

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESPERCULADORA DE RODILLOS PARA EL ÁREA APÍCOLA

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

DAVID EDUARDO BENALCÁZAR ROJAS
davincict3000@hotmail.com

DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS
jvargas@epn.edu.ec

Quito, Abril 2015

DECLARACIÓN

Yo, David Eduardo Benalcázar Rojas declaro que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional; y, que ha sido consultado en la referencia bibliográfica que se adjuntan en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente

David Eduardo Benalcázar Rojas

CERTIFICACIÓN

Certificamos que bajo nuestra dirección, el presente proyecto de titulación fue realizado en su totalidad por el señor: DAVID EDUARDO BENALCAZAR ROJAS

Ing. Jaime Vargas T.
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Jorge Escobar L.
CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

A Dios

A mis abuelos, quienes me enseñaron el valor del esfuerzo y siempre me alentaron en los estudios.

A mis padres Eduardo y Nelly, y a mis hermanos quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo de toda la vida.

A Cristina, cuyo amor logró una motivación importante en mi vida.

A mis amigos con quienes hemos compartido vivencias memorables.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jaime Vargas
Por su dirección, apoyo y amistad
brindada durante la realización de este
Proyecto.

A todos los profesores
quienes impartieron sus conocimientos
con desinterés y ahínco en bienestar
del estudiante y la ciencia.

A Doña Gloria Castellanos
quien demostró un cariño y
apoyo incondicional
a los estudiantes de la facultad.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
CONTENIDO.....	V
RESUMEN	XI
PRESENTACIÓN	XIII
1 CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	1
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	1
1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	1
1.4 CONCEPTOS BÁSICOS	2
1.4.1 La abeja melífera	2
1.4.2 Colmena	3
1.4.3 Panal.....	3
1.4.4 El veneno de la abeja	4
1.4.5 Propóleo	5
1.4.6 Desoperculado.....	5
1.4.7 La cera del opérculo	6
1.4.8 Demanda	10
1.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACION.....	13
1.1.1 DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO.....	13
1.6 OFERTA ACTUAL	15
1.7 AMENAZAS DE LA INDUSTRIA APÍCOLA.....	17
1.7.1 Los pesticidas aplicados en las plantaciones	17
1.7.2 Enfermedades de las abejas	17

1.7.3 Monocultivos extensivos	17
1.7.4 Otros animales.....	188
1.7.5 Deforestación indiscriminada	18
1.8 LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA APICULTURA.....	18
2 CAPÍTULO II.....	19
2.1 PARAMETROS DE DISEÑO	19
2.2 estudio y selección de ALTERNATIVAS	19
2.2.1 Alternativa 1	20
2.2.2 Alternativa 2.....	21
2.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ADECUADA.....	22
2.3.1 Costos de Construcción	23
2.3.2 Facilidad de construcción	23
2.3.3 Tiempo de operación	23
2.3.4 Calidad de desoperculado	23
2.4 Protocolo de pruebas al equipo	24
2.4.1 Verificación visual de todos los componentes	24
2.4.2 Trabajo sin carga	25
2.4.3 Trabajo con carga.....	25
3 CAPÍTULO III DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS A CONSTRUIR.....	26
3.1 Descripción general del equipo a construir	26
3.1.1 sistema de corte	26
3.1.2 sistema de control.....	26
3.1.3 sistema de transmisión de potencia.....	26
3.1.4 filtrado de los opérculos y recolección	27
3.1.5 Consideraciones Especiales.....	27
3.1.6 Dimensionamiento de la máquina.....	28
3.2 ESTUDIO DE CAMPO PARA LAS CUCHILLAS DE CORTE	28

3.2.1 ANÁLISIS.....	30
3.2.2 Determinación de las fuerza de corte	30
3.3 selección del motor	32
3.3.1 Diseño de los ejes que soportara las cuchillas	34
3.3.2 Cuchillas de corte	40
3.3.3 Selección de chumaceras.....	40
3.4 Selección de bandas y poleas	43
3.5 Diseño de la lengüeta	44
3.6 CÁLCULO DE ENGRANAJES.....	46
3.7 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	49
3.7.1 CÁLCULO DE EL CONTENEDOR DE ACERO INOXIDABLE	51
3.7.2 PLANOS DE TALLER Y MONTAJE	53
4 CAPÍTULO IV CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO	54
4.1 ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCION.....	54
4.2 CONSTRUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	55
4.2.1 Estructura	55
4.2.2 Contenedor de acero inoxidable.....	56
4.2.3 Tapa metálica	57
4.2.4 Eje portacuchillas.....	57
4.2.5 Poleas.....	58
4.2.6 Guía interior	58
4.2.7 Barra estabilizadora.....	59
4.2.8 MONTAJE DE LA MÁQUINA.....	59
4.2.9 PRUEBAS DE CAMPO.....	63
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	64
5 CAPÍTULO V ANÁLISIS ECONÓMICO	65
5.1 COSTOS.....	65

5.1.1 COSTO DE DISEÑO	65
5.1.2 COSTO DE MATERIA PRIMA.....	66
5.1.3 COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS	66
5.1.4 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	67
5.1.5 COSTOS ADICIONALES.....	68
5.1.6 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA	68
6 CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
6.1 CONCLUSIONES	69
6.2 RECOMENDACIONES	70
7 BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS	73

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 ABEJA MELÍFERA.....	3
FIGURA 1.2 PANAL DE CERA CON ABEJAS.....	4
FIGURA 1.3 TAPA DE COLMENA CON PROPÓLEO.....	5
FIGURA 1.4 EXTRACCIÓN MARCO DE LA COLMENA.....	7
FIGURA 1.5 DESOPERCULADO MANUAL.....	7
FIGURA 1.6 FILTRADO DEL OPÉRCULO.....	8
FIGURA 1.7 FUNDICIÓN DEL OPÉRCULO.....	9
FIGURA 1.8 BLOQUE DE CERA DE ABEJA E IMPUREZAS.....	9
FIGURA 1.9 LAMINADORA CON UNA LÁMINA DE CERA.....	10
FIGURA 1.10 PROCESO DE DESOPERCULADO MANUAL.....	12
FIGURA 1.11 CENTRIFUGADO MANUAL.....	12
FIGURA 1.12 SIMBOLOGÍA INTERNACIONAL.....	13
FIGURA 2.1 ALTERNATIVA No.1 DESOPERCULADORA DE UN RODILLO....	20
FIGURA 2.2 ALTERNATIVA No 2. DESOPERCULADORA DE DOS ROD.....	21
FIGURA 3.1 ENSAYO 1 - CUCHILLAS COMERCIALES.....	28
FIGURA 3.2 ENSAYO - 2 CUCHILLAS DE PUNTAS METÁLICAS.....	29
FIGURA 3.3 ENSAYO - 3 CUCHILLAS RECTAS.....	29
FIGURA 3.4 DETERMINACIÓN DE LA FUERZA PARA EL CORTE.....	31
FIGURA 4.1 TAPA LATERAL DEL CONTENEDOR.....	56
FIGURA 4.2 FRESADO DE CANALES PARA CUCHILLA EN EJE DE GRILÓN	57
FIGURA 4.3 GUÍA.....	58
FIGURA 4.4 POLEAS CON EJES DE GRILÓN.....	60
FIGURA 4.5 CONTENEDOR INSTALADO SOBRE ESTRUCTURA.....	60
FIGURA 4.6 INSTALACIÓN DEL SISTEMA MOTOR REDUCTOR.....	61
FIGURA 4.7 SISTEMA DE BANDAS POLEAS INSTALADO.....	61
FIGURA 4.8 MÁQUINA CON PROTECCIONES DE SEGURIDAD.....	62
FIGURA 4.9 MÁQUINA ENSAMBLADA COMPLETA.....	62
FIGURA 4.10 MÁQUINA ENSAMBLADA COMPLETAMENTE.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	13
TABLA 1.2 ACTIVIDAD Y TIPO DE OPERACIÓN.....	14
TABLA 1.3 PROMEDIO DE CONSUMO DE MIEL DE ABEJA EN QUITO	15
TABLA 2.1 VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	24
TABLA 3.1 ANÁLISIS DE CUCHILLAS.....	30
TABLA 3.2 PROMEDIO DE RESULTADOS FUERZA CORTANTE	31
TABLA 4.1 EQUIPOS, HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	54
TABLA 4.2 MATERIA PRIMA UTILIZADA	55
TABLA 4.3 ELEMENTOS NORMALIZADOS	55
TABLA 5.1 COSTOS DE DISEÑO	65
TABLA 5.2 COSTOS DE MATERIA PRIMA.....	66
TABLA 12.3 COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	66
TABLA 12.4 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	67
TABLA 5.5 COSTOS DE EQUIPOS EMPLEADOS	67
TABLA 12.6 COSTOS ADICIONALES.....	68
TABLA 5.7 COSTOS TOTALES.....	68

RESUMEN

El presente proyecto de tesis se ha desarrollado por la necesidad de realizar el proceso de desoperculado de una manera más eficiente y cómoda para el apicultor. El desoperculado consiste en retirar una capa de cera de abeja que se encuentra sobre las celdillas del panal, el mismo que es construido por las abejas una vez que dicha celdilla se ha llenado de miel, producto de la recolección realizada por todas las abejas obreras de la colmena.

El proceso de desoperculado es uno de los procesos que más tiempo lleva dentro de la extracción de miel, por ello se ha tomado la decisión de diseñar y construir un prototipo que permita retirar la cera de opérculo de manera rápida, ágil y segura. A continuación se detalla el contenido de cada capítulo.

El capítulo uno permite conocer preceptos propios del área apícola así como otros datos de interés.

El capítulo dos permite analizar las alternativas posibles para el diseño de la máquina desoperculadora, tomando en cuenta varios factores tales como costos, tiempo entre otros.

En el capítulo tres se presenta un análisis de cálculos realizados para el diseño de la máquina y sus componentes, así como también la simulación de dos componentes importantes como lo son la armadura, y el contenedor de acero inoxidable en programas adecuados tales como SAP 2000 y SolidWorks en su módulo de simulación.

El capítulo cuatro aborda la construcción, montaje y las pruebas de campo aplicadas al modelo.

El capítulo quinto detalla los valores económicos invertidos en este proyecto, tales como costos de diseño y construcción.

El capítulo sexto contiene conclusiones y recomendaciones sobresalientes de este documento, así como la bibliografía ocupada en el desarrollo de este proyecto

PRESENTACIÓN

La industria apícola dentro del Ecuador es una de las actividades menos desarrolladas a nivel suramericano debido a varios factores, sea por falta de promoción, como a la falta de conocimiento técnico de nuestros apicultores.

El presente proyecto plantea reducir el tiempo de desoperculado, con lo cual se obtiene un menor tiempo de trabajo, esfuerzo y fatiga del operador, permitiéndole al mismo un mayor confort.

La tecnificación de la industria apícola permite una visión mas alentadora de la industria nacional, así como también una mayor competitividad en el mercado a nivel internacional, dando lugar a que mieles nacionales sean competitivas a nivel suramericano. Si se toma en consideración que nuestro país cuenta con una gran cantidad de recursos naturales a ser aprovechados por nuestros apicultores, los cuales pueden realizar una extracción más tecnificada y enfocada en una producción mayor de miel.

Se debe realizar un control de los factores amenazantes en el área apícola como son: la tala indiscriminada de bosques, incendios forestales, el uso indiscriminado de insecticidas en el agro, la reducción de recursos hídricos naturales, enfermedades, entre otros que merman la densidad poblacional de la colmena y del apiario, lo que inside directamente en la disminución considerable en la recolección de néctar, polen y propóleos.

De lo anteriormente expuesto se puede colegir que este proyecto es un apoyo para la industria apícola e impulsa el desarrollo de la apicultura dentro del Ecuador a base de técnicas más modernas de extracción disminuyendo el estrés de la colmena y la fatiga del operario.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una máquina para el área apícola que permita una mayor rapidez en el proceso de desoperculado

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aplicar los conceptos teóricos y prácticos aprendidos en la facultad de ingeniería mecánica
- Investigar y analizar los procesos de extracción de miel de abeja especificando el proceso de desoperculado
- Diseñar los elementos del prototipo de tal manera que permita al operario una facilidad de uso, y también seguridad
- Construir el equipo de desoperculado
- Apoyar a la industrialización del área apícola en el mercado nacional

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para el proyecto se toma en cuenta la situación actual de corte del opérculo que en la mayoría de casos se la realiza de manera manual generando al operario fatiga, así como también una posición no ergonómica que puede generar posteriores enfermedades profesionales, debido a la incorrecta posición de trabajo.

Considerando el tiempo de desoperculado actual es necesario que la máquina desoperculadora presentada en este proyecto de tesis permita reducir el mismo, dando lugar a una mayor cantidad de marcos extraídos por hora, de esta manera se trabaja más eficientemente.

1.4 CONCEPTOS BÁSICOS

1.4.1 LA ABEJA MELÍFERA

Es un insecto de colores amarillo y negro que vive en colonias (refiérase figura 1.1) y que desarrolla un trabajo específico según la edad que tenga dentro de la colmena, desde cuidar a las larvas, realizar la limpieza de la colmena, defensa, hasta la recolección del néctar de las flores el cual es recolectado por las abejas adultas, dentro de las abejas hay que distinguir tres tipos de abejas, las abejas machos son llamadas zánganos cuya única función es la fecundación.

La abeja reina es una abeja de mayor tamaño y es la encargada de poner los huevos de los cuales nacerán las abejas. Como característica especial de la reina se denota su longevidad que puede llegar a los 4 años así como los cuidados especiales que recibe del resto de las abejas como alimentación, limpieza entre otras.

La abeja obrera es la más común en la colmena y la más numerosa llegando a los 40 000 individuos en una sola colonia, ésta tiene un tamaño menor a la reina, así como un aguijón en su cola del cual se secreta el veneno (apitoxina) que lo utiliza como defensa, las abejas recolectan el polen y el néctar de las flores guiadas por su fragancia y colorido. Una vez que localizan una fuente de néctar o polen éste es recogido por las abejas y transportados a la colmena y depositados en la celda de los panales.

Un aspecto importante es que al realizar la recolección de néctar en varias flores, el polen de éstas últimas queda adherido a las patas de la abeja el cual es transportado a otra flor produciéndose de esta forma el proceso de polinización en las plantas, de ahí la importancia a nivel mundial de estos insectos en la supervivencia de más del 80% de las plantas comestibles, aromáticas, maderables, industriales entre otras.



FIGURA 1.1 ABEJA MELÍFERA

Elaborado por: Maurice Maeterlinck

Fuente: <http://www.sinek.es/Lit/MauriceMaeterlinck1.html>

1.4.2 COLMENA

Conglomerado de abejas, reina, obreras y zánganos con funciones específicas de recolección, reproducción, limpieza, defensa entre otras las cuales les permiten sobrevivir en las diferentes estaciones del año, así como también la producción de miel de dentro de los panales ubicados dentro de la misma.

1.4.3 PANAL

Lugar de almacenamiento de la miel de abeja, éste se encuentra construido de un marco de madera en su exterior generalmente de pino o roble resistente a la humedad y a la polilla y en su interior contiene el panal de cera con celdillas de forma de hexagonal, diseño natural para ahorro de espacio y la formación de mayor número de celdas en las cuales se almacena la miel de abeja (refiérase figura 1.2).



FIGURA 1.2 PANAL DE CERA CON ABEJAS

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.4.4 EL VENENO DE LA ABEJA

Es un compuesto derivado de la secreción de dos glándulas una de naturaleza ácida y otra de naturaleza alcalina situada en el último segmento de la abeja obrera, cuando la abeja se siente amenazada inyecta alrededor de 0,3 mg de veneno por cada vez que aguijonea, este veneno es conocido como apitoxina y contienen los siguientes componentes:

- 90% de humedad
- 50% de proteínas y moléculas de histamina y melitina
- Entre 10 y 12% de fosfolipasa A2
- Entre 1 y 3% de hialuronidas y apamina así como también cloruros y iones de fosfato y otros microelementos como magnesio , hierro, yodo, potasio, calcio, azufre, cloro, cobre
- La apitoxina tiene propiedades bactericidas, fungicidas, inhibidoras del sistema nervioso central, radioprotectora, vasodilatadora, antiinflamatoria y analgésicas, el péptido DCM tiene veintidós aminoácidos y su acción

antiinflamatoria contra la artritis es cien veces más potente que la hidrocortisona.

- La apamina provee cualidades antigénicas y antiinflamatorias y la enzima fosfolipasa A2 contiene propiedades radioprotectoras, hipotensor sanguíneo y antigénicas.

1.4.5 PROPÓLEO

Es un tipo de cera elaborada a partir de la resina de los árboles y que principalmente se utiliza como sellante en la colmena, las abejas lo utilizan en agujeros, tapas y para fijar los panales al cajón asegurando de esta manera la integridad de la estructura física de la colmena. (Refiérase figura 1.3).

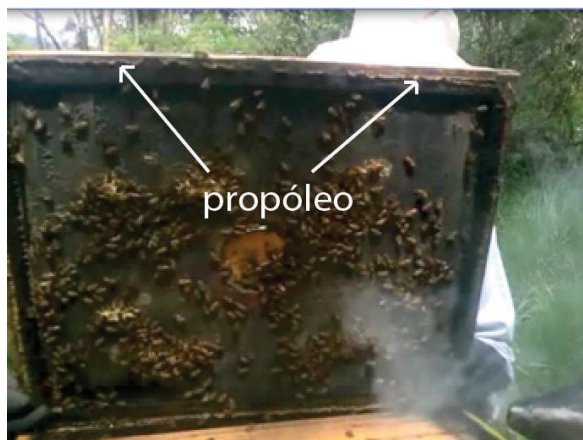


FIGURA 1.3 TAPA DE COLMENA CON PROPOPÓLEO

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola "La Legítima"

1.4.6 DESOPERCULADO

Es la operación de retirar de manera mecánica una capa fina de cera denominada opérculo la cual se encuentra sobre el panel de cera una vez que se ha almacenado la miel dentro de las celdillas.

1.4.7 LA CERA DEL OPÉRCULO

La cera del opérculo en comparación con la cera de las celdillas del panal presenta mejores características para su reutilización, esto debido a que la cera del marco con el pasar del tiempo tiende a tomar un color negro a la vez que se endurece dificultando su reutilización con la mayor presencia de impurezas lo que no sucede con la cera del opérculo debido a que su fabricación ha sido reciente, para tapar la celdilla de miel.

Las características de la cera de opérculo son mejores debido a que, es más blanda, blanquecina y maleable es por esto que su reutilización sobrepasa por mucho a la cera de un panal viejo, el opérculo en el proceso de extracción de la miel es cortado del panal con residuos de miel por lo que requiere de un filtrado posterior el cual permite separar la miel del opérculo, el cual posteriormente es lavado con agua, fundido y estampado para la generación de nuevos marcos de cera.

1.4.7.1 Tratamiento de la cera del opérculo

La cera del opérculo pasa por varios procesos a través de los cuales puede ser reutilizada como material marcos de cera nuevos, a continuación se describe dichos procesos.

1.4.7.2 Extracción de la colmena

El marco de cera con opérculo, es extraído de la colmena de una manera suave evitando molestar a las abejas, como también se debe evitar el dañar el panal (refiérase figura 1.4).



FIGURA 1.4 EXTRACCIÓN MARCO DE LA COLMENA

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.4.7.3 Corte del opérculo

Una vez extraído el marco de cera el opérculo es cortado de tal manera que las celdillas de miel queden destapadas y conserven su forma hexagonal (refiérase figura 1.5).



FIGURA 1.5 DESOPERCULADO MANUAL

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.4.7.4 Filtrado del opérculo

El opérculo es filtrado ya que gotas de miel residuales se quedan adheridas al mismo, este proceso puede ser realizado en un tamiz o un cernidero metálico (refiérase figura 1.6).



FIGURA 1.6 FILTRADO DEL OPÉRCULO

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.4.7.5 Lavado del opérculo

El opérculo es lavado para eliminar residuos de miel, esto se hace con la finalidad de que ingrese un opérculo limpio al proceso de fundición.

1.4.7.6 Fundición del opérculo

El opérculo es fundido para obtener una homogeneidad en el proceso y obtener barras de cera que serán utilizadas en la realización de cera estampada, industria cosmética y medicinal. (refiérase figura 1.7).



FIGURA 1.7 FUNDICIÓN DEL OPÉRCULO

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.4.7.7 Limpieza de la barra de cera y segunda fundición

La cera de opérculo de la primera a fundición, una vez fría requiere de la limpieza de impurezas que quedan en la parte inferior del bloque, posterior ha esto se funde por segunda ocasión (refiérase figura 1.8).

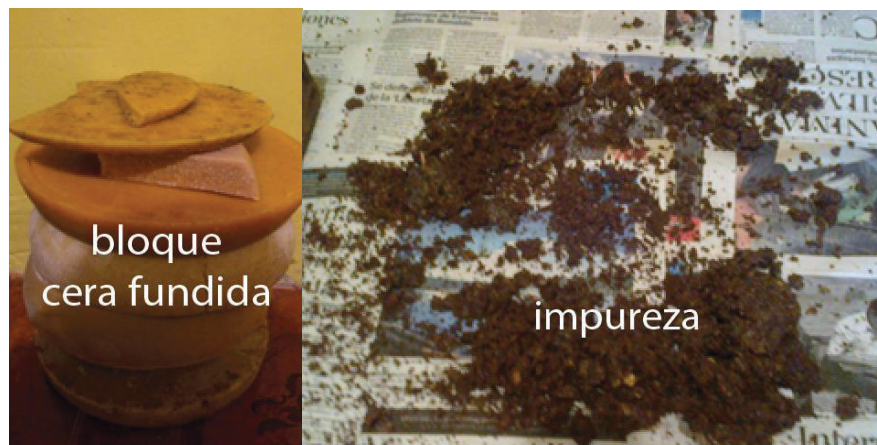


FIGURA 1.8 BLOQUE DE CERA DE ABEJA E IMPUREZAS

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.4.7.8 Estampado de lámina de cera

La cera fundida se vierte sobre la máquina estampadora la cual da la forma a la lámina de cera estampada donde las abejas construirán el nuevo panal de abejas (refiérase figura 1.9).



FIGURA 1.9 LAMINADORA CON UNA LÁMINA DE CERA

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.4.7.9 Características de la cera

- Sólida a temperaturas no superiores a 38°C.
- Densidad igual al 0,987.
- Punto de fusión igual a 62°C.
- Punto de solidificación 61°C.
- Insoluble en agua, y soluble en otro tipo de ceras.
- Inflamable.

1.4.8 DEMANDA

La demanda de productos naturales está en auge debido a las recientes enfermedades del siglo como el cáncer cuyo principal causante es el exceso de químicos, por ende la tendencia mundial es invertir en productos naturales como la miel, en este caso estudiando específicamente la maquinaria agrícola

relacionada con la desoperculación de miel la cual influye directamente en la calidad de la misma.

1.4.8.1 Conocimiento del producto

Para este proyecto se tiene el conocimiento necesario que ha sido estudiado en diferentes seminarios experiencia propia, constantes experimentos en diferentes lugares de la provincia de Pichincha con resultados satisfactorios.

1.4.8.2 Recursos existentes para el proyecto

Para el proyecto se toma en cuenta 3 apiarios con un total de 60 colmenas ubicadas en los sectores de Guayllabamba y San José de Minas con una capacidad actual de producción aproximada 80 litros mensuales de propiedad de la Apícola “La Legítima”.

1.4.8.3 Situación actual

La industria apícola es técnicamente poco desarrollada en Ecuador ya que el proceso de desoperculación y otros se lo realiza de manera manual (refiérase figura 1.10).

En la mayoría de apícolas en Ecuador, además de otros procesos involucrados en la extracción de la miel de abeja como la centrifugación (refiérase figura 1.11) , y filtrado pueden ser realizadas de una manera más tecnificada con una mayor capacitación, adquisición de herramientas y de equipos acordes a las necesidades para la explotación y extracción de los productos derivados en la apicultura.



FIGURA 1.10 PROCESO DE DESOPERCULADO MANUAL

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”



FIGURA 1.11 CENTRIFUGADO MANUAL

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

Para la elaboración del diagrama de flujo del proceso se utiliza los símbolos internacionales presentados en la figura 1.12.

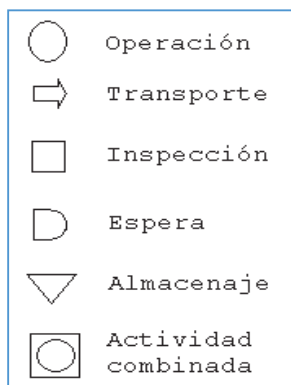


FIGURA 1.12 SIMBOLOGÍA INTERNACIONAL

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: <http://www.gopixpic.com/483/simbologia-diagramas-de-flujo/http:%7C>

1.1.1 DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO









En la tabla 1.1 se presenta el diagrama analítico del proceso:

TABLA 1.1 DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO

Detalles del método	Actividad	Tiempo	Observaciones
Instalar las colmenas		20 días	Evitar el maltrato y muerte de abejas en la medida de lo posible.
Revisar periódicamente la salud de las colmenas		2 días	Una colmena sana dará una mayor producción melífera por lo que es importante su chequeo periódico.
Abrir la tapa de la colmena		2 días	Cuando se abra la colmena evitar que el cambio sea brusco para el colmenar.

.../

TABLA 1.1 DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO (CONTINUACIÓN)

Extraer los marcos	 	2 días	Extraer los marcos y reemplazarlos por marcos vacíos.
Transportar los marcos hasta el extractor		5 horas	Se transporta los marcos desde las colmenas hasta el extractor evitando daños a los mismos.
Filtrar la miel del extractor		1 día	Se debe quitar las impurezas para tener un producto de mejor calidad.
Pasteurizar		3 horas	Se debe tomar en cuenta el tiempo y temperatura adecuada de pasteurización acorde al flujo de miel.
Envasar		2 días	Se dosifica y envasa teniendo en cuenta la capacidad del equipo.
Etiquetar		1 día	Se debe etiquetar el producto con el mayor cuidado posible de dañar la etiqueta o el envase.
Entregar producto		2 días	Se debe llevar siempre el registro de entrega de productos.

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: <http://www.gopixpic.com/483/simbologia-diagramas-de-flujo/http:%7C>

La tabla 1.2 presenta el tipo de acción para cada actividad.

TABLA 1.2 ACTIVIDAD Y TIPO DE OPERACIÓN

ACTIVIDAD PRINCIPAL	TIPO DE ACCIÓN
Instalar las colmenas	Operación
Revisar periódicamente la carga de miel y la salud de las colmenas	Operación
Abrir la tapa de la colmena	Operación
Extraer los marcos y desopercular	Operación
Transportar los marcos hasta el extractor	Transporte
Filtrar la miel del extractor	Espera
Pasteurizar	Operación

TABLA 1.2 ACTIVIDAD Y TIPO DE OPERACIÓN (CONTINUACIÓN)

.../

Dosificar	Operación
Envasar	Operación
Etiquetar	Operación
Entregar producto	Operación

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

1.6 OFERTA ACTUAL

La producción nacional de miel de abeja se realiza en muchos lugares del país pero aún en forma artesanal, por lo que no se tienen cifras oficiales de su producción. En cuanto a su oferta y consumo a través de la Asociación de Apicultores de Pichincha se logró obtener la siguiente información:

TABLA 1.3 PROMEDIO DE CONSUMO DE MIEL DE ABEJA EN QUITO

Número	Parroquias	Puntos de Venta	Ventas Mensuales Kg	Ventas Anuales Kg
1	BELISARIO QUEVEDO	7	203,5	2442
2	CALDERÓN	15	478,2	5738,4
3	CARCELÉN	7	208,5	2502
4	CENTRO HISTÓRICO	7	213,5	2562
5	CHILIBULO	7	219	2628
6	CHILLOGALLO	7	207,1	2485,2
7	CHIMBACALLE	6	183,4	2200,8
8	COCHAPAMBA	8	239,3	2871,6
9	COMITÉ DEL PUEBLO	6	193,9	2326,8
10	CONCEPCIÓN	5	177,2	2126,4

.../

TABLA 1.5 PROMEDIO DE CONSUMO DE MIEL EN QUITO (CONTINUACIÓN)

11	CONOCOTO	9	316,2	3794,4
12	COTOCOLLAO	5	164	1968
13	CUMBAYÁ	4	120,7	1448,4
14	CONDADO	11	368,2	4418,4
15	GUAMANÍ	7	238,6	2863,2
16	ITCHIMBIA	5	165,2	1982,4
17	IÑAQUITO	6	191,9	2302,8
18	JIPIJAPA	5	181,5	2178
19	KENNEDY	10	348,9	4186,8
20	LA ARGELIA	8	257,6	3091,2
21	LA ECUATORIANA	7	214,8	2577,6
22	LA FERROVIARIA	10	299,2	3590,4
23	LA LIBERTAD	4	119,1	1429,2
24	MAGDALENA	4	138,7	1664,4
25	LA MENA	6	199,4	2392,8
26	LLANO CHICO	1	41,4	496,8
27	MARISCAL SUCRE	2	66,8	801,6
28	PONCEANO	8	244,6	2935,2
29	PUENGASÍ	10	296,4	3556,8
30	QUITUMBE	8	251,1	3013,2
31	RUMIPAMBA	4	138,6	1663,2
32	SAN BARTOLO	9	284,2	3410,4
33	SAN ISIDRO DEL INCA	8	175,4	2104,8
34	SAN JUAN	2	260,8	3129,6
35	SAN RAFAEL	3	56,6	679,2
36	SANGOLQUÍ	3	97,8	679,2

.../

TABLA 1.5 PROMEDIO DE CONSUMO DE MIEL EN QUITO (CONTINUACIÓN)

37	SOLANDA	13	404,6	4855,2
38	TUMBACO	7	204,6	2455,2
39	TURUBAMBA	6	187,1	2245,2
TOTAL		262	8357,6	100291,7

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Asociación Apicultores de Pichincha

1.7 AMENAZAS DE LA INDUSTRIA APÍCOLA

1.7.1 LOS PESTICIDAS APLICADOS EN LAS PLANTACIONES

La gran mayoría de estos productos no son selectivos y envenenan a las abejas haciendo que estas no logren retornar a la colmena por lo que la población de la colonia se ve vertiginosamente reducida y con el pasar de unos días se produce la extinción de la misma.

1.7.2 ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS

Las enfermedades de las abejas no permiten que la colmena se desarrolle de una manera idónea ya que se debilitan generando un descenso acelerado en la población llegando incluso a extinguirse por completo.

1.7.3 MONOCULTIVOS EXTENSIVOS

Al existir grandes plantaciones de un solo producto no permiten que las abejas recolecten una variedad alimenticia por lo que se ve obligada a búsquedas más lejanas de alimentos y por ende una reducción en la producción melífera.

1.7.4 OTROS ANIMALES

Entre los más importantes se encuentran los pájaros insectívoros (pigpiga, cardenalillo), los cuales se alimentan de las abejas e imposibilitan el retorno de las mismas a la colmena, otros insectos como las hormigas, que saquean la colmena de abejas dañando la cera, la miel y las crías. Una nueva amenaza muy grave es la presencia de un tipo de ácaro (jacobsoni oudeman) el cual genera la enfermedad denominada varroasis en la cual la cría de este tipo de ácaro se inserta dentro de la celdilla y ataca a la cría de abeja y sangano, el acaro adulto succiona los fluidos hasta la muerte de la abeja mermando la población de la colmena.

1.7.5 DEFORESTACIÓN INDISCRIMINADA

Se ve representada por la tala indiscriminada de bosques y matorrales lo que limita los lugares de instalación de nuevos colmenares, generando escases de alimento lo que da lugar a una baja productividad.

1.8 LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA APICULTURA

La apicultura es una actividad que requiere de tecnificación en la actualidad el mayor desarrollo tecnológico se lo encuentra en países europeos, y norteamericanos, sin embargo al ser Sudamérica una región rica en cuanto a recursos naturales esta tiene un gran potencial para su desarrollo es por eso que muchos apicultores sudamericanos están optando por una actividad apícola más tecnificada.

Esto permite una verdadera competencia a nivel mundial, tanto en calidad como en cantidad, ya que la miel debe cumplir estrictos controles sanitarios desde su extracción hasta su consumo y por ende debe ajustarse a normas tales como CODEX STAN 12-19811.

CAPÍTULO II

2.1 PARAMETROS DE DISEÑO

El apicultor requiere que:

- La máquina pueda ser alimentada con 110 v.
- Permita la desoperculación de por lo menos 3 marcos por minuto.
- La máquina sea de fácil operación.
- El costo sea de hasta 1500 dólares.
- La máquina no debe contaminar la miel con aceites u oxido.
- No debe tener dimensiones mayores a 2x2x2 metros.
- La máquina no debe dañar la integridad del marco de cera.
- De fácil transportación e instalación.
- De bajo costo de mantenimiento.

2.2 ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Se toma para la valoración dos opciones:

La alternativa 1 que consta de un una máquina de un solo rodillo en el cual se pasa el marco a desopercular y éste tiene una operación manual en la cual el operario hace pasar el marco sobre el rodillo plástico el mismo que cuenta con cerdas plásticas que desmenuzan el opérculo de cera.

La alternativa 2 se tiene una máquina de dos rodillos con cuchillas entre los cuales pasa el marco y se logra el desoperculado por ambas caras del marco de cera operculado.

2.2.1 ALTERNATIVA 1

La figura 2.1 presenta la alternativa número 1 que cuenta con un solo rodillo.



FIGURA 2.1 ALTERNATIVA No.1 DESOPERCULADORA DE UN RODILLO

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

2.2.1.1 Ventajas

- El operador puede controlar la profundidad y zona cortada
- Menos cantidad de elementos mecánicos
- Uso sencillo
- No requiere de altos requisitos para su instalación
- Fácil intercambiabilidad de elementos
- Fácil utilización
- Fácil transportación
- Bajo consumo eléctrico

2.2.1.2 Desventajas

- Mas tiempo de desoperculado
- Profundidad de corte no homogénea
- Mas riesgo para el operario
- Mas fatiga del operario debido a que debe sostener el marco lleno de miel en el proceso
- Menos estable
- Partículas de cera pequeñas de difícil filtrado
- No cuenta con una protección para las manos del operario
- Dificultad de encontrar repuestos

2.2.2 ALTERNATIVA 2

La figura 2.2 presenta la alternativa número 2 que utiliza dos rodillos en los cuales el marco es transportado por una guía de acción manual.

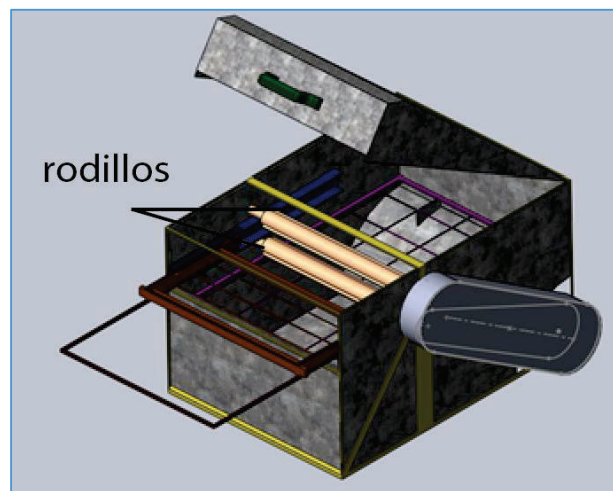


FIGURA 2.2 ALTERNATIVA No 2. DESOPERCULADORA DE DOS RODILLOS HORIZONTAL

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

2.2.2.1 Ventajas

- Menos tiempo de desoperculado
- Mas estabilidad
- Corte más uniforme
- Menos daños a los marcos de madera y la integridad del panal se mantiene
- Miel con menor cantidad de partículas de cera
- No requiere de altos requisitos para su instalación
- No se oxida debido a sus materiales
- Sus partes pueden ser intercambiadas fácilmente
- Bajo consumo eléctrico
- Bajo mantenimiento del equipo

2.2.2.2 Desventajas

- Mas cantidad de componentes mecánicos
- Mas uso de energía eléctrica
- Baja facilidad de traslado
- Peso considerable

2.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ADECUADA

Se realiza un análisis de ventajas y desventajas de cada alternativa aplicadas a las necesidades del apicultor se hace una ponderación según la tabla siguiente tomando en cuenta varios criterios para la calificación y elección de la mejor maquinaria. Los factores a tomarse en cuenta son:

- Costo de construcción
- Facilidad de construcción
- Tiempo de operación
- Calidad de desoperculado

Los factores son ponderados en una escala de 1 a 5 considerándose 5 como el valor de mayor aplicabilidad

2.3.1 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

La máquina de desoperculado de dos rodillos tiene un costo ligeramente mayor a la máquina desoperculadora de una solo rodillo, sin embargo el costo de mantenimiento de la máquina de dos rodillos es menor debido a que no requiere de mantenimiento continuo.

2.3.2 FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN

La construcción de una máquina de desoperculado de panales de un solo rodillo conlleva más facilidad de construcción con relación a una máquina de desoperculado de 2 rodillos debido a que la mayoría de sus componentes son plásticos.

2.3.3 TIEMPO DE OPERACIÓN

La desoperculadora de 2 rodillos tiene una ventaja notable ya que permite una desoperculación de los 2 lados del panal de cera en una sola pasada por lo que no se requiere de una operación adicional para dejar el panal listo para el proceso de centrifugación del panal.

2.3.4 CALIDAD DE DESOPERCULADO

La máquina desoperculadora de dos rodillos nos permite un corte más uniforme del opérculo ya que consta de una guía que permite manipular al panal de manera uniforme dentro de la máquina, lo que no sucede con la máquina desoperculadora de una rodillo ya que su operación es manual y no se puede regular exactamente la profundidad del corte que realiza quedando de esta manera valles y elevaciones en el panal de cera desoperculado.

TABLA 2.1 VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

Factor	Alternativa 1	Alternativa 2	Factor de importancia
Costo de construcción	4	3	1
Facilidad de construcción	4	3	0.7
Tiempo de operación	3	5	0.8
Calidad de desoperculado	3	5	0.9
Total	11.9	13.6	

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

Se escoge la alternativa 2 debido a que el análisis realizado esta representa una mejor alternativa para el desoperculado de panal de cera, su tiempo y calidad.

2.4 PROTOCOLO DE PRUEBAS AL EQUIPO

El protocolo permite la aprobación o rechazo de la máquina desoperculadora a través de un formato que permite calificar diferentes parámetros del equipo

2.4.1 VERIFICACIÓN VISUAL DE TODOS LOS COMPONENTES

Se realiza un chequeo visual de todo el sistema de transmisión especialmente las bandas y poleas así como el estado de las cuchillas ubicadas en los rodillos se verifica la conexión eléctrica del motor y el buen acople con el reductor de velocidades y la integridad de la estructura de la máquina.

2.4.2 TRABAJO SIN CARGA

Se procede a encender la máquina para observar que cada uno de los componentes móviles tengan un funcionamiento correcto, los componentes no debe presentar descentramientos, señales de pandeo o sonidos extraños, así como también se debe visualizar que no exista vibración excesiva que pudiere causar un desperfecto posterior.

2.4.3 TRABAJO CON CARGA

Colocar el panel de cera en el portamarco y deslizar por la guía, encender el motor y verificar que tenga una movilidad normal del panel entre los rodillos, extraer el panel hacia atrás y observar que estén correctamente desoperculados, caso contrario invertir el panel y repetir la operación anterior.

2.4.3.1 Resultado deseado en el marco de cera

El marco de cera a obtener es un marco uniforme sin daños en el marco de madera, así como también debemos prestar atención a que las celdas no se vean estropeadas de tal forma que no permita su regeneración en el interior de la colmena es decir el corte debe ser limpio sin que se dañe las celdas hexagonales, para que posteriormente en la colmena las abejas reparen en la celda para la miel y sigan almacenando en las celdillas, así como también se continúe normalmente con la puesta de huevos e incubación normal de las larvas.

El formato para el protocolo de pruebas se encuentra en el anexo 1

CAPÍTULO III

DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS A CONSTRUIR Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO A CONSTRUIR

La máquina desoperculadora nos permite un corte del opérculo del panal de cera de tal manera que no se vea un daño grave sobre las celdillas, así como también debe facilitar la salida de la miel de la misma en el proceso de centrifugado de la miel.

La máquina se divide en sub secciones.

3.1.1 SISTEMA DE CORTE

El equipo a construir consta de dos ejes de grilón los cuales irán fijados sobre chumaceras, sobre los mencionados ejes también se colocarán las cuchillas que realizarán el proceso de corte de la cera, las cuchillas serán intercambiables e irán ajustadas con pernos y una platina sujetadora de la misma.

3.1.2 SISTEMA DE CONTROL

Consta de una caja de control de encendido y parada del motor, el mismo que irá debidamente conectado a la corriente eléctrica de 110 v, ésta es protegida para evitar contacto con la miel, así como también que el operario sufra algún accidente eléctrico.

3.1.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Una vez que el motor se pone en marcha a través del reductor de velocidad se transmitirá el movimiento del motor a las poleas que están acopladas al eje 1 y el eje 2 a través de un sistema de bandas poleas los cuales giran realizando el corte de la cera

Se utiliza una guía la cual recibe al marco, lo asegura de manera manual, el operador empuja el marco hasta que éste es desoperculado por las cuchillas de la máquina y luego lo saca la guía con el marco para intercambiarlo por uno nuevo.

3.1.4 FILTRADO DE LOS OPÉRCULOS Y RECOLECCIÓN

Los opérculos que son cortados por las cuchillas caen a una rejilla la misma que detiene el opérculo y permite el paso de la miel hacia la parte inferior de la máquina donde será almacenada hasta su posterior traspaso a un recipiente plástico adecuado, la rejilla deberá ser retirada una vez que se haya finalizado el proceso de desoperculación.

3.1.5 CONSIDERACIONES ESPECIALES

- La máquina trabaja con marcos de manera horizontal
- Los marcos de madera en su interior contienen el panal de cera de abeja el cual en su centro es sostenido con tres alambres galvanizados de 0,5 mm de espesor
- Se debe anteponer la seguridad del operario por lo que el uso de protecciones para partes tales como engranajes, poleas y cuchillas se hace necesario
- El equipo debe ser impulsado por un motor eléctrico de 110v monofásico
- La operación debe ser sencilla y rápida
- Debe ser lo más silenciosa posible
- El peso total no debe ser excesivo para facilitar su utilización en otros apiarios.
- Se debe considerar que la máquina está en contacto con alimentos de consumo humano.
- La máquina está diseñada para el área apícola

3.1.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

Para dimensionar la máquina se toma en consideración las medidas del panel de cera estandarizado que son 410x230 mm, y del marco de cera que son:

- Largo: 485 mm
- Alto: 230 mm
- Ancho: 23 mm

3.2 ESTUDIO DE CAMPO PARA LAS CUCHILLAS DE CORTE

Ya que no existe un acuerdo para el uso de cuchillas en la actividad de desoperculado, se procede a realizar un análisis para determinar cuál es la cuchilla más idónea para cortar la cera, se realizaron ensayos con diferentes tipos de cuchillas, las cuchillas más comercializadas son las cuchillas de herramientas de corte lineal, con dientes templados, también se plantea el diseño de una cuchilla larga la cual tiene varios dientes metálicos para limpiar la cera. El material indicado según la norma CODEX STAN 193 para alimentos debe ser acero inoxidable A304 (Refiérase figura 3.1, figura 3.2 y figura 3.3)



FIGURA 3.1 ENSAYO 1 - CUCHILLAS COMERCIALES

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola "La Legítima"



FIGURA 3.2 ENSAYO - 2 CUCHILLAS DE PUNTAS METÁLICAS

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola "La Legítima"



FIGURA 3.3 ENSAYO - 3 CUCHILLAS RECTAS

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola "La Legítima"

3.2.1 ANÁLISIS

Después de realizadas las pruebas se determina que la mejor cuchilla para trabajar es la cuchilla recta afilada ya que no daña el marco de cera y además nos permite una facilidad de limpieza mayor como se denota en las imágenes comparativas. La cuchilla número uno nos genera un corte no uniforme de la cera y además las cuchillas tendieron a dañar la forma hexagonal de las celdas del panal, la cuchilla 2 no desopercula de manera adecuada todas las celdas, y la cuchilla 3 permite que el panal tenga un corte adecuado acorde a la necesidad del apicultor. (Refiérase tabla 3.1)

TABLA 3.1 ANÁLISIS DE CUCHILLAS

Cuchilla	Estado cuchilla		Calidad del corte		Costo de las cuchillas			Facilidad de elaboración		Fácil reemplazo	
	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Alto	Medio	Bajo	Baja	Alta	Si	No
TIPO 1	X			X			X		X	X	
TIPO 2	X			X		X		X			X
TIPO 3	X		X		X			X			X

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

3.2.2 DETERMINACIÓN DE LAS FUERZA DE CORTE

La resistencia al corte de la cera, se lo realiza con la ayuda de un dinamómetro el cual nos permite determinar una resistencia al corte promedio en el panal de cera, y específicamente la cantidad de fuerza necesaria para realizar el corte del opérculo obteniéndose los siguientes resultados. (Refiérase figura 3.4)



FIGURA 3.4 DETERMINACIÓN DE LA FUERZA NECESARIA PARA EL CORTE

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

La tabla 3.2 presenta el promedio de resultados de fuerza cortante obtenidos con el dinamómetro.

TABLA 3.2 PROMEDIO DE RESULTADOS FUERZA CORTANTE

Numero de ensayo	Valor obtenido lb	Valor obtenido N
1.	1.3	6.1
2.	1.4	6.4
3.	1.3	6
4.	1.3	6.1
5.	1.4	6.3
6.	1.4	6.2
7.	1.5	6.5
8.	1.3	6.1
9.	1.4	6.4
10.	1.4	6.3
PROMEDIO	1.4	6.2

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

3.3 SELECCIÓN DEL MOTOR

Consideraciones

- Tiempo de trabajo del motor: aprox. 3 horas
- Nc: Numero de cuadros por minuto: 3
- L=longitud del cuadro a limpiar 250 mm
- T x: Tiempo entre cuadros 6seg
- Tl: Tiempo de trabajo 20seg
- Disponibilidad en el mercado nacional

Tiempo por cuadro:

$$T_c = T_x + T_l$$

$$T_c = 26 \text{ seg por cuadro}$$

Dado

P=Perímetro del eje =157 mm

$$m = \frac{l}{p}$$

Donde

- m=número de vueltas
- l= longitud de marco

$$S = \theta * r$$

$$S = 2\pi * 280 \text{ mm}$$

$$S = 176 \text{ mm}$$

Si la longitud del marco es de 250 mm

$$m = \frac{250 \text{ mm}}{157 \text{ mm}}$$

$m=1.59$ vueltas del eje

$$m = \frac{n}{Tr}$$

Donde

- n =número de revoluciones

$$Tr = Ft \cdot r$$

Ft = fuerza que generan las 3 cuchillas

$$TR = 0.5 \text{ kg} \cdot 2.5 \text{ cm}$$

$$Tr = 1.25 \text{ Kg-cm} = 12.5 \text{ Kg-mm}$$

Entonces:

$$n = 1.59 \text{ rpm} / 1.4$$

$$n = 1.13 \text{ rpm}$$

$$P = \frac{Txn}{6300}$$

$$P = \frac{1.25 \times 170}{6300}$$

$$P = 0.03$$

Debido a cuestiones de disponibilidad en el mercado nacional el motor más aproximado a la potencia calculada es el de $\frac{1}{4}$ hp con una salida nominal de 1750

rpm pero a través del sistema banda polea se lograra reducirlo has 175 rpm. Se referencia las conexiones necesarias para el motor en la figura 3.18

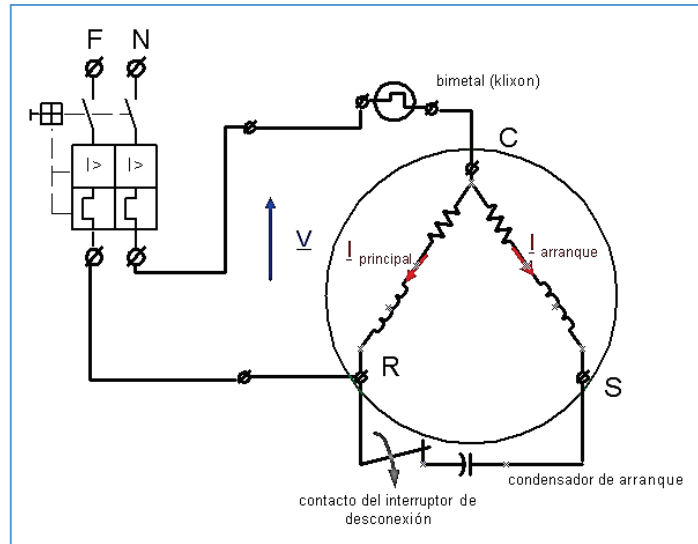


FIGURA 3.5 CONEXIÓN ELÉCTRICA MOTOR

Elaborado por: Centro Integrado de Formación Profesional

Fuente: http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/index.php?id=22&id_sec=8

Características del motor

- **Marca:** WEG
- **Modelo:** LR333-24
- **Potencia:** 1/4 hp
- **Tipo de conexión:** Δ

3.3.1 DISEÑO DE LOS EJES PORTA CUCHILLAS

Consideraciones del elemento:

- Debe ser considerado un material que sea apto para trabajar con alimentos.
- Debe soportar las cargas ejercidas por el corte de la cera y la proveniente del motor.

- No debe producir un pandeo excesivo ya que esto genera una superficie irregular de corte.
- No debe interferir con la madera del marco de cera ni con ningún elemento de la máquina.

Estos ejes constan de 2 apoyos cada uno. (Refiérase figura 3.6, figura 3.7 y figura 3.8)

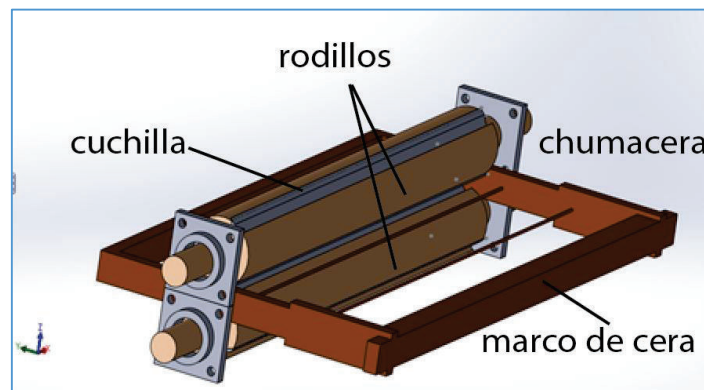


FIGURA 3.6.- BOSQUEJO DE LOS RODILLOS CON CHUMACERAS

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

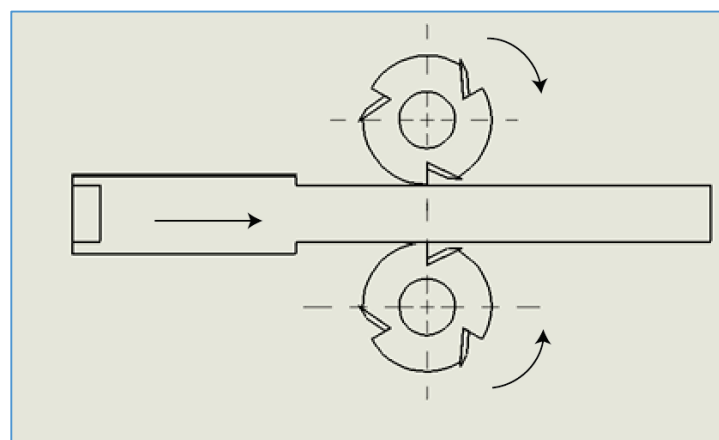


FIGURA 3.7 BOSQUEJO ESQUEMÁTICO RODILLO MARCO DE CERA

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

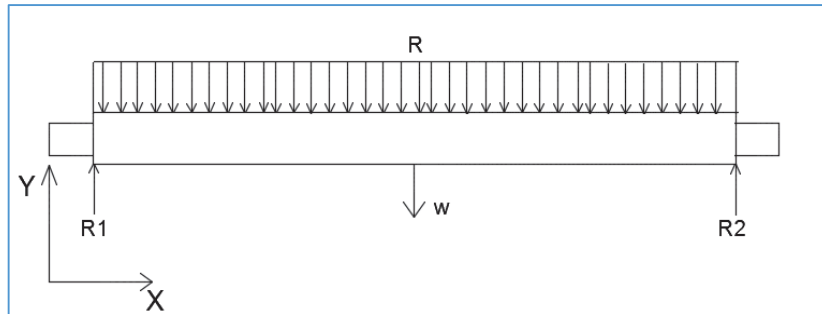


FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (DCL)

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

Se analiza el rodillo inferior debido a que el sentido de la carga distribuida está en la misma dirección que el peso del eje lo que significa una mayor sollicitación sobre el eje

Dónde:

- R1=Reacción en el punto de apoyo 1
- R2=Reacción en el punto de apoyo 2
- W=Peso de la barra
- Wc=Peso de la cuchilla
- Wt=W+Wc
- R=reacción de la cera
- Peso del eje =0.8 kg
- Peso del cuchillas=0.2 kg
- Peso total=1 kg

$$F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 - R - Wt = 0$$

$$R_1 = -R_2 + R + Wt$$

$$M_1 = 0$$

$$R_2 * 0.45m - R * 0.45 * \frac{0.45}{2} + 1 * 0.225 = 0$$

$$R_2 = 0.275$$

Entonces

$$R_1 = 0.275$$

Debe soportar el esfuerzo que le transmitan las cuchillas cuando realicen el corte de la cera. Las dimensiones del eje se encuentran en el plano 1.3402.101. (Refiérase figura 3.9)

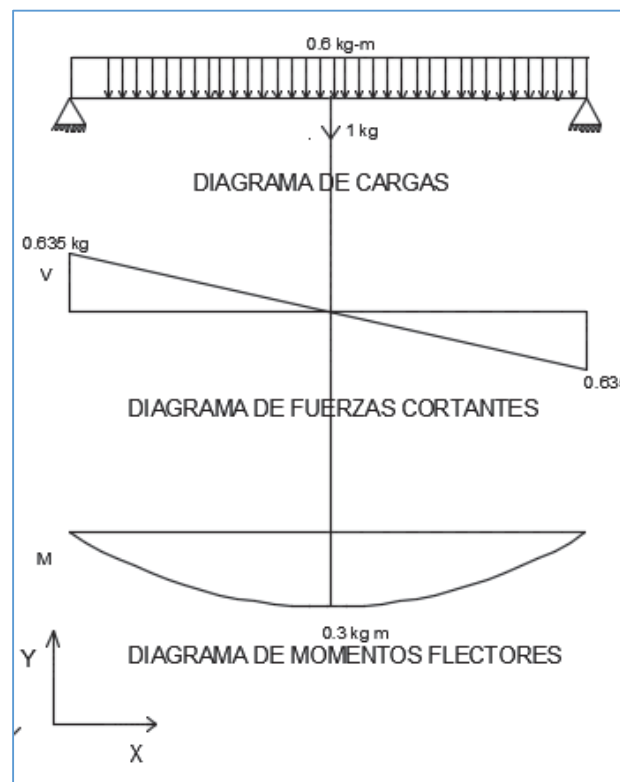


FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE CORTE Y MOMENTOS DEL EJE PARA CUCHILLAS

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola "La Legítima"

Considerando el punto crítico

$$M_{\max} = 0.3 \text{ kgcm}$$

M_{\max} = momento máximo

$$\sigma_{\max} = \frac{32Mc}{\pi * d^3}$$

σ_{\max} = sigma maximo

$$\sigma_{\max} = \frac{32Mc}{\pi * d^3}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{32 * 0.3 \text{ kgcm}}{\pi * (2.5 \text{ cm})^3}$$

$$\sigma_{\max} = 0.19 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max}}{2}$$

$$\sigma_m = 0.095 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Considerando el punto crítico.

τ_{\max} = cortante máximo

$$\tau_{\max} = \frac{16 * 0.3 \text{ kg} * 36 \text{ cm}}{\pi * 2.5 \text{ cm}^3}$$

$$\tau_{\max} = 3.52 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma'_m = \frac{\sigma_{\max}}{2}$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{0.19^2 + 3 * 3.52^2}$$

$$\sigma' = 3.53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El material seleccionado es grilón.

$$S_{ut} = 427 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$S_e = S_e' * K_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f$$

$$S_e' = 0.5 * S_{ut}$$

$$S_e' = 0.5 * 427$$

$$S_e' = 213.5$$

$$S_e = S_e' * K_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f$$

Dónde

- K_a =factor de condición superficial=0.5
- k_b =factor de modificación del tamaño=0.87
- k_c =factor de modificación de carga=1
- k_d =factor de modificación de temperatura=1
- k_e =factor de confiabilidad=0.81

$$S_e = 91.77 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$n = \frac{S_e}{\sigma'}$$

$$n = 15.633$$

El factor de seguridad es alto debido a que el torque que se impone sobre el mismo es variable pudiendo generar un caso de fatiga sobre el material, ya que la potencia mínima comercial para un motor monofásico es de $\frac{1}{4}$ hp = 0.18 kw

3.3.2 CUCHILLAS DE CORTE

Consideraciones del elemento:

- Debe de considerarse un material que sea apto para trabajar con alimentos.
- Debe soportar las cargas ejercidas por el contacto con la cera.
- No debe generar un pandeo excesivo ya que esto generara una superficie irregular de corte.
- No debe interferir con la madera del marco de cera ni con ningún elemento de la máquina.
- Realizara el corte del opérculo de tal manera que no afecte la integridad del resto de elementos.

Son Bohler K451 y se ha escogido de las siguientes dimensiones: 450 mm x 20 mm.

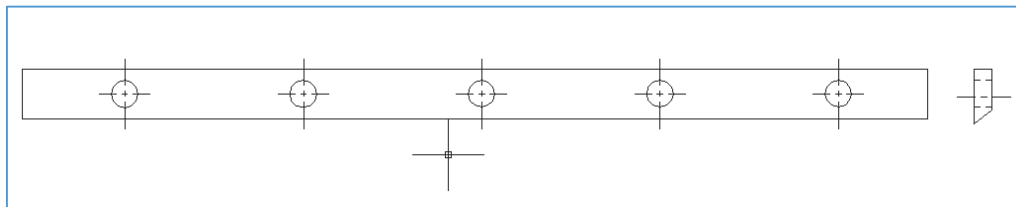


FIGURA 3.10 CUCHILLAS DE CORTE

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

3.3.3 SELECCIÓN DE CHUMACERAS

Consideraciones del elemento:

- Debe ser de un material que sea apto para trabajar con alimentos.
- Debe soportar las cargas generadas de los ejes.

- Debe tener una buena alineación para evitar descentramiento de los ejes y excesiva vibración.
- De preferencia de bajo mantenimiento.
- Debe considerarse su intercambiabilidad.
- El coste de la chumacera no debe ser elevado, ya que no requiere de sollicitaciones mecánicas especiales.

Los parámetros de selección son

- n=número de rpm: 300 rpm
- d=diámetro del eje:
- F= fuerza =6 N

Para la elección de la chumacera se realiza el siguiente cálculo:

$$P = XFr + YFa$$

Donde

P: carga equivalente [N]

Fr: carga radial [N]

Fa: carga axial real [N]

X: factor radial

Y:factor axial

$$Fa=0$$

entonces

$$P =XFr$$

Donde

X=1 (Fa/Fr<e)

Fr=6 N

$$P=6 \text{ N}$$

Formula de duración

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60n} * \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Donde

L_{10h} : Duración nominal en horas de servicio

n : velocidad constante de rotación en rev/min=1000 rpm

C : capacidad de carga dinámica

P : carga dinámica equivalente sobre el rodamiento

p : exponente de la fórmula de duración, siendo $p=3$ para rodamientos de bolas

Se toma un valor de L_{10h} en base a las recomendaciones del catalogo SKF para rodamientos para el caso de máquinas de 8 horas de trabajo, no totalmente utilizadas.

$$L_{10h} = 15000$$

$$C = P * \frac{60 * n * L_{10h}}{1000000}$$

$$C = 6 * \frac{60 * 300 * 15000}{1000000}$$

$$C = 16.43 \text{ N}$$

Se ha seleccionado la chumacera tomando en cuenta el valor más próximo a la carga calculada que en este caso particular es de 18 N. Por lo tanto la chumacera seleccionada es la chumacera de pared ucf-205-16-1" 25.40mm que cumple con los requerimientos de la aplicación. (Refiérase foto 3.11)

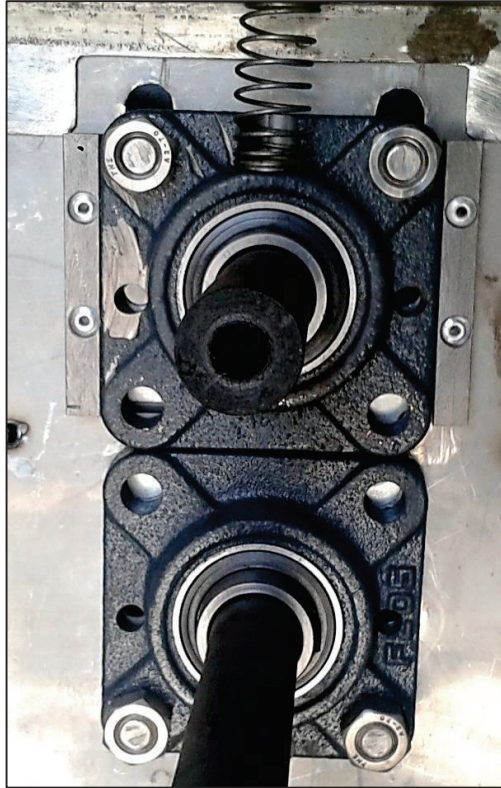


FIGURA 3.11 FOTO CHUMACERAS CON EJE DE GRILON

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

3.4 SELECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS

En la transmisión de la potencia desde el reductor hacia los rodillos se utiliza un sistema de banda- polea seleccionados acorde a:

- La velocidad requerida para que exista un corte adecuado del panal de cera a desopercular
- La potencia transmitida
- La distancia entre centros de las poleas
- La geometría de la máquina desoperculadora

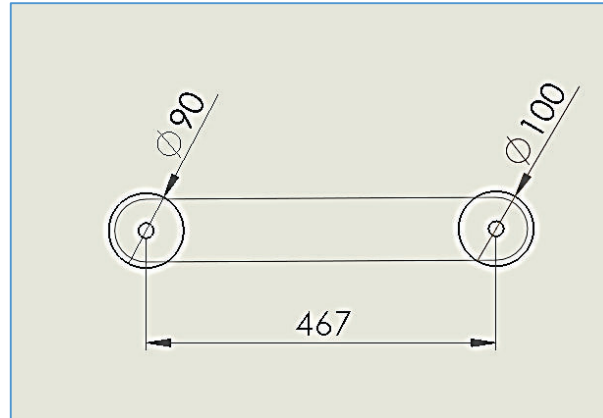


FIGURA 3.12 ESQUEMA BÁSICO SISTEMA BANDAS POLEAS

Elaborado por: David Benalcázar

La selección de la banda y poleas se presentan en el anexo 6

Las características son las siguientes:

- Diámetro polea motor $D1=100$ mm
- Diámetro polea eje porta cuchillas $D2=90$ mm
- La banda seleccionada es la banda A16, la selección se hizo basándonos en el catálogo de bandas de HI-POWER
- Permite el trabajo conjunto con poleas de grilón

3.5 DISEÑO DE LA LENGÜETA

Parámetros de la lengüeta

Material: Acero A-37

Resistencia a la fluencia $\sigma_{Fl} = 2350$ [kg/cm²]

Momento torsor: $Mt=35$ [kg-cm]=[350 kg-mm]

Factor de seguridad: $Fs=2.8$

Diámetro del eje: $\phi = 25$ mm

Fuerza de corte

$$F_c = \frac{2 * Mt}{\phi}$$

$$F_c = \frac{2 * 350}{25}$$

$$F_c = 28 \text{ Kg}$$

Esfuerzo de corte admisible

$$\tau_{ad} = \frac{0.577 * \sigma_{Fl}}{F_s}$$

$$\tau_{ad} = \frac{0.577 * 2350}{2.8}$$

$$\tau_{ad} = 484.27 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{ad} = \frac{F_c}{L * b}$$

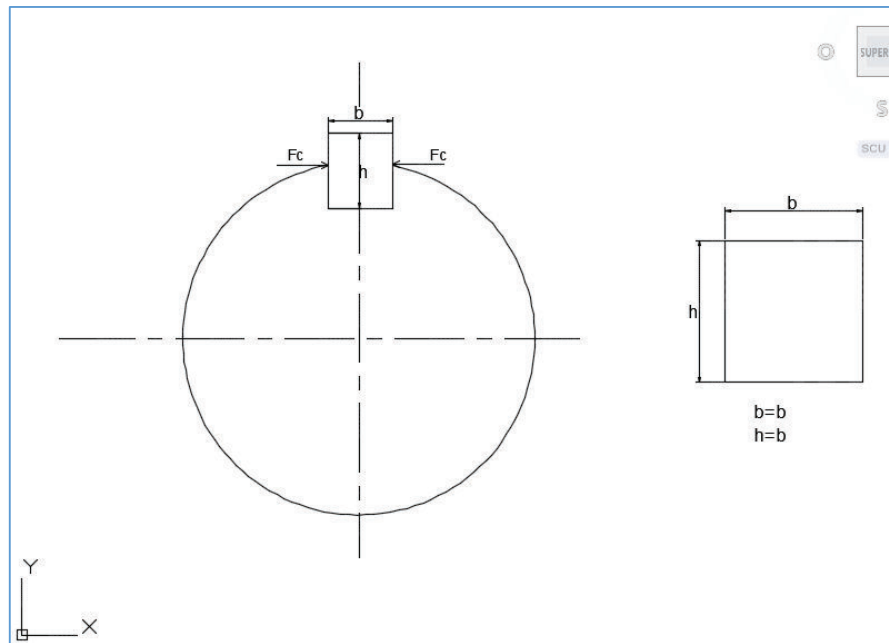


FIGURA 3.13 ESQUEMA LENGÜETA

Elaborado por: David Benalcázar

$$484.27 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{28 \text{ Kg}}{L * 0.6 \text{ cm}}$$

$$L = 0.10 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$$

Debido a que la longitud es muy pequeña se cambia a L=20mm
Recalculando

$$\begin{aligned}\tau_{ad} &= \frac{F_c}{L * b} \\ \tau_{ad} &= \frac{35 \text{ kg}}{2\text{cm} * 0.6\text{cm}} \\ \tau_{ad} &= 29.17 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \\ \tau_{ad} &= \frac{0.577 * \sigma_{Fl}}{F_s} \\ F_s &= \frac{0.577 * 2350 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{29.17 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}\end{aligned}$$

$$F_s = 46.48 \approx 47$$

Por lo tanto, la lengüeta con una longitud: L=20mm, y un ancho: b=6mm tiene un factor de seguridad de:

$$F_s=47$$

3.6 CÁLCULO DE ENGRANAJES

Parámetros de diseño

- Distancia entre centros: 76 mm
- Igual número de dientes relación 1 a 1

Módulo: 3

$$p = \pi * m$$

$$p = 9.42$$

$$p * P = \pi$$

$$P = 0.33$$

$$P = \frac{N}{76}$$

$$N = 0.33 * 190 = 63 \text{ dientes}$$

Para engranaje 2

$$z_1 * n_1 = z_2 * n_2$$

$$z_2 = \frac{63 * 300}{236} = 80 \text{ dientes}$$

De la tabla 3-1 de Shigley

$$\phi = 20^\circ \text{ angulo de presión}$$

- $a=1*m$
- $b=1.25*m$
- $b=3.75mm$

Espesor del diente

$$E = \frac{P_c}{2} = \frac{9.42}{2} = 4.71 \approx 5$$

Diseño dinámico

$$G = \frac{W_t * P}{F * K_v * J}$$

Donde

- W =carga transmitida
- P =paso por diente
- J =factor geométrico
- K_v =factor velocidad

$$V = \frac{\pi * d * n}{12}$$

$$V = 141 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

$$K_v = \frac{50 + \sqrt{v}}{50}$$

$$K_v = 1.23$$

$$W_t = \frac{6000 * H}{\pi * d * n}$$

$$W_t = 127870$$

$$F = 9.42 * 4 \approx 37.68$$

$$\sigma = 2601$$

- J= factor geométrico =0.35 Pg. 733 Shigley

Se utiliza acero A36

Con G=998.42psia

$$S_e = S_e' * k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f$$

$$S_e' = 0.5 * S_{ut}$$

$$S_e' = 18 \text{Kpsia}$$

$$k_a = a * S_{ut}^b$$

$$k_b = a * S_{ut}^b$$

$$a = 2.7$$

$$b = -0.097$$

$$k_b = 1.07$$

$$k_c = 1$$

$$k_d = 1$$

$$k_e = 1$$

$$k_f = 1$$

$$S_e = 22.11$$

$$n = \frac{S_e}{\sigma}$$

$$n = 8,5$$

El cual es un valor elevado pero dada la naturaleza del material a utilizarse es aceptable.

$$n_G = n * K_o * K_m$$

$$K_o = 1.25$$

$$K_m = 1.26$$

$$K_m = 1 + Cmc * (Cpf * Cpm + Cmm * Ce)$$

$$Cm = 1$$

$$Cpf = 0.01$$

$$Cpm = 1$$

$$Cma = A + BF + CF^2$$

$$Cma = 0.25$$

Entonces

$$K_m = 1.26$$

$$n_G = 13.4$$

3.7 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA QUE SOPORTA EL MOTOR Y EL CUERPO DE LA MÁQUINA DESOPERCULADORA

La estructura ha sido diseñada según la necesidad del diseño de la máquina para soportar el contenedor de acero inoxidable, los rodillos, chumaceras, motor y otros elementos se realiza una simulación en el programa SAP 2000 el mismo que utiliza un análisis por elementos finitos con lo cual tenemos un resultado adecuado en cuanto al comportamiento de este elemento en la aplicación real o práctica, con un alta confiabilidad del mismo.

El resultado del análisis en SAP 2000 se hace referencia en el anexo 7

Las cargas a las que estará sometida la estructura es la suma del peso de todos los componentes.

Contenedor: 57 kg

Ejes: 2kg

Poleas:1Kg

Motor: 5kg

Pernos:0.5kg

Malla:1 kg

Otros (chavetas, cuchillas, alambre, interruptor, protecciones):5kg

Total: 71.5kg

Pasos de simulación:

1. Dibujar el modelo con las medidas requeridas (refiérase figura 3.14)
2. Especificar el tipo de elemento y material que compone la estructura
3. Especificar el tipo de unión que existe entre los diferentes componentes
4. Correr el programa
5. Verificar que las deformaciones y cargas sean soportadas por la estructura
6. Aprobar la estructura

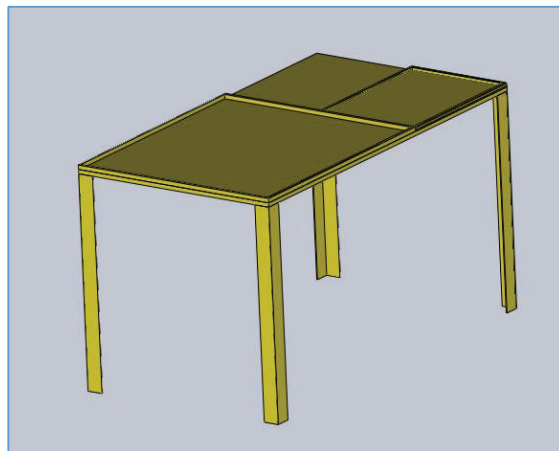


FIGURA 3.14 ESTRUCTURA PARA MÁQUINA DESOPERCULADORA

Elaborado por: David Benalcázar

Se observa que después de realizada la simulación la estructura no presenta problemas por lo que las medidas seleccionadas son las idóneas para la construcción. (Refiérase figura 3.15)

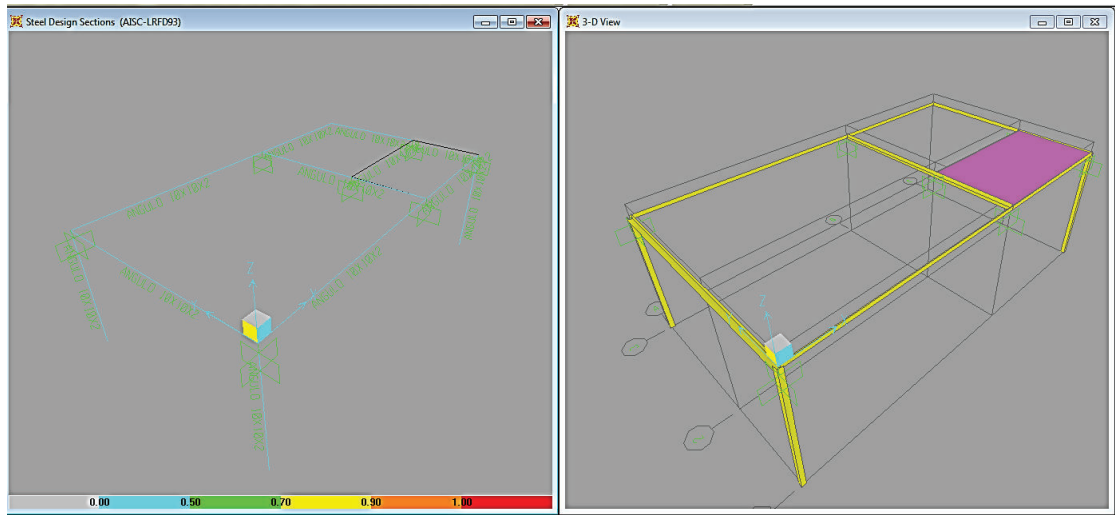


FIGURA 3.15.- SIMULACIÓN DE ESTRUCTURA

Elaborado por: David Benalcázar

3.7.1 CÁLCULO DEL CONTENEDOR DE ACERO INOXIDABLE

El contenedor de acero inoxidable tiene una forma la cual es analizable mediante elementos finitos en el módulo de simulación de SolidWorks el cual nos permite obtener desde las deflexiones del material, hasta un aproximado real que nos permite comprobar si el elemento falla o no bajo cargas reales, los pasos generales para esta simulación son:

1. Dibujar el diseño en SolidWorks. (Refiérase figura 3.16)
2. Colocar las restricciones necesarias en el modelo.
3. Colocar las cargas a las que va a estar expuesto el modelo.
4. Realizar un mallado, correr el programa. (Refiérase figura 3.17)
5. Verificar que no existan errores o deformaciones excesivas. (Refiérase figura 3.18)

Cálculo de las cargas a aplicarse en el contenedor

$$\delta = \frac{m}{v}$$

Dónde

- δ = densidad de la miel
- m =masa
- v =volumen

Entonces

$$m = \sigma * v$$

$$\delta = 1.402 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$v = 0.0413\text{m}^3$$

$$m = 57.9 \text{ kg}$$

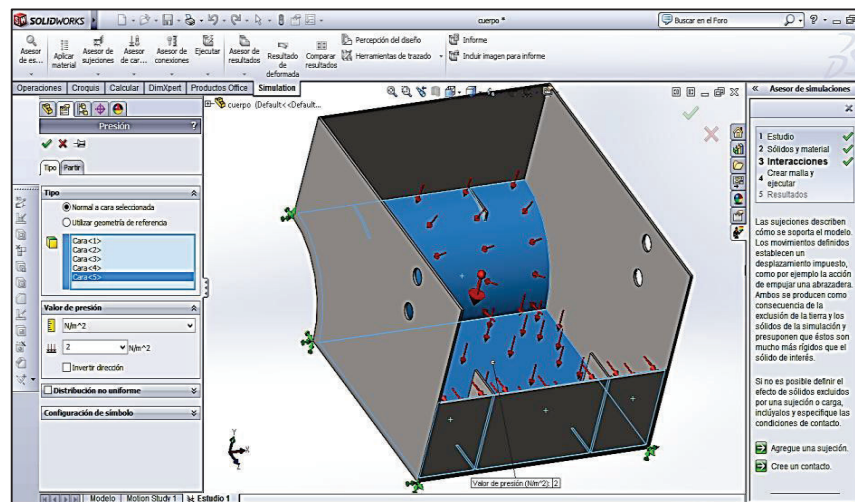


FIGURA 3.16.- CONFIGURACIÓN DE CARGAS SOBRE CONTENEDOR

Elaborado por: David Benalcázar

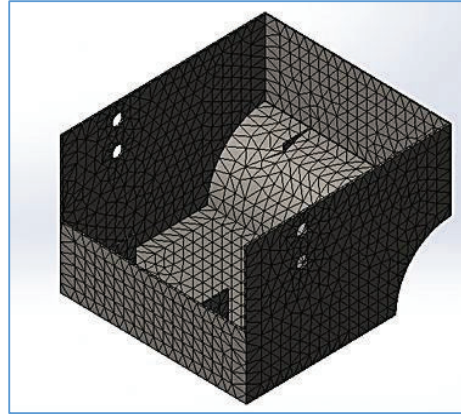


FIGURA 3.17.- MALLADO DEL CONTENEDOR

Elaborado por: David Benalcázar

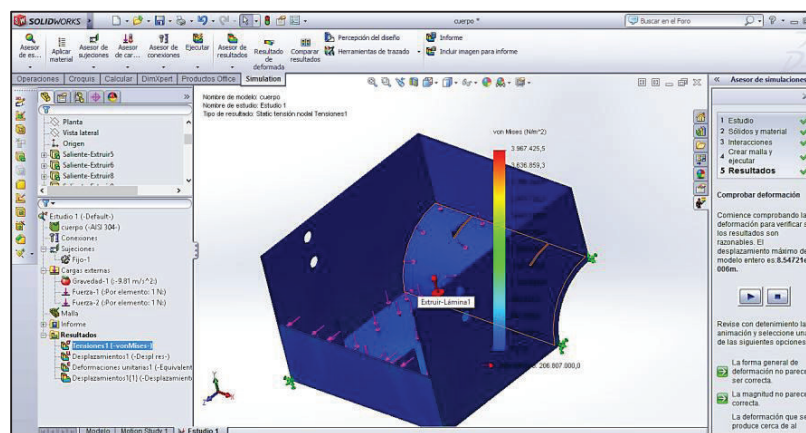


FIGURA 3.18 SIMULACIÓN DEL CONTENEDOR

Elaborado por: David Benalcázar

3.7.2 PLANOS DE TALLER Y MONTAJE

El plano de conjunto de la máquina desoperculadora, permite tener una mejor visión de la máquina a construir, así como también un detalle numerado de cada elemento que la componen. Todos los planos de taller destinados a la elaboración de la máquina, y planos de la máquina están en el anexo 8.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

Para la construcción de la máquina se ha tomado en cuenta el análisis de alternativas del capítulo 2, La máquina desoperculadora será construida acorde a los planos adjuntos en el anexo 8, tomando en cuenta las partes que son normalizadas y las que requieren de construcción tales como ejes, estructura, contendor. Se utiliza máquinas herramientas detallados a continuación.

4.1 ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Se realiza una clasificación de los elementos requeridos para la construcción en equipos a utilizarse y en materiales. (Refiérase tabla 4.1)

TABLA 4.1 EQUIPOS, HERRAMIENTAS UTILIZADAS

EQUIPO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
Torno	Cuchillas de corte	
Fresadora	Cuchillas de corte	
Esmeril	Disco para esmeril	
Taladro	Brocas	
Soldadora eléctrica	Pinzas para soldadura	Se utiliza electrodos 6011
Equipo de pintura	Soplete y compresor	Solo la parte externa de la máquina desoperculadora
Cortadora de plasma	Sujetadores	Usado en la plancha de acero inoxidable
Adicionales de Corte y Medición	Arco de Sierra Flexómetro Calibrador pie de rey Nivel	

Elaborado por: David Benalcázar

La tabla 4.2 muestra la materia prima utilizada en el proyecto.

TABLA 4.2 MATERIA PRIMA UTILIZADA

ELEMENTO	MATERIA PRIMA	CANTIDAD
Eje 1	Grilón de 50mm diámetro	1
Eje 2	Grilón de 50mm diámetro	1
Plancha de acero	Acero inoxidable de 1 mm de espesor	1
Ángulo de acero en L de 25*3 mm	Acero A36	6 m
Platina de acero 15*3mm	Acero A36	6m

Elaborado por: David Benalcázar

La tabla 4.3 muestra los elementos normalizados.

TABLA 4.3 ELEMENTOS NORMALIZADOS

Los Elementos normalizados se referencian en el anexo 6

ELEMENTO NORMALIZADO	REFERENCIA
Cuchillas de corte	
Pernos	
Manilla	
Bisagra	
Chumacera	1 in de diámetro interno
Bandas	

Elaborado por: David Benalcázar

4.2 CONSTRUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS

4.2.1 ESTRUCTURA

Para la estructura se utiliza platina de acero en L, sobre la cual esta soportada toda la máquina desoperculadora, el corte de la platina se la realiza de manera manual con arco de sierra y la soldadura se realiza con soldadura SMAW y electrodos E 6011.

- Anotación de medidas sobre la platina de metal según medidas establecidas en el plano 1.3204.108
- Corte de los elementos con sierra manual
- Armar la estructura acorde al plano 1.3204.108
- Soldar la estructura utilizando soldadura SMAW y electrodo E6011, verificando continuamente que cumpla con parámetros de paralelismo y ortogonalidad entre los elementos
- Se realiza una inspección visual de los elementos, y de las soldaduras.

4.2.2 CONTENEDOR DE ACERO INOXIDABLE

- Anotar las medidas sobre la plancha de acero inoxidable A304 según medidas establecidas en el plano 1.3204.107
- Realizar el corte de los elementos conformantes del contenedor con cortadora de plasma (Refiérase figura 4.1)
- Soldar los elementos con el electrodo AWS: E 308 L-16
- Comprobar que no existan fugas de líquido
- Verificar las medidas del contenedor
- Montar el contenedor sobre la estructura metálica



FIGURA 4.1 TAPA LATERAL DEL CONTENEDOR

Elaborado por: David Benalcázar

4.2.3 TAPA METÁLICA

- Anotar las medidas sobre la plancha de acero inoxidable A304 según medidas establecidas en el plano 1.3204.106
- Realizar el corte de los elementos conformantes del contenedor con cortadora de plasma
- Soldar los elementos de acuerdo a los planos, con el electrodo AWS: E 308
- Colocar la tapa sobre el contenedor

4.2.4 EJE PORTACUCHILLAS

- Anotación de las medidas pertinentes en el eje según plano 1.3204.101
- Realizar un refrentado según medidas establecidas
- Cilindrar los apoyos del eje
- Realizar un fresado para los canales en los cuales irán alojadas las cuchillas de corte (Refiérase figura 4.2)
- Se perfora el eje según especificaciones del plano 1.3204.101
- Comprobación de medidas



FIGURA 4.2 FRESADO DE CANALES PARA CUCHILLA EN EJE DE GRILÓN

Elaborado por: David Benalcázar

Refiérase anexo 5 Hojas de Procesos

4.2.5 POLEAS

La polea es construida de grilón la cual permite la transmisión de movimiento a través de las bandas desde el motor reductor hacia el eje porta cuchillas

- Anotación de las medidas en el eje según plano 1.3204.103
- Realizar cilindrado según medidas establecidas
- Refrentar
- Se perfora la polea según medidas
- Comprobación de medidas

Refiérase anexo 5 Hojas de Procesos

4.2.6 GUÍA INTERIOR

La guía permite deslizar el marco al interior de la máquina.

- Anotación de las medidas pertinentes en la platina según plano 1.3204.110
- Cortar las platinas acorde a medias
- Comprobar que las medidas sean las indicadas
- Soldar con electrodo E6011
- Verificar medidas y funcionalidad



FIGURA 4.3 GUÍA PARA PANAL

Elaborado por: David Benalcázar

4.2.7 BARRA ESTABILIZADORA

- Anotación de las medidas pertinentes en la platina según plano 1.3204.109
- Cortar el eje de acuerdo a las medidas indicadas
- Taladrar los agujeros acorde al plano
- Roscar acorde al plano 1.3204.109
- Comprobar que las medidas sean las indicadas

4.2.8 MONTAJE DE LA MÁQUINA

- Se procede a montar los ejes sobre el contenedor de acero inoxidable
- Instalar las chumaceras con los ejes y poleas (Refiérase figura 4.4)
- Colocar el contenedor sobre la armadura (Refiérase figura 4.5)
- Instalar la guía interior
- Instalar la barra estabilizadora en la armadura
- Instalar el motor con el reductor de velocidades (Refiérase figura 4.6)
- Instalar los engranajes en el reductor de velocidades
- Instalar y templar las bandas. (Refiérase figura 4.7)
- Instalar la tapa del contenedor
- Instalar el filtrador
- Realizar las conexiones eléctricas apropiadas
- Instalar las protecciones de seguridad sobre las caras laterales del contenedor (Refiérase figura 4.8)

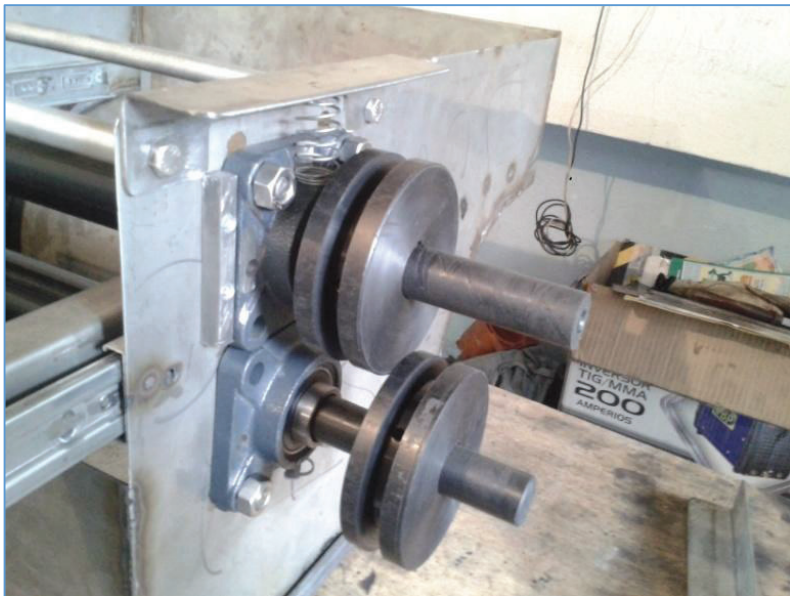


FIGURA 4.4 POLEAS CON EJES DE GRILÓN

Elaborado por: David Benalcázar



FIGURA 4.5 CONTENEDOR INSTALADO SOBRE ESTRUCTURA

Elaborado por: David Benalcázar

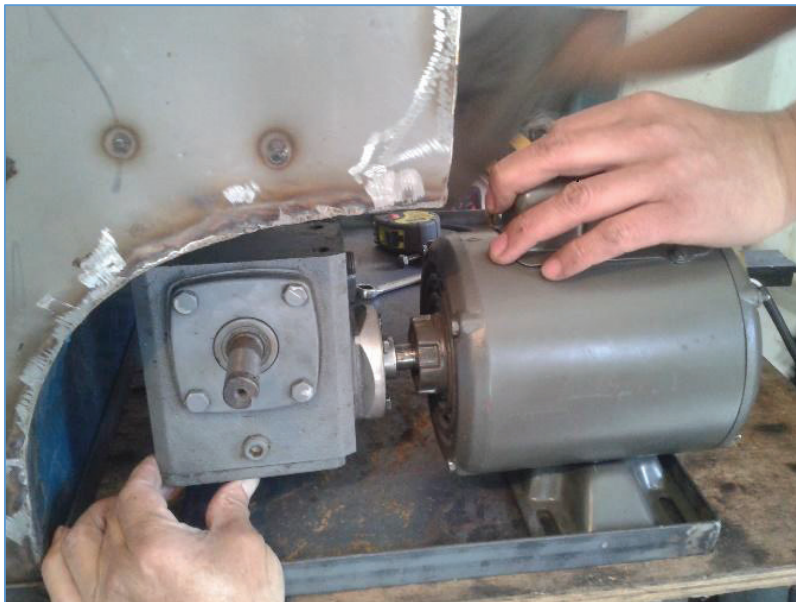


FIGURA 4.6 INSTALACIÓN DEL SISTEMA MOTOR REDUCTOR

Elaborado por: David Benalcázar

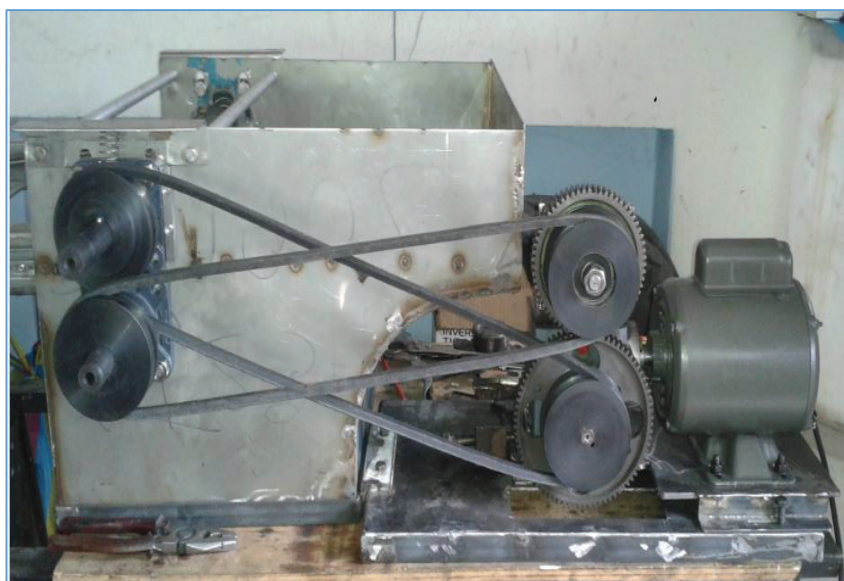


FIGURA 4.7 SISTEMA DE BANDAS POLEAS INSTALADO

Elaborado por: David Benalcázar



FIGURA 4.8 MÁQUINA ENSAMBLADA CON PROTECCIONES DE SEGURIDAD

Elaborado por: David Benalcázar

La figura 4.9 presenta el ensamblaje final en la simulación de la máquina

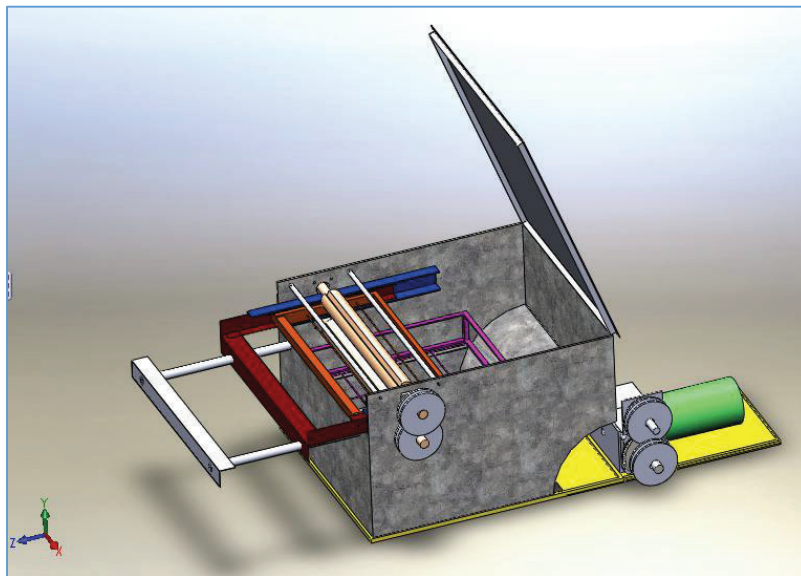


FIGURA 4.9 MÁQUINA ENSAMBLADA COMPLETA

Elaborado por: David Benalcázar

La figura 4.10 presenta la máquina ensamblada completamente, el anexo 3 presenta el manual de funcionamiento y el anexo 4 el manual de mantenimiento



FIGURA 4.10 MÁQUINA ENSAMBLADA COMPLETAMENTE

Elaborado por: David Benalcázar

4.2.9 PRUEBAS DE CAMPO

Con la máquina construida bajo todas las especificaciones aplicar el protocolo de pruebas sobre el equipo.

(Refiérase anexo 1)

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las pruebas de campo permiten observar el desempeño del equipo en el trabajo para la cual fue diseñada y construida obteniéndose lo siguiente:

- La velocidad a la que giran las cuchillas sobre el eje es uniforme , la velocidad de avance es controlada por el operador, observando que todo el opérculo sea cortado por las cuchillas
- El opérculo desprendido del marco de cera cae sobre la malla del filtrador o tamiz el mismo que acumula y destila la miel del opérculo hacia el contenedor. Vaciar el contenedor una vez que se haya acumulado la suficiente cantidad de miel o de opérculo.
- La máquina no presenta vibración excesiva lo que demuestra un trabajo seguro, buen diseño y construcción de todos los componentes.
- La integridad del marco de madera, se mantiene en excelentes condiciones, ya que no presenta ningún daño sobre el misma.
- El opérculo cortado tiene una textura que permite que la miel se despegue adecuadamente y se filtre adecuadamente en la malla.

El anexo 2 muestra los resultados de la prueba de campo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 COSTOS

A continuación se detallan los costos que son invertidos en el diseño y construcción de la máquina desoperculadora de panales de cera, previamente proformados y evaluados. Los costos a considerarse son:

- Costos de diseño
- Costo de materia prima
- Costo elementos normalizados
- Costos de construcción
- Costos adicionales

Costos de diseño, son calculados acorde al número de horas que son empleadas para la realización del modelo.

5.1.1 COSTO DE DISEÑO

La tabla 5.1 muestra los costos de diseño.

TABLA 5.1.- COSTOS DE DISEÑO

Descripción	Costo/hora USD	Número de horas	Total USD
Diseño de la máquina desoperculadora de panales de cera	5	50	250

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

5.1.2 COSTO DE MATERIA PRIMA

En la tabla 5.2 consta todos los materiales e insumos utilizados para la realización de la máquina

TABLA 5.2 COSTOS DE MATERIA PRIMA

ELEMENTO	COSTO	CANTIDAD	TOTAL
Plancha de acero inoxidable	\$140	2	\$280
Perfil L	\$20	1	\$20
Perfil T	\$20	1	\$20
Eje grilón	\$30	1	\$30
Poleas	\$10	3	\$10
		Total	\$360

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Kiwi CC Recreo, Aceros Bohlman

5.1.3 COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

En la tabla 5.3 constan todos los elementos que son de fácil adquisición en el mercado y que tienen una fabricación previa que no será estudiada, sino serán instalados previamente en el equipo a construir.

TABLA 5.3 COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

ELEMENTO	COSTO	CANTIDAD	TOTAL
Engranés	\$20	1	\$20
Bandas	\$7	2	\$14
Perno acero	\$1	4	\$4
Tuerca	\$0.5	4	\$2
Chumaceras	\$5	4	\$20
Motor	\$100	1	\$100
Pulsadores	\$2	1	\$2.5

.../

TABLA 5.3 COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS (CONTINUACIÓN)

Reductor de Velocidad	\$50	1	\$50
		TOTAL	\$212.5

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: “Ferretería KYWI”

5.1.4 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

La tabla 5.4 se muestran los costos de construcción

TABLA 5.4 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Concepto	Descripción	Costo
Construcción máquina desoperculadora bajo parámetros establecidos en planos	El contrato de construcción se basará en Inc. 1ro del Art. 16 del código del Trabajo	\$300

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: “Metalmecánica de Precisión el Gato”

La tabla 5.5 se muestran los costos de equipos empleados

TABLA 5.5 COSTOS DE EQUIPOS EMPLEADOS

Equipo	Costo E./hora	Horas empleadas	USD/año
Torno	\$5	8	\$40
Fresa	\$6	4	\$24
Taladro	\$2	2	\$4
Soldadora	\$3	2	\$6
Esmeril	\$1	1	\$1
		Total	\$75

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: “Metalmecánica de Precisión el Gato”

5.1.5 COSTOS ADICIONALES

En estos costos se contempla gastos adicionales tales como transporte de materiales, transporte de la máquina, etc. Se designa el 10% del valor total de los costos anteriores. (Refiérase tabla 5.6)

TABLA 5.6 COSTOS ADICIONALES

DESCRIPCIÓN	COSTO
Costos adicionales correspondientes al 10% de la suma de los costos de materia prima, de elementos normalizados y de construcción.	\$164.75

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

5.1.6 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA DESPERCULADORA DE PANALES DE ABEJA

Según los valores mostrados en las anteriores tablas, el costo total de la máquina desoperculadora de panales de abeja se resume en la tabla 5.7.

TABLA 5.7 COSTOS TOTALES

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL (USD)
Costos de diseño	\$250
Costo de materia prima	\$360
Costos de elementos normalizados	\$212.5
Costos de construcción	\$300
Costos de equipos empleados	\$75
Costos adicionales	\$164,75
TOTAL	\$1362.25

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La fabricación de la máquina desoperculadora de panales de cera de abeja permite que el trabajo del apicultor sea más eficiente
- La desoperculación homogénea que realiza la máquina, permite que el proceso de centrifugado posterior a la desoperculación sea mas eficiente.
- El uso de ésta máquina desoperculadora puede ser aplicado tanto a la pequeña, mediana y gran industria apícola con resultados satisfactorios.
- El uso de programas CAD permite que el trabajo del diseñador sea más rápido, evita errores y la aplicación de los mismos, permite un mejor entendimiento de los procesos involucrados en el diseño de la máquina.
- La inclinación del ángulo de corte de las cuchillas es un factor importante en el momento de desopercular los panales de miel.
- La aplicación de conocimientos teóricos, llevados a la práctica permite la mejora de los procedimientos en la industria apícola

6.2 RECOMENDACIONES

- Se debe evitar que la pintura exterior sufra abolladuras, ya que esta protege a la armadura de corrosión y agentes externos.
- Utilizar vestimenta especial (overol, guantes, botas de caucho, casco, velo protector) para apicultura
- Mantener la botonera, libre de rastros de miel, cera, u otros elementos.
- Conectar la máquina al toma corriente adecuado
- Evitar chocar las cuchillas con objetos extraños.
- No usar el equipo si presenta sonidos extraños o vibración excesiva u otros desperfectos
- Seguir el manual de funcionamiento adjunto en el anexo 3 para evitar accidentes.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- DEUTSHMAN AARON, Diseño de Máquinas: Teoría y práctica. Editorial Continental, México 1985
- ELLIS W. Ingeniería de materiales, México, presentaciones y servicios de ingeniería, 1968
- HALL A. Hallowenko A. Teoría y problemas de diseño de máquinas, México, Mc Graw-Hill, 1988
- INEN, Código de Dibujo Técnico-Mecánico, Quito, 1986
- MABIE, Hamilton y Ocvirk, Fred. Mecanismos y dinámica de maquinaria. Limusa, 1985
- MARCIAL GARROFALES Maeo, Félix Rodríguez, Manual de Mecánica Industrial Neumática e Hidráulica, Segunda edición, Reverté S.A. 2004.
- Norton Robert. Diseño de máquinas, Editorial Prentice-Hall, México, 1999
- NORTON, Robert. Diseño de máquinas. McGraw-Hill, 1995
- PARETO LUIS. Formulario de elementos de Máquinas, Ediciones CEAC, Perú, 1981
- SHYGLET, J. Diseño Ingeniería Mecánica. Editorial McGraw-Hill, Sexta edición, México 202
- VARGAS J. Guía de los Fundamentos De Dibujo Industrial, EPN. 2014
- VARGAS J. Producción Por Virutaje , EPN, 2014
- ZINOVIEV V. Teoría de los mecanismo y Máquinas. Editorial MIR, Moscú 1969

Páginas de Internet

- www.Apícolaspedroches.com/herramientas%20desopercular.htm
- www.acerosindustrialeshgb.com

- <http://www.senati.edu.pe/web/especialidades/metalmecanica/disenode-maquinas>
- <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/ganaderito/dondebee.htm>.
- <http://www.i-mas.com/disenode-maquinas-industriales/>
- http://www.hd.ind.br/PDF/Manual_TECNICO_Redutor-esp.pdf
- <http://www.eumed.net/libros-gratis/ciencia/2013/14/14.pdf>
- <http://rorisa.com/pdf/gates.pdf>
- http://gimbelmexicana.com/catalogo_flippings/baleros/files/assets/downloads/publication.pdf

Otras publicaciones

- BHOLER CATALOGO ACEROS INOXIDABLES 2014
- INEN 003 CODIGO DE DIBUJO TÉCNICO, MECÁNICO 1989
- SKF CATALOGO DE CHUMACERAS 2014

ANEXOS

ANEXO 1
PROTOCOLO DE PRUEBAS

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 PROTOCOLO DE PRUEBAS PARA MÁQUINA DESOPERULADORA DE
 PANALES DE ABEJA

Interventor 1: _____

Interventor 2: _____

1.- VERIFICACIÓN VISUAL DE TODOS LOS COMPONENTES:

Estado de los elementos			
Elemento	Bueno	Malo	Regular

2.- VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES PRINCIPALES

Dimensión	Diseño	Prototipo	Aceptación	
			Si	No
Largo total (mm)				
Ancho total (mm)				
Altura total (mm)				

3.- TRABAJO SIN CARGA

Estado de los elementos			
Elemento	Bueno	Malo	Regular

4.- TRABAJO CON CARGA

Estado de los elementos			
Elemento	Bueno	Malo	Regular

5.- Resultado obtenido en el marco de cera

RESULTADO				Observación
Ensayo	Aprueba	No aprueba	Tiempo	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Observación

Atentamente

Interventor 1

Interventor 2

ANEXO 2
RESULTADOS PRUEBAS DE CAMPO

TABLA A2.2 VERIFICACIÓN VISUAL DE TODOS LOS COMPONENTES :.

Estado de los elementos			
Elemento	Bueno	Malo	Regular
Motor	X		
Ejes-cuchillas	X		
Estructura	X		
Contenedor	X		

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

TABLA A.2.1 VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES PRINCIPALES

Dimensión	Diseño	Prototipo	Aceptación	
			Si	No
Largo total (mm)	550	551	X	
Ancho total (mm)	500	501	X	
Altura total (mm)	355	356	x	

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

La figura A2.1 representa la máquina realizando el desoperculado de los marcos extraídos de la apícola “La Legítima”

3.- TRABAJO SIN CARGA

Elemento	Estado de los elementos		
	Bueno	Malo	Regular
Motor	X		
Ejes-cuchillas	X		
Estructura	X		
Contenedor	X		



FIGURA A2.1 MÁQUINA DESOPERCULADORA - PRUEBA DE CAMPO

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

TABLA A2.3 RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO

ELEMENTO	ESTADO	
	BUENO	MALO
Motor	X	
Bandas	X	
Poleas	X	
Engrane	X	
Rodillos	X	
Sujetador	X	
Guías	X	
Malla	X	
Tapa superior	X	

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

TABLA A2.3.1 TRABAJO CON CARGA

Estado de los elementos			
Elemento	Bueno	Malo	Regular
Motor	X		
Ejes-cuchillas	X		
Estructura	X		
Contenedor	X		
Bandas	X		

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”



FIGURA A2.2 EQUIPO FUNCIONANDO CON CARGA

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”



FIGURA A2.3 MARCO DESOPERCULADO

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”



FIGURA A2.4 PRUEBA DE CAMPO

Elaborado por: David Benalcázar

Fuente: Apícola “La Legítima”

ANEXO 3
MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

- 1.- Observar que todos los componentes se encuentren en correcto estado antes de encender el equipo.
- 2.- Verificar que la máquina se encuentre conectada a la fuente eléctrica adecuada de 110 V.
- 3.- Observar que no exista ningún objeto obstruyendo las cuchillas de corte y que éstas se encuentren correctamente ajustadas.
- 4.-Encender el equipo pulsando el botón verde “on”.
- 5.- Poner el marco de cera sobre la guía y deslizarlo de manera suave hacia el interior de la máquina desoperculadora.
- 6.-Una vez desoperculado el panal de cera retirarlo de la máquina con la guía.
- 7.- Cambiar los marcos para el desoperculado cuantas veces sea necesario.
- 8.-Para apagar el equipo presione el botón rojo “off”.

Nota: Si la máquina presenta algún atascamiento o desperfecto presione el botón off y verifique la causa del mal funcionamiento.

ANEXO 4
MANUAL DE MANTENIMIENTO

Manual de Mantenimiento

- La máquina siempre debe estar limpia, libre de impurezas y de humedad excesiva para evitar la corrosión de la misma.
- Cada vez que se utilice la máquina se debe verificar el estado de la banda.
- El cable eléctrico debe estar conectado a la fuente eléctrica adecuada.
- El cable eléctrico no debe presentar ningún desperfecto.
- Se debe engrasar las chumaceras cada seis meses.
- Se debe verificar el estado de las cuchillas y en caso de que estas pierdan su filo afilarlas con un ángulo de 30°.
- Verifique que la integridad de todos los elementos periódicamente.

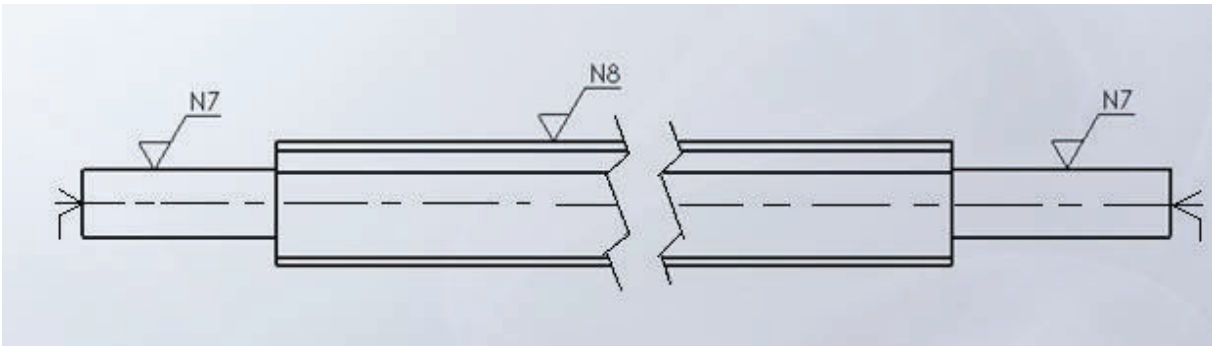
Precauciones de seguridad

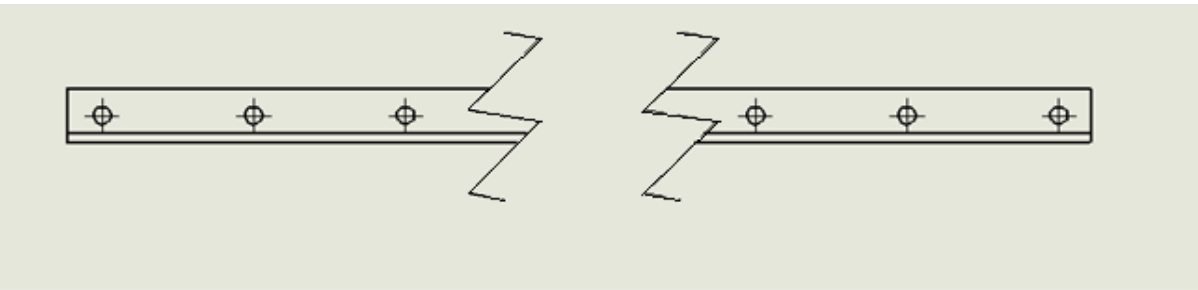
- En caso de cualquier avería esta debe ser reparada solo por personal técnico autorizado.
- No utilizar la máquina para otro fin para el que fue diseñada, ya que puede causar averías a la máquina y accidentes en los operarios.
- No abrir la tapa de protección mientras la máquina esté funcionando.
- Bajo ningún motivo topar las poleas o banda en funcionamiento de la máquina.
- No topar los engranajes.
- En caso de cambio de cuchillas evite tocar el filo de las mismas directamente con las manos ya que se puede producir cortes.
- La conexión eléctrica puede ser manipulada solo por personal técnico autorizado con la finalidad de evitar choques eléctricos e incluso la muerte.

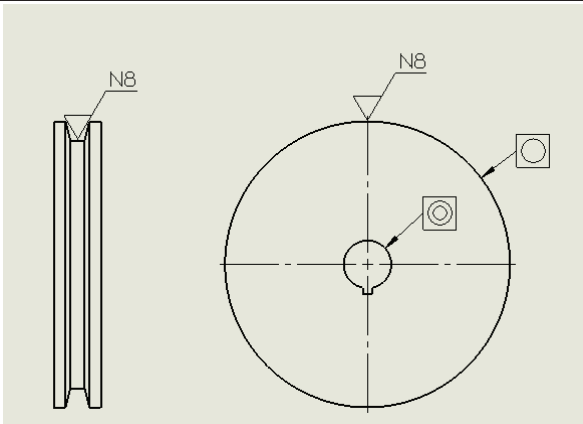
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PARAMETROS	VALORES
Tipo de motor	Monofásico 110 V ¼ hp a 1753 rpm
N rev en el eje	330 rpm
Numero de marcos hora	180 marcos /hora
Tipo de encendido	Automático
Tipo de voltaje	Corriente Alterna 110V
Ancho útil de corte	410 mm
Capacidad de almacenamiento	41250 cm ³

ANEXO 5
HOJAS DE PROCESOS

HOJA DE PROCESOS				EJE PORTACUCHILLAS DE GRILÓN	
Tiempo total de duración:180 min					
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Dim. En bruto	Obs.
	2	Eje motriz 1	Grilón	50x600 mm	Ninguna
					
Fase	Operaciones	Velocidad en rpm	N pasadas	Profundidad (mm)	Tiempo estimado
					(min)
1	Trazar				5
2	Medir y cortar				15
3	Puesta Punto, refrenar				10
4	Cilindrar	220	25	1	60
4	Cilindrar	220	25	1	60
4	Chaflanar	220	1	2	15
5	Trazar				
6	Fresado lengüeta	480	3		15
CODIGO PLANO: 1.3204.101					

HOJA DE PROCESOS				SEGURO DE LA CUCHILLA	
Tiempo total de duración:60 min					
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Dim. En bruto	Obs.
	2	Cuchilla	Acero Inoxidable A 304	4x15x420 mm	Ninguna
					
Fase	Operaciones	Velocidad rpm	en N pasadas	Profundidad (mm)	Tiempo estimado
					(min)
1	Trazar				5
2	Medir y cortar				15
3	Fresar	480	2	0,3	10
4	Taladrar	220	1	4	30
5	Verificar				
CODIGO PLANO: 1.3204.104					

HOJA DE PROCESOS				POLEA DE GRILÓN	
Tiempo total de duración: 160 min					
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Dim. En bruto	Obs.
	4	Polea de grilón 1	grilón	20x120 mm	Ninguna
					
Fase	Operaciones	Velocidad en rpm	N pasadas	Profundidad (mm)	Tiempo estimado (min)
1	Trazar				5
2	Medir y cortar				15
3	Puesta Punto, refrenar				10
4	Cilindrar	220	25	1	60
4	Cilindrar	220	25	1	60
4	Chaflanar	220	1	2	15
5	Trazar				
6	Fresado lengüeta	480	3		15
CODIGO PLANO: 1.3204.103					

ANEXO 6
CATÁLOGOS

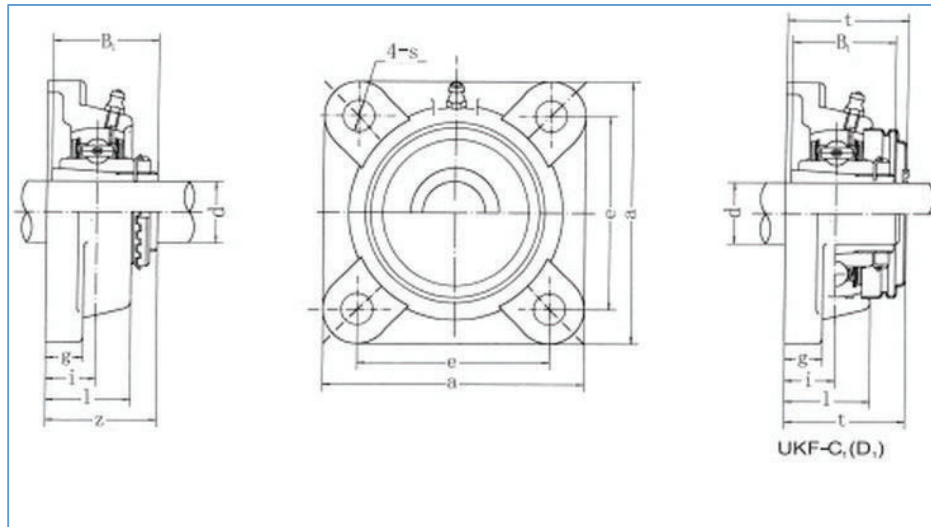
CATÁLOGO DE MOTOR

CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO

Série BK - monofásico 60 Hz

POTENCIA (CV)	CARCAZA (ABNT)	ROTACIÓN (rpm)	Corriente nominal en 220V (A)	Corriente partida en 220V (A)	Conjugado nominal Cn (kgm)	Conjugado de partida Cp/Cn (%)	Conjugado máximo C _{máx} /Cn (%)	Rendimiento η %	Factor de potencia Cos	Capacitor (μ f) 110/220v	GD2 del rotor (kgm ²)	Masa (kg)
2 POLOS												
1/8	56a	3240	0.80	2.1	0.026	80	240	53	0.98	16	0.0007	3.35
1/6	56b	3000	1.1	1.85	0.038	80	210	52	0.97	20	0.0007	3.4
1/4	63a	3390	1.65	5.5	0.056	100	230	51	0.99	25	0.0009	4.5
1/3	63b	3350	2.1	6.6	0.072	95	210	55	0.96	30	0.0014	4.9
1/2	71a	3420	2.75	10.5	0.105	70	200	62,5	0.97	35	0.0022	9.0
3/4	71b	3350	4.2	18.0	0.160	65	210	65	0.92	40	0.0025	10.0
1.0	80a	3410	5.3	22.0	0.210	55	230	68,5	0.95	50	0.0048	13.5
1.5	80b	3350	7.6	32.0	0.320	49	215	73	0.90	60	0.0056	15.0
2.0	80c	3360	9.7	40.0	0.426	40	205	73	0.94	60	0.0056	16.0
2.0	90S	3360	10	42.0	0.42	39	210	73	0.92	50	0.0100	20.0
2.5	90L	3450	12.3	65.0	0.52	38	235	74	0.92	60	0.012	21.0
3.0	90L	3430	15.7	78.0	0.63	38	220	74	0.86	2x35	0.012	22.0
4 POLOS												
1/12	56a	1660	0.95	2.2	0.035	100	225	41	0.72	10	0.0007	3.3
1/8	56b	1620	1.0	2.2	0.035	81	215	50	0.84	12	0.0007	3.3
1/6	63a	1670	1.1	3.1	0.071	84	205	53	0.97	16	0.0014	4.8
1/4	63b	1620	1.7	4.1	0.111	80	180	52	0.95	20	0.0014	4.8
1/3	71a	1600	2.2	5.5	0.149	72	150	53	0.96	25	0.0035	9.0
1/2	71b	1620	3.2	9.5	0.22	67	150	59	0.89	30	0.0041	9.6
3/4	80a	1640	4.4	14	0.32	50	160	62,5	0.91	40	0.0087	14.0
1.0	80b	1670	5.4	20	0.42	50	170	65	0.95	60	0.0094	14.7
1.5	90S	1680	8.0	30	0.65	45	160	67	0.94	60	0.0180	19.8
2.0	90L	1720	10.5	49	0.84	38	230	70	0.91	60	0.0250	24.0
2.5	90L	1705	12.0	59	1.07	38	195	74	0.94	2x60	0.0250	24.8

CATÁLOGO DE CHUMACERAS



Unit NO.	Dimensions mm in.										Bolt Size mm inch	Bearing No.
	d	a	e	i	g	l	s	z	t	B1		
UKF205;H2305	20	95	70	16	14	27	12	35.5	40	35	M10	UK205;H2305
UKF205;HE2305	3/4	3-3/4	2-3/4	5/8	35/64	1-1/16	15/32	1-25/64	1-9/16	1.38	3/8	UK205;HE2305
UKF206;H2306	25	108	83	18	14	31	12	39	44.5	38	M10	UK206;H2306
UKF206;HS2306	7/8	4-1/4	3-17/64	45/64	35/64	1-7/32	15/32	1-17/32	1-3/4	1.5	3/8	UK206;HS2306
UKF206;HE2306	1	4-1/4	3-17/64	45/64	35/64	1-7/32	15/32	1-17/32	1-3/4	1.5	3/8	UK206;HE2306
UKF207;H2307	30	117	92	19	16	34	14	42.5	48.5	43	M12	UK207;H2307
UKF207;HS2307	1-1/8	4-39/64	3-5/8	3/4	5/8	1-11/32	35/64	1-43/64	1-29/32	1.69	7/16	UK207;HS2307
UKF208;H2308	35	130	102	21	16	36	16	46.5	55.5	46	M14	UK208;H2308
UKF208;HE2308	1-1/4	5-1/8	4-1/64	53/64	5/8	1-27/64	5/8	1-53/64	2-3/16	1.81	1/2	UK208;HE2308
UKF208;HS2308	1-3/8	5-1/8	4-1/64	53/64	5/8	1-27/64	5/8	1-53/64	2-3/16	1.81	1/2	UK208;HS2308
UKF209;H2309	40	137	105	22	18	38	16	48.5	56.5	50	M14	UK209;H2309
UKF209;HA2309	1-7/16	5-13/32	4-9/64	55/64	23/32	1-1/2	5/8	1-29/32	2-7/32	1.97	1/2	UK209;HA2309
UKF209;HE2309	1-1/2	5-13/32	4-9/64	55/64	23/32	1-1/2	5/8	1-29/32	2-7/32	1.97	1/2	UK209;HE2309
UKF209;HS2309	1-5/8	5-13/32	4-9/64	55/64	23/32	1-1/2	5/8	1-29/32	2-7/32	1.97	1/2	UK209;HS2309

CATÁLOGO DE GRILÓN

ITEM	PRODUCTO	DIAMETRO
1	BARRAS NYLON - GRILON	6
2	BARRAS NYLON - GRILON	8
3	BARRAS NYLON - GRILON	10
4	BARRAS NYLON - GRILON	12
5	BARRAS NYLON - GRILON	15
6	BARRAS NYLON - GRILON	20
7	BARRAS NYLON - GRILON	25
8	BARRAS NYLON - GRILON	30
9	BARRAS NYLON - GRILON	35
10	BARRAS NYLON - GRILON	40
11	BARRAS NYLON - GRILON	45
12	BARRAS NYLON - GRILON	50
13	BARRAS NYLON - GRILON	55
14	BARRAS NYLON - GRILON	60
15	BARRAS NYLON - GRILON	65
16	BARRAS NYLON - GRILON	70
17	BARRAS NYLON - GRILON	75
18	BARRAS NYLON - GRILON	80
19	BARRAS NYLON - GRILON	85
20	BARRAS NYLON - GRILON	90
21	BARRAS NYLON - GRILON	100
22	BARRAS NYLON - GRILON	110
23	BARRAS NYLON - GRILON	120
24	BARRAS NYLON - GRILON	130
25	BARRAS NYLON - GRILON	140
26	BARRAS NYLON - GRILON	150
27	BARRAS NYLON - GRILON	160
28	BARRAS NYLON - GRILON	170
29	BARRAS NYLON - GRILON	180
30	BARRAS NYLON - GRILON	190
31	BARRAS NYLON - GRILON	200

CATÁLOGO DE BANDA

MASTER DE BANDAS INDUSTRIALES

Bandas Hi-Power II

Continúa



Sección A

Banda No.	Circunferencia Exterior (Pulg.)	Banda No.	Circunferencia Exterior (Pulg.)
A16	18	A65	67
A17	19	A66	68
A18	20	A67	69
A19	21	A68	70
A20	22	A69	71
A21	23	A70	72
A22	24	A71	73
A23	25	A72	74
A24	26	A73	75
A25	27	A74	76
A26	28	A75	77
A27	29	A76	78
A28	30	A77	79
A29	31	A78	80
A30	32	A79	81
A31	33	A80	82
A32	34	A81	83
A33	35	A82	84
A34	36	A83	85
A35	37	A84	86
A36	38	A85	87
A37	39	A86	88
A38	40	A87	89
A39	41	A88	90
A40	42	A89	91
A41	43	A90	92
A42	44	A91	93
A43	45	A92	94
A44	46	A93	95
A45	47	A94	96
A46	48	A95	97
A47	49	A96	98
A48	50	A97	99
A49	51	A98	100
A50	52	A100	102
A51	53	A103	105
A52	54	A105	107
A53	55	A110	112
A54	56	A112	114
A55	57	A115	117
A56	58	A120	122
A57	59	A124	126
A58	60	A128	130
A59	61	A133	135
A60	62	A136	138
A61	63	A144	146
A62	64	A158	160
A63	65	A173	175
A64	66	A180	182

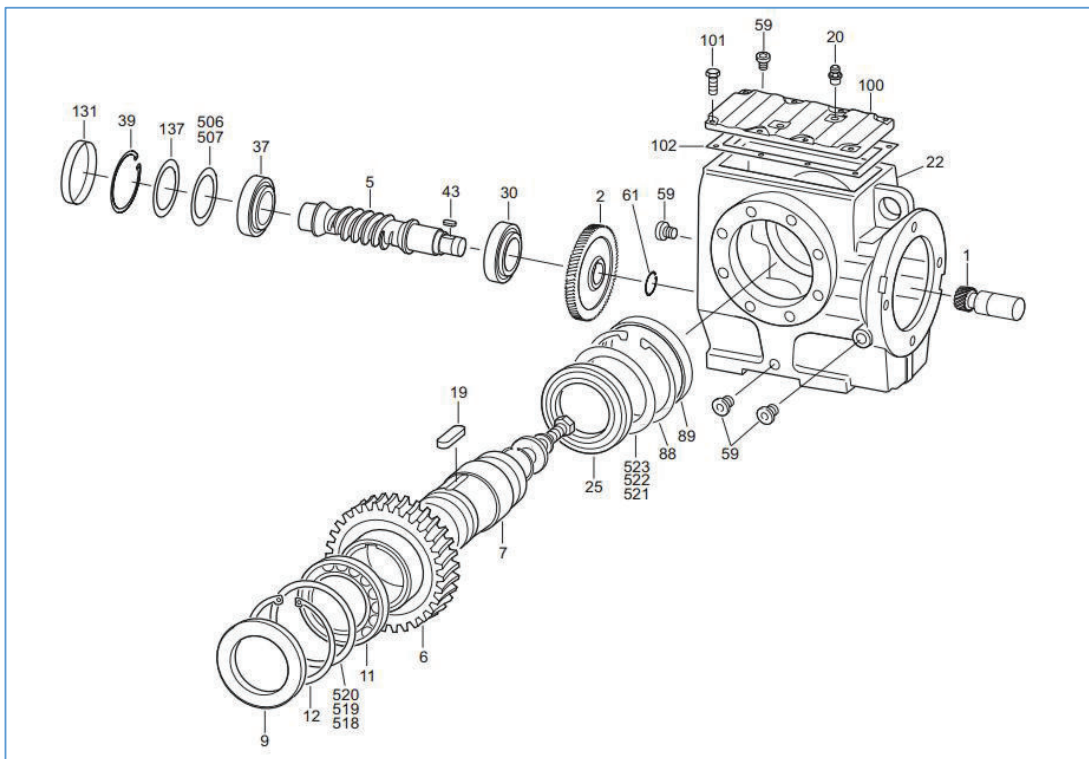


Sección B

Banda No.	Circunferencia Exterior (Pulg.)	Banda No.	Circunferencia Exterior (Pulg.)
B24	27	B82	85
B25	28	B83	86
B26	29	B84	87
B27	30	B85	88
B28	31	B86	89
B29	32	B87	90
B30	33	B88	91
B31	34	B89	92
B32	35	B90	93
B33	36	B91	94
B34	37	B92	95
B35	38	B93	96
B36	39	B94	97
B37	40	B95	98
B38	41	B96	99
B39	42	B97	100
B40	43	B98	101
B41	44	B99	102
B42	45	B100	103
B43	46	B103	106
B44	47	B105	108
B45	48	B106	109
B46	49	B108	111
B47	50	B110	113
B48	51	B112	115
B49	52	B114	117
B50	53	B115	118
B51	54	B116	119
B52	55	B118	121
B53	56	B120	123
B54	57	B124	127
B55	58	B126	129
B56	59	B128	131
B57	60	B133	136
B58	61	B136	139
B59	62	B140	143
B60	63	B142	145
B61	64	B144	147
B62	65	B148	151
B63	66	B150	153
B64	67	B154	157
B65	68	B158	161
B66	69	B162	165
B67	70	B173	176
B68	71	B180	183
B69	72	B188	191
B70	73	B190	193
B71	74	B195	198
B72	75	B205	208
B73	76	B210	213
B74	77	B225	226
B75	78	B240	241
B76	79	B255	256
B77	80	B270	271
B78	81	B285	286
B79	82	B300	301
B80	83	B360	361
B81	84	B432	433



CATÁLOGO REDUCTOR DE VELOCIDAD



Leyenda

1	Piñón	20	Tapón de salida de gases	88	Circlip	518	Arandela de ajuste
2	Rueda	22	Carcasa	89	Capuchón	519	Arandela de ajuste
5	Tornillo sin fin	25	Rodamiento	100	Tapa del reductor	520	Arandela de ajuste
6	Rueda para tornillo sin fin	30	Rodamiento	101	Tornillo de cabeza hexagonal	521	Arandela de ajuste
7	Eje de salida	37	Rodamiento	102	Junta de goma	522	Arandela de ajuste
9	Retén	39	Circlip	131	Capuchón	523	Arandela de ajuste
11	Rodamiento	43	Chaveta	137	Arandela de apoyo		
12	Circlip	59	Tapón roscado	506	Arandela de ajuste		
19	Chaveta	61	Circlip	507	Arandela de ajuste		

CATÁLOGO CHAVETA NORMA DIN 6885-A

Product description

Information

Stainless Steel-Keys DIN 6885 are only in packing units of 10 pieces for each size and length available.

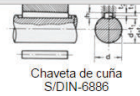
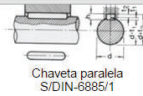
[Keyway type in the bore and the shaft](#)

Specification

Stainless Steel
AISI 316Ti

NI

b h9	h	Length l													
3	3	6	8	10	12	14	16	18	20	-	-	-	-	-	-
4	4	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	-	-	-	-
5	5	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50
6	6	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63
8	7	16	18	20	22	24	25	28	32	36	40	45	50	56	63
10	8	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90
12*	8	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	-



Ø eje d mm desde-hasta	Medidas chaveta b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas del chavetero en el eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886 y 6887		t ₁ mm	Tol. admisible (en altura)/mm	Ø m/m desde-hasta	Tol. H-7 mm
		d + t ₂ mm	Tol. admisible (en altura)/mm	d + t ₂ mm	Tol. admisible (en altura)/mm				
17-22	6x6	d+2,8	+0,1	d+2,1	+0,1	3,5	+0,2	10-18	+0,018 0
22-30	8x7	d+3,0		d+2,4		4,1			
30-38	10x8	d+3,4	d+2,8	4,7					
38-44	12x8	d+3,2	d+2,6	4,9					
44-50	14x9	d+3,6	d+2,9	5,5					
50-58	16x10	d+3,9	d+3,2	6,2					
58-65	18x11	d+4,3	d+3,5	6,8					
65-75	20x12	d+4,7	d+3,9	7,4					
75-85	22x14	d+5,6	d+4,8	8,5					
85-95	25x14	d+5,4	d+4,6	8,7					
95-110	28x16	d+6,2	d+5,4	9,9					
110-130	32x18	d+7,1	d+6,1	11,1					
130-150	36x20	d+7,9	d+6,9	12,3					
150-170	40x22	d+8,7	d+7,7	13,5					
170-200	45x25	d+9,9	d+8,9	15,3					
200-230	51x28	d+11,2	d+10,1	17					
230-260	56x32	d+12,9	d+11,8	19,3					
260-290	63x32	d+12,6	d+11,5	19,6					

Zonas de tolerancia
en el ancho de los chaveteros:

Tipo de ajuste	chavetero eje	chavetero rueda
A presión (torzado) forced	P9	P9
Ligero	N9	J9
Deslizante	H8	D10

La chaveta deberá dimensionarse de manera que pueda transmitir el mismo momento o par de torsión que el eje correspondiente. Por ello, la longitud de dicha chaveta deberá ser, como mínimo, igual a 1,5 veces el diámetro del eje.
Los chaveteros de eje y rueda deberán tener bordes redondeados (en todos los sentidos) para evitar la formación de grietas y posteriores roturas.

CONOS DE DESPRENDIMIENTO RÁPIDO Y CASQUILLOS ETP

ANEXO 7
ANÁLISIS SAP 2000 V 14



License #25C59

SAP2000 Analysis Report

Model Name: ANALISIS FINAL DE LA TESIS.SDB

1. Model geometry

This section provides model geometry information, including items such as joint coordinates, joint restraints, and element connectivity.

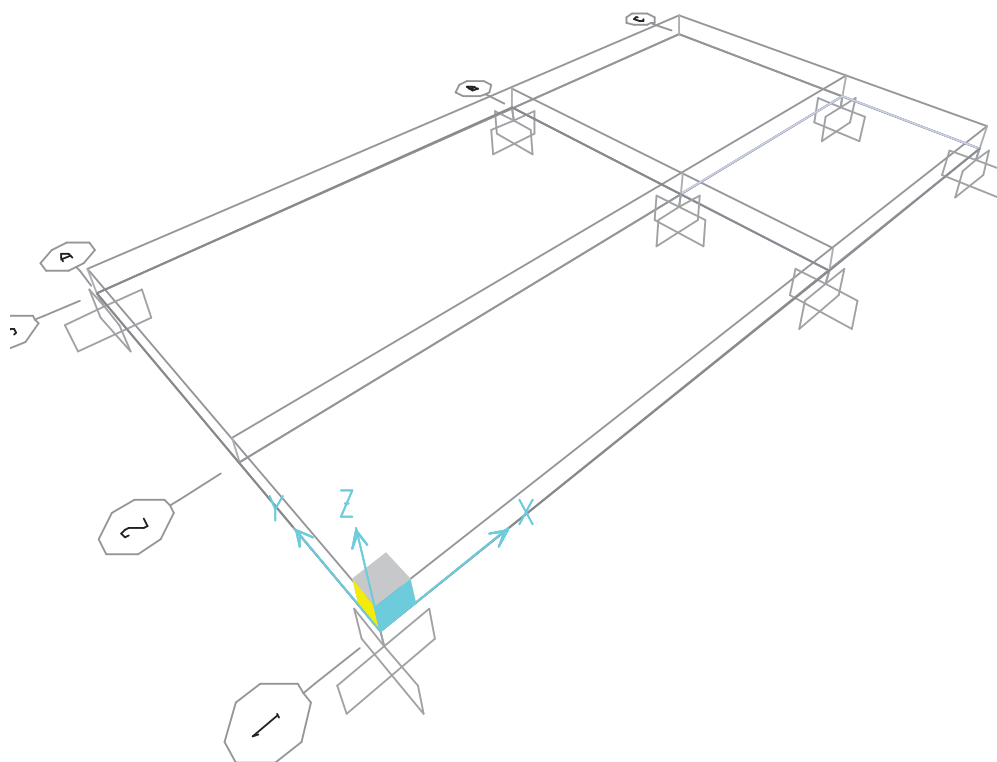


Figure 1: Finite element model

1.2. Joint restraints

Table 2: Joint Restraint Assignments

Table 2: Joint Restraint Assignments

Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
2	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
3	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
4	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
13	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
14	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
15	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

1.3. Element connectivity

Table 3: Connectivity - Frame, Part 1 of 2

Table 3: Connectivity - Frame, Part 1 of 2

Frame	JointI	JointJ	IsCurve d	Length mm	Centroi dX mm	Centroi dY mm	Centroi dZ mm
1	1	2	No	550,00	275,00	500,00	0,00
2	3	1	No	500,00	0,00	250,00	0,00
4	3	4	No	550,00	275,00	0,00	0,00
7	4	2	No	500,00	550,00	250,00	0,00
14	4	13	No	350,00	725,00	0,00	0,00
15	14	15	No	350,00	725,00	200,00	0,00
16	15	13	No	200,00	900,00	100,00	0,00

Table 6: Area Section Assignments

Table 6: Area Section Assignments

Area	Section	MatProp
2	TOLD ACERO	DE Default

2. Material properties

This section provides material property information for materials used in the model.

Table 7: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Table 7: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeight	UnitMass	E1	G12	U12	A1
	Kgf/mm ³	Kgf-mm ³	Kgf/mm ²	Kgf/mm ²		1/C
4000Psi	2,4028E-06	2,4501E-10	2534,56	1056,06	0,20000	9,9000E-06
A36	7,8490E-06	8,0038E-10	20389,0	7841,93	0,30000	1,1700E-05
A992Fy	7,8490E-06	8,0038E-10	20389,0	7841,93	0,30000	1,1700E-05
50	-06	-10	19	0	0	-05

Table 8: Material Properties 03a - Steel Data, Part 1 of 2

Table 8: Material Properties 03a - Steel Data, Part 1 of 2

Material	Fy	Fu	EffFy	EffFu	SSCur	SSHys	SHard	SMax
	Kgf/m ²	Kgf/m ²	Kgf/m ²	Kgf/m ²	veOpt	Type		
	m2	m2	m2	m2				

Table 8: Material Properties 03a - Steel Data, Part 1 of 2

Material	Fy	Fu	EffFy	EffFu	SSCur veOpt	SSHys Type	SHard	SMax
	Kgf/m	Kgf/m	Kgf/m	Kgf/m				
	m2	m2	m2	m2				
A36	25,311	40,778	37,966	44,856	Simple	Kinem atic	0,0200 00	0,1400 00

Table 8: Material Properties 03a - Steel Data, Part 2 of 2

Table 8: Material Properties

03a - Steel Data, Part 2 of 2

Material	SRup	FinalSlope
A36	0,20000 0	- 0,10000 0

3. Section properties

This section provides section property information for objects used in the model.

3.1. Frames

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 6

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 6

SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw
			mm	mm	mm	mm
ANGULO 10X10X2	A36	Angle	10,000	10,000	3,000	3,000

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 6

SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw
			mm	mm	mm	mm
FSEC1	A992Fy50	I/Wide Flange	304,80 0	127,00 0	9,652	6,350

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 6

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 6

SectionName	t2b	tfb	Area	TorsC	I33	I22	AS2
	mm	mm	mm2	mm4	mm4	mm4	mm2
ANGULO 10X10X2			51,00	133,1 6	417,0 7	417,0 7	30,00

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 6

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 6

SectionName	AS3	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
	mm2	mm3	mm3	mm3	mm3	mm	mm
ANGULO 10X10X2	30,00	64,75	64,75	116,4 8	116,4 8	2,860	2,860

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 6

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 6

SectionName	Conc	ConcB	Color	Total	Total	FromF	AMod
	Col	eam		Wt	Mass	ile	
				Kgf	Kgf-		
					s2/mm		

Table 10: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 6

SectionName	Conc Col	ConcBeam	Color	Total Wt Kgf	Total Mass Kgf-s2/mm	FromFile	AMod
ANGULO 10X10X2	No	No	White	1,20	1,225 E-04	No	1,000 000

3.2. Areas

Table 11: Area Section Properties, Part 1 of 4

Table 11: Area Section Properties, Part 1 of 4

Section	Material	MatAngle Degrees	AreaType	Type	DrillID OF	Thickness mm	Bend Thickness mm	Arc Degrees
TOLDO ACERO	A36	0,000	Shell	Shell-Thin	Yes	3,000	3,000	

Table 11: Area Section Properties, Part 2 of 4

Table 11: Area Section Properties, Part 2 of 4

Section	InComp	CoordSys	Color	F11Mod	F22Mod	F12Mod	M11Mod
				od	od	od	od

Table 11: Area Section Properties, Part 2 of 4

Section	InComp	CoordSys	Color	F11Mod	F22Mod	F12Mod	M11Mod
TOLD			Green	1,000	1,000	1,000	1,000
DE			n	000	000	000	000
ACE							
RO							

Table 11: Area Section Properties, Part 3 of 4

Table 11: Area Section Properties, Part 3 of 4

Section	M22Mod	M12Mod	V13Mod	V23Mod	MMod	WMod	GUID
TOLD	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
DE	000	000	000	000	000	000	
ACER							
O							

Table 11: Area Section Properties, Part 4 of 4

Table 11: Area Section Properties,
Part 4 of 4

Section	Notes
TOLD	Added 10/11/2014
DE	16:01:02
ACERO	

4. Load patterns

This section provides loading information as applied to the model.

4.1. Definitions

Table 12: Load Pattern Definitions

Table 12: Load Pattern Definitions

LoadPat	Desi gnTy pe	Self WtM ult	Auto Load	GUID	Notes
DEAD	DEA D	1,00 0000			

Table 13: Load Case Definitions, Part 1 of 2

Table 13: Load Case Definitions, Part 1 of 2

Case	Type	Initial Cond	Modal Case	BaseC ase	DesTy peOpt	Desig nType	AutoT ype
DEAD	LinStatic	Zero			Prog Det	DEAD	None
MODA L	LinModal	Zero			Prog Det	OTHE R	None

Table 13: Load Case Definitions, Part 2 of 2

Table 13: Load Case Definitions, Part 2 of 2

Case	RunC ase	CaseS tatus	GUID	Notes
------	-------------	----------------	------	-------

DEAD	Yes	Not
		Run
MODA	Yes	Not
L		Run

5.2. Static case load assignments

Table 14: Case - Static 1 - Load Assignments

Table 14: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadTy pe	LoadName	LoadS F
DEAD	Load pattern	DEAD	1,0000 00

6. Load combinations

This section provides load combination information.

Table 16: Combination Definitions, Part 1 of 3

Table 16: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboN ame	Com boTy pe	Auto Desi gn	CaseTy pe	CaseNa me	Scal eFac tor	SteelDe sign
---------------	-------------------	--------------------	--------------	--------------	---------------------	-----------------

Table 16: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	Auto Design	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
DSTL1	Linear	Yes	Linear Static	DEAD	1,400000	Strength
	Add					
DSTL2	Linear	Yes	Linear Static	DEAD	1,000000	Deflection
	Add					

ANEXO 8
PLANOS