en los más cortos.

El dedendum d: comprende las dimensiones de un $d = 1,25 m$ en los aquellos dientes normales y un $d = m$ en los más cortos.

Figura 13. Engranajes rectos



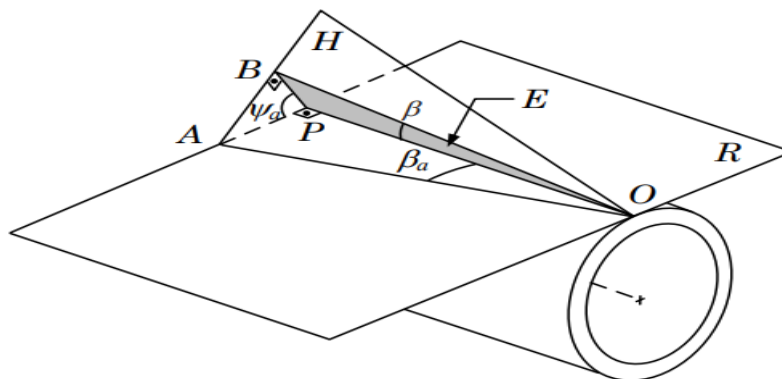
Fuente: Recuperado de Teoría de Maquinas de Avello (2006)

En la figura 14 se pueden observar un par de engranajes rectos en los que su paso es coincidente.

Engranajes helicoidales

Son los que se producen a través de una partición de los engranajes rectos y cuentan como ventaja principal frente a los rectos, en que tienen una relación de contacto mayor, lo que implica que estos operaran con menos ruido y con una mayor suavidad.

Figura 14. Ángulos principales de los engranajes helicoidales



Fuente: Recuperado de Teoría de Maquinas de Avello (2006)

2.4. Ubicación dentro de la línea de investigación

La propuesta del presente proyecto está alineado con las capacidades del egresado de Ingeniería Mecánica de la UAN en cuanto a poder desarrollar el diseño de un sistema mecánico y estructurar su funcionamiento con base en el apoyo de elementos computacionales, partiendo de los conceptos físicos necesarios adquiridos en la institución, en los que para este se considera la innovación como eje central ante la solución de problemas reales, de esta manera se ubica el presente desarrollo en la línea las asignaturas de Diseño Mecánico, materiales de ingeniería, resistencia de materiales.

Siendo así una forma en la que se esté aportando al desarrollo de investigaciones de carácter aplicado. La propuesta formulada en este trabajo de diseño y fabricación del mecanismo de accionamiento manual para la implementación en una licuadora doméstica que no depende de la electricidad, suscita el interés por precisar los mecanismos de funcionamiento que puedan ser propuestos y así conocer la simulación del mecanismo de accionamiento manual de la licuadora, determinar los estados de esfuerzos y aplicar las teorías de fallas. De manera inferencial se entregará a la institución un documento en el que se registrarán todas las observaciones y análisis detallados de los resultados, para obtener el objetivo propuesto y a su vez poder darles la oportunidad a los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño de documentarse ante futuras investigaciones sobre lo que se ha plasmado en el transcurso de este proyecto investigativo con respecto a los conceptos científicos y de diseño.

3. DISEÑO METODOLOGICO

3.1 Conceptos

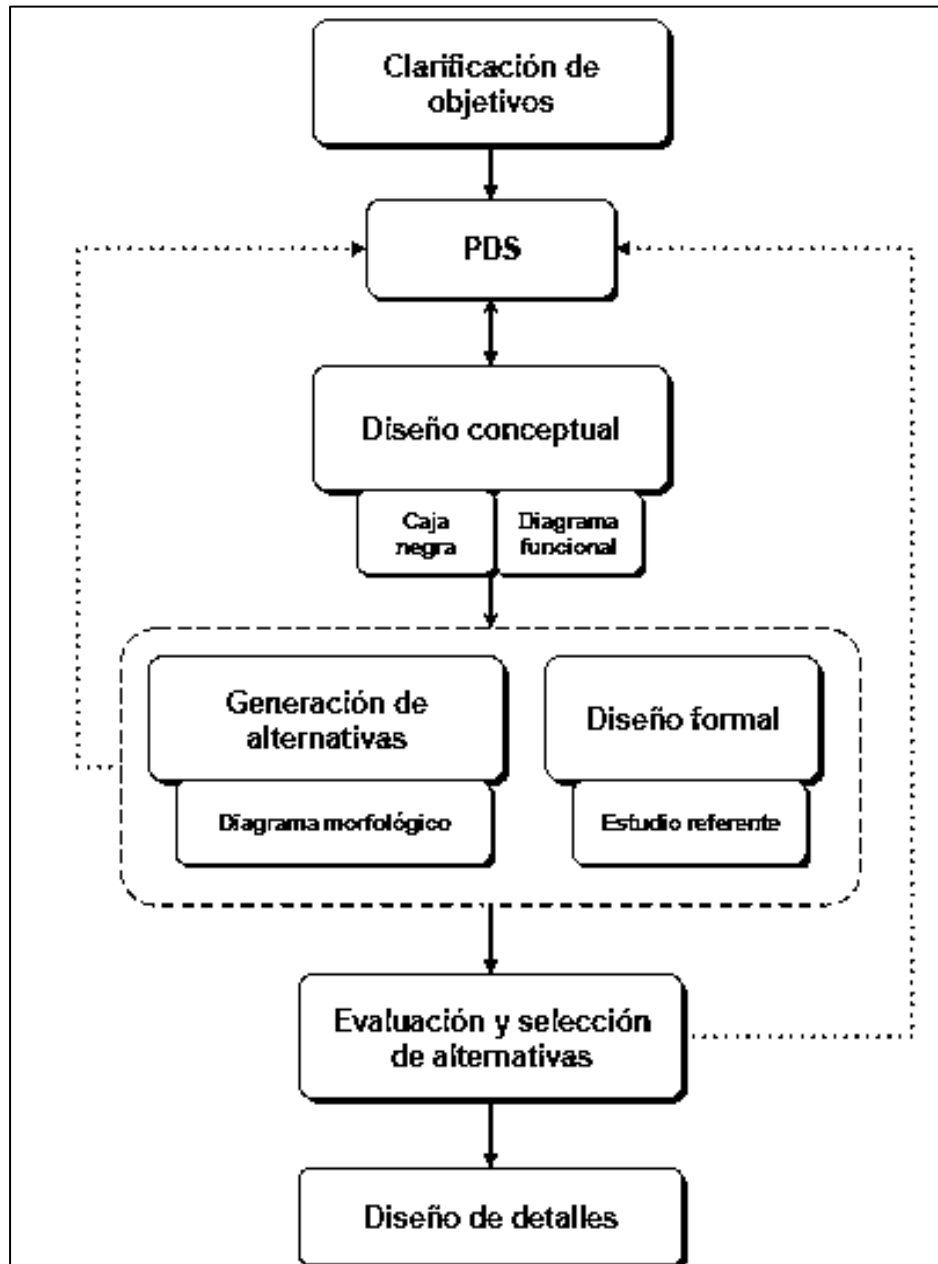
El diseño metodológico se aborda desde los conceptos propios referentes al estudio de la teoría de diseño, es así como de esta forma se considera pertinente el desarrollo de este proyecto y como tal la descripción de las definiciones derivadas con respecto a esta ciencia en particular.

El diseño se desarrollará con base en los modelos de las licuadoras ya existentes, en el que se realizará un modelamiento y simulación de la misma, estableciendo una combinación de herramientas de diseño metódico, conceptual y formal, en el que se permita crear un proceso lógico con respecto a las alternativas encontradas, de tal manera que todos los elementos estén debidamente analizados en detalle para su justificación en la definición del producto.

El proceso descrito se sustenta sobre los planteamientos para el desarrollo de productos por Nigel Cross [4], con el propósito de alcanzar los objetivos planteados previamente.

En la figura 16 se puede observar el esquema de diseño propuesto para este desarrollo, con base en los criterios adoptados por Croos.

Figura 15. Esquema del proceso de diseño



Fuente: Recuperado de *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*

(IJMET) (2019)

El proceso metodológico de diseño descrito a continuación se puede observar en la figura 16, en ella se enuncian las fases preliminares de diseño. Estas etapas se relacionan en detalle de la siguiente manera:

Etapas 1 – Adquisición de material bibliográfico y planeación

En esta etapa se organiza el proyecto, se establece una planeación del trabajo y la investigación. En esta se desarrolla una estrategia de búsqueda para obtener la información necesaria para alcanzar a cumplir con los objetivos del proyecto,

Etapas 2 - Desarrollo y caracterización del concepto

En este punto se filtra la información obtenida durante la etapa de investigación y se definen los parámetros que se consideraran relevantes durante el desarrollo del proyecto. Se define el PDS con respecto a la ejecución del proyecto.

Etapas 3 - Diseño del producto a nivel de sistema

Esta etapa se limita a generar las posibles alternativas y evaluarlas en detalle, como también se definen el funcionamiento y la forma que tendrán los productos.

Etapas 4 - Diseño de detalles del producto

En esta etapa se desarrolla un ajuste a los detalles del diseño, se especifican los materiales y acabados necesarios para el producto definitivo. Se construyen los planos del producto y se elaboran los prototipos.

Figura 16. Esquema metodológico del proyecto



Fuente: Los autores

3.2. Especificaciones de Diseño de Producto

Como punto de partida se establece el PDS (*Product Design Specifications*) el cual es un documento que se construye durante la etapa de definición del problema en cuestión, es allí donde se definen un conjunto de requerimientos que debe llegar a tener el producto para alcanzar a satisfacer las demandas de los usuarios finales (Karl, 20023.). Se estructura describiendo de una forma precisa los beneficios que se pueden ofrecer con el producto, los “QUE”, es decir los criterios adoptados por los usuarios, pero en términos técnicos más específicos. Se utilizan para establecer los parámetros de diseño y desarrollo adecuado del producto, en una lista anteriormente propuesta como lo son: La ergonomía, el desempeño, los materiales, los procesos de manufactura, el mantenimiento y la estética del producto, entre otros no menos relevantes [18].

Tabla 2. Elementos del PDS

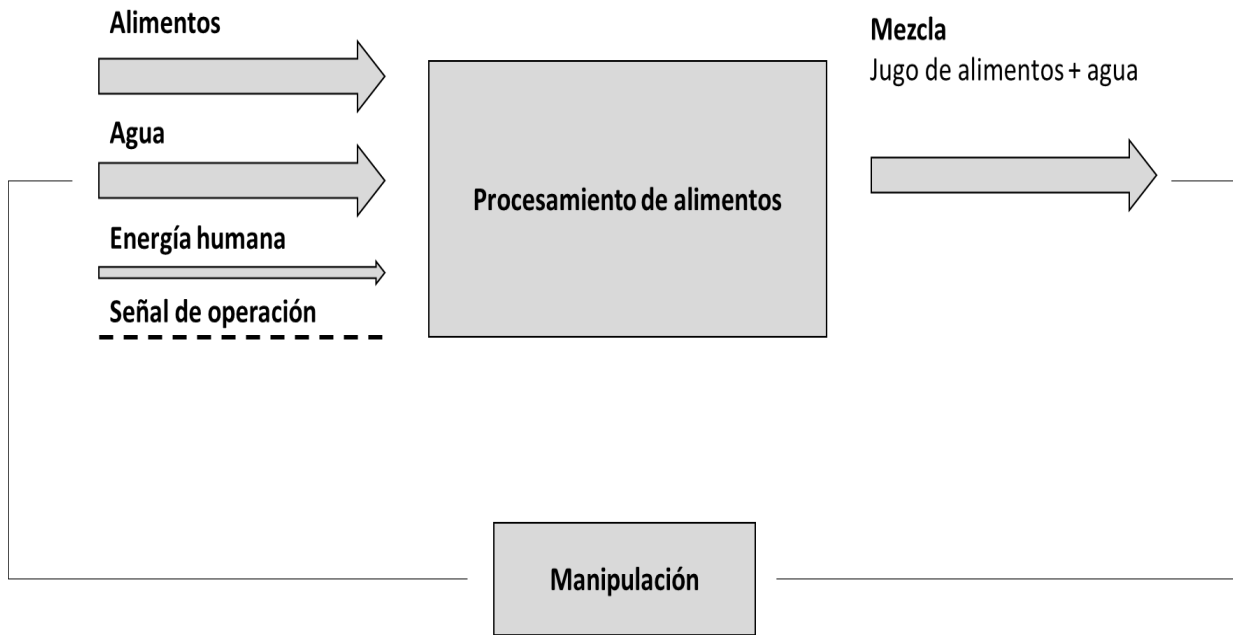
DEMANDAS	REQUERIMIENTOS
Debe producir jugo para 3 personas aproximadamente	Capacidad de 1.25 litros.
Debe procesar diferentes tipos de alimentos.	Procesamiento de frutas semiduras y blandas,
Deber ser más rápido y eficiente	El tiempo de preparación de un jugo debe ser de máximo de 5 minutos.
Que el mantenimiento y la limpieza puedan realizarse fácilmente	Facilidad para el desensamblar
Debe ser de fácil producción	Utilizar piezas estandarizadas y procesos de manufactura disponibles
Deben tener un tamaño y un peso apropiados para el transporte	Tamaño máximo de 30x30x30 cm. y peso máximo de 10 kg.

Fuente: Los autores

3.3. Diseño conceptual

Consiste en un método de análisis de funciones, en el cual se consideran las funciones principales del producto y cómo estas se pueden abordar en un orden lógico. En este sentido es común describir las entradas y salidas a través del método de la caja negra, en ella se encuentran todo lo necesario para definir el sistema.

Figura 17. Caja negra del sistema



Fuente: Los autores

4. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Para desarrollar este capítulo se considerará que los productos mencionados en este apartado han sido válidos tecnológicamente para efectos del desarrollo del proyecto, ya que se evidencia que utilizan fuentes de energía alternativas, lo que en esencia representa una ventaja frente a las fuentes de energías tradicionales como la electricidad, y pueden ser instalados sin ningún problema en el resguardo indígena wayuu de Mayabangloma ubicado en el departamento de la Guajira. Por otra parte, se encontraron diversos productos que utilizan materiales y formas que se adaptan de una mejor manera al contexto y a su vez brindan mayores beneficios funcionales a los usuarios finales.

Dentro del proceso concerniente al desarrollo de un nuevo producto, es pertinente valorar el proceso creativo, esto en concordancia a lo propuesto por Cross (2002) dado que este puede considerarse como un ejercicio en el que intervenga una combinación de elementos ya existentes, es decir, se ejecutan mejoras o se establecen diferentes configuraciones con respecto al mismo producto.

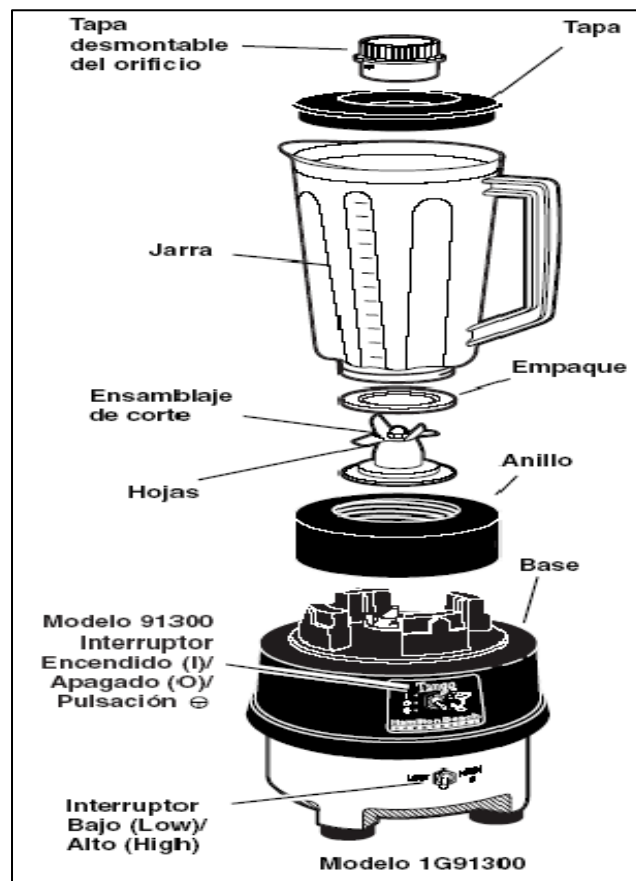
Como se establece que el resultado esperado es el diseño y simulación de un mecanismo de accionamiento manual en una licuadora para ser utilizada en el resguardo indígena wayuu de Mayabangloma, es importante caracterizar los elementos que están presentes en estos dispositivos, dado que se trata de incorporar elementos adicionales para el accionamiento de este. Al tratarse de un sistema de accionamiento para una licuadora es importante analizar los componentes que constituyen esta última, dentro de los cuales podemos destacar los siguientes:

1. Motor de potencia
2. Cuchillas de procesamiento

3. Condensador
4. Carcasa de la licuadora
5. Vaso o recipiente de procesamiento
6. Vaso de medida
7. Base soporte del motor
8. Panel de control de velocidades
9. Corona o base del vaso de la licuadora
10. Tapa
11. Anillo de silicona
12. Porta cuchillas

En la figura 18 se puede observar gráficamente los componentes de una licuadora común.

Figura 18. Componentes de una licuadora



Fuente: Tomado de <https://yuli06blog.wordpress.com/>

manera que el propósito se centre en un producto diseñado a partir de las características tecnológicas apropiadas, como lo son: la simplicidad, la facilidad en su uso y un bajo costo asociado a su producción y comercialización.

Con respecto a las licuadoras actuales una de tipo manual que disponga de un accionamiento mecánico, ofrece ciertas ventajas y desventajas, estas se analizaron en el momento de establecer las alternativas disponibles para el diseño del prototipo.

Ventajas

- ✓ No requiere corriente eléctrica para su funcionamiento.
- ✓ No es dependiente de la potencia del motor.
- ✓ Son más económicas que las eléctricas.
- ✓ Tiene mayor durabilidad.
- ✓ No incrementan la temperatura de los alimentos.

Desventajas

- ✓ Desgaste físico en el uso.
- ✓ Mayores tiempos de procesamiento.
- ✓ Son menos versátiles que las tradicionales.

4.1.1 Jata Hogar 995 licuadora manual, 400 W, Plástico.

Figura 20. Licuadora Jata



Fuente: Tomado de <https://comprar-licuadora.com/manual>

Esta licuadora cuenta con un dispositivo de accionamiento manual a un precio inferior a 20€ el equivalente a \$ 100.347 pesos colombianos, cuenta con las siguientes características:

- Licua y exprime frutas y verduras
- Cuenta con ventosa de fijación
- Es de fácil limpieza
- Más conservación de vitaminas y antioxidantes.
- Diseño de mando de bloqueo y liberación.

Las ventajas y desventajas proporcionadas por esta tecnología pueden ser apreciadas en la tabla 3:

Tabla 3. Posibles ventajas y desventajas de la alternativa 1

PROS	CONTRAS
✓ Boca de llenado bastante amplia.	✗ Le cuesta admitir alimentos más duros.
✓ Fácil de limpiar.	✗ Las piezas son de plástico.
✓ Pesa sólo 1kg.	
✓ No ocupa mucho espacio.	
✓ Tiene ventosas para fijar la licuadora.	

Fuente: Los autores

4.1.2. Lexen Healthy Juicer - Extractor de zumo, no eléctrico, compacto

Figura 21. Licuadora Lexen



Fuente: Tomado de <https://comprar-licuadora.com/manual>

Esta licuadora cuenta con un dispositivo de accionamiento manual más moderno a un precio inferior a 45€ el equivalente a \$ 225.781 pesos colombianos, cuenta con las siguientes características:

- Cuenta con un sistema de exprimidor multiusos
- Fácil limpieza y facilidad de uso
- Desarrollado para las necesidades de tiempo
- Se venden desde el exterior y pueden diferir en los precios

Las posibles ventajas y desventajas proporcionadas por esta tecnología pueden apreciarse en la tabla 4:

Tabla 4. Posibles ventajas y desventajas de la alternativa 2

PROS	CONTRAS
✓ Partes extraíbles para una limpieza más fácil.	✗ No es la más indicada para licuar la verdura.
✓ Saca el máximo jugo a los alimentos.	✗ En ocasiones salpica .
✓ Fácil y rápido de usar.	
✓ Buena relación calidad precio.	
✓ Materiales de buena calidad.	

Fuente: Los autores

4.1.3. Lehman Hogar licuadora manual, 400 W, vidrio

Figura 22. Licuadora Lehman



Fuente: Tomado de <https://comprar-licuadora.com/manual>

Esta licuadora cuenta con un dispositivo de accionamiento mecánico a un precio inferior a 85€ el equivalente a \$ 426.475 pesos colombianos, cuenta con las siguientes características:

- Cuenta con un sistema de accionamiento mecánico con trenes de engranajes
- Fácil limpieza y facilidad de uso
- Desarrollado con materiales de alta calidad
- Se venden en todo el mundo

Tabla 5. Posibles ventajas y desventajas de la alternativa 3

PROS	CONTRAS
✓ Partes extraíbles para una limpieza más fácil.	✗ No es la más indicada para licuar la verdura.
✓ Saca el máximo jugo a los alimentos.	✗ En ocasiones salpica .
✓ Pesa sólo 1kg .	✗ Le cuesta admitir alimentos más duros .
✓ Buena relación calidad precio .	
✓ Materiales de buena calidad.	

Fuente: Los autores

4.2 diagrama morfológico

Consiste en generar una serie de soluciones alternativas integrales, en cuanto al diseño del producto y a su vez ampliar de esta manera las búsquedas de nuevas soluciones en la medida en que estas sean posibles.

1. Primeramente se desarrolla una lista que incluya las características o las funciones que se deben priorizar en el producto. Sin que esta sea demasiada extensa, adicionalmente debe alcanzar a cubrir por completo las funciones, en un nivel relevante en su generalización.

2. En este punto se individualizan cada una de las características o funciones, para luego proceder a mencionar los medios con los cuales estas podrían alcanzarse. En este compendio se incluyen nuevas ideas, así como también los componentes o posibles soluciones secundarias que puedan existir y las ya conocidas.

3. Desarrollar un esquema grafico que integre todas las posibles soluciones secundarias. En ese sentido este representará un escenario integral de soluciones para el producto diseñado y estará compuesto por una serie de combinaciones de las soluciones secundarias.

Tabla 6. Diagrama morfológico licuadora manual

Funciones y/o Soluciones	1	2	3
Almacenar en un recipiente	Vaso	Vaso	Vaso
Cierre hermético	Tapa roscada	Tapa a presión	Tapa a presión
Asegurar sistema de operación	Anillo	Tope	Cierre a presión
Desintegrar las frutas	Cuchillas	Rodillo	Cuchillas
Mezclar homogenizar	Forma cubica	Forma cónica	Forma cónica
Transmitir para producir movimiento	Lineal	Lineal	Palanca
Amplificar en ventaja mecánica	Sin fin y coronas	Poleas y correas	Engranajes cónicos
Transformar en movimiento rotatorio	Sin fin y coronas	Poleas y correas	Engranajes cónicos
Indicar funcionamiento	Mango	Disco	Mango

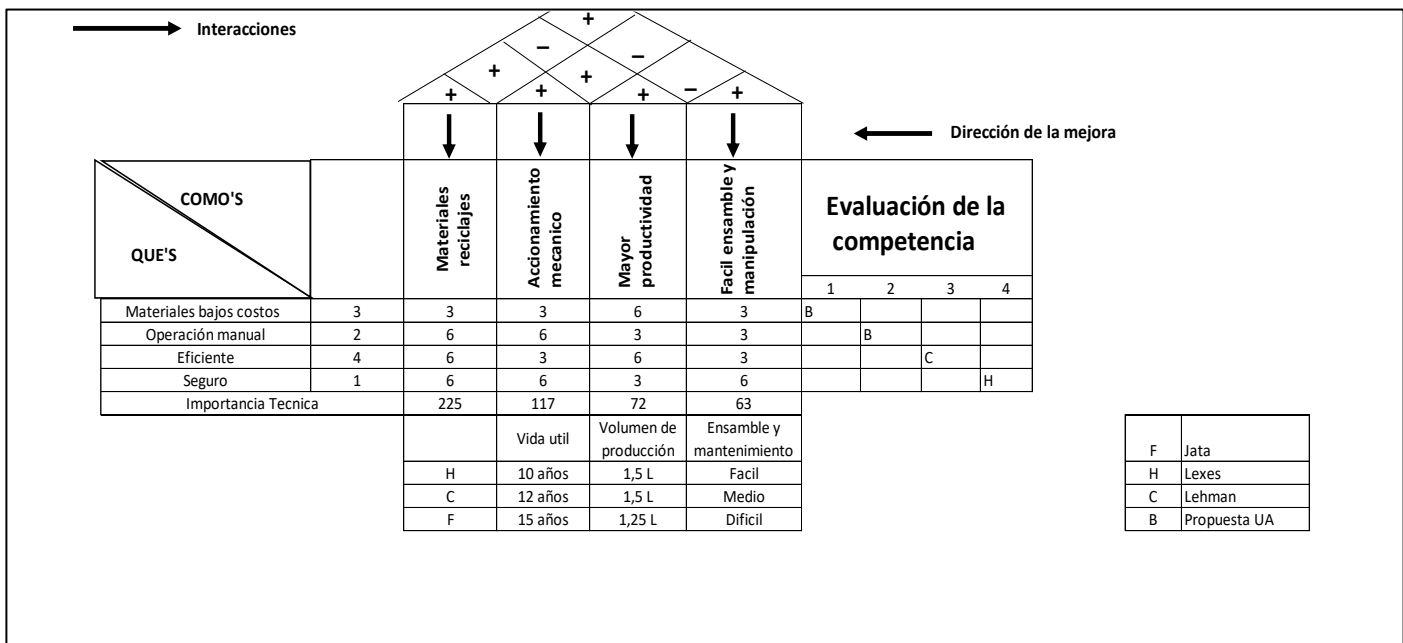
Fuente: Los autores

En la tabla 6 se puede observar las funciones principales y secundarias requeridas para el desarrollo del proyecto.

4.3 Desempeño de la función de calidad

El despliegue o desempeño de la función de calidad QFD, conocida por sus siglas en inglés como *Quality Function Deployment* es una metodología de diseño de productos y a su vez de servicios que se sustenta en los deseos del usuario final y los traduce, en una serie de pasos de manera sucesiva, de tal modo que se puedan establecer características iniciales de diseño y operación que satisfagan las demandas y expectativas de los mercados a impactar.

Figura 23. Casa de la calidad



Fuente: Los autores

En la figura 23 se puede observar las especificaciones determinadas con base al método del desempeño de la función de calidad.

4.4 Especificación del rendimiento

Se sustenta en identificar los requerimientos iniciales y compararlos con los deseados a fin de poder constatar el cumplimiento de estos para efectos de un diseño óptimo. En la tabla 7 se puede apreciar los requerimientos deseados y los requeridos para el diseño propuesto.

Tabla 7. Especificación del rendimiento del diseño propuesto

CARACTERÍSTICAS GENERALES	REQUIRIDAS	DESEADAS
CAPACIDAD		
<i>x cantidad de 1,25</i>	x	
INSTALACION		
<i>Fácil instalación</i>	x	
<i>Componentes estandarizados</i>		x
MANTENIMIENTO		
<i>Mínimo y sencillo</i>	x	
<i>Ningún mantenimiento</i>		x
<i>Facilidad en descubrir fallas</i>	x	
DIMENSIONES		
<i>Longitud</i>	x	
<i>Ancho</i>	x	
<i>Altura</i>	x	
<i>Volumen</i>	x	
<i>Peso</i>	x	
SEGURIDAD		
<i>Lo más seguro posible</i>	x	
ESTÉTICA		
<i>Poco rudimentario, fácil de comercializar</i>		x
PRECIO		
<i>\$100.000</i>		x
PRODUCCIÓN		
<i>Fácil manufactura</i>		x
USO		
<i>Sencillo</i>	x	
<i>Alta confiabilidad</i>	x	

Fuente: Los autores

En la tabla 7 se pueden observar los requerimientos deseados por el usuario con respecto a ciertos ítems de relevancia en el desarrollo del producto.

4.5 Método ponderado

Para establecer el diseño a través de este método es necesario determinar ciertos criterios preliminares que serán relevante para poder definir el sistema, para lo cual es necesario retomar los atributos definidos con anterioridad en este documento.

Tabla 8. *Criterios de ponderación*

Criterios de evaluación	Peso
Materiales bajos costos	30%
Capacidad	30%
Eficiente	20%
Seguro	20%

Fuente: Los autores

Ahora se procede a establecer la ponderación con base en las características de los sistemas de accionamientos para las licuadoras en cuestión y que hacen parte de los desarrollos de otras empresas, para lo cual se especificara el nombre de la empresa en el análisis ponderativo de los indicadores.

En la tabla 9 se describen las ponderaciones correspondientes y se puede apreciar que el diseño propuesto por este equipo de estudiantes de la Universidad Antonio Nariño obtiene una mayor puntuación con respecto a los demás, considerándose, así como el diseño más optimo.

Tabla 9. Ponderación del diseño propuesto.

Criterios de evaluación	Peso	Parámetro	JATA			LEXES			UAN		
			Magnitud	Calificación	Valor	Magnitud	Calificación	Valor	Magnitud	Calificación	Valor
Materiales bajos costos	0,3	Que tan alto es costo	Alto	3	0,9	Alto	3	0,9	Bajo	7	2,1
Ecológico	0,3	Materiales reciclables	Si	7	2,1	Si	7	2,1	Si	7	2,1
Eficiente	0,2	Alta generación de potencia	Medio	5	1	Alto	7	1,4	Medio	5	1
Seguro	0,2	Riesgos mínimos de accidentes por manipulación	Si	7	1,4	No	3	0,6	Si	7	1,4
Valor general de la utilidad	1				5,4			5			6,6

Fuente: Los autores

5. DESIGNACIÓN DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS

Las alternativas encontradas para diseño de la licuadora, como se evidenciaron anteriormente, tuvieron ciertas restricciones en cuanto al diseño, dado que se consideró como mejor opción, tomar la decisión de utilizar un vaso comercial en el producto. Para el desarrollo de las alternativas de accionamiento se exploraron diferentes maneras de producir y transmitir movimiento con energía humana, de tal manera que se cumpla con el propósito de esta investigación.

Siendo así se consideró utilizar piezas comerciales como en este caso, el vaso, la tapa, las cuchillas y el acople o cuadrante del vaso. Este será accionado por medio de una palanca de rotación vertical, lo que permite que la licuadora sea más fácil de usar para cualquier persona, esto debido a la familiaridad que implica este tipo de palancas. El mecanismo seleccionado consiste en un juego de engranajes helicoidales que amplifican el movimiento con una relación de 1:10 y posteriormente lo conducen hacia una corona y un eje conectado a un tren de engranajes rectos usados en las transmisiones de las lavadoras convencionales, los cuales producen las revoluciones necesarias a las cuchillas para su correcta funcionalidad.

5.1. Vaso de la licuadora

Como se mencionó el vaso de la licuadora que se utilizará será uno de adquisición comercial, para lo cual, con base en las especificaciones iniciales de diseño, se optó por un vaso de vidrio de la marca Oster, con capacidad para 1.25 l el cual no está propenso a

rayaduras y puede lavarse con facilidad en el lavaplatos sin ningún problema a un costo de \$55.0000.

Figura 24. Vaso de licuadora Oster de 1,25 l



Fuente: https://www.ostercolombia.com/vaso_de_vidrio_de_1_25_litros/p

En la figura 24 se puede observar el vaso seleccionado para el diseño propuesto.

5.2.Acoples y cuchillas

Para el caso del acople nuevamente se decidió hacer la adquisición de estos con base en la marca Oster para coincidir con el vaso anteriormente seleccionado, adquiriendo así el Kit Original Cuchilla 4 Aspas + Acople Para Licuadoras Oster a un costo de \$40.000.

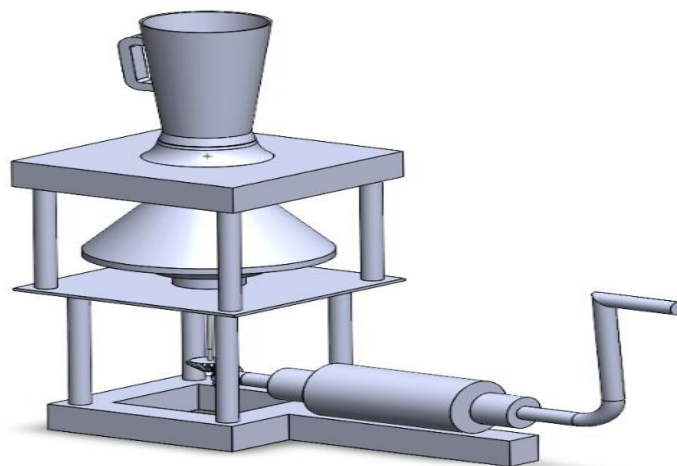
Figura 25. Juego de cuchillas y acople marca Oster



Fuente: <https://articulo.mercadolibre>

Para el accionamiento de la licuadora, el usuario deberá hacer girar una manivela que transmitirá el movimiento rotatorio a unas cuchillas que procesaran la fruta. Como se pudo observar los elementos del vaso y las cuchillas, corresponden a piezas comerciales de la marca Oster, estos serán acoplados al cuerpo de la licuadora, el cual se estabilizará a través de una base donde se encontrarán contenidos la transmisión y el tren de engranajes principal.

Figura 26. Diseño propuesto con accionamiento manual




Fuente: Los autores

5.3. Estructura base

La estructura base se construyó en acero SAE 1045 el cual es un Acero de medio carbono, con baja soldabilidad y presenta una buena maquinabilidad, es recomendable para la aplicación de tratamientos térmicos y a los procesos en los que se involucra el endurecimiento por flama o también conocido como inducción. Una característica destacable es su dureza y a su vez la tenacidad del mismo, por lo cual es ampliamente utilizado en la industria en los procesos de manufactura de elementos de máquina. En la figura 27 se puede observar parte de la ficha técnica con las características más importantes para este proyecto.

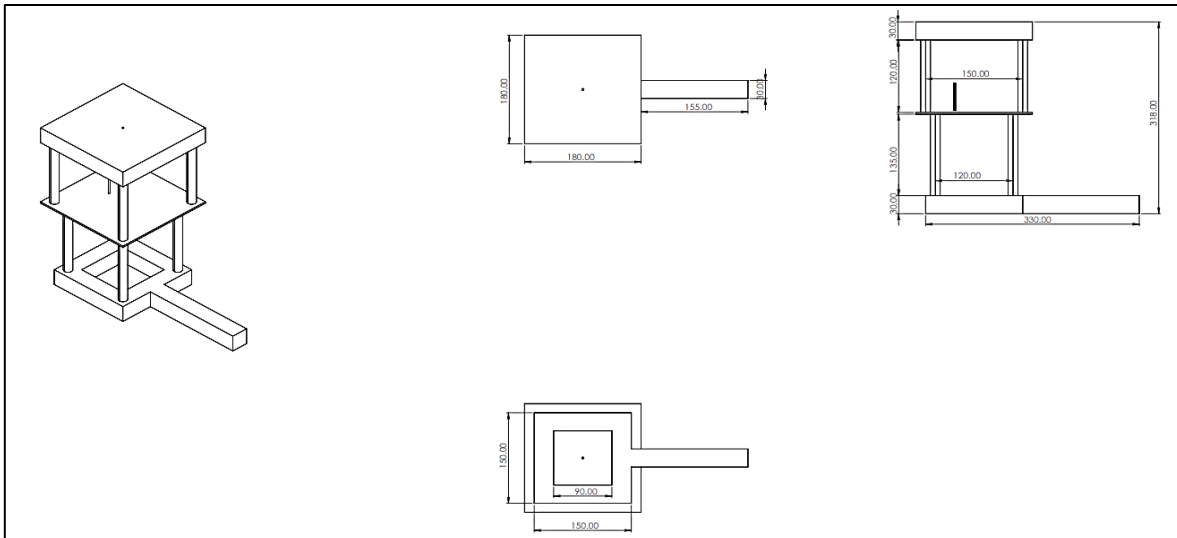
Figura 27. Características del Acero SAE 1045

				EQUIVALENCIAS EN OTRAS NORMAS	
Composición química (%)					
C	0.43 - 0.50	P	0.04 Max.		
Mn	0.60 - 0.90	S	0.05 Max.		
Si	0.20 - 0.40				
Dureza de suministro 180 - 220 HB.					
NORMAS	NOMBRE				
AISI SAE	1045				
DIN	CK45				
AFNOR	XC45				
UNI	C45				
BS	060 A45				
Estado de Suministro	Resistencia tracción kg/mm ²	Límite elástico kg/mm ²	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza brinell HB
Laminado en Caliente	60	32	> = 16	> = 40	180/220
Calibrado	60	42	> = 16	> = 40	180/220

Fuente: <https://www.cga.com.co/>

El diseño de la base se estableció con base en iteraciones de acuerdo a la dimensión de los piñones que estarían transmitiendo la potencia desde la palanca, en la figura 28 se puede observar los planos de la estructura base del mecanismo.

Figura 28. Planos de la estructura base.

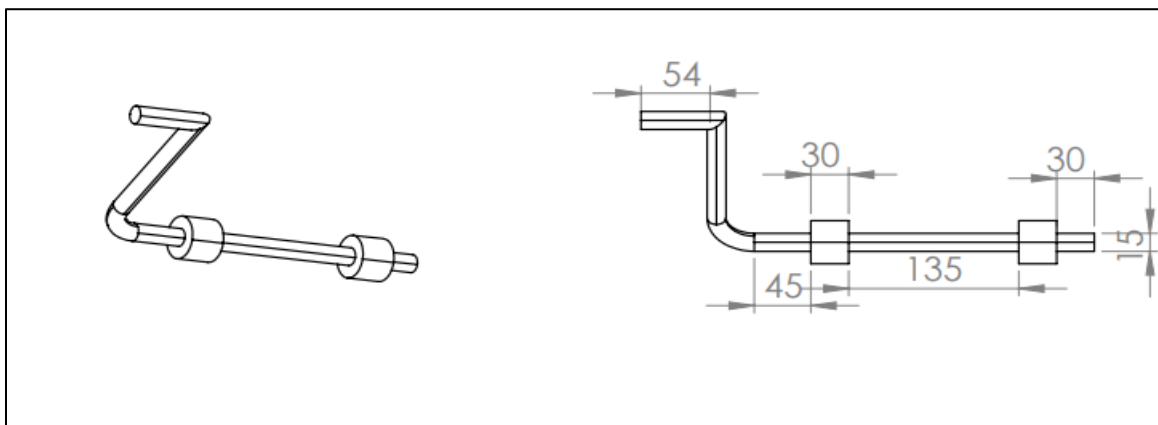


Fuente: Los autores

5.4. Manivela

La manivela o palanca se ajustó con base en las dimensiones expresada en el plano mostrado en la figura 29, esta se adapta de un pedal de bicicleta de tal manera que alcanzara a cumplir con la función de diseño previsto.

Figura 29. Planos de la manivela

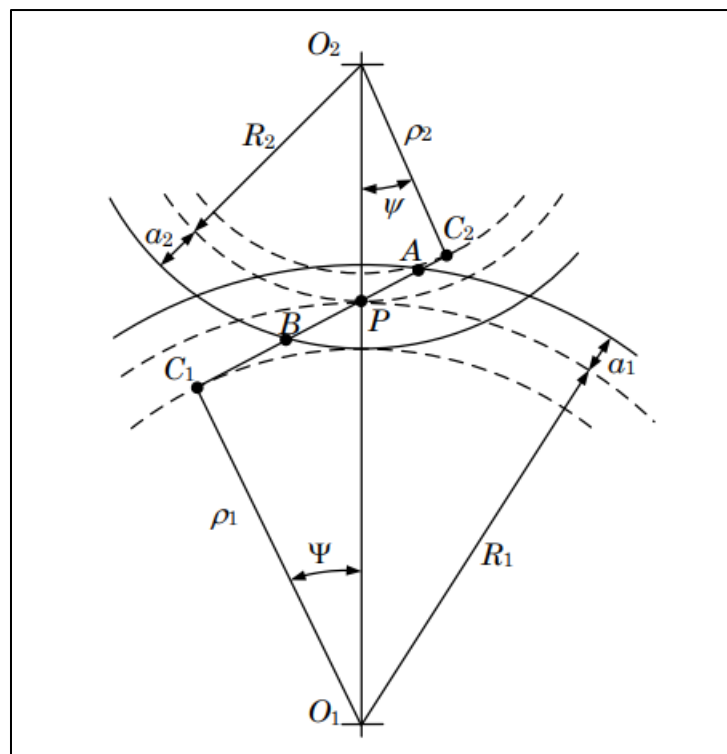


Fuente: Los autores

5.5. Transmisión multiplicadora

Este elemento como se me menciono anteriormente contine un sistema de engranajes rectos con la capacidad de amplificar la potencia. Gracias a la relación establecida en el arco de conducción del sistema.

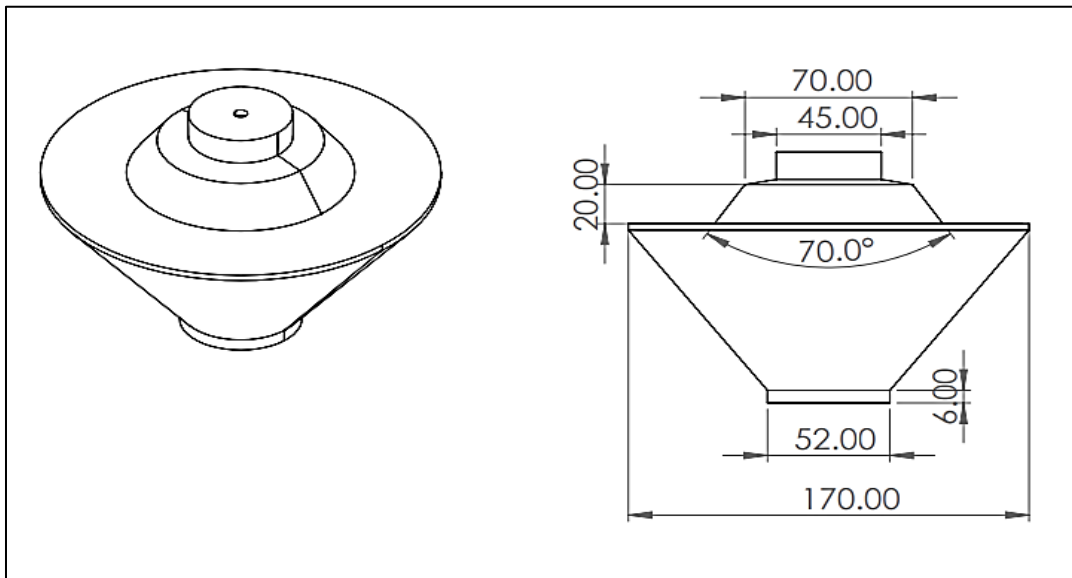
Figura 30. Arco de conducción de los engranajes rectos de la transmisión multiplicadora



Fuente: Recuperado de <https://core.ac.uk/>

Una vez definido, se procedió a realizar el montaje del mismo y su desarrollo, las dimensiones finales pueden ser observadas en la figura 31 en donde sus medidas al igual que las anteriores figuras están en milímetros.

Figura 31. Planos de la transmisión

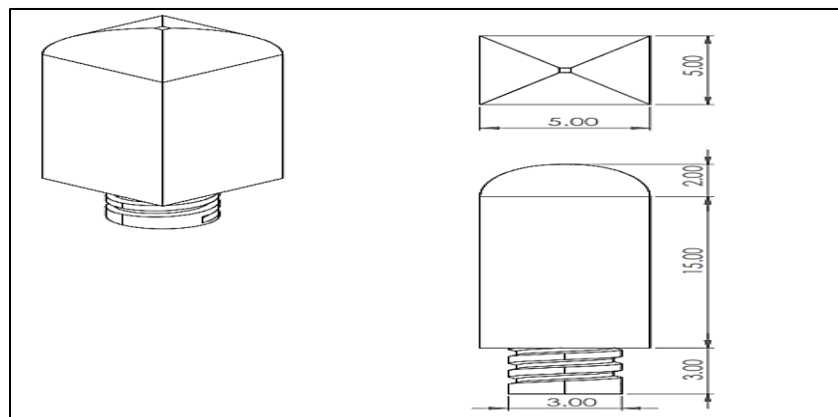


Fuente: Los autores

5.6. Pie de cuadrante

Este elemento representa el medio de transmisión del tren de engranajes hacia las cuchillas de la licuadora, las cuales se encargan en última instancia de procesar los alimentos a través de la trituración de estos.

Figura 32. Pie de cuadrante



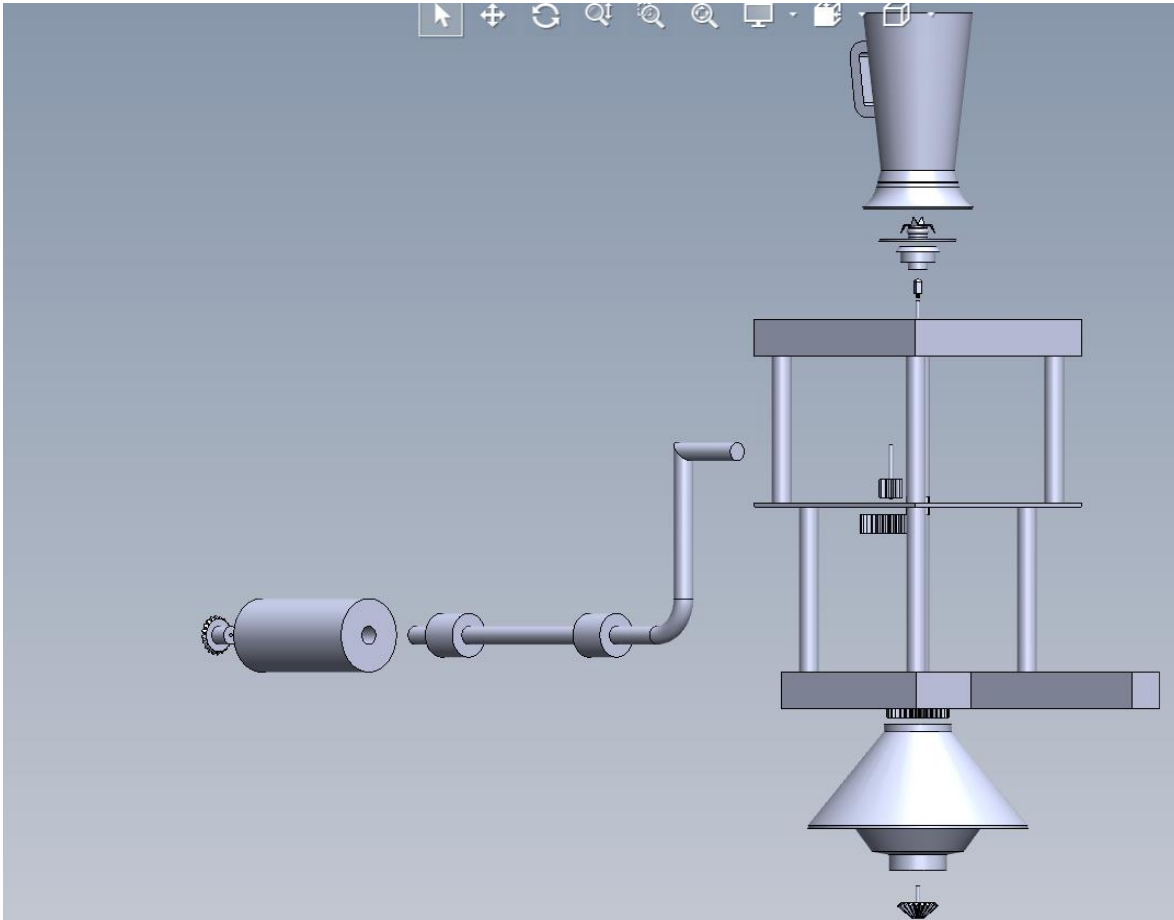
Fuente: Los autores

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez terminados los componentes que estarán vinculados al diseño propuesto se procedió a realizar el ensamble de estos y su posterior simulación a través del análisis de elementos finitos, con la ayuda del software de SolidWorks.

Para mostrar los resultados se empezará con la imagen producida del desglose de los elementos que conforman el sistema mecánico.

Figura 33. Explosionado del diseño



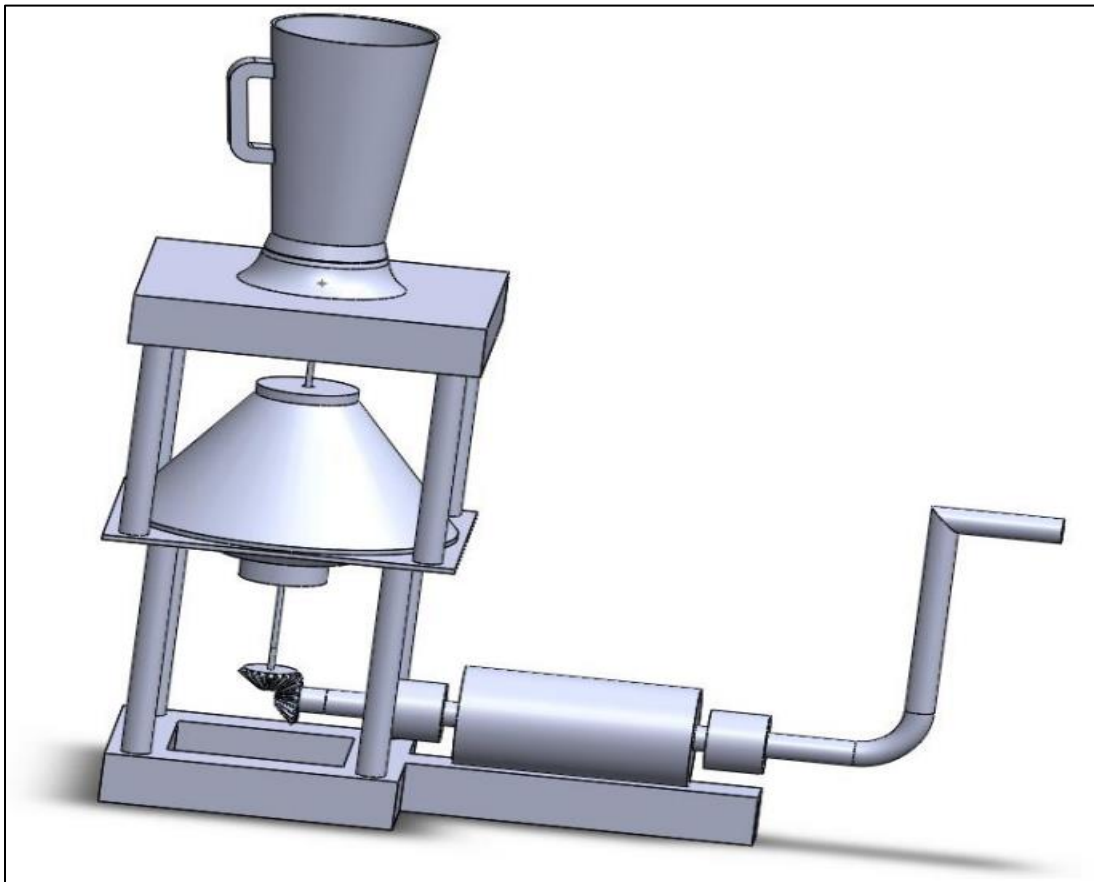
Fuente: Los autores

Con base en la figura 33 se establecieron las simulaciones para los elementos más importantes del sistema de accionamiento mecánico, el cual se presentará en los siguientes apartados.

6.1 Simulación de Eje de caja

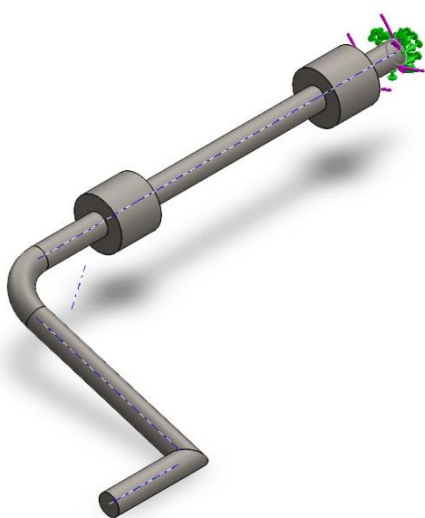

Al iniciar el estudio, se presentaron unas suposiciones, las cuales se presentarán a continuación en el detalle de la simulación.

Figura 34. Imagen del diseño definitivo



Fuente: Los autores

Tabla 10. Especificaciones iniciales

			
<p>Nombre del modelo: Eje de caja</p> <p>Configuración actual: Predeterminado</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Barrer3</p> 	Sólido	<p>Masa:0,0402117 kg</p> <p>Volumen:5,12251e-06 m³</p> <p>Densidad:7.850 kg/m³</p> <p>Peso:0,394075 N</p>	<p>C:\Users\Lenovo\Desktop \Trabajos Solid\Eje de caja.SLDPRT</p> <p>May 3 08:53:09 2023</p>

Fuente: Los autores

Tabla 11. Propiedades del estudio

Nombre de estudio	Análisis estático de diseño de sistema de accionamiento mecánico
Tipo de análisis	Análisis estático de diseño de sistema de accionamiento mecánico
Tipo de malla	Sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Automático
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Lenovo\Desktop\Trabajos Solid)


Fuente: Los autores

Tabla 12. Unidades utilizadas en el análisis.

Sistemas de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

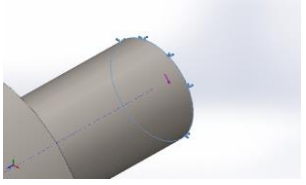
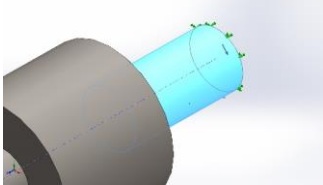
Fuente: Los autores

Figura 35. Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 5,3e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 6,25e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2,05e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1,15e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Barrer3)(Eje de caja)
Datos de curva:N/A		

Fuente: Tomado del CAD SolidWorks

Figura 36. Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 arista(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-1,01606	-0,6574	-0,00493503	1,2102	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Torsión-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 2 N.m			

Fuente: Tomado del CAD SolidWorks

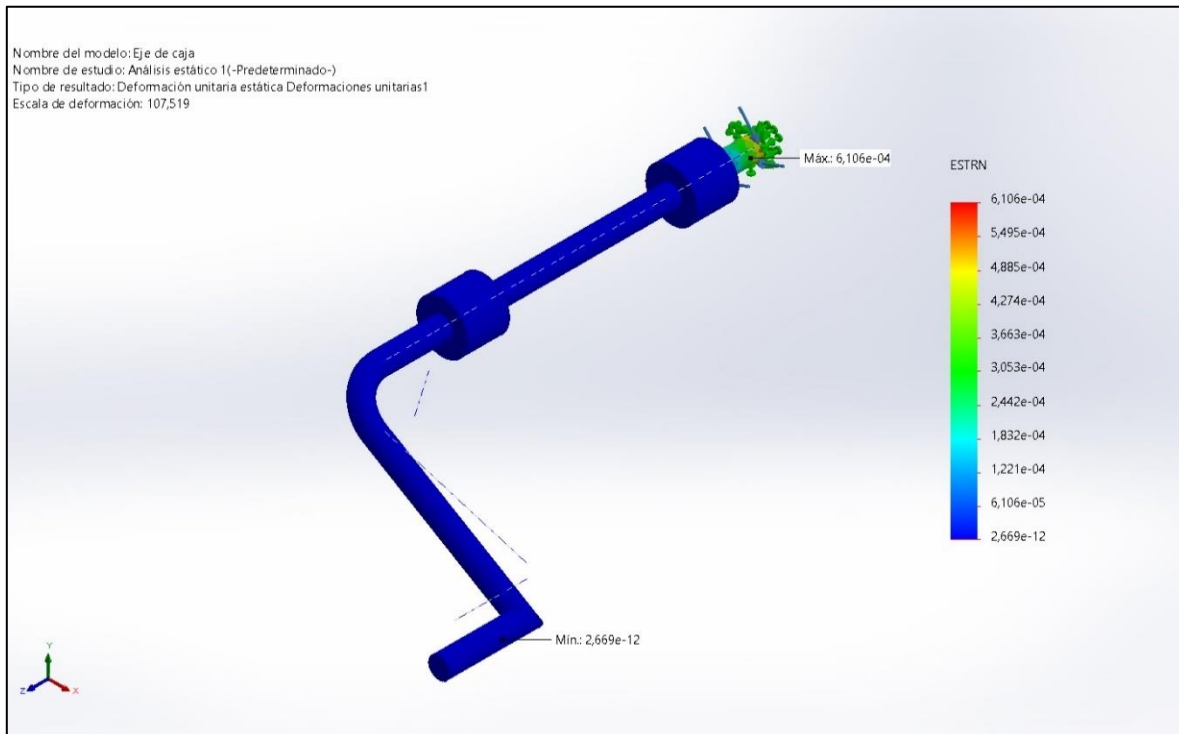
Figura 37. Detalles de la malla.

Información de malla	
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño máximo de elemento	1,72453 mm
Tamaño mínimo del elemento	0,0862265 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Información de malla - Detalles	
Número total de nodos	13549
Número total de elementos	8036
Cociente máximo de aspecto	9,7761
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99,6
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	

Fuente: Tomado del CAD SolidWorks

Los resultados obtenidos en el software muestran para el eje una tensión de von Mises mínima de $6,014e-01\text{N/m}^2$ Nodo: 1411 y máxima de $2,279e+08\text{N/m}^2$ Nodo: 13273, para el caso de los desplazamientos tenemos un mínimo de $0,000e+00\text{mm}$ y máxima de $1,165e-01\text{mm}$, para el tema de la deformación unitaria, tenemos que la mínima es de $2,669e-12$ y la máxima de $6,106e-04$.

Figura 38. Imagen de la deformación unitaria del eje transmisor



Fuente: Tomado del CAD SolidWorks

Los resultados subsecuentes de la simulación se encuentran presentes en el anexo 1 de este documento, en ellos se puede evidenciar que el diseño ´propuesto cumple con las especificaciones de uso apropiadas para ser replicada en entornos reales.

6.2 Análisis cinemático de engranajes

Al realizar un análisis cinemático de engranajes, se deben considerar varios factores para lograr un rendimiento y una confiabilidad óptimos. La forma geométrica de los dientes del engranaje es uno de los factores más importantes que afectan el rendimiento de la transmisión por engranajes y la resistencia de los dientes. Por lo tanto, es esencial asegurarse de que la transmisión por engranajes proporcione la mejor eficiencia, confiabilidad de funcionamiento y vida útil posibles. La fricción es otro factor importante que afecta la

eficiencia de los engranajes y la falla por desgaste. Además, los factores aleatorios, como la excentricidad del engranaje, la desviación del perfil y el error de ensamblaje, deben considerarse en el análisis cinemático de los engranajes. Estos factores pueden afectar significativamente la precisión de la transmisión del mecanismo de engranajes. La relación de contacto del engranaje es otra característica esencial que se debe considerar al diseñar mecanismos accionados por engranajes para un rendimiento óptimo [24].

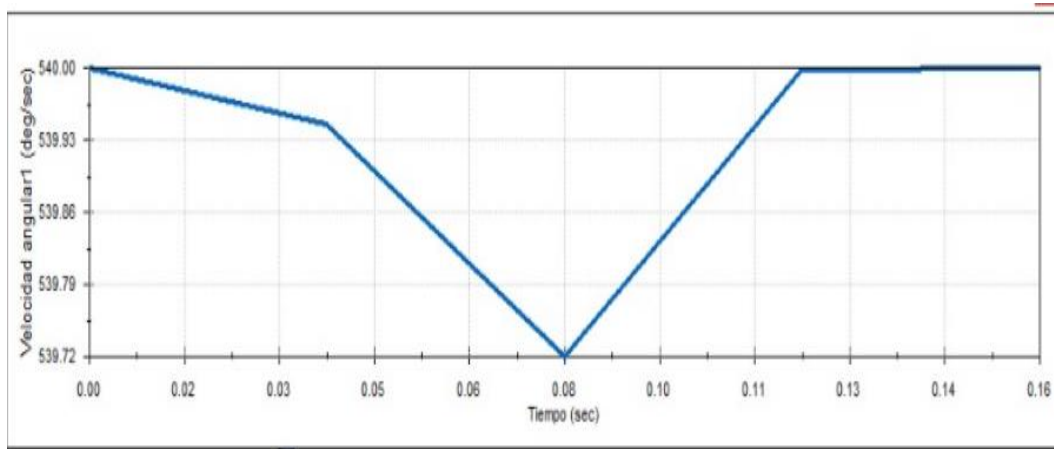
La relación de contacto de los engranajes juega un papel fundamental en los niveles de potencia eficientes y el engrane suave de los engranajes. Por ejemplo, el engrane de engranajes rectos requiere una relación de contacto de engranaje mayor que 1,4 y menor que 2 para un funcionamiento suave.

Además, la masa de engranajes más grandes exige más potencia para su funcionamiento. Para analizar estos factores, se han propuesto varios métodos en la literatura, como métodos prácticos para el análisis de confiabilidad de la respuesta aleatoria de los mecanismos de engranajes y el método de aproximación del punto de silla para estimar la confiabilidad cinemática dependiente del tiempo del mecanismo de engranajes [25]. El análisis cinemático es fundamental para garantizar la seguridad de los mecanismos de engranajes y se utiliza para establecer los principales parámetros de diseño de los mecanismos accionados por engranajes, como la longitud de los brazos y el diámetro de los engranajes [26].

Siendo así, en este estudio se desarrolló un análisis con base en la transmisión de potencia de los engranajes, esto con respecto a las velocidades desarrolladas tanto a la entrada como a la salida del mecanismo.

Para el primer trazado tenemos el análisis con respecto a la velocidad de giro de eje de entrada o de la manivela, el cual se puede apreciar gráficamente en la figura 39.

Figura 39. Trazado 1



Fuente: Tomado del CAD SolidWorks

Los resultados subsecuentes de la simulación presentados en la figura 39 implican valores asociados a una velocidad nominal de 1,50 rev/s lo cual representaría un valor de 90 rev/min. Estos datos fueron obtenidos en diferentes intervalos de prueba a través del software de SolidWorks. En la tabla 13 se pueden observar los resultados.

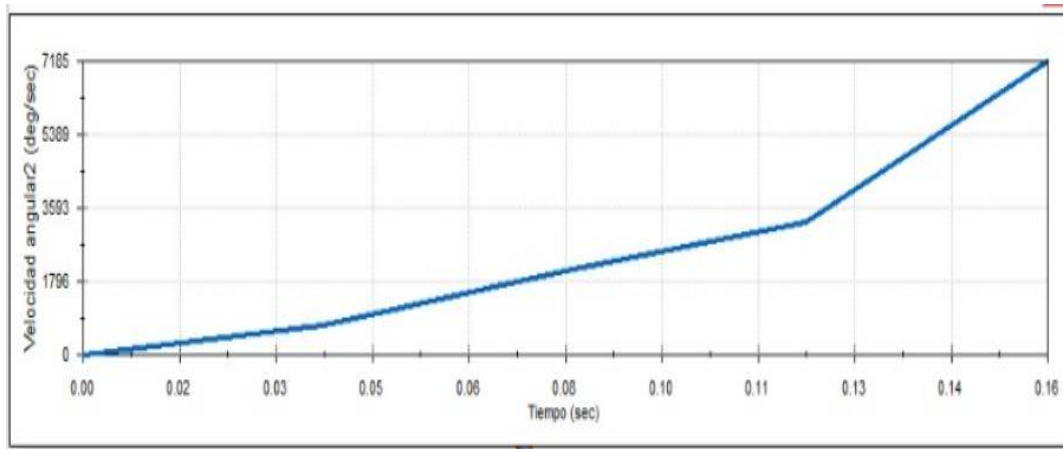
Tabla 13. Resultados del análisis a la entrada del sistema

Tiempo (sec)	grados/sec	rev/sec	rev/min
0	0,00	0	0
0.04	539,94	1,50	89,9906667
0.08	539,72	1,50	89,9531667
0.12	540,00	1,50	89,99965
0.16	540,00	1,50	90
		rev/sec	rev/min
	Velocidad nominal	1,50	90

Fuente: Los autores

Para el segundo trazado tenemos el análisis con respecto a la velocidad de giro de eje de salida o cuchilla del vaso de la licuadora, el cual se puede apreciar gráficamente en la figura 40.

Figura 40. Trazado 2



Fuente: Los autores

Los resultados subsecuentes de la simulación presentados en la figura 40 implican valores asociados a una velocidad nominal de 19,96 rev/s lo cual representaría un valor de 1197,56 rev/min. Estos datos fueron obtenidos en diferentes intervalos de prueba a través del software de SolidWorks. En la tabla 14 se pueden observar los resultados.

Tabla 14. Resultados del análisis a la salida del sistema

<i>Tiempo (sec)</i>	<i>grados/sec</i>	<i>rev/sec</i>	<i>rev/min</i>
0	0,00	0	0
0.04	696,82	1,94	116,136667
0.08	2037,03	5,66	339,505183
0.12	3210,60	8,92	535,1
0.16	7185,39	19,96	1197,5645
		rev/sec	rev/min
	Velocidad nominal	19,96	1197,5645

Fuente: Los autores

El análisis cinemático de engranajes es un aspecto esencial de la ciencia de los mecanismos e implica el estudio del movimiento y las fuerzas que actúan sobre los engranajes. El estudio abarca el desarrollo de modelos para trenes de engranajes fijos, epicicloidales y planetarios, y los ensamblajes de porta engranajes se modelan como subsistemas de múltiples terminales que están cinemáticamente restringidos. La metodología se aplica a sistemas de engranajes rectos de perfil plano e involuta, aunque puede extenderse más. En el análisis cinemático se utiliza un modelo de parámetros agrupados de engranajes ideales que no se deforman, y las metodologías de modelado de cuerpos rígidos y vínculos mediante la teoría de grafos se amplían para incluir miembros de engranajes [24], [27].

Las dimensiones del par de engranajes y del portador están diseñadas para que las restricciones se satisfagan de manera idéntica. Esto da como resultado un exceso de ecuaciones cinemática y dinámicamente consistentes que pueden dejarse de lado durante el análisis del sistema [27]. El estudio también involucra la generación automática de ecuaciones que rigen el análisis cinemático, de fuerza estática y dinámico de mecanismos y trenes de engranajes.

El análisis de flujo de potencia, el cálculo de la eficiencia y el mapeo de estructura a función son áreas importantes de investigación en el análisis cinemático de engranajes. Se adoptan estrategias de retroalimentación y avance para ilustrar funciones de reducción y aumento de velocidad en cinemática con análisis de sensibilidad [28]. El estudio del análisis cinemático implica el uso de ecuaciones de velocidad tangente en cada punto de contacto de los engranajes mecánicos para trazar diagramas de bloques.

Las relaciones cinemáticas de los sistemas de engranajes planetarios se pueden analizar a través de diagramas de bloques utilizando técnicas de control. La diferencia estructural entre los engranajes planetarios inusuales y los comunes se explica en base a la ecuación característica de estrategias de retroalimentación para restricciones estructurales en términos de condiciones de estabilidad. Las ecuaciones se pueden aplicar a cualquier tipo de tren de engranajes diferencial con cualquier número de eslabones conociendo las relaciones de transmisión de todos los engranajes acoplados. Las velocidades de rotación absolutas para varios tipos de trenes de engranajes diferenciales se pueden determinar fácilmente usando las ecuaciones derivadas [24], [25], [29].

6.3 análisis de engranajes AGMA e ISO6336

AGMA e ISO6336 son dos estándares ampliamente utilizados para el análisis de engranajes en la industria. AGMA (Asociación Estadounidense de Fabricantes de Engranajes) es un estándar estadounidense, mientras que ISO6336 es un estándar internacional desarrollado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) [30]. Ambos estándares brindan pautas para calcular la capacidad de carga de los engranajes y determinar su resistencia y durabilidad [31].

Una de las principales diferencias entre AGMA e ISO6336 son sus métodos de cálculo y suposiciones. AGMA utiliza un coeficiente de corrección para ajustar el cálculo de la capacidad de carga en función de la geometría real del diente, mientras que ISO6336 asume un perfil de diente estándar y no considera los efectos de las variaciones de fabricación [32]. Además, AGMA proporciona pautas más detalladas para el diseño y análisis de engranajes,

mientras que ISO6336 es más general y proporciona una gama más amplia de aplicaciones[33].

La aplicación y aceptación de estos estándares en la industria varía según la región y el tipo de aplicación. AGMA se usa más comúnmente en América del Norte, mientras que ISO6336 se usa a nivel mundial. Sin embargo, algunas industrias, como la aeroespacial, pueden exigir el cumplimiento de ambas normas [32], [34]. Además, algunos investigadores han realizado estudios comparativos entre los dos estándares para determinar sus puntos fuertes y débiles en diferentes aplicaciones [34]–[36]. En última instancia, la elección del estándar depende de los requisitos y restricciones específicos de la aplicación, así como de las preferencias del fabricante o diseñador.

7. VIABILIDAD DEL PROYECTO

El estudio de viabilidad descrito en este capítulo consiste en un análisis que surge de una investigación, en el que se consideran todos los factores relevantes que afectan directamente al proyecto, en el que se incluyen las consideraciones económicas, técnicas, legales y la planificación de este, así como de manera adicional los estudios de mercado, en los que se determina la probabilidad de ejecutar el proyecto con éxito. De manera análoga, en un estudio de viabilidad se identifican posibles problemas que se puedan llegar a presentar en el desarrollo de un producto.

El desarrollo de este capítulo se abordará con base en los puntos pertinentes a un estudio de este tipo, esto con el objeto de abordar la viabilidad en primera instancia y la factibilidad del proyecto a desarrollar.

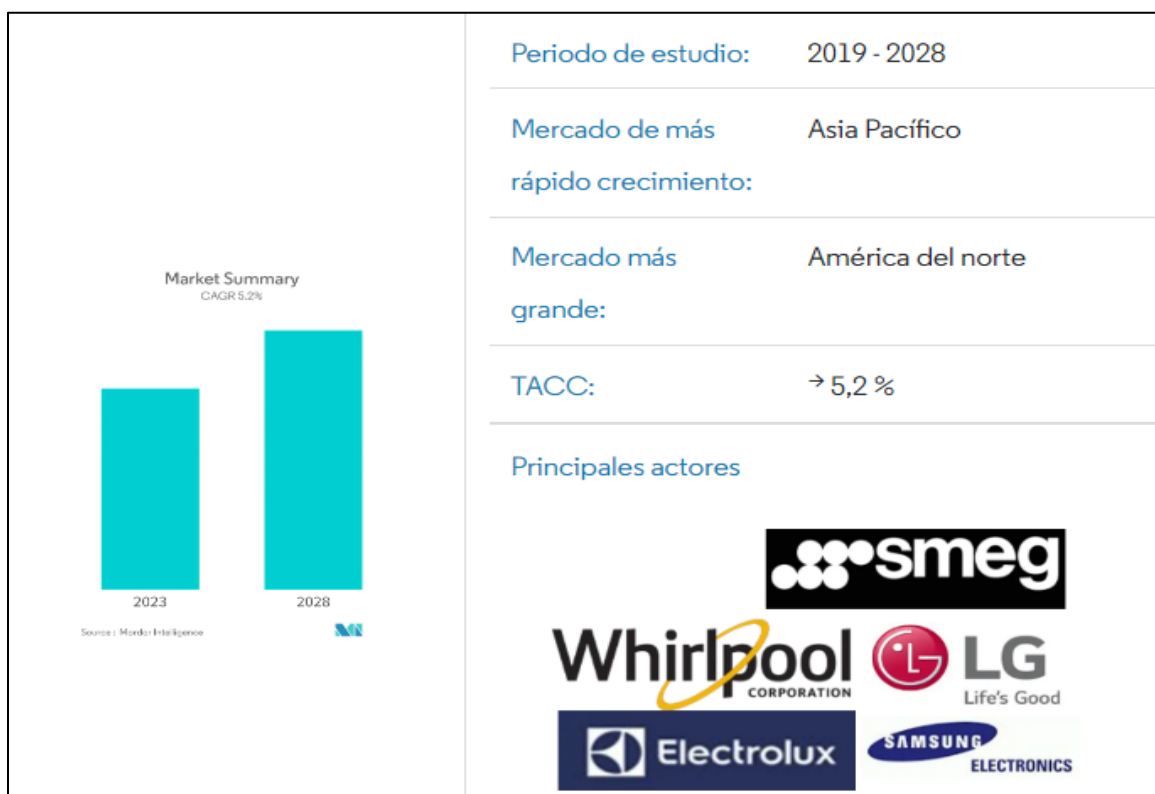
7.1. Perfil del proyecto.

El proyecto en mención hace referencia a el desarrollo de un mecanismo que tenga la capacidad de accionar el sistema de una licuadora a través de elementos mecánicos, sin que sea necesario el uso de energía eléctrica. Este proyecto surge con base en la necesidad de implementar estos mecanismos en los entornos con mayores dificultades en cuanto al suministro de energía eléctrica y la ausencia de energía alternativas, esto más específicamente vinculado a satisfacer una problemática identificada en el resguardo indígena wayuu de Mayabangloma, ubicado en el departamento de la guajira.

7.2. Estudio de Mercado

En este punto es importante destacar que el proyecto a desarrollar está vinculado al mercado de Electrodomésticos de cocina, el cual está segmentado por productos como: refrigeradores y congeladores, lavavajillas, procesadores de alimentos, batidoras y molinos, hornos de microondas, parrillas y asadores, purificadores de agua, entre otros electrodomésticos de cocina, por canal de distribución; (Tiendas Multimarca , tiendas exclusivas, en línea, otros canales de distribución), por usuario final (residencial y comercial) y por ubicación geográfica (Norteamérica, Europa, Asia-Pacífico, Sudamérica y Oriente Medio y África).

Figura 41. Resumen de potencial de crecimiento de mercado



Fuente: Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-kitchen-appliances-products-market-industry>

En la figura 39 se puede observar que el mercado con más rápido crecimiento es el Asia pacífico y el más grande el norteamericano.

En este estudio se consideraron una segmentación de mercado específica, en la cual se establecieron categorías por producto, por canal de distribución, por usuario final y por último su geografía.

Figura 42. Segmentación de mercado por producto y canal de distribución

por producto	Frigoríficos y Congeladores
	Lavaplatos
	Procesadores de comida
	Mezcladores y Molinos
	Hornos de microondas
	Parrillas y Asadores
	Purificadores de agua
	Otros electrodomésticos de cocina
	Tiendas Multimarca
Por Canal de Distribución	Tiendas Exclusivas
	Tiendas en línea
	Otros Canales de Distribución

Fuente: Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-kitchen-appliances-products-market-industry>

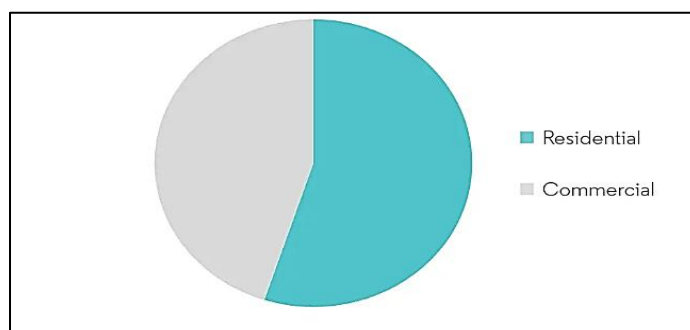
Figura 43. Segmentación de mercado por usuario final y por geografía

Por usuario final	Residencial
	Comercial
	América del norte
	Europa
Por Geografía	Asia-Pacífico
	América Latina
	Oriente Medio y África

Fuente: Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-kitchen-appliances-products-market-industry>

En la actualidad el segmento residencial es uno de los que ocupa una porción importante del mercado, los electrodomésticos empleados en la cocina son empleados comúnmente en las cocinas residenciales y en los segmentos asociados al mercado de estos, tales como los hoteles, los restaurantes y otros no menos relevantes, dado que estos representan una solución a muchos problemas alimentarios en su producción. El segmento residencial es quizás uno de los que en la actualidad constituye la mayor participación, en cuanto al segmento asociado a los usuarios a causa del incremento considerable en la demanda de las familias.

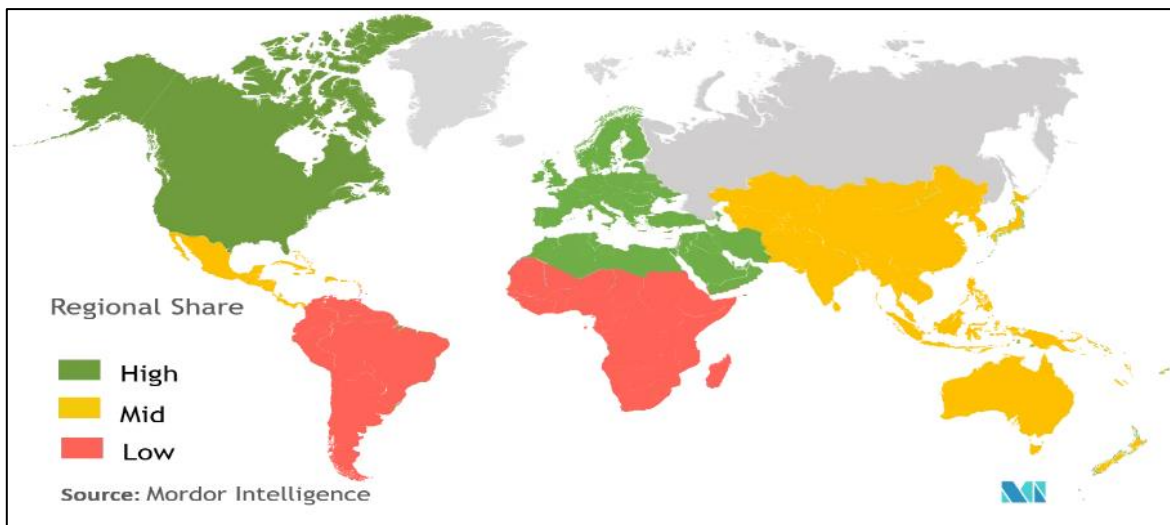
Figura 44. Campos de aplicación del producto



Fuente: Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-kitchen-appliances-products-market-industry>

La región Norte Americana se destacó por ocupar una parte importante del mercado para el periodo del 2019. El incremento considerable en el poder adquisitivo de muchos hogares, junto con el creciente número de estos, están siendo el motor de impulso del mercado de electrodomésticos actualmente en la región.

Figura 45. Países con mayor actividad productiva



Fuente: Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-kitchen-appliances-products-market-industry>

7.3. Estudio Técnico

El estudio técnico elaborado implica la recomendación de la adquisición de un equipo de soldar, el cual en este análisis se recomienda un equipo Soldador Inversor De 100 A, 1 Fase, 3.5 Kva Incluye Correa Pretul, capaz de producir las uniones de la base de la licuadora por un valor de \$ 382.900.

En la estructuración del proyecto se requiere el montaje de un taller de manufactura en donde se encuentren presentes adicional al equipo de soldar los siguientes elementos:

- Esmeriladora
- Prensas

- Escuadras
- Taladro
- Mesa de trabajo
- Cepillos alambrados
- Juego de machuelos
- Tronzadora

Estos elementos hacen parte importante de los elementos necesarios para desarrollar la tecnología propuesta, esto considerando que la manufactura implica el acoplamiento de partes disponibles en el mercado y que son de fácil adquisición.

Los costos asociados a estos elementos se analizan con base en la disposición de algunos de los principales proveedores de estos productos, los cuales pueden apreciarse en la figura 44.

Figura 46. Principales proveedores



Fuente: Los autores

En la figura anterior se pueden apreciar las principales empresas dedicadas a la comercialización de equipo de manufactura y metalmecánica, en donde se puede destacar la

empresa HOMECENTER por tratarse de una de las que posee amplia presencia a nivel nacional.

Con base en la información anterior se estableció una valoración de los elementos necesarios para desarrollar el proyecto, en la que los precios de los mismos se consideraron de acuerdo a la propuesta comercial ofrecida por la empresa HOMECENTER, los cuales se pueden apreciar en la tabla 13.

Tabla 15. *Costos de los elementos del taller*

Elementos	Costo
Máquina de soldar	\$ 382.900,00
Esmeriladora	\$ 489.900,00
Prensas	\$ 30.900,00
Escuadras	\$ 56.900,00
Taladro	\$ 139.900,00
Mesa de trabajo	\$ 1.729.900,00
Cepillos alambrados	\$ 7.500,00
Juego de machuelos	\$ 237.900,00
Tronzadora	\$ 1.519.000,00
Total	\$ 4.594.800,00

Fuente: Tomado de <https://www.homecenter.com.co/>

Tomando como base la información anterior, se requerirá en primera instancia una inversión en los elementos del taller de \$ 4.594.800, sin considerar el espacio físico en donde este será instalado, sumado a los costos de energía y personal a cargo de los procesos de manufactura, comercialización y administración.

El espacio destinado para la instalación del taller se determinó con base en las vías de acceso y ubicación de este, de tal manera que no implicara problemas por contaminación ya sea ambiental o por ruido. El costo en calidad de arriendo para un año se fijó en \$18.000.000.

Para el caso concreto del consumo de servicios públicos asociados al taller se cuantificaron de acuerdo con las horas de uso de los equipos y el número de personas involucradas en los procesos, el cual se estimó por el año de alquiler del espacio físico, el cual se puede apreciar en la tabla 14.

Tabla 16. *Costos asociados a los servicios públicos*

Servicio	Costo anual
Energía eléctrica	\$ 14.000.000,00
Servicio de agua, aseo y alcantarillado	\$ 3.600.000,00
Internet	\$ 2.400.000,00
Totales	\$ 20.000.000,00

Fuente: Los autores

Al considerar los costos anteriores se debe presentar de manera adicional los costos asociados al personal de trabajo, los cuales en principio se determinaron para alcanzar una producción diaria de 80 licuadoras, de tal manera que el personal requerido sería el mostrado a continuación en la tabla 15.

Tabla 17. *Personal requerido para la producción y asignación salarial*

Cargo	Requerido	Salario	Total, salario
Operarios	5	\$ 1.800.000,00	\$ 9.000.000,00
Administrador	1	\$ 2.400.000,00	\$ 2.400.000,00
Agente comercial	1	\$ 2.100.000,00	\$ 2.100.000,00
Oficios varios	1	\$ 1.160.000,00	\$ 1.160.000,00
Contador	1	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
Abogado	1	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
Total, gastos salariales mensuales			\$ 18.660.000,00

Fuente: Los autores

Los costos proporcionados por la tabla 15 se establecen para periodos mensuales de tiempo, de tal manera que se pueda alcanzar en un periodo no superior a los seis meses el

punto de equilibrio, lo cual nos indicaría que al iniciar este proyecto de implementación con fines comerciales se requeriría una inversión en personal de trabajo de \$ 111.960.000 pesos.

En cuanto al proceso de manufactura se requerirán para la producción de 80 licuadoras diarias, considerando que el costo de producir cada una de ellas en cuanto insumos se vería reflejada en \$ 111.900 que proporcionaría una inversión de \$ 247.520.000 millones de pesos, en principio este costo de inversión se proyecta para el primer mes, asumiendo que se cuenta con un nicho de mercado actualmente capaz de cubrir la oferta presentada.

Siendo así los costos asociados a la inversión inicial serían los presentados en la tabla 16.

Tabla 18. *Requerimientos de inversión inicial*

Ítems	Costos
Elementos del taller	\$ 4.594.800,00
Servicios públicos	\$ 20.000.000,00
Salarios del personal	\$ 18.660.000,00
Insumos	\$ 247.520.000,00
Total	\$ 290.774.800,00

Fuente: Los autores

El costo total de inversión inicial será \$ 290.774.800 al cual se le adicionará un 10% por concepto de imprevistos en el proyecto para un total de \$ 319.852.280 millones de pesos que al redondear la cifra se vería representado en \$ 320.000 millones.

Ahora bien, si se considera una rentabilidad por unidad del 25% y con base en la producción estimada, se proyecta los siguientes flujos necesarios para establecer el VAN como indicador de factibilidad del proyecto.

Figura 47. Cálculo del VAN del proyecto

Nombre del proyecto:	Licudadora manual UAN
TNA de inversión alternativa	10%
Periodicidad	Mensual
Cantidad de períodos	12
TEA de inversión alternativa	10,471%
Tasa Efectiva Mensual	0,833%

PERÍODO	FLUJO DE FONDOS
0	-\$ 320.000.000,00
1	\$ 290.774.800,00
2	\$ 290.774.800,00
3	\$ 290.774.800,00
4	\$ 290.774.800,00
5	\$ 290.774.800,00
6	\$ 290.774.800,00
7	\$ 290.774.800,00
8	\$ 290.774.800,00
9	\$ 290.774.800,00
10	\$ 290.774.800,00
11	\$ 290.774.800,00
12	\$ 290.774.800,00

Licudadora manual UAN	
TIR Anual	140,02%
VAN	\$2.987.420.412,41

Decisión de realizar los proyectos versus no hacerlos - comparación de TIR vs rendimiento de mercado
 Me conviene invertir en Licudadora manual UAN dado que me da un rendimiento de 140,02% y el mercado de 10,47%

Decisión entre proyectos- Comparación de VAN
 Me conviene invertir en Licudadora manual UAN ya que su VAN es mayor que el 0

Fuente: Los autores

En la figura 45 se puede observar que, al realizar los correspondientes cálculos, el proyecto resulta factible dado que representa una rentabilidad del 161,24%.

7.4. Estudio Organizacional

Para efectos de la producción del sistema de accionamiento de la licudadora, se requerirá del siguiente personal de acuerdo con el estudio realizado:

- Soldador
- Operario de ensamble

7.5. Impacto Social

El impacto social esperado por las comunidades es importante al considerar que estos se beneficiaran de manera directa de una tecnología ajustada a sus necesidades y a su vez le garantizara no solo a la población objetiva de este proyecto, sino a todas las que se encuentren en estas mismas circunstancias de vulnerabilidad frente a la ausencia de recursos energéticos.

7.6. Impacto Ambiental

Como parte del estudio técnico, se evaluó el impacto ambiental de acuerdo con el proceso de fabricación propuesto para el producto y se pudo establecer que actualmente se tiene consciencia sobre la responsabilidad ambiental que demanda estos procesos, por lo que se considera pertinente no dejar de lado este tema. Por lo cual se han identificado las siguientes posibles formas de contaminación y a su vez las posibles soluciones para su mitigación:

7.7. Formas de contaminación

- Desperdicios en el desprendimiento de viruta
- Emanación de vapores de soldeo

Mitigación

En cuanto a la viruta desprendida en el proceso de manufactura se recomienda establecer un sistema de contenedores para este fin, de tal manera que en su acumulación puedan ser aprovechados. Para el caso de los vapores se sugiere que en los procesos de soldeo se realicen en espacios abiertos lejos de la vivienda, con el respectivo equipo de seguridad.

7.8. Evaluación Financiera

Para este punto y considerando que el diseño se desarrolla con elementos de calidad, se recomienda establecer ciertos cambios en cuanto a componentes como el vaso, las cuchillas y el acople. Esto con el objetivo de reducir costo dado que se puede evidenciar que actualmente existen en el mercado una variedad de elementos constitutivos de menor precio y de una calidad aceptable, como también de otros materiales.

En la tabla 17 se puede observar el análisis con respecto a las alternativas de diseño propuesto con base en las tecnologías sustitutas encontradas en el mercado, estos costos no incluyen el proceso de manufactura que se estima en una hora de trabajo valorada en \$ 15.000 para el soldeo y ensamble del producto.

Tabla 19. Ingeniería de valor para el diseño propuesto

Alternativa 1		
Componente	funciones	costo (COP)
Vaso de vidrio	Almacenar en un recipiente	\$ 55.000,00
Tapa roscada	Cierre hermético	\$ 12.000,00
Anillo	Asegurar sistema de operación	\$ 8.000
Cuchillas	Desintegrar las frutas	\$ 45.000,00
Sin fin y corona	Transmitir para producir movimiento	\$ 150.000,00
Engranajes helicoidales	Transformar en movimiento rotatorio	\$ 93.000,00
Manivela	Indicar funcionamiento	\$ 25.000,00
Total		\$ 388.000,00
Alternativa 2		
Componente	funciones	costo (COP)
Vaso de plástico	Almacenar en un recipiente	\$ 25.000,00
Tapa a presión	Cierre hermético	\$ 7.000,00
Tope	Asegurar sistema de operación	\$ 8.500
Cuchillas	Desintegrar las frutas	\$ 45.000,00
Poleas y correas	Transmitir para producir movimiento	\$ 64.000,00
Engranajes cónicos	Transformar en movimiento rotatorio	\$ 98.000,00
Disco	Indicar funcionamiento	\$ 37.000,00
Total		\$ 284.500,00
Alternativa 3		
Componente	funciones	costo (COP)
Vaso de plástico	Almacenar en un recipiente	\$ 25.000,00
Tapa a presión	Cierre hermético	\$ 3.000,00
Tope	Asegurar sistema de operación	\$ 2.500
Cuchillas	Desintegrar las frutas	\$ 15.000,00
Engranajes rectos	Transmitir para producir movimiento	\$ 21.400,00
Engranajes cónicos	Transformar en movimiento rotatorio	\$ 27.000,00
Estructura base		\$ 14.000,00
Manivela	Indicar funcionamiento	\$ 4.000,00
Total		\$ 111.900,00

Fuente: Los autores

En la tabla 17 se puede apreciar que, la alternativa 3 es la propuesta que representa unos mayores rangos de viabilidad, esto debido al planteamiento de este equipo de trabajo de la Universidad Antonio Nariño, es evidente que es la mejor frente a las dos restantes, lo que además de garantizar la viabilidad del diseño adicionalmente implica un alto grado de factibilidad si se desea realizar una producción en masa.

7.9. Consideraciones Cualitativas

Cualitativamente es importante considerar que la primera reacción de las personas beneficiadas por este desarrollo es aceptable. Lo que preocupa es el desconocimiento de las normas sugeridas para su mantenimiento.

8. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo investigativo y de aplicación se alcanzaron a obtener las siguientes conclusiones:

1. Se desarrollo una revisión bibliográfica en el que se pudo establecer el estado del arte con respecto al desarrollo de licuadoras manuales que implicaran un accionamiento mecánico, en él se realizó un análisis ciencimetrico en el que se documentaron gráficamente los principales indicadores de impacto en estos estudios.
2. Se realizo un análisis para la selección de las alternativas de diseño del mecanismo de accionamiento manual, con el propósito de seleccionar la mejor opción, esto de acuerdo con parámetros y características deseadas previamente definidas, esto con base en las consideraciones planteadas por Croos en el diseño de productos de ingeniería.
3. Se diseñó un sistema de accionamiento mecánico en el que se integraron partes de una licuadora comercial para simplificar los esfuerzos de diseño y acabado, se pudo constatar su funcionamiento y eficiencia. En este, el vaso, el acople y las cuchillas se obtuvieron como parte de los elementos comerciales presentes en el mercado de la marca Oster de fabricación nacional, el vaso tiene una capacidad de 1.25 litros y se adquirió en vidrio. Se eligió este por ser el más comercial en el país y por la facilidad de adquirir sus repuestos, dado que representa tener un precio de rango medio, muy accesible para los usuarios finales.

4. Aunque las piezas de la licuadora se diseñaron considerando ser reproducidas a baja escala, resulta factible su desarrollo en procesos de altos volúmenes de producción, dado que la estructura base del sistema es fabricado en menos de una hora de trabajo y el sistema de engranajes helicoidales que están conectados a la manivela, son de fácil adquisición en el mercado, por tratarse de que estos se encuentran estandarizados. La transmisión de engranajes rectos se adquiere de acuerdo

5. Se sugiere que, para el caso específico de los ejes de la caja de engranajes de la licuadora, estos sean tratados térmicamente con el objetivo de mejorar sus propiedades y brindarles una protección más amplia contra la corrosión.

6. El proyecto es factible y viable, dado que el proceso de manufactura y ensamble es asequible y no implica costos excesivos en su producción, entregando a su vez una rentabilidad del 161,24% lo cual resulta atractiva para los posibles inversionistas. Desde el punto de vista ambiental, social y técnico no hay consideraciones mayores excepto las que ya se han mencionado sobre la percepción de la población sobre la producción nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] A. V.-G.-R. F. de Ingeniería and undefined 2000, “Breve historia de la ingeniería,” *revistas.udea.edu.co*, Available: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/325852>
- [2] G. L. M.-Q. d’història de l’enginyeria. 2000 and undefined 2000, “Crónica del simposio internacional de historia de la ingeniería,” *upcommons.upc.edu*, Available: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/725/simposio_internacional.pdf
- [3] J. Manjarrez, “Historia de la Ingeniería.” Available: https://www.academia.edu/34398813/Historia_de_la_Ingenier%C3%ADa
- [4] N. Cross, *METODOS DE DISEÑO*, Segunda ed. Reino Unido, 2002.
- [5] J. López, “La cofradía de los inventores,” 2006, Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=v9Rc9i60ypwC&oi=fnd&pg=PA3&q=Inventor+de+la+licuadora&ots=gY9SIhBFAM&sig=xiJ62YJ5i2Eh9CojfNKM8F8_MZo
- [6] L. L. Varas, “Fabricación de una Bicilicuada-Ecológica de bajo coste para Poblaciones Rurales,” 2019, Available: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11209>
- [7] “Con un S.M.S se atiende el SOS de los niños de La Guajira.” <https://www.unicef.org/colombia/comunicados-prensa/con-un-sms-se-atende-el-sos-de-los-ninos-de-la-guajira>
- [8] P. Jiang, “DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL DESIGN TOOL FOR MECHANISM DESIGN.”
- [9] “FÍSICA CONCEPTOS Y APLICACIONES. TIPPENS. Ed. McGraw- Hill. - Google Académico.” https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=F%C3%8DSICA+CONCEPTOS+Y+APLICACIONES.+TIPPENS.+Ed.+McGraw-+Hill.&btnG=
- [10] D. González-Mendizabal, “Intercambiadores de Calor,” 2002, Available: [https://gecousb.com.ve/guias/GECO/Fen%C3%B3menos%20De%20Transporte%20\(TF-2241\)/Material%20Te%C3%B3rico%20\(TF-2241\)/TF-2241%20Presentaci%C3%B3n%20de%20Intercambiadores%20de%20Calor%20Parte%202.pdf](https://gecousb.com.ve/guias/GECO/Fen%C3%B3menos%20De%20Transporte%20(TF-2241)/Material%20Te%C3%B3rico%20(TF-2241)/TF-2241%20Presentaci%C3%B3n%20de%20Intercambiadores%20de%20Calor%20Parte%202.pdf)

- [11] D. G.-M.-U. S. Bolívar and undefined 2002, “Guía de intercambiadores de calor: tipos generales y aplicaciones,” *academia.edu*, Available: <https://www.academia.edu/download/34280679/intercambiadores-de-calor-tipos-generales-y-aplicaciones.pdf>
- [12] P. I. Pino Torres, “Efecto en la transferencia de calor utilizando generadores de vórtices y aletas con persianas en intercambiadores de tubos planos,” Universidad de Chile, 2018. Available: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168688>
- [13] N. Gilbert, “DESIGN AND SIMULATION OF A CEREAL CRUSHER FOR HOUSEHOLD USE,” 2019.
- [14] J. Le Van, “US_3964345_A,” 1975
- [15] C. Neto, “US_5720219_A,” 1998
- [16] Y. LAVEE, “WO2005060770A1,” 2005
- [17] M. M. Odewole, K. J. Falua, S. O. Adebisi, and K. O. Abdullahi, “Development and Performance Evaluation of a Manually-Operated Multipurpose Fruit Juice Extractor,” *FUOYE Journal of Engineering and Technology*, vol. 3, no. 1, Mar. 2018, doi: 10.46792/fuoyejet.v3i1.171
- [18] S. E. Y, F. M. A, A. O. O, D. J. O, O. P. N, and A. A. K, “Technical Innovations For Developing Countries: The Case of a Human-Powered Fruit Blender,” *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, vol. 10, no. 3, pp. 673–679, 2019, Available: <http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJMET&VType=10&IType=3http://www.iaeme.com/IJMET/issues.asp?JType=IJMET&VType=10&IType=3>
- [19] “CINEMATICA.” <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n2/m5.html>
- [20] S. C. Foix and D. Clos Costa, “Teoría de máquinas,” 2000, Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=h9M4zVa8FYyC&oi=fnd&pg=PA13&dq=teor%C3%ADa+de+m%C3%A1quinas+y+mecanismos&ots=pPvpLhldsT&sig=4twArkA5LBHC7RWV61ciExDKFEI>
- [21] A. R. Buch, V. Mata, A. José, and A. Vitoria, “Máquinas y mecanismos,” *riunet.upv.es*, 2016, Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/70967>
- [22] L. T.-R. de O. Públicas and undefined 2005, “Arquitectos e Ingenieros. Historia de una relación,” *caminoscastillayleon.es*, Available:

<http://www.caminoscastillayleon.es/wp-content/uploads/Ingenieria-Humanismo/Arquitectos%20e%20ingenieros.pdf>

- [23] “Diseño y desarrollo de productos 5ed karl t ulrich by Carolina E - Issuu.” https://issuu.com/carolinae6/docs/dise_o_y_desarrollo_de_productos_5
- [24] M. N. Reza *et al.*, “Kinematic Analysis of a Gear-Driven Rotary Planting Mechanism for a Six-Row Self-Propelled Onion Transplanter,” *Machines* 2021, Vol. 9, Page 183, vol. 9, no. 9, p. 183, Aug. 2021, [doi: 10.3390/MACHINES9090183](https://doi.org/10.3390/MACHINES9090183).
- [25] M. C. Tsai, C. C. Huang, and B. J. Lin, “Kinematic analysis of planetary gear systems using block diagrams,” *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, vol. 132, no. 6, pp. 0650011–06500110, Jun. 2010, [doi: 10.1115/1.4001598/467005](https://doi.org/10.1115/1.4001598/467005).
- [26] Creative Mechanisms, “Engranajes,” 2023. <https://www.creativemechanisms.com/gears>
- [27] KHK, “Tipos de Engranajes | Fabricante de engranajes KHK,” 2022. https://khkgears.net/new/gear_knowledge/introduction_to_gears/types_of_gears.html
- [28] C. H. Hsu, “A graph notation for the kinematic analysis of differential gear trains,” *J Franklin Inst*, vol. 329, no. 5, pp. 859–867, Sep. 1992, [doi: 10.1016/S0016-0032\(92\)90044-H](https://doi.org/10.1016/S0016-0032(92)90044-H).
- [29] E. Brassitos and C. Mavroidis, “Kinematics analysis and design considerations of the gear bearing drive,” *Mechanisms and Machine Science*, vol. 14, pp. 159–175, 2013, [doi: 10.1007/978-3-319-00398-6_12/COVER](https://doi.org/10.1007/978-3-319-00398-6_12/COVER).
- [30] ISO, “ISO 6336-1,” 2021. [Online]. Available: www.inteco.org
- [31] P. Kaushik, D. D.-J. of M. Processes, and undefined 2021, “Effect of tool geometry in dissimilar Al-steel friction stir welding,” *Elsevier*, Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526612520305119>
- [32] B. Ahmad, A. Galloway, A. T.-R. de procesos de fabricación, and undefined 2018, “Modelado numérico avanzado de acero de baja aleación soldado por fricción y agitación,” *Elsevier*, Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526612518308570>
- [33] M. Al-Moussawi and A. J. Smith, “Defects in Friction Stir Welding of Steel,” *Metallography, Microstructure, and Analysis*, vol. 7, no. 2, pp. 194–202, Apr. 2018, [doi: 10.1007/S13632-018-0438-1](https://doi.org/10.1007/S13632-018-0438-1).

- [34] M. Al-Moussawi and A. Smith, “Defectos en la soldadura por fricción y agitación del acero,” *Metalografía, microestructura y análisis*, 2018, Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13632-018-0438-1>
- [35] R. Singh, S. Dubey, A. Singh, and S. Kumar, “Un artículo de revisión sobre el proceso de soldadura por fricción y agitación,” *Materials Today: Actas*, 2021, Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532033769X>
- [36] D. K. Rajak, D. Pagar, and ... P. M., “Procesos de soldadura basados en fricción: soldadura por fricción y soldadura por fricción y agitación,” ... y *Tecnología*, 2020, Available: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01694243.2020.1780716>

ANEXOS

- Anexo 1. Análisis estático eje de caja
- Anexo 2. Análisis estático eje de licuadora
- Anexo 3. Análisis estático piñón
- Anexo 4. Planos del diseño



Simulación de Eje de caja

Fecha: miércoles, 22 de mayo de 2023

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático de diseño de sistema de accionamiento mecánico

Tabla de contenidos

Información de modelo eje de caja	86
Propiedades de estudio	87
Unidades	87
Propiedades de material	88
Cargas y sujeciones	88
Información de malla	89
Resultados del estudio	90
Información de modelo eje de licuadora	94
Propiedades de estudio	95
Unidades	95
Propiedades de material	96
Cargas y sujeciones	96
Información de malla	97
Fuerzas resultantes	97
Información de modelo piñón	101
Propiedades de estudio	102
Unidades	102
Propiedades de material	103
Cargas y sujeciones	103
Información de malla	104

UAN
 — Universidad —
Antonio Nariño

YICETH LORAINÉ SOLANO
Código: 10451929139


PASCUAL SUAREZ CUADRADO
Código: 1064982466

Información de modelo



Nombre del modelo: Eje de caja
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Barrer3 	Sólido	Masa:0,0402117 kg Volumen:5,12251e-06 m ³ Densidad:7.850 kg/m ³ Peso:0,394075 N	C:\Users\Lenovo\Desktop\ Trabajos Solid\Eje de caja.SLDPRT May 3 08:53:09 2023


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Automático
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Lenovo\Desktop\Trabajos Solid)

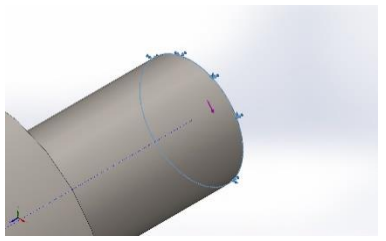
Unidades

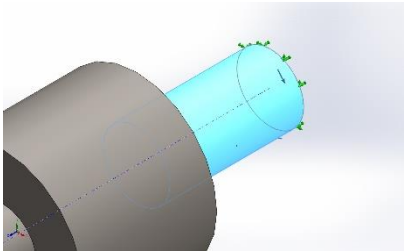
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: $5,3e+08 \text{ N/m}^2$</p> <p>Límite de tracción: $6,25e+08 \text{ N/m}^2$</p> <p>Módulo elástico: $2,05e+11 \text{ N/m}^2$</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.850 kg/m^3</p> <p>Módulo cortante: $8e+10 \text{ N/m}^2$</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: $1,15e-05 / \text{Kelvin}$</p>	Sólido 1(Barrer3)(Eje de caja)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 1 arista(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-1,01606	-0,6574	-0,00493503	1,2102
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Torsión-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Aplicar momento torsor</p> <p>Valor: 2 N.m</p>

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño máximo de elemento	1,72453 mm
Tamaño mínimo del elemento	0,0862265 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	13549
Número total de elementos	8036
Cociente máximo de aspecto	9,7761
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99,6
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-1,01606	-0,6574	-0,00493503	1,2102

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

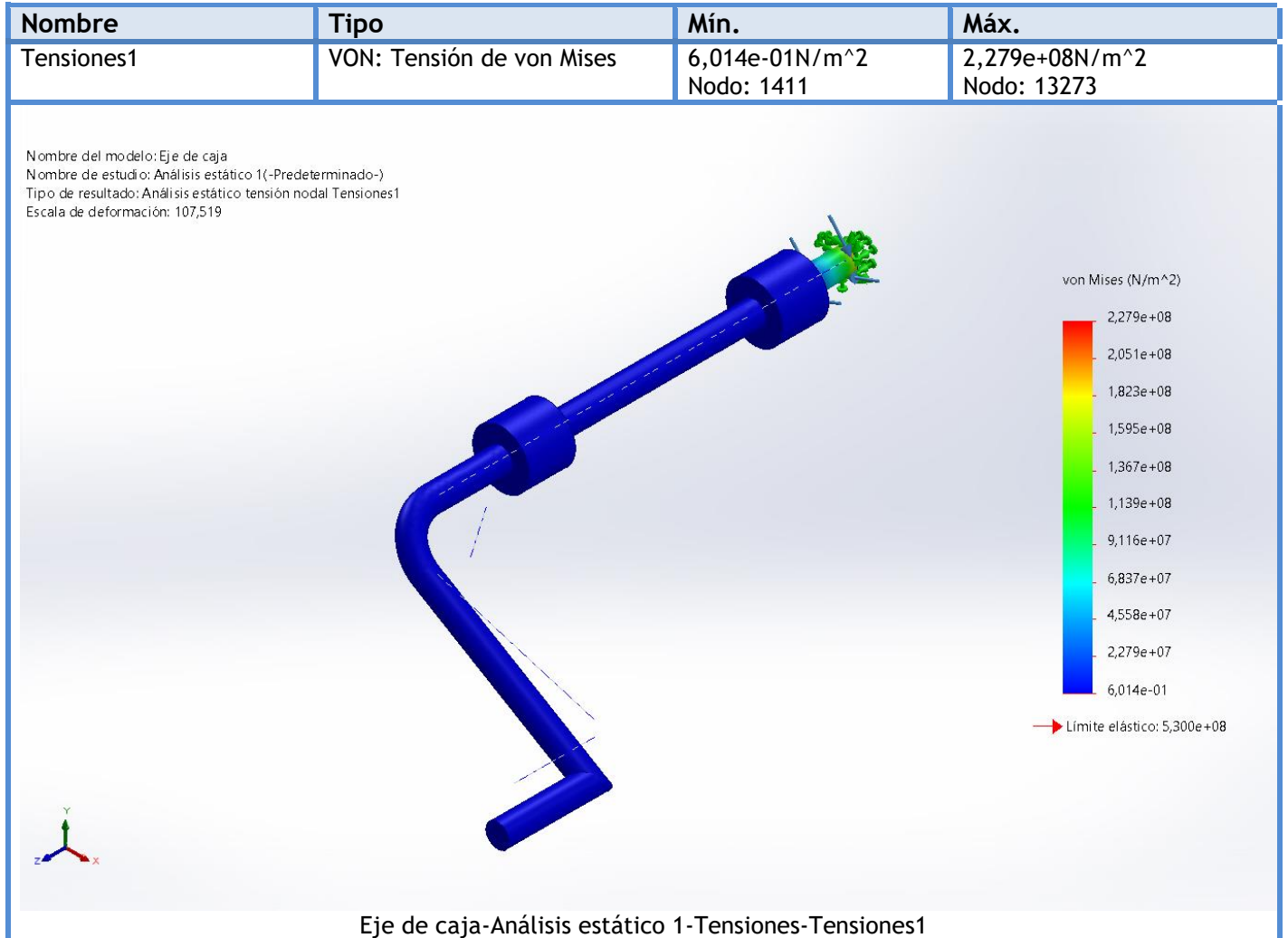
Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0,00582183	-0,0253766	-0,010416	0,0280421

Momentos de cuerpo libre

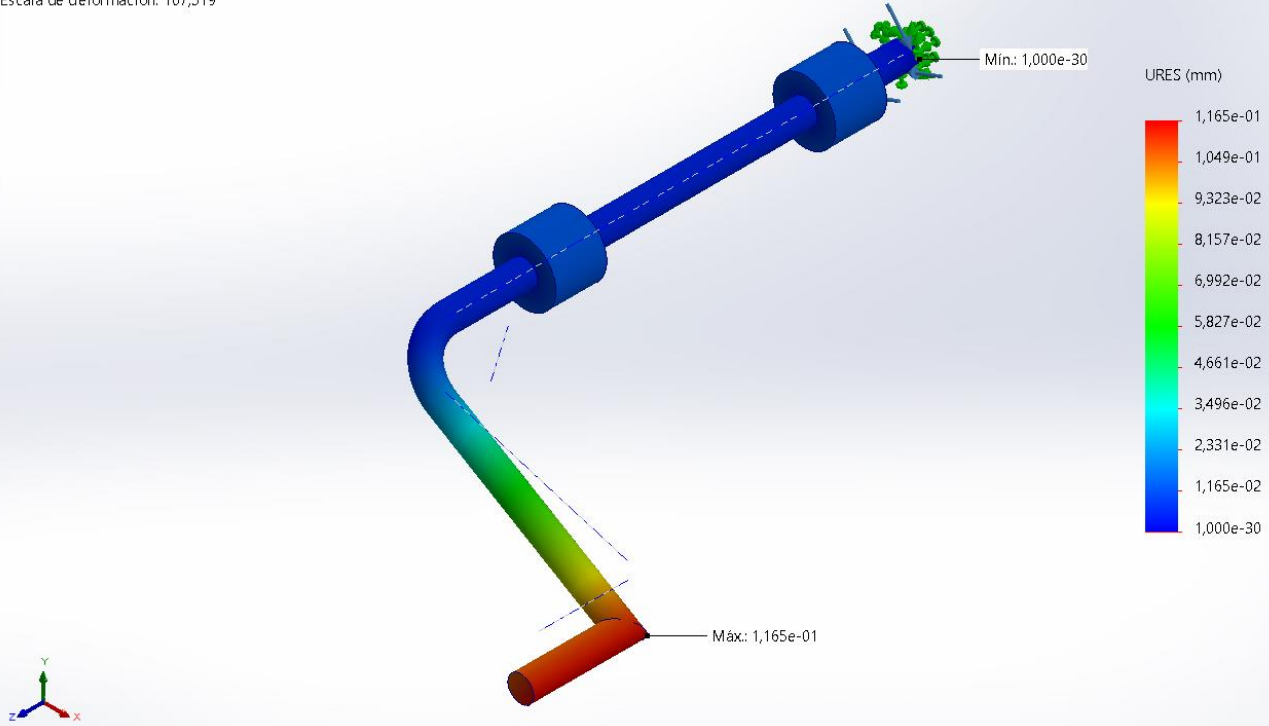
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

Resultados obtenidos en el estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 27	1,165e-01mm Nodo: 9436

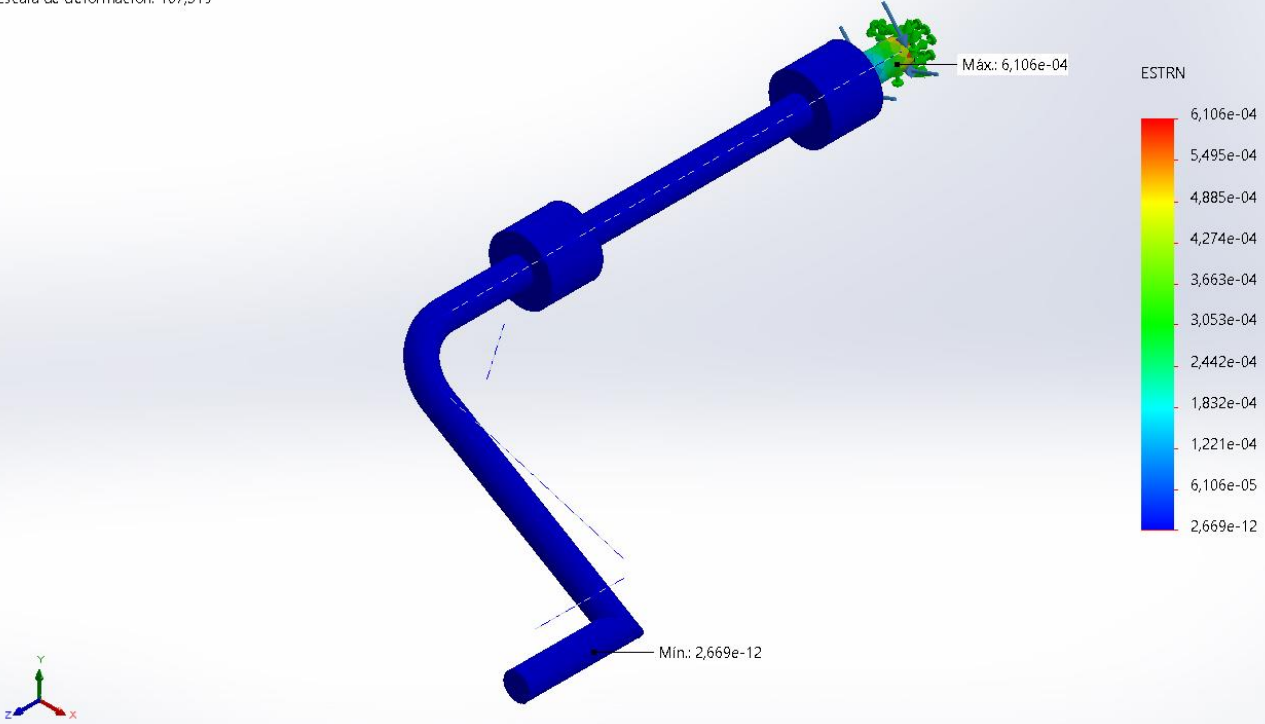
Nombre del modelo: Eje de caja
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 107,519



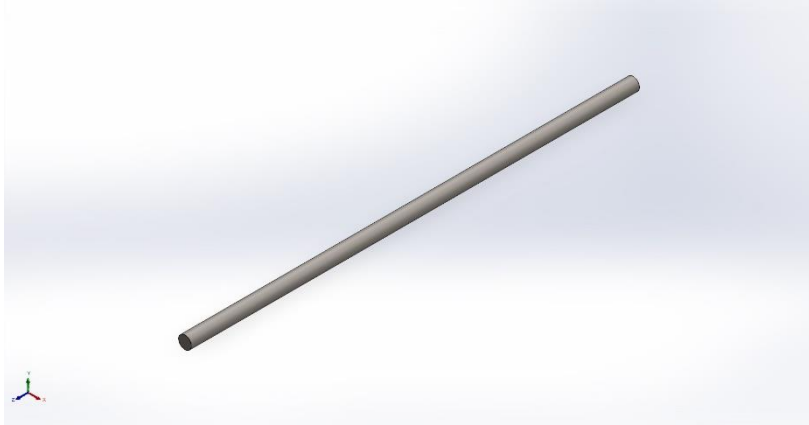
Eje de caja-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2,669e-12 Elemento: 4632	6,106e-04 Elemento: 7414

Nombre del modelo: Eje de caja
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 107,519



Eje de caja-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Simulación de Eje licuadora

Fecha: miércoles, 22 de mayo de 2023

Diseñador: Solidworks

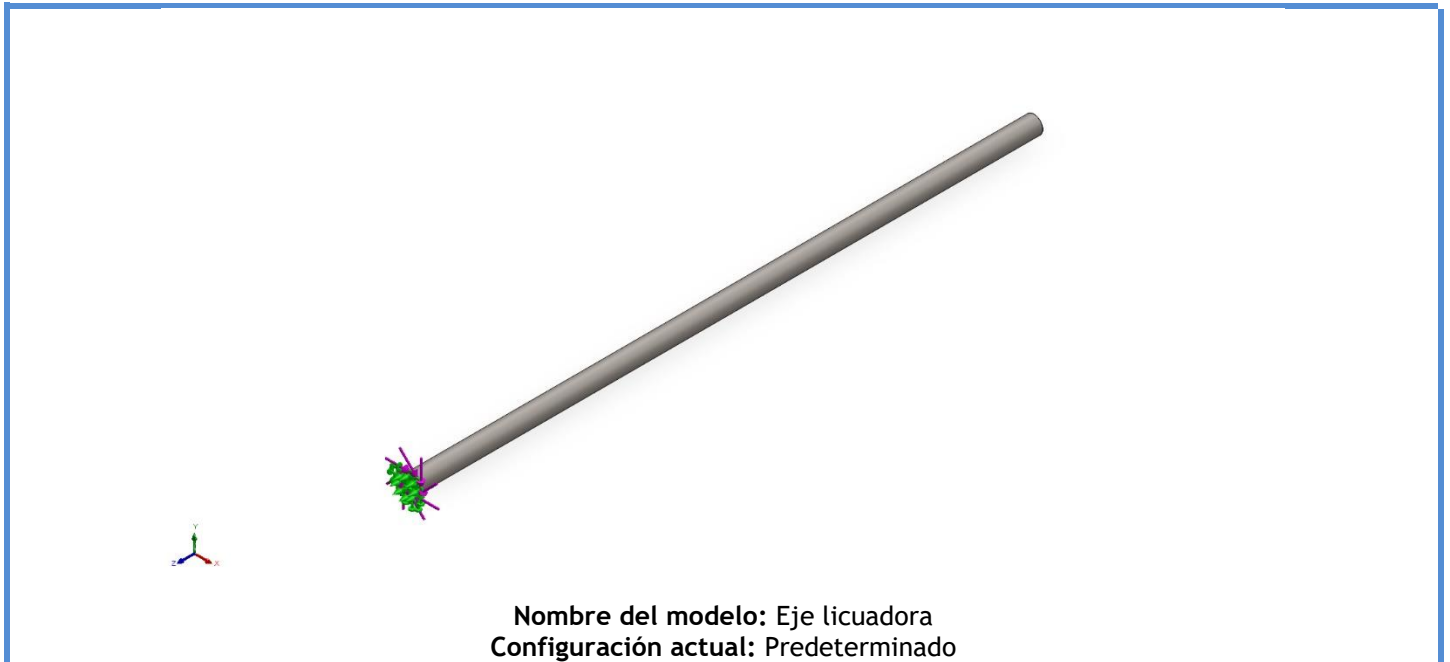
Nombre de estudio: Análisis estático de
diseño de sistema de accionamiento
mecánico

UAN
—Universidad—
Antonio Nariño


YICETH LORAINÉ SOLANO
Código: 10451929139

PASCUAL SUAREZ CUADRADO
Código: 1064982466

Información de modelo



Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir1 	Sólido	Masa:0,000215788 kg Volumen:2,74889e-08 m ³ Densidad:7.850 kg/m ³ Peso:0,00211472 N	C:\Users\Lenovo\Desktop\ Trabajos Solid\Eje licuadora.SLDPRT May 3 10:27:01 2023


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático de diseño de sistema de accionamiento mecánico
Tipo de análisis	Análisis estático de diseño de sistema de accionamiento mecánico
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Automático
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Lenovo\Desktop\Trabajos Solid)

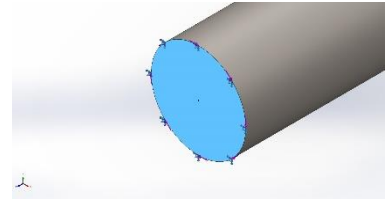
Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: $5,3e+08 \text{ N/m}^2$</p> <p>Límite de tracción: $6,25e+08 \text{ N/m}^2$</p> <p>Módulo elástico: $2,05e+11 \text{ N/m}^2$</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.850 kg/m^3</p> <p>Módulo cortante: $8e+10 \text{ N/m}^2$</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: $1,15e-05 / \text{Kelvin}$</p>	Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Eje licuadora)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	27,8425	-67,9024	0	73,389
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Torsión-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Referencia: Cara< 1 ></p> <p>Tipo: Aplicar momento torsor</p> <p>Valor: 2 N.m</p>

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño máximo de elemento	0,60395 mm
Tamaño mínimo del elemento	0,301975 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	7688
Número total de elementos	4262
Cociente máximo de aspecto	4,7569
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99,5
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	27,8425	-67,9024	0	73,389

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

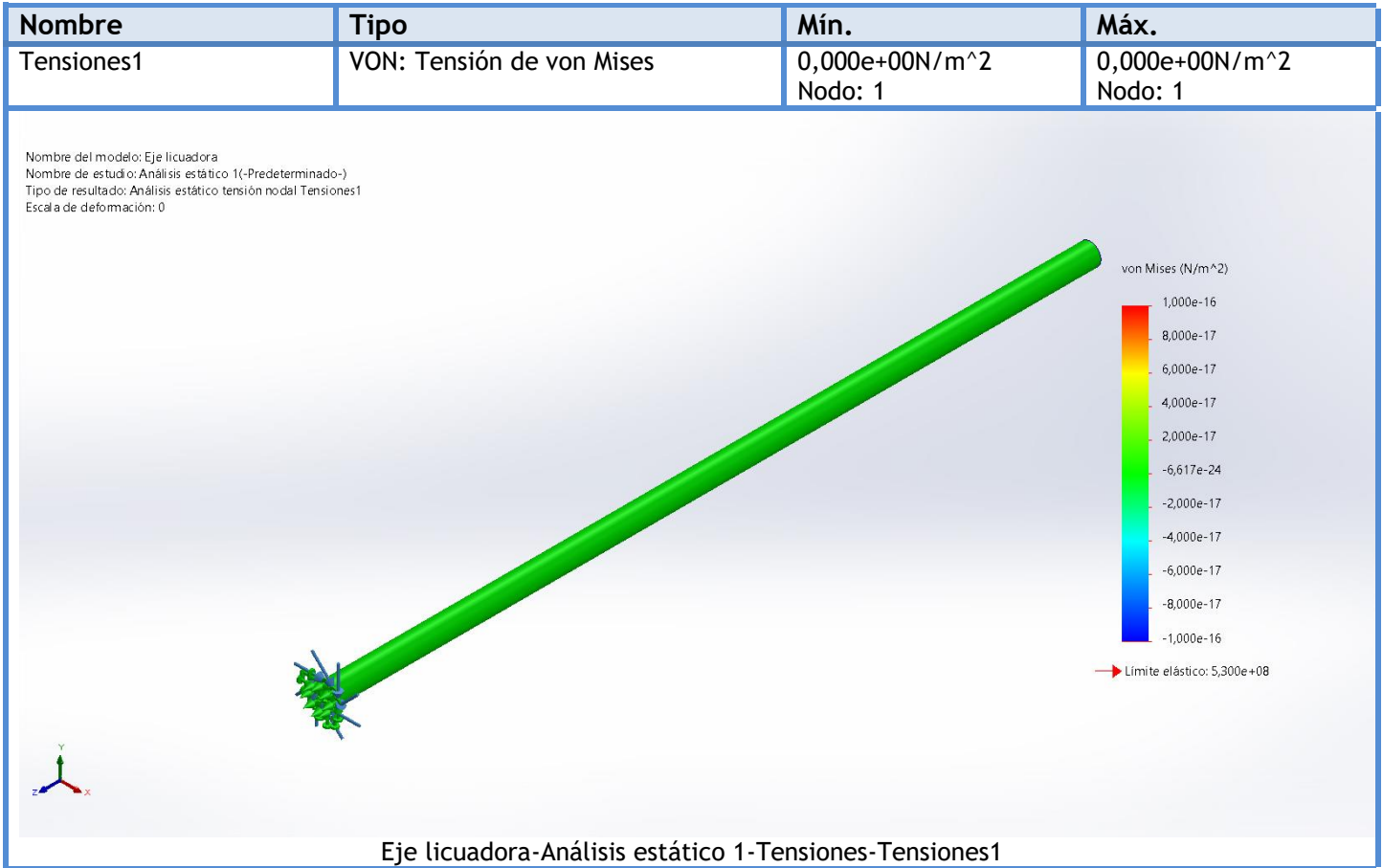
Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	2,83108e-05	2,09283e-06	0	2,8388e-05

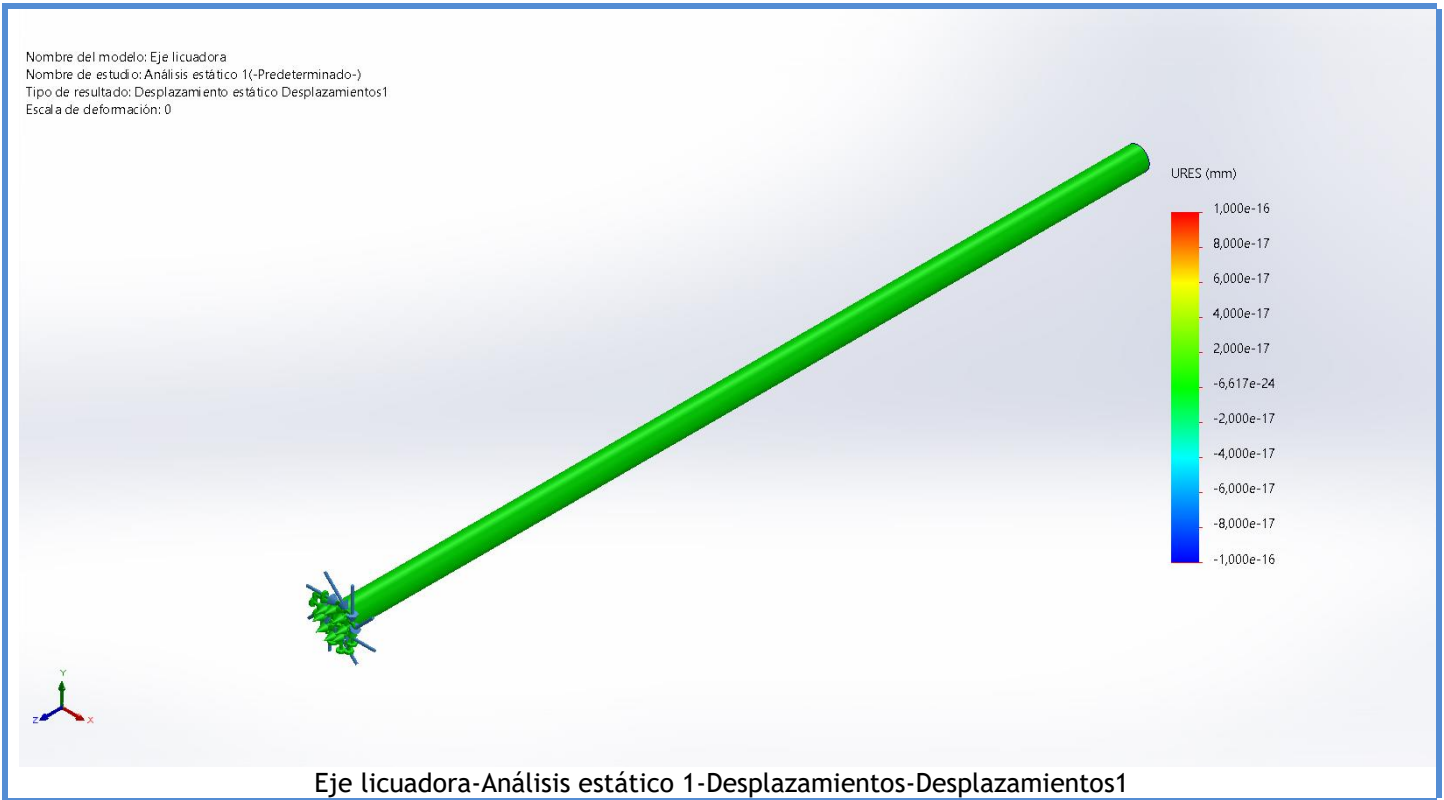
Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

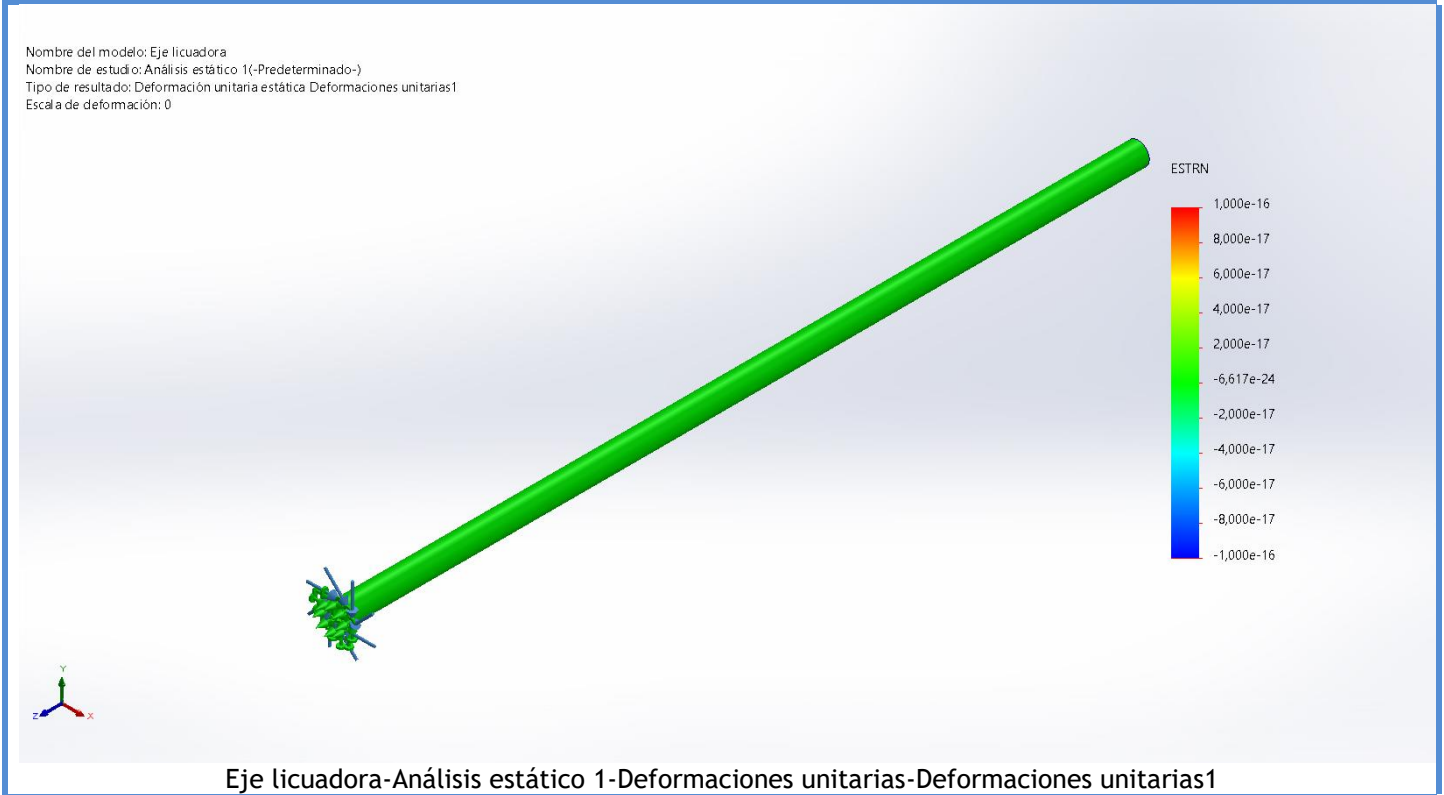
Resultados obtenidos en el estudio

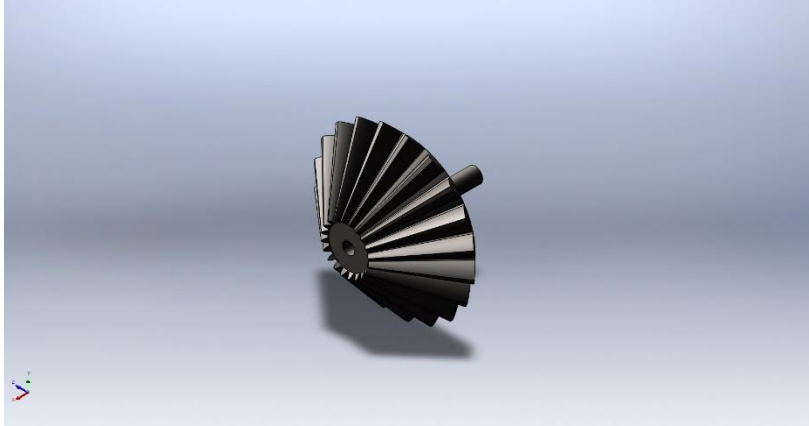


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 1	1,000e-30mm Nodo: 1



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 1	0,000e+00 Elemento: 1





Simulación de Piñon

Fecha: miércoles, 22 de mayo de 2023

Diseñador: Solidworks

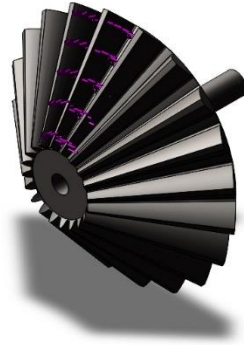
Nombre de estudio: Análisis estático de diseño de sistema de accionamiento mecánico

UAN
— Universidad —
Antonio Nariño

YICETH LORAINÉ SOLANO
Código: 10451929139

PASCUAL SUAREZ CUADRADO
Código: 1064982466

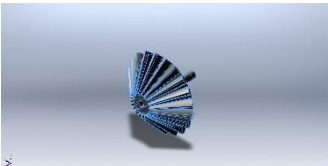
Información de modelo



Nombre del modelo: Piñon

Configuración actual: Metric - Straight bevel pinion 0.5M20PT 20GT 20PA 5FW ---2001H10MD0.8N

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Bore</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0,00123951 kg Volumen:1,57898e-07 m³ Densidad:7.850,07 kg/m³ Peso:0,0121472 N</p>	<p>c:\solidworks data\browser\ansi metric\power transmission\gears\straigh t bevel pinion_am.sldprt Apr 30 10:18:51 2023</p>

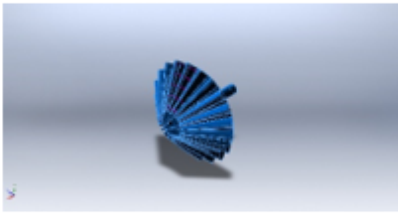
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático de diseño de sistema de accionamiento mecánico
Tipo de análisis	Análisis estático de diseño de sistema de accionamiento mecánico
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Automático
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (c:\solidworks data\browser\ansi metric\power transmission\gears)

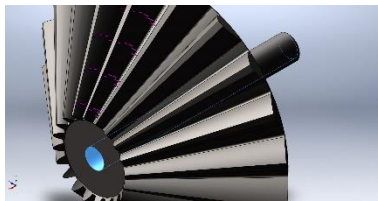
Unidades

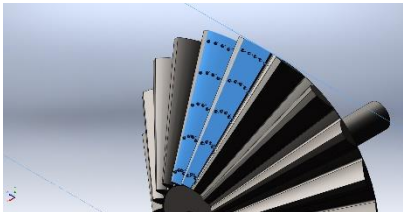
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 5,3e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 6,25e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2,05e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1,15e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Bore)(straight bevel pinion_am)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	213,259	370,708	-654,52	781,856
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 2 cara(s)</p> <p>Tipo: Aplicar fuerza normal</p> <p>Valor: 400 N</p>

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño máximo de elemento	1,08154 mm
Tamaño mínimo del elemento	0,0540768 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	674529
Número total de elementos	470262
Cociente máximo de aspecto	18,22
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99,3
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0,0208
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:02:16
Nombre de computadora:	

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	213,259	370,708	-654,52	781,856

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

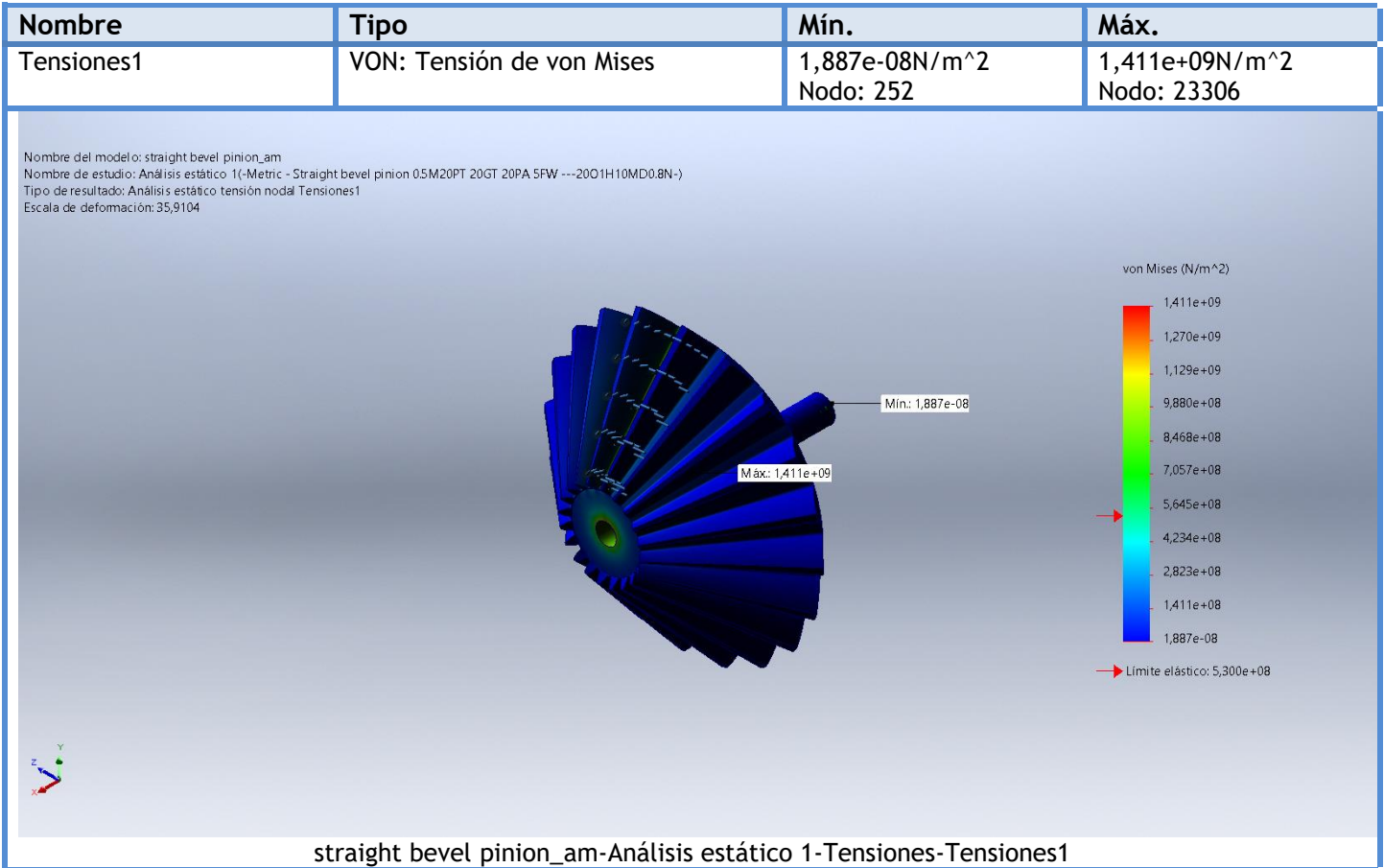
Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0,00574325	0,0200022	-0,0146456	0,0254473

Momentos de cuerpo libre

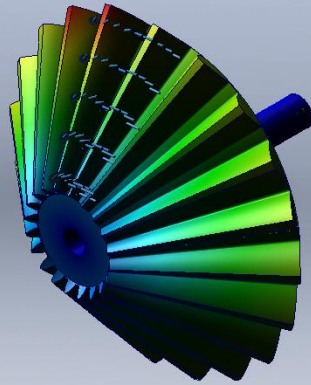
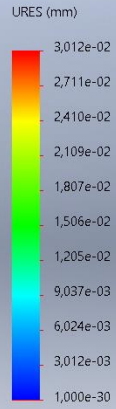
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

Resultados obtenidos en el estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 77	3,012e-02mm Nodo: 73

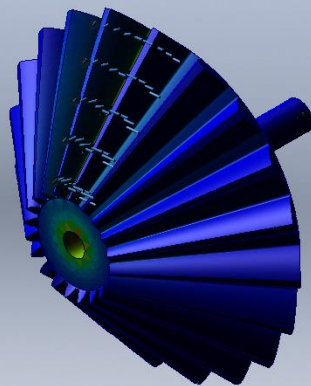
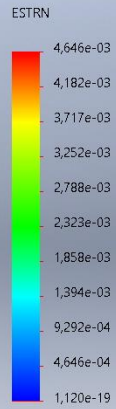
Nombre del modelo: straight bevel pinion_am
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Metric - Straight bevel pinion 05M20PT 20GT 20PA 5FW ---20O1H10MD0.8N-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación:35,9104



straight bevel pinion_am-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1,120e-19 Elemento: 18269	4,646e-03 Elemento: 83163

Nombre del modelo: straight bevel pinion_am
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Metric - Straight bevel pinion 05M20PT 20GT 20PA 5FW ---20O1H10MD0.8N-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación:35,9104



straight bevel pinion_am-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

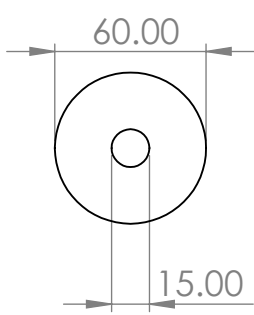
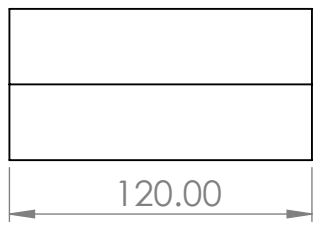
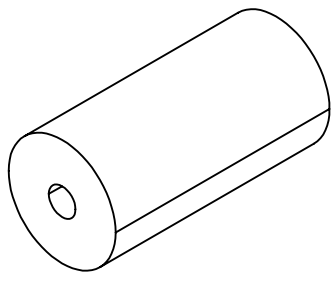
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.				
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				

TÍTULO:	<h1>Caja de bicicleta</h1>
N.º DE DIBUJO	
MATERIAL:	A4
PESO:	ESCALA:1:1
	HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

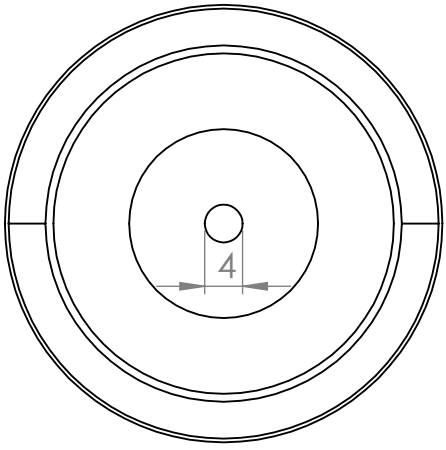
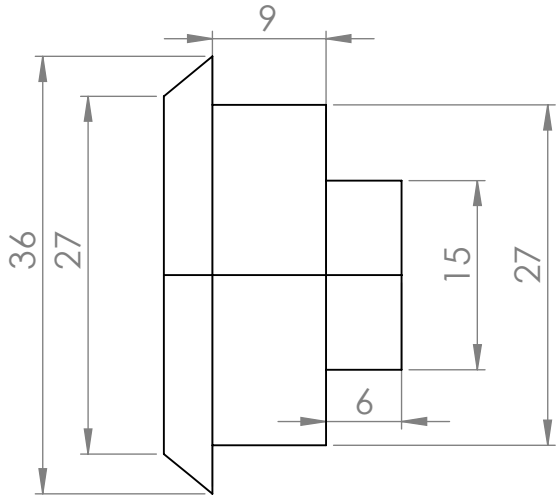
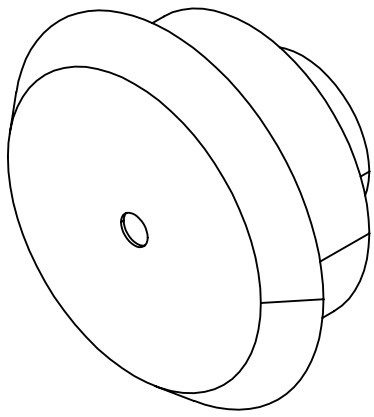
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
 ROMPER ARISTAS
 VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:

Cuadrante

N.º DE DIBUJO

A4

MATERIAL:
 Acero 1045

PESO:

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

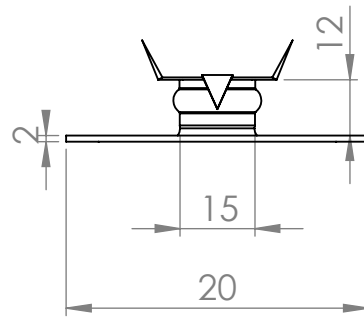
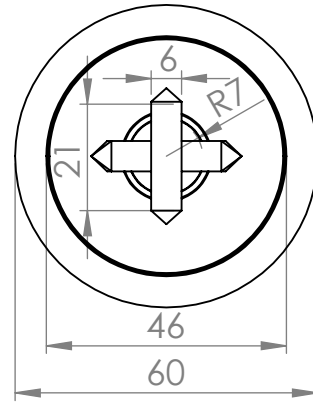
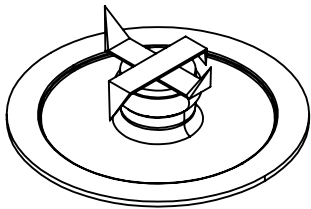
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.				
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				

TÍTULO:		Cuchillas	
MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
Acero inoxidable			
PESO:		HOJA 1 DE 1	

4 3 2 1

A

A

A4

4

3

2

1

F

F

E

E

D

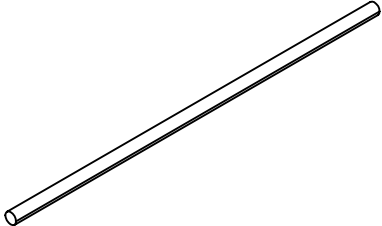
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
 ROMPER ARISTAS
 VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

TÍTULO:
Eje vertical

N.º DE DIBUJO

A4

HOJA 1 DE 1

MATERIAL:
 Acero 1045

PESO:

4

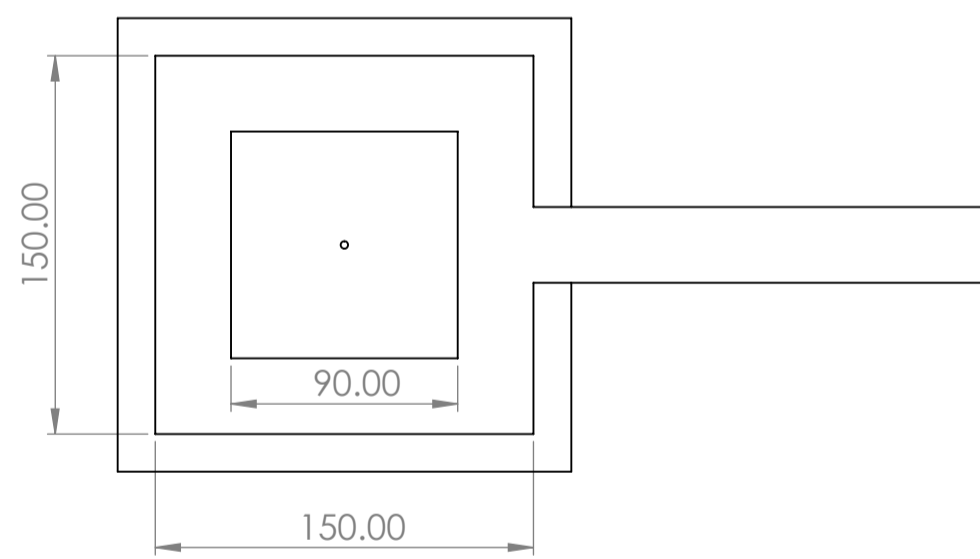
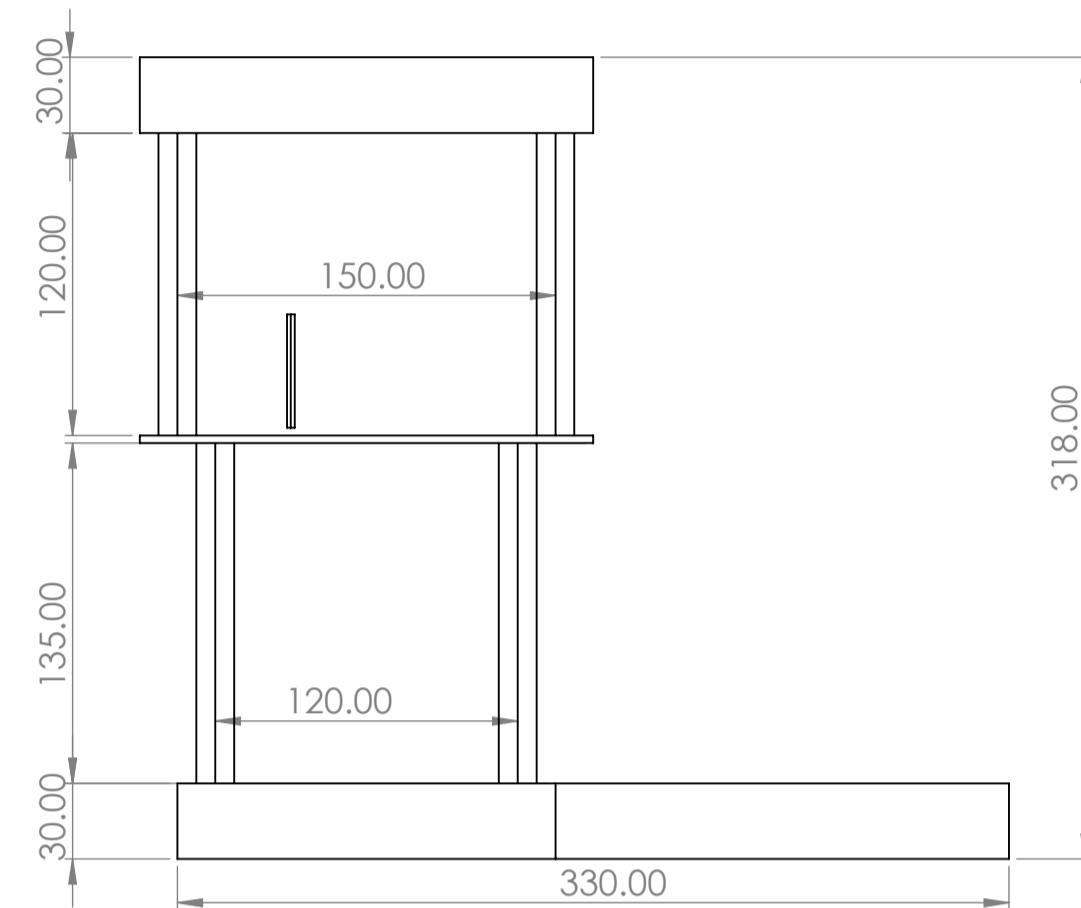
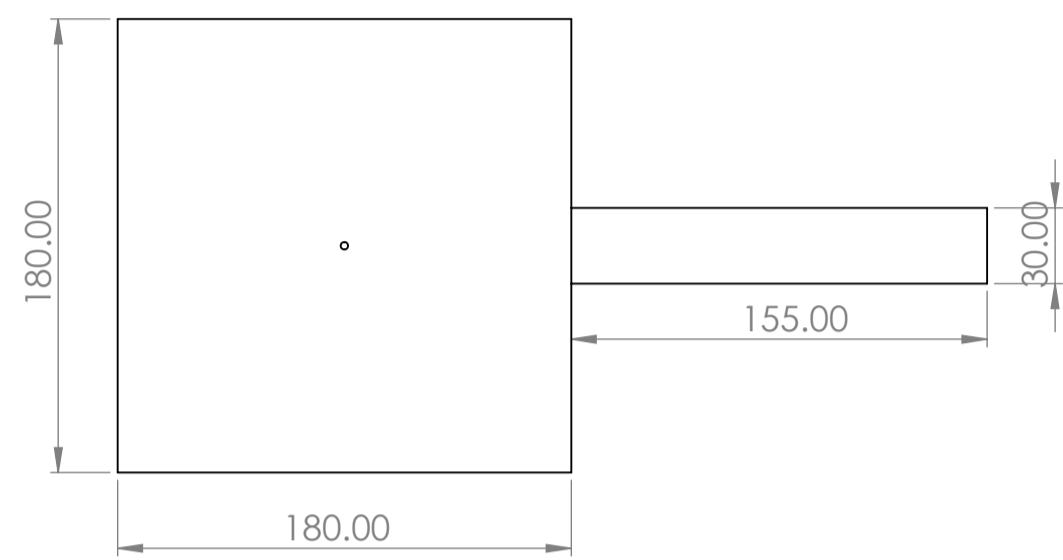
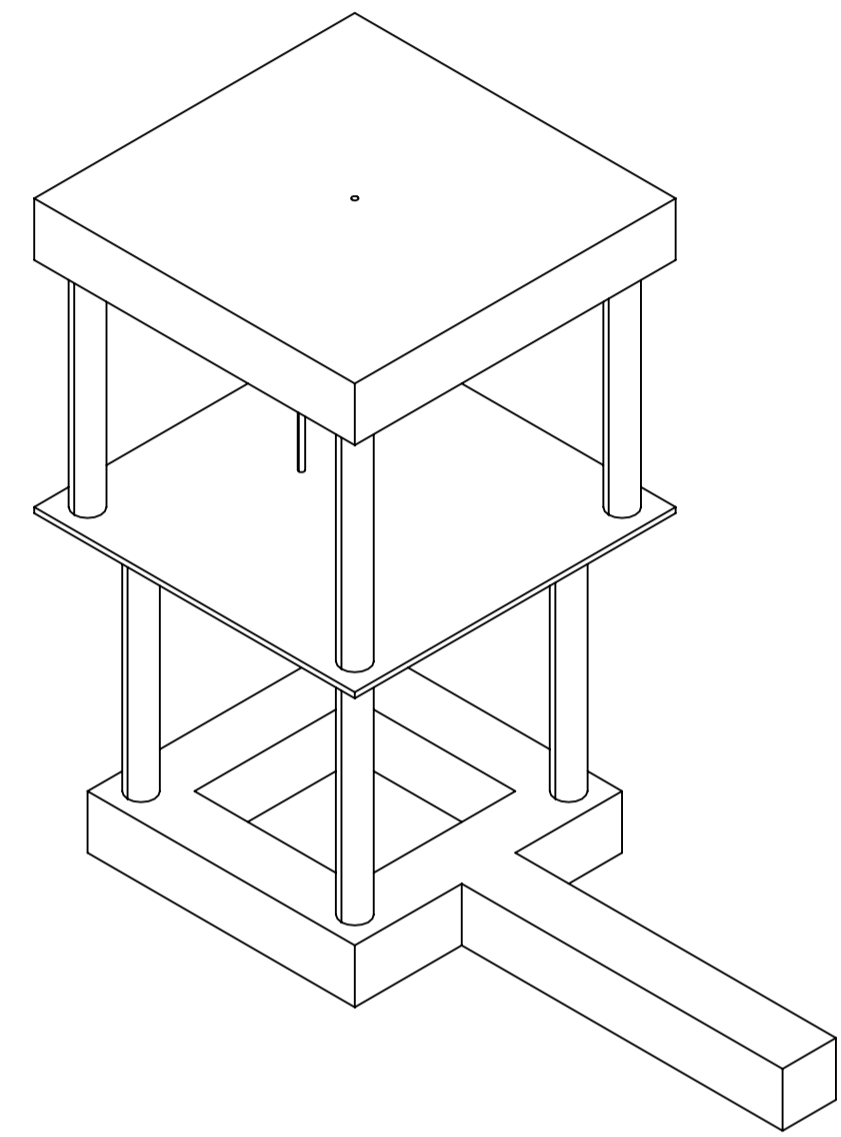
3

2

1

A

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL:									
TOLERANCIAS:									
LINEAS:									
ANGULARES:									
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:		ESTRUCTURA	
DIBUJ.		VERIF.		APROB.		FABR.		CALID.	
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO	
						Acero A36		A1	
						PESO:		HOJA 1 DE 1	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

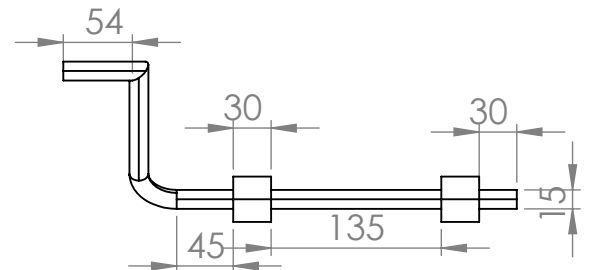
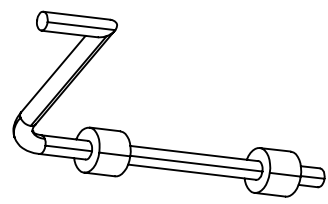
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
 ROMPER ARISTAS
 VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:
manivela

N.º DE DIBUJO

MATERIAL:
 Acero 1045

PESO:

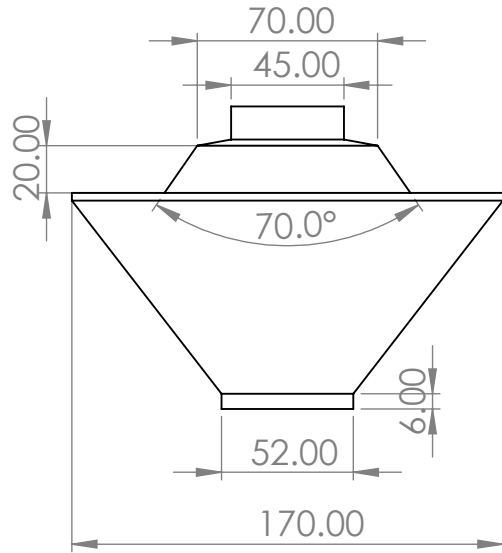
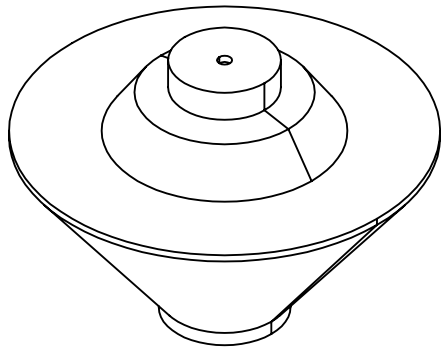
A4

HOJA 1 DE 1

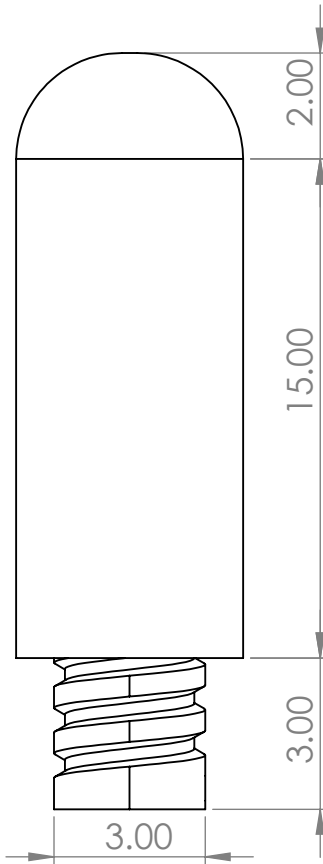
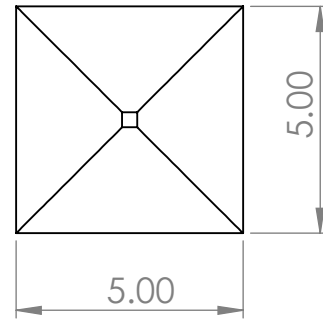
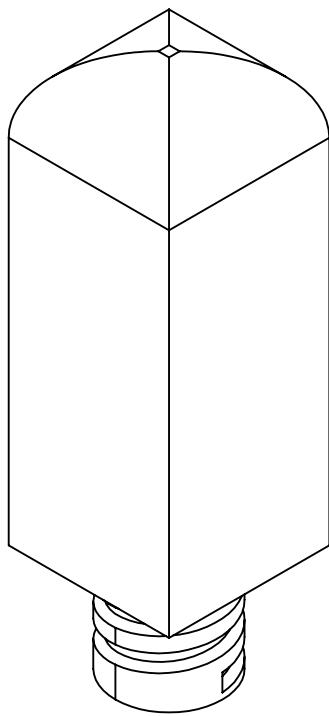
4 3 2 1

A

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>DIBUJ.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>VERIF.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>APROB.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>FABR.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CALID.</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.			VERIF.			APROB.			FABR.			CALID.			MATERIAL: POLIMERO PVC	TÍTULO: multiplicadora	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																					
DIBUJ.																							
VERIF.																							
APROB.																							
FABR.																							
CALID.																							
PESO:			N.º DE DIBUJO	A4																			
			ESCALA:1:1	HOJA 1 DE 1																			



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																		
<table border="1"> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.			VERIF.			APROB.			FABR.			CALID.			MATERIAL: ACERO 1045	TÍTULO: Pin cuadrante	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																					
DIBUJ.																							
VERIF.																							
APROB.																							
FABR.																							
CALID.																							
PESO:			ESCALA:20:1	N.º DE DIBUJO																			
					A4																		
			HOJA 1 DE 1																				

4 3 2 1

F

F

E

E

D

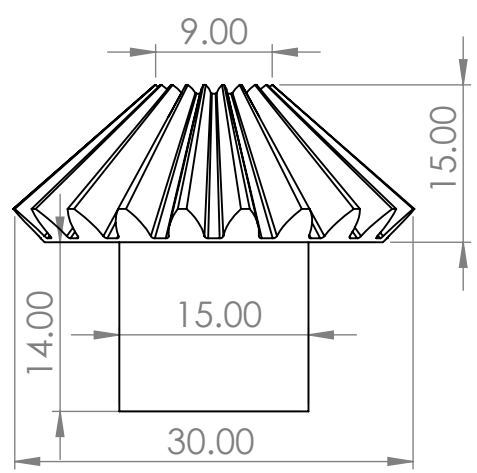
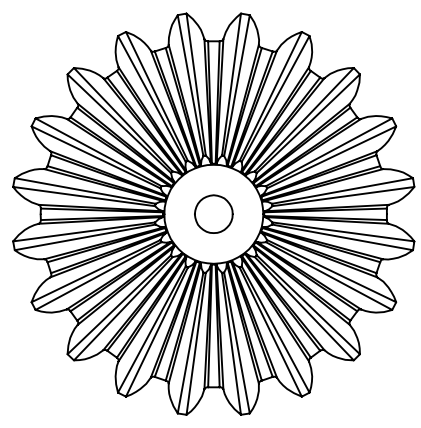
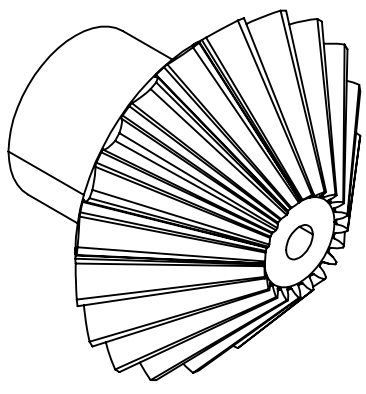
D

C

C

B

B



PIÑON CONICO , Num dientes 20 , Modulo 4

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE			FIRMA	FECHA	TÍTULO: Piñon conico
DIBUJ.					N.º DE DIBUJO
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.			MATERIAL: Acero 1045		A4
PESO:				HOJA 1 DE 1	

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

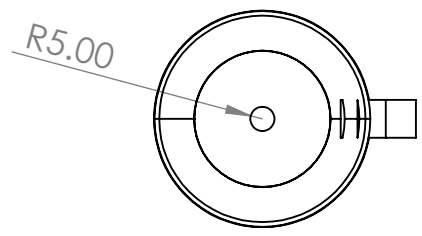
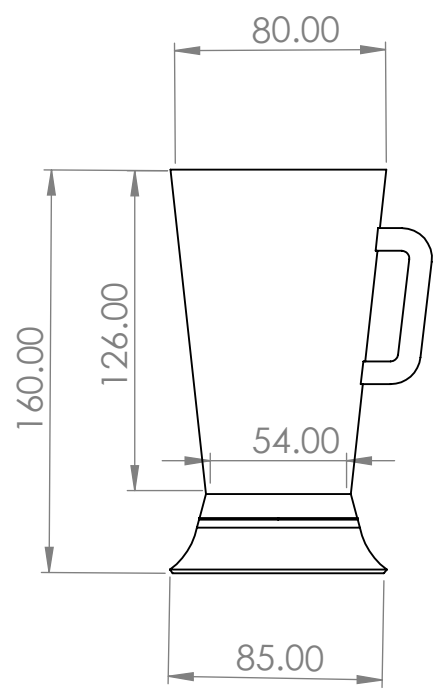
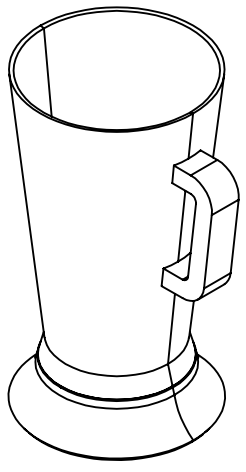
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

A	DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: <h1>Vaso licuadora</h1>	N.º DE DIBUJO	A4
	VERIF.						
	APROB.						
	FABR.						
	CALID.						
				MATERIAL:			
				PESO:			HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A