



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE MOLDEO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE PLATOS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)”

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTORES:

ARGUELLO DUEÑAS ANGEL GUSTAVO

TORRES CABRERA KAREN LISSETTE

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE MOLDEO
TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE PLATOS
BIODEGRADABLES A PARTIR DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE
AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTORES: ANGEL GUSTAVO ARGUELLO DUEÑAS

KAREN LISSETTE TORRES CABRERA

DIRECTOR: Ing. MARCO RAÚL CHUIZA ROJAS

Riobamba – Ecuador

2021

©2021 Ángel Gustavo Arguello Dueñas – Karen Lisette Torres Cabrera

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Ángel Gustavo Arguello Dueñas – Karen Lissette Torres Cabrera, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 23 julio de 2021

ANGEL
GUSTAVO
ARGUELLO
DUEÑAS

Firmado digitalmente por
ANGEL GUSTAVO
ARGUELLO DUEÑAS
Fecha: 2021.08.14
17:09:11 -05'00'

Ángel Gustavo Arguello Dueñas

080460499-9

KAREN
LISSETTE
TORRES
CABRERA

Firmado digitalmente
por KAREN LISSETTE
TORRES CABRERA
Fecha: 2021.08.14
17:11:44 -05'00'

Karen Lissette Torres Cabrera

093045627-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE MOLDEO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE PLATOS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL BAGAZO DE LA CAÑA SE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)”**, realizado por el señor **ÁNGEL GUSTAVO ARGUELLO DUEÑAS** y la señorita **KAREN LISSETTE TORRES CABRERA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnico, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Adrián Alejandro Rodríguez Pinos, Mgs
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**ADRIAN ALEJANDRO
RODRIGUEZ PINOS**

23/07/2021

.....

.....

Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas, Mgs
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Firmado electrónicamente por:
**MARCO RAUL
CHUIZA**

23/07/2021

.....

.....

Ing. Mabel Mariela Parada Rivera, Mgs
MIEMBRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Firmado electrónicamente por:
**MABEL MARIELA
PARADA RIVERA**

23/07/2021

.....

.....

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación es dedicado principalmente a mi hija, el motor de mi vida, la que siempre me ha inspirado a ser mejor persona. Tal vez sin ella mi vida hubiera tomado otro rumbo. A mis padres porque a pesar de todos mis errores me siguieron apoyando, quienes me inculcaron valores, me dieron amor y no me dejaron caer, y como no dedicárselo también a mi esposo, quien a su manera me motivó para seguir luchando y poder llegar a cumplir una meta más de mi vida. Gracias Dios por regalarme a estos seres tan maravillosos.

Karen Lissette Torres Cabrera.

El presente trabajo de titulación es dedicado primero a Dios por todo lo que me ha bendecido, también agradezco a mis hermanos por el apoyo incondicional brindado ya que sin ellos este logro no sería posible a mi tía Lola por ser el pilar de mis primeros años de vida formando la persona que soy ahora y una gigantesca gratitud a mi Abuela y Padre que desde el cielo me guiaron. Y por último a cada una de las personas que pusieron su granito de arena para llevar a cabo mi formación académica, profesores, amigos y especialmente a mi novia.

Angel Gustavo Arguello Dueñas.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por haberme regalado salud, vida y por poner en mi camino seres tan extraordinarios, mismos que fueron mi luz y mi fuerza.

Brigitte Nahomi Freire Torres, amor de mi vida, gracias por ser mi motor, por darme tantas alegrías, por ese infinito amor y por ser tan comprensiva, eres ese ser de luz que me inspirará siempre, mi chiquita preciosa.

Julio César Torres Calderón y Glenda Cabrera Morán, gracias por seguirme apoyando a pesar de los errores que cometí, gracias por sus consejos, su esfuerzo, dedicación y amor, siempre alentándome a seguir adelante y luchar por lo que quiero.

Sergio Vinicio Freire Silva, otro pilar fundamental durante mi carrera y desde el primer momento, de mi vida. Eres mi mejor amigo, mi cómplice y compañero de vida, gracias por estar ahí durante todo este proceso, alentándome para seguir adelante juntos. Te Amo.

Quiero agradecer a todos mis amigos, siempre leales, los que se convirtieron en mis hermanos, ya que sin el apoyo de ellos no hubiera sido posible avanzar, Carlos Cárdenas, Fernando Marcial y Paola Armijos, incondicionales todo el tiempo.

Karen Lisette Torres Cabrera.

Agradezco primero a Dios y a las personas más importantes de mi vida como lo fueron mi abuela Carmen Benavidez, a mi Padre Fidel Arguello, así como también a mi Tía María Arguello. A mis segundos Padres siendo ellos Stalin y Fernanda Arguello quienes día a día estuvieron apoyándome no solo económicamente si no emocionalmente este logro es especialmente para todas estas personas, siendo más de ellos que mío. ¡Muchas gracias!

Angel Gustavo Arguello Dueñas

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1 Identificación del Problema	2
1.2 Justificación del Proyecto	3
1.3 Línea base del Proyecto	3
1.4 Localización del proyecto	4
1.5 Alcance del proyecto	5
1.6 Beneficiarios directos e indirectos	5
1.6.1 <i>Beneficiarios directos</i>	5
1.6.2 <i>Beneficiarios indirectos</i>	5
1.7 Objetivo	6
1.7.1 <i>General</i>	6
1.7.2 <i>Específicos</i>	6
CAPÍTULO II	7
2 MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.2 Metodología	8

2.2.1	<i>Factor de seguridad</i>	10
2.2.2	<i>Deformación y esfuerzo máximo</i>	10
2.3	Marco Teórico	11
2.3.1	<i>Bagazo de la caña de azúcar</i>	11
2.3.2	<i>Biopolímeros</i>	15
2.3.3	<i>Materiales biodegradables</i>	17
2.2.4	<i>Prensa</i>	18
CAPÍTULO III		24
3	ESTUDIO TÉCNICO	24
3.1	Ingeniería del Proyecto	24
3.2	Determinación de los requerimientos para el equipo de moldeo térmico	25
3.3	Técnicas	27
3.4	Cálculos	28
3.4.1	<i>Diseño de Matrices</i>	28
3.4.2	<i>Selección del gato Hidráulico</i>	31
3.4.3	<i>Análisis del factor de seguridad, deformación y esfuerzo máximo</i>	33
3.4.4	<i>Cálculos para la elaboración del plato biodegradable</i>	35
3.4.5	<i>Análisis de Costos</i>	38
3.5	Parámetros para el funcionamiento del equipo	43
3.5.1	<i>Encendido del equipo</i>	43
3.5.2	<i>Mantenimiento del equipo</i>	44
3.5.3	<i>Capacidad del equipo</i>	44
3.5.4	<i>Operación del equipo</i>	44
3.5.5	<i>Especificaciones técnicas del equipo</i>	45
3.5.6	<i>Medidas de prevención</i>	45
3.5.7	<i>Características del equipo de moldeo térmico</i>	46

3.6	Ensayos preliminares para la elaboración de los platos biodegradables	46
3.7	Proceso de fabricación de envases biodegradables	46
3.7.1	<i>Obtención de la materia prima:.....</i>	47
3.7.2	<i>Molienda del bagazo de caña de azúcar:</i>	47
3.7.3	<i>Mezclado</i>	48
3.7.4	<i>Funcionamiento del equipo:</i>	48
3.8	Descripción del proceso de elaboración de platos biodegradables.....	50
CAPITULO IV		51
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1	Resultados del ensayo de Fuerza-resistencia	52
4.2	Resultados de Permeabilidad.....	54
4.3	Resultados de Biodegradabilidad	55
4.4	Resultados de las condiciones requeridas para el plato biodegradable.....	56
CONCLUSIONES.....		58
RECOMENDACIONES.....		59
BIBLIOGRAFÍA		

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Localización del proyecto.....	4
Tabla 1-2: Taxonomía de la caña de azúcar	11
Tabla 2-2: Composición de la caña de azúcar	12
Tabla 3-2: Otros componentes de la caña de azúcar	12
Tabla 4-2: Herramientas utilizados en la construcción de equipo del moldeo térmico	21
Tabla 5-2: Materiales usados en la fabricación del equipo de moldeo térmico.....	21
Tabla 6-2: Propiedades físicas del acero 304/ 304L	23
Tabla 1-3: Técnicas de ensayos realizadas al plato biodegradable	27
Tabla 2-3: Resultados de deformación del equipo.....	34
Tabla 3-3: Dato constante del equipo para la elaboración del plato biodegradable	35
Tabla 4-3: Datos adicionales de la materia prima (masa) para la obtención del plato biodegradable	36
Tabla 5-3: Datos adicionales de la materia prima (% de humedad del etiquetado) para la obtención del plato biodegradable	36
Tabla 6-3: Cálculo de porcentaje p/p de los componentes de la mezcla	36
Tabla 7-3: Cálculo de la cantidad de agua evaporada en el proceso	37
Tabla 8-3: Costos directos.....	39
Tabla 3-9: Costos de mano de obra para la elaboración del equipo.....	39
Tabla 10-3: Costos de ingeniería.....	40
Tabla 11-3: Costos de Ingeniería total.....	40
Tabla 12-3: Costos total del equipo.....	40
Tabla 13-3: Cantidad de material prima para la elaboración de 2880 platos biodegradables	41
Tabla 14-3: Costo de la materia prima para la elaboración de 2880 platos biodegradables	41
Tabla 15-3: Costos operativos para la elaboración de los 2880 platos biodegradables (incluido el equipo)	42
Tabla 16-3: Costos para la elaboración de los 2880 platos biodegradables mensual	42
Tabla 1-4: Espesor de los platos biodegradables	51
Tabla 2-4: Resultados del balance de masa para la elaboración de platos biodegradables	51
Tabla 3-4: Resultados del ensayo de fuerza	53
Tabla 4-4: Resultados de Permeabilidad del plato biodegradable	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Localización del laboratorio de Procesos Industriales	5
Figura 1-2: Etapas de la metodología del proyecto	9
Figura 2-2: Prototipo del equipo	10
Figura 3-2: Bagazo de caña de azúcar	11
Figura 4-2: Estructura de la celulosa	14
Figura 5-2: Estructura de la hemicelulosa	14
Figura 6-2: Estructura de la lignina	15
Figura 7-2: Sistema hidráulico manual-modelo equipo.....	18
Figura 8-2: Propiedades químicas del AISI 304.....	23
Figura 1-3: Diagrama de flujo general del equipo de moldeo térmico.....	25
Figura 2-3: Diseño final del equipo de moldeo térmico.....	26
Figura 3-3: Molde inferior del equipo de moldeo térmico.....	28
Figura 4-3: Molde superior del equipo de moldeo térmico.....	29
Figura 5-3: Simulación del Gato Hidráulico.....	31
Figura 6-1: Partes de un gato hidráulico.....	32
Figura 7-3: Análisis de Von Mises del equipo.....	33
Figura 8-3: Deformación máxima del equipo.....	34
Figura 9-3: Factor de seguridad del equipo.....	35
Figura 10-3: Balance de masa del equipo.....	37
Figura 2-3: Análisis de Von Mises del equipo.....	38
Figura 12-3: Diagrama de flujo para la elaboración de los platos biodegradables.....	45
Figura 13-3: Pruebas preliminares del plato biodegradable.....	46
Figura 14-3: Bagazo de caña de azúcar seco.....	47
Figura 15-3: Molino, Facultad de Ciencias ESPOCH.....	48
Figura 16-3: Diagrama de flujo para la elaboración de platos biodegradables.....	49

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Producción de la caña de azúcar en Ecuador	13
--	----

RESUMEN

El propósito de este trabajo de titulación es diseñar y construir un equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables a partir del bagazo de la caña de azúcar totalmente funcional, apto para el uso como recipiente y respetuoso con el ambiente. El trabajo se inició mediante la revisión bibliográfica de equipos anteriores, seguido de esto se eligió el diseño mediante la simulación con la ayuda de la plataforma ANSYS y se pudo llevar a cabo los cálculos de ingeniería, así como la creación, desarrollo y simulación del equipo de moldeo térmico, mediante el software Keyshot se logró pasar a un plano más real con imágenes en 3D y una mejor resolución. Se obtuvo una deformación máxima de 0,045691 mm. Seguido se procedió a la obtención de los materiales para el ensamblaje del equipo y pruebas preliminares. En cuanto a materia prima se obtuvo los residuos de la caña del bagazo, para posteriormente eliminar la humedad que este contenía mediante el secado en estufa: 50°C durante 24 horas. Se retiró el bagazo se continúa con la molienda de este hasta obtener una consistencia tipo harina. La última etapa consistió de ensayos a nivel de laboratorio determinando la mejor formulación llegando a obtener las siguientes composiciones (14,1%) de bagazo de caña de azúcar, (14,1%) semilla de trigo, (28,2%) almidón de yuca, (8,5%) glicerina y (35,2%) de agua. Se realizó la caracterización del plato biodegradable siendo este impermeable durante 5 minutos, para el ensayo de biodegradabilidad el plato fue expuesto a la intemperie donde tiende a descomponerse en un mes, a diferencia en un medio acuoso el cual se desintegra en 3 días. El total de platos que se obtuvo es de 12/ hora. Mediante un sistema automático se puede incrementar la producción de platos y disminuir tiempo.

PALABRAS CLAVE: < BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR >, < ENSAYOS PRELIMINARES >, < FORMULACION >, < PERMEABILIDAD >, < BIODEGRADABILIDAD >



Firmado electrónicamente por:

**HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA**

1253-DBRA-UPT-2021

2021-06-29

ABSTRACT

The purpose of this research work is to design and build a thermal molding equipment for the elaboration of biodegradable dishes from the bagasse of sugarcane fully functional. The same one that is suitable for use as a container and respectful with the environment. The work began through the bibliographic review of previous equipment, followed by the design chosen through simulation with the help of the ANSYS platform and the engineering calculations could be carried out, as well as the creation, development, and simulation of the thermal molding equipment. Using the Key shot software, it was possible to move to a more real plane with 3D images and a better resolution. A maximum deformation of 0.045691 mm was obtained. Then proceeded to the obtaining the materials for the assembly of the equipment and preliminary tests. Regarding raw material, the sugarcane bagasse residues were obtained, to subsequently eliminate the moisture it contained by drying in an oven at 50 ° C for 24 hours. Once the bagasse is removed, the grinding of this is continued until a flour-like consistency is obtained. The last stage consisted of preliminary tests to determine the best formulation, obtaining the following compositions (14,1%) of sugarcane bagasse, (14,1%) wheat Semitic, (28,2%) cassava starch, (8,5%) glycerin and (35,2%) water. The characterization of the biodegradable plate was carried out, being this waterproof for 5 minutes, for the biodegradability test. The dish was exposed to the elements where it tends to decompose in a month, unlike in an aqueous medium which disintegrates in 3 days. The total number of dishes obtained is 12/ hour. Through an automatic system you can increase the production of dishes and decrease time.

KEYWORDS: <SUGAR CANE>, <PRELIMINARY TEST>, <FORMULATION>, <PERMEABILITY>, <BIODEGRADABILITY>

INTRODUCCIÓN

El uso de envases plásticos hechos de derivados del petróleo (como el polietileno) puede causar problemas de salud cuando se consumen en este tipo de alimentos y bebidas esta basura puede acumularse y dañar el ambiente. Los productos no degradables como plásticos, tejidos y materiales sintéticos tardarán cientos de años en desaparecer, liberan sustancias tóxicas y contaminan gravemente el ambiente. Los envases desechables son aquellos que han sido creados para corta duración, en la mayoría de los casos, estos envases son productos para un solo uso, es decir, son desechados después de su uso lo más utilizados son los platos de plástico, generalmente hechos de espuma o plástico (poliestireno), que es un polímero a base de petróleo y esto genera una contaminación al ambiente y entorno.

Los productos biodegradables son una alternativa de reducir la contaminación. Se recomienda utilizar productos biodegradables, estos pueden ser destruidos por microorganismos y no producen residuos tóxicos o químicos durante la descomposición, brindando seguridad y bienestar a nuestro planeta.

La caña de azúcar, también conocida como pulpa o bagazo, proviene del residuo natural de la cosecha de la caña de azúcar. Es un material ideal, totalmente biodegradable y compostable que puede sintetizar carbohidratos, propiedades que sirven para sacarle un aprovechamiento casi infinito para producir cientos de derivados y subproductos de mayor valor que el azúcar. (1). En Ecuador hay 74 000 hectáreas de caña de azúcar. De esto, el 50% pertenece a los ingenios y el otro 50% se reparte entre los 3 000 pequeños y medianos productores, los cuales son utilizados para la venta de jugo de este, el bagazo es desechado es por eso por lo que se aprovecha este residuo para la elaboración de utensilios biodegradables.

Mediante la revisión bibliográfica se eligió un prototipo para el diseño del equipo, con la ayuda de la plataforma ANSYS se pudo llevar a cabo los cálculos de ingeniería, así como la creación, desarrollo y simulación del equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables. En Keyshot se logró que lo hecho en ANSYS pase a un plano más real con imágenes en 3D y una mejor resolución. Luego de la obtención de los materiales se ensambló el equipo y posteriormente se realizaron las pruebas preliminares a fin de corregir. El equipo de moldeo térmico para la elaboración de los platos biodegradables consta de un sistema con gato hidráulico el que permite a través del paso del aceite en la válvula de descarga funcionar como prensa ya que el molde superior se encuentra estático, sus dos matrices tiene resistencia eléctrica logrando que el acero inoxidable se caliente muy rápido y mantenga su temperatura por un determinado tiempo, resultando así ser más eficiente a la hora de elaborar los platos, demostrando su eficacia al momento de elaborar los platos biodegradables.

CAPITULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del Problema

Los envases desechables son aquellos que han sido creados para utilizarse en situaciones de corta durabilidad, en mucho de los casos dichos recipientes son productos de un solo uso, es decir que luego de utilizarse son desechados. Uno de los recipientes desechables más usados son los platos plásticos usualmente fabricados de espuma o poliestireno el cual es un polímero a partir de petróleo.

En la actualidad los desechos plásticos se han convertido en el más grande desafío al que se enfrenta el medio ambiente. Debido a su uso indiscriminado y a la baja rentabilidad de su reciclaje, hacen al plástico uno de los contaminantes más mortales con el que tiene que enfrentarse el planeta.

Varias empresas elaboran envases desechables con un porcentaje de material reciclado, también se están realizando estudios para poder aprovechar materia orgánica que son desecho de otras industrias, como la azucarera, para elaborar envases biodegradables, contribuyendo así cuidar el medio ambiente.

El presente proyecto buscará satisfacer la demanda creciente que existe en cuanto a preservar el ambiente, ya que actualmente se están realizando investigaciones sobre biopolímeros y no se cuenta con la maquinaria necesaria para efectuar los respectivos ensayos, además nos permitirá utilizar materia orgánica desechable para poder transformarla en platos biodegradables, lo cual será muy útil tanto en el ámbito práctico como en el investigativo dentro del laboratorio de Procesos Industriales.

Se pretende dar comodidad y facilidad a los estudiantes, técnicos docentes, pasantes, docentes, etc., que requieran la máquina para realizar futuras investigaciones, específicamente reutilizando materia orgánica u obteniendo biopolímeros, lo que ayudará con la reducción de la contaminación del medio ambiente, fomentando de esta manera la Química Verde.

La importancia del diseño y la construcción de esta máquina radica en la reutilización del bagazo de la caña de azúcar, residuo de los comerciantes de jugo de caña, para elaborar platos biodegradables siendo éstos de mucha utilidad y también amigables con el medio ambiente.

1.2 Justificación del Proyecto

Actualmente, se está proponiendo dejar de utilizar materiales plásticos ya que éstos están contaminando demasiado el ambiente, por lo que se están utilizando nuevas técnicas y tecnologías reutilizando materia que va a ser desechada y convirtiéndola en algo que podrá ser utilizado para el beneficio del hombre con bajo impacto para el ambiente.

El bagazo de la caña de azúcar es recurso que desechan como desperdicios los comerciantes de jugos de caña, este residuo orgánico es arrojado y muchas veces quemado por dichos comerciantes y empresas azucareras.

Por este motivo, se propone el diseño y la construcción del equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables que será utilizado en el Laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, mismo que nos permitirá transformar los desechos en productos con valor agregado. Además, vamos a proporcionar un equipo para que se pueda realizar futuras investigaciones en este campo.

1.3 Línea base del Proyecto

La reutilización de desechos orgánicos es, sin lugar a duda una forma económica y ecológica para cuidar del medio ambiente, se utilizará el bagazo de la caña de azúcar (desperdicio de vendedores de jugo de caña) para realizar estudios y poder transformarlo en un producto de mucha utilidad.

Con la caracterización del bagazo de la caña de azúcar, podremos saber con qué material estamos trabajando y qué debemos adicionarle para lograr transformarlo en un plato biodegradable. Esta materia prima, debe pasar por un proceso previo para poder obtener finalmente una fibra natural, ya con ésta y la ayuda de aglutinantes, podremos darle la consistencia adecuada al plato.

Se realizará pruebas de ensayo a la par con el diseño y la construcción del equipo de modo que, al finalizar con nuestro proyecto, se obtengan los resultados esperados y cumpla con las especificaciones requeridas

1.4 Localización del proyecto

El proyecto será implementado en la Provincia de Chimborazo en la ciudad de Riobamba en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la Facultad de Ciencias en el Laboratorio de Procesos Industriales perteneciente a la Escuela de Ingeniería Química.

Tabla 1-1: Localización del proyecto

Límites ESPOCH	La ciudad de Riobamba donde se encuentra ubicada al norte de la provincia de Chimborazo ocupa parte de la hoya del río Chambo y de las vertientes internas de las cordilleras Oriental y Occidental de Los Andes, lugar donde está ubicada la llanura Tapi, sobre la cual se levanta la ciudad. El cantón Riobamba está limitado al Norte por los cantones Guano y Penipe; al Sur por los cantones Colta y Guamote; al Este por el cantón Chambo y la provincia de Morona Santiago; y, al Oeste por la provincias de Bolívar y Guayas.
Rango altitudinal	Está ubicada a 2.754 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar).
Clima	Temperatura Promedio 15°C
Localización coordenadas utm	17 M 758393.95 m E UTM 9817026.05 m S
Localización coordenadas geográficas	78°40'39.24" de longitud occidental y a 1°39'14.58" de latitud sur.

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2021



Figura 1-1: Localización del laboratorio de Procesos Industriales

Fuente: Adaptado de Google Earth, 2020.

1.5 Alcance del proyecto

El siguiente proyecto tiene como finalidad el diseño de un equipo de moldeo térmico con el fin de fabricar platos biodegradables a partir del bagazo de la caña en un corto tiempo siendo estos de alta calidad y un costo bajo para poder ser comercializados en el mercado y ayudando la preservación del medio ambiente.

1.6 Beneficiarios directos e indirectos

1.6.1 Beneficiarios directos

Los principales beneficiarios de este proyecto serán exclusivamente los alumnos y docentes de la carrera de Ingeniería Química, de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, ya que, gracias a la construcción del equipo de moldeo térmico, se podrá poner en práctica los conocimientos adquiridos en las cátedras a fines que forman parte de la carrera de Ingeniería Química.

1.6.2 Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos serán todos los estudiantes, docentes, tesis, grupos de investigación de las diferentes carreras de la Facultad de Ciencias debido a que el equipo de moldeo térmico está diseñado y construido para fines práctico – investigativos y es de fácil manejo.

1.7 Objetivo

1.7.1 General

Realizar el diseño y la construcción de un equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables a partir del bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

1.7.2 Específicos

- Caracterizar el bagazo de la caña de azúcar mediante la norma NTE INEN 2643.
- Realizar pruebas a nivel de laboratorio para la elaboración de platos biodegradables a fin de identificar las variables de diseño tanto del proceso como del equipo.
- Efectuar los cálculos de ingeniería para el adecuado dimensionamiento del equipo.
- Validar el diseño y construcción del equipo mediante prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

En los últimos años la gestión de residuos sólidos ha sido de suma importancia a los problemas ambientales a resolver en las principales ciudades del mundo.

El presente proyecto de titulación hace referencia a la contaminación de los plásticos que generalmente son materiales sintéticos derivados del petróleo, aunque se pueden obtener también por sustancias naturales. Con el uso cada vez mayor de estos materiales, a medida que los plásticos se incorporan a la vida diaria, comenzó a acumularse en el ambiente ya que su degradación es lenta y tarda unos 500 años en descomponerse. (Segura, 2007 pág. 43).

El Instituto Nacional de Estadística y Censos informa que cada habitante del Ecuador produce en promedio alrededor de 0,58 kilogramos de residuos sólidos, en el área urbana. Es por esto por lo que se insiste en la necesidad de optar por ejemplo por utensilios desechables elaborados a base de fibras vegetales como el bagazo de caña, cáscara de plátano o salvado de trigo que son 100% biodegradables y pueden integrarse fácilmente al medio ambiente e incluso convertirse en fertilizantes (Guevara, 2019)

La caña de azúcar se introdujo en el país durante el período colonial y aún existente. Se ha ido mejorando desde entonces, se dice que esta azucarera fue originalmente producida en India y es fácil de adaptarse al clima cálido con suficiente humedad. La industria agrícola es una de las más importantes de la agricultura del Ecuador. La vitalidad económica de las regiones tropicales y cálidas del país es la producción de azúcar, objetos a base de madera, etanol e incluso energía, los residuos generados en la agroindustria son rica en fibra, puede aportar la celulosa que necesita este sector. (Castillo y Mendoza, 2009)

- Quishpillo y Moreta realizaron un “Diseño y construcción de una máquina prototipo para fabricación de platos biodegradables a partir de biomasa” a partir de biomasa agrícola (yagua de palma, corteza de la caña guadua, material compuesto y hoja de plátano), la máquina consta de un sistema de encendido semiautomático y un sistema de calentamiento de las matrices, mediante el software SolidWorks se modeló y dimensionó los componentes. La fase de construcción de la máquina, la estructura fue armada con el material acero A36, luego se seleccionó el cilindro neumático y finalmente la instalación del panel de control. Los

resultados obtenidos fueron satisfactorios tanto en el diseño y construcción de la máquina, así como también en el conformado de los platos. (Quishpillo Amaguaya, y otros, 2020 pág. 2)

- Gudiel realizó un “Diseño de planta de producción para la obtención de platos biodegradables a base de estopa de coco en la provincia de Piura” en su estudio se realizaron pruebas experimentales para la obtención del prototipo final y se hizo un análisis de los resultados, se analizó la rentabilidad del negocio se realizó una evaluación económica y financiera utilizando los indicadores VAN y TIR. Para la elaboración del plato biodegradable se utilizó aglutinante de arroz y polvo de arroz el cual fue obtenido de un proceso de molienda de arroz (durante el proceso de mezclado y amasado la masa sea fácil de moldear), con una viscosidad correcta y que se pueda lograr con facilidad el proceso de mezclado y amasado. El tiempo de cocción fue monitoreado para el proceso de secado de los platos (es muy importante ya que si estos tienen un contenido alto de humedad se podría dar la aparición de moho y su vida útil). (Gudiel, y otros, 2018)
- Empaque Verde Ecuador es una empresa social que tiene como objetivo generar un impacto positivo, aumentar la conciencia ambiental y el consumo responsable mediante una elección responsable entre los envases desechables para servir y / o enviar alimentos elaborados con fibra natural 100% biodegradable y compostables que puede devolver la vida a la tierra y proteger la salud. (Empaqueverde, 2019)
- Los LeafPacks es una empresa la cual fabrican platos hechas de fibras naturales, recolectadas y procesadas de acuerdo con normas a través de manos de las comunidades campesinas para reducir el consumo en el planeta. Utilizando la aplicación de alimentos alternativos en la industria alimentaria Sanitario, seguro, hermoso, 100% biodegradable y compostables. (Leafpacks, 2019)

2.2 Metodología

El método propuesto incluye tres etapas: investigación preliminar, diseño planteado a partir de las especificaciones (diseño conceptual), diseño detallado- simulación. En cada etapa, las actividades se llevan a cabo de acuerdo con el proceso de diseño mecánico y de manera secuencial como también se establecieron métodos para ejecución.

En la fase de investigación preliminar, se revisó la bibliografía, cubriendo el proceso de diseño y las características de las máquinas que se utilizan actualmente para fabricar material biodegradables para ser de manera más rápida la obtención de las materias primas a procesar y las operaciones llevadas a cabo.

(Bonifaz; C & Pallasco; M, 2017, pág. 21) plantea que el diseño conceptual es fundamental para utilizar diferentes métodos y así pasar a la siguiente etapa. Determinar métodos como la lista de requisitos, el despliegue de funciones de calidad y los requisitos técnicos, estos métodos deben tener los estándares de productos similares en el mercado. Con base en esta información, realizar análisis funcionales y morfológicos para desarrollar estas funciones.

En la tercera etapa mediante el software Keyshot se procedió a la simulación del equipo (se escogió el mismo con el fin de obtener imágenes fotográficas a partir de modelos 3D y para eliminar la complejidad de las representaciones de las imágenes realistas), para preparar un análisis y realizar la ingeniería inversa de los productos se utilizó ANSYS WORKBENCH cada elemento se dimensionó y se verificó el factor de seguridad, la deformación y el esfuerzo máximos, continuamente se obtuvo los planos del equipo con sus cálculos respectivos. Como tercera etapa se procedió a la construcción del equipo mediante procesos de manufactura, mecanizado, cortado, ensamblaje, pruebas. Para el molde se optó por diseñar uno que se acople a solucionar la problemática de la contaminación. Se realizaron pruebas preliminares para las correcciones y el ensamblaje necesario que garanticen la funcionalidad y resistencia mecánica de los elementos de la máquina, finalmente se realizaron pruebas finales, con concentraciones adecuadas para la calidad del plato biodegradable.

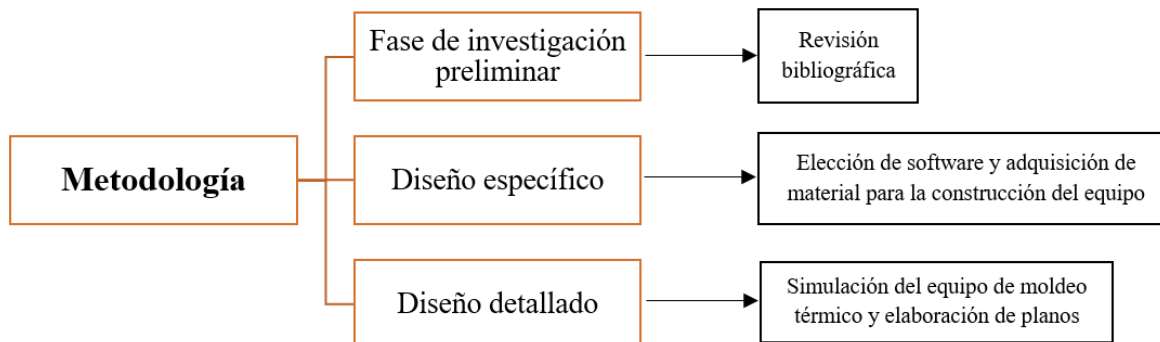


Figura 1-2: Etapas de la metodología del proyecto

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2021

El objetivo principal de las pruebas realizadas al equipo de moldeo es comprobar la eficiencia del diseño realizado y determinar los errores de funcionamiento del equipo para subsiguientes correcciones. Para evaluar la efectividad del funcionamiento del equipo se realizaron pruebas preliminares, la cual se tomó como variables la temperatura óptima, el tiempo de prensado y la efectividad del conformado de los moldes, es decir, la buena compactación en la masa, acabado del plato y también observar el posible daño que se genera en los filos a la masa por influencia de la presión o la temperatura.

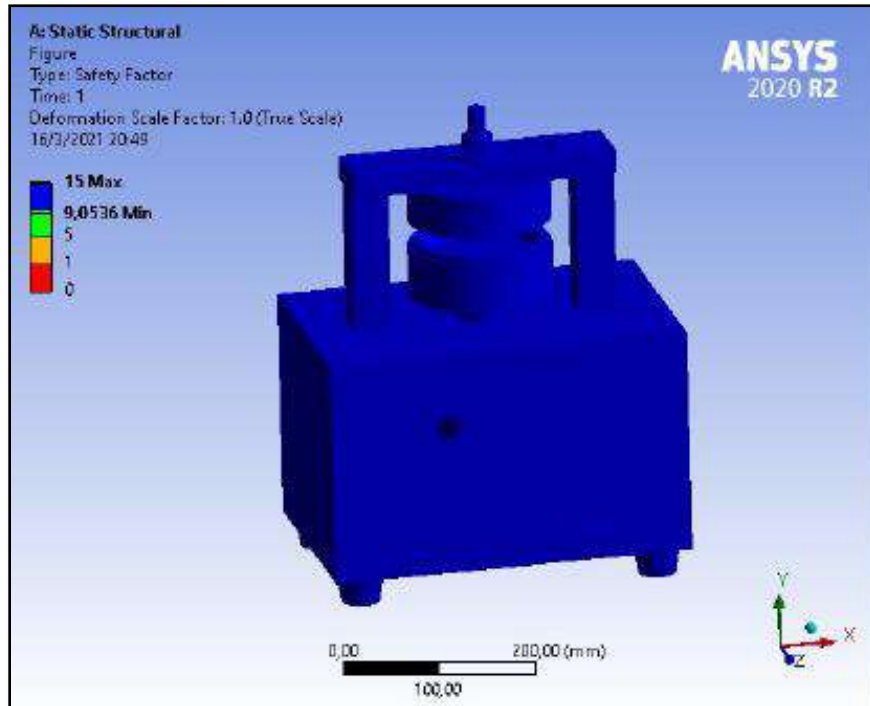


Figura 2-2: Prototipo del equipo

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2021

2.2.1 Factor de seguridad

El coeficiente de seguridad, también conocido como factor de seguridad, es el cociente resultante entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real al que se verá sometido. Por este motivo, se trata de un número mayor que uno, que indica la capacidad de exceso que tiene el sistema sobre sus requerimientos. Es un índice de la seguridad que cabe esperar de un determinado diseño desde un punto de vista referido a su resistencia mecánica. La forma más usual de definir el coeficiente de seguridad de un diseño mecánico es una las siguientes:

- Como cociente entre la resistencia del material y la tensión realmente existente.
- Como cociente entre la fuerza última o máxima para un funcionamiento correcto y la fuerza realmente existente. . (INFAIMON, 2018)

2.2.2 Deformación y esfuerzo máximo

En algunos materiales como los metales, la (deformación) es directamente proporcional al esfuerzo. Sin embargo, si la fuerza es mayor a un determinado valor, el cuerpo queda deformado permanentemente. Cuando una fuerza se aplica a un cuerpo le produce una deformación. El esfuerzo origina la deformación elástica.

- **ESFUERZO:** Es la razón de una fuerza aplicada entre el área sobre la que actúa.

- **DEFORMACION:** Es el cambio relativo en las dimensiones o en la forma de un cuerpo como resultado de la aplicación de un esfuerzo. (Pérez, 2011)

2.3 Marco Teórico

2.3.1 Bagazo de la caña de azúcar

El Bagazo de caña se produce como consecuencia de la fabricación de azúcar y constituye un subproducto de esta producción. Es un combustible natural para producir vapor en las fábricas azucareras



Figura 3-2: Bagazo de caña de azúcar

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2021

Tabla 1-2: Taxonomía de la caña de azúcar

Nombre científico:	Saccharum Officinarum L.
Nombre común:	Caña de azúcar
Reino:	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase:	Liliatac
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae (Gramíneas)
Genero:	Saccharum
Especie:	Saccharum officinarum

Fuente: InfoAgro, 2016

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2020

Es un material fibroso, heterogéneo en cuanto a su composición granulométrica y estructural, que presenta relativamente baja densidad y un alto contenido de humedad, en las condiciones en que se obtiene del proceso de molienda de la caña (9 pág. 148). Representa el 28% en peso de la caña que se procesa, está constituido por cuatro fracciones: fibra (45 %), sólidos insolubles (2-3 %), sólidos solubles (2-3 %) y agua (50 %), representa el coproducto de superior tonelaje y volumen de la producción industrial del azúcar de caña. (Almazán, 2016)

Tabla 2-2: Composición de la caña de azúcar

Componente	Porcentaje
Agua	73 - 76 %
Sacarosa	8 - 15 %
Fibra	11 - 16 %

Fuente: AgroTendencia, 2018

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2020

Tabla 3-2: Otros componentes de la caña de azúcar

Componente	Porcentaje
Glucosa	0,2 - 0,6 %
Fructosa	0,2 - 0,6 %
Sales	0,3 - 0,8 %
Ácidos orgánicos	0,1 - 0,8 %

Fuente: AgroTendencia, 2018

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2020

El bagazo consta de dos partes fundamentales:

- La fibra: Fibras relativamente largas, derivadas principalmente de la corteza y otros haces de fibra del interior del tallo.
- El meollo: Se deriva del parénquima, parte de la planta donde se almacena el jugo que contiene el azúcar. (9 pág. 148)

De la caña de azúcar no se desperdicia nada, ya que sus hojas y bagazo son utilizadas para elaborar alimento para animales como ganado y porcino. De la combustión del bagazo se genera energía eléctrica, a partir de las mieles y azúcares se fabrican confites, dulces y bebidas. Mediante un proceso de destilación de las mieles se fábrica etanol, combustible vehicular, considerado como la gran

alternativa en la absorción de CO₂, cooperando así con el cuidado del medio ambiente. Es importante recalcar que en los cultivos de caña se hace control biológico, logrando que el uso de insecticidas sea mínimo o ya no se utilice. (Procaña, 2018)

Desde el punto de vista químico el bagazo de la caña de azúcar está compuesto, aproximadamente de 41-44% de celulosa, 25-27% de hemicelulosas, 20-22% de lignina y 8-10% de otros componentes, entre estos las cenizas.

2.2.3.1 Producción de caña de azúcar en el Ecuador

Según la Corporación Financiera Nacional (2017), menciona que el cultivo de la caña de azúcar en nuestro país se centra en Guayas y Azuay, es así en el año 2016 se han registrado 36 empresas que proveían empleo a 453 personas, lo cual abarca las empresas grandes, medianas y pequeñas; y las compañías que se dedican al procesamiento de la caña para la obtención de azúcar se encuentran de igual forma en la provincia del Guayas, en 2016 se han registrado 8 empresas, facilitando así fuentes de trabajo a 7368 personas, pues para ello se ha considerado las grandes, medianas, pequeñas y microempresas.

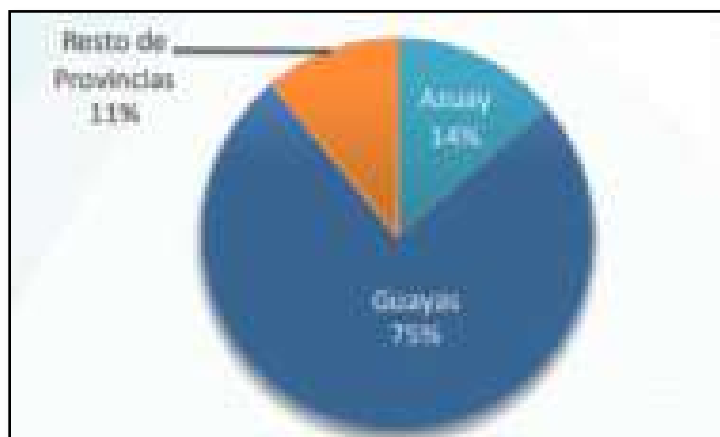


Gráfico 1-2: Producción de la caña de azúcar en Ecuador

Fuente: Corporación Financiera Nacional, 2017

2.2.3.2 Material compuesto utilizado para la elaboración de platos biodegradables

Para la elaboración de los platos se utilizó concentraciones necesarias de: bagazo de caña de azúcar, semita de trigo, almidón de yuca, glicerina y agua, con el fin de obtener una masa compacta, permitiendo la obtención de los platos biodegradables.

- ✓ Celulosa

La celulosa es el compuesto orgánico natural más abundante. La madera contiene del 40 al 60% de celulosa y la paja un 30%. Más del 90% de la producción de celulosa se obtiene de la madera y el 10% restante de otras plantas.

La celulosa es el integrante esencial de la pared de las células vegetales en plantas, madera y fibras naturales, y se encuentra combinada, generalmente, con sustancias como la lignina, hemicelulosas (carbohidratos más cortos principalmente pentosanos), pectinas y ácidos grasos. (Sanz, 2015 pág. 32)

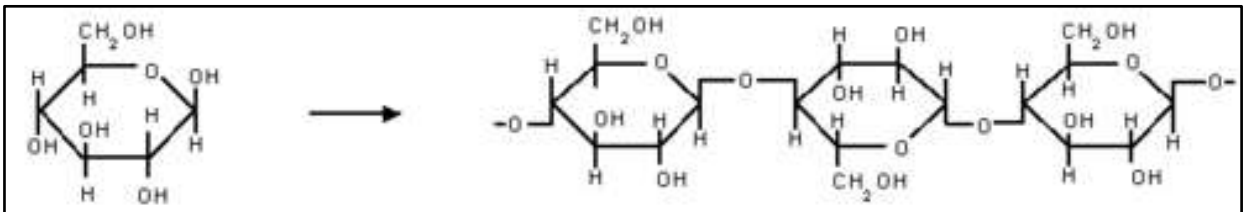


Figura 4-2: Estructura de la celulosa

Fuente: EcuRed, 2016 pág. 228

g

✓ Hemicelulosa

La hemicelulosa se puede definir como polisacáridos estructurales no celulósicos de peso molecular relativamente bajo que se encuentran en las paredes celulares vegetales junto con la lignina y la celulosa. Las pectinas normalmente se descartan de este grupo, probablemente por la facilidad con la que se eliminan durante la deslignificación y por la baja proporción en la que se encuentran en las plantas leñosas. (Manzanares, 1994)

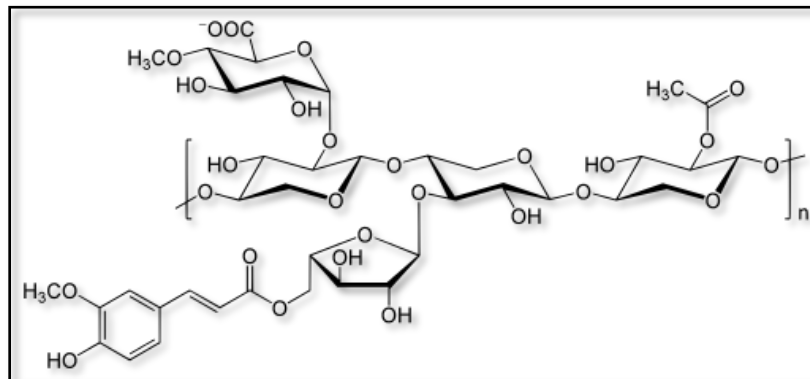


Figura 5-2: Estructura de la hemicelulosa

Fuente: Ebringerová, 2005 pág. 65

✓ Lignina

La lignina es el tercer componente en relevancia cuantitativa del bagazo de la caña de azúcar y representa un conjunto de polímeros amorfos, reticulados, de alto peso molecular, de naturaleza eminentemente fenólica y cuya unidad estructural puede ser considerada el fenil propano (3, 23, 24, 25).

Está constituida por una mezcla de aldehídos aromáticos: p-hidroxi benzoico, vainillina y aldehídos siríngicos. Estos últimos se encuentran en mayor proporción. (Almazán, 2016)

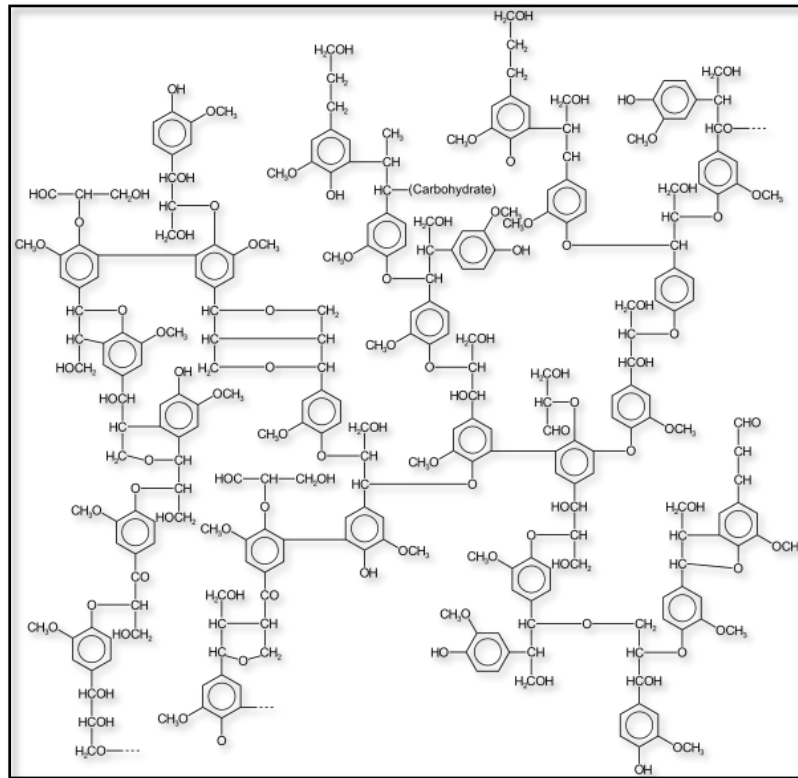


Figura 6-2: Estructura de la lignina

Fuente: Gelambi, 2020

2.3.2 Biopolímeros

Los biopolímeros tienen propiedades fisicoquímicas y termoplásticas iguales a las de los polímeros fabricados a partir de petróleo, la diferencia es que una vez desechados, se biodegradan. De aquí se originan las grandes ventajas de reemplazar el uso de petróleo y de sustituir los polímeros actuales por polímeros biodegradables, lo que disminuiría notablemente la contaminación del ambiente. Por sus altas tasas de biodegradabilidad y sus excelentes propiedades fisico-mecánicas los PHA y los PLA han resultado ser los de más amplia aplicación en la actualidad. (Agrowaste, 2013)

✓ Almidón

El almidón es un polímero cuya estructura molecular se basa en la unión de moléculas de glucosa que están unidas entre ella mediante enlaces α -D-(1-4) y/o α -D-(1-6), que forman sus dos macromoléculas principales: la amilosa, que es un polímero lineal con grado de polimerización de 100 a 1000 unidades

de glucosa y la amilopectina, que es un polímero ramificado con grado de polimerización de 40.000 unidades de glucosa. (FAO,2007 pág. 63-64)

La gelatinización del almidón es quizás la transición más significativa del almidón. Es una transición de orden-desorden que soportan los polímeros de almidón sometidos a procesos de calentamiento, lo cual tiene gran impacto en el procesamiento, calidad y estabilidad de los productos basados en el almidón. Durante la gelatinización suceden cambios irreversibles que desencadena el hinchamiento y disrupción del gránulo con una consecuente pérdida de cristalinidad. Los cambios que ocurren en la transición están influenciados por factores intrínsecos como: tipo de almidón, tamaño de los gránulos, etc., y por factores extrínsecos, como la velocidad de calentamiento, el contenido de humedad, el daño mecánico de los gránulos, la historia térmica de la muestra y las condiciones de extracción del almidón, entre otras. Para la transición se requiere un porcentaje de agua mayor al 30 % y una temperatura entre 60 y 75 °C, valor que depende de la fuente de origen del almidón. Durante el proceso, las moléculas de almidón vibran rompiendo los puentes de hidrógeno intermoleculares de las zonas amorfas de los gránulos, lo que desencadena el hinchamiento por una absorción progresiva e irreversible de agua que finalmente se liga a la estructura. (FAO,2007 pág. 63-64)

2.3.2.1 Semita de trigo

Es un subproducto del proceso de molienda del grano de trigo que se proviene de la moltura del ultimo cilindro liso del molino, luego de retirada la harina aprovechable. Contiene harina y fibra alimentaria, que le aporta gran valor nutricional. (SA, 2018)

2.3.2.2 Glicerina

Es una sustancia viscosa, incolora, de sabor dulce y de olor característico, compuesta principalmente por alcohol el cual dispone de tres grupos hidroxilos (OH) y cuya fórmula molecular es $C_3H_8O_3$. Esta sustancia no es tóxica, presenta solubilidad en agua y además se deshace en hervor. De igual manera que el agua destilada el glicerol también es considerado como un plastificador, el cual proporciona suavidad y humectación al almidón. Este compuesto es de gran importancia para la retrogradación de artículos termoplastificados, asimismo su comportamiento como lubricante suministra la movilidad necesaria para las cadenas poliméricas correspondientes al almidón. (Méndez, 2010 pág. 10)

2.3.3 Materiales biodegradables

Los materiales biodegradables son aquellos capaces de ser degradados medioambientalmente. Representan una nueva generación de materiales capaces de minimizar significativamente el impacto ambiental en términos de consumo de energía y generación de residuos después de su utilización. En principio, deben comportarse como los materiales plásticos tradicionales procedentes de fuentes fósiles (petróleo), aunque todavía presentan algunas limitaciones. (Castrillón, 2017)

Los plásticos biodegradables se clasifican en función de su mecanismo de degradación:

- **Biodegradable:** Los materiales biodegradables son degradados por acción enzimática dando lugar a moléculas más simples que se encuentran en el medioambiente, principalmente dióxido de carbono y agua. Las velocidades de biodegradabilidad dependen enormemente del espesor y geometría de los artículos fabricados. Las velocidades altas de degradación se dan para films de bajo espesor, mientras que los artículos más gruesos: platos, bandejas, etc. pueden necesitar tiempos elevados para degradarse biológicamente. (PLASTIVIDA, 2009)
- **Compostables:** Los plásticos biodegradables compostables son los que pueden ser biodegradados y desintegrados en un sistema de compost durante un proceso de compostaje (típicamente alrededor de 12 semanas a temperaturas superiores a 50 °C). Son aquellos polímeros degradados por un proceso de dos fases, que supone una fase inicial de hidrólisis o fotodegradación, respectivamente, seguida por una segunda fase que involucra una biodegradación. (Castrillón, 2017.p. 40)
- **Bioaerodegradable:** Se trata de aquellos polímeros capaces de ser degradados sin necesidad de la acción de microorganismos, por lo menos inicialmente. Este proceso se conoce también como desintegración abiótica e incluye procesos parciales tales como disolución en agua y envejecimiento por luz o calor. (Castrillón, 2017)

Según la norma EN 13432, un material para ser definido “compostables” debe poseer las características siguientes:

- degradarse como mínimo del 90% en 6 meses, si es sometido a un ambiente rico de dióxido de carbono. Estos valores deben probarse con el método estándar EN 14046 (que también recibe el nombre de ISO 14855);
- en contacto con materiales orgánicos, al cabo de 3 meses la masa del material debe estar constituida como mínimo por el 90% de fragmentos de dimensiones inferiores a 2 mm. Estos valores deben probarse con el método estándar EN 14045; el material no debe tener efectos negativos sobre

el proceso de compostaje; baja concentración de metales pesados incorporados en el material;
(Ecozema, 2018)

2.2.4 Prensa

Las Prensas son máquinas herramientas cuya particularidad es la entrega de grandes cantidades de energía (Fuerza x recorrido) de forma controlada. Una prensa debe estar equipada con matrices y punzones diseñados para ciertas operaciones específicas. La mayoría de las operaciones de formado, Doblado, Punzonado, Embutido y Cizallado, se pueden ejecutar en cualquier prensa normal si se usan matrices y punzones adecuados. Las prensas tienen capacidad para la producción rápida, puesto que el tiempo de operación es solamente el que necesita para una carrera del ariete, más el tiempo necesario para alimentar el material. Por lo tanto, se pueden conservar bajos costos de producción.
(Bavaresco, 2016)

2.2.4.1 Sistema hidráulico

Una prensa hidráulica es un mecanismo que está formado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores. Los pistones son hidráulicos. Estos hacen funcionar conjuntamente a las prensas hidráulicas por medio de motores (Pérez, 2016)

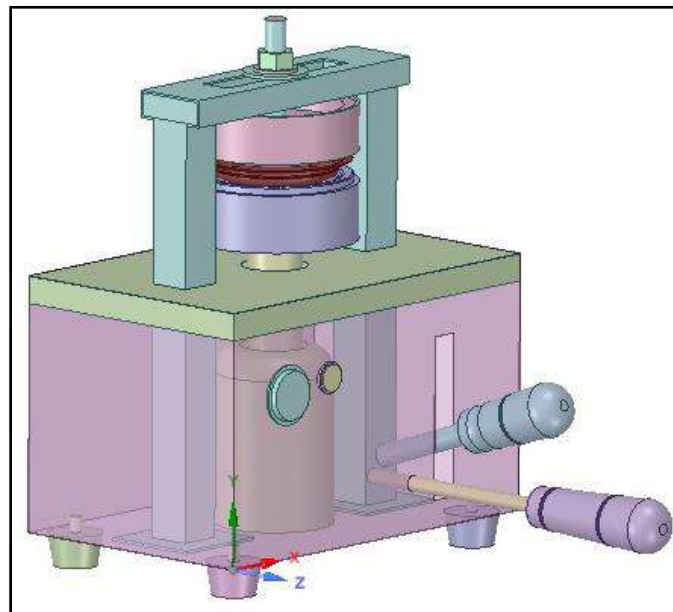


Figura 7-2: Sistema hidráulico manual-modelo equipo

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2020

2.2.4.2 Ventajas de una prensa hidráulica

Tabla 3-2: Ventajas de una prensa hidráulica

Principales ventajas de la prensa hidráulica	
La fuerza total por toda la carrera	Es posible mantener el total de la fuerza por lo largo de la carrera, no solamente al fondo o el final de la carrera como en las prensas mecánicas. (Pérez, 2016)
Más capacidad a menos costo	Se sabe que es más fácil y menos caro comprar ciertas clases de capacidad en las prensas hidráulicas. Aparte, es fácil aumentar esta medida. (Pérez, 2016)
Menos costo de compra	Por su potencia de fuerza no hay ninguna máquina que de la misma fuerza por el mismo precio
Menos costo de mantenimiento	Las prensas hidráulicas son bastantes sencillas en su diseño, con pocas partes en movimiento y están siempre lubricadas con un fluido de aceite bajo presión.
Fuerza	Una prensa hidráulica puede hacer trabajos en ancho rango según su fuerza. Entre ellos son: el embutido profundo, reducción, formado de polímetros, el formado, el estampado, troquelado, el punzonado, el prensado, el ensamble ajustado, el enderezo(Pérez, 2016)
Menor gasto en herramientas	Se puede fabricar las herramientas según las tolerancias de un trabajo especificado, luego ajustar la fuerza de la prensa hidráulica según ésta misma. (Pérez, 2016)

Realizado por: Arguello, A. y Torres, K. 2020

2.2.4.2 Normas consideradas para la construcción de platos biodegradables

Por lo general, se utilizó moldes de conformado accionados de un prensado mecánico, con un calentamiento por resistencias. El bagazo de caña de azúcar debe ser secado por 24 horas a 50°C y posteriormente pasar por un proceso de molienda antes de que pueda formarse en el molde.

- “La reglamentación técnica comprende la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos necesarios para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del consumidor contra prácticas engañosas” ha formulado el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 195 “GATOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS” (RTE-INEN 196, 2014 págs. 1-6)
- Los materiales utilizados para la construcción del equipo fueron diseñados a partir de la norma ecuatoriana RTE INEN 131 Seguridad e higiene de maquinaria para procesamiento de alimentos.

2.2.4.2 Herramientas y equipos utilizados para el ensamblaje del equipo de Moldeo Térmico

- Torno: es una máquina, utilizada principalmente para dar forma a piezas de metal haciendo que la pieza de trabajo sea sostenida y girada por el torno mientras se avanza una punta de punzón en la pieza de trabajo que causa la acción de corte. (Escobar, 2018)
- Fresadora: es un proceso de mecanizado en el que se arrancan virutas mediante una herramienta de forma circular con múltiples filos llamada fresa El movimiento principal de corte es circular y lo realiza la fresa al girar sobre su propio eje. Los movimientos de avance, profundidad y aproximación, en principio, los realiza la pieza que se mecaniza. (Coruña, 2017 pág. 3)
- Soldadura TIG: La soldadura de gas inerte de tungsteno (soldadura TIG) es un proceso de soldadura con protección de gas y es uno de los procesos de soldadura por fusión. Se usa siempre que se requiere una calidad óptima y cordones de soldadura libres de salpicadura. La soldadura TIG es adecuada, entre otras cosas, para aleaciones de acero inoxidable, aluminio y níquel, así como para hojas de metal delgadas hechas de aluminio y acero inoxidable. Se usa en la construcción de tuberías y contenedores, en la construcción de portales y en aplicaciones aeroespaciales. (Fronius, 2014)
- Taladro: es una herramienta eléctrica cuyo uso principal, en sus inicios, es realizar perforaciones en cualquier tipo de material. Con los avances de las nuevas tecnologías, el taladro se ha convertido en una herramienta que, acoplando una serie de elementos, permite lijar, atornillar o afilar. (CADENA, 2016)
- Dobladora: Las dobladoras son una herramienta ideal para hacer pliegues a las láminas de acero. La dobladora está construida en sólida placa de acero resistente al trabajo pesado, el cuerpo superior se puede ajustar para diferentes tipos de doblez y calibres de lámina. Además, estas máquinas son de fácil operación y requieren muy poco mantenimiento. (EcuRed, 2016 pág. 227)

- **Rectificador:** El rectificador o circuito rectificador que permite transformar corriente alterna monofásica (cuando están alimentados por una fase de la red eléctrica) o polifásica o trifásicos (cuando se alimentan por tres fases) en corriente continua. (EcuRed, 2016 pág. 235)
- **Cautín:** es una herramienta eléctrica muy sencilla que posee un conjunto de elementos que al estar correctamente conectados van a generar en una barra de metal el calor suficiente para poder derretir los distintos metales como el estaño y el oro, utilizados para las soldaduras de los circuitos eléctricos y electrónicos. (EcuRed, 2016 pág. 345)

Tabla 4-2: Herramientas utilizados en la construcción de equipo del moldeo térmico

Material o herramienta	Uso
Torno:	Para el mecanizado de moldes
Fresadora	Para las perforaciones, canales
Soldadora	En las uniones permanentes del equipo por medio de soldadura TIG
Taladro de mano	Para las perforaciones al ensamblar
Dobladora	En la elaboración de forro
Rectificador	Para afinar medidas
Cautín	Para el proceso de soldadura de partes eléctricas
Desarmadores	Para el armado del equipo
Alicates	Para el armado de partes eléctricas

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

2.2.4.3 Materiales usados para el diseño de la máquina

Tabla 5-2: Materiales usados en la fabricación del equipo de moldeo térmico

No.	Cantidad	Materiales	Función u importancia
1	2	Moldes de acero INOX AISI 304	Debido a su buena resistencia a la corrosión y contiene buenas propiedades térmicas
2	1	Gato hidráulico de 5 toneladas	Permite el movimiento ascendente del molde y permite la presión sobre la masa que se esté ejerciendo.
3	2	Resistencias eléctricas	Aporta calor al sistema

4	1	Controlador o termostato	Me permite variar la temperatura y generar un sistema de control
5	1	Luz piloto	Me indica que el equipo está energizado
6		Plancha de acero A36	Forma parte del batidor del equipo
7	1	Puente de acero INOX 304	Es el soporte del molde superior
8	4	Patas de nylon	Sirve como apoyo para el equipo
9	2	Perillas de control	
10		Forro de acero INOX 403	Permite la protección de los componentes internos del equipo
11	1	Cable de 3 hilos concéntrico calibre 10	Permite energizar el sistema
12	1	Cable siliconado calibre 10	Resistente a altas temperaturas
	1	Enchufe 50 voltios	Permite conectar al equipo a una toma de energía

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

2.2.4.4 Aceros inoxidables

Los aceros inoxidables se caracterizan por su resistencia a la corrosión, su alta resistencia y ductilidad, así como por su elevado contenido de cromo. Se les llama inoxidables porque, en presencia de oxígeno, desarrollan una película de óxido de cromo que protege al metal de la corrosión. Esta película protectora se vuelve a acumular en caso de que se raye la superficie. Para que este hecho se produzca, el contenido mínimo de cromo debe ser de un 10% a un 12% en peso . (Schmid, 2008)

2.2.4.5 Acero inoxidable tipo M 304

El acero inoxidable tipo 304 es el más utilizado de los aceros inoxidables austeníticos (cromo/níquel). En la condición de recocido, es básicamente no magnético y se vuelve magnético después del trabajo en frío. El acero inoxidable 304L es el material de elección para aplicaciones de soldadura para evitar la generación de carburo de cromo en la zona afectada por el calor durante el proceso de enfriamiento. Estas aleaciones representan una excelente combinación de resistencia a la corrosión y facilidad de fabricación. Se utiliza en equipos y tuberías químicos, componentes de intercambiadores de calor, equipos y aparatos de procesamiento de alimentos y productos lácteos, contenedores y componentes criogénicos, y aplicaciones arquitectónicas y estructurales expuestas a entornos no marinos. (NKS, 2019)

Su popularidad ha hecho que no haya otro grado de acero inoxidable que se oferte en tantas formas y acabados. Las propiedades del acero inoxidable 304 ofrecen características materiales únicas a un precio competitivo, convirtiéndolo en la primera opción en muchas aplicaciones. (Migueláñez , 2015 págs. 14-16)

Propiedades químicas del AISI 304	
	$C \leq 0.08\%$
	$Si \leq 1.00\%$
	$Mn \leq 2.00\%$
	$Cr 18\% - 20\%$
	$Ni 8\% - 10,5\%$

Figura 8-2: Propiedades químicas del AISI 304

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Las propiedades físicas que presentan ambos aceros son muy similares. Por ello, en la tabla 3-2 donde se detalla un valor para cada propiedad, permitido para ambos.

Tabla 6-2: Propiedades físicas del acero 304/ 304L

Densidad (kg/m³)	7,9
Módulo de elasticidad (GPa)	193
Resistencia de tracción (MPa)	585
Limite elástico (MPa)	240
Calor específico (J/Kg*K)	500
Conductividad térmica (W/m*k)	16,2
Coefficiente de dilatación térmica (K⁻¹)	$17,2 \cdot 10^{-6}$
Temperatura de fusión (°C)	1400-1450

Fuente: Migueláñez, 2015 págs. 14-16

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

La elevada resistencia a la corrosión y su resistencia mecánica son las principales propiedades que posee el acero 304/304L, como ya se dijo anteriormente. La capa protectora que se forma gracias al cromo le aporta un comportamiento químicamente inerte ante algunas sustancias. Todas estas características posibilitan que este metal sea utilizable de forma doméstica en el hogar, así como en los hospitales e incluso en el arte, entre otras aplicaciones. (Migueláñez , 2015 págs. 14-16)

CAPÍTULO III

3 ESTUDIO TÉCNICO

3.1 Ingeniería del Proyecto

Este proyecto tiene como finalidad el diseño y la construcción de un equipo de moldeo térmico para elaborar un plato biodegradable a partir del bagazo de la caña de azúcar. Este capítulo discutirá el diseño conceptual de soluciones alternativas que la máquina puede tener antes de ser construida, y materialización, incluyendo planes de construcción y mantenimiento.

- Se iniciará con la recolección de la materia prima, misma que se obtendrá de vendedores de jugos de caña ubicada en el sector del redondel del libro.
- Seguido se realizará la caracterización del bagazo de la caña de azúcar para conocer su composición y propiedades. Con la información recogida previamente, se llevará a cabo un proceso de tratamiento a la materia prima con el que se logrará eliminar la lignina y así obtener la fibra que requerimos, a su vez se tendrá preparados ciertos aglutinantes, mismos que nos ayudarán a la compactación de la fibra del bagazo de la caña de azúcar.
- Una vez se haya identificado las variables de operación necesarias para el proceso, se analizará la alternativa de diseño más adecuada para ser implementada, es decir que en base a cálculos para especificar dimensiones y operaciones del equipo. Conjuntamente se realizará una serie de ensayos para poder obtener las proporciones correctas de la fibra y del aglutinante y así obtener el plato.
- La parte final del proyecto consiste en la validación del equipo de moldeo térmico, el cual se realizará en el laboratorio de procesos industriales con la colaboración del tutor del proyecto, técnico docente y estudiantes de la carrera, a través de ensayos y prácticas de laboratorio.

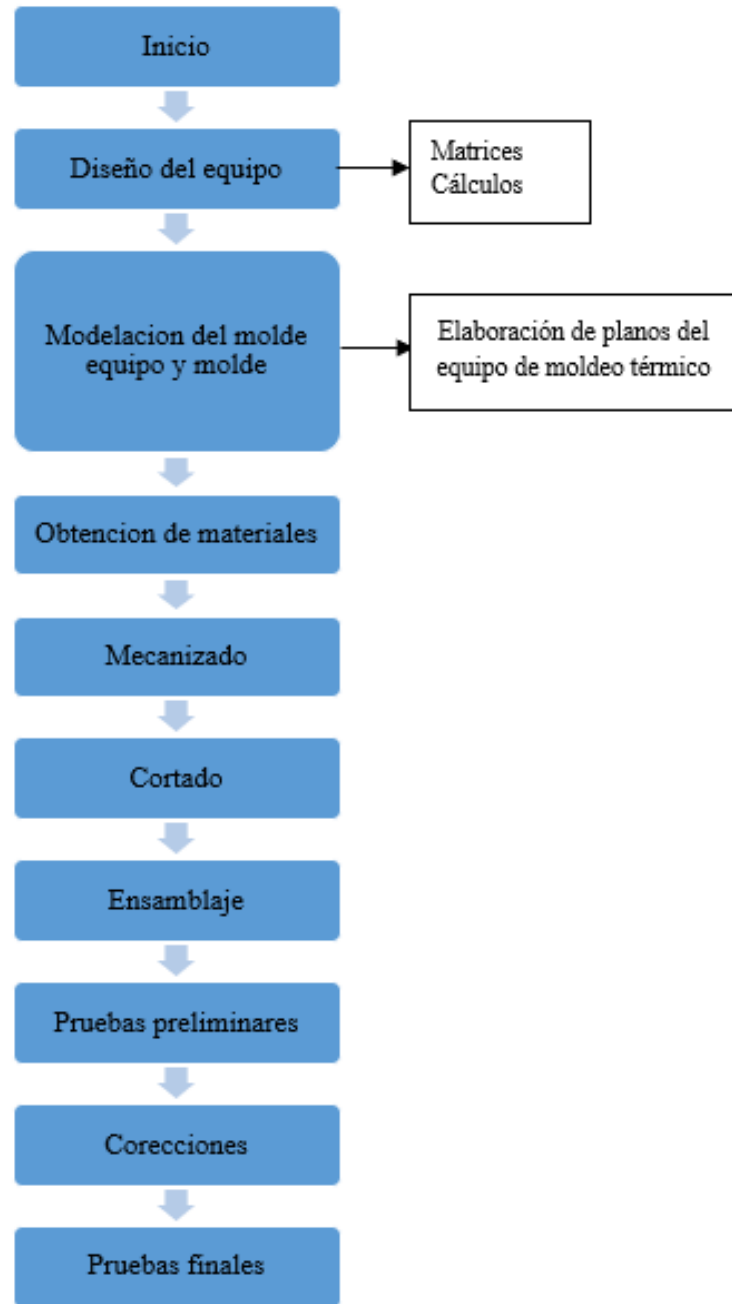


Figura 1-3: Diagrama de flujo general del equipo de moldeo térmico

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.2. Determinación de los requerimientos para el equipo de moldeo térmico

- Mediante el software KeyShot se realizó la simulación del equipo de moldeo térmico ya que es la mejor opción para crear imágenes visuales rápidas, precisas e impresionantes, con flujo de trabajo de conversión 3D en tiempo real.

- Mediante la plataforma ANSYS se pudo llevar a cabo los cálculos de ingeniería, así como la creación, desarrollo y simulación del equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables. Mediante Keyshot se logró que lo hecho en ANSYS pase a un plano más real con imágenes en 3D y una mejor resolución.

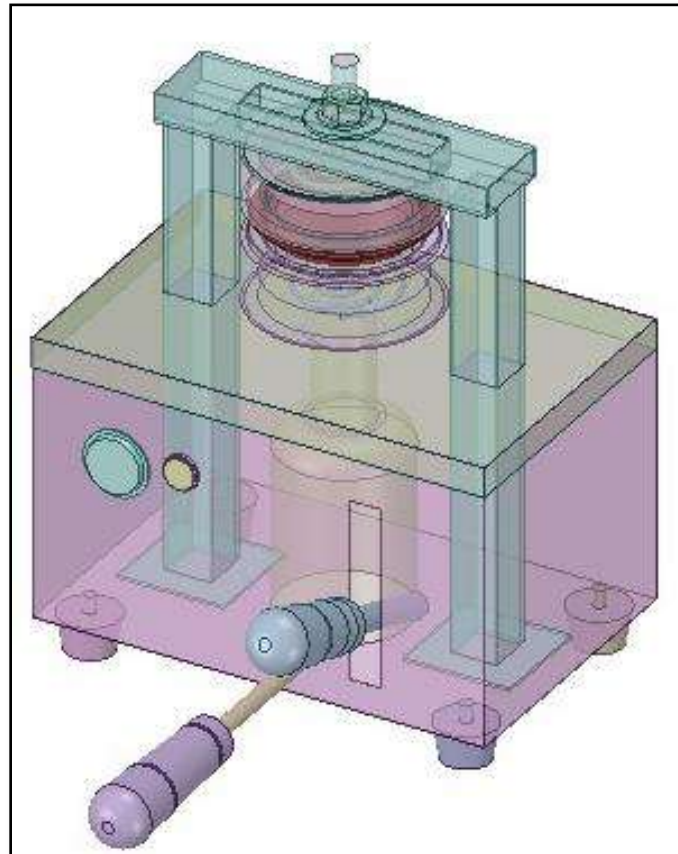


Figura 2-3: Diseño final del equipo de moldeo térmico

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.3. Técnicas

Tabla 1-3: Técnicas de ensayos realizadas al plato biodegradable

Ensayo	Procedimiento	Cálculo	Norma o autor
Permeabilidad	<p>Para determinar la permeabilidad, se coloca una cierta cantidad de agua en el plato biodegradable.</p> <p>Después de un cierto período de tiempo aproximadamente (3-5 minutos), se procede a medir el volumen restante del plato.</p>	$P = \frac{(V1 - V2)}{V1} * 100$ <p>Ecuación 1-3: Porcentaje de permeabilidad Donde: V1: volumen inicial V2: volumen final</p>	(QUISHPILLO AMAGUAYA, y otros, 2020 pág. 131)
Ensayo de resistencias de bandejas	<p>El equipo utilizado es medidor de fuerza universal, que posee una celda de carga sensible a la fuerza contraria que ejercerá un artículo al ser comprimido.</p> <p>La medición de la compresión de productos descartables corresponde a procedimientos que se realizan para obtener información sobre el comportamiento de materiales celulares bajo cargas compresivas, y su correlación, con las mezclas de resinas, las variables de extrusión en el procedimiento de espumado del poliestireno y las variables de termoformado.</p> <p>Se comparará la fuerza con un plato desechable de 6”</p>	Directo	NTE INEN - ISO 6383-1:2014
Biodegradabilidad	Los platos biodegradables fueron analizados (bajo la lluvia y el sol) hasta que su completa desaparición.	Cualitativo	Autor propio.

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.4 Cálculos

3.4.1 Diseño de Matrices



Figura 3-3: Molde inferior del equipo de moldeo térmico

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.4.1.1 Fuerza de embutido matriz inferior

$$F_e = \pi * D_p * t * T_s * \left(\frac{D_b}{D_p} - 0.7 \right)$$

Fuente: Groover, 2008 págs.452-459

Ecuación 2-3: Formula para la fuerza de embutido (matriz inferior)

donde:

F_e : Fuerza de embutido[N]

D_p : Diametro del Punzon[mm]

t : Espesor original[mm]

T_s : Resistencia a la tension[Mpa]

D_b : Diametro original de la matriz[mm]

$$F_e = \pi * 9.94mm * 5.95mm * 0.4156Mpa * \left(\frac{15.17mm}{9.94mm} - 0.7 \right)$$
$$F_e = \pi * 9.94mm * 5.95mm * 0.4156Mpa * (1.5261 - 0.7)$$

$$F_e = 63.69 \text{ N}$$

3.4.1.2 Fuerza de embutido parte superior



Figura 4-3: Molde superior del equipo de moldeo térmico

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

$$F_e = \pi * D_p * t * T_s * \left(\frac{D_b}{D_p} - 0.7 \right)$$

Fuente: Groover, 2008 págs.452-459

Ecuación 3-3: Formula para la fuerza de embutido (matriz superior)

donde:

F_e : Fuerza de embutido[N]

D_p : Diametro del Punzon[mm]

t : Espesor original[mm]

T_s : Resistencia a la tension[Mpa]

D_b : Diametro original de la matriz[mm]

$$F_e = \pi * 9.94mm * 5.07mm * 0.4156Mpa * \left(\frac{15.17mm}{9.94mm} - 0.7 \right)$$

$$F_e = \pi * 9.94mm * 5.07mm * 0.4156Mpa * (1.5261 - 0.7)$$

$$F_e = 54.36 \text{ N}$$

3.4.1.3 Fuerza de fricción:

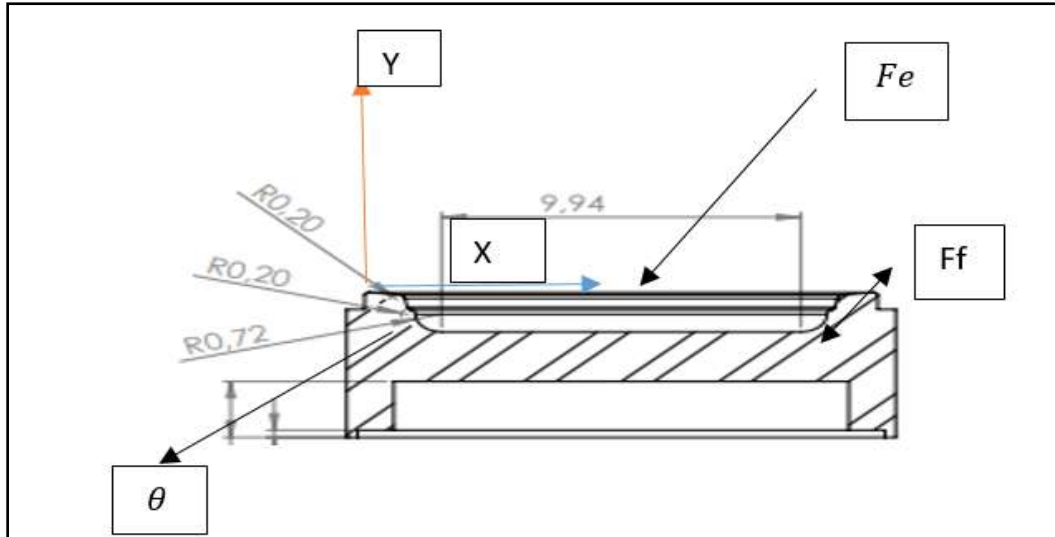


Figura 5-3: Sumatoria Fuerzas ejercidas

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

- Sumatoria de fuerzas en Y:

$$\begin{aligned} \sum Fy &= 2Ff * \sin\theta + 2Fcp * \sin(90 - \theta) - Fe = 0 \\ 2Ff * \sin\theta + 2Fcp * \sin(90 - \theta) - Fe &= 0 \\ 2Ff * \sin\theta + 2Fcp * \sin(90 - \theta) &= Fe \\ Ff &= \frac{Fe}{2\sin\theta + 2Fcp * 2 \sin(90 - \theta)} \end{aligned}$$

donde:

Ff : Fuerza de fricción[N]

Fcp : Fuerza de contacto de Punzón [N]

Fe : Fuerza de embutido[N]

θ =Angulo del plato[GRADOS]

$$Fcp = \frac{Ff}{\mu s}$$

donde:

μ_s : Coeficiente de fricción de trigo estático [Adimensional]

$$\sum F_y = 2F_f * \sin\theta + 2F_{cp} * \sin(90 - \theta) - F_e = 0$$

$$F_f = \frac{F_e}{2\sin\theta + \frac{2\sin(90 - \theta)}{\mu_s}}$$

$$F_f = \frac{63.69}{2\sin\theta + \frac{2\sin(90 - 20)}{0.50}}$$

$$F_f = 14.33N$$

3.4.2 Selección del gato Hidráulico

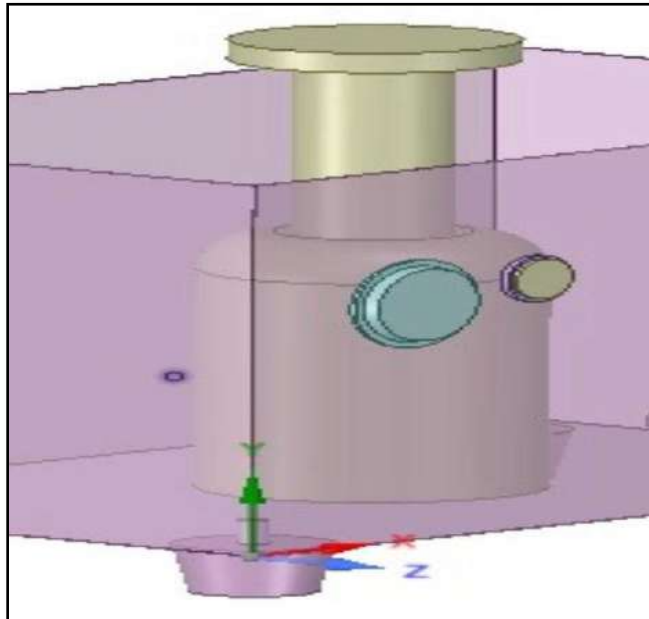


Figura 4-3: Simulación del Gato Hidráulico

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020



Figura 5-3: Partes de un gato hidráulico

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Para la selección del gato hidráulico se empleó un modelo marca MUTH ya que es eficiente y económica, con una capacidad de 5 Ton y cumpliendo con todas la obligaciones de la norma RTE INEN 195.

3.4.2.1 Cálculo de fuerza del gato hidráulico

- Cálculo de Fuerza ejercida sobre el pistón

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

donde:

A1: área del embolo pequeño

A2: área del embolo grande

F1: fuerza aplicada a A1

F2: fuerza aplicada a A2

formula :

$$F_2 = m * g$$

En la igualdad queda:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{m * g}{A_2}$$

Despejamos F1:

$$F_1 = \frac{m * g * A_1}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{0.045Kg * 9.8 \frac{m}{s^2} * 5cm^2}{15.17cm^2}$$

$$F_1 = 0.145N$$

3.4.3 Análisis del factor de seguridad, deformación y esfuerzo máximo

Mediante un análisis realizado en el software ANSYS se determinó el factor de seguridad que ejerce el equipo. Se realizó el esfuerzo equivalente de Von Mises, Esto se considera un criterio de falla estructural que determina la fuerza estática permisible en una estructura o componente de máquina.

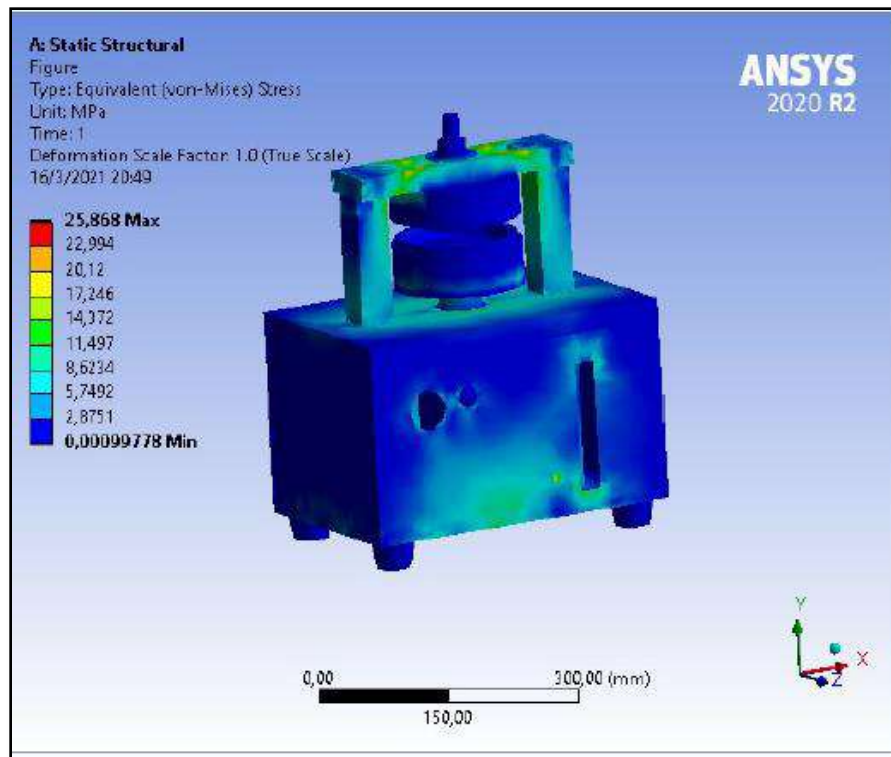


Figura 6-3: Análisis de Von Mises del equipo

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

A continuación, se determinó la deformación total. En caso de que no exceda el diagrama de límite elástico, significa que la deformación se detendrá y la pieza volverá a su posición original. La deformación máxima es de 0,045691 mm, que se produce en el soporte.

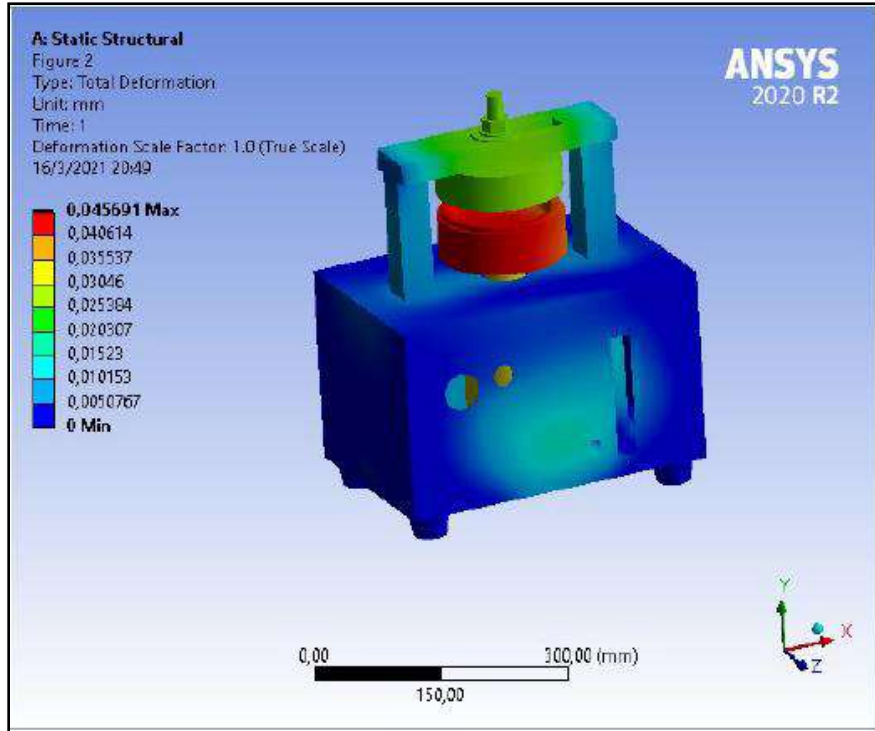


Figura 7-3: Deformación máxima del equipo

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Tabla 2-3: Resultados de deformación del equipo

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
0,2	0,	9,1381e-003	3,6502e-003
0,4		1,8276e-002	7,3004e-003
0,7		3,1983e-002	1,2776e-002
1,		4,5691e-002	1,8251e-002

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

El coeficiente de seguridad se obtuvo para analizar si el equipo al momento de ser utilizado existe algún riesgo de que ocurra algún accidente.

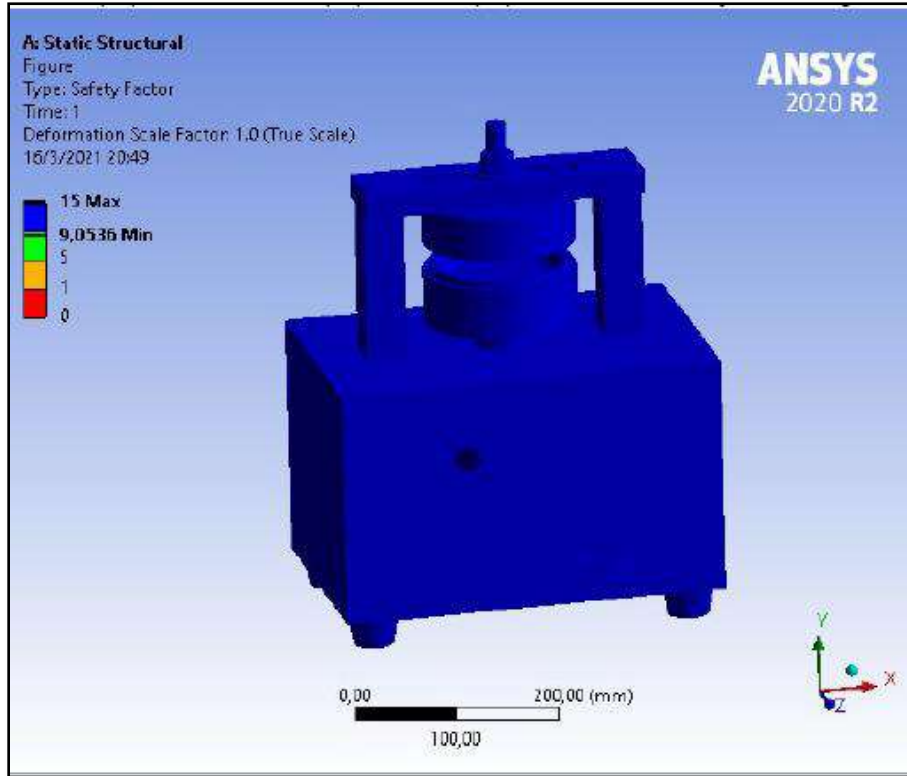


Figura 8-3: Factor de seguridad del equipo

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.4.4 Cálculos para la elaboración del plato biodegradable

Tabla 3-3: Dato constante del equipo para la elaboración del plato biodegradable

CONSTANTE	UNIDADES	VALORES
Temperatura	°C	100
Tiempo	min	5

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Tabla 4-3: Datos adicionales de la materia prima (masa) para la obtención del plato biodegradable

Materia prima	Masa(g)
Almidón de yuca	20
Semita	10
Bagazo de caña de azúcar	10
Glicerina	6

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Tabla 5-3: Datos adicionales de la materia prima (% de humedad del etiquetado) para la obtención del plato biodegradable

Materia prima	(%) Humedad del etiquetado de la muestra
Almidón de yuca	8
Semita	8
Bagazo de caña de azúcar	8
Glicerina	20

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

❖ Cálculo de % p/p de los componentes de la mezcla.

$$\%p/p = \frac{\text{peso componente}}{\text{peso total}} * 100$$

Ecuación 4-4: Porcentaje peso/peso

Tabla 6-3: Cálculo de porcentaje p/p de los componentes de la mezcla

COMPONENTES	PESO (g)	% p/p
Agua	25	35,2
Almidón de yuca	20	28,2
Semita	10	14,1
Bagazo de caña de azúcar	10	14,1
Glicerina	6	8,5
Σ <i>masas total</i>	71	100

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.4.4.1 Cálculo de masa de Agua evaporada durante el proceso

$$g H_2O = \frac{(\%) \text{humedad del etiquetado de la muestra}}{100 \%} * \text{Peso de la muestra}$$

Ecuación 5-4: Agua evaporada

Tabla 7-3: Cálculo de la cantidad de agua evaporada en el proceso

COMPONENTES	(%) humedad del etiquetado de la muestra	Peso de la muestra (g)	(g) de H ₂ O evaporada
almidón de yuca	8	20	1,6
Semita	8	10	0,8
Bagazo de caña de azúcar	8	10	0,8
Glicerina	20	6	1,2
H ₂ O	---	25	25
Σ gramos de H₂O	---	---	29,4

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.4.4.2 Balance de masa

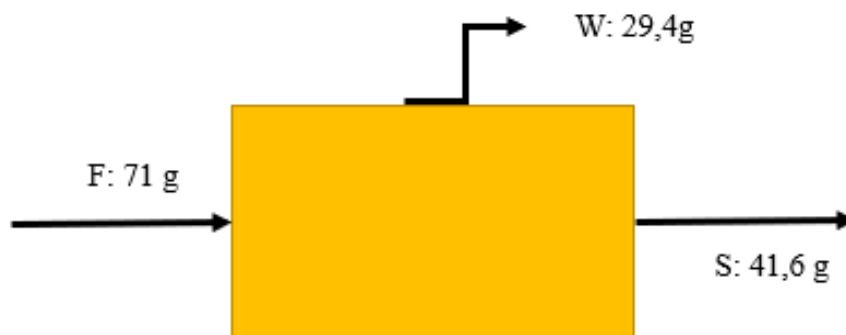


Figura 9-3: Balance de masa

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Donde:

F: flujo de entrada (peso de la masa)

W: agua evaporada (peso perdido)

S: flujo de salida (peso del plato)

$$\sum \dot{F}_{Entrada} = \sum \dot{F}_{Salida}$$

$$F = W + S$$

$$F - S = W$$

$$(71 - 41,6)g = W$$

$$\mathbf{W = 29,4g}$$

3.4.5 Análisis de Costos

Los gastos económicos se enlistarán en la tabla fueron utilizados en la construcción de una máquina de moldeo térmico en la elaboración de platos biodegradables, siendo estas mano de obra, maquinaria, material prima y el tiempo de ingeniería para su diseño.

3.4.5.1 Costos directos

Los costos directos son aquellos que se utilizaron para la compra de los materiales mecánicos y eléctricos.

Tabla 8-3: Costos directos

No.	Materiales	Cantidad	Valor unitario(\$)	Valor total(\$)
1	Moldes de acero INOX AISI 304	2	424	848
2	Gato hidráulico de 5 toneladas	1	87	87
3	Resistencias eléctricas	2	79	158
4	Controlador o termostato	1	19	19
5	Luz piloto	1	12	12
6	Plancha de acero A36	1	47	47
7	Puente de acero INOX 304	1	38	38
8	Patas de nylon	4	2	8
9	Perillas de control	2	5	10
10	Forro de acero INOX 403	1	18	18
11	Cable de 3 hilos concéntrico calibre 10	1	54	54
12	Cable siliconado calibre 10	1	72	72
13	Enchufe 50 voltios	1	16	16
TOTAL				1387

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.4.5.2 Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos como la mano de obra, y el tiempo dedicado al diseño y construcción del equipo de moldeo térmico.

- Mano de obra

La mano de obra nos indica el esfuerzo físico realizado por parte del mecánico y de los operarios para la fabricación del equipo de moldeo térmico.

Tabla 3-9: Costos de mano de obra para la elaboración del equipo

CANTIDAD	DESCRIPCION	HOMBRE	DIAS	USD(\$)/DIA	TOTAL(\$)
1	MECANICO	2	40	20	1600

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

- Costos de ingeniería

Estos costos incluyen el tiempo que se tomó para el diseño del equipo de moldeo térmico en la elaboración de platos biodegradables el cual fue de 80 horas, indicando que se tardó un total de 10 días en todo el proceso del diseño, tomando en cuenta que el valor de cada hora del ingeniero es de 8,00\$ dólares nos da un resultado de 640\$ dólares.

Tabla 10-3: Costos de ingeniería

COSTO DE INGENIERIA	PERSONAL	DIAS	USD(\$)/DIA	VALOR TOTAL(\$)
INGENIERO	1	10	64	640

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Se realiza una sumatoria con los costos de mano de obra para un total de costos de ingeniería.

Tabla 11-3: Costos de Ingeniería total

COSTOS MANO DE OBRA(\$)	COSTOS DE INGENIERIA(\$)	TOTAL(\$)
1600	640	2240

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

- Costos del equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables

Para obtener el costo total del equipo de moldeo térmico se realiza la sumatoria de los costos directos y los costos indirectos

Tabla 12-3: Costos total del equipo

DESCRIPCION	VALOR TOTAL(\$)
COSTOS DIRECTOS	1387
COSTOS INDIRECTOS	2240
TOTAL	3627

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

El costo final del equipo de moldeo térmico se puede observar en la tabla 3-6 para la elaboración de platos biodegradables es de 3647 \$ dólares.

3.4.5.3 Costos de producción de cada plato

El equipo va a elaborar cada 5 minutos un plato por ocho horas diarias, a los 30 días al mes se obtuvo una producción de 2880 platos mensuales, a continuación, se detallarán los costos de producción de la materia prima de los platos.

Tabla 13-3: Cantidad de material prima para la elaboración de 2880 platos biodegradables

INGREDIENTES	CANTIDAD 1 PLATO	CANTIDAD 2880 PLATOS
Agua	0,025lt	72lt
Almidón de yuca	0,020kg	57,6kg
Semita	0,010kg	28,8kg
Bagazo de caña de azúcar	0,010kg	28,8kg
Glicerina	0,006lt	17lt

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Tabla 14-3: Costo de la materia prima para la elaboración de 2880 platos biodegradables

INGREDIENTES	CANTIDAD	COSTO DE LOS 2880 PLATOS(\$)
Agua	72lt	4
Almidón de yuca	57,6kg	50
Semita	28,8kg	28
Bagazo de caña de azúcar(residuo)	28,8kg	0
Glicerina	17lt	221
TOTAL		303\$

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Tabla 15-3: Costos operativos para la elaboración de los 2880 platos biodegradables (incluido el equipo)

COSTOS OPERATIVOS PARA LA ELABORACION DE LOS 2880 PLATOS BIODEGRADABLES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO TOTAL(\$)
Materia prima	2880	303
Equipo	1	3627
Arriendo	1	100
Mano de obra	1	400
transporte	1	10
Servicios básicos	1	80
TOTAL		4520\$

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Tabla 16-3: Costos para la elaboración de los 2880 platos biodegradables mensual

COSTOS S PARA LA ELABORACION DE LOS 2880 PLATOS BIODEGRADABLES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO TOTAL(\$)
Materia prima	2880	303
Arriendo	1	100
Mano de obra	1	400
transporte	1	10
Servicios básicos	1	80
TOTAL		893\$

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

El precio para la elaboración de los 2880 platos biodegradables mensuales es de 893\$ dólares americanos.

$$\left(\frac{893\$}{2880}\right) = 0,310\$$$

El costo para la elaboración de un plato biodegradable hecho a partir del bagazo de la caña de azúcar es de 0,310\$ al cual le sacamos el IVA del 12 %

$$\left(\frac{0,310\$ * 12\%}{100\%} + 0,310\$ \right) = 0,3472\$$$

El valor del plato incluido IVA nos queda en 0,3472\$ a este valor se le saca un margen de ganancia del 30%

$$\left(\frac{0,3427\$ * 30\%}{100\%} + 0,3472\$ \right) = 0,4513\$ \approx 0,45\$$$

Con un margen de ganancia del 30% el plato tendría un valor de 0,45 centavos de dólar.

- **Tiempo estimado en el que se recupera la inversión del equipo**

Con una producción de 2880 platos mensuales incluido el IVA y el margen de ganancia cada plato saldría a la venta a 0,45\$

$$2880 * 0,45\$ = 1296 \$$$

Los 2880 platos a un valor de 0,45\$ se obtiene un total de 1296\$

$$1296 \$ - 893\$ = 403\$$$

A este valor se le resta lo que se invierte cada mes en la materia prima y los servicios básicos dejando una ganancia de 403\$ mensuales.

$$3627\$ \div 403\$ = 9 \text{ meses}$$

La inversión del equipo es dividida con la ganancia mensual, recuperando la inversión en un plazo estimado de 9 meses.

3.5 Parámetros para el funcionamiento del equipo

3.5.1 Encendido del equipo

El encendido del equipo de moldeo térmico es el comienzo de la operación de la máquina para comenzar a trabajar correctamente. Su encendido es de forma manual.

Seguido del encendido manual del equipo, es necesario colocar la temperatura a 100°C para el calentamiento de los moldes (superior e inferior) ya que estos son calentados mediante resistencias eléctricas poseen la siguientes ventajas y desventajas demostradas en el Cuadro 2-3.

Cuadro 1-3: Ventajas y desventajas del encendido del equipo

Ventajas	Desventajas
Un rápido calentamiento en los moldes	Al ponerse al contacto puede correr riesgo de quemaduras
El calentamiento es uniforme	Tarda tiempo en enfriarse, lo cual no es beneficioso para su posterior limpieza.

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.5.2 Mantenimiento del equipo

El mantenimiento del equipo de moldeo térmico se llevará a cabo una vez al año para evitar cualquier tipo de daño, mediante la revisión y limpieza que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad, debe ser realizado por el Técnico autorizado (para aplicarlo primero, se deben identificar todos los elementos constitutivos con base en las recomendaciones del fabricante y la experiencia del personal de mantenimiento, la definición de máquinas define las actividades de mantenimiento que deben realizarse en cada componente). El propio operador determina la frecuencia de intervención requerida para cada actividad, divide las actividades que se pueda realizar, mecánicas, y genera un plan de mantenimiento en base a esta información se ejercerá de la siguiente manera:

- Destornillar las patas de nylon que permiten el apoyo del equipo a la superficie.
- Levantar la plancha de acero A36 que es parte del bastidor del equipo.
- Proceder a la limpieza en el interior del equipo eliminando los residuos existentes.
- Una vez realizada la limpieza colocar la plancha de acero A36 y atornillar las patas de nylon.

3.5.3 Capacidad del equipo

El equipo de moldeo térmico puede al menos fabricar 12 platos/hora aproximadamente esto dependerá directamente de la consistencia de la masa final del bagazo de caña de azúcar y del tiempo que empleado por el operador.

3.5.4 Operación del equipo

- Encendido del equipo: Conectar el equipo a un tomacorriente trifásico de 220V y un amperaje de 50 Amp, verificando que el botón verde se encuentre encendido para regular la temperatura que exceda a los 100°C
- Apagado del equipo: Establecer el controlador de temperatura a 0°C y continuar a desconectar el equipo

- Limpieza del equipo: Una vez finalizado el trabajo, mantenga el equipo en sus mejores condiciones libre de residuos presente en el proceso de operación. Después de 1-2 horas proceder a la limpieza ya que la temperatura se conserva debido a las características que tiene el acero INOX 304 (la limpieza se procede a realizar con toallas húmedas con el fin de desprender los residuos de masa que se adhieren en los bordes internos de los moldes).

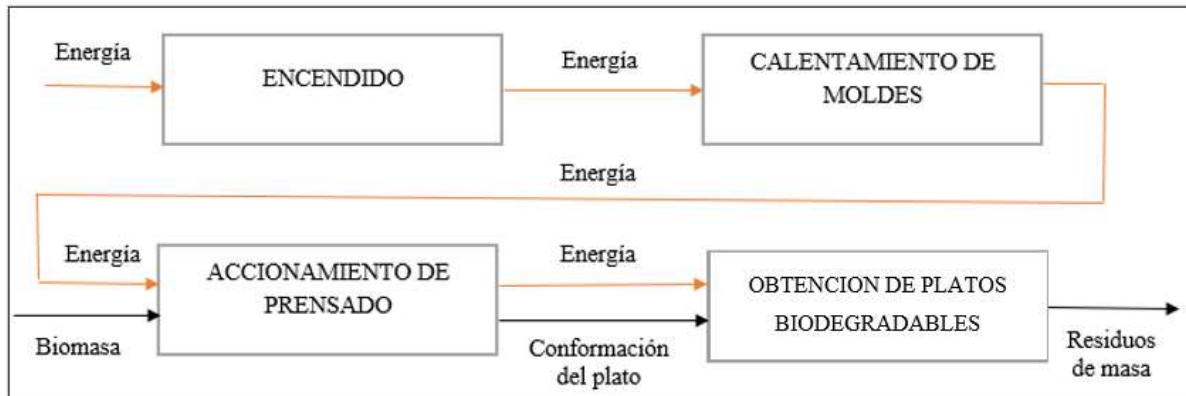


Figura 12-3: Diagrama de flujo para la elaboración de los platos biodegradables

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.5.5 Especificaciones técnicas del equipo

El equipo de moldeo térmico debe cumplir con varios parámetros para que funcione correctamente. Los detalles son los siguientes.

- Ubicar el equipo sobre una superficie plana para mantener la estabilidad de este y evitar caídas o incidentes.
- El equipo debe ser conectada en un tomacorriente trifásico 220V.
- Disponer de un espacio óptimo para que el operario pueda desempeñar correctamente.
- Mantener el equipo en un ambiente adecuado con el fin de cautelar los equipos eléctricos.

3.5.6 Medidas de prevención

Se debe tomar en cuenta que al operar el equipo de moldeo térmico se enfrentaría a un riesgo de quemaduras o lesiones personales, para esto se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evitar tocar las conexiones durante el funcionamiento del equipo.
- Durante el funcionamiento del equipo, no colocar las manos sobre los moldes o antes de las horas recomendadas para su limpieza
- Evitar el uso de cuchillos, alfiler o cualquier tipo de material cortopunzante en el momento de la limpieza.

3.5.7 Características del equipo de moldeo térmico

Cuadro 3-2: Características generales del equipo

Equipo de molde térmico utilizado para la elaboración de platos biodegradables de bagazo de caña de azúcar		
Características de dimensiones del equipo	Peso	25 kg
	Ancho	38,00 cm
	Largo	49,03 cm
Material	Forma	Cuadrada-rectangular
	Moldes y estructura física	Acero INOX AISI 304
Características para el funcionamiento	Voltaje	220 V
	Capacidad de producción	12 platos/hora

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.6 Ensayos preliminares para la elaboración de los platos biodegradables

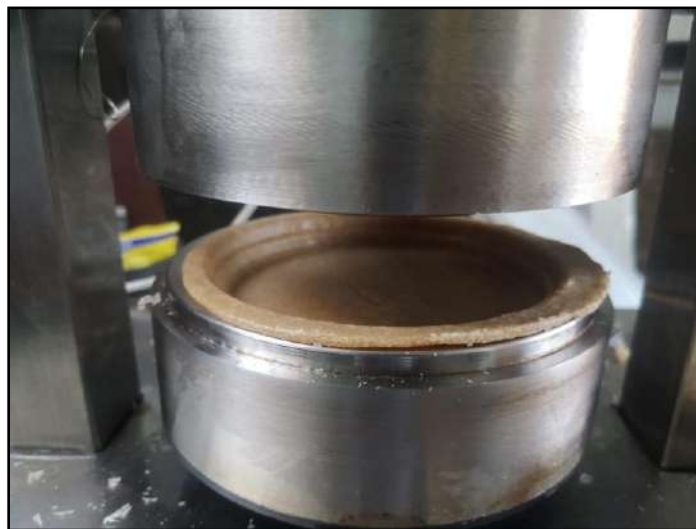


Figura 13-3: Pruebas preliminares del plato biodegradable

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.7 Proceso de fabricación de envases biodegradables

En esta investigación se utilizó el bagazo de caña de azúcar para la elaboración de platos que no causen un impacto negativo en el medio ambiente. Se realizó la selección de la materia prima que se encuentre en buenas condiciones.

Tabla. 1-3: Concentraciones de los componentes para la elaboración de platos biodegradables

Bagazo de caña de azúcar (%)	Semita de trigo (%)	Almidón de yuca (%)	Glicerina (%)	Agua (%)
10	10	20	6	25

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

El proceso de elaboración consta de las siguientes etapas:

3.7.1 Obtención de la materia prima:

- Obtener 1kg de bagazo de caña de azúcar (residuos)
- Secar el bagazo de caña de azúcar en la estufa a 50°C por 24 horas



Figura 14-3: Bagazo de caña de azúcar seco

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.7.2 Molienda del bagazo de caña de azúcar:

- Introducir el bagazo de caña de azúcar (seco) en un molino con una malla granulométrica de 0,2 mm

COMPONENTES	% p/p
Agua	35,2
Almidón de yuca	28,2
Semita	14,1
Bagazo de caña de azúcar	14,1
Glicerina	8,5



Figura 15-3: Molino, Facultad de Ciencias ESPOCH

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.7.3 Mezclado:

- En un recipiente mezclar las siguientes cantidades: 10g de bagazo de caña de azúcar (molido), 20g de almidón de yuca, 10 g de semita de trigo, 7ml de glicerina y 25 ml de agua.
- Mezclar durante 3 minutos todos los componentes hasta obtener una masa homogénea y compacta

3.7.4 Funcionamiento del equipo:

- Lubricar el equipo con aceite, glicerina, etc.
- Conectar el equipo y verificar que este encendido (botón verde).
- Calentar el equipo a 100°C por 5 minutos.
- Prensado: La masa es colocada en los moldes este paso se realiza con la finalidad de darle al recipiente la forma, rigidez y firmeza necesaria, colocar la masa en el molde lo más centrado que se pueda. El prensado del plato con las siguientes repeticiones: la primera durante 2 segundos, la segunda durante 4 segundos y así hasta que el plato pierda su mayor concentración humedad.
- Retirar el plato del equipo con la ayuda de una espátula

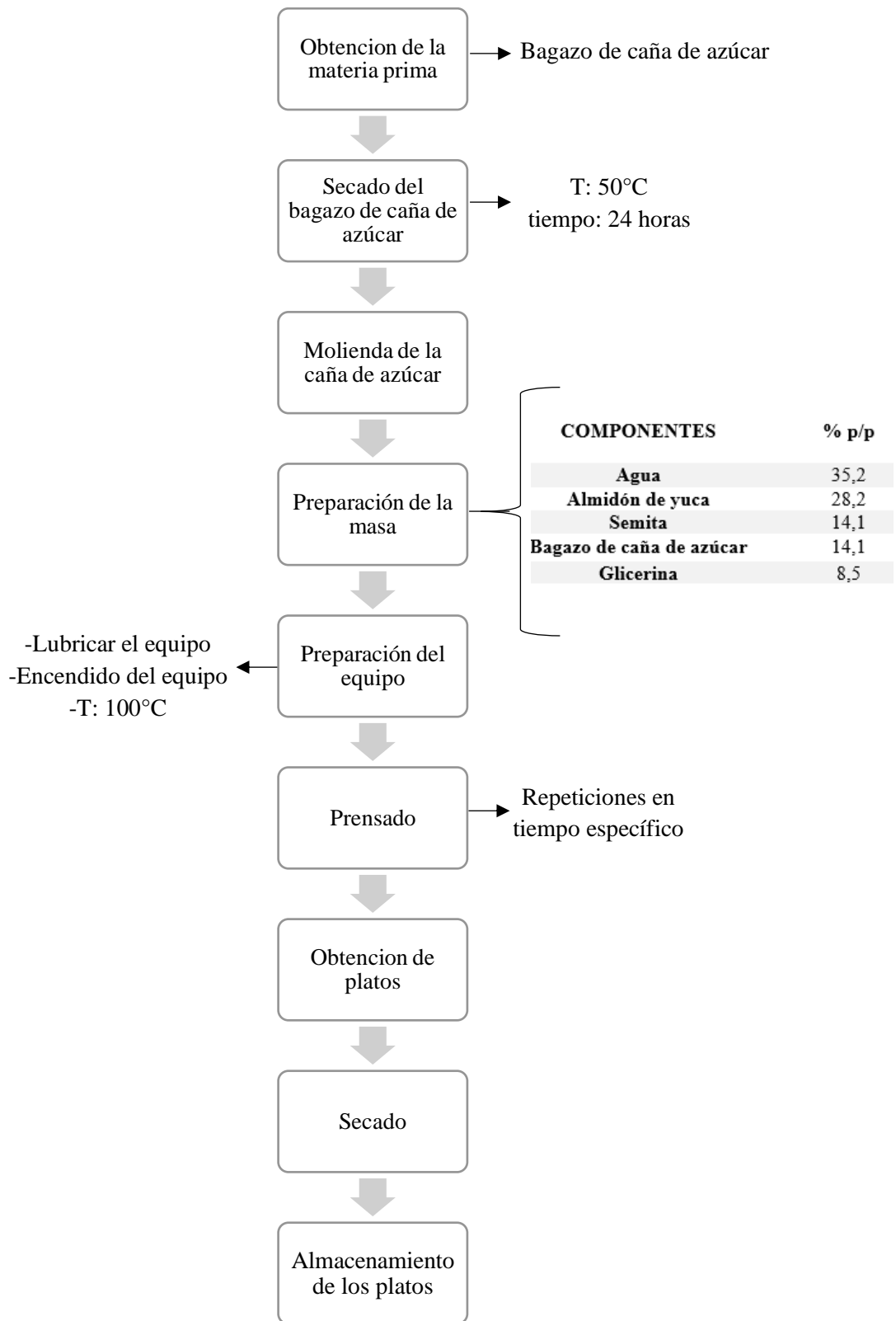


Figura 16-3: Diagrama de flujo para la elaboración de platos biodegradables

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

3.8 Descripción del proceso de elaboración de platos biodegradables.

- Recepción de la materia prima: el bagazo de caña de azúcar es obtenido de los residuos desechados de los vendedores ambulante, primeramente, se selecciona aquella que esté libre de cascara e impurezas, para que su secado y molienda sea más factible, sus pesos son registrados.
- Secado: después de la selección de la materia prima el bagazo es sometido a un secado en la estufa durante 24 horas a 50°C. Registrar el peso para obtener el rendimiento de este.
- Molienda: el bagazo debe estar libre de humedad para su molienda la que se realizó en un molino con una malla granulométrica de 0,2 mm, para obtener lo más fino posible (que sea de una consistencia como harina) para evitar grumos al momento de mezclar con los otros componentes.
- Concentración de los componentes: los componentes utilizados para la elaboración del plato fueron cantidades específicas las cuales se pueden observar en la tabla 1-3 , caso contrario tiende a ser muy frágil o pegajosa la masa y no se formaría el plato.
- Preparación del equipo: para el funcionamiento del equipo se deber tomar en cuenta ciertas consideraciones: el encendido de equipo, la lubricación y la temperatura para la formación del plato biodegradable
- Prensado: Luego de transcurrir un determinado tiempo para el que alcance la temperatura establecida, se procede a colocar la masa para la formación del plato, se realiza el prensado por intervalos de tiempo mediante varias repeticiones, hasta obtener una molde firme.
- Obtención del plato biodegradable: el plato es retirado del equipo y es colocado a temperatura ambiente, para una consistencia firme, presentado propiedades similares al de plato desechables.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1-4: Espesor de los platos biodegradables

No.	Espesor (mm)
1	3,41
2	3,43
3	3,37
4	3,38
5	3,37
Promedio	3.392

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020





Tabla 2-4: Resultados del balance de masa para la elaboración de platos biodegradables

Peso de entrada(g)	Peso de salida(g)	Peso perdido(g)
F	S	W
71	41,6	29,4

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

4.1 Resultados del ensayo de Fuerza-resistencia

Cuadro 1-4: Ensayo de fuerza resistencia de los platos biodegradables

Ensayo de fuerza resistencia	
	
EQUIPO DE RESISTENCIA DE BANDEJAS	PRUEBA DE RESITENCIA
	
PESAJE DE BANDEJAS	MEDICION DE ESPESORES

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Tabla 3-4: Resultados del ensayo de fuerza

No.	Resistencia (KgF)
1	37,00
2	31,20
3	33,08
4	34,71
5	35,61
Promedio	34,52

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

El ensayo de fuerza-resistencia es una forma de determinar cómo reaccionará un objeto durante o el funcionamiento normal o cuando se estire / empuje hasta que se rompa deliberadamente. Los platos fueron sometidos a pruebas de resistencia, peso y espesor de su superficie, siendo comparadas con un producto propio de la empresa PLASTLIT, de similares características físicas.

Los datos calculados se pueden observar en la tabla 3-4, los cuales resultaron ser los esperados; ya que, al hacer una comparación entre un plato desechable y el plato biodegradable, es notorio que la bandeja biodegradable contiene mayor peso y resistencia, debido a los componentes de su estructura. Con esto se puede concluir que las propiedades resultantes de las bandejas biodegradables (resistencia, peso y espesor), presenta valores de calidad para ser utilizados en lo que requiere el mercado para el consumo.

4.2 Resultados de Permeabilidad

La permeabilidad de un producto es la capacidad del material para permitir que el fluido pase a través sin cambiar su estructura interna. Un material se considera permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

Tabla 4-4: Resultados de Permeabilidad del plato biodegradable

Permeabilidad			
Tiempo (minutos)	V1 (inicial)-ml	V2 (final)-ml	(%) de permeabilidad
0	8	8	0
5	8	7,9	1,25
20	8	7,5	6,25
40	8	6,5	18,75
60	8	5	37,5
90	8	4	50





Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Se puede observar en la Tabla 4-4 que los platos biodegradables obtenidos de bagazo de caña de azúcar pueden tener una permeabilidad expuesta a una cierta cantidad de agua poseen un tiempo delimitado en cuanto a su permeabilidad, lo cual es bueno para que no exista acumulación de ellos en el ambiente, así como también es recomendable colocar solo material o comida sólida para su mayor durabilidad. Quishpillo y Moreta obtuvieron una permeabilidad del 100% en platos biodegradables elaborados a partir de biomasa (corteza de la caña de guadúa, material compuesto) durante 30 minutos expuestos a un volumen de 60 ml, debido a que contienen otros componentes para la masa y concentraciones.

4.3 Resultados de Biodegradabilidad


Para el ensayo de biodegradabilidad se realizaron de dos formas: la primera los platos fueron expuestos a un medio acuático durante un cierto periodo de tiempo, también se expuso a la intemperie.

Cuadro 2-4: Biodegradabilidad del plato biodegradable en un medio acuático

Ensayo de Biodegradabilidad		
Tiempo	Descripción	Evolución
0	El plato se encuentra en perfectas condiciones, sólido.	
30 (minutos)	El plato se encuentra sumergido en agua hasta sus bordes, se puede observar que se empieza a perder su forma sólida.	
50 (minutos)	Se puede observar que el plato empieza a desintegrarse y deshacerse.	
3 días	El plato se encuentra sumergido en agua y expuesto a la intemperie en la cual se observa la presencia de moho y su completa desintegración.	

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Cuadro 3-4: Prueba de biodegradabilidad expuesto a la intemperie


Tiempo	Descripción	Evolucion
2 semanas	Este plato fue sometido a biodegradación expuesto a la intemperie sin presencia de agua, se puede observar presencia de moho, el plato empieza a desintegrarse a partir de un mes en estas condiciones.	

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

(22) expone en su estudio “Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable” una biodegradabilidad completa del plato a la intemperie en un mes, el plato obtenido del bagazo de caña de azúcar en esas condiciones se descompone en 2-3 meses, debido a que posee concentraciones de los componentes diferentes a las del autor mencionado.

4.4 Resultados de las condiciones requeridas para el plato biodegradable

Cuadro 4-4: Condiciones óptimas para la formación del plato biodegradable

Condiciones óptimas para la formación del plato				
Componente	Temperatura de prensado	Tiempo de prensado	Tiempo de degradación	Resultados
Bagazo de caña de azúcar	100°C	4 (segundos) con repeticiones hasta obtener una masa firme, libre de humedad.	A la intemperie: 2.-3 meses En el agua: 5 días.	

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Los platos biodegradables del bagazo de caña de azúcar pueden ser utilizados con los siguientes sólidos

Cuadro 5-1: Condiciones de uso del plato biodegradable

Condiciones de uso	Usos
Temperatura ambiente	<ul style="list-style-type: none">• Alimentos sólidos• Frutas• Confitería

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

Ventajas y desventajas de los platos biodegradables a partir del bagazo de caña de azúcar

Cuadro 6-4: Ventajas y Desventajas del plato biodegradable

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Biodegradable• Degradación rápida en medio acuoso• Fácil manera de moldeo• Resistente• Reutilizable	<ul style="list-style-type: none">• En medio acuoso el plato se separa en fragmentos en minutos y se degrada por completo en 5 días.• No apto para alimentos líquidos.

Realizado por: Arguello Ángel y Torres Karen, 2020

CONCLUSIONES

- El diseño previo a la construcción del equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables se realizó mediante la simulación en ANSYS.
- La caracterización del bagazo de caña de azúcar a una temperatura de 50°C se obtuvo un valor promedio de humedad del 12% con una densidad de 0,06 g/cm³ y un valor de grados brix de 80° Bx.
- Mediante pruebas de laboratorio se determinó la formulación óptima para la elaboración del plato biodegradable siendo estas concentraciones específicas de 35,2% de agua; 28,2% de almidón de yuca; 14,1% de semilla de trigo; 14,1% de bagazo de caña de azúcar y 8,5% de glicerina.
- Se determinó condiciones óptimas para la elaboración de los platos biodegradables a una temperatura de 100°C y un tiempo de 5 minutos, con una producción estimada de 2880 platos mensuales.
- La validación para el diseño del equipo se realizó mediante la caracterización del plato biodegradable obtenido con el técnico docente a través de pruebas de permeabilidad con un porcentaje del 1,25% en un tiempo de 5 minutos y ensayos de fuerza con un promedio de 34,52 KgF. Se evaluó la biodegradabilidad del plato dando a conocer que se descompone en 3 días expuesta en un recipiente con agua.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se recomienda diseñar equipos automatizados para reducir tiempos de producción de platos biodegradables.
- Utilizar diferentes materias primas para la elaboración de platos biodegradables.
- Para utilizar el equipo de moldeo térmico se debe seguir el manual de operación para evitar accidentes laborales.

BIBLIOGRAFÍA

MIGUELÁÑEZ , Alejandro Rosa. *Simulación numérica del proceso de mecanizado: aplicado a aceros inoxidables*, [En línea] 2015. [Citado el: 13 de 04 de 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/44311572.pdf>.

RTE INEN-195. *Resolución no. 14 378 ministerio de industrias y productividad subsecretaría de la calidad.* [Citado el: 13 de 04 de 2021]. Disponible en:<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-195.pdf>.

AgroTendencia. *Cultivo de caña de azúcar*, [En línea] 2018. [Citado el: 01 de 02 de 2021]. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-cana-de-azucar/>.

AGROWASTE. *Biopolímeros*, [En línea] 2013. [Citado el: 25 de Julio de 2019]. Disponible en: <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/BIOPOLIMEROS.pdf>.

ALMAZÁN, Oscar. *Ciencias Técnicas*, [En línea] 2016. [Citado el: 19 de Julio de 2019]. Disponible en: http://karin.fq.uh.cu/acc/2016/CIENCIAS_TECNICAS/032/New/Documentaci%C3%B3n/Parte%20V/Parte%20V.pdf.

AVALLONE, Eugene. 1995. *Manual del ingeniero mecánico Marks*. Madrid : Mc. Graw Hill, 1995.

BAVARESCO, Guillermo. *GabpIngeniería*, [En línea] 2016. [Citado el: 24 de Julio de 2019]. Disponible en: <https://gabpingeneria.weebly.com/uploads/2/0/1/6/20162823/prensas.pdf>.

BOLÍVAR, Gabriel. *Lifeder*, 2018. [Citado el: 06 de Noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/sulfato-de-sodio/>.

BONIFAZ TIXI, Cristian Fabian, & PALLASCO PAGUAY, Marco Antonio. *Diseño y Construcción de una máquina clasificadora de fresas a razón de 100 kg/h. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.* [En línea] 2017. [Consulta: 2019-05-27]. Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6955/1/15T0066_4.pdf

CADENA. *Características de un taladro*, [En línea]2016. [Citado el: 30 de 03 de 2021]. Disponible en: <https://www.cadena88.com/es/consejos-y-trucos/caracteristicas-de-un-taladro>.

CASTRILLÓN, Tamara. *Biopolímeros*, [En línea] 2017. [Citado el: 25 de Julio de 2019]. Disponible en: <https://www.ainia.es/html/envios/envase/boletines/art.pdf>.

CASTILLO MENDEZ, D. Plan de exportación de panela orgánica granulada hacia la ciudad de Roma - Italia, con el fin de generar expansión comercial de la empresa BIO CAÑA S.A, ubicada en la Matriz Suncamal, Cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo para el año 2014. (Trabajo de titulación). (Tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. [En línea] 2014. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10945>.

CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. Cultivo de caña de azúcar - elaboración y refinado de azúcar de caña y melaza de caña; remolacha azucarera, [En línea] 2017. [Consulta: 15 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wpcontent/uploads/2018/01/Ficha-Sectorial-Azucar-y-Can%CC%83a.pdf>.

UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA. Laboratorio de Ingeniería Mecánica . Tema VI: Procesos de Mecanizado, [En línea] 2017. [Citado el: 30 de 03 de 2021]. Disponible en: <https://lim.ii.udc.es/docencia/iin-tecmec/docs/TemaVI.pdf>.

CUBILLA, Katherine; GONZÁLEZ, Yuribeth & MONTEZUMA, Génesis. "Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable". [En línea] 2019. [Citado el: 08 de 04 de 2021]. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/2496/3294>.

EBRINGEROVÁ, A, HROMÁDKOVÁ, Z., & HEINZE, T. Hemicellulose. (2005). *Adv. Polym. Sci.*, 186, 1–67.

ECOZEMA. *norma EN13432*. [Blog]. [Citado el: 12 de 04 de 2021]. Disponible en: [https://ecozema.com/es/focus/norma-en13432/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20norma%20EN%2013432,nombre%20de%20ISO%2014855\)%3B](https://ecozema.com/es/focus/norma-en13432/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20norma%20EN%2013432,nombre%20de%20ISO%2014855)%3B).

EcuRed. *Bagazo de caña*, [En línea] 2016. [Citado el: 01 de 02 de 2021]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Bagazo_de_ca%C3%B1a#:~:text=Adem%C3%A1s%20su%20composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20es,Ox%C3%ADgeno%3A%2044%20%25.

EcuRed. *Cautín (soldador eléctrico)*. [En línea] 2016. [Citado el: 30 de 03 de 2021]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Caut%C3%ADn_\(soldador_el%C3%A9ctrico\)](https://www.ecured.cu/Caut%C3%ADn_(soldador_el%C3%A9ctrico)).

EcuRed. *Dobladora manual*. [En línea] 2016. [Citado el: 30 de 03 de 2021]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Dobladora_manual.

EcuRed. *Rectificador*. [En línea] 2016. [Citado el: 30 de 03 de 2021.] <https://www.ecured.cu/Rectificador>.

ESCOBAR, Carlos. *¿Qué es y cómo funciona el torno?*. [Blog] 2018. [Citado el: 30 de 03 de 2021]. Disponible en: <https://comofuncionahoy.com/el-torno/>.

FRONIUS. *Soldadura tig: cordones de soldadura limpios, uniones estables*. [Blog]. [Citado el: 30 de 03 de 2021]. Disponible en: <https://www.fronius.com/es-mx/mexico/tecnologia-de-soldadura/mundo-de-la-soldadura/soldadura-tig>.

GROOVER, Mikell P. *Fundamentos de Manufactura Moderna*. Páginas 452 – 459. México Kalpakjian, Serope. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. (2005). Páginas: 451 – 459. PEARSON

GUDIEL, Andrea; CRUZ, Juan & CUEVA, Fernando. *Diseño de planta de producción para la obtención de platos biodegradables a base de estopa de coco en la provincia de piura*. [En línea] 17 de 11 de 2018. (Tesis de grado). [Citado el: 01 de 02 de 2021]. Disponible en: https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/3838/PYT_Informe_Final_Proyecto_PLATOSB_IODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

GUEVARA , John. *El Telegrafo*. [En línea] 2019. [Citado el: 01 de 02 de 2021]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/plasticos-contaminacion-ecuador>.

INEC. *Produccion de cada Ecuatorino de residuos sólidos*. [Blog]. [Citado el: 01 de 02 de 2021]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/segun-la-ultima-estadistica-de-informacion-ambiental-cada-ecuatoriano-produce-058-kilogramos-de-residuos-solidos-al-dia/>.

INFAIMON. *Coefficiente de seguridad: toda una filosofía de diseño.* [Blog]. [Citado el: 30 de 03 de 2021]. Disponible en: <https://blog.infaimon.com/coeficiente-de-seguridad-filosofia-disenio/#:~:text=El%20coeficiente%20de%20seguridad%2C%20tambi%C3%A9n,al%20que%20se%20ver%C3%A1%20sometido..>

InfoAgro. Cultivo de caña de azúcar. [En línea] 201. [Citado el: 01 de 02 de 2021]. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp.

KALPAKJIAN, S & SCHMID, S. *Manufactura, ingeniería y tecnología*, 5ª ed., México: Pearson Educación. 2008.

MANZANARES, Martín. *Biomasa Lignocelulosica.* [En línea] 1994. [Citado el: 26 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20930091>.

NKS. Acero inoxidable 304 y 304L. [En línea] 2019. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:voQBBk9zm44J:https://nks.com/es/distribuidor-de-acero-inoxidable/acero-inoxidable-304/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>.

NORTH AMERICAN STAINLESS. [En línea] 2010. Disponible en: <http://www.northamericanstainless.com/wp-content/uploads/2010/10/Grade-304-304L.pdf>. [Último acceso: 8 abril 2021].

PÉREZ, Galdo. *Maquituls.* [Blog] 2016. [Citado el: 11 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.maquituls.es/noticias/prensas-hidraulicas-historia-usos-ventajas-y-desventajas/>.

PÉREZ, Hector. *Esfuerzo y deformación.* [En línea] 2011. [Citado el: 30 de 03 de 2021]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/bgfisica2/unidad-2/esfuerzo-y-deformacion>.

PLASTIVIDA. *Boletín técnico informativo.* [En línea] 2009. [Citado el: 25 de Julio de 2019]. Disponible en: <http://ecoplas.org.ar/pdf/25.pdf>.

PROCAÑA. *Sub productos y derivados de la caña de azúcar.* [En línea] 2016. [Citado el: 19 de 01 de 2021]. Disponible en: <https://www.procana.org/new/quienes-somos/subproductos-y-derivados-de-la-ca%C3%B1a.html>.

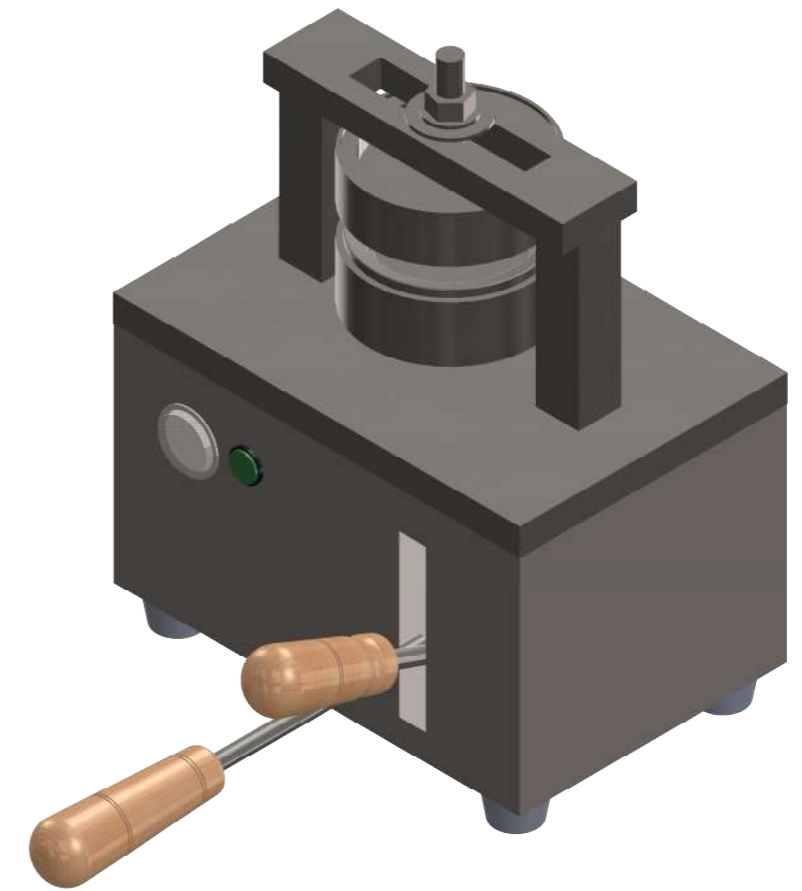
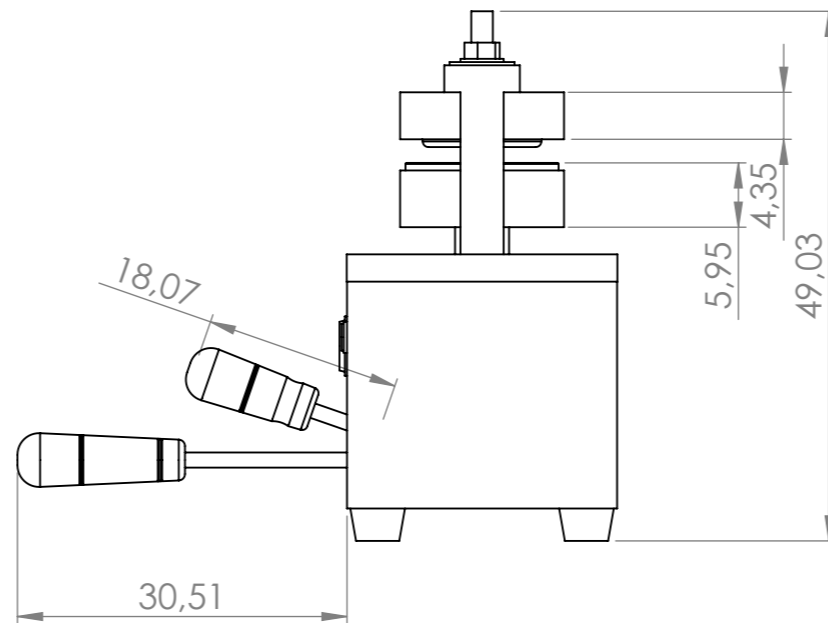
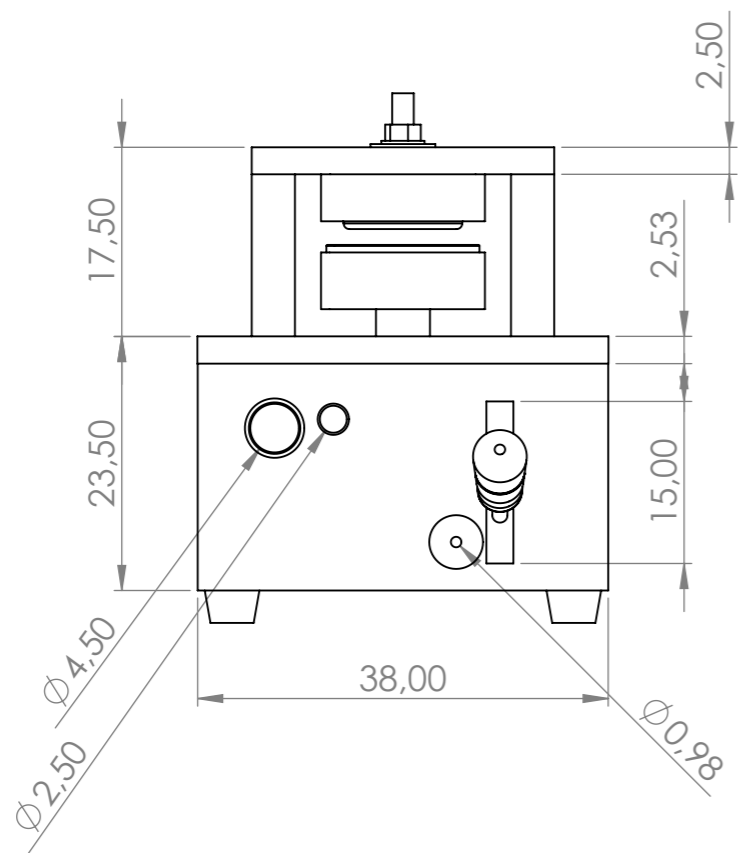
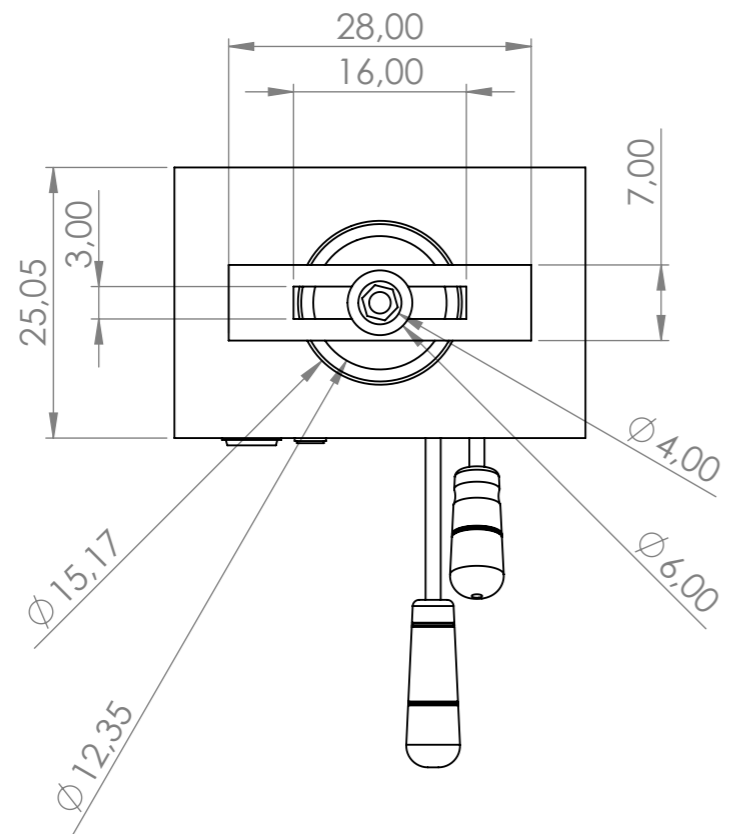
QUISHPILLO Amaguay, SEGUNDO Klever y MORETA Salguero. 2020. *Diseño y construcción de una máquina prototipo para fabricación de platos biodegradables a partir de biomasa.* (Trabajo de

titulación). (Ingeniería), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [En línea] 2020. [Citado el: 31 de 03 de 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13814/1/15T00729.pdf>.

SA. *Semita de Trigo*. [Blog] 2018. [Citado el: 19 de 01 de 2021]. Disponible en: <http://www.molnotrigotuc.com.ar/pdf/semita.pdf>.

SANZ, Ascensión. Química orgánica industrial. *Tecnología de la celulosa*. [En línea] 2015. [Citado el: 25 de Julio de 2019]. Disponible en: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-03.php>.

SEGURA, D., NOGUEZ , R., & ESPÍN, G. Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. Biotecnología. 2007.

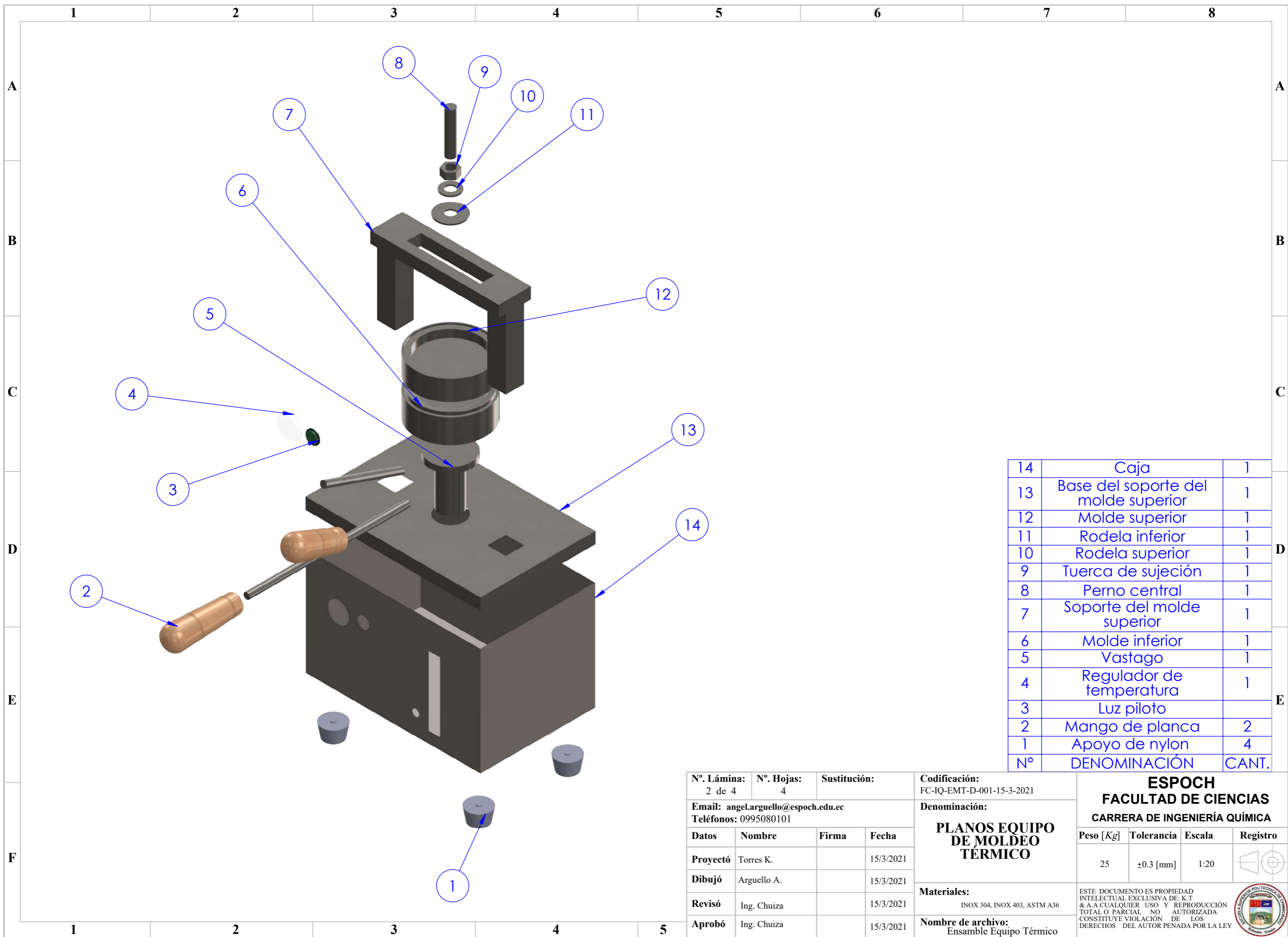


N°. Lámina: 1 de 4		N°. Hojas: 4		Sustitución:	
Email: angel.arguello@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 0995080101				Codificación: FC-IQ-EMT-D-001-15-3-2021	
Datos		Nombre		Firma	
Proyectó		Torres K.		Fecha	
Dibujó		Arguello A.		Fecha	
Revisó		Ing. Chuiza		Fecha	
Aprobó		Ing. Chuiza		Fecha	

Denominación: PLANOS EQUIPO DE MOLDEO TÉRMICO	
Materiales: INOX 304, INOX 403, ASTM A36	
Nombre de archivo: Ensamble Equipo Térmico	

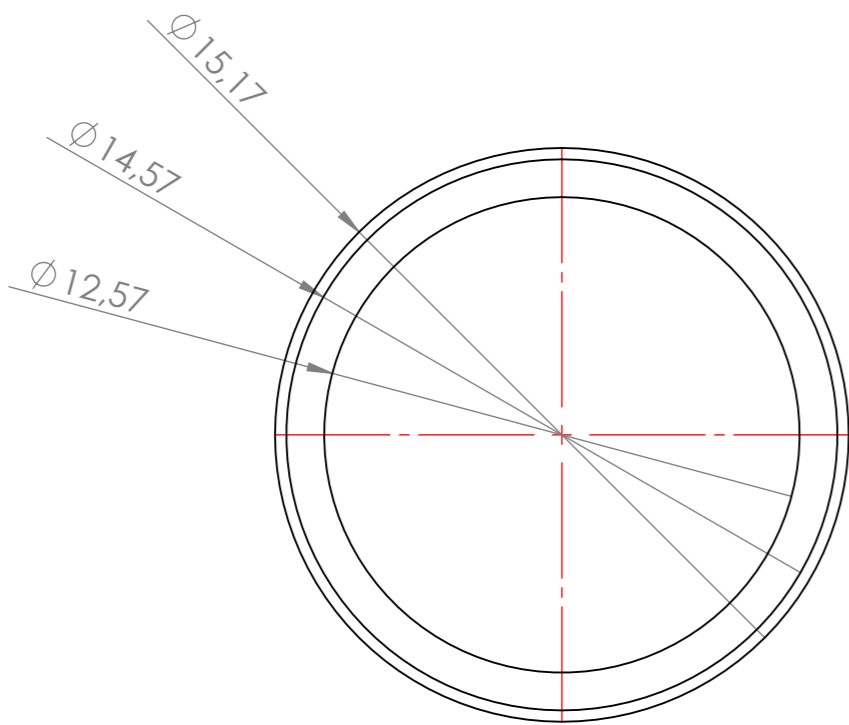
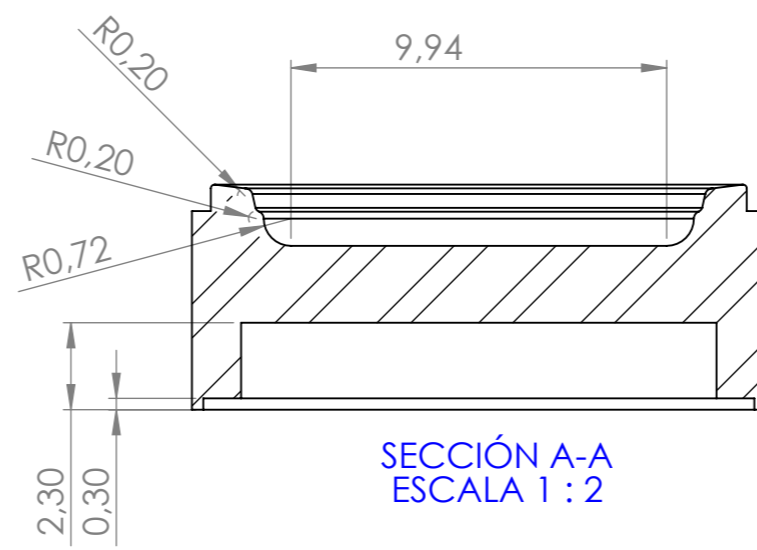
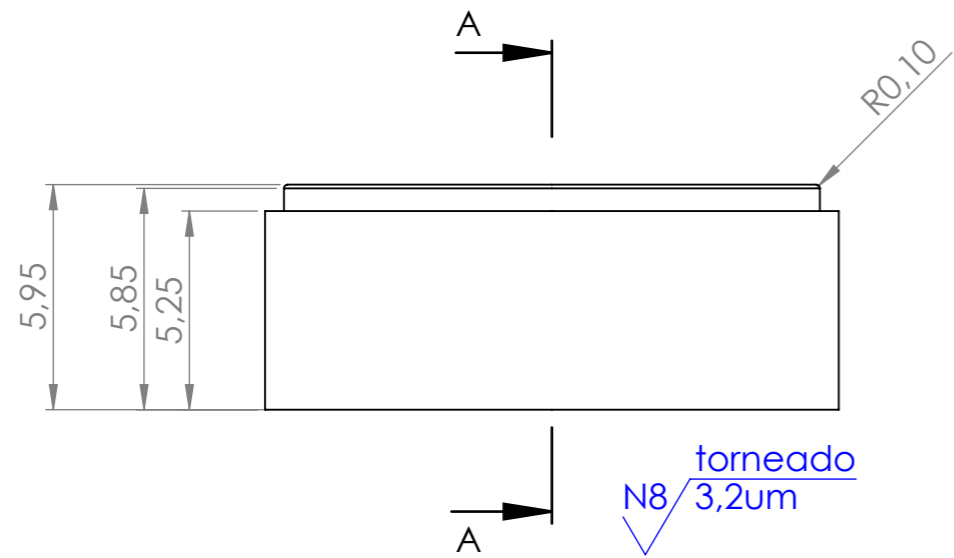
ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA			
Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
25	±0.3 [mm]	1:20	
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE: K.T & A.A CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY			



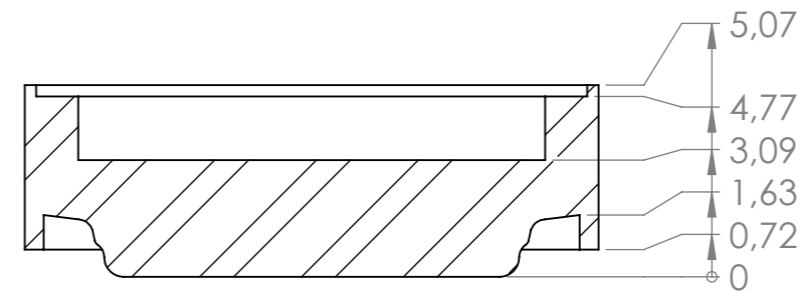
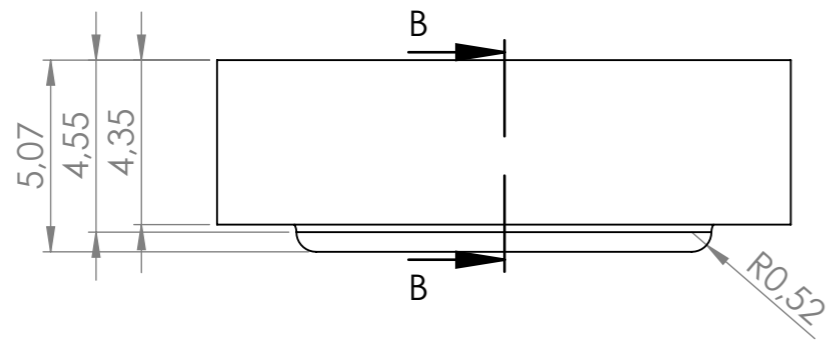


14	Caja	1
13	Base del soporte del molde superior	1
12	Molde superior	1
11	Rodela inferior	1
10	Rodela superior	1
9	Tuerca de sujeción	1
8	Perno central	1
7	Soporte del molde superior	1
6	Molde inferior	1
5	Vastago	1
4	Regulador de temperatura	1
3	Luz piloto	
2	Mango de planca	2
1	Apoyo de nylon	4
N°	DENOMINACIÓN	CANT.

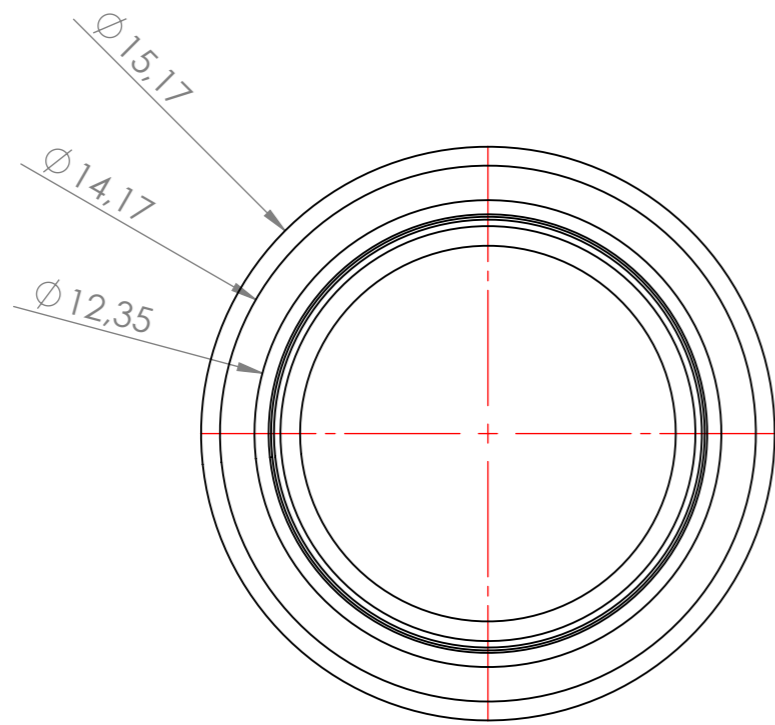
N°. Lámina: 2 de 4		N°. Hojas: 4		Sustitución:		Codificación: FC-IQ-EMT-D-001-15-3-2021		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA			
Email: angel.arguello@epoch.edu.ec Teléfonos: 0995080101						Denominación: PLANOS EQUIPO DE MOLDEO TÉRMICO					
Datos	Nombre	Firma	Fecha			Materiales: INOX 304, INOX 403, ASTM A36		25	±0.3 [mm]	1:20	
Proyectó	Torres K.		15/3/2021			Nombre de archivo: Ensamble Equipo Térmico		<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE: K.T & A.A CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY</small>			
Dibujó	Arguello A.		15/3/2021								
Revisó	Ing. Chuiza		15/3/2021								
Aprobó	Ing. Chuiza		15/3/2021								



Nº. Lámina: 3 de 4		Nº. Hojas: 4		Sustitución:		Codificación: FC-IQ-EMT-D-001-15-3-2021		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA			
Email: angel.arguello@epoch.edu.ec Teléfonos: 0995080101						Denominación: PLANOS EQUIPO DE MOLDEO TÉRMICO					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: INOX AISI 304		Nombre de archivo: Molde Inferior		4,73	±0.3 [mm]	1:5	
Proyectó	Torres K.		15/3/2021	ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE: K.T & A.A CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY							
Dibujó	Arguello A.		15/3/2021								
Revisó	Ing. Chuiza		15/3/2021								
Aprobó	Ing. Chuiza		15/3/2021								



SECCIÓN B-B



N8 torneado
3,2um



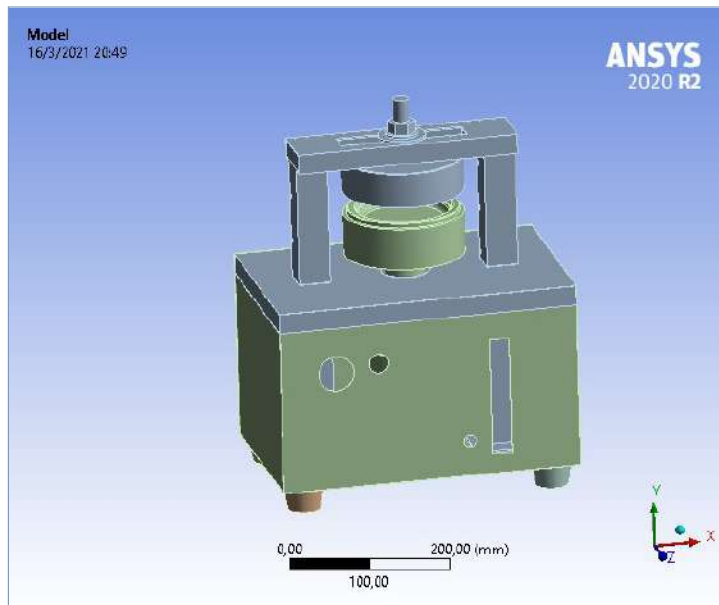
N°. Lámina: 4 de 4		N°. Hojas: 4		Sustitución:		Codificación: FC-IQ-EMT-D-001-15-3-2021		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA			
Email: angel.arguello@epoch.edu.ec Teléfonos: 0995080101						Denominación: PLANOS EQUIPO DE MOLDEO TÉRMICO					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: INOX 304, INOX 403, ASTM A36		Nombre de archivo: Molde Superior		ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE: K.T & A.A CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY			
Proyectó	Torres K.		15/3/2021					4,45	±0.3 [mm]	1:2	
Dibujó	Arguello A.		15/3/2021								
Revisó	Ing. Chuiza		15/3/2021								
Aprobó	Ing. Chuiza		15/3/2021								





Project*

First Saved	Tuesday, March 16, 2021
Last Saved	Tuesday, March 16, 2021
Product Version	2020 R2
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Contents

- [Units](#)
- [Model \(A4\)](#)
 - [Geometry](#)
 - [Parts](#)
 - [Materials](#)
 - [Coordinate Systems](#)
 - [Connections](#)
 - [Contacts](#)
 - [Contact Regions](#)
 - [Mesh](#)
 - [Static Structural \(A5\)](#)
 - [Analysis Settings](#)
 - [Loads](#)
 - [Solution \(A6\)](#)
 - [Solution Information](#)
 - [Results](#)
 - [Stress Tool](#)
 - [Safety Factor](#)
- [Material Data](#)
 - [Structural Steel](#)
 - [Stainless steel, 304, annealed 2](#)
 - [Stainless steel, 304, annealed](#)

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA)	Degrees rad/s Celsius
Angle		Degrees
Rotational Velocity		rad/s
Temperature		Celsius

Model (A4)

Geometry

TABLE 2
Model (A4) > Geometry

Object Name	Geometry
State	Fully Defined
Definition	
Source	C:\Users\ra3di\OneDrive - xKx\escritorio\escritorio 2\diseños mios\gustavo quimico\space and ansys modelo\DISEÑO 2.scdoc
Type	SpaceClaim
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	380,5 mm
Length Y	490,25 mm
Length Z	250,5 mm
Properties	
Volume	3,6555e+006 mm ³
Mass	29,055 kg
Scale Factor Value	1,
Statistics	
Bodies	6
Active Bodies	6
Nodes	45017
Elements	22874
Mesh Metric	None
Update Options	
Assign Default Material	No
Basic Geometry Options	
Solid Bodies	Yes
Surface Bodies	Yes
Line Bodies	Yes
Parameters	Independent
Parameter Key	
Attributes	Yes
Attribute Key	
Named Selections	Yes
Named Selection Key	
Material Properties	Yes
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	Yes
Coordinate System Key	
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes
Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Clean Bodies On Import	No
Stitch Surfaces On Import	None
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model (A4) > Geometry > Parts

Object Name	SimetríaPieza62^Ensamblaje 15-3	Pieza64^Ensamblaje 15-1	Pieza55^Ensamblaje 15-1	Pieza62^Ensamblaje 15-1	Pieza62^Ensamblaje 15-2	Pieza62^Ensamblaje 15-3
State	Meshed					
Graphics Properties						
Visible	Yes					
Transparency	1					
Definition						
Suppressed	No					
Stiffness Behavior	Flexible					
Coordinate System	Default Coordinate System					
Reference Temperature	By Environment					
Treatment	None					
Material						
Assignment	Structural Steel	Stainless steel, 304, annealed 2	Stainless steel, 304, annealed	Structural Steel		
Nonlinear Effects	Yes					
Thermal Strain Effects	Yes					
Bounding Box						
Length X	50,58 mm	380,5 mm	380, mm	50,58 mm		
Length Y	44,84 mm	460, mm	319,91 mm	44,84 mm		
Length Z	50,58 mm	250,5 mm	250, mm	50,58 mm		
Properties						
Volume	49714 mm ³	1,0623e+006 mm ³	2,3943e+006 mm ³	49714 mm ³		
Mass	0,39025 kg	8,4499 kg	19,044 kg	0,39025 kg		
Centroid X	348,17 mm	190, mm	189,99 mm	31,831 mm	348,17 mm	31,831 mm
Centroid Y	-13,34 mm	309,5 mm	147,84 mm	-13,34 mm		
Centroid Z	-221,65 mm	-124,99 mm	-125,08 mm	-28,351 mm	-221,65 mm	
Moment of Inertia Ip1	82,243 kg·mm ²	1,0944e+005 kg·mm ²	2,2327e+005 kg·mm ²	82,243 kg·mm ²		
Moment of Inertia Ip2	99,844 kg·mm ²	62197 kg·mm ²	57244 kg·mm ²	99,844 kg·mm ²		
Moment of Inertia Ip3	82,246 kg·mm ²	1,4827e+005 kg·mm ²	2,3056e+005 kg·mm ²	82,246 kg·mm ²		
Statistics						
Nodes	499	19145	23815	511	530	517
Elements	243	9740	12128	248	264	251
Mesh Metric	None					
CAD Attributes						
PartTolerance:	0,00000001					
Color:175.159.143						
Color:143.175.175						
Color:175.143.175						
Color:143.143.175						
Color:159.175.143						

TABLE 4
Model (A4) > Materials

Object Name	Materials
State	Fully Defined
Statistics	
Materials	3
Material Assignments	0

Coordinate Systems

TABLE 5
Model (A4) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	Global Coordinate System
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Coordinate System ID	0,
Origin	
Origin X	0, mm
Origin Y	0, mm
Origin Z	0, mm
Directional Vectors	
X Axis Data	[1, 0, 0,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]

Connections

TABLE 6
Model (A4) > Connections

Object Name	Connections
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 7
Model (A4) > Connections > Contacts

Object Name	Contacts
State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	

Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0
Tolerance Value	1,6731 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face-Face Angle Tolerance	75, °
Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	5
Active Connections	5

TABLE 8
Model (A4) > Connections > Contacts > Contact Regions

Object Name	Contact Region	Contact Region 2	Contact Region 3	Contact Region 4	Contact Region 5
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	2 Faces	10 Faces		2 Faces	
Target	2 Faces	9 Faces		2 Faces	
Contact Bodies	SimetríaPieza62^Ensamblaje15-3 SimetríaPieza62^Ensamblaje15-3	Pieza64^Ensamblaje15-1 Pieza64^Ensamblaje15-1	Pieza55^Ensamblaje15-1\Pieza55^Ensamblaje15-1		
Target Bodies	Pieza55^Ensamblaje15-1\Pieza55^Ensamblaje15-1		Pieza62^Ensamblaje15-1 Pieza62^Ensamblaje15-1	Pieza62^Ensamblaje15-2 Pieza62^Ensamblaje15-2	Pieza62^Ensamblaje15-3 Pieza62^Ensamblaje15-3
Protected	No				
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Program Controlled				
Trim Contact	Program Controlled				
Trim Tolerance	1,6731 mm				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Program Controlled				
Small Sliding	Program Controlled				
Detection Method	Program Controlled				
Penetration Tolerance	Program Controlled				
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Program Controlled				
Pinball Region	Program Controlled				
Geometric Modification					
Contact Geometry Correction	None				
Target Geometry Correction	None				

Mesh

TABLE 9
Model (A4) > Mesh

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Use Geometry Setting
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Element Order	Program Controlled
Element Size	Default
Sizing	
Use Adaptive Sizing	Yes
Resolution	Default (2)
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Span Angle Center	Coarse
Initial Size Seed	Assembly
Bounding Box Diagonal	669,24 mm
Average Surface Area	9736,5 mm ²
Minimum Edge Length	0,25 mm
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272

Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	No
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	45017
Elements	22874

Static Structural (A5)

TABLE 10
Model (A4) > Analysis

Object Name	Static Structural (A5)
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22, °C
Generate Input Only	No

TABLE 11
Model (A4) > Static Structural (A5) > Analysis Settings

Object Name	Analysis Settings	
State	Fully Defined	
Step Controls		
Number Of Steps	1,	
Current Step Number	1,	
Step End Time	1, s	
Auto Time Stepping	Program Controlled	
Solver Controls		
Solver Type	Program Controlled	
Weak Springs	Off	
Solver Pivot Checking	Program Controlled	
Large Deflection	Off	
Inertia Relief	Off	
Quasi-Static Solution	Off	
Rotordynamics Controls		
Coriolis Effect	Off	
Restart Controls		
Generate Restart Points	Program Controlled	
Retain Files After Full Solve	No	
Combine Restart Files	Program Controlled	
Nonlinear Controls		
Newton-Raphson Option	Program Controlled	
Force Convergence	Program Controlled	
Moment Convergence	Program Controlled	
Displacement Convergence	Program Controlled	
Rotation Convergence	Program Controlled	
Line Search	Program Controlled	
Stabilization	Program Controlled	
Advanced		
Inverse Option	No	
Contact Split (DMP)	Off	
Output Controls		
Stress	Yes	
Surface Stress	No	
Back Stress	No	
Strain	Yes	
Contact Data	Yes	
Nonlinear Data	No	
Nodal Forces	No	
Volume and Energy	Yes	
Euler Angles	Yes	
General Miscellaneous	No	
Contact Miscellaneous	No	
Store Results At	All Time Points	
Result File Compression	Program Controlled	
Analysis Data Management		
Solver Files Directory	C:\Users\ra3di\AppData\Local\Temp\WB_DESKTOP-BAIGHPG_ra3di_10828_2\unsaved_project_files\dp0\SYSTEMECH	
Future Analysis	None	
Scratch Solver Files Directory		
Save MAPDL db	No	
Contact Summary	Program Controlled	
Delete Unneeded Files	Yes	
Nonlinear Solution	Yes	
Solver Units	Active System	
Solver Unit System	nmm	

TABLE 12
Model (A4) > Static Structural (A5) > Loads

Object Name	Fixed Support	Pressure	Pressure 2
State	Fully Defined		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		

Geometry	4 Faces	1 Face
Definition		
Type	Fixed Support	Pressure
Suppressed	No	
Define By	Normal To	
Applied By	Surface Effect	
Loaded Area	Deformed	
Magnitude	0,41369 MPa (ramped)	

FIGURE 1
Model (A4) > Static Structural (A5) > Pressure

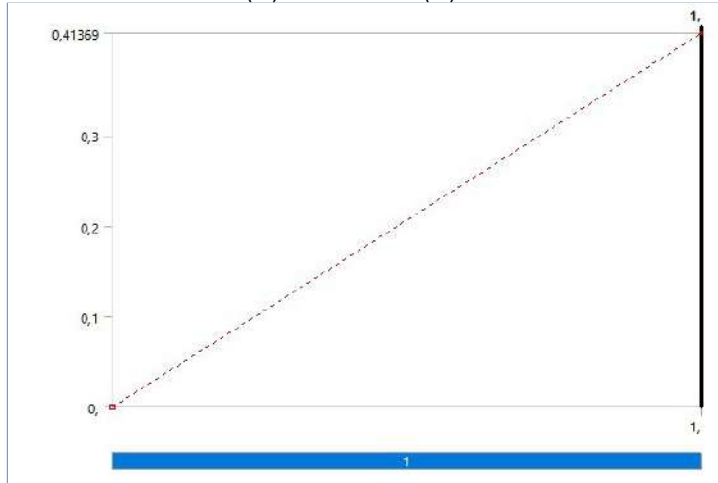
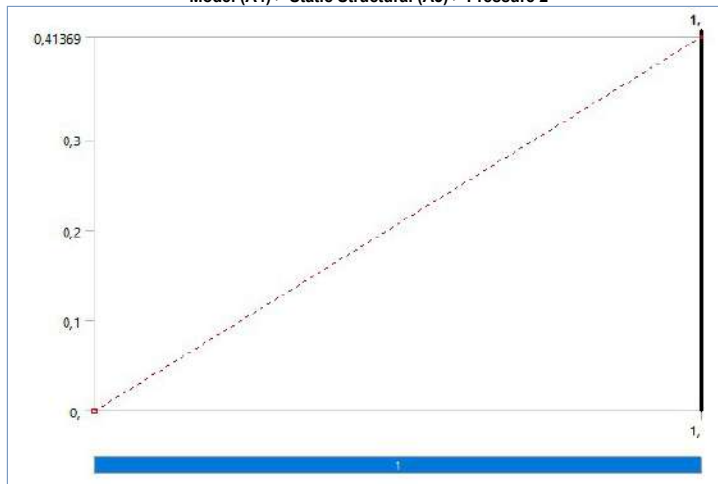


FIGURE 2
Model (A4) > Static Structural (A5) > Pressure 2



Solution (A6)

TABLE 13
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution

Object Name	Solution (A6)
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Information	
Status	Done
MAPDL Elapsed Time	8 m 38 s
MAPDL Memory Used	415, MB
MAPDL Result File Size	42,938 MB
Post Processing	
Beam Section Results	No
On Demand Stress/Strain	No

TABLE 14
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Solution Information

Object Name	Solution Information
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2,5 s
Display Points	All
FE Connection Visibility	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors
Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type

Visible on Results	No
Line Thickness	Single
Display Type	Lines

TABLE 15
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Results

Object Name	Total Deformation	Equivalent Stress
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Total Deformation	Equivalent (von-Mises) Stress
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Results		
Minimum	0, mm	9,9778e-004 MPa
Maximum	4,5691e-002 mm	25,868 MPa
Average	1,8251e-002 mm	3,0343 MPa
Minimum Occurs On	SimetríaPieza62^Ensamblaje15-3 SimetríaPieza62^Ensamblaje15-3 Pieza64^Ensamblaje15-1\Pieza64^Ensamblaje15-1	
Maximum Occurs On	Pieza55^Ensamblaje15-1\Pieza55^Ensamblaje15-1	
Minimum Value Over Time		
Minimum	0, mm	1,9956e-004 MPa
Maximum	0, mm	9,9778e-004 MPa
Maximum Value Over Time		
Minimum	9,1381e-003 mm	5,1736 MPa
Maximum	4,5691e-002 mm	25,868 MPa
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	4	
Iteration Number	6	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Average Across Bodies	No	

FIGURE 3
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation

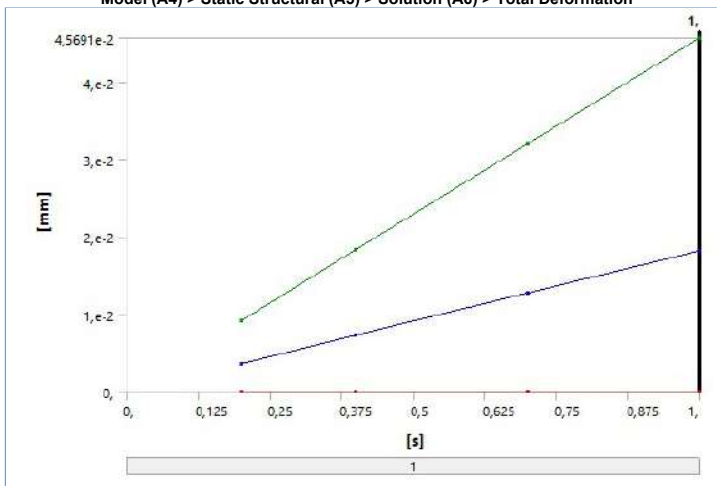


TABLE 16
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
0.2	0,	9,1381e-003	3,6502e-003
0.4		1,8276e-002	7,3004e-003
0.7		3,1983e-002	1,2776e-002
1,		4,5691e-002	1,8251e-002

FIGURE 4
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation > Figure

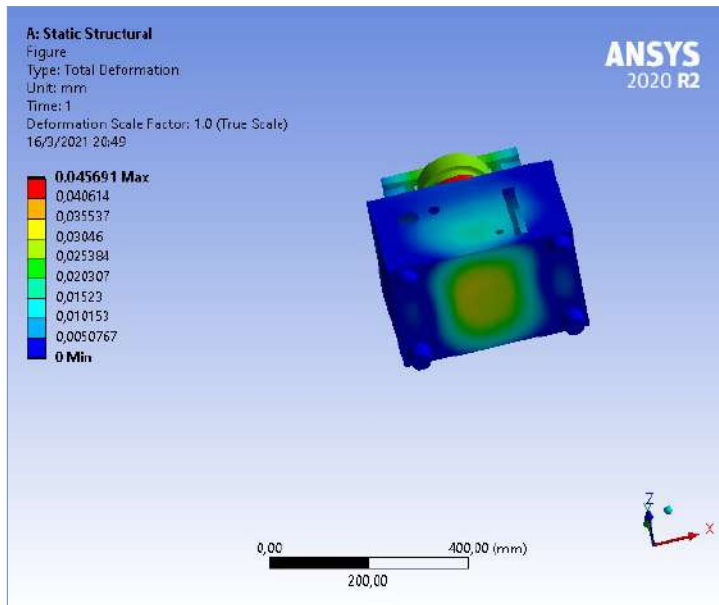


FIGURE 5
 Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Total Deformation > Figure 2

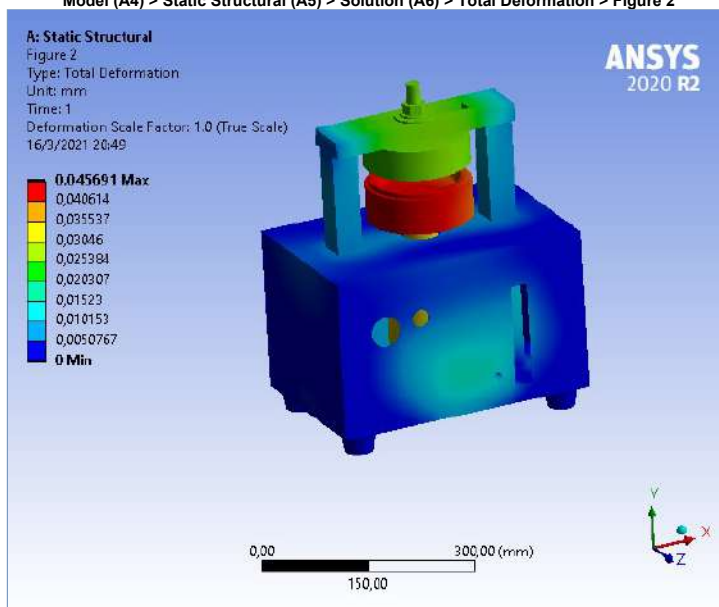


FIGURE 6
 Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Equivalent Stress

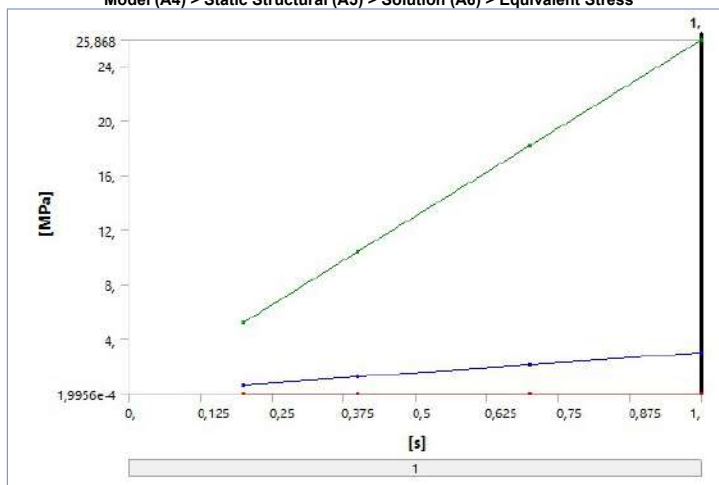


TABLE 17
 Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Equivalent Stress

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
0.2	1,9956e-004	5,1736	0,60685
0.4	3,9911e-004	10,347	1,2137
0.7	6,9844e-004	18,108	2,124

1,	9,9778e-004	25,868	3,0343
----	-------------	--------	--------

FIGURE 7
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Equivalent Stress > Figure

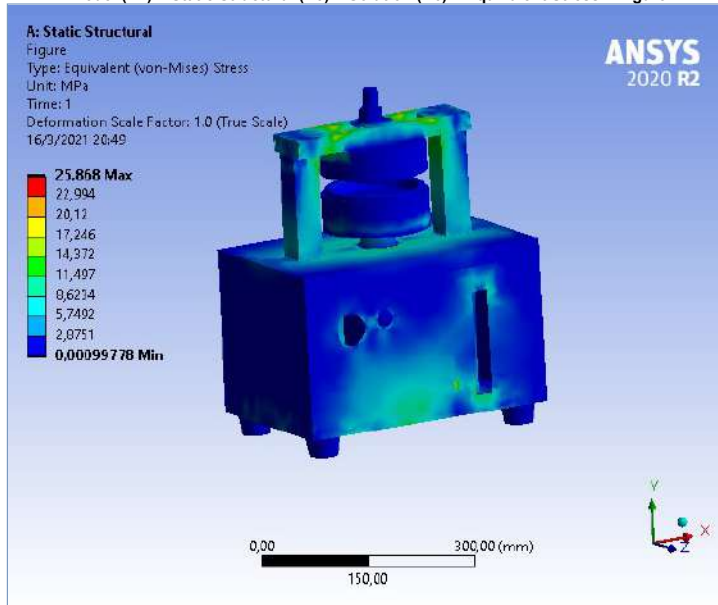


FIGURE 8
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Equivalent Stress > Figure 2

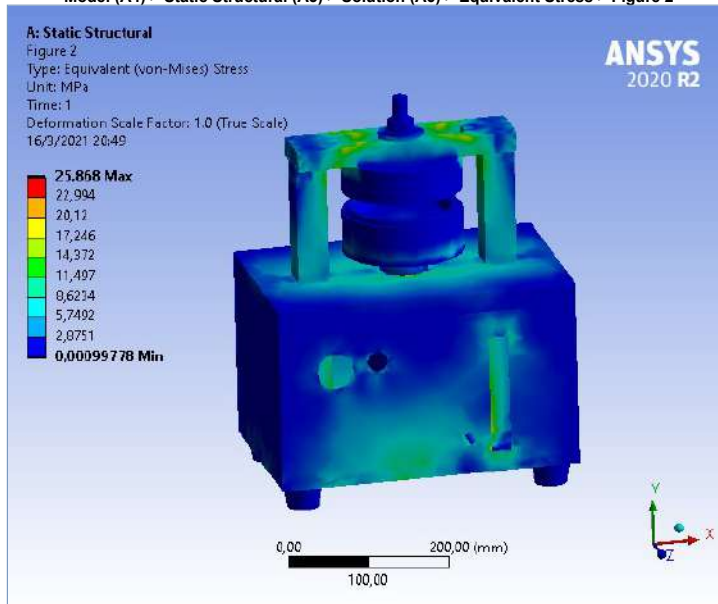


TABLE 18
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Stress Safety Tools

Object Name	Stress Tool
State	Solved
Definition	
Theory	Max Shear Stress
Factor	0,5
Stress Limit Type	Tensile Yield Per Material

TABLE 19
Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Stress Tool > Results

Object Name	Safety Factor
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Safety Factor
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Suppressed	No
Integration Point Results	
Display Option	Averaged
Average Across Bodies	No
Results	
Minimum	9,0536

Minimum Occurs On	Pieza55^Ensamblaje15-1\Pieza55^Ensamblaje15-1
Minimum Value Over Time	
Minimum	9,0536
Maximum	15,
Maximum Value Over Time	
Minimum	15,
Maximum	15,
Information	
Time	1, s
Load Step	1
Substep	4
Iteration Number	6

FIGURE 9
 Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Stress Tool > Safety Factor

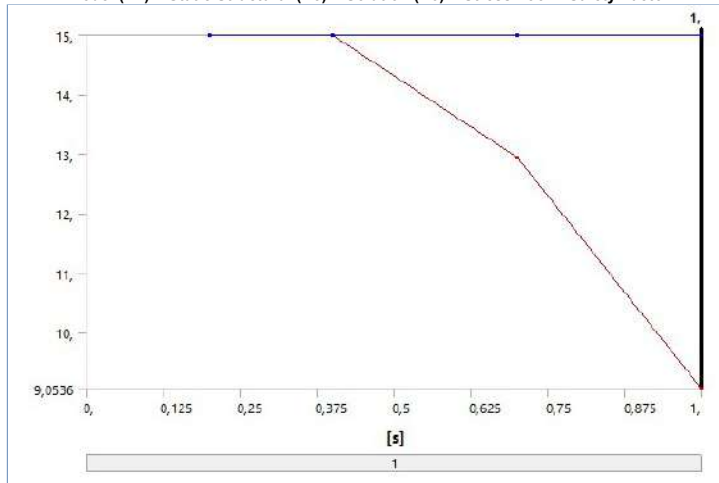
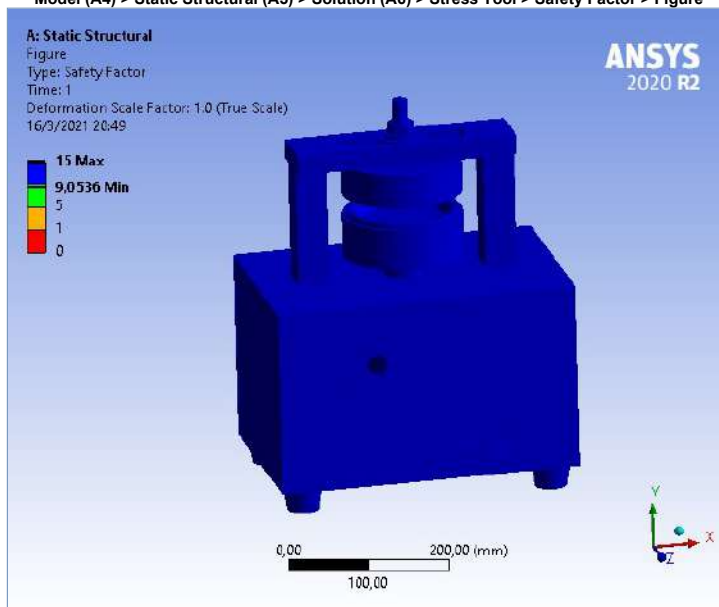


TABLE 20
 Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Stress Tool > Safety Factor

Time [s]	Minimum	Maximum	Average
0,2	15,	15,	15,
0,4			
0,7	12,934	15,	14,993
1,	9,0536		

FIGURE 10
 Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Stress Tool > Safety Factor > Figure



Material Data

Structural Steel

TABLE 21
 Structural Steel > Constants

Density	7,85e-006 kg mm ⁻³
Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-005 C ⁻¹
Specific Heat	4,34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Thermal Conductivity	6,05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹
Resistivity	1,7e-004 ohm mm

TABLE 22
 Structural Steel > Color

--	--	--	--

Red	Green	Blue
132,	139,	179,

TABLE 23
Structural Steel > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa
0,

TABLE 24
Structural Steel > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa
250,

TABLE 25
Structural Steel > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa
250,

TABLE 26
Structural Steel > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa
460,

TABLE 27
Structural Steel > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C
22,

TABLE 28
Structural Steel > S-N Curve

Alternating Stress MPa	Cycles	Mean Stress MPa
3999,	10,	0,
2827,	20,	0,
1896,	50,	0,
1413,	100,	0,
1069,	200,	0,
441,	2000,	0,
262,	10000,	0,
214,	20000,	0,
138,	1,e+005,	0,
114,	2,e+005,	0,
86,2	1,e+006,	0,

TABLE 29
Structural Steel > Strain-Life Parameters

Strength Coefficient MPa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient MPa	Cyclic Strain Hardening Exponent
920,	-0,106	0,213	-0,47	1000,	0,2

TABLE 30
Structural Steel > Isotropic Elasticity

Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa	Temperature C
2,e+005	0,3	1,6667e+005	76923	

TABLE 31
Structural Steel > Isotropic Relative Permeability

Relative Permeability
10000

Stainless steel, 304, annealed 2

TABLE 32
Stainless steel, 304, annealed 2 > Constants

Density	7,954e-006 kg mm ⁻³
Tensile Yield Strength	252,1 MPa
Tensile Ultimate Strength	562,3 MPa
Isotropic Resistivity	7,075e-004 ohm mm

TABLE 33
Stainless steel, 304, annealed 2 > Appearance

Red	Green	Blue
153,	153,	153,
Opacity		
1,		
Metallic Finish		
1,		

TABLE 34
Stainless steel, 304, annealed 2 > Isotropic Elasticity

Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa	Temperature C
2,089e+005	0,27	1,5138e+005	82244	-198,3
2,048e+005	0,27	1,4841e+005	80630	-128,9
2,013e+005	0,27	1,4587e+005	79252	-73,33
1,951e+005	0,27	1,4138e+005	76811	21,11
1,896e+005	0,27	1,3739e+005	74646	93,33
1,862e+005	0,27	1,3493e+005	73307	148,9
1,82e+005	0,27	1,3188e+005	71654	204,4
1,786e+005	0,27	1,2942e+005	70315	260,
1,744e+005	0,27	1,2638e+005	68661	315,6
1,71e+005	0,27	1,2391e+005	67323	371,1
1,662e+005	0,27	1,2043e+005	65433	426,7
1,62e+005	0,27	1,1739e+005	63780	482,2
1,572e+005	0,27	1,1391e+005	61890	537,8
1,517e+005	0,27	1,0993e+005	59724	593,3
1,462e+005	0,27	1,0594e+005	57559	648,9
1,4e+005	0,27	1,0145e+005	55118	704,4

1,324e+005	0,27	95942	52126	760,
1,248e+005	0,27	90435	49134	815,6

TABLE 35
Stainless steel, 304, annealed 2 > Multilinear Isotropic Hardening

Stress MPa	Plastic Strain mm mm ⁻¹	Temperature C
264,5	0,	20,
376,2	4,444e-002	20,
461,9	8,889e-002	20,
530,8	0,1333	20,
590,1	0,1778	20,
644,8	0,2222	20,
697,5	0,2667	20,
748,9	0,3111	20,
797,2	0,3556	20,
838,6	0,4	20,
176,4	0,	430,
306,	6,667e-002	430,
406,8	0,1333	430,
485,7	0,2	430,
548,2	0,2667	430,
598,2	0,3333	430,
638,7	0,4	430,
671,1	0,4667	430,
695,4	0,5333	430,
710,5	0,6	430,
164,1	0,	650,
235,7	5,e-002	650,
293,6	0,1	650,
339,6	0,15	650,
375,6	0,2	650,
403,4	0,25	650,
424,8	0,3	650,
441,7	0,35	650,
455,9	0,4	650,
469,4	0,45	650,
119,1	0,	816,
162,6	5,556e-002	816,
183,9	0,1111	816,
195,7	0,1667	816,
204,5	0,2222	816,
212,8	0,2778	816,
220,4	0,3333	816,
226,	0,3889	816,
228,7	0,4444	816,
230,1	0,5	816,

TABLE 36
Stainless steel, 304, annealed 2 > S-N Curve

Alternating Stress MPa	Cycles	R-Ratio
600,8	100,	-1,
522,9	464,2	-1,
461,	2154,	-1,
408,8	10000	-1,
363,5	46420	-1,
323,6	2,154e+005	-1,
288,3	1,e+006	-1,
256,9	4,642e+006	-1,
228,9	2,154e+007	-1,
204,	1,e+008	-1,

TABLE 37
Stainless steel, 304, annealed 2 > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Coefficient of Thermal Expansion C ⁻¹	Temperature C
1,073e-005	-260,2
1,356e-005	-171,7
1,488e-005	-83,31
1,538e-005	5,113
1,592e-005	93,53
1,642e-005	182,
1,691e-005	270,4
1,737e-005	358,8
1,782e-005	447,2
1,824e-005	535,6
1,863e-005	624,1
1,9e-005	712,5
1,936e-005	800,9
1,968e-005	889,3
1,999e-005	977,7
2,027e-005	1066,
2,053e-005	1155,
2,077e-005	1243,
2,099e-005	1331,
2,118e-005	1420,
Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C	
20,	

TABLE 38
Stainless steel, 304, annealed 2 > Isotropic Thermal Conductivity

Thermal Conductivity W mm ⁻¹ C ⁻¹	Temperature C
1,487e-002	20,
1,488e-002	21,11
1,506e-002	37,78
1,558e-002	65,56
1,61e-002	93,33

1,662e-002	121,1
1,696e-002	148,9
1,748e-002	176,7
1,8e-002	204,4
1,835e-002	232,2
1,887e-002	260,
1,921e-002	287,8
1,956e-002	315,6
2,008e-002	343,3
2,042e-002	371,1
2,077e-002	398,9
2,129e-002	426,7
2,163e-002	454,4
2,198e-002	482,2
2,233e-002	510,
2,267e-002	537,8
2,319e-002	565,6
2,354e-002	593,3
2,388e-002	621,1
2,423e-002	648,9
2,475e-002	676,7
2,51e-002	704,4
2,544e-002	732,2
2,579e-002	760,
2,613e-002	787,8
2,648e-002	815,6

TABLE 39
Stainless steel, 304, annealed 2 > Specific Heat Constant Pressure

Specific Heat mJ kg ⁻¹ C ⁻¹	Temperature C
7111,	-260,2
2,183e+005	-192,3
3,588e+005	-124,4
4,332e+005	-56,47
4,706e+005	11,43
4,857e+005	79,32
4,957e+005	147,2
5,007e+005	215,1
5,043e+005	283,
5,089e+005	350,9
5,16e+005	418,8
5,263e+005	486,7
5,396e+005	554,6
5,553e+005	622,5
5,723e+005	690,4
5,894e+005	758,3
6,05e+005	826,2
6,176e+005	894,1
6,261e+005	962,
6,292e+005	1030,

Stainless steel, 304, annealed

TABLE 40
Stainless steel, 304, annealed > Constants

Density	7,954e-006 kg mm ⁻³
Tensile Yield Strength	252,1 MPa
Tensile Ultimate Strength	562,3 MPa
Isotropic Resistivity	7,075e-004 ohm mm

TABLE 41
Stainless steel, 304, annealed > Appearance

	Red	Green	Blue
Opacity	153,	153,	153,
Metallic Finish	1,		

TABLE 42
Stainless steel, 304, annealed > Isotropic Elasticity

Young's Modulus MPa	Poisson's Ratio	Bulk Modulus MPa	Shear Modulus MPa	Temperature C
2,089e+005	0,27	1,5138e+005	82244	-198,3
2,048e+005	0,27	1,4841e+005	80630	-128,9
2,013e+005	0,27	1,4587e+005	79252	-73,33
1,951e+005	0,27	1,4138e+005	76811	21,11
1,896e+005	0,27	1,3739e+005	74646	93,33
1,862e+005	0,27	1,3493e+005	73307	148,9
1,82e+005	0,27	1,3188e+005	71654	204,4
1,786e+005	0,27	1,2942e+005	70315	260,
1,744e+005	0,27	1,2638e+005	68661	315,6
1,71e+005	0,27	1,2391e+005	67323	371,1
1,662e+005	0,27	1,2043e+005	65433	426,7
1,62e+005	0,27	1,1739e+005	63780	482,2
1,572e+005	0,27	1,1391e+005	61890	537,8
1,517e+005	0,27	1,0993e+005	59724	593,3
1,462e+005	0,27	1,0594e+005	57559	648,9
1,4e+005	0,27	1,0145e+005	55118	704,4
1,324e+005	0,27	95942	52126	760,
1,248e+005	0,27	90435	49134	815,6

TABLE 43
Stainless steel, 304, annealed > Multilinear Isotropic Hardening

Stress MPa	Plastic Strain mm mm ⁻¹	Temperature C

264,5	0,	20,
376,2	4,444e-002	20,
461,9	8,889e-002	20,
530,8	0,1333	20,
590,1	0,1778	20,
644,8	0,2222	20,
697,5	0,2667	20,
748,9	0,3111	20,
797,2	0,3556	20,
838,6	0,4	20,
176,4	0,	430,
306,	6,667e-002	430,
406,8	0,1333	430,
485,7	0,2	430,
548,2	0,2667	430,
598,2	0,3333	430,
638,7	0,4	430,
671,1	0,4667	430,
695,4	0,5333	430,
710,5	0,6	430,
164,1	0,	650,
235,7	5,e-002	650,
293,6	0,1	650,
339,6	0,15	650,
375,6	0,2	650,
403,4	0,25	650,
424,8	0,3	650,
441,7	0,35	650,
455,9	0,4	650,
469,4	0,45	650,
119,1	0,	816,
162,6	5,556e-002	816,
183,9	0,1111	816,
195,7	0,1667	816,
204,5	0,2222	816,
212,8	0,2778	816,
220,4	0,3333	816,
226,	0,3889	816,
228,7	0,4444	816,
230,1	0,5	816,

TABLE 44
Stainless steel, 304, annealed > S-N Curve

Alternating Stress MPa	Cycles	R-Ratio
600,8	100,	-1,
522,9	464,2	-1,
461,	2154,	-1,
408,8	10000	-1,
363,5	46420	-1,
323,6	2,154e+005	-1,
288,3	1,e+006	-1,
256,9	4,642e+006	-1,
228,9	2,154e+007	-1,
204,	1,e+008	-1,

TABLE 45
Stainless steel, 304, annealed > Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion

Coefficient of Thermal Expansion C ⁻¹	Temperature C
1,073e-005	-260,2
1,356e-005	-171,7
1,488e-005	-83,31
1,538e-005	5,113
1,592e-005	93,53
1,642e-005	182,
1,691e-005	270,4
1,737e-005	358,8
1,782e-005	447,2
1,824e-005	535,6
1,863e-005	624,1
1,9e-005	712,5
1,936e-005	800,9
1,968e-005	889,3
1,999e-005	977,7
2,027e-005	1066,
2,053e-005	1155,
2,077e-005	1243,
2,099e-005	1331,
2,118e-005	1420,
Zero-Thermal-Strain Reference Temperature C	
20,	

TABLE 46
Stainless steel, 304, annealed > Isotropic Thermal Conductivity

Thermal Conductivity W mm ⁻¹ C ⁻¹	Temperature C
1,487e-002	20,
1,488e-002	21,11
1,506e-002	37,78
1,558e-002	65,56
1,61e-002	93,33
1,662e-002	121,1
1,696e-002	148,9
1,748e-002	176,7
1,8e-002	204,4
1,835e-002	232,2

1,887e-002	260,
1,921e-002	287,8
1,956e-002	315,6
2,008e-002	343,3
2,042e-002	371,1
2,077e-002	398,9
2,129e-002	426,7
2,163e-002	454,4
2,198e-002	482,2
2,233e-002	510,
2,267e-002	537,8
2,319e-002	565,6
2,354e-002	593,3
2,388e-002	621,1
2,423e-002	648,9
2,475e-002	676,7
2,51e-002	704,4
2,544e-002	732,2
2,579e-002	760,
2,613e-002	787,8
2,648e-002	815,6

TABLE 47
Stainless steel, 304, annealed > Specific Heat Constant Pressure

Specific Heat $\text{mJ kg}^{-1} \text{C}^{-1}$	Temperature C
7111,	-260,2
2,183e+005	-192,3
3,588e+005	-124,4
4,332e+005	-56,47
4,706e+005	11,43
4,857e+005	79,32
4,957e+005	147,2
5,007e+005	215,1
5,043e+005	283,
5,089e+005	350,9
5,16e+005	418,8
5,263e+005	486,7
5,396e+005	554,6
5,553e+005	622,5
5,723e+005	690,4
5,894e+005	758,3
6,05e+005	826,2
6,176e+005	894,1
6,261e+005	962,
6,292e+005	1030,

	INFORME DE LABORATORIO	Revisión 01
		Código: RE-LAB-01
Emitido: 21/12/2020	Departamento Emisor: LABORATORIO DE CALIDAD	Página: 1

DATOS GENERALES DEL CLIENTE

Nombre: ARGUELLO DUEÑAS ANGEL / TORRES CABRERA KAREN
Dirección: GUAYAS / GUAYAQUIL / TARQUI / COLINAS DE LA ALBORADA.
Teléfono: 0978915687
Correo electrónico: karenlissett@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo:
Recepción: 20/12/2020
Realizado por: Ing. Sergio Freire
Cliente: Karen Torres
Código de Muestra: PLBB001

ENSAYO DE RESISTENCIA DE BANDEJAS

NORMA DE ENSAYO

NTE INEN - ISO 6383-1:2014

INFORMACION DE LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Producto: BANDEJA BIODEGRADABLE

INFORMACION DEL ENSAYO

Equipos utilizados: INSTRON UNIVERSAL
Velocidad de ensayo: 200 mm/min Separación entre mordazas: 75 mm

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura (máx./min.): 22.4 °C /21.7 °C.

DESCRIPCION DEL ENSAYO RELIZADO A LA MUESTRA DE BANDEJA BIODEGRADABLE

- PRUEBA DE RESISTENCIA DE BANDEJAS BIODEGRADABLES**

El equipo utilizado es medidor de fuerza universal, que posee una celda de carga sensible a la fuerza contraria que ejercerá un artículo al ser comprimido

La medición de la compresión de productos descartables corresponde a procedimientos que se realizan para obtener información sobre el comportamiento de materiales celulares bajo cargas compresivas, y su correlación, con las mezclas de resinas, las variables de extrusión en el procedimiento de espumado del poliestireno y las variables de termoformado.



INFORME DE LABORATORIO

Revisión
01

Código:
RE-LAB-01

Emitido:
21/12/2020

Departamento Emisor:
LABORATORIO DE CALIDAD

Página:
2



EQUIPO DE RESISTENCIA DE BANDEJAS



PRUEBA DE RESITENCIA



PESAJE DE BANDEJAS



MEDICION DE ESPESORES

	<p style="text-align: center;">INFORME DE LABORATORIO</p>	<p style="text-align: center;">Revisión 01</p>
		<p style="text-align: center;">Código: RE-LAB-01</p>
<p style="text-align: center;">Emitido: 21/12/2020</p>	<p style="text-align: center;">Departamento Emisor: LABORATORIO DE CALIDAD</p>	<p style="text-align: center;">Página: 3</p>

Bandeja 6"		Bandeja biodegradable	
$X_{\text{peso-promedio}} = 1,86 \text{ g}$		$X_{\text{peso-promedio}} = 46,82 \text{ g}$	
Resistencia (KgF)	Espesor (mm)	Resistencia (KgF)	Espesor (mm)
11,75	2,21	37,00	3,41
11,17	2,25	31,20	3,43
12,87	2,46	33,08	3,37
13,00	2,31	34,71	3,38
13,06	2,23	35,61	3,37
Promedio	12,525	2,292	34,52

OBSERVACIONES:

- La muestra y la información de la misma fueron proporcionados por el cliente.
- Las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia, peso y espesor de su superficie.
- Las muestras proporcionadas por el cliente fueron comparadas con un producto propio de la empresa, de similares características físicas.
- Los datos calculados, resultaron ser los esperados; ya que al hacer una comparación entre los dos tipos de bandejas, es notorio que la bandeja biodegradable iba a tener mayor peso y resistencia, debido a los componentes de su estructura.
- Las propiedades resultantes de las bandejas biodegradables (resistencia, peso y espesor), presenta valores de calidad para ser utilizadas en lo que requiere el cliente.

Los resultados declarados en este informe se refieren únicamente a los objetos ensayados en instrumentos y equipos calibrados.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24 / 08 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: ARGUELLO DUEÑAS ANGEL GUSTAVO TORRES CABRERA KAREN LISSETTE
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS
Carrera: INGENIERÍA QUÍMICA
Título a optar: INGENIERO/A QUÍMICO
f. Analista de Biblioteca responsable: Lcdo. Holger Ramos, MSc.



Firmado electrónicamente por:
**HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA**

1253-DBRA-UPT-2021