

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**DISEÑO DE EQUIPO PARA EXTRAER EL ZUMO DEL
PASTO DE TRIGO PARA EL CONSUMO DE LA
AGROINDUSTRIA**

Trabajo de Titulación para optar
al Título de INGENIERIA EN
FABRICACION Y DISEÑO
INDUSTRIAL con licenciatura
en Ingeniería en Fabricación y
Diseño Industrial

Alumno:

Jose Victorino Castro Mancilla

Profesor Guía:

Mario González Carvallo

“AGRADECIMIENTOS”

Durante este proceso de lleno aprendizaje y experiencias, me pregunte tantas veces a donde llegaría cuanto iba a cambiar mi persona, hoy siento que estoy listo para comenzar una nueva etapa llena de desafíos por delante, quiero dedicarle estos eternos reconocimientos a mi madre que siempre creyó que mi camino estaba a su lado, pese a la adversidad continuamos adelante, reconozco que dude mucho de mi durante el proceso, sin embargo evite ruina, gracias a que el destino me coloco a muchas personas con las que acorde y discordia de igual forma, aceptar y compartir los conocimientos fue para mi la mejor parte de esta experiencia, esos momentos de estudios y sacrificios se convertirán en un recuerdo del ayer, sin duda lo que queda es lo vivido. Doy gracias a esas personas con las compartimos el tiempo, ya fuese de viaje de estudio o de colaciones. A mi compañera Paulina que nunca me dejo olvidado cuando lo necesite, sus palabras me dieron mucha fuerza y seria feliz de verla cumplir su sueño. Si hoy termino este proceso es compartido con mi Mamá, con mi tía Vero y tío Juan que siempre me dieron todo para llegar hasta aquí el reconocimiento es para todos también, porque hoy en día entiendo más que nunca que hay cosas que en realidad deberíamos valorar más que lo que se tiene, estoy contento de haber echo amigos en la universidad, también agradezco mucho las buenas enseñanzas de parte de los profesores que me brindaron ayuda siempre que así lo necesite, más allá de lo académico sin duda algunos enseñan valores fundamentales, agradezco a los árboles y a los alimentos con los cuales me nutrieron por que estudiar dio mucha hambre, gracias al agua que me hidrata, a la naturaleza, que cuando me sentí perdido me dio razón para amar, a la tierra que amo y al cielo y el espacio que siempre me intriga, gracias a todos los que me ayudaron a entender y motivaron a continuar hasta el fin, gracias a la vida.

RESUMEN

Palabras clave: Biopolímero, Clorofila, Equipo, Exprimir, Diseño, Proceso, Pasto de trigo, Zumo.

El presente trabajo de título trata sobre los requerimientos presentados por la empresa Ingemaq S.A, para su cliente Cultiva Austral una empresa pionera en la extracción de zumo de pasto de trigo, para su consumo en la agroindustria alimentaria. Esta al no contar con un sistema para exprimir de forma adecuada a sus requerimientos, se ve limitada en la cantidad de volumen producido, por lo tanto, nace la necesidad de diseñar un equipo industrial para aumentar la producción de la empresa en términos de volumen de líquido de pasto de trigo extraído.

Capítulo 1: En este capítulo se recopilan los antecedentes sobre las propiedades del pasto de trigo, exploración de diferentes diseños de equipos que cumplan la función general de exprimir para obtener zumo como resultado, determinación de objetivos planteados mediante la m.

Capítulo 2: En este capítulo se explica en detalle el diseño del equipo y como se llevará a cabo la fabricación de este, analizando las materias primas adecuadas y los procesos de manufactura asociados a la fabricación del equipo.

Capítulo 3: En este capítulo se hace una evaluación de funcionalidad y un estudio económico respecto a los costos de materias primas y capital humano, entre otros, para llevar a cabo la fabricación y posterior venta del diseño.

ABSTRACT

Keywords: Biopolymer, Chlorophyll, Equipment, Squeezing, Design, Process, Wheatgrass, Juice.

This title work deals with the requirements presented by the company Ingemaq S.A., for its client Cultiva Austral, a pioneer company in the extraction of wheat grass juice for consumption in the food agroindustry. Since this company does not have an adequate squeezing system, it is limited in the amount of volume produced, therefore, the need to design an industrial equipment to increase the production of the company in terms of volume of wheatgrass liquid extracted is born.

Chapter 1: This chapter compiles background information on the properties of wheatgrass, exploration of different equipment designs that fulfill the general function of squeezing to obtain juice as a result, determination of objectives.

Chapter 2: This chapter will explain in detail the design of the equipment and how it will be manufactured, analyzing the appropriate raw materials and the manufacturing processes associated with the manufacture of the equipment.

Chapter 3: In this chapter we will make an evaluation of functionality and an economic study regarding the costs of raw materials and human capital, among others, to carry out the manufacture and subsequent sale of the design.

ÍNDICE

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO	2
1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	3
1.1 ANTECEDENTES GENERALES	3
1.1.1 ESTADO DEL ARTE	4
1.2 DEFINICION DE LA OPORTUNIDAD DE DISEÑO	7
1.3 CONTEXTO DE LA OPORTUNIDAD	7
1.3.1 RESTRICCIONES AMBIENTALES	8
1.4 ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROYECTO	8
1.5 DEFINICION DE MODELO DE NEGOCIO	9
1.5.1 DEFINICION DEL MERCADO	10
1.5.1.1 COMPORTAMIENTO	10
1.5.1.2 UBICACIÓN	11
1.5.1.3 PSICOGRAFIA	11
1.5.2 CUANTIFICACION ESTIMADA DEL MERCADO	11
1.6 ANALÍISIS Y DEFINICION FUNCIONAL	11
1.7 DEFINICION DE OBJETIVOS DEL PROYECTO	13
1.8 DIMENSIÓN TECNOLÓGICA	13
1.8.1 EEGONOMIA	13
1.8.2 CRITERIOS DE DISEÑO	14
CAPITULO 2: DISEÑO DE INGIENERIA	15
2 DISEÑO DE INGENIERIA	16
2.1 DEFINICIONES GENERALES DEL DISEÑO	16
2.1.1 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO	17
2.2 DEFINICION DEL PRODUCTO	17
2.3 RENDIMIENTO DEL DISEÑO	20
2.4 DATOS CUALITATIVOS DEL EQUIPO	24
2.5 DATOS CUANTITATIVOS DEL EQUIPO	24
2.6 DEFINICION DE COMPONENTES DEL EQUIPO	26
2.6.1 SISTEMA ESTRUCTURAL DEL EQUIPO	26
2.6.2 SISTEMA MOTRIZ	28

2.6.3	SISTEMA DE TRANSMISION	30
2.6.4	BOQUILLA DEL EXPRIMIDOR	31
2.6.5	UNION SOLDADA A LA TAPA FRONTAL	33
2.6.6	TAPA ROSCADA DE SALIDA DE PULPA	34
2.6.7	SINFÍN DE TRITURACION	34
2.6.8	REJILLA O FILTRO	36
2.6.9	SELLO CORDON PARA EL SELLADO DE EJES	37
2.6.10	SISTEMAS DE ANCLAJE Y SUJECION	38
2.6.11	GOMA PLANA DE JUNTA	39
2.6.12	MACHON DE ACOPLAMIENTO FLEXIBLE ACERO INOX	39
2.7	METAS A LOGRAR CON EL PRODUCTO	39
2.8	MATERIALES A UTILIZAR	40
2.9	PROTOTIPO 3D	45
2.10	TIEMPOS DE PRODUCCION Y COSTOS DE MANUFACTURA	48
2.10.1	TIEMPOS DE PRODUCCION QUE OPERA EL EQUIPO	49
2.10.2	TIEMPOS DE FABRICACION DEL PRODUCTO	49
2.10.3	COSTOS DE MANUFACTURA	49
3	CAPITULO 3: PRODUCTO MINIMO VIABLE Y EVALUACIÓN ECONOMICA	50
3	PRODUCTO MINIMO VIABLE Y EVALUACIÓN ECONOMICA	51
3.1	PMV Y EVALUACION FINANCIERA	51
3.2	EVALUACION FUNCIONAL	52
3.3	EVALUACION ECONOMICA DE FABRICACION	53
3.3.1	COSTOS INDIRECTOS	53
3.3.2	COSTOS DIRECTOS	53
3.3.2.1	COSTO DE MATERIAL	54
3.3.2.2	COSTO DE CAPITAL HUMANO	54
3.3.2.3	COSTO DE TRASLADO Y MONTAJE	55
3.3.3	COSTO DE FABRICACION	55
3.3.4	COSTO DE VENTA	56
	CONCLUSION Y RECOMENDACIONES	57
	BIBLIOGRAFIA	60
	ANEXOS	67

INDICE DE FIGURA

Figura 1-1. Propiedades vitamínicas del wheatgrass.	3
Figura 1-2. Exprimidor manual Handy pandry HJ	5
Figura 1-3. Maquina exprimidora en prensa fría omega J8006.	5
Figura 1-4. Exprimidor multi uso optifresh.	6
Figura 1-5. Exprimidor industrial	6
Figura 1-6: Análisis del problema mediante el uso de metodología aplicada	8
Figura 1-7 posicionamiento adecuado para operar el equipo	14
Figura 2-1 Curva actividad del agua v/s ln módulo.	18
Figura 2-2 Grafica deformación/tiempo modelo de Maxwell	20
Figura 2-1 Base del equipo	26
Figura 2-2 Motor eléctrico industrial	29
Figura 2-3 reductor de velocidad coaxial	30
Figura 2-4 Boquilla de extracción	31
Figura 2-5 unión soldada	33
Figura 2-6 Tapa de salida para pulpa	34
Figura 2-7 eje sin fin	35
Figura 2-8 Filtro de acero inoxidable para zumo	37
Figura 2-9 : sello cordón	37
Figura 2-10 Junta de goma plana	39
Figura 2-11 Machón de acoplamiento	39
Figura 2-12: Módulo de elasticidad el acero inoxidable AISI 304	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 2-13 planchas de acero inoxidable 304	44
Figura 2-14 tuberías de acero inoxidable 304	45
Figura 2-15 Prototipo 3D	45
Figura 2-16 Prototipo 3D	46
Figura 2-17 Prototipo 3D	46
Figura 2-18 Prototipo 3D	47
Figura 2-19 Prototipo 3D	47
Figura 2-20 Prototipo 3D	48
Figura 2-21 Prototipo 3D	48
Figura 3-1 Nivel de madurez de la tecnología TLR	51

INDICE DE TABLA

Tabla 1-1. Matriz de análisis FODA	9
Tabla 1-2. Modelo de negocios Lean Canvas.	9
Tabla 1-3. Comportamiento de ventas exprimidores de pasto de trigo en Chile.	11
Tabla 1-4. Método de funcionalidades principales del equipo.	12
Tabla 1-5 Listado principal de piezas y componentes	38
Tabla 2-2 Listado de piezas y componentes	40
Tabla 2-3 Tabla de elementos de unión	41
Tabla 2-4 Normativa DIN asociada al acero ASTM 304	41
Tabla 2-5 Composición química del acero inoxidable 304	42
Tabla 2-6 Tabla de velocidad de corte ideal según el proceso a realizar en el torno	43
Tabla 2-7 Parámetros para mecanizado en fresadora	43
Tabla 2-8 Tabla de relaciones para mecanizar con un taladro el material	44
Tabla 3-1 Componentes de acero inoxidable 304	52
Tabla 3-2 Table de cotización de componentes	54
Tabla 3-3 Tiempos y costos de capital humano	55
Tabla 3-4 Costo total de fabricación	56
Tabla 3-5 Valor de venta del equipo	56

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. Tipos de segmentación de mercado.	10
--	----

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2-1 Ecuación de Peleg.....	19
Ecuación 2-2-2 Aproximación de rendimiento	21
Ecuación 2-3. Estimación de extracción por hora del equipo	21
Ecuación 2-4 Productividad teórica diaria.....	22
Ecuación 2-5. Capacidad teórica efectiva.....	22
Ecuación 2-6. Productividad real del equipo	23
Ecuación 2-7. formula de utilización diaria del equipo.....	23
Ecuación 2-8. Eficiencia diaria.....	23
Ecuación 2-9. Ecuación de momento flector	24
Ecuación 2-10. Ecuación de potencia.....	25
Ecuación 2-11. Factor de seguridad el motor	25
Ecuación 2-12. Área de trabajo	26
Ecuación 2-13. Ecuación de par motor.....	28
Ecuación 2-14. Ecuación de relación de transmisión	30
Ecuación 2-15 Ecuación de caudal	32
Ecuación 2-16. Igualdad de área de una sección circular	32
Ecuación 2-17. Ecuación de velocidad de fluido.....	32

SIGLAS Y SIMBOLOGIAS

SIGLAS:

DIN: Instituto alemán para la normalización

ISO: Normas internacionales de la organización

INN: Instituto nacional de normalización

NCh: Normas chilenas

REP: Responsabilidad extendida del productor

ODS: Objetivos de desarrollo sostenible

SIMBOLOGIA:

m: Metro

mm: Milímetro

ml: Mililitro

mm³: Milímetros cúbicos

m²: Metros cuadrados

g: Gramos

%: Porcentaje

Oz: Onza

C°: Grados Celsius

ml: Mililitros

N: Newton

Hz: Hertz

RPM: Revoluciones por minuto

W: Watts

Hp: Caballos de fuerza

v : Velocidad del fluido

INTRODUCCIÓN

El cereal (*Triticum aestivum* L) originario de Persia, en la actualidad según los requerimientos de la empresa cultiva austral, una empresa pionera en la extracción de zumo de pasto de trigo (wheatgrass), es su principal producto de origen vegetal que procesa, el cliente requiere resolver su necesidad tomando la decisión de aumentar la producción de zumo de pasto de trigo debido al aumento de la demanda en su producto, la empresa se ve en la necesidad de aumentar la cantidad de insumo procesado a través de un equipo convencional con que cuenta actualmente, Por tanto frente a esta necesidad es que nace la oportunidad de diseñar un equipo industrial enfocado principalmente en poder exprimir el pasto de trigo, en mayores volúmenes, para el consumo de la agroindustria alimentaria.

De esta manera siguiendo una esquematización y metodología de trabajo, se dividirá en tantas partes sea necesario, para poder hacer análisis en forma segmentada de como este solucionará el problema, las principales funciones que cumplirá, cómo se conformará el equipo, y su debido plan de mantenimiento, que permite que perdure en el tiempo.

En este trabajo se realizará una propuesta para el diseño de un equipo que debe procesar el pasto de trigo para exprimirlo de forma de extraer zumo a través de este, viendo lo existente en el área, definir cómo se podrá dar solución al problema, mejorando la eficiencia en términos de volumen para la empresa. Además del planteamiento de las tecnologías y procesos de manufactura adecuadas para la fabricación del equipo, considerando las variables de materialidad y realizando un estudio económico al respecto.

CAPITULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1 **ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

En este capítulo 1, se hará análisis toda la información necesaria para entender las propiedades del pasto de trigo, y como convertirlo en un zumo, además de los equipos que actualmente se pueden utilizar para exprimir este realizando el proceso adecuado a los requerimientos que plantea la empresa solicitante del equipo.

1.1 **ANTECEDENTES GENERALES**

Definición técnica de hierba de trigo o wheatgrass (*Triticum Aestivum*).genero de las plantas de las gramíneas, Las propiedades en términos alimenticios, el pasto de trigo está compuesto por una cantidad concentrada de proteínas y nutrientes minerales, tales como hierro, calcio, magnesio, aminoácidos, clorofila y vitaminas A, C, E y K, se puede ver la figura 1-1, el alto contenido de vitaminas que este producto presenta.



Fuente: <https://www.farmaciatorrent.com/>

Figura 1-1. Propiedades vitamínicas del wheatgrass.

El jugo de pasto de trigo es una bebida energética, pero a diferencia de otras bebidas comerciales, brinda energía natural que provoca bienestar en general y aporta muchas propiedades benéficas. Se recomienda conservar el líquido a una temperatura de 2 - 7 grados C° en refrigeración y consumir fresco, el pasto te aportara un shot de energía, de acuerdo a los comentarios de Karla Galindo nutrióloga cultivos naturales san francisco. THE FOOD TECH, pasto de trigo aliado natural para la salud, USA, 2020.

En el área de la agroindustria alimentaria, según los requerimientos de la empresa cultiva austral, de exprimir el pasto de trigo de tal manera, conseguir zumo a través de este proceso. Actualmente con los equipos que se cuenta no se puede alcanzar un mayor

volumen de producción y a causa de esto se ve limitada la cantidad de volumen de líquido posible extraído. Por lo tanto, nace la necesidad de diseñar un equipo que permita exprimirlo de manera industrial, para poder satisfacer la creciente demanda del producto “zum de pasto de trigo”.

Junto con algunas definiciones relevantes se adjuntarán las referencias basado en los principios de un equipo exprimidor de zumo a través de la trituración.

Exprimir; extraer el zumo o líquido de algo, ya sea apretándole o retorciéndole.

Jugo; zumo de las sustancias vegetales o animales sacado por presión cocción o destilación, parte provechosa, útil y sustancial de cualquier cosa material o inmaterial.

Pasto; Es la hierba de la que el ganado se alimenta en el mismo lugar donde crece, siendo el sustento alimenticio de este.

Trigo; plantas de la familia de las Gramíneas, con espigas terminales compuestas de cuatro o más carreras de granos, de los cuales, triturados, se saca la harina con que se hace el pan. Se conocen muchas especies y cuentan con diversas variedades.

1.1.1 Estado del Arte

En la actualidad se encuentran en funcionamiento diferentes equipos que realizan la función de exprimir el pasto de trigo, se pueden encontrar opciones tanto de trabajo manual y eléctrico mecánico, pero ninguno de ellos cumple con una función industrial, ya que estos equipos sirven solo para una producción reducida de líquido.

Actualmente las referencias de similares características del proyecto se pueden clasificar como un “wheatgrass juicer” denominación en inglés para un equipo que permite(a) al usuario exprimir el pasto de trigo para obtener zumo.

Primero se encuentra este equipo exprimidor de modo de uso manual, véase en la figura 1-2, el cual está fabricado en acero inoxidable, se puede observar que tiene un sistema de restricción al movimiento en todas direcciones (empotrado), este es accionado por una manivela que cuenta con un brazo de palanca unido al eje principal del sistema.



Fuente: <https://www.amazon.com/>

Figura 1-2. Exprimidor manual Handy pandry HJ

Los equipos más sofisticados cuentan con un motor eléctrico, conectado a una reducción de engranajes para obtener una velocidad de salida del eje lenta a 80 rpm, para minimizar la acumulación de calor y la oxidación, promoviendo la máxima extracción de nutrientes y enzimas saludables. A continuación, en la figura 1-3.



Fuente: <https://www.amazon.com/J8006HDC>

Figura 1-3. Equipo en prensa fría omega J8006.

Como se ve en la figura 1-4, este es el equipo diseñado en la industria que cumple con esta función, obteniendo el mejor rendimiento en el mercado con una capacidad de extracción promedio de 1 Oz por minuto, está fabricado en material de acero inoxidable.



Fuente: <https://www.amazon.com/-/es/OptiFresh>

Figura 1-4. Exprimidor multi uso optifresh.

En la figura 1-5 se puede observar un equipo para procesar variados elementos vegetales, como se aprecia esta máquina posee una tolva por la cual se ingresan el producto dispuesto a procesar, a continuación se procesa dentro de un cuerpo cilíndrico reforzado, este mismo en su interior contiene el eje conectado a la transmisión con un reductor de velocidad, conectado mediante un sistema de poleas y correa Y un motor de 5 HP que entrega la potencia, está montado sobre sistema estructural de perfiles cuadrados, para el soporte del motor y el equipo, el material es acero inoxidable.



Fuente: <https://es.aliexpress.com/>

Figura 1-5. Exprimidor industrial

1.2 **DEFINICION DE LA OPORTUNIDAD DE DISEÑO**

El problema radica en la necesidad de obtener el jugo de pasto de trigo de manera industrial, pero en la actualidad solo se encuentran equipos exprimidores de producción reducida o los que son de diseño industrial no son específicos para el pasto de trigo y al no contar con un equipo adecuado para procesarlo, por lo tanto, la empresa se ve en la necesidad de ocupar equipos de producción reducida, lo que dificulta procesar la cantidad requerida para una producción industrial.

La oportunidad nace del requerimiento de la empresa al ver la necesidad de aumentar la producción de líquido de pasto de trigo obtenido al procesar el pasto con el equipo que ya existe, para resolver esta interrogante se realizarán tres preguntas:

¿Qué resuelve?

R: el aumento en la cantidad de pasto de trigo que se pueda procesar por la empresa, para aumentar el líquido obtenido del proceso de exprimido.

¿A quién va dirigido?

Este producto va dirigido al área de la agroindustria, que la misma empresa solicitó el requerimiento.

¿Cómo se mantendrá en el tiempo?

Es una máquina que se puede reutilizar y con el tiempo se pueden realizar diferentes mantenimientos industriales, con el propósito de mantener el funcionamiento correcto de esta.

También existe la posibilidad de que esta máquina no solo se utilice para exprimir pasto de trigo, sino que además se podría utilizar para un producto de similares características.

1.3 **CONTEXTO DE LA OPORTUNIDAD**

El problema se encuentra en el área de la agroindustria, y nace del requerimiento del cliente que se ve en la necesidad de aumentar la producción de líquido de pasto de trigo para definir el contexto se cuestionan las siguientes interrogantes;

¿Cómo aparece el problema?

Nace de la necesidad de exprimir el pasto de trigo como tal para la obtención de un súper alimento, con motivo de aumentar la producción de volumen de líquido extraído se requiere un diseño para un equipo

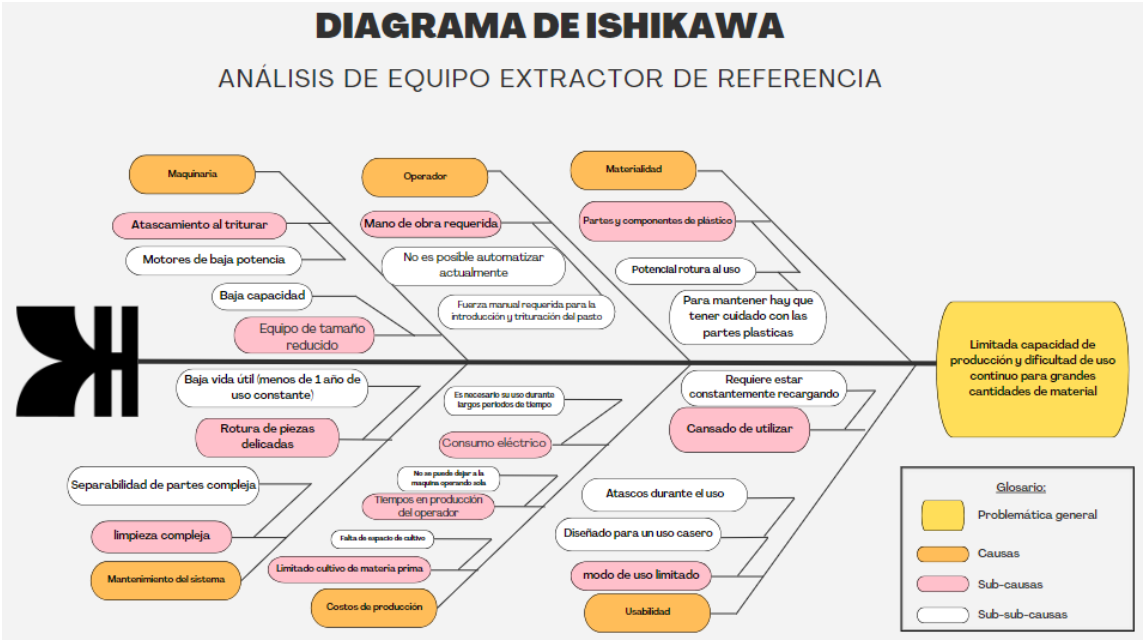
¿Por qué se origina?

Con motivo de aumentar la producción de volumen de líquido extraído se requiere un diseño para un equipo que supere el volumen de líquido exprimido por los equipos convencionales del mercado.

¿Quién o que lo origina?

Lo origina el aumento de la demanda de líquido procesado por la empresa cultiva austral, detonando por la necesidad de aumentar la cantidad zumo de pasto de trigo obtenido a través del procesado, por lo que se ve limitado al hacer uso de un equipo (convencional) eléctrico para obtenerlo.

El uso de la metodología de Ishikawa, herramienta utilizada para visualizar y identificar la problemática general de un sistema, aplicado al equipo de referencia que se presentó con la problemática.



Fuente: Elaboración colaborativa

Figura 1-6: Análisis del problema mediante el uso de metodología aplicada.

1.3.1 RESTRICCIONES AMBIENTALES

En términos generales el equipo no podrá operar al exterior ya que este, se verá afectado por la corrosión.

1.4 ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROYECTO

Se determina el uso de la matriz FODA, mostrada a continuación en la tabla 1-1 gracias a esta se podrá analizar internamente las capacidades con las que se cuenta para el proyecto los desafíos a superar, además de un análisis externo sobre los clientes paulatinamente, identificando así las acciones que funcionen positivamente, además de definir cómo afectan a la empresa los factores externos a esta.

Tabla 1-1. Matriz de análisis FODA

MATRIZ FODA	
Fortalezas: Experticia de la empresa en el área de la agroindustria alimentaria. Taller de manufactura para llevar a cabo la fabricación del equipo.	Oportunidades: Necesidad del cliente de aumentar el volumen de líquido procesado. Posibilidad de presentar al mercado un equipo para realizar procesado de forma industrial.
Debilidades: Desconocimiento del consumo del producto. Fabricación de un producto nuevo. No manejo de sistemas eléctricos.	Amenazas: Presupuesto insuficiente del cliente. Posibilidad de importación de un equipo.

Fuente: Elaboración propia

1.5 DEFINICION DE MODELO DE NEGOCIO

Mediante el modelo de negocio Canvas, se visualiza a continuación en tabla 1-2 el modelo de negocio el cual permite trabajar de mejor manera en el planteo de las variables que afectan directamente al proyecto.

Tabla 1-2. Modelo de negocios Lean Canvas.

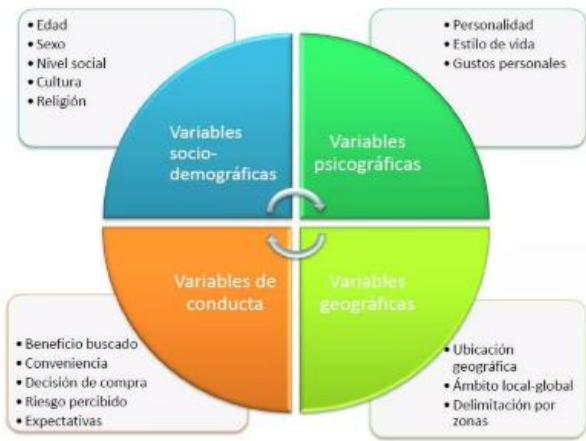
Problema:	Solución:	Propuesta de valor único:	Relaciones con clientes:	Ventaja injusta:
No se encuentra un equipo de mayor procesado de pasto de trigo, en términos de volumen en el mercado.	Producción nivel industrial Generar stock de forma rápida Mejorar línea de producción.	Es la realización de una innovación de un equipo industrial de pasto de trigo Se venderá a nivel nacional para área de la agroindustria.	No se considera una relación directa con los clientes ya que es una empresa externa la que distribuye el producto	No se encuentra en el mercado nada similar de forma industrial, solo equipos de uso doméstico.

Estructura de costos: Se requiere fabricación en un taller de mecanizado. Se necesita uso de materias prima para su fabricación del equipo. Se externalizara el sistema eléctrico del equipo.	Métricas claves: Manejar información relevante sobre el proceso de exprimir. Conocer las necesidades del cliente. Visualizar un sistema de equipo referencial.	Canales: Es el requerimiento de una empresa por lo tanto la comunicación es directa con ellos.	Flujo de ingresos: Se vendería el diseño de equipo, para su posterior fabricación por parte de la empresa Ingemaq.
---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

1.5.1 Definición de mercado

Con el fin de definir un mercado, se utiliza una metodología de segmentación de mercado la cual consiste en dividir el mercado objetivo de la empresa en grupos y hacer un análisis estratégico en específico adecuado a los requerimientos de cada uno. A continuación, en el grafico 1-1 los tipos de segmentación del mercado;



Fuente: <https://es.slideshare.net/>

Gráfico 1-1. Tipos de segmentación de mercado.

1.5.1.1 Comportamiento

Para definir el comportamiento del usuario en cuanto a la tecnología, se van a seleccionar 3 tipos de equipos que se encuentran en el mercado y la valorización que se

les entrega, además la cantidad de ventas anuales correspondiente a cada uno de los equipos, como se puede apreciar en la tabla 1-3 a continuación.

Tabla 1-3. Comportamiento de ventas exprimidores de pasto de trigo en Chile.

Sistema	Valorización positiva	Ventas/Año
Exprimidor manual H.P	92,8 %	263
Omega J8006	96,3 %	2423
Optifresh	98,2 %	1

Fuente: Elaboración propia

1.5.1.2 Ubicación

Para definir la ubicación del mercado, se define que la empresa solicitante del equipo se encuentra en la actual región de Magallanes, al ser un cliente único, esta región correspondería al punto de análisis.

1.5.1.3 Psicografía

Se sabe que el perfil del cliente pertenece a un tipo de perfil psicográfico del tipo “explorador” el cual se caracteriza por su necesidad de descubrir, estos son los primeros en probar nuevas ideas y experiencias. Es uno de los segmentos más tolerantes y menos prejuiciosos. Tienen sus necesidades básicas resueltas y están abocados a realizarse, por eso están dispuestos a gastar su dinero en actividades que los hagan sentir diferentes. Responde a marcas que ofrecen nuevas sensaciones.

1.5.2 Cuantificación estimada de mercado

Al ser una innovación el proyecto estaría enfocado en la fabricación de un equipo, para así resolver los requerimientos de la empresa, de aumentar el volumen de producción para poder satisfacer la demanda de la cslientela con la que cuenta.

1.6 ANÁLISIS Y DEFINICION FUNCIONAL

En este punto se realizará un análisis de la funcionalidad del producto, en el cual se definirán las funciones principales del equipo y subdividirá en funciones específicas de cada una de las principales. Como se puede apreciar en la tabla 1-4, la idea es

relacionar los objetivos del proyecto con las funciones ideales que debiese tener, para estructurar de mejor manera la funcionalidad del equipo.

Tabla 1-4. Diagrama de Venn funcional ideal

Funciones principales	Funciones secundarias
Facilidad de uso	Visualizar nivel de zumo
	Visualizar nivel de pasto de trigo
	Visualizar estado de encendido y apagado
	Regular velocidad
	Identificar piezas y partes
	Facilitar desarme de piezas
	Desarmar para limpiar
Resistencia a compresión	Asegurar husillo y triturador
	Asegurar cilindro de alimentación
	Presionar pulpa
	Soportar esfuerzos de uso
	Soportar vibraciones al procesar
Inocuidad del material	Resistir a la corrosión y la humedad
	Monitorear componentes para mantención
	Apto para su consumo
Triturar el material	Ajustar cuchillas de corte
	Triturar hojas
	Empujar hojas
	Desatascar conducto
Costo de manufactura	Separar componentes
	Retorcer materia
	Destilar zumo
Eficiencia de extracción	Filtrar pulpa
	Separar liquido
	Contener jugo
	Ajustar filtros

Fuente: Elaboración propia.

1.7 **DEFINICION DE OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Para la realización del Proyecto, es necesario seguir una serie de pasos y métodos para llevarlo a cabo, proponer objetivos con anticipación y hacer una programación para poder llevarlo a cabo.

Según los requerimientos dados por la empresa, se determina el objetivo en general y los objetivos específicos para poder proseguir en la investigación.

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un equipó procesador de zumo a partir de pasto de trigo para la industria agroalimentaria

OBJETIVOS ESPECIFICOS

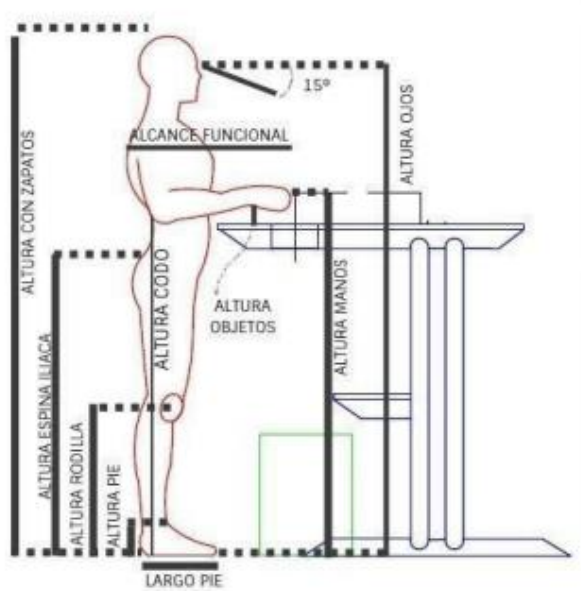
- Investigar propiedades del pasto.
- Analizar la información y los requerimientos que la empresa hizo (para el diseño de un equipo de mayor volumen).
- Desarrollar propuestas técnicas y el diseño del equipo para procesar pasto de trigo.
- Realizar un estudio económico para la fabricación del equipo.

1.8 **DIMENSIÓN TÉCNOLOGICA**

En este apartado se analiza la dimensión que tendrá el proyecto en términos de ergonomía, y la definición de los criterios de diseño, para definir las funciones principales que cumplirá el equipo

1.8.1 **Ergonomía**

Este parámetro es el encargado de crear ambientes laborales favorables para la salud del trabajador, ayudando a prevenir las enfermedades asociadas a una postura incorrecta o un movimiento mal ejecutado al momento de realizar la acción requerida por el operador. Como se muestra en la figura 1-6, sería una adecuada postura para hacer uso del equipo.



Fuente: <https://repository.usta.edu.co>

Figura 1-7 posicionamiento adecuado para operar el equipo

La norma ISO 12100 es la encargada de considerar los aspectos de seguridad y reducción de riesgos en las máquinas.

1.8.2 Criterios de diseño

Para resolver el problema de diseño se utiliza una metodología en la cual se determinan los aspectos, como el desempeño de las piezas según su uso, consideraciones de fabricación y estéticas.

1) Criterio del desempeño

Son los que definirán los estándares de calidad del producto, según los requerimientos que se tienen.

- Compresión
- Torsión
- Vibración
- Fricción
- Corrosión

2) Criterios de fabricación

- Coste de Capital humano
- Coste de material
- Coste de imprevisto
- Coste de transporte e instalación
- Material inocuo

CAPITULO 2: DISEÑO DE INGIENERIA

2 DISEÑO DE INGENIERIA

En este capítulo consiste en el desarrollo del equipo, esquematizando de forma adecuada la totalidad de sus componentes y procesos de manufactura ideales para la fabricación de un sistema acorde a los requerimientos de la industria, mediante la representación de diseños en 3D, memoria de cálculos para determinar los esfuerzos y rendimientos correspondientes, uso de metodología de diseño y fabricación

Las propiedades mecánicas del alimento deben ser consideradas durante el procesamiento, almacenamiento, distribución y consumo. La influencia de los distintos componentes en las propiedades mecánicas y en especial de la temperatura y contenido de agua son vitales para elegir el equipamiento adecuado para su procesamiento. (Castro y De Hombre, 2007).

2.1 DEFINICIONES GENERALES DEL DISEÑO

Se busca diseñar un equipo industrial que resuelva el rendimiento esperado por el cliente. A continuación, se definirán conceptos generales los cuales estarán relacionados con el diseño del equipo.

- Extractor:

Equipo o mecanismo que sirve para extraer uno de los componentes de un cuerpo por la acción de disolventes u otros medios.

- Equipo Industrial:

Es una máquina, conjunto de máquinas, suministros y equipamientos que se utilizan con fines productivos. Estos tienen como fin la extracción o transformación de la materia prima, o bien la creación de productos terminados. En ese sentido, los equipos industriales de la industria manufacturera se caracterizan por el volumen de piezas que pueden producir, comparado con los métodos de elaboración manual.

- Sistema mecánico:

Son aquellos sistemas constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan.

- Sistema motriz:

Este recibe la energía y puede conducirla o transformarla en trabajo, este está conectado en su salida al sistema de transmisión.

- Mecanizado:

Formar, hacer u operar por medio de una máquina; imprimir, grabar, cortar. Tiene como objetivo transformar piezas de materia prima eliminando el material sobrante de forma controlada hasta darles la forma y el tamaño final listo para la fabricación.

- Soldadura TIG:

Soldadura de gas inerte de tungsteno es un proceso de soldadura por fusión con propiedades especiales que permite producir cordones de soldadura precisos y de alta calidad. Es el proceso más utilizado en las industrias aeronáutica y aeroespacial.

2.1.1 Consideraciones del diseño

Respecto los requerido se tendrán en cuenta los siguientes factores

- Resistencia / Esfuerzo
- Corrosión
- Utilidad
- Peso
- Tamaño
- Facilidad de manufactura
- Mantenimiento
- Volumen
- Capacidad de reciclado / Recuperación de recursos
-

2.2 DEFINICION DEL PRODUCTO

Se diseñará un equipo industrial cuya función será la de extraer el zumo del pasto de trigo, eso surge como necesidad en la actualidad para una pyme que se encuentra con limitación de producción debido a la falta de escalamiento disponible actualmente en el mercado. A solicitud para la empresa Ingemaq

El equipo solicitado deberá cumplir con los objetivos de la empresa de referencia con lo cual se definieron los siguientes

Objetivo general:

- Desarrollar un equipo extractor de zumo con gran capacidad de procesado y uso continuo

Objetivos específicos:

- Diseñar un equipo de fácil uso, y acceso para el usuario, mediante amplios y notorios ingresos de materia prima.
- Desarrollar un producto de fácil armado y desarmado para limpieza de partes y componentes, mediante partes ensamblables.
- Generar un avance de eficiencia y producción respecto a la maquinaria actual, aprovechando de mejor manera la potencia del motor.

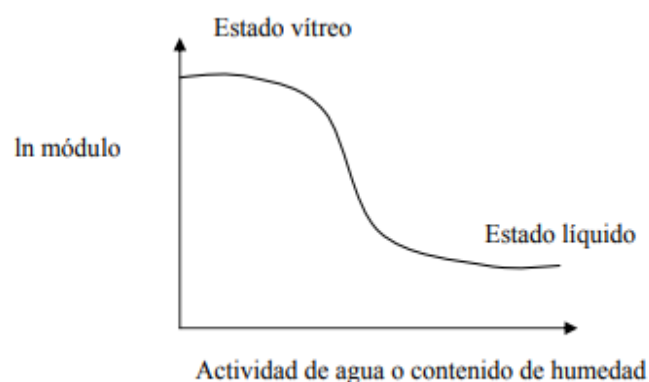
Requerimientos:

- Maquinaria que permita triplicar la producción actual
- Operabilidad que no requiera capacitación ni formación externa
- Fácil limpiado del sistema
- Armado nivel usuario
- Maquinaria cómoda y ergonómica que no implique movimientos repetitivos para el usuario
- Baja complejidad de mantenimiento
- Diseño fácil de mecanizar
- Considerar las normativas de higiene y manipulación de alimentos.

Restricciones:

- Dimensiones de maquinaria que no supere el área de trabajo disponible actualmente (1x2 m)
- Uso de materiales no nocivos con el trabajo con alimentos
- Uso de acero inoxidable AISI 304 para las carcasa y componentes que vayan en contacto con la hierba de trigo
- Costo del proyecto que no supere los 7 millones de pesos app.

Los cambios de fase del alimento hacen cambiar sus propiedades mecánicas tal como se muestra en la figura 2-1 siguiente:



Fuente: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/>

Figura 2-1 Curva actividad del agua v/s ln módulo.

Hay que tener presente que la transición en alimentos al pasar de un estado totalmente rígido a una estructura plástica en la mayor parte de los casos es gradual antes que un cambio brusco. A continuación en la ecuación 2-1;

Así Peleg (1994) plantea que los cambios en los parámetros mecánicos de biopolímeros pueden ser descritos por siguiente modelo:

$$Y(X) = (Y_0 \pm KX) / \{1 + \exp [X - X_c] / b\}$$

Ecuación 2-1 Ecuación de Peleg

Donde :

X parámetro variable (T: temperatura, M: humedad, aw: actividad de agua, o humedad relativa HR)

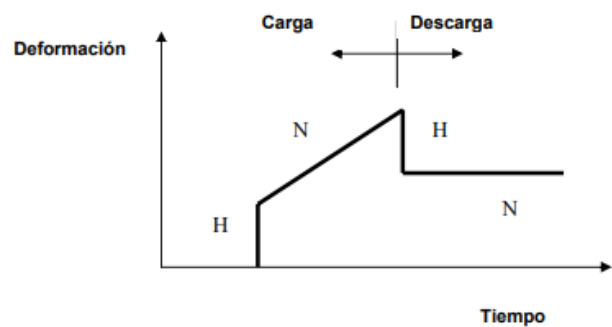
Y(X): Parámetro mecánico que representa elasticidad (módulo, módulo de almacenamiento, esfuerzo de ruptura), pegajosidad (área bajo la curva esfuerzo deformación)

Y_0 : es la magnitud de Y(X) en el punto de referencia.

K, X_c y b son constantes.

La constante K toma en cuenta los cambios en el estado (rígido). Si como en la ecuación original de Fernis (Peleg, 1994) tiene forma, $K = 0$ Y(X) X_c es el valor de X cuando $Y(X) = 2 Y_0$.

El uso de modelos mecánicos puede ser útil para obtener información acerca del comportamiento visco elástico de los alimentos. Estos modelos se construyen a partir de la combinación más o menos compleja de elementos sólidos de Hooke (H), representados por resorte y elementos viscosos (N) representados por sistema émbolo-pistón (amortiguador), véase en la figura 2-2.



Fuente: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/>

Figura 2-2 Grafica deformación/tiempo modelo de Maxwell

Cuando la razón decae en función de la deformación tal como sucede con el gel de agar (Peleg y Pollak, 1982). Esto se debe a la sinéresis que presentan estos productos; en el caso de la deformación es una medida de la presión hidrostática del gel para expulsar el agua de su estructura, los jugos de frutas y tejidos pueden presentar el mismo comportamiento. En estos casos donde se presenta exudación de líquidos en forma apreciable el valor absoluto del módulo residual es muy bajo, sea cual sea el método aplicado.

El proceso de la obtención del zumo actualmente se realiza en 2 etapas en un equipo, en cual se ingresa la materia prima recién cortada y se obtiene el zumo mediante el proceso de extracción por compresión en el interior cilíndrico del equipo

Para el diseño se estiman unas dimensiones de largo 50 [cm], ancho de 20 [cm] y una altura de 31 [cm]. También se considera un sistema motriz eléctrico para accionar todo el equipo, un sistema de control externo que permitirá operar el equipo de forma segura, y además su diseño será adecuado para un óptimo mantenimiento y visualización adecuada de su funcionamiento, este opera sobre una mesa de trabajo cuyas dimensiones serán estimadas con el uso del cálculo del área de trabajo.

Para un óptimo diseño se considera el ingreso de la materia prima como un proceso manual que lo ejecutaría un operador, también dentro de los factores críticos a considerar se encuentra el montaje por ajuste de las piezas del equipo y la visualización del proceso.

2.3 RENDIMIENTO DEL DISEÑO

El diseño se enfoca en aumentar el rendimiento según el requerimiento en razón de 3 veces lo ya extraído mediante el procesado en el equipo convencional del mercado por tanto en base a la información obtenida a través de la investigación

El porcentaje de agua en el pasto de trigo puede variar dependiendo de varios factores, como la etapa de crecimiento, las condiciones climáticas y el suelo en el que se cultiva. Sin embargo, en promedio, el pasto de trigo puede contener alrededor del 85% al 95% de agua.

Extraer jugo de pasto de trigo puede ser un proceso variable dependiendo del equipo que se utilice y la eficiencia de extracción. En condiciones óptimas, se puede obtener alrededor del 70% al 80% de jugo de un kilogramo de pasto de trigo. Esto significa que, al procesar de 1 kilogramo de pasto de trigo fresco, podrías obtener aproximadamente entre 700 ml a 800 ml de jugo.

Sin embargo, este porcentaje puede variar según la técnica de extracción, la frescura y calidad del pasto, así como la habilidad del operador del equipo.

Se necesitan alrededor de 40 a 50 gramos de pasto de trigo para extraer una dosis de 30 ml de jugo de pasto de trigo, mientras que el equipo actualmente utilizado tiene la capacidad de procesar y extraer 1 Oz por minuto y se requiere aumentar de 3 Oz la capacidad productiva del equipo. El proceso se realiza una velocidad de trabajo de 80 rpm.

Al ya tener dimensionadas las constantes podemos estimar el rendimiento del proceso productivo de la extracción de zumo de pasto de trigo con el equipo actualmente utilizado por el cliente. Se describe con la ecuación 2-2.

$$Rendimiento (\%) = \left(\frac{cantidad\ de\ jugo}{cantidad\ de\ pasto\ de\ trigo} \right) \times 100$$

Ecuación 2-2 Aproximación de rendimiento con el uso de un diseño de equipo casero

$$Rendimiento (\%) = \left(\frac{30\ ml}{45\ gr} \right) \times 100 = 66.6 \%$$

Esto significa que el rendimiento del proceso de extracción fue del 66.6 % app. con el uso del equipo actual.

Para determinar la capacidad de extracción teórica del equipo por hora, con la cantidad de pasto de trigo que el equipo puede procesar en una hora, se usara la ecuación 2-3 para referenciar hay que tener en consideración que esto sería haciendo uso continuo del equipo durante todo el tiempo que se procese

$$Capacidad\ de\ Extracción\ por\ Hora = \left(\frac{cantidad\ de\ jugo\ extraído}{tiempo\ de\ extracción\ en\ horas} \right)$$

Ecuación 2-3. Estimación de extracción por hora del equipo

$$\text{Capacidad de Extracción por Hora} = \frac{5323.2 \text{ ml}}{1 \text{ hora}} = 5323.2 \text{ ml/hr}$$

Gracias a esto se concluye que la capacidad de extracción por hora es de aproximadamente 5323.2 ml/hr, suponiendo que el equipo permite extraer 3 Oz por minuto. A continuación, se definirá el concepto de producción diaria estimativa que tendrá el equipo en base a los resultados obtenidos anteriormente, se sustituyen en la ecuación 2-4 para hacer una estimación de la productividad diaria que tendría el equipo acorde a los requerimientos.

$$\text{Producción teórica diaria} = (\text{Capacidad de extracción por hora} \times \text{horas de operación diaria})$$

Ecuación 2-4 Productividad teórica diaria

$$\text{produccion teórica diaria} = (5323.2 \frac{\text{ml}}{\text{hr}} \times 7 \text{ hr}) = 37.262 \text{ ml}$$

Como resultado se calcula que el equipo podría producir en un lapso de 8 horas de trabajo considerando una pausa de 30 min cada 3 horas de trabajo continuado, una producción diaria estimada de 37.2 L

Se considera este resultado para determinar la eficiencia real que se tiene se aplica un coeficiente de 85% que es el trabajo realizado por el operador dentro del total del proceso, con este factor y la capacidad de producción teórica diaria del equipo, se estima en la ecuación 2-5.

$$\begin{aligned} &\text{Capacidad efectiva del equipo} \\ &= (\text{capacidad teórica diaria} \times \text{factor trabajo efectivo}) \end{aligned}$$

Ecuación 2-5. Capacidad teórica efectiva

$$\text{capacidad efectiva del equipo} = (37.2 \text{ L} \times 0.85) = 31.62 \text{ L}$$

Se considera el factor de merma inherente, dentro del cual se contemplan diferentes variables, causadas por las propiedades, volumen, humedad, pérdida de materialidad, entre otros, se contará con el 82 % de materia prima considerado esto, por lo tanto, se realiza una nueva igualdad para estimar la producción real que ofrece el equipo al procesar bajo todos los factores mencionados, véase la ecuación 2-6;

$$\text{Producción real} = (\text{Capacidad efectiva del equipo} \times \text{factor merma})$$

Ecuación 2-6. Productividad real del equipo

$$\text{producción real} = (31.62 \text{ L} \times 0.82) = 25.9 \text{ L}$$

Se concluye que la producción real en un horario continuado de 7 horas será de un total aproximado de 25.9 L

Teniendo en cuenta una jornada laboral de 7 horas efectivas y una producción real de 25.9 L la utilización del equipo diaria estará dada por la ecuación 2-7 que se muestra abajo.

$$\text{utilización diaria} = \left(\frac{\text{produccion real}}{\text{capacidad del diseño}} \right)$$

Ecuación 2-7. Formula de utilización diaria del equipo

$$\text{utilizacion diaria} = \left(\frac{25.9 \text{ L}}{37.2 \text{ L}} \right) = 0.7 = 70\%$$

Se estima que la utilización diaria del equipo rondara el 70%, la eficiencia diaria es el cociente entre la producción real y la capacidad efectiva del diseño, se muestra en la ecuación 2-8.

$$\text{Eficiencia diaria} = \left(\frac{\text{producción real}}{\text{capacidad efectiva}} \right)$$

Ecuación 2-8. Eficiencia diaria

$$\text{Eficiencia diaria} = \frac{25.9 \text{ L}}{31.6 \text{ L}} = 0.81 \%$$

Con esto se concluye que la eficiencia diaria que tendrá el producto será de aproximadamente un 81 %.

2.4 DATOS CUALITATIVOS DEL EQUIPO

Se determinará en términos de cualidades que serán las que tenga el producto y sus componentes relacionados a su funcionamiento en el área de la industria, se tiene en consideración los siguientes:

- Base estructural principal adecuada que contenga el equipo
- Sistema motor eléctrico para suministrar la torsión
- Estructura de cobertura del sistema de reducción
- Reducción de rpm del motor
- Sistema estructural para proceso de extracción
- Cilindro mecanizado de alta tecnología para torcer y comprimir la materia
- Sistema de cortadores interiores del cilindro
- Sistemas de fijación y anclaje.

Se debe tener en cuenta una reducción de velocidad adecuada al requerimiento que demanda el producto, y además su fabricación debe ser en materialidad asociada a normativa de higiene y manipulación de alimentos.

2.5 DATOS CUANTITATIVOS DEL EQUIPO

Velocidad del proceso (salida del reductor): 80 rpm = 8,37 Rad/s

velocidad lineal de salida: $(w * d)$: $8,37 * 0.175 = 1,46$ m/s

Fuerza requerida para extraer el zumo del pasto de trigo $F \approx 270$ N

Distancia requerida para realizar el proceso 175 mm

Se obtiene de la ecuación 2-9 de momento de torsión,

$$M = F * l = 270N * 0.175 m = 47,1 Nm$$

Ecuación 2-9. Ecuación de momento flector

Potencia para realizar el trabajo de extracción, está definida por la ecuación 2-10 determinada por el diseño se estimará según el análisis del método manual de funcionamiento del equipo y las constantes asociadas al proceso de extracción.

$$P = \frac{w}{t} = F * \frac{d}{t}$$

Ecuación 2-10. Ecuación de potencia

$$269,5\text{ N} * 1,46 \frac{m}{s} \approx 393,7\text{ Watts} \approx \frac{1}{2}\text{ Hp}$$

Teniendo en consideración esto se determina un factor de seguridad de 1,4 para la potencia real del motor requerida, de la ecuación 2-11 se obtiene una aproximación de esta.

$$P_{real} = \text{Potencia requerida Watts} * \text{factor de seguridad}$$

Ecuación 2-11. Factor de seguridad el motor

$$P = 393,7\text{ Watts} * 1,4 = 551,1\text{ Watts} = 0.738\text{ Hp} \approx \frac{3}{4}\text{ Hp}$$

Cálculo de área de trabajo del equipo

Dimensiones generales:

Largo: 700 [mm]

Ancho: 225 [mm]

Alto: 300 [mm]

El área de trabajo se define como el largo multiplicado por el ancho total del equipo, para esto se utilizará una ecuación, considerando las normativas y estándares, se hace uso de la ecuación 2-12 para definir la superficie dentro de la cual se opera el equipo.

$$At = (L \times a); \text{ sea } L \text{ y } a \text{ largo y ancho total}$$

Ecuación 2-12. Área de trabajo

$$At = 700 \text{ mm} \times 225 \text{ mm} \approx 157.500 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, el área de trabajo requerida para que el equipo pueda operar será de 157.500 mm^2

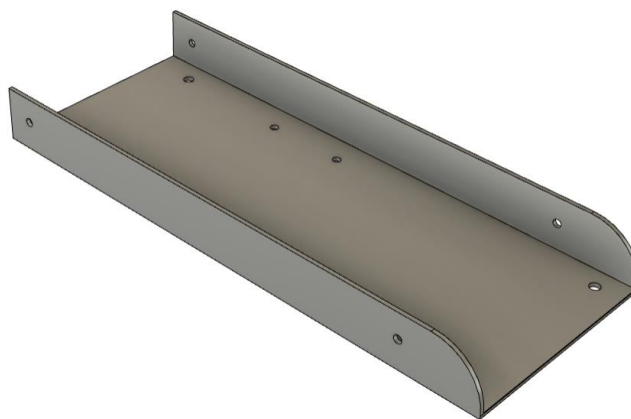
2.6 DEFINICION DE COMPONENTES DEL EQUIPO

En esta sección se detallará todas las características que posee el equipo y los detalles de acorde a los requerimientos ya planteados para el correcto funcionamiento del equipo, se seleccionaron los componentes que darán forma al diseño.

2.6.1 Sistema estructural del equipo

El sistema estructural estará fabricado en material de acero inoxidable AISI 304, de uso común en la industria alimentaria, este será mecanizado en el mismo taller de la empresa este contará con una pieza principal la cual será la encargada de sostener los sistemas del cuerpo del equipo, este estará anclado a la base del equipo mediante elementos de sujeción.

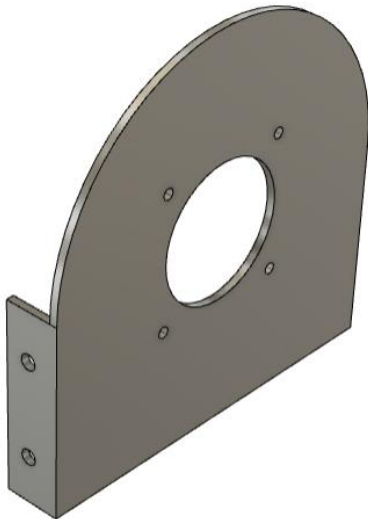
está dispuesta sobre una base este se cortará con uso de sierra vertical, posteriormente se realizarán la operación de fresado y taladrado para mecanizar las zonas donde se encontrarían los diferentes elementos de unión que mantienen la estructura y el motor anclado a la base, finalmente se realizará etapas de plegado para lograr la forma y ángulos requeridos, las dimensiones generales de esta componente mostrada en la figura 2-3, serán de 350 [mm] de largo por 200 [mm] de ancho y 40 mm de altura.



Fuente: Elaboración propia. Prototipo 3D elaborado en fusión 360

Figura 2-3 Base del equipo

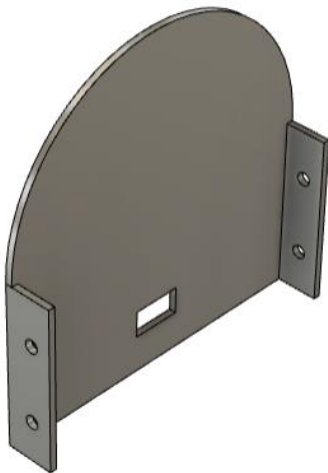
La tapa frontal se ve en la figura 2-4 está cuenta con perforaciones para anclar el sistema de reducción de velocidad, y la perforación central para acoplar la unión soldada.



Fuente: Elaboración propia. Prototipo 3D elaborado en fusión 360

Figura 2-4 Tapa frontal

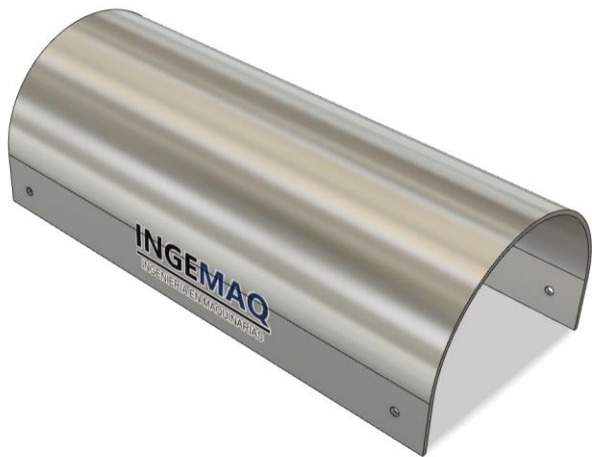
Tapa trasera de estructura, mecanizada en corte y plegado, permite la entrada del cable alimentación de potencia, contiene el sistema de control y las rejillas de ventilación para el enfriamiento del sistema motor, se visualiza en la figura 2-5



Fuente: Elaboración propia. Prototipo 3D elaborado en fusión 360

Figura 2-5 Tapa trasera

Tapa superior del sistema esta será de lámina de acero inoxidable plegado, y servirá de cobertura para los elementos que contienen ejes giratorios y contemplan riesgos de atrapamiento, en la figura 2-6 se observa la componente.



Fuente: Elaboración propia. Prototipo 3D elaborado en fusión 360

Figura 2-6 Tapa superior

2.6.2 Sistema motriz

Lo primero que se debe considerar a la hora de escoger un sistema motriz adecuado específicamente para un equipo de estas características, requerirá que cumpla con ciertas condiciones los motores de la industria alimentaria necesita un control de calidad e higiene superior al de otro tipo de industrias para asegurar siempre el buen estado del producto procesado, esto bajo la norma de protección IP69K que evita la entrada de agua al motor, además de tener una larga vida útil y responder correctamente durante largos periodos de trabajo, gracias al sistema de bobinados encapsulados.

La siguiente consideración para tomar en cuenta es la potencia requerida para realizar adecuadamente el proceso para lo que se tiene en cuenta la ecuación 2-10 anteriormente presentada, podemos concluir que, con un motor de 3/4 Hp, se podrá dar respuesta a los requerimientos en términos de rendimiento.

La siguiente ecuación 2-13 para determinar el par motor para realizar el proceso

$$P = \tau \times \omega$$

Ecuación 2-13. Ecuación de par motor

$$\tau = \frac{P}{\omega}$$

- Donde P es la potencia en Watts
- τ Es el esfuerzo de torsión en Nm
- ω La velocidad de trabajo en Rad/s

Se tiene que la potencia requerida es de 3/4 Hp y la velocidad de trabajo es de 8,37 Rad/s

$$\tau = \frac{550}{8,37} = 65,7 \text{ Kg} \times m = 643,9 \text{ Nm}$$

Para determinar el tipo de motor requerido por el equipo en términos de rendimiento, se tienen algunos aspectos a considerar, algunas tales como la potencia del motor tenemos como antecedentes, en base a esto se selecciona un motor de Cima manufacturado en Italia sus prestaciones son adecuadas, la potencia de 0,75 [Hp], la corriente de 220 [V] y una velocidad de trabajo de 1400 RPM, este estará conectado directamente al elemento de transmisión de reducción de velocidad.

Con las consideraciones anteriores para la selección del motor, se puede visualizar en la figura 2-7, el motor que conectado a la reducción de velocidad adecuada para llevar a cabo el proceso de extracción.



Fuente: <https://rhona.cl/producto/10599/motor-ac-trifasico-075hp.html>

Figura 2-7 Motor eléctrico industrial

2.6.3 Sistema de transmisión

Para seleccionar la reducción adecuada al sistema de transmisión según requiere, cuente con una reducción de velocidad, esta se determinará con el uso de la ecuación de relación de reducción la que nos indicara cual será la indicada, también se considera la materialidad adecuada según la normativa de alimentos, esto es de vital importancia para que el equipo se conserve en óptimas condiciones.

Se sabe que la velocidad de entrada a la reducción puede ser denominada a la velocidad de giro que entrega el motor al sistema de reducción, en este caso se considera una velocidad de salida del motor a 1400 RPM y el proceso de extracción de zumo de pasto de trigo demanda una velocidad de trabajo de 80 RPM para que el producto se conserve en óptimas condiciones, la ecuación 2-14 entrega la relación de reducción.

$$\text{Relación de reducción} = \frac{\text{velocidad de entrada}}{\text{velocidad de salida}}$$

Ecuación 2-14. Ecuación de relación de transmisión

Donde:

- *velocidad de salida* = Revoluciones por minuto en la salida del reductor
- *velocidad de entrada* = Revoluciones por minuto en la entrada (generalmente la velocidad del motor)
- Relación de reducción = Relación entre las revoluciones de la entrada y la salida

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{1800 \text{ RPM}}{80 \text{ RPM}} \approx 17,5$$

Por lo tanto, se concluye que la velocidad de salida es 17,5 veces menor que la velocidad de entrada. La reducción de velocidad está asociada a una materialidad inocua, en la figura 2-8 se visualiza un reductor de velocidad coaxial.



Fuente: <https://www.bcbearing.cl/reductor-coaxial-serie-h>

Figura 2-8 reductor de velocidad coaxial

2.6.4 Boquilla del exprimidor

El cuerpo del equipo está diseñado en tubería de acero inoxidable AISI 304 de 70 mm de diámetro externo y un diámetro interno de 60 mm, la estructura se compone de dos piezas principales, el componente vertical es el que permite al usuario ingresar la materia prima distribuida de manera uniforme para ser procesada adecuadamente la componente horizontal se encuentra mecanizada en torno con un hilo izquierdo el cual conecta con el sistema de buje y la estructura, y al extremo opuesto se encuentra un roscado derecho para la tapa de salida de pulpa del pasto de trigo. Como se observa en la figura 2-9.



Fuente: Elaboración propia. Prototipo 3D elaborado en fusión 360

Figura 2-9. Boquilla de extracción

fluido liquido de pasto de trigo

de Onzas a ml

3 Oz ≈ 441 ml por minuto

Densidad ρ del pasto de trigo 1030 $\frac{Kg}{m^3}$ en condiciones ambientales normales*

Se obtiene mediante la conversión de volumen entre tiempo

$$441 \frac{ml}{min} \times \frac{1min}{60 s} \approx 7.35 \frac{ml}{s}$$

Principios generales de la mecánica de los fluidos, la ecuación 2-15 relaciona el área de la sección y la velocidad del fluido el cual circulara.

$$Q = A \times v$$

Ecuación 2-15 Ecuación de caudal

Donde:

- Q = Es el caudal
- A = El área de la sección transversal
- v = La velocidad del fluido

Aquí las ecuaciones 2-16 de relación de entre el Área y el diámetro

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Ecuación 2-16. Igualdad de área de una sección circular

$$d = 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Para un orificio circular, la velocidad del fluido se relaciona con la altura en la ecuación 2-17 mostrada;

$$v = \sqrt{2 \times g \times h}$$

Ecuación 2-17. Ecuación de velocidad de fluido

Donde:

- v = La velocidad del fluido
- g = La constante gravitacional
- h = La altura del fluido

$$v = \sqrt{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2} \times 0.03 m} \approx 0.8 \frac{m}{s}$$

Se estima una velocidad del fluido 0.8 m/s

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{7,35 \times 10^{-6} \frac{m^3}{s}}{0,77 \frac{m}{s}} \approx [9.54 \times 10^{-6}] m^2$$

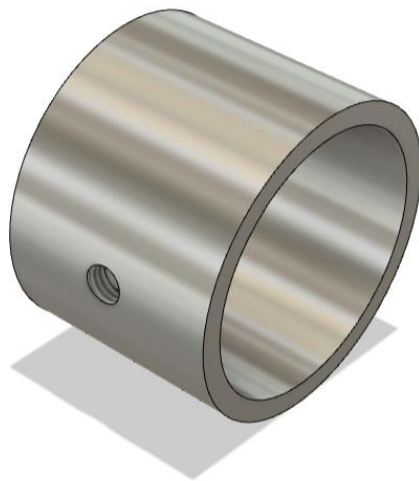
$$d = 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$d = \left[2 \sqrt{\frac{9.54 \times 10^{-6}}{\pi}} \right] \approx 0.023 m \approx 2.3 cm$$

Se necesitaría un diámetro de salida de 2.3 cm para que una cantidad de caudal de 147 ml por min.

2.6.5 unión soldada a la tapa frontal

esta pieza será manufacturada por la empresa y permite colocar el cilindro de extracción en torno al eje de la reducción y fijarlo a la estructura principal restringiendo la rotación de este. Se puede observar en la figura 2-10.



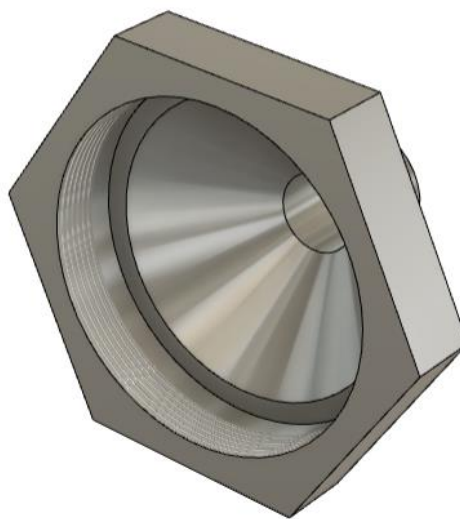
Fuente: Elaboración propia. Prototipo 3D elaborado en fusión 360

Figura 2-10 unión soldada

Tornillo de fijación para sujetar el cuerpo cilíndrico de extracción a la unión soldada

2.6.6 Tapa roscada de salida pulpa

Esta pieza será clave para permitir al usuario hacer un fácil mantenimiento del equipo, su función es dar salida a la pulpa del pasto de trigo ya exprimido de manera que el equipo pueda utilizarse por más tiempo sin detener el proceso con tanta frecuencia para realizar mantenimiento. Se visualiza en la figura 2-11.



Fuente: Elaboración propia. Prototipo 3D elaborado en fusión 360

Figura 2-11 Tapa de salida para pulpa

2.6.7 Sinfin de trituración

Una prueba de doble compresión muy utilizada aún en la actualidad, en el análisis de la textura de los alimentos, es el llamado Análisis del Perfil de Textura (TPA). Desarrollado por un grupo de investigadores de la General Foods Corporation en los años 60, mediante el uso de un texturómetro de la misma firma para obtener varios parámetros de textura, ha demostrado la elevada correlación que existe entre las mediciones por esta técnica y la evaluación sensorial (Friedman y col, 1963; Szczesniak, 1963).

Esta técnica del Análisis del Perfil de Textura ha ofrecido magníficos resultados, también, en “completos”, en los que se ha sustituido parcialmente la carne por algún tipo de extensor (De Hombre, 1988). La compresión simple se ha utilizado para medir la resistencia a la compresión de diferentes variedades de tomate (De Hombre, 2001), de cebollas durante la conservación por irradiación (Iglesias y De Hombre, 1994) y en otros productos agrícolas tales como papas y zanahoria (De Hombre, 2000). También es el método estándar recomendado por la AACC para medir la firmeza de la miga del pan, mediante el cálculo de la fuerza de compresión de una rebanada de pan de 25 mm de

espesor, cuando el producto se comprime hasta el 25% de su altura total a una velocidad de compresión de 10 cm/min, en una máquina Instron (AACC Method 74-09, 1988).

En una prueba de torsión, se aplica una fuerza que tiende a girar una parte del material alrededor de un eje. La tendencia de esta fuerza a provocar la rotación se llama torque (T), de manera que en la ecuación 2-18:

$$\tau = F * r$$

Ecuación 2-18 Ecuación de torsión

Donde:

- τ = Torsión sobre el eje en (Nm)
- F = La fuerza perpendicular al eje (N)
- r = Radio de giro (m)

Diehl y col. (1979) han diseñado un aditamento de torsión para ser utilizado en el Instron y medir el rompimiento estructural de manzana, papa y melón. Estos autores concluyen señalando que la torsión es, en muchos casos, es preferible a la compresión uniaxial para medir el rompimiento de estos productos.

En base a estos análisis se puede determinar que mediante el uso de un sistema que aplique esfuerzo de torsión en el producto esta tendera a generar un avance de este permitiendo la procesabilidad de este.

Esta componente cumple la función de hacer circular el pasto por el interior del cuerpo de cilindros haciendo que este se comprima y se genere el zumo a medida que se avanza en el interior este se va aumentando su diámetro interno para aumentar la compresión del producto hasta obtener la pulpa ya procesada la cual saldrá por el otro extremo del cilindro, como se observa en la figura 2-8 a continuación.



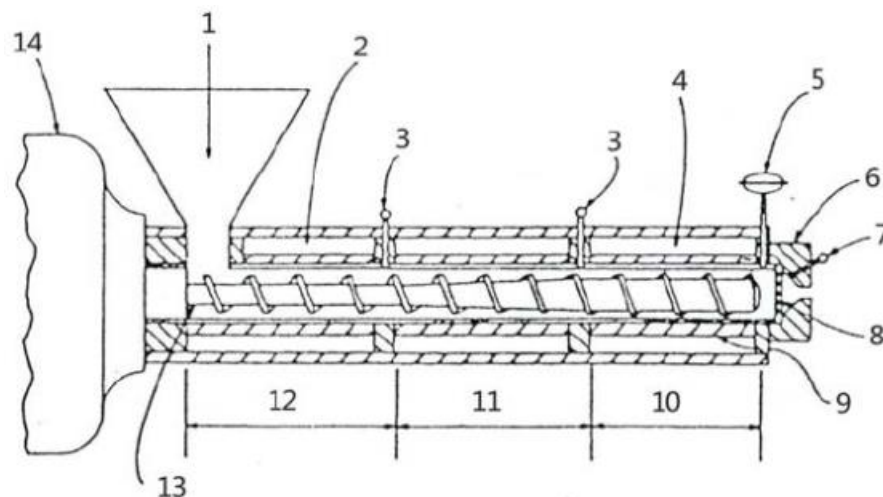
Fuente: Elaboración propia. Prototipo 3D elaborado en fusión 360

Figura 2-8 eje sin fin

La extrusión de alimentos puede definirse como un proceso de mezcla, homogeneización y conformación de materiales alimentarios de baja humedad y, más

recientemente, de alta humedad, para convertirlos en productos intermedios o acabados, forzándolos a través de una matriz especialmente diseñada. La palabra "extrudado" procede del latín "ex" (fuera) y "trudere" (empujar).

Secciones mecánicas de una extrusora alimentaria monohusillo. 1. 1. Tolla de alimentación; 2. Camisa de agua de refrigeración; 3. Termopares; 4. Camisa de vapor del barril; 5. Transductor de presión; 6. Matriz; 7. Termopar de descarga; 8. Placa de rotura; 9. Barril con revestimiento endurecido; 10. Sección de dosificación; 11. Sección de compresión; 12. Sección de alimentación; 13. Tornillo con diámetro de raíz creciente; 14. Accionamiento, reductor de engranajes y cojinete de empuje.



Esta pieza permite que el pasto de trigo se corte en secciones de dimensiones adecuadas para que se puede extraer el zumo de manera adecuada, a medida que el diámetro aumenta, el esfuerzo de compresión aumenta.

Para fabricar esta pieza se considera externalizar el mecanizado a una empresa que cuente con un centro de mecanizado de 4 ejes, el cual permitiría fabricar esta pieza de geometría orgánica, además se sabe que los acabados de este tipo de pieza se realizan de forma manual.

2.6.8 Rejilla o filtro

Esta componente estará fabricada en lámina de acero inoxidable 304 adecuada para el uso de la industria alimentaria, esta será malla de espesor 1 mm perforada con un diámetro 1.2 mm y una distancia entre centros de 1.5 de cada agujero, su función principal es separar el zumo del pasto de trigo, de la pulpa durante el proceso de extracción en el interior de la boquilla del exprimidor gracias a las perforaciones, esta componente se ubica en la parte inferior del cilindro de la boquilla de forma horizontal dentro de un sistema de canal que se encuentra al interior de la boquilla del exprimidor. Se visualiza a continuación en la figura 2-9.



Fuente: <https://www.800wheatgrass.com/>

Figura 2-9 Filtro de acero inoxidable para zumo

Se considera como una componente que se consigue en el mercado según los requerimientos ya mencionados.

2.6.9 Sello cordón para el sellado de ejes

Esta componente permite aislar la entrada de zumo de pasto de trigo al eje principal del motor, evitando que este se inunde durante el proceso de extracción. Será una componente que se debe externalizar según la medida del sin fin de trituración. En la figura 2-10 se pueden observar los diferentes tipos existentes en el mercado.



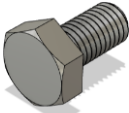
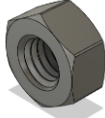
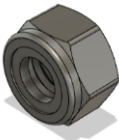
Fuente: <https://areamecanica.wordpress.com/>

Figura 2-10: sello cordón

2.6.10 Sistemas de anclaje y sujeción

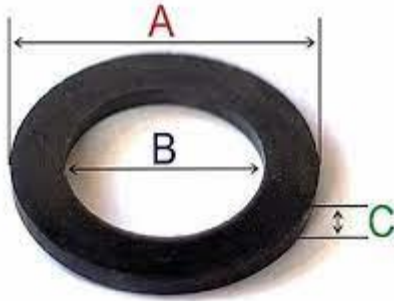
A continuación, se organizará el listado de elementos en la tabla de sujeción y anclaje que contará el diseño se visualiza en la tabla 2-1.

Tabla 2-1 Listado principal de piezas y componentes

Componente	Referencia	Material	Procedencia
Stainless Steel Hex Head Screw, M10 x 1.5 mm Thread, 20 mm Long		Acero inoxidable ASTM 304	Comercio
Stainless Steel Socket Head Screw, M8 x 1.25 mm Thread, 20 mm Long		Acero inoxidable ASTM 304	Comercio
Stainless Steel Hex Nut, M8 x 1.25 mm Thread		Acero inoxidable ASTM 304	Comercio
Stainless Steel Socket Head Screw, M8 x 1.25 mm Thread, 40 mm Long		Acero inoxidable ASTM 304	Comercio
High-Strength 316 Stainless Steel Socket Head Screw, M6 x 1.00 mm Thread, 40 mm Long		Acero inoxidable ASTM 304	Comercio
Stainless Steel Nylon-Insert Locknut, M6 x 0.8 mm Thread, 8 mm Wide, 5 mm High		Acero inoxidable ASTM 304	Comercio
Threaded-Stud Rubber Bumper with Steel Base Plate, M10 x 1.5mm Size, 50mm OD, 30mm High, 1210 lbs. Maximum Load		Acero inoxidable ASTM 304	Comercio
Stainless Steel Nylon-Insert Locknut, M10 x 1.5 mm Thread, 17 mm Wide, 11.5 mm High		Acero inoxidable ASTM 304	Comercio

2.6.11 Goma plana de junta

Esta junta permite que el líquido extraído por la compresión no se filtre a través de los elementos roscados, que contiene el equipo. Se visualiza en la figura 2-11.



Fuente: <https://www.ferreh.cl/goma-plana-12>

Figura 2-11 Junta de goma plana

2.6.12 machón de acoplamiento flexible de acero inoxidable

Este elemento permite transmitir la potencia del reductor de velocidad al eje del husillo de extracción, se muestra una referencia en la figura 2-12.



Fuente: <https://www.taylorsa.cl/productos-/machones-acoplamiento/>

Figura 2-12 Machón de acoplamiento

2.7 **METAS A LOGRAR CON EL PRODUCTO**

La meta principal del equipo diseñado es satisfacer únicamente los requerimientos dados por el cliente de aumentar el volumen de producción de pasto de trigo obtenido mediante el uso de un equipo extractor. Actualmente se puede obtener 1 Oz por minuto y se estima aumentar a 3 Oz por minuto, esto mediante la complementación de este trabajo con la empresa Ingemaq, de forma que se convierta en un producto inserto en el mercado.

2.8 **MATERIALES A UTILIZAR**

Para estimar la cantidad de material a utilizar se elaborará una tabla que contiene todas las componentes del equipo industrial, para organizar que material y cuanto se utilizara en el proceso de manufactura de cada una. Se considera el uso de tuberías de acero inoxidable, planchas de acero inoxidable y elementos de uniones y sistema de potencia caja negra.

Se creo un listado de piezas y componentes para la fabricación del equipo y las cantidades necesarias para esto se expresan en la tabla 2-2.

Tabla 2-2 Listado de piezas y componentes

Detalle	Cantidad
Motor ½ HP	1
Reductor de velocidad coaxial 1:20 80 RPM	1
Boquilla del exprimidor	1
Filtro	1
Tapa para salida de pulpa	1
Husillo de extrusión	1
Tapa frontal	1
Tapa posterior	1
Tapa superior	1
Anillo de retención	1
Unión soldada a la tapa frontal	1
Machón de acoplamiento flexible	1
Sello cordón para el sellado de ejes	1

Fuente: Elaboración propia.

Y en la siguiente tabla de un listado de los elementos de anclaje y sujeción que estarán ligados al sistema estructural y motriz del equipo, en la tabla 2-3 visualiza la cada elemento con sus dimensiones y cantidades.

Tabla 2-3 Tabla de elementos de unión

Elementos	cantidad
Stainless Steel Hex Head Screw, M10 x 1.5 mm Thread, 20 mm Long	1
Stainless Steel Socket Head Screw, M8 x 1.25 mm Thread, 20 mm Long	8
Stainless Steel Hex Nut, M8 x 1.25 mm Thread	12
Stainless Steel Socket Head Screw, M8 x 1.25 mm Thread, 40 mm Long	4
High-Strength 316 Stainless Steel Socket Head Screw, M6 x 1.00 mm Thread, 40 mm Long	4
Stainless Steel Nylon-Insert Locknut, M5 x 0.8 mm Thread, 8 mm Wide, 5 mm High	4
Threaded-Stud Rubber Bumper with Steel Base Plate, M10 x 1.5mm Size, 50mm OD, 30mm High, 1210 lbs. Maximum Load	4
Stainless Steel Nylon-Insert Locknut, M10 x 1.5 mm Thread, 17 mm Wide, 11.5 mm High	4

Fuente: Elaboración propia.

Acero inoxidable AISI 304: Material seleccionado para el equipo en general teniendo en cuenta las restricciones relacionadas con la manipulación de los alimentos y sus normativas asociadas se pueden ver en la tabla 2-4 sobre la norma DIN relacionada al material.

Tabla 2-4 Normativa DIN asociada al acero ASTM 304

Aceros Inoxidables	Normas		
	AISI	W. Nr.	DIN
	304 304L	1.4301 1.4306	X5CrNi18-10 X2CrNi19-11

Fuente: <https://europe.cl/>

Luego podemos ver en la tabla 2-5 de composición química (valores promedio) de los elementos que conforman la aleación del material

Tabla 2-5 Composición química del acero inoxidable 304

Tipo Acero	C	Cr	Ni
AISI 304	≤0,07	17 - 19,5	8 - 10,5
AISI 304L	≤0,03	18 - 20	10 - 12

Fuente: <https://europer.cl/>

El acero inoxidable es un material austenítico no magnético, con altos niveles de cromo y níquel y bajo porcentaje de carbono, de fácil mecanizado y además permite la unión mediante el uso de soldadura. Las piezas mecanizadas en acero inoxidable 304 en general, se utiliza para todo tipo de fabricaciones es un material muy recurrente en industria automotriz, aeroespacial, química, alimenticia, farmacéutica, etc.

Utilizado generalmente en la fabricación de piezas como chapas, tuberías, muelles, también se emplea para productos de uso cotidiano, utensilios de cocina y electrodomésticos.

Propiedades del acero inoxidable AISI 304:

- Propiedades térmicas: Su capacidad calorica especifica es de $500 J/(Kg \times K)$ a 20 grados Celsius y tiene un coeficiente de dilatación térmica a 100 grados Celsius de $16.0 - 17.30 \times 10^6$.
- Propiedades físicas: la densidad del acero inoxidable AISI 304, es de $7.9 g/cm^3$ el punto de fusión se encuentra en los 1400 a 1455 grados Celsius, tiene un módulo de elasticidad $193.000 N/mm^2$, su conductividad térmica es de 15 a $W/m K$. en la tabla 2-6 se encuentra el módulo de elasticidad del material a variadas temperaturas.

Tabla 2-6.Módulo de elasticidad el acero inoxidable AISI 304

Modulo de elasticidad kN/mm²

20°C	100° C	200°C	300° C	400°C	500° C
200	194	186	179	172	165

Fuente: <https://europer.cl/>

- Propiedades mecánicas: la resistencia a la tracción oscila entre 460 y los 110 MPa, su módulo de elasticidad es de 190-210 GPa, tiene una dureza Brinell de 160-190 HBW.

Recomendaciones a tener en cuenta sobre el mecanizado del material a continuación, en la siguiente tabla 2-7 se pueden observar las consideraciones a tener en cuenta para realizar un adecuado mecanizado al material en diferentes tipos de equipos convencionales

En el primer caso se tienen los parámetros para mecanizar en torno el material tales como la velocidad de corte, el avance y la profundidad de corte, según el tipo del torneado a realizar en el material. La tabla

Tabla 2-7 Tabla de velocidad de corte ideal según el proceso a realizar en el torno

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte (vc) m/min.	170 - 145	160 - 210	25 - 45
Avance (f) mm/r	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	0,1 - 0,5
Profundidad de corte (ap) mm.	1 - 4	0,5 - 1	0,5 - 3
Mecanizado grupo ISO	M20 - M30	M10	-

Fuente: <https://europer.cl/>

En la tabla 2-8 podemos observar los parámetros de velocidad de corte, avancé y profundidad de corte, para realizar un mecanizado en maquina fresadora

Tabla 2-8 Parámetros para mecanizado en fresadora

Parámetros de corte	Fresado con metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado en fino
Velocidad de corte(vc) m/min.	60 - 120	100 - 155
Avance (fz) mm/diente	0,2 - 0,3	0,2
Profundidad de corte (ap) mm.	≤ 4	≤ 0,6
Mecanizado grupo ISO	M20 - M30	M10

Fuente: <https://europer.cl/>

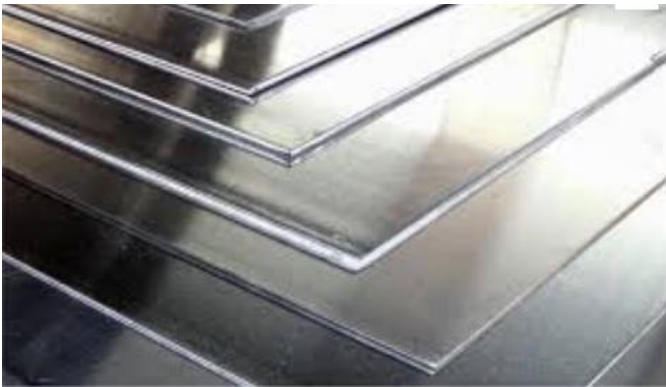
Se visualiza en la tabla 2-9 las velocidades de corte según su diámetro correspondiente y el avance al cual se puede trabajar, mediante el mecanizado en taladro con el uso de una broca HSS.

Tabla 2-9 Tabla de relaciones para mecanizar con un taladro el material

Diámetro	20	30	40
Velocidad de corte (vc) m/min.	200	200	200
Avance (f) mm/r	0,01	0,12	0,15

Fuente: <https://europer.cl/>

Considerando lo anterior el formato de material a utilizar será de lámina de acero inoxidable de 1000 ancho * 3000 * 4 mm de espesor, en la figura 2-12 se aprecia una referencia de cómo se comercializa generalmente en el mercado industrial.



Fuente: <https://www.evchile.cl/tienda/placas-de-acero-inox/>

Figura 2-13 planchas de acero inoxidable 304

El segundo tipo de formato de acero inoxidable que se utilizará será la tubería considerando una dimensión de 60 mm de diámetro exterior y 5 mm de espesor de pared, se muestra en la figura 2-13 tuberías de diferentes dimensiones listas para su uso



Fuente: <https://www.octalacero.com/tuberia-de-acero-inoxidable-304-316>

Figura 2-13. tuberías de acero inoxidable 304

2.9 **PROTOTIPO 3D**

Se visualizará el prototipo diseñado en software de modelado 3D el cual fue desarrollado según resultados obtenidos en base a la investigación realizada



Fuente: Elaboración propia. Diseño de prototipo para equipo industrial

Figura 2-3 Prototipo 3D



Fuente: Elaboración propia. Diseño de prototipo para equipo industrial

Figura 2-4 Prototipo 3D



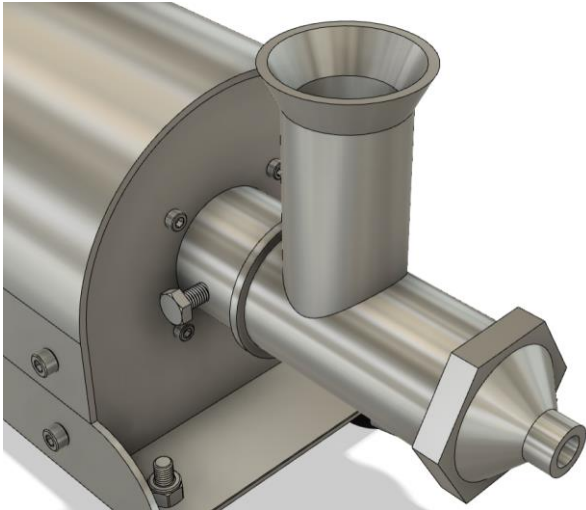
Fuente: Elaboración propia. Diseño de prototipo para equipo industrial

Figura 2-5 Prototipo 3D



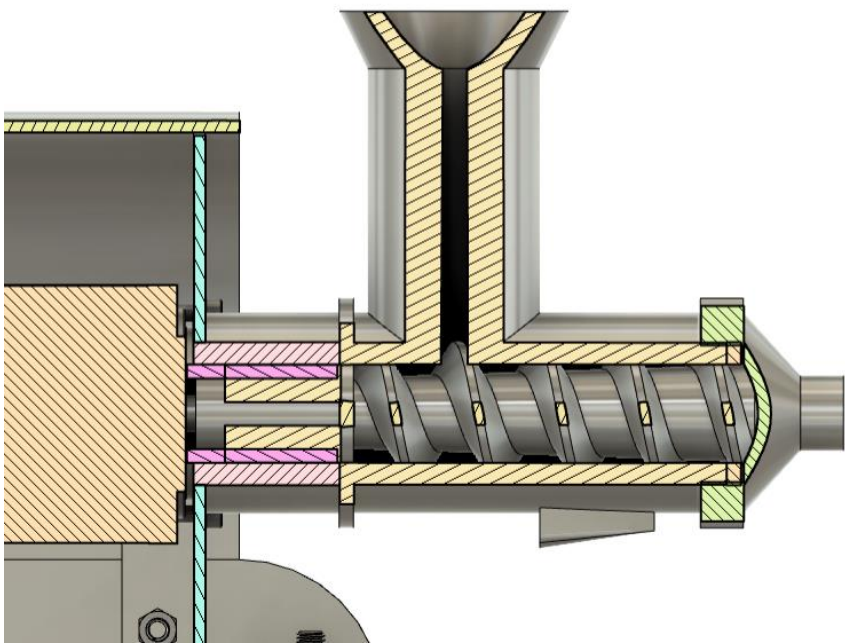
Fuente: Elaboración propia. Diseño de prototipo para equipo industrial

Figura 2-6 Prototipo 3D



Fuente: Elaboración propia. Diseño de prototipo para equipo industrial

Figura 2-7 Prototipo 3D



Fuente: Elaboración propia. Diseño de prototipo para equipo industrial

Figura 2-8 Prototipo 3D



Fuente: Elaboración propia. Diseño de prototipo para equipo industrial

Figura 2-9 Prototipo 3D

2.10 TIEMPOS DE PRODUCCION Y COSTOS DE MANUFACTURA

En este punto se definen el tiempo de producción dentro cual operara el equipo, además de los tiempos de manufactura para fabricar el equipo y sus costos asociados al proyecto

2.10.1 Tiempos de producción que opera el equipo

Suponiendo el caso ideal de funcionamiento del equipo y sin pérdidas significativas, el procesado permite extraer 3 [Oz]por [min] requiriendo para esto alrededor de 150 [g] de pasto de trigo, el proceso solo requiere este tiempo para llevarse a cabo, y un breve tiempo de mantenimiento según se requiera, se asume como ½ hora de mantención diaria. Considerado esto y suponiendo una jornada de 7 horas de uso del equipo la producción diaria de líquido extraído sería aproximadamente de 34.6 [L] diarios, con esto podemos definir una producción semanal considerando 5 jornadas laborales sería de 171 [L], unos 692 [L] mensuales y 8311 [L] anuales.

2.10.2 Tiempos de fabricación del producto

El tiempo de fabricación va a variar según el tamaño del proyecto, según Ingemaq, este comenta que se necesitan aproximadamente 2 a 3 meses para llevar a cabo la fabricación de uno de sus equipos. Al respecto se hará la evaluación de los tiempos de manufactura específicos para cada componente que se requiera fabricar dentro de la empresa.

2.10.3 Costos de manufactura

Estos corresponden a los costos fijos y variables que requiere llevar a cabo la manufactura del equipo, todo estos serán analizados a continuación en el capítulo 3 del presente escrito

3 **CAPITULO 3: PRODUCTO MINIMO VIABLE Y EVALUACIÓN**
ECONOMICA

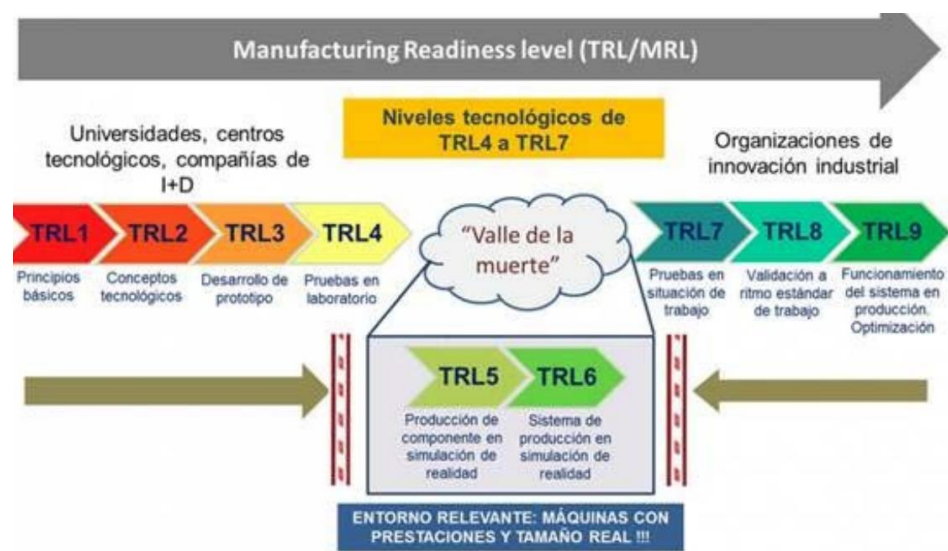
3 **PRODUCTO MINIMO VIABLE Y EVALUACIÓN ECONOMICA**

En este capítulo se establecerán según los criterios del MVP el alcance que tenga el proyecto y su factibilidad de manufactura realizando la estructuración de costes para llevar a cabo la fabricación del producto, según las consideraciones de Ingemaq.

3.1 **PMV Y EVALUACION FINANCIERA**

La evaluación funcional en el diseño forma parte del producto mínimo viable (MVP), el cual considera factores tales como el diseño, usabilidad, fiabilidad y funcionalidad del producto

El MVP se puede desarrollar mediante la evaluación TLR (Technology Readiness Levels), aquí en la escala de medición se evalúa el nivel de desarrollo presentado por el producto, se aprecia en la figura 3-1 un mapa conceptual, en resumen.



Fuente: https://www.upct.es/gestionserv/inter/espacios_usuarios/

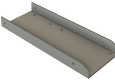
Figura 3-1 Nivel de madurez de la tecnología TLR

La evaluación va de 1 a 9 siendo 1 conceptos y desarrollos básicos y 9 un sistema funcional, dispuesto en un entorno real. En este caso se escalará por el alcance de TRL 6, lo que significa que es un modelo de sistema, subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante, con esto en consideración se presentara un prototipo 3D a escala, con posibilidades de aumentar el alcance TLR si es que se llegase a un acuerdo con el cliente de la empresa mandante.

3.2 EVALUACION FUNCIONAL

Considerando las soluciones planteadas por Ingemaq para la realización del desarrollo y diseño del equipo industrial para extraer el zumo a partir de la hierba de trigo, están fueron tomadas en consideración a la hora de plantear la propuesta de diseño. La materialidad asociada a la fabricación del proyecto en su sistema estructural es acero inoxidable AISI 304, las piezas y componentes fabricadas por la empresa serán la estructura base las tapas frontal y posterior, la carcasa superior y las piezas que estarán en contacto directo con el producto como son el cilindro de extracción, el husillo sin fin, la tapa de salida de pulpa, las rejillas o filtros para el zumo y la unión soldada a la tapa frontal del equipo. Se aprecia el listado en la tabla 3-1

Tabla 3-1 Componentes de acero inoxidable 304

Componentes de acero inoxidable	Referencia	Procedencia
Estructura base		Fabricado
Tapa frontal		Fabricado
Tapa posterior		Fabricado
Cubierta superior		Fabricado
Cuerpo cilíndrico		Fabricado
Unión soldada		Fabricado
Husillo sin fin		Mercado
Rejilla o filtro		Mercado
Tapa de salida de pulpa		Mercado

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la tabla algunas de estas piezas serán manufacturas por Ingemaq directamente, mientras que otras serán cotizadas en el mercado, y esto se considerarían externalizaciones por parte de la empresa.

La pernería para el diseño tiene consideraciones especiales en este caso, así se considera el uso de elementos de sujeción en materialidad de acero inoxidable 304 en todos los elementos usados, también se consideró que fuesen adecuados a los procesos de manufactura relacionados con la empresa.

Como se mencionó en un comienzo, el objetivo principal del producto es desarrollar un equipo extractor de zumo con gran capacidad de procesado y uso continuo. Enfocándonos en los requerimientos de una minipyme de aumentar el volumen de extracción.

Las funciones principales del diseño serán facilitar desarme de piezas, soportar vibraciones por uso, resistencia a la corrosión y humedad, triturar hojas y filtrar pulpa, se considera que el equipo funcione con al menos 1 operador el cual será encargado de manipular el equipo.

El proceso comienza con el accionamiento del equipo por parte del usuario, luego se hace ingreso de las hojas cortadas en el cilindro de extracción para que estas comiencen a ser acomodadas por el movimiento del husillo sin fin de diámetro variable, a medida que avanza el cuerpo de extracción genera compresión sobre el producto generando así la separación de las componentes líquidas y sólidas del pasto de trigo, por la parte inferior del cuerpo de extracción cae el zumo filtrado y por la tapa roscada sale la pulpa de pasto ya exprimido. Para representar de mejor manera esto

3.3 Evaluación económica de fabricación

Para el siguiente estudio, se especificarán los tipos de costos y gastos necesarios para la ejecución del proyecto, los valores proporcionados en este capítulo por la empresa Ingemaq,

3.3.1 Costos indirectos

Según el criterio de Ingemaq destaca que aproxima este costo se aproxima a \$ 5100 por hora de trabajo realizada para el desarrollo del equipo dentro de las instalaciones de la empresa, teniendo en cuenta esto y la cantidad de 126 horas, el CIF app es de \$642.000.

3.3.2 Costos directos

Se consideran aquello que pueden medirse y asignarse directamente a el producto, generalmente se considera los siguientes

- Materia prima: comprenden los materiales que forman el producto
- Capital humano: personal o operadores requeridos para llevar a cabo la fabricación del producto
- Otros: se consideran el envío, traslado, instalación y montaje, otros.

3.3.2.1 Costo de material

Se realizo una cotización en conjunto con la empresa para obtener los valores de referencia en el mercado, de las piezas y componentes a utilizar en la fabricación del equipo, véase en la tabla

Tabla 3-2 Table de cotización de componentes

Material	Valor Unitario	Cantidad	Costo total
Motor 1/2 Hp	\$126,700	1	\$126,700
Reductor de velocidad coaxial	\$114,930	1	\$114,930
plancha de acero inox 304 4mm	\$412,264	1	\$412,264
Tubo acero inoxidable 60 mm	\$110,990	1	\$110,990
Husillo de extrusión	\$105,842	1	\$105,842
Tapa de salida de pulpa	\$48,990	1	\$48,990
sello cordon 1 m	\$4,990	1	\$4,990
goma plana de junta	\$920	2	\$1,840
Machón de acople flexible	\$29,980	1	\$29,980
Perno Hex Acero inox M10 * 1.5 20mm	\$980	1	\$980
Perno acero inox M8 *1.25 20mm	\$720	8	\$5,760
Tuerca de acero inox M8*1.25 mm	\$560	12	\$6,720
Perno acero inox M8*1.25 mm	\$890	4	\$3,560
Perno acero inox M6*1.00 mm 40 mm	\$684	4	\$2,736
Tuerca inox M6*1.00mm	\$439	4	\$1,756
amortiguador M10*1.5mm 50*30 mm	\$1,257	4	\$5,028
Tuerca M10*1.5mm 17mm	\$480	4	\$1,920
total			\$984,986
		total UF	26.9

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.2 Costo de capital humano

Como referencia por parte de la empresa, se determina que el capital humano asociado con los procesos de manufactura seria de dos tipos, el primer el ayudante que considera un valor por hora de trabajo de \$3000 y el segundo el maestro con un costo de hora de \$6000. Se considera un total de 126 horas de trabajo requeridas entre los diferentes colaboradores de la empresa, se aprecian en la tabla 3-3 como se repartirán las horas y contiene una breve descripción de cuáles serían las actividades que este operador llevara a cabo durante el proceso.

Tabla 3-3 Tiempos y costos de capital humano

Operario	Descripción del proceso	Horas de trabajo	Costo* hora	Coste total
Maestro estructural	Planificación de actividades, montaje del equipo	62	\$6000	\$ 372.000
Maestro soldadura	Unión de piezas mecanizadas	8	\$6000	\$ 48.000
Ayudante estructural	Corte y plegado de piezas	48	\$3000	\$ 144.000
Ayudante soldador	Corte de tubos y asistencia	8	\$3000	\$ 24.000
Costo total de Capital humano				\$ 588.000

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.3 Costo de traslado y montaje

En caso de ser necesario se considera el valor según lo requiera el cliente, el valor loos costos de traslado se determinan de acuerdo al lugar al cual se dirigirá (región,ciudad,trayecto,), como un valor referencial tenemos un monto de \$396.000, este valor es el promedio de los valores establecidos por la empresa Ingemaq.

el valor del montaje considerando 2 colaboradores de Ingemaq durante 1 semana de trabajo y mantenimiento del personal es de aproximadamente 12,5 UF o \$ 457,109

3.3.3 Costos de fabricación

Se contemplan todos los costos asociados directa o indirectamente a la fabricación y montaje del equipo, tales como; costos indirectos y directos, se presentan la tabla 3-4.

Tabla 3-4 Costo total de fabricación

Costo total de fabricación		
Detalle	Valor	UF
Costos indirectos	\$ 642.000	17,52
Costos C.H	\$ 588.000	16,04
Costos Materia prima	\$ 984.986	26,9
Costo imprevisto M.P (5%)	\$ 49.249	1,35
Costos de diseño	\$ 499.990	13,67
Costo de traslado	\$ 396000	10,83
Costo de montaje del producto	\$ 457.109	12,5
COSTO FABRICACION	\$3.580.344	98,81

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se encuentra el agregado de costo de impreviso considerado por empresa el cual se considera el 5% del costo total de la materia prima, esto según la indicación de la empresa.

3.3.4 Costos de venta

Al realizar el estudio de costos, se puede definir en un formato real el valor de venta comercial que se le otorgara al equipo industrial, para esto es necesario definir el porcentaje de ganancia que se tendrá, el cual es considerado como la utilidad del proyecto. Esta utilidad corresponde al 50% de los costos de fabricación, además se considera el IVA, el cual corresponde al 19% del costo neto de venta, En la tabla 3-5 se presenta el valor de venta del equipo.

Tabla 3-5 Valor de venta del equipo

Valor de venta		
Detalle	Valor	UF
Costo de fabricación	\$ 3.580.344	98,81
Utilidad (%50)	\$ 1.790.172	48,85
Costo de venta neto	\$ 5.370.516	146,54
Iva 19 %	\$ 1.148.567	31,4
TOTAL	\$ 6.519.083	177,88

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

Conclusión

El estudio realizado mediante el uso de la metodología de Bruno Munari, para la resolución de problemas o método proyectual, este método planteado por diseñador industrial en su libro “¿Cómo nacen los objetos?”, además se empleó el uso de diversas metodologías enseñadas por los docentes de la universidad, usando estas como herramientas, para la proyección y diseño del producto, en todas sus fases.

El proyecto supone un impacto positivo en la realidad actual de la empresa mandante de Ingemaq, permitiendo optar a fabricar un equipo, para aumentar la producción de zumo de pasto de trigo.

Los objetivos propuestos se lograron. Se realizó una recopilación de la información necesaria para entender las propiedades del zumo de pasto de trigo, y los métodos para llevar a cabo el proceso con el uso de diferentes equipos, que actualmente se encuentran en el mercado, en base a esto se escogieron los componentes y materiales adecuados para fabricar el equipo diseñado, además de hacer una estimación de costes tanto de materiales como de manufactura, las limitantes que se presentaron fueron el hecho de no haber una empresa capaz de fabricar las piezas requeridas mediante el uso de máquinas CNC de 4 ejes.

Como recomendación para que el proceso sea de mejor rendimiento se debe realizar una carta Gantt con las actividades necesarias para realizar el proceso de extracción y así operar el equipo de forma óptima, ya que el producto está en desarrollo, fomentar la investigación respecto al producto ya que se puede ir innovando constantemente con la información necesaria.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bruno Munari, Como nacen los objetos, editorial G. Gilli S. A.
Barcelona-España, 1983
- [2] Richard G Budynas y J. Keith Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shingley, 1956
- [3][https://patents.google.com/patent/US8863655B2/en?q=\(wheatgrass+extractor\)&oq=wheatgrass+extractor](https://patents.google.com/patent/US8863655B2/en?q=(wheatgrass+extractor)&oq=wheatgrass+extractor)
- [4][https://patents.google.com/patent/US8863655B2/en?q=\(wheatgrass+extractor\)&oq=wheatgrass+extractor](https://patents.google.com/patent/US8863655B2/en?q=(wheatgrass+extractor)&oq=wheatgrass+extractor)
- [6]<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/32191/Working%20Paper%20Dise%C3%B1o%20PT%20Mec%C3%A1nico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [7] (S/f). Rae.es. Recuperado el 13 de octubre de 2023, de <https://dle.rae.es/extraer?m=form2>
- [8] Equipo. (2019, octubre 8). Significados. <https://www.significados.com/equipo/>
- [9] *Sistemas mecanicos*. (s/f). Monografias.com. Recuperado el 13 de octubre de 2023, de <https://www.monografias.com/docs/Sistemas-mecanicos-FK8T22P9LJF>
- [10] *machining - Quick search results*. (s/f). Oed.com. Recuperado el 13 de octubre de 2023, de <https://www.oed.com/search/dictionary/?scope=Entries&q=machining>
- [11] Martí, M. (2016, octubre 4). *¿Qué es el mecanizado? Origen y características*. ferrosplanes. <https://ferrosplanes.com/que-es-mecanizado/>

- [12] *Soldadura TIG – Explicación del funcionamiento y las ventajas.* (s/f). Lorch.eu. Recuperado el 13 de octubre de 2023, de <https://www.lorch.eu/es/productos/soldadura-manual/soldadura-tig>
- [13] Paso a paso para empezar a tomar pasto de trigo. (2013, enero 30). *La Tercera*. <https://www.latercera.com/paula/paso-a-paso-para-empezar-a-tomar-pasto-de-trigo/>
- [14] (S/f). Puramas.co. Recuperado el 15 de octubre de 2023, de <https://www.puramas.co/wheatgrass-o-pasto-de-trigo>
- [15] Dayana, K., Martínez, M., Carolina, M., Mejía, O., Páez González, A., Viviana, M., & Silva, M. (s/f). *Propuesta para el diseño ergonómico del puesto de trabajo de un mecánico*. Edu.co. Recuperado el 17 de octubre de 2023, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/32191/Working%20Paper%20Dise%C3%B1o%20PT%20Mec%C3%A1nico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [16] Shandongshunhemetal.com; Shandong Shunhe Metal Product CO.,LTD. https://www.shandongshunhemetal.com/products/stainless_steel_pipes/seamless_steel_pipes/seamless.html
- [17] (S/f). Tecnongroup.com. Recuperado el 21 de octubre de 2023, de <https://www.tecnongroup.com/archivos/reductoresVelocidad.pdf>
- [18]
- [19] *Motorreductor Trifásico 0,5hp Caja 50 1:20 75rpm 35,1n.m.* (s/f). Com.ar. Recuperado el 22 de octubre de 2023, de <https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-1340761173-motorreductor-trifasico-05hp-caja-50-120-75rpm-351nm- JM>

- [20] Roydisa. (2016, mayo 30). *Los criterios para seleccionar un motor eléctrico asíncrono*. Roydisa. <https://www.roydisa.es/archivos/3012>
- [21] de Industrias, I. C. (s/f). *Eduardo Castro Montero*. Uchile.cl. Recuperado el 28 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121381/ParamMecTexAlim07.pdf>
- [22] *Acero Inoxidable AISI 304*. (2021, abril 29). Empresa de mecanizado en Barcelona - Grumeber. <https://grumeber.com/acero-inoxidable-aisi-304/>
- [23] *T A B L A D E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS D E L A C E R O INOXIDABLE*. (s/f). Irestal.com. Recuperado el 6 de noviembre de 2023, de <http://data.irestal.com/files/files/2012030204152933979.pdf>
- [24] Roydisa. (2016, mayo 30). *Los criterios para seleccionar un motor eléctrico asíncrono*. Roydisa. <https://www.roydisa.es/archivos/3012>
- [24] Steknos. (s/f). *Motores en acero inoxidable para la industria alimentaria y farmacéutica*. Steknos.es. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://steknos.es/blog/motores-inox-industria-alimentaria-farmaceutica>
- [25] (S/f). Weg.net. Recuperado el 11 de noviembre de 2023, de [as](#)
- [26] *Food and Beverage*. (s/f). Motors and Generators. Recuperado el 20 de noviembre de 2023, de <https://new.abb.com/motors-generators/es/industrias/food-and-beverage>
- [27] *Reductor de acero inoxidable - Todos los fabricantes industriales*. (s/f). Directindustry.es. Recuperado el 20 de noviembre de 2023, de <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/reductor-acero-inoxidable-113126.html>

- [28] *M6 M10 DIN603 INOX A4 Stainless Steel 314 316 INOX A2 Carriage Bolt.* (s/f). Hainafastener.com. Recuperado el 23 de noviembre de 2023, de <https://www.hainafastener.com/M6-M10-DIN603-INOX-A4-Stainless-Steel-314-316-INOX-A2-Carriage-Bolt-pd48777112.html>
- [29] *S series - Reductor de acero inoxidable by BISON.* (s/f). Directindustry.es. Recuperado el 20 de noviembre de 2023, de <https://www.directindustry.es/prod/bison/product-9020-2157225.html>
- [30] Alvaro. (2023, septiembre 8). *¿Cómo calcular las rpm de salida de un reductor?* Tercesa. <https://tercesa.com/como-calculas-rpm-de-salida-de-un-reductor/>
- [31] Pinés, G. (2021, febrero 10). *Diseño de equipos industriales.* Lean SGS Productivity by Leansis; SGS Productivity by Leansis. <https://leansisproductividad.com/disenio-equipo-industrial>
- [32] *ISO12100: Evaluar la seguridad y reducir el riesgo en las máquinas.* (2021, julio 9). Tice: Innovate Solutions. <https://www.grupo-tice.com/iso12100-evaluar-la-seguridad-y-reducir-el-riesgo-en-las-maquinas/>
- [33] *Dr. Squeeze: Wheatgrass king - commercial Wheatgrass juicer.* (s/f). 80owheatgrass.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2023, de <https://www.80owheatgrass.com/product/wheatgrass-king-commercial-wheatgrass-juicer/>
- [34] *Hand stainless steel Wheatgrass juicer manual auger slow squeezer F.* (s/f). Fruugo. Recuperado el 28 de noviembre de 2023, de <https://www.fruugosaudiarabia.com/hand-stainless-steel-wheatgrass->

[juicer-manual-auger-slow-squeezer-fruit-wheat-grass-vegetable-orange-juice-extractor/p-101972906-214878043?language=en](#)

- [35] Ordaz, A. (2021, septiembre 26). *Hierba de trigo, beneficios de este alimento además de desinflamar y depurar*. Soy Carmín.
<https://www.soycarmin.com/salud/Hierba-de-trigo-beneficios-de-este-alimento-ademas-de-desinflamar-y-depurar--20210926-0004.html>

- [35] *cual es el nombre tecnico de la hierba de trigo* - Google Search. (s/f).
Google.com. Recuperado el 29 de noviembre de 2023, de
https://www.google.com/search?q=cual+es+el+nombre+tecnico+de+la+hierba+de+trigo&sca_esv=586418917&sxsrf=AM9HkKlhw5mROu95k7OmOscim6rq4u_-Tg%3A1701296077320&ei=zbdnZdHVEvf51sQP7_6j4AM&ved=oahUKewiR8OHineqCAxX3vJUCHW_CDwQ4dUDCBA&uact=5&oq=cual+es+el+nombre+tecnico+de+la+hierba+de+trigo&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiL2N1YWwgZXMGZWwgbm9tYnJlIHRLY25pY28gZGUgbGEgaGllcmJhIGRIIHRYaWdvMggQABgWGB4YD0jTXVAAWMNZcAR4AJABAZgBkwGgAf4cqgEENDUuNrgBA8gBAPgBAcICChAuGIAEGIoFGEPcAhEQLhiABBixAxiDARjHARjRA8ICDhAuGIAEGIoFGLEDGIMBwgILEC4YgAQYxwEYoQPCAggQABiABBixA8ICCBauGIAEGLEDwgILEAAyGaqYsQMYgwHCAGUQABiABMICGRAuGIAEGIoFGEMYlwUY3AQY3gQY3wTYAQHCAgQQIxgnwgIKECMYgAQYigUYJ8ICChAAGIAEGIoFGEPcAgoQABiABBikBRixAxhDwgIHEAAyGaqYCsICBhAAGBYHsICCBAAAGBYHHgKwgIFECEYoAHIAwQYACBBiAYBugYGC_AEOARgU&scient=gws-wiz-serp

- [35] (S/f). Dropbox.com. Recuperado el 30 de noviembre de 2023, de https://www.dropbox.com/s/s9oqme3zqmkk6uw/linha-gc_52.pdf?dl=0

- [36] *Motor Vematesa Trifásico 0.5 HP (0.37kW) 4 Polos VTB71B B5.* (s/f). Imatesa. Recuperado el 30 de noviembre de 2023, de

https://imatesa.cl/venta-online/761-motor-vemat-trifasico-05hp-037kw-4p-vtb71b-b5.html?gclid=CjoKCQiA35urBhDCARIsAOU7Qwna3cgletf_Poyg7cPtudARoup6SbVyuDdxXkGVBXUuOqSKvaHWFdMaAieUEALw_wcB

- [36] *Ingeniería Mecánica: El sellado de ejes en bombas centrífugas*. (2011, septiembre 22). Area Mecánica. <https://areamecanica.wordpress.com/2011/09/22/ingenieria-mecanica-el-sellado-de-ejes-en-bombas-centrifugas/>
- [37] *VENTA Y DISEÑO DE MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL*. (2014, julio 9). Venta y Diseño de Maquinaria Agroindustrial. <https://www.ingemaq.cl/>
- [38] SitePoint. (s/f). *Acermet - Acero inoxidable*. Acermet.Cl. Recuperado el 30 de noviembre de 2023, de <https://acermet.cl/productos/acero-inoxidable-planchas-y-bobinas>
- [39] de Vehiculos y Maquinarias, F. M.-F. P. T. (s/f). *Filtros en Malla Inoxidable*. Filtrosmarticorena.cl. Recuperado el 30 de noviembre de 2023, de https://www.filtrosmarticorena.cl/?s=Articulo&aslm=262&d=1023&sec=7&gclid=CjoKCQiAgqGrBhDtARIsAM5so_lHhMsSiV8sffvnJ5e61Ve1RsApUCYRDyh3Cyp0_EcgoH6Hp5h1DYsaAgz9EALw_wcB
- [40] (S/f). Gob.es. Recuperado el 1 de diciembre de 2023, de <https://www.mincotur.gob.es/publicaciones/publicacionesperiodicas/economiaiindustrial/revistaeconomiaindustrial/393/notas.pdf>
- [41] Callejo, A. (2020, junio 1). *¿Qué vida útil tiene un motor eléctrico?* forococheselectricos; Forococheseléctricos. <https://forococheselectricos.com/2020/06/que-vida-util-tiene-un-motor-electrico.html>

- [42] Cardona, S. (2023, mayo 23). ¿Cuánto es el tiempo de vida útil de un motor eléctrico? *Electrocenter*.
<https://electrocentercol.com/blog/cuanto-es-el-tiempo-de-vida-util-de-un-motor-electrico/>
- [43] Cajal, A. (2021, abril 30). *Momento de torsión*. Lifeder.
<https://www.lifeder.com/momento-torsion/>
- [44] (S/f). Safetyculture.com. Recuperado el 13 de diciembre de 2023, de
<https://safetyculture.com/es/temas/factor-de-seguridad/>
- [45] Valverde, A. (s/f). *Eficiencia Energética en Motores Eléctricos*. Elvatron.com. Recuperado el 13 de diciembre de 2023, de
<https://www1.elvatron.com/motores/eficiencia-energ%C3%A9tica-en-motores-el%C3%A9ctricos>
- [46] (S/f). Researchgate.net. Recuperado el 15 de diciembre de 2023, de
https://www.researchgate.net/publication/305677510_Engineering_Review_Food_Extrusion_Technology_and_Its_Applications#pf4
- [47] Sumiparts S.A.S. (2021, agosto 20). Centro de Mecanizado de 4 eje. *SUMIPARTS*.
<https://sumiparts.com/servicios-de/centro-de-mecanizado-de-4-eje/>
- [48] Gimetric. (2022, septiembre 5). *LA METODOLOGÍA DE BRUNO MUNARI PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS* -. Gimsblog.com; gimsblog.
<https://gimsblog.com/la-metodologia-de-bruno-munari-para-la-resolucion-de-problemas/>
- [49] INN. (n.d.). INN. Retrieved July 8, 2024, from <https://www.inn.cl/>
- [50]

ANEXOS

Documentos

Memorista para Ingemaq



CONSTANCIA



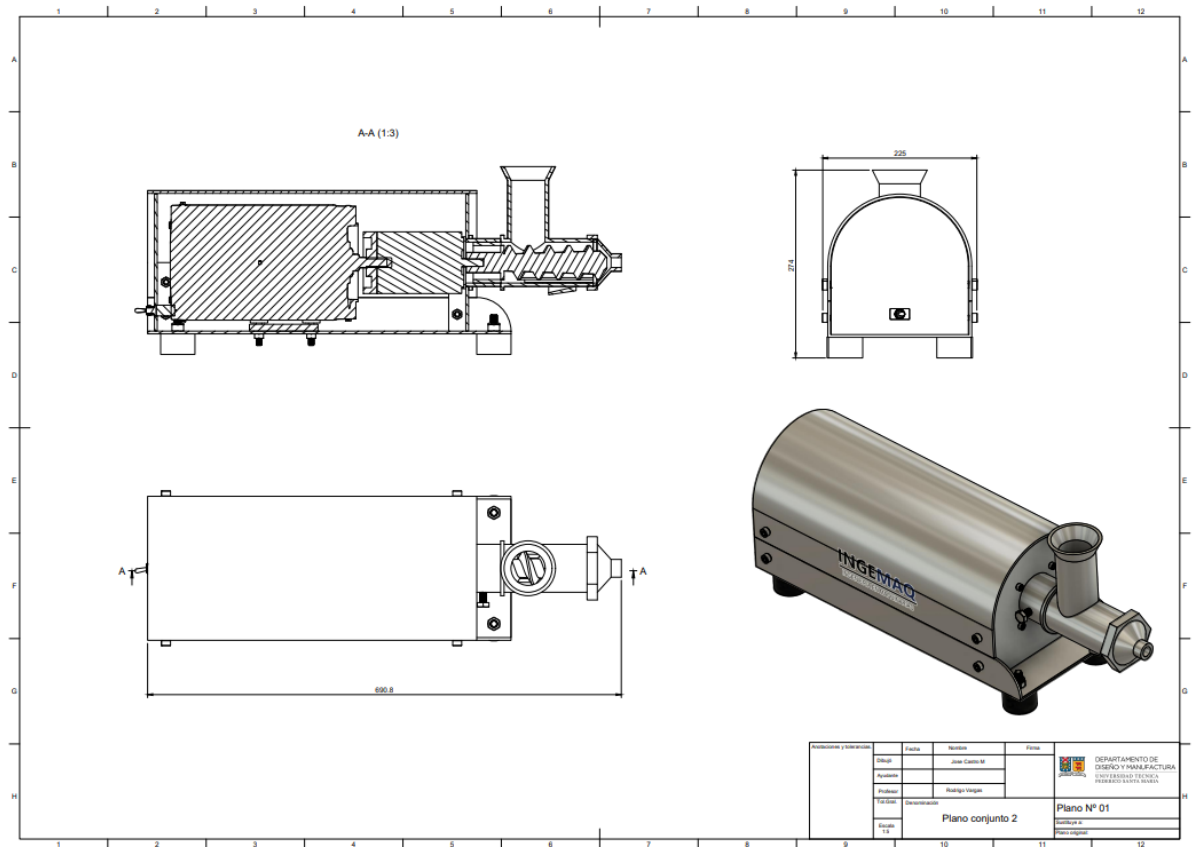
Ricardo Cahe Cabach, **DIRECTOR ACADÉMICO** de la Sede Viña del Mar de la Universidad Técnica Federico Santa María, certifica que el señor **JOSÉ VICTORINO CASTRO MANCILLA – RUT 20.183.205-5** es alumno memorista de la Carrera **INGENIERÍA EN FABRICACIÓN Y DISEÑO INDUSTRIAL** desde el 07 de septiembre de 2023 hasta el 01 de marzo de 2024. Es decir, el **Sr. CASTRO MANCILLA** se encuentra desarrollando su trabajo de título durante el periodo mencionado.

Se deja constancia que el alumno cuenta con seguro contra accidentes escolares, de acuerdo a la Ley 16.744, Decreto N°313, Art. 3.

Quien firma extiende el presente certificado a petición del interesado para ser presentado en **INGEMAQ E.I.R.L.**

Viña del Mar, 25 de septiembre de 2023.
/cc.

Planimetria

[illegible]

