

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO Y

CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LIMPIADORA DE LA CUBIERTA DE CERA DE LOS PANALES DE ABEJA

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

LISARDO DAVID SUNTAXI OÑA

LUIS FERNANDO TACO ARIAS

DIRECTOR: Ing. JAIME VARGAS T.

QUITO, ABRIL 2007

DECLARACIÓN

Nosotros, Suntaxi Oña Lisardo David y Taco Arias Luis Fernando, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado de calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Suntaxi Oña Lisardo David

Taco Arias Luis Fernando

CERTIFICACIÓN

Certifico que bajo mi dirección, el presente proyecto de titulación fue realizado en su totalidad por los señores: LISARDO DAVID SUNTAXI OÑA y LUIS FERNANDO TACO ARIAS.

Ing. JAIME VARGAS T.

DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la oportunidad de terminar este sueño.

A mis padres Bertha y Luis, a mis hermanos Marlon y Luciano, a Sandra y Maritza, y a mis sobrinas Anita y Samara, los cuales me dieron las fuerzas necesarias durante toda la vida.

A Fernanda cuyo amor me ayudo a superar las dificultades del final, y a mis amigos Carlos y Byron que han sido como hermanos por su apoyo incondicional.

FERNANDO

Este trabajo le dedico a Dios por haberme dado salud y vida para la culminación de la carrera.

A mis padres David y María, a mis hermanas Genny y Elizabeth, y a toda mi familia los cuales estuvieron siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente en todo momento

DAVID

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Jaime Vargas T. por su acertada dirección, apoyo y amistad brindada durante la realización de este proyecto.
- A todos los profesores que forman parte de la carrera de Ingeniería Mecánica siempre abiertos a cualquier inquietud presentada.
- A las secretarias de la carrera de Ingeniería Mecánica quienes demostraron siempre su apoyo incondicional.
- A nuestros compañeros y amigos los D.O.G que estuvieron a, apoyándonos en todo momento.

DAVID Y FERNANDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
RESUMEN	xi
PRESENTACIÓN	xii
CAPITULO 1.	1
FUNDAMENTOS.....	1
1.1. FUNDAMENTOS.....	1
1.1.1. DEFINICIÓN, IMPORTANCIA Y TÉRMINOS ESPECÍFICOS DE LA APICULTURA.....	1
CAPITULO 2.	3
SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	3
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.2 FORMULACIÓN DEL ALTERNATIVAS	3
2.2.1 ALTERNATIVA 1: DESOPERCULADORA HORIZONTAL.....	3
2.2.2 ALTERNATIVA 2: DESOPERCULADORA VERTICAL	5
2.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ADECUADA	7
2.3.1 Facilidad de limpieza	7
2.3.2 Calidad del producto.....	8
2.3.3 Costos de Construcción	8
2.3.4 Costos de Operación.....	8
2.4 PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	9
2.4.1 Verificación de componentes principales.	10
2.4.2 Trabajo en vacío de la limpiadora de paneles recolectores de miel de abeja.....	10
2.4.3 Trabajo con carga de la limpiadora de paneles recolectores de miel de abeja.....	10
CAPÍTULO 3	11
DISEÑO DE ELEMENTOS MECANICOS A CONSTRUIR Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	11

3.1	DISEÑO DE ELEMENTOS MECANICOS	11
3.1.1	DIMENSIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.....	11
3.1.2	ESTABLECIMIENTO DE LA FUERZA PARA REALIZAR EL CORTE DE LA CERA DE ABEJA.....	11
3.1.3	DISEÑO DE LAS CUCHILLAS DE CORTE	14
3.1.4	DISEÑO DE DIENTE DE LA CUCHILLA.....	15
3.1.5	DISEÑO DE CUERPO DE CUCHILLA.....	19
3.1.6	DISEÑO DE LOS EJES PORTA CUCHILLAS.	21
3.1.6.1	CALCULO DE DIAGRAMA DE CORTE Y MOMENTOS:.....	23
3.1.7	SELECCIÓN DE CHUMACERAS.	27
3.1.8	CALCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR.....	28
3.1.9	SELECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS.	31
3.1.10	DISEÑO DEL TREN DE ENGRANAJES.....	32
3.2	SELECCIÓN DE CREMALLERA.....	39
3.3	DISEÑO DE LA LENGÜETA.	39
3.4	SELECCIÓN DE RUEDAS PARA MÁQUINA.	41
3.5	CÁLCULO DE SOPORTES DE MOTOR Y MOTO REDUCTOR.	42
CAPITULO 4		45
CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO		45
4.1.	CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA	45
4.1.1.	REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	46
4.1.1.1.	Equipos para la construcción	46
4.1.1.2.	Herramientas.....	47
4.1.1.3.	Instrumentos de medición	47
4.1.1.4.	Materia prima.....	47
4.1.1.5.	Elementos normalizados	47
4.1.1.6.	Elementos seleccionados.....	48
4.1.1.7.	Elementos a construir.....	48
4.1.2.	Construcción de los elementos	48
4.2.	PRUEBAS DE CAMPO	50
4.2.1.	CORRIDA DE PRUEBAS.....	53
4.2.1.1.	RESULTADOS	54
4.2.2.	ANALISIS DE RESULTADOS	54

CAPITULO 5	55
COSTOS 55	
5.1. COSTOS	55
5.1.1. COSTOS DE DISEÑO.....	55
5.1.2. COSTO DE MATERIA DE PRIMA.....	56
5.1.3. COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	57
5.1.4. COSTO DE ELEMENTOS ADICIONALES.....	58
5.1.5. COSTOS DE ELEMENTOS A CONSTRUIR.....	58
5.1.6. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	59
5.1.7. COSTOS ADICIONALES	60
5.1.8. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA LIMPIADORA DE PANELES RECOLECTORES DE MIEL DE ABEJAS.....	60
CAPITULO 6	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
6.1. CONCLUSIONES.....	62
6.2. RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFIA	65
ANEXOS 67	
SELECCIÓN DE RUEDAS PARA MAQUINA	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Alternativa N° 1: Desoperculadora horizontal.....	4
Figura 2.2 Alternativa N° 2: Desoperculadora Vertical	6
Figura 3.1 (a) Prueba de la obtención de la fuerza de corte de la cera mediante un dinamómetro mecánico, (b) Prueba 1 de la obtención de la fuerza de corte de la cera de abeja mediante un medidor digital., (c) Prueba 2 de la obtención de la fuerza de corte de la cera de abeja mediante un medidor digital.....	13
Figura 3.2 Esquemas de la cuchilla de corte de la cera de abeja	14
Figura 3.3 Diagrama de fuerzas de diente de la cuchilla.....	15
Figura 3.4 Relaciones de esfuerzo – tiempo; a) esfuerzo fluctuante con pulsaciones de alta frecuencia; b) y c) esfuerzo fluctuante no senoidal; d) esfuerzo fluctuante esfuerzo fluctuante senoidal; e) esfuerzo fluctuante repetido; f) esfuerzo alternante senoidal con inversión completa.....	16
Figura 3.5 Diagrama de momentos ejercidos sobre el diente.	17
Figura 3.6 Esquema general de cuerpo de cuchilla	19
Figura 3.7 Diagrama de cuerpo libre de la cuchilla	20
Figura 3.8 Diagrama de momentos de la cuchilla	20
Figura 3.9 Bosquejo general	21
Figura 3.10 Diagrama de cuerpo libre del eje porta cuchillas.....	22
Figura 3.11 Diagrama de corte y momentos del eje porta cuchillas	24
Figura 3.12 Diagrama de corte del eje porta cuchillas	25
Figura 3.13 Diagrama momentos del eje porta cuchillas.....	25
Figura 3.14 Diagrama de eje con cuchillas	26
Figura 3.15 Diagrama de limpieza de cuadros de cera de abeja	29
Figura 3.16 Diagrama de eje con cuchillas	29
Figura 3.17 Bosquejo de tren de engranajes.....	32
Figura 3.18 Bosquejo general de sistema de limpieza de los cuadros de miel de abeja.....	33
Figura 3.19 Diagrama de fuerzas en tren de engranes	34

Figura 3.20 (a) Representa un voladizo con dimensiones en su sección transversal F y t , longitud l y una carga Wt uniformemente distribuida en toda la distancia F (b) El esfuerzo máximo se produce en el punto a	35
Figura 3.21 Dimensiones de las ruedas.	42
Figura 3.22 Diagrama de fuerza máxima ejercida sobre los soportes del motor..	43
Figura 3.23 Diagrama del momento máximo ejercido sobre el soporte	43
Figura 3.24 Diagrama del cortante máximo sobre el soporte.	44
Figura 4.1 Panel recolector de miel de abejas antes de la limpieza de cera.	51
Figura 4.2 Proceso de limpieza del panel recolector de miel de abejas.	51
Figura 4.3 Panel recolector de miel de abejas después de la limpieza de cera. ...	52
Figura 4.4 Presentación del prototipo.	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Selección de alternativa adecuada.....	9
Tabla 3.1 Valores de Fuerza de Ensayo	12
Tabla 4.1 Verificación de componentes principales	53
Tabla 4.2 Trabajo sin carga del prototipo	53
Tabla 4.3 Trabajo con carga del prototipo.....	54
Tabla 5.1 Costos de Diseño	56
Tabla 5.2 Costos de materia prima	56
Tabla 5.3 Costo de elementos normalizados	57
Tabla 5.4 Costos de elementos adicionales	58
Tabla 5.5 Costos de elementos adicionales	59
Tabla 5.6 Costos de construcción	59
Tabla 5.7 Costos adicionales	60
Tabla 5.8 Costo total	61

RESUMEN

El presente proyecto de titulación nace de la necesidad de hacer la operación de desoperculado, que no es más que la limpieza de la cubierta de cera de los paneles recolectores de miel de abeja, una operación más rápida y ágil.

Para llegar a este objetivo, se decide diseñar y construir un prototipo que permita la limpieza de los paneles recolectores de miel de abeja de forma rápida.

Este proyecto se inicia con un estudio de campo sobre la operación de desoperculado, en el cual se basan los parámetros funcionales de diseño y construcción del prototipo.

El capítulo uno resume conceptos y términos utilizados en la apicultura, así como también datos importantes sobre la producción de miel de abejas en el Ecuador.

El capítulo dos define los parámetros importantes en los cuales se basa los diseños de los elementos mecánicos, además presenta el análisis y selección de alternativas, así como también el protocolo de pruebas que se realizan al prototipo al finalizar su construcción.

El capítulo tres contiene los diseños de los elementos mecánicos y partes que conforman el prototipo.

El capítulo cuatro detalla la construcción y montaje de los mecanismos, además de las pruebas de campo.

El quinto capítulo presenta los costos de adquisición de los elementos y mecanismos utilizados.

El capítulo seis especifica las conclusiones y recomendaciones a tomar en cuenta para el correcto funcionamiento del prototipo.

PRESENTACIÓN

En el Ecuador el gran problema para el apicultor es la falta de desarrollo tecnológico hacia su sector productivo, además de la falta de compromiso del sector social y gubernamental, debido a esto se plantea el diseño y construcción de una máquina limpiadora de cera de paneles recolectores de miel de abeja.

Debido a esta falta de compromiso se hace imperioso que las universidades del Ecuador tomen la pauta para solucionar estos problemas, mediante el desarrollo técnico de maquinaria apícola.

El presente proyecto permite disminuir los tiempos de limpieza de la cera de los paneles recolectores de miel de abejas, mediante el cambio del actual proceso manual por un proceso mecánico que ayuda a llegar a éste objetivo utilizando una máquina desoperculadora fácil manejo y funcionamiento.

En la primera parte del proyecto se desarrolla una ingeniería básica y de detalles de los sistemas mecánicos que permiten que la máquina desoperculadora tenga un correcto y fácil funcionamiento, para esto se realiza un estudio de los posibles mecanismos a utilizar, la recolección y descarte de estos mecanismos se la realiza en base a modelos existentes en otros países puesto que en el Ecuador no existen desarrolladas máquinas que realicen el trabajo de limpieza de los paneles recolectores de miel de abejas.

CAPITULO 1.

FUNDAMENTOS

1.1. FUNDAMENTOS

1.1.1. DEFINICIÓN, IMPORTANCIA Y TÉRMINOS ESPECÍFICOS DE LA APICULTURA

La apicultura proviene del latín apis que significa “abeja” y cultura que significa “cultivo”; es decir es la ciencia que estudia el cultivo de abejas o crianza de abejas.

De esta actividad se puede obtener dos beneficios:

Beneficios Directos: son los beneficios obtenidos mediante la venta y comercialización de productos apícolas como; miel, polen, cera, jalea real, veneno.

Beneficios Indirectos: son obtenidos debido a la acción realizada en el mecanismo de transporte de polen en los cultivos la cual facilita la polinización y producción de frutos de las plantas.

Existen términos específicos utilizados en apicultura para nombrar actividades y elementos cotidianos, los más comunes son:

- **Celda real**, es una celda especial que sirve para albergar una nueva cría de abeja reina.
- **Colmena**, es el lugar donde se establecen las colonias; la misma que puede ser construida por el hombre o en un agujero natural.

- **Colonia**, es llamado al conjunto de abejas que vive en una misma colmena.
- **Enjambre**, llamado al conjunto de abejas que emigra de una colonia y se establece en otro lugar.
- **Opérculo**, es llamada a la lámina de cera que cubre una celda, la misma que puede albergar a una cría o a la miel.
- **Desoperculado**, se nombra así a la acción de retirar o romper el opérculo.

CAPITULO 2.

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la cosecha de miel en especial el proceso de limpieza de los panales (Desoperculado) se lo realiza de forma manual. Siendo un inconveniente puesto que representa una utilización de tiempo excesivo el mismo que podría ser aprovechado en otra etapa del proceso.

En el presente proyecto se presenta una alternativa para disminuir el tiempo empleado al realizar la limpieza, con la consideración anterior el proceso de limpieza o desoperculado pasa de un proceso manual a un proceso mecánico.

Con esto se asegura que el productor de miel optimice el tiempo e incremente su productividad.

2.2 FORMULACIÓN DEL ALTERNATIVAS

2.2.1 ALTERNATIVA 1: DESOPERCULADORA HORIZONTAL

Este mecanismo consiste en una banda transportadora, la misma que conduce a los cuadros hacia fresas de acero inoxidable las cuales limpian al cuadro

Los cuadros son transportados por una cinta sobre la que son colocados sin orden. Se regula la profundidad del desoperculado, la velocidad de golpe de las cadenas, y la velocidad de la cinta transportadora.

Los opérculos cortados caen en una batea dispuesta diagonalmente bajo la máquina, desde donde van deslizándose hacia su salida y a su procesamiento posterior.

En la figura 2.1 se presenta las partes constitutivas de la desoperculadora horizontal.

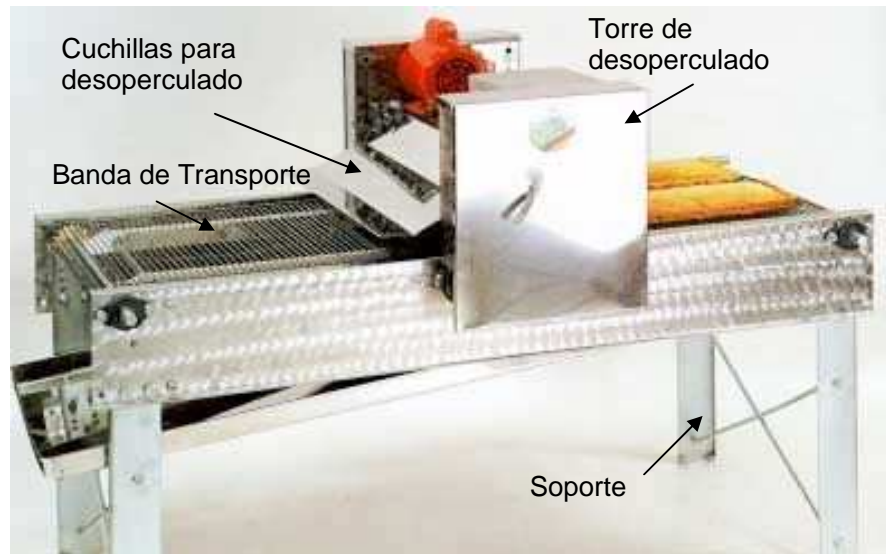


Figura 2.1 Alternativa N° 1: Desoperculadora horizontal

Ventajas

- La alimentación de los cuadros se la puede hacer sin orden en la bandeja transportadora.
- Su construcción es sencilla, puesto que no requiere de mecanismos complejos.

Desventajas

- Por la velocidad baja de avance durante el proceso de limpieza, se pierde un porcentaje de miel alto al chorrear a la bandeja recolectora, provocando que se realice un proceso posterior para su separación.
- Por su longitud extensa necesita de un amplio espacio para su operación, lo cual motiva a los pequeños productores adecuar espacios relativamente grandes para realizar este proceso.

2.2.2 ALTERNATIVA 2: DESOPERCULADORA VERTICAL

Tiene un funcionamiento tipo guillotina, tiene dos guías las cuales conducen al cuadro hacia una caja donde se encuentran dos rodillos giratorios los cuales están provistos por cuchillas las mismas que desagarran los opérculos dejando al descubierto los hexágonos con miel.

Una vez que el cuadro llega hasta el fondo el motor invierte su giro y los hace subir nuevamente.

En la figura 2.2 se presentan las partes constitutivas de la desoperculadora vertical.

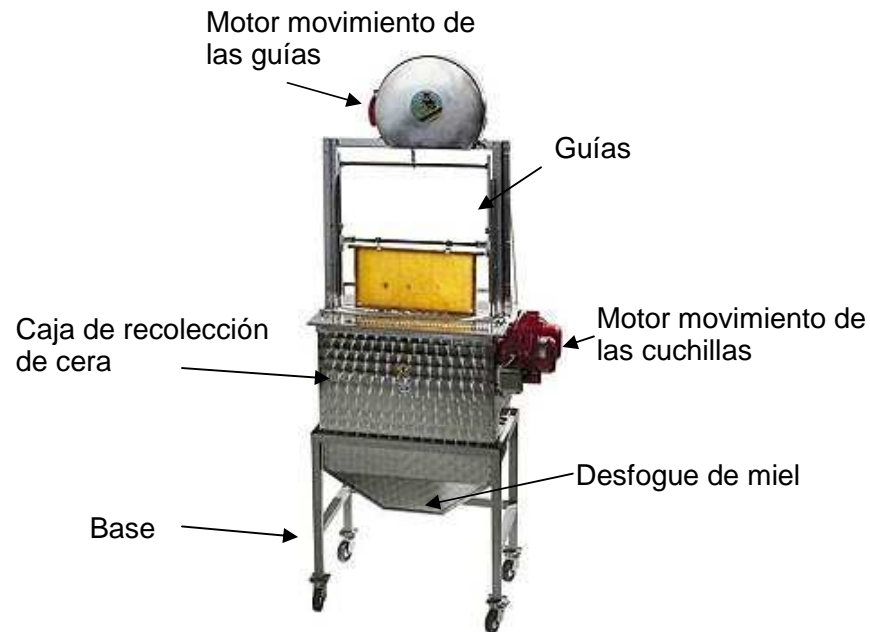


Figura 2.2 Alternativa N° 2: Desoperculadora Vertical

Ventajas:

- La miel obtenida es limpia, libre de impurezas puesto que la cera cae al fondo de la caja.
- Es de fácil accionamiento.
- No se necesita más que un operario.
- Necesita de un reducido espacio para su operación.
- La limpieza la realiza por los dos lados.

Desventajas:

- No permite la operación manual.
- La limpieza se la hace un cuadro a la vez.
- El cuadro tendrá una sola dirección para ingresar.

2.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ADECUADA

Para seleccionar la desoperculadora adecuada se analizan las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Comparándolas y clasificándolas de acuerdo a su importancia, cada uno de estos factores están ponderados en la tabla N° 2.1.

Para la selección de la mejor alternativa se considero los siguientes factores como los más importantes: facilidad de limpieza, calidad del producto obtenido, costo de construcción y costos de operación.

Cada factor es calificado con una puntuación que puede ir de cero a cinco, siendo cinco el valor ideal. Además se asigna un factor de importancia el mismo que tendrá valores entre 0 y 1. El valor real de cada factor se obtiene del producto del puntaje por su factor de importancia, así se elige la alternativa que alcance el mayor puntaje.

2.3.1 Facilidad de limpieza

La Desoperculadora Horizontal tiene una grado mayor de dificultad de limpieza de los cuadros puesto que para obtener el producto final es necesario invertir el cuadro y repetir el ciclo de limpieza, la Desoperculadora Vertical en su lugar realiza la limpieza de los cuadros a los dos lados a la vez por lo no es necesario iniciar el ciclo de limpieza nuevamente. Se da a las alternativas indicadas los siguientes valores, 2 y 4 respectivamente.

El factor de importancia asignado es de 0.9, puesto que para pasar de un proceso manual a un proceso mecánico, es necesario que la limpieza de los cuadros se la haga de forma sencilla y rápida.

2.3.2 Calidad del producto.

En la desoperculadora Horizontal el producto obtenido tendrá impurezas puesto que al momento de dar la vuelta al cuadro para limpiarlos por el lado contrario las impurezas del primer lado se pegarán; en su lugar la Desoperculadora Vertical al limpiar por los dos lados a la vez las impurezas serán menores, por lo que la puntuación es de 3 y 4 respectivamente.

El factor importancia es de 0.7; toma este valor puesto que de las experiencias de los apicultores consultados se tiene que la limpieza de la cera (desoperculado) de los paneles recolectores debe ser de alrededor del 60%.

2.3.3 Costos de Construcción

La desoperculadora vertical es un tanto más costosa puesto que es necesario utilizar equipo electrónico y sistemas de mando automático, en la primera alternativa no es necesario utilizar este tipo de equipo, por lo que su costo es menor, por lo tanto la puntuación es de 1 y 3 respectivamente.

El factor de importancia por ser un punto determinante en el análisis de alternativas es de 1.

2.3.4 Costos de Operación

Los dos sistemas tienen el mismo costo de operación puesto que necesitan cada uno solo de un operario, el nivel del operario no debe ser de un alto grado, el consumo de energía eléctrica es el mismo. La puntuación que se le da a este factor es de 3

El factor de importancia tiene un valor de 0,8, es necesario que los costos de operación se reduzcan al mínimo para sea una propuesta que en realidad ayude al apicultor

Con los antecedentes anteriores en la tabla 2.1 se presentan el resumen de los valores tanto del factor de ponderación como del factor de importancia.

Tabla 2.1 Selección de alternativa adecuada

FACTOR	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	FACTOR DE IMPORTANCIA.
Facilidad de limpieza	2	4	0.9
Calidad del Producto	3	4	0.7
Costo de construcción.	3	1	1
Costo de Operación	3	3	0.8
TOTAL	9.3	9.8	

Fuente: Propia

Elaborado: Suntaxi, Taco

De las alternativas planteadas se determina que la segunda es la más conveniente, por lo que se procede a su diseño.

2.4 PROTOCOLO DE PRUEBAS

El protocolo de pruebas diseñado para el prototipo construido se presenta en el Anexo 1, en el cual constan las siguientes pruebas: verificación de componentes principales, trabajo sin carga del prototipo, trabajo con carga del prototipo.

2.4.1 Verificación de componentes principales.

Esta prueba consiste en verificar el correcto funcionamiento de los componentes principales del prototipo, antes de que estos inicien el trabajo real.

2.4.2 Trabajo en vacío de la limpiadora de paneles recolectores de miel de abeja

Esta prueba es utilizada para comprobar el funcionamiento del prototipo sin carga; es decir, sin colocar el panel recolector de miel de abeja en las guías.

2.4.3 Trabajo con carga de la limpiadora de paneles recolectores de miel de abeja

Esta prueba verifica la capacidad de limpieza de la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE ELEMENTOS MECANICOS A CONSTRUIR Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.

3.1 DISEÑO DE ELEMENTOS MECANICOS

3.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

Para dimensionar la máquina se debe tener en cuentas los parámetros técnicos y humanos ya que estos están relacionados con el espacio físico donde va a ser instalada la máquina y también en condiciones máximas de trabajo va a ser utilizada. Por la tanto se establecen las siguientes dimensiones:

Longitud: 1135 mm

Alto: 1420 mm

Ancho: 555 mm

3.1.2 ESTABLECIMIENTO DE LA FUERZA PARA REALIZAR EL CORTE DE LA CERA DE ABEJA.

La fuerza se establece experimentalmente para ello se realizan experimentos en el laboratorio de física de la Escuela Politécnica Nacional, estos experimentos se hacen tanto en la máquina para mediar la fuerza digitalmente como también en una, máquina convencional.

Para dicho experimento se utiliza una cuchilla de 16 cm de longitud

Los valores que se obtienen de dichas pruebas se presentan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Valores de Fuerza de Ensayo

# DE ENSAYO	VALOR (N)
1	6,89
2	6,93
3	7,1
4	7,4
5	6,65
6	6,68
7	6,9
8	6,70
9	6,85

Fuente: Propia

Elaborado: Suntaxi, Taco

El valor promedio de las muestra es de 6.9 N, pero para el diseño de máquina se utiliza una cuchilla de 42 cm por lo tanto la fuerza es de 18.11 N

En la figura 3.1 (a), 3.1 (b) y 3.1 (c) se presenta las pruebas realizadas en el laboratorio tanto con el dinamómetro mecánico como con el dinamómetro digital.

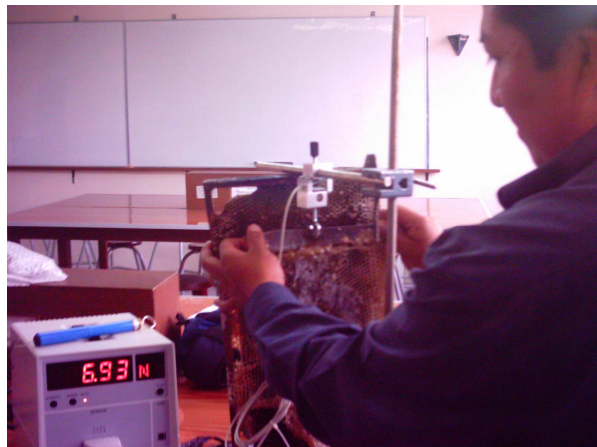
**a****b****c**

Figura 3.1 (a) Prueba de la obtención de la fuerza de corte de la cera mediante un dinamómetro mecánico, **(b)** Prueba 1 de la obtención de la fuerza de corte de

la cera de abeja mediante un medidor digital., (c) Prueba 2 de la obtención de la fuerza de corte de la cera de abeja mediante un medidor digital.

3.1.3 DISEÑO DE LAS CUCHILLAS DE CORTE

Las cuchillas son diseñadas de acuerdo al siguiente diagrama, debido a la facilidad para que tanto la miel como la cera puedan caer hacia la bandeja recolectora y no se acumule en las cuchillas.

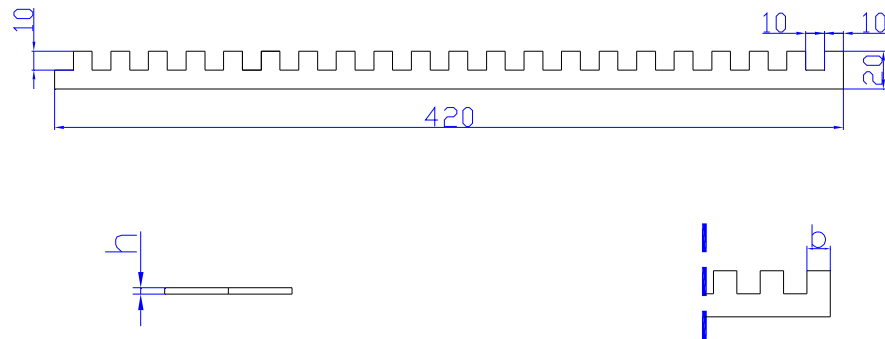


Figura 3.2 Esquemas de la cuchilla de corte de la cera de abeja

3.1.4 DISEÑO DE DIENTE DE LA CUCHILLA.

En la figura 3.3 se presentan las fuerzas ejercidas sobre un diente de la cuchilla.

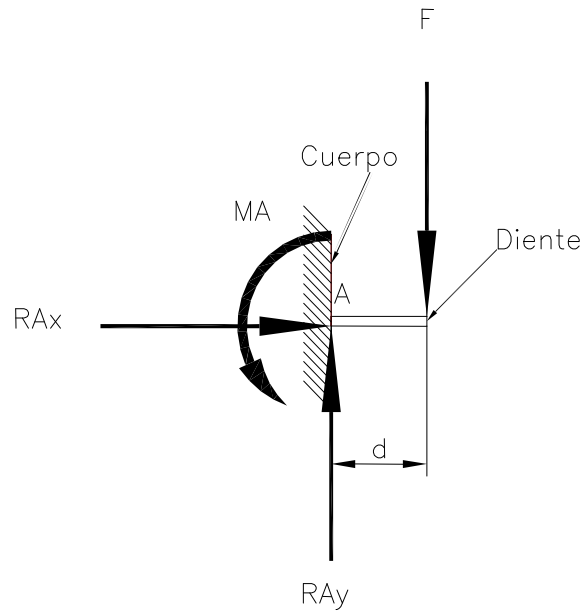


Figura 3.3 Diagrama de fuerzas de diente de la cuchilla.

En la figura 3.4 se presentan las realizaciones de esfuerzos – tiempo.

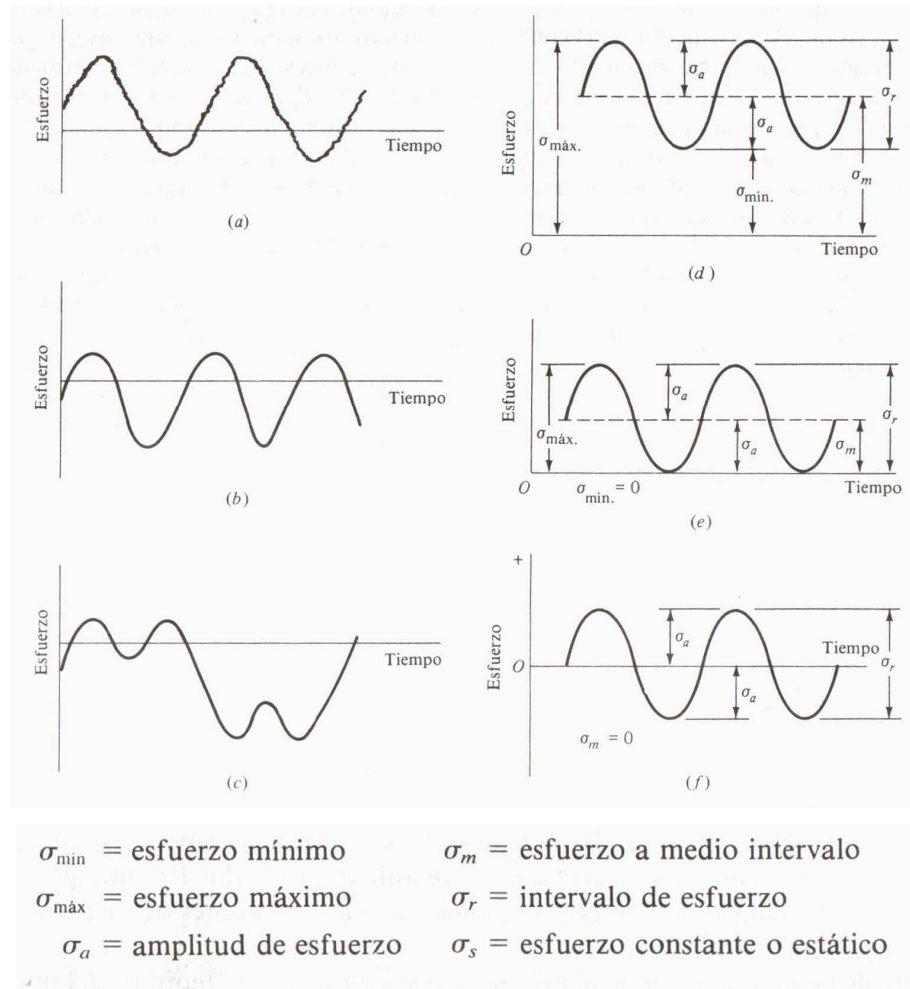


Figura 3.4 Relaciones de esfuerzo – tiempo; **a)** esfuerzo fluctuante con pulsaciones de alta frecuencia; **b)** y **c)** esfuerzo fluctuante no senoidal; **d)** esfuerzo fluctuante esfuerzo fluctuante senoidal; **e)** esfuerzo fluctuante repetido; **f)** esfuerzo alternante senoidal con inversión completa

Para el diseño de las cuchillas de corte de la cera del panel recolector de miel de abeja se asume un espesor de la plancha para con ello realizar el cálculo del factor de seguridad y así verificar si este espesor es el adecuado, esto se lo realiza según:

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

Donde:

n: Factor de seguridad

Se: Limite de resistencia a la fatiga

σ : Esfuerzo

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

Donde:

M: Momento

C: Espesor/2

I = Inercia

$$M = F * d$$

Donde:

F = fuerza de corte de la cera

d = distancia

$$MA = 1.811Kg - cm$$

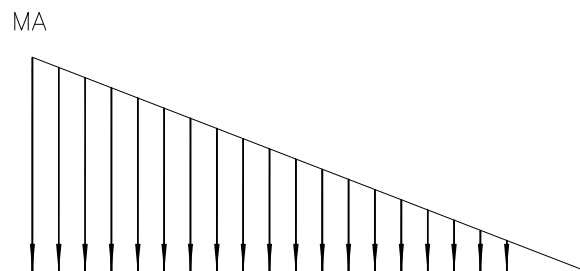


Figura 3.5 Diagrama de momentos ejercidos sobre el diente.

$$C = \frac{h}{2}$$

Donde:

h: Espesor del diente de la cuchilla

$$C = 0.05cm$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Donde:

b: longitud del diente de la cuchilla.

$$I = 8.33e^{-05} cm^4$$

$$\sigma = 1087.03 \frac{Kg}{cm^2}$$

El material que se ha seleccionado para el diseño de este elemento es el acero inoxidable Bohler A700, por las características que se presentan en el Anexo 2

Limite de resistencia última a la tracción (Sut)

$$S_{ut} = 550 \frac{N}{mm^2}$$

$$S_{ut} = 5500 \frac{Kg}{cm^2}$$

Empleando la ecuación general de fatiga se tiene:

$$S_e = S_e' K_a K_b K_c K_d K_e K_f$$

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

$$S_e' = 2750 \frac{Kg}{cm^2}$$

Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga:

Ka: Factor de superficie

Kb: Factor de tamaño

Kc: Factor de confiabilidad

Kd: Factor de temperatura

Ke: Factor de concentrador de tensiones

Kf: Factor de efectos varios.

$$K_a = 0.8$$

$$K_b = 1$$

$$K_c = 1$$

$$K_d = 1$$

$$K_e = 1$$

$$K_f = 1$$

$$S_e = 2200 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$n = 2$$

3.1.5 DISEÑO DE CUERPO DE CUCHILLA.

Consideraciones:

- Fuerza distribuida
- Numero de dientes de cuchilla 21

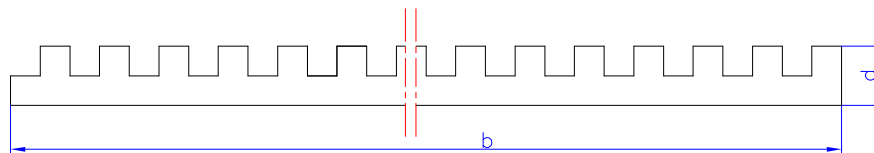


Figura 3.6 Esquema general de cuerpo de cuchilla

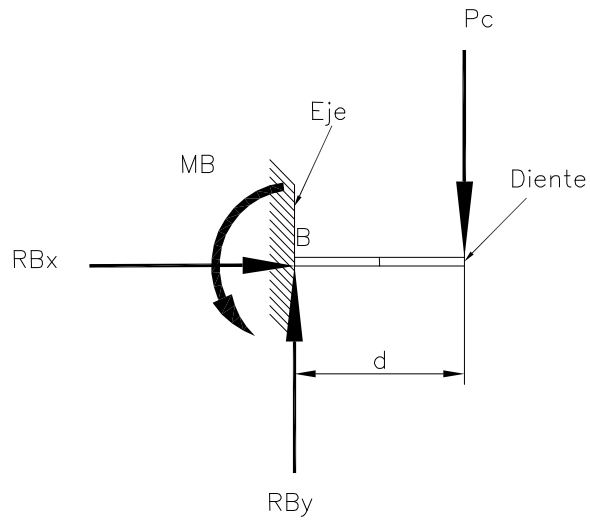


Figura 3.7 Diagrama de cuerpo libre de la cuchilla

$$P_i = F * Z$$

Donde:

F = fuerza de corte de la cera

Z = número de dientes de la cuchilla

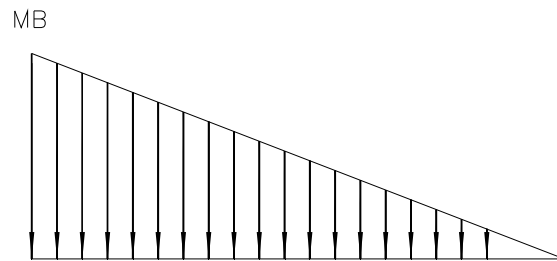


Figura 3.8 Diagrama de momentos de la cuchilla

$$M_B = P_c * d$$

Pc = Fuerza total

d = distancia

$$M_B = 76.062 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$C = 0.05 \text{ cm}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$I = 3.5e^{-03} \text{ cm}^4$$

$$\sigma = 1086.6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Se = 2200 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

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

$$n = 2$$

3.1.6 DISEÑO DE LOS EJES PORTA CUCHILLAS.

Para el diseño de los ejes se considera:

- Posee dos apoyos o sopores
- Peso del panal de la cera es de 4.09 Kg
- Peso propio del eje
- Peso de las cuchillas
- Longitud del eje 850 mm

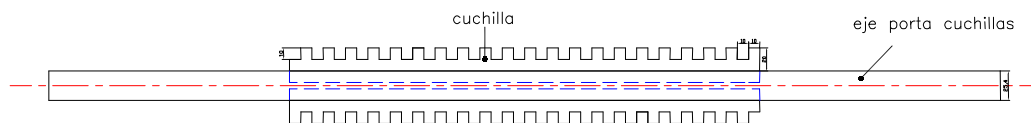


Figura 3.9 Bosquejo general

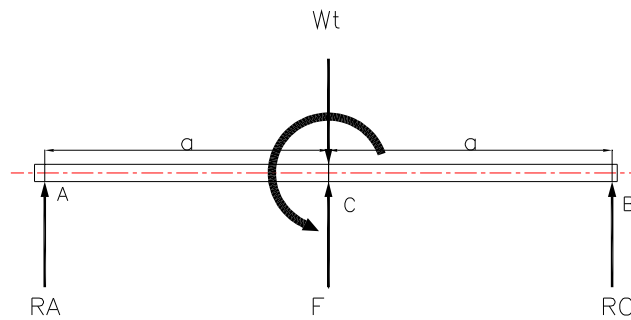


Figura 3.10 Diagrama de cuerpo libre del eje porta cuchillas

Donde:

R_A = Reacción en el punto de apoyo A

R_B = Reacción en el punto de apoyo B

W_b = Peso de la barra

W_p = Peso del panal de abeja

W_c = Peso de las cuchillas

W_t = Peso total ($W_b+W_p+W_c$)

F = Reacción de la fuerza que ejerce las cuchillas sobre el eje.

Peso del eje por metro = 4.03 Kg

Peso del eje:= 4.03x0.85

Peso del eje:=3.43 Kg

Peso de las cuchillas = 0.22 Kg

Peso del cuadro = 4.09 Kg

Peso total = 7.47 Kg

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B + F - W_t = 0$$

$$R_A = W_t - R_B - F$$

$$\sum M_A = 0$$

$$R_B(2a) + F(a) - W_t(a) = 0$$

$$R_B = \frac{W_t(a) - F(a)}{2a}$$

$$R_B = 0.1810Kg$$

$$R_A = 5.47Kg$$

3.1.6.1 CALCULO DE DIAGRAMA DE CORTE Y MOMENTOS:

$$0 \leq x \leq a$$

$$M(x) = A(x)$$

$$V(x) = R_A$$

$$x = 0$$

$$M(x) = 0$$

$$V(x) = R_A$$

$$V(x) = 5.47Kg$$

$$x = a$$

$$V(x) = 5.47Kg$$

$$M(x) = R_A(a)$$

$$M(x) = 171.18Kg - cm$$

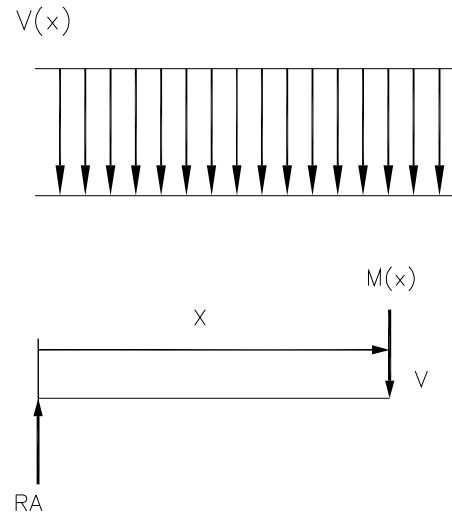


Figura 3.11 Diagrama de corte y momentos del eje porta cuchillas

$$a \leq x \leq 2a$$

$$M(x) = R_A(x) + F(x-a) - (W_c - W_b)(x-a)$$

$$V(x) = R_A + F - (W_c - W_b)$$

$$x = a$$

$$M(x) = R_A(a)$$

$$M(x) = 5.65Kg - cm$$

$$V = \frac{(W_t) - F}{2}$$

$$V = 5.65Kg$$

$$x = 2a$$

$$M(x) = 0$$

$$V = \frac{(W_t) - F}{2}$$

$$V = 5.65Kg$$

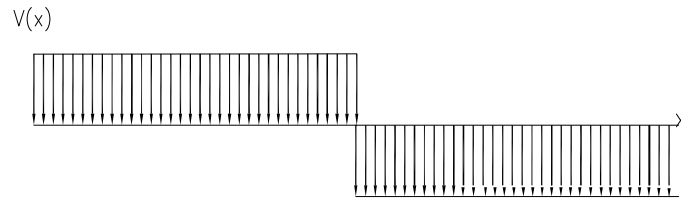


Figura 3.12 Diagrama de corte del eje porta cuchillas

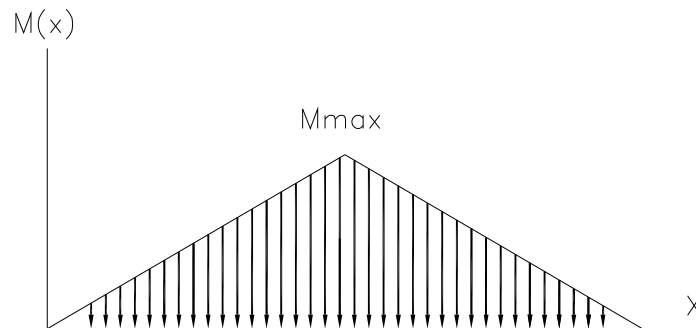


Figura 3.13 Diagrama momentos del eje porta cuchillas

En el punto de a se considera el punto crítico:

$$a = M_{\max}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{32M_c}{\pi d^3} = \sigma_a$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_a$$

$$\sigma_{\max} = 106.40 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_a}{2}$$

$$\sigma_m = 53.2 \frac{Kg}{cm^2}$$

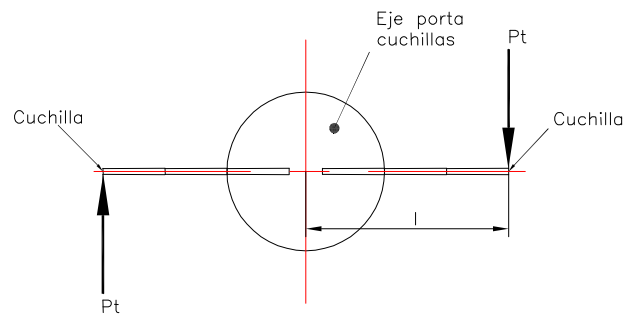


Figura 3.14 Diagrama de eje con cuchillas

$$\tau_{\max} = \frac{16P_l}{\pi d^3}$$

l = distancia del eje al extremo de la cuchilla

$$\tau_{\max} = 38.72 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma'_m = \frac{\sigma_a}{2}$$

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

$$\sigma' = 125.77 \frac{Kg}{cm^2}$$

El material que se selecciona para el diseño de los ejes es acero inoxidable Bohler A200, por las características que se presentan en el Anexo 2

Limite de resistencia última a la tracción (S_{ut})

$$S_{ut} = 500 \frac{N}{mm^2}$$

$$S_{ut} = 5000 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$Se = Se'KaKbKcKdKeKf$$

$$Se' = 0.5 * Sut$$

$$Se' = 2500 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$Ka = 0.8$$

$$Kb = 1$$

$$Kc = 1$$

$$Kd = 1$$

$$Ke = \frac{1}{k'_f}$$

$$k'_f = 1 + q(k_t - 1)$$

$$q = 0.75$$

$$k_t = 1.3$$

$$k'_f = 1.22$$

$$ke = 0.81$$

$$Se = 1620 \frac{Kg}{cm^2}$$

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

$$n = 12$$

El factor de seguridad de diseño es elevado debido a las propiedades del acero inoxidable y no se puede cambiar de acero debido a que dicho material es el indicado para manipulación de alimentos esto se basa de acuerdo con las especificaciones que se presentan en el Anexo 3

3.1.7 SELECCIÓN DE CHUMACERAS.

Parámetros de selección:

F = fuerza

n = numero de r.p.m

d = diámetro del eje

F = 68 N

$$\frac{C}{P} = 3$$

$$P = F$$

$$C = 204N$$

Selección

Para la selección de la chumacera se debe tomar el valor mas aproximado a la carga ya calculada en este caso la carga mas próxima es de 10800N, dicha selección se presenta en el Anexo 4.

Por lo tanto la chumacera seleccionada es la SY 25 FJ unidad completa con un soporte SY 505 y un rodamiento Y238205bd215 los mismos que cumplen con los requerimientos.

3.1.8 CALCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR

Consideraciones para dicho cálculo:

- N: Número de cuadros a limpiar 3 por minuto
- L: Longitud de cuadro a limpiar 250 mm
- T_c : Tiempo de cambio de cuadro 8 seg
- T_l : tiempo de limpieza por cuadro

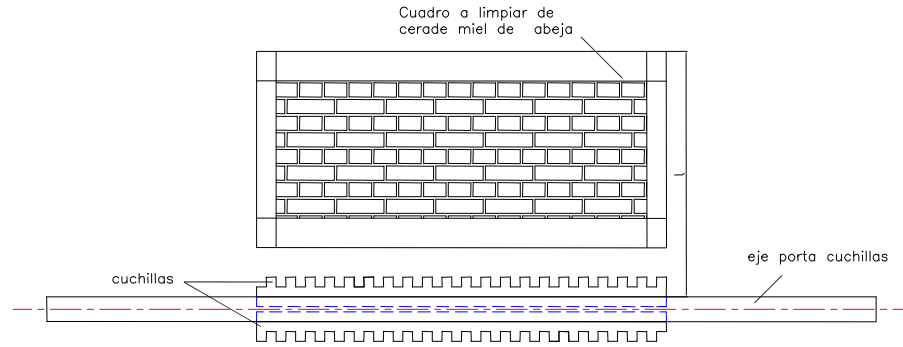


Figura 3.15 Diagrama de limpieza de cuadros de cera de abeja

$$T_r = T_l - T_c$$

$$T_l = \frac{T_t}{N}$$

Donde:

T_t = tiempo por numero de cuadros

N = numero de revoluciones por minuto

$$T_t = 20seg$$

$$T_r = 12seg \text{ por cuadro}$$

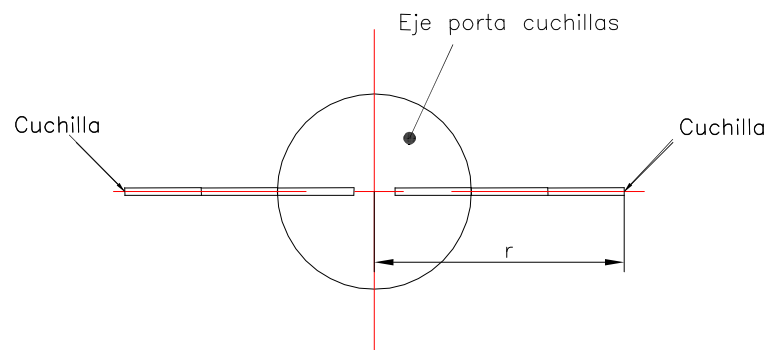


Figura 3.16 Diagrama de eje con cuchillas

$$P = 2\pi r$$

Donde:

P = perímetro del eje

$P = 20.54$

r = radio total

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

Donde:

m = número de vueltas

$m = 1.21$ vueltas del eje

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

Donde:

n = número de revoluciones

$n = 6.05$ r.p.m

$$T_t = F_t * r$$

F_t = Torque que generan las 2 cuchillas en contacto

$F_t = 76.062$ Kg-cm

$T_t = 124$ Kg-cm

$$P = \frac{T * n}{63000}$$

$P = 0.01$ HP

Se selecciona un motor de $\frac{1}{4}$ Hp , con una rapidez de salida de 1750 r.p.m, el cual es el que mas se aproxima a los valores de calculo de diseño, además es de fácil obtención en el mercado local.

Basados en el diseño se selecciona un reductor de velocidades que permita aproximarse a 6 r.p.m, en el mercado local se puede encontrar reductores de velocidad con una relación de 300 a 1, por lo tanto al utilizar este tipo de

reductor la rapidez de salida sería de 5.83 r.p.m que se aproxima al valor de diseño.

Por lo tanto para mejorar la limpieza de los paneles se selecciona un sistema de bandas y poleas con una relación de 2 a 1 para aumentar las r.p.m requeridas, esto se refleja en el mejoramiento de la eficiencia de la máquina por consiguiente la rapidez de salida será de 12 r.p.m

Para el sistema de engrane cremallera la potencia del motor es igual al calculado así como también las r.p.m., ya que están relacionados los dos sistemas con los mismos parámetros para la limpieza de cera de los paneles recolectores de miel de abeja, así que para este caso se selecciona un moto reductor de 12 r.p.m, la elección del moto reductor se da debido al espacio físico que este ocupa, así como también a la facilidad en el montaje.

3.1.9 SELECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS.

Para la transmisión de la potencia entre el motor y el reductor se utiliza un sistema banda-polea; los elementos de este sistema se seleccionan de acuerdo ha:

- Distancia entre centros: $C = 12.5 \text{ in} = 317.5 \text{ mm}$

La selección de la banda y polea se presenta en el Anexo 5

Por lo tanto la banda y las poleas tienen las siguientes características:

Polea del motor $D_1 = 6 \text{ in}$

Polea del reductor $D_2 = 3 \text{ in}$

Y la banda seleccionada es 2.09HY-T, la selección de banda es basado en el catalogo GOODYEAR

3.1.10 DISEÑO DEL TREN DE ENGRANAJES.

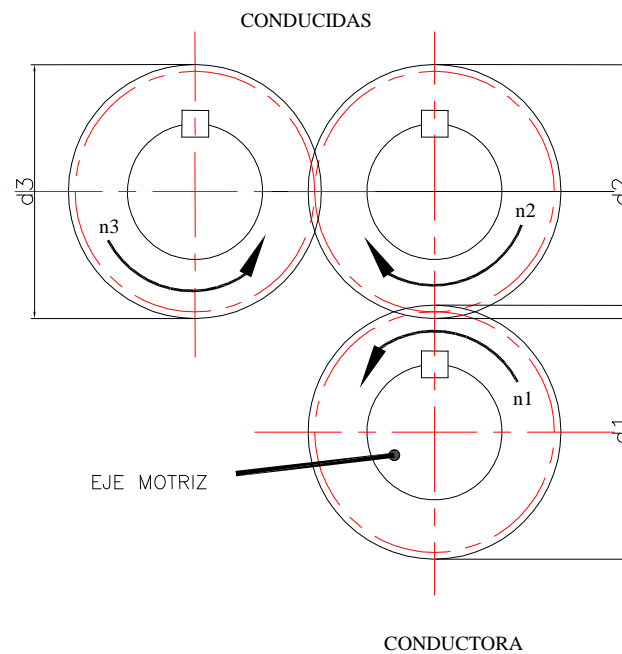


Figura 3.17 Bosquejo de tren de engranajes

Parámetros para diseño:

- Distancia entre centros = 95 mm, esto se da debido a la distancia que existe entre los ejes porta cuchillas diseñados, cuchillas y el espesor del cuadro del panel de abeja a limpiar.
- Diámetro exterior $d_1 = d_2 = d_3$,
- Igual numero de dientes para piñón conductor y engranes, esto se da para tener un mayor número de elementos estándar.
- Modulo 3

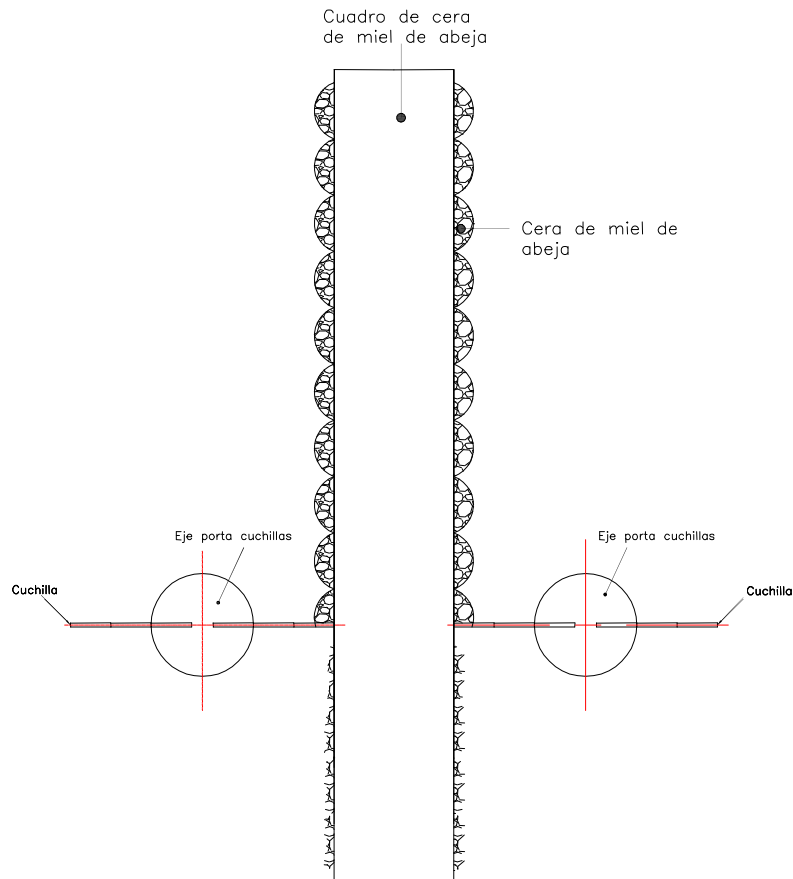


Figura 3.18 Bosquejo general de sistema de limpieza de los cuadros de miel de abeja.

$$C = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{d_1 + d_3}{2}$$

$$C = d_1 = d_2 = d_3 = 95\text{mm}$$

$$z_1 = \frac{d_1}{m}$$

$$z_1 = 30$$

$$d = m * z_1$$

$$d = 90\text{mm}$$

$$a = 0.75 * m$$

$$a = 2.25$$

$$b = 1 * m$$

$$b = 3$$

$$c = 0.25 * m$$

$$c = 0.75$$

$$h = 1.75 * m$$

$$h = 5.25$$

$$p = \pi * m$$

$$p = 9.424$$

$$e = \frac{\pi * m}{2}$$

$$e = 4.71$$

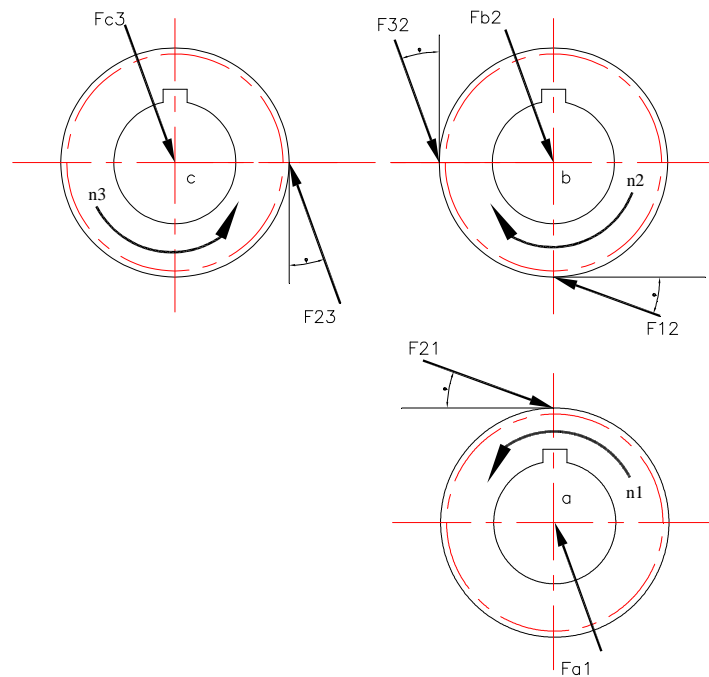


Figura 3.19 Diagrama de fuerzas en tren de engranes

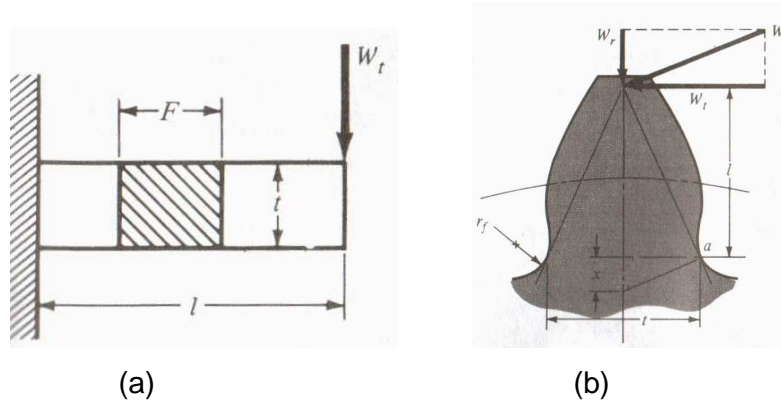


Figura 3.20 (a) Representa un voladizo con dimensiones en su sección transversal F y t , longitud l y una carga W_t uniformemente distribuida en toda la distancia F (b) El esfuerzo máximo se produce en el punto a

Diseño dinámico.

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

Donde:

W_t = carga transmitida

P = paso por diente

J = factor geométrico se obtiene mediante tablas

K_v = factor de velocidad

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

$$V = 0.98 \frac{\text{pies}}{\text{min}}$$

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

$$K_v = 1$$

$$W_t = \frac{60000 * H}{\pi * d * n}$$

Donde:

H = potencia

d = diámetro de engrane

n = revoluciones por minuto

$$W_t = 70.4lb$$

F se establecido de 3 a 5 módulos

$$F = 0.47plg$$

$$J = 0.56 \text{ anexo 3}$$

$$\sigma = 2407.3psia$$

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

El material seleccionado para el diseño de los engranes es el acero de transmisión ASTM A-36

Limite de resistencia ultima a la tracción (Sut) = 36Kpsia

$$Se = Se'KaKbKcKdKeKf$$

$$Se' = 0.5 * Sut$$

$$Se' = 18Kpsia$$

$$Ka = 0.92$$

$$Kb = 0.951$$

$$Kc = 1$$

$$Kd = 1$$

$$Ke = 1$$

$$K_f = 1.33$$

$$Se = 20Kpsia$$

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

$$n = 8$$

Factor de seguridad del engrane

$$n_G = n * K_o * K_m$$

Donde

Ko = factor de sobre carga

Km = factor de distribución de carga establecido por la AGMA

Ko = 1

Km = 1.6

$n_G = 12$

Diseño de falla por fatiga superficial.

$$S_H = \frac{C_L * C_H}{C_t * C_R} S_C$$

Donde:

S_H = limite de resistencia a la fatiga superficial

S_C = resistencia superficial a la fatiga

C_L = factor de duración

C_H = factor de relación de dureza

C_T = factor de temperatura

C_R = factor de confiabilidad

$$n_G = \frac{W_{tp}}{W_t}$$

Donde

n_G = factor de seguridad o diseño en fatiga superficial

W_{tp} = Carga tangencial permisible

W_t = Carga tangencial transmitida

$$n_G = C_o * C_m * n$$

Donde:

C_o = K_v = factor de sobrecarga

C_m = K_m = factor de distribución de carga

n = factor ordinario de diseño

Relación esfuerzo resistencia

$$S_H = C_P \sqrt{\frac{W_p}{C_v * F * d_p * I}}$$

$$S_C = 0.4HB - 10$$

$$S_C = 18.8Kpsia$$

Para 10^6 ciclos

$$C_L = 1.1$$

Confiabilidad del 50%

$$C_R = 0.8$$

$$S_H = 16.544Kpsia$$

$$C_o = K_o = 1$$

$$C_m = K_{mo} = 1$$

$$n_G = 0.8n$$

$$d_p = \frac{N}{p}$$

$$d_p = 37.40$$

$$d_p = d_G$$

$$I = \frac{\cos \phi * \text{sen} \phi}{2} * \frac{m_G}{m_G + 1}$$

m_G = relación de velocidad

$$m_G = \frac{d_G}{d_p}$$

$$m_G = 1$$

$$I = 0.08$$

$$C_P = 2300$$

$$W_p = 72.71lb$$

$$n_G = 1.032$$

$$n = 1.4$$

Con este factor de seguridad el engrane no va tener problemas contra una falla por fatiga superficial

3.2 SELECCIÓN DE CREMALLERA.

Para el sistema engrane cremallera, la cremallera es igual al engrane en todos los diseños, el único parámetro que difiere es la longitud que debe tener la cremallera, el parámetro de selección es la exigencia del prototipo la cual debe ser de 300 mm de longitud.

3.3 DISEÑO DE LA LENGÜETA.

El material para la construcción de la lengüeta es A – 36 con un $S_y = 19.2$ Kpsi

Parámetros para diseño:

- factor de seguridad $n = 2$
- $t = 0.4$ plg
- $a = 0.4$ plg

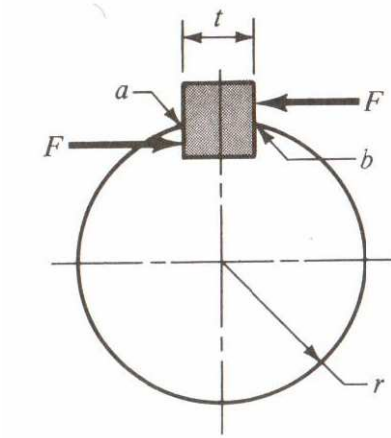


Figura 3.21 Diagrama de fuerzas de la lengüeta

$$T = \frac{63000 * H}{n}$$

Donde:

H = potencia del motor

n = revoluciones por minuto r.p.m

T = momento torsor

$$T = 1312.5lb - p \lg$$

$$F = \frac{T}{r}$$

Donde:

F = fuerza transmitida

r = radio del eje

$$F = 2625lb$$

Por la energía de distorsión, la resistencia al cortante es:

$$\frac{S_{sy}}{n} = \frac{F}{tl}$$

$$S_{sy} = 0.577S_y$$

$$l = 0.68p \lg$$

La resistencia al aplastamiento se determina con un área igual a la mitad de la cara de la cuña.

$$\frac{S_{sy}}{n} = \frac{F}{\frac{tl}{2}}$$

$$l = 1.36p \lg$$

3.4 SELECCIÓN DE RUEDAS PARA MÁQUINA.

El prototipo de la máquina debe tener facilidad para ser transportada de un lugar a otro dependiendo de las necesidades del apicultor, por ello se seleccionan ruedas giratorias, para dicha selección el parámetro a utilizar es el peso de la máquina el cual es de 68 Kg el tipo de ruedas es: 3370DRR100P62 con una capacidad de carga de 70KG/daN y una capacidad de carga estática de 140Kg/daN, con un diámetro exterior de 100 mm por rueda los cuales se encuentran mas detallados en el Anexo 6

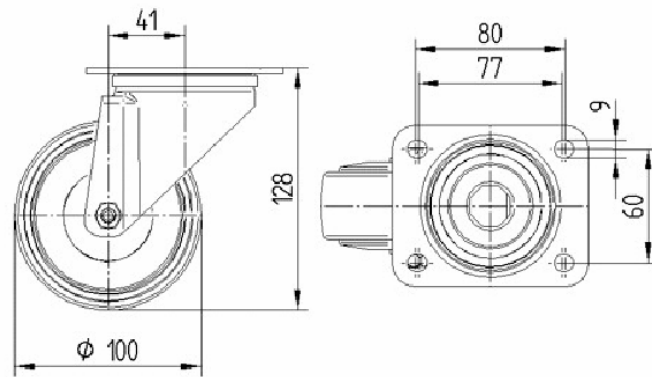


Figura 3.21 Dimensiones de las ruedas.

3.5 CÁLCULO DE SOPORTES DE MOTOR Y MOTO REDUCTOR.

El análisis estructural de los soportes se desarrollo mediante el programa SAP- 2000 que se encarga del cálculo de flexión del material utilizado.

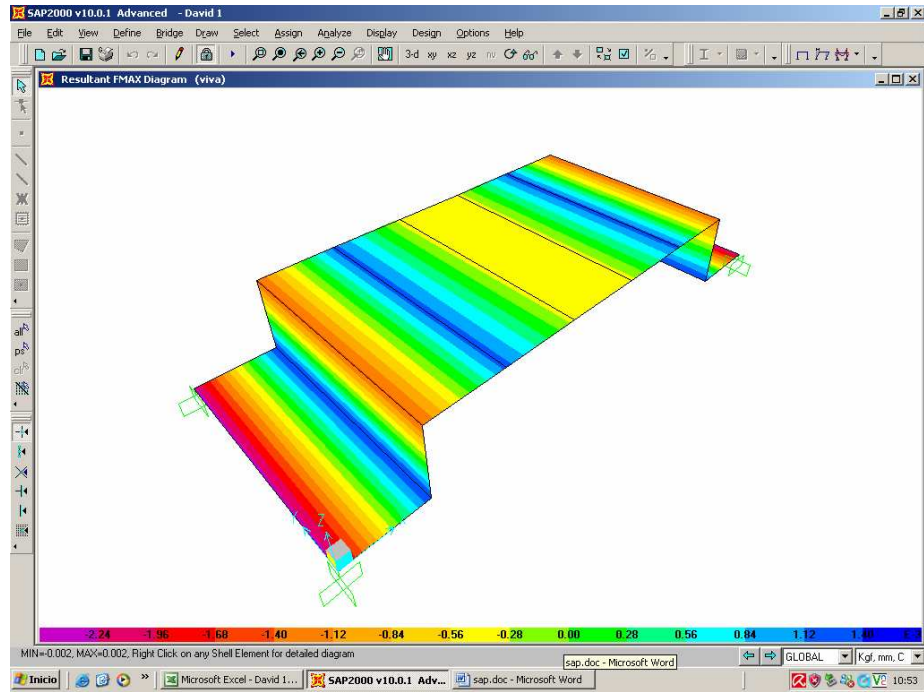


Figura 3.22 Diagrama de fuerza máxima ejercida sobre los soportes del motor

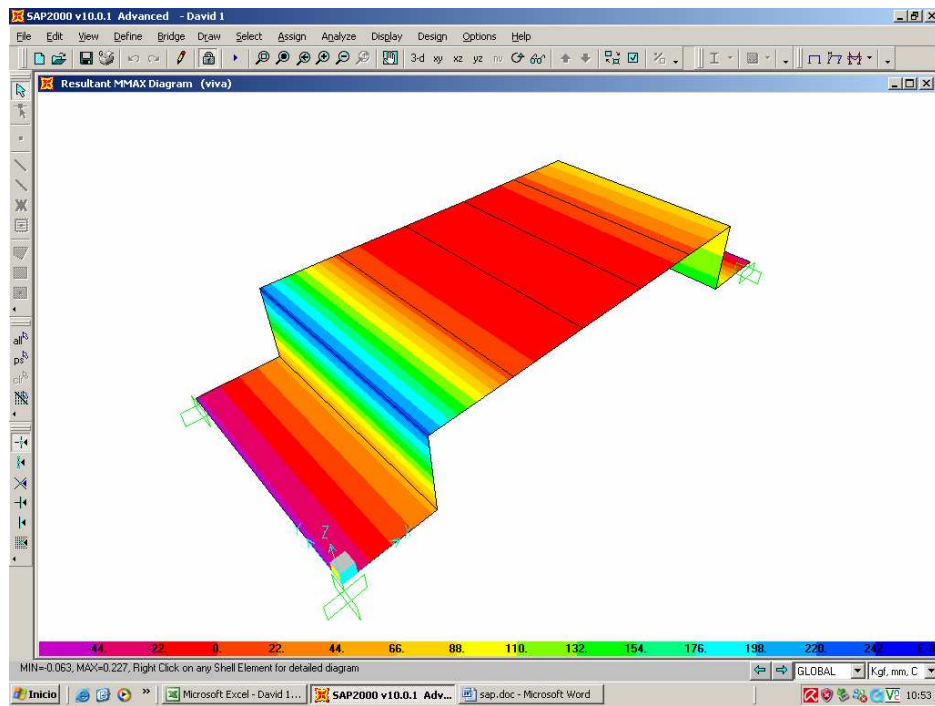


Figura 3.23 Diagrama del momento máximo ejercido sobre el soporte

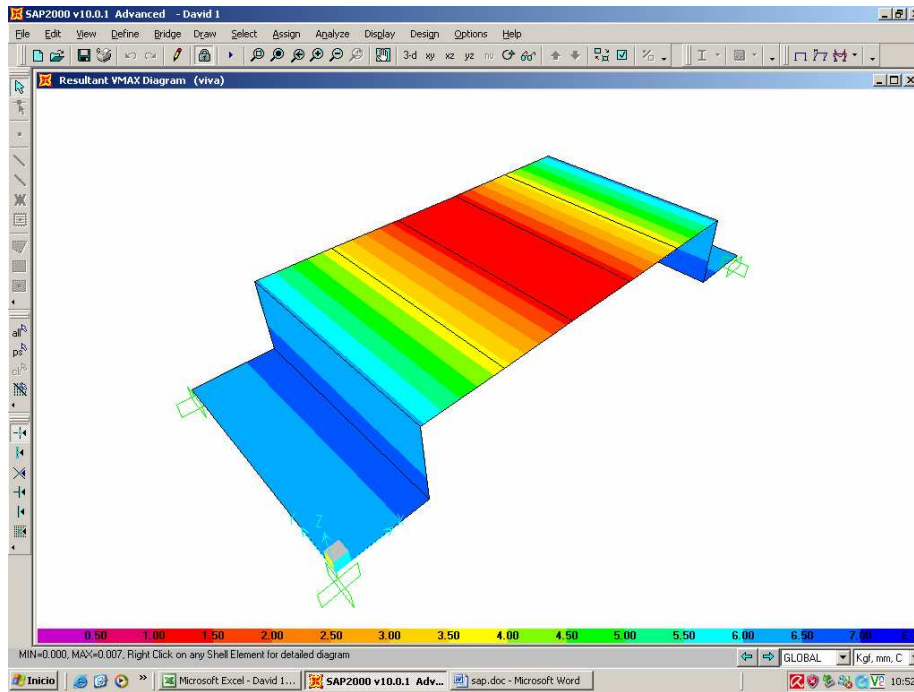


Figura 3.24 Diagrama del cortante máximo sobre el soporte.

El Anexo 7 muestra las tablas de resultados arrojados por el programa.

CAPITULO 4

CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

4.1. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Para la construcción del prototipo se toma en cuenta situaciones que limitan las posibles alternativas de solución como son: costos, disponibilidad de materiales, tipo de herramientas que se utiliza para la operación del equipo durante su vida útil.

Los elementos constitutivos de la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas se los construye de acuerdo con sus respectivos planos de taller (Anexo 8).

Se obtienen mediante maquinado de elementos como ejes porta cuchillas, cuchillas, etc. Para lo cual se utiliza maquinas herramientas e instrumentos que se mencionan más adelante.

Para la construcción de la estructura de la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas se utiliza: en su base tubo cuadrado 25 x 1.2 mm, el cual se lo encuentra en el mercado local, y en su cuerpo se utiliza plancha de acero ASTM A-37 de 1.5 mm de espesor, tanto el tubo como la plancha deben cumplir con propiedades de soldabilidad y maleabilidad.

Para el proceso de soldadura el tipo de electrodo a utilizar es el E 60-11, debido a que los esfuerzos actuantes sobre la estructura son bajos y son los más utilizados comúnmente.

El motor utilizado para el movimiento de los ejes porta cuchillas, al igual que el reductor, y el moto reductor que genera el movimiento de las guías con las

potencias requeridas de acuerdo al análisis realizado anteriormente se los adquiere en el mercado.

Las guías utilizadas en el sistema de fijación del panel se las encuentra fácilmente en el mercado nacional.

Los procesos de construcción se seleccionan de tal manera que la construcción de la máquina se pueda realizar en un taller medio, ya que no es necesario contar con equipos especiales o mano de obra especializada, la construcción incluye procesos de corte, soldadura y doblado.

4.1.1. REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Para realizar la construcción de cada uno de los elementos constitutivos de la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas se requiere equipos, herramientas, materiales, etc. Los mismos que se detallan a continuación:

4.1.1.1. Equipos para la construcción

- Dobladora
- Torno
- Fresadora
- Esmeril
- Taladro
- Moladora
- Soldadora eléctrica
- Soldadora de punto
- Equipo de pintura.

4.1.1.2. Herramientas

- Brocas
- Limas
- Machuelos
- Martillo
- Rayador
- Sierra de arco
- Llaves de boca

4.1.1.3. Instrumentos de medición

- Calibrador pie de rey
- Flexómetro
- Nivel
- Escuadra

4.1.1.4. Materia prima

- Tubo cuadrado de 25 x 1.2 mm
- Plancha de acero ASTM A-36
- Plancha de acero inoxidable de espesor 1.5 mm
- Pletina de acero inoxidable de 25x3 mm.
- Eje de acero inoxidable de diámetro 25 mm.
- Varilla cuadrada 0.375 mm

4.1.1.5. Elementos normalizados

- Arandelas planas
- Arandelas de presión
- Tornillos
- Pernos

- Tuercas
- Chumaceras
- Banda

4.1.1.6. Elementos seleccionados

- Poleas
- Motor eléctrico
- Reductor
- Moto reductor
- Ruedas para máquinas.

4.1.1.7. Elementos a construir

- Engranés
- Cremallera

4.1.2. Construcción de los elementos

A continuación se presenta a manera de ejemplo la secuencia de construcción de varios elementos.

BASE DE LA ESTRUCTURA.- para la construcción de la base de la estructura se procede de la siguiente forma:

- a. Se traza sobre el tubo cuadrado las dimensiones establecidas según el plano EPN-DES-111
- b. Se realiza los cortes a dimensiones establecidas
- c. Se arma la estructura a escuadra (puntos de suelda)
- d. Se comprueba las dimensiones perpendicularidad, paralelismo y estabilidad.
- e. Por último se realiza el acabado realizando cordones de soldadura en el los puntos antes realizados.

ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.- el proceso de construcción de la estructura principal de la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas es el siguiente:

- a. Se realiza el trazado sobre la plancha de acero ASTM A – 36, según las dimensiones establecidas en el plano EPN-DES-115
- b. Se realiza los cortes.
- c. Se realiza los dobleces por las dimensiones señaladas.
- d. Se arma la estructura a escuadra
- e. Se comprueba las dimensiones perpendicularidad, paralelismo y estabilidad.
- f. Por último se procede al acabado realizando puntos de soldadura alrededor de la estructura.

BASE DEL MOTO REDUCTOR.- Para la construcción de la base del moto reductor se sigue el siguiente proceso:

- a. Se realiza el trazado sobre la plancha de acero ASTM A – 36, según las dimensiones establecidas en el plano EPN-DES-113
- b. Se realiza los cortes.
- c. Se realiza los dobleces por las dimensiones señaladas.
- d. Se realizan las perforaciones indicadas según plano
- e. Por último se procede al acabado retirando las aristas cortantes.

CAJA RECOLECTORA.- El proceso para la construcción de la caja recolectora es el siguiente:

- a. Se realiza el trazado sobre la plancha de acero inoxidable Böhler A700, según las dimensiones establecidas en el plano EPN-DES-108.
- b. Se realiza los cortes.
- c. Se realiza los dobleces por las dimensiones señaladas.
- d. Se arma la estructura a escuadra

- e. Se comprueba las dimensiones perpendicularidad, paralelismo y estabilidad.
- f. Por último se procede al acabado realizando soldadura de punto alrededor de la estructura.

BANDEJA RECOLECTORA.- El proceso para la construcción de la bandeja recolectora es el mismo proceso seguido para la construcción de la caja recolectora, las dimensiones de la bandeja recolectora se encuentran especificadas en el plano EPN-DES-107.

EJE PORTA CUCHILLAS.- La construcción de los ejes porta cuchillas están en base a los diseños y por ende en las hojas de procesos elaboradas.

- a. Se realiza la verificación del diámetro exterior para ver si hay la necesidad de realizar un cilindrado en los ejes.
- b. Se realiza un refrentado para dejar los ejes a las longitudes establecidas en las hojas de procesos.
- c. Se procede a realizar un fresado para abrir el canal donde están alojadas cuchillas.
- d. Se perfora 3 agujeros M6 en el eje.
- e. Luego se procede abrir la rosca con los machuelos M6.
- f. Se comprueba todas las dimensiones en general, como también las dimensiones de perpendicularidad, paralelismo.

4.2. PRUEBAS DE CAMPO

Una vez construida la máquina se realizan las pruebas utilizando el protocolo descrito en el Anexo1.

Para la realización de las pruebas se utilizan 6 paneles recolectores de miel de abeja.

En las figuras 4.1, 4.2, 4.3 se presenta el proceso de limpieza de los paneles recolectores de miel de abejas.



Figura 4.1 Panel recolector de miel de abejas antes de la limpieza de cera.



Figura 4.2 Proceso de limpieza del panel recolector de miel de abejas.



Figura 4.3 Panel recolector de miel de abejas después de la limpieza de cera.



Figura 4.4 Presentación del prototipo.

4.2.1. CORRIDA DE PRUEBAS

En las tablas 4.1, 4.2, 4.3, se muestran los resultados de las pruebas realizadas al prototipo.

Tabla 4.1 Verificación de componentes principales

VERIFICACIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES			
ELEMENTO	FUNCIONAMIENTO		
	BUENO	REGULAR	MALO
MOTO REDUCTOR	X		
BANDA	X		
MOTOR	X		
CUCHILLAS	X		
EJE PORTA CUCHILLAS	X		
CONJUNTO CREMALLERA - ENGRANE	X		
SISTEMA ELÉCTRICO	X		

Tabla 4.2 Trabajo sin carga del prototipo

CONJUNTO O ELEMENTO								
CARRERA	CONJUNTO CREMALLERA - ENGRANE		MOTO REDUCTOR		MOTOR - REDUCTOR		EJES - CUCHILLAS	
	FALLA	NO FALLA	FALLA	NO FALLA	FALLA	NO FALLA	FALLA	NO FALLA
1		X		X		X		X
2		X		X		X		X
3		X		X		X		X
4		X		X		X		X
5		X		X		X		X

Tabla 4.3 Trabajo con carga del prototipo

PRODUCCIÓN DE PANELES LIMPIOS			
SESIÓN DE PRUEBA	CALIDAD DEL PANEL LIMPIO		CAPACIDAD DE PANELES LIMPIOS / MIN
	BUENA	MALO	
1		X	1
2	X		2
3	X		2
4	X		2
5	X		2

4.2.1.1. RESULTADOS

De las pruebas se obtienen los siguientes resultados:

- Los componentes principales se encuentran en buenas condiciones para que el prototipo inicie su funcionamiento normal.
- La capacidad de limpieza de la máquina limpiadora es de 2 paneles recolectores por minuto.

4.2.2. ANALISIS DE RESULTADOS

En la primera prueba realizada la efectividad de limpieza de la máquina limpiadora de cera (desoperculadora) no fue aceptada por el apicultor puesto que la regulación de la distancia entre las cuchillas no es la adecuada, para corregir esto se disminuye ésta distancia y se procede a realizar nuevas pruebas.

El aspecto de limpieza del panel recolector de miel de abejas se bueno y aceptado por el apicultor, puesto que el porcentaje de limpieza del panel recolector debe ser de alrededor del 50%, la máquina limpiadora de cera de paneles recolectores de miel de abejas (desoperculadora) tiene un porcentaje de limpieza de 75%.

CAPITULO 5

COSTOS

5.1. COSTOS

En este capítulo se detallan los costos empleados para el diseño y construcción de la máquina limpiadora de cera de los paneles recolectores de miel de abeja (Desoperculadora), los precios tomados tienen como referencia la ciudad de Quito

Los costos considerados para el análisis son:

- Costos de diseño
- Costos de materia prima
- Costos de elementos normalizados
- Costos de elementos adicionales
- Costos de elementos solicitados
- Costos de construcción
- Costos adicionales.

5.1.1. COSTOS DE DISEÑO

Se considera como costos de diseño las horas de trabajo empleados en la planificación de la máquina limpiadora de cera de los paneles recolectores de miel de abeja (desoperculadora)

Los mismos se detallan en la tabla 5.1, el costo por hora de diseño se toma de los costos actuales consultados en el mercado local.

Tabla 5.1 Costos de Diseño

Designación	Costo / hora USD	Número de horas	Total USD
Diseño de la máquina limpiadora de cera de los paneles recolectores de miel de abeja (Desoperculadora)	20	40	800

Fuente: Propia

Elaborado: Suntaxi, Taco

Por lo anterior el costo de diseño es de 800 dólares americanos.

5.1.2. COSTO DE MATERIA DE PRIMA

Son considerados como materias primas los materiales que para su utilización son requeridos en bruto y transformados en elementos requeridos por medio de conformado mecánico.

La tabla 5.2 desglosa los materiales empleados en la construcción de la máquina limpiadora de cera de los paneles de miel de abeja (desoperculadora). En la misma se encuentran los costos de la materia prima registrada de las facturas de compra.

Tabla 5.2 Costos de materia prima

Designación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Eje de Acero Inoxidable Bolher A700 Ø 1"x 85mm	u	2	25	50
Tubo cuadrado 1" x 6m x 0.7mm	u	2	9.5	19
Plancha de Acero A 36 1220 x 2440 x 1mm	u	2	35	70
Plancha de Acero Inoxidable 1220 x 2440 x 1mm	u	1	200	200
TOTAL				339

Fuente: Aceroscenter, Castillo Hermanos, Mi Ferreteria,

Elaborado: Suntaxi, Taco

Por lo tanto los costos de materia prima son de 339 dólares americanos

5.1.3. COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

Son llamados elementos normalizados aquellos elementos de libre comercialización y que no necesitan ser maquinados para su montaje en la máquina.

Para la construcción la máquina limpiadora de cera de los paneles de miel de abeja se utilizan varios elementos normalizados los cuales están detallados en la tabla 5.3 con sus respectivos precios.

Tabla 5.3 Costo de elementos normalizados

Designación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Arandela de presión M6	u	20	0.035	0.70
Arandela de presión M4	u	10	0.035	0.35
Arandela plana M6	u	40	0.035	1.40
Arandela Plana M4	u	10	0.035	0.35
Perno Acero 8.8 M6 x 40mm	u	20	0.134	2.68
Perno Acero 8.8 M6 x 25mm	u	10	0.1	1.00
Perno Acero 8.8 M4 x 25 mm	u	5	0.089	0.45
Tuerca M6	u	30	0.044	1.32
Tuerca M4	u	10	0.049	0.49
Chumacera 1"	u	4	4.5	18.00
SISTEMA ELECTRICO				
Legrand bornera 2.5 MM 20amp	u	15	0.79	11.85
Breacker p/riel 1" 3 amp C60	u	2	8.32	16.64
Legrand tope/borne 39403	u	2	1.2	2.40
Cable Sucre 3 x 14	m	5	1.44	7.20
Camisa Base Adhesiva	u	5	0.05	0.25
Enchufe Blind Polar	u	1	1.72	1.72
Prensa Estopas PG	u	2	0.38	0.76
Alambre Flexible #18	m	20	0.17	3.40
Alambre Flexible #14	m	8	0.35	2.80
Reles auxiliar 4P 110V	u	4	8.57	34.28
Micro switch rodillo	u	2	5.5	11.00
Pulsador	u	1	1.9	1.90
Pulsador Emergencia	u	1	3.9	3.90
Selectores 2P	u	1	4.5	4.50
Luz indicadora	u	3	1.2	3.60
TOTAL				132.94

Fuente: Reindauto Cía. Ltda.; Megafer Store; Ferrería Orbea; Manilec; Indulec: Electro Industrial Vinuesa; Castillo Hnos.

Elaborado: Suntaxi, Taco

De modo que el costo de los elementos normalizados es de 132.94 dólares americanos.

5.1.4. COSTO DE ELEMENTOS ADICIONALES

Se consideran elementos adicionales a todos aquellos a pesar de venir fabricados se lo hace modificaciones para poder ser utilizados

La tabla 5.4 detalla los elementos adicionales utilizados en la construcción de la máquina limpiadora de cera de los paneles recolectores de miel de abejas, con sus respectivos costos.

Tabla 5.4 Costos de elementos adicionales

Designación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Motor WEG 1/4 HP	u	1	64.4	64.40
Caja Reductora 300:1	u	1	70	70.00
Polea Ø 6"	u	1	2.5	2.50
Polea Ø 2"	u	1	1.25	1.25
Banda	u	1	5	5.00
Motoreductor DYTON 1/12 HP	u	1	160	160.00
TOTAL				303.15

Fuente: Ferretería Orbea, Ivan Bhoman.

Elaborado: Suntaxi, Taco

De esta manera el costo total de los elementos solicitados es de 303.15 dólares americanos.

5.1.5. COSTOS DE ELEMENTOS A CONSTRUIR

Es considerado como elemento a construir aquel que está fabricado bajo especificaciones propias del diseño.

Estos elementos se detallan a en la siguiente tabla 5.5.

Tabla 5.5 Costos de elementos adicionales

Designación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Engrane Ø 110; Z = 32	u	1	30	30.00
Engrane Ø 95; Z = 30	u	3	20	60.00
Cremallera m=3; L=500mm	u	1	40	40.00
TOTAL				130.00

Fuente: Propia

Elaborado: Suntaxi, Taco.

De manera que el costo total por elementos a construir es de 130,00 dólares americanos.

5.1.6. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Dentro de este rubro es tomado en cuenta parámetros como:

- ✓ Mano de obra calificada
- ✓ Costos hora máquina – herramienta.

En la tabla 5.6 se detallan los gastos empleados en la construcción de la máquina limpiadora de cera de los paneles de miel de abejas (desoperculadora).

Tabla 5.6 Costos de construcción

Designación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Suelda eléctrica	h	12	5.00	60.00
Suelda de punto	pto	40	0.30	12.00
Esmeril	h	3	4.00	12.00
Taladro	h	4	8.00	32.00
Dobladora	dobles	30	0.50	15.00
TOTAL				131.00

Fuente: Propia

Elaborado: Suntaxi, Taco

El valor total por costos de construcción es de 131 dólares americanos.

5.1.7. COSTOS ADICIONALES

Son gastos imprevistos ocurridos durante la construcción, operación y pruebas como son gastos de transporte, materiales para el acabado de la máquina, etc. Los mismos que no son considerados en los costos anteriores.

Se estima que estos rubros alcanzan el 15% de la suma de todos los costos anteriores, éste porcentaje se obtiene de las experiencias de diseñadores consultados, éstos costos se presentan en la tabla 5.7.

Tabla 5.7 Costos adicionales

Designación	Costo Total (USD)
Costos adicionales 15% del costo de la maquina limpiadora de cera de los panales recolectores de miel de abejas	135.76

Fuente: Propia

Elaborado: Suntaxi, Taco

Por lo que el valor de los costos adicionales es de 135.76 dólares americanos.

5.1.8. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA LIMPIADORA DE PANELES RECOLECTORES DE MIEL DE ABEJAS

El costo total de la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas se lo obtiene de la suma de los costos mencionados anteriormente y que se encuentran resumidos en la tabla 5.8.

Tabla 5.8 Costo total

Designación	Costo Total (USD)
Costos de diseño	800.00
Costos de materia prima	339.00
Costos de elementos normalizados	132.94
Costos de elementos adicionales	303.15
Costos de elementos solicitados	130.00
Costos de construcción	131.00
Costos adicionales	135.76
Costo Total	1971.85

Fuente: Propia

Elaborado: Suntaxi, Taco

El costo total de la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas es de 1971.85 dólares americanos.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Al finalizar el prototipo se cumple con el objetivo principal de diseñar y construir la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas.
- El diseño de la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas permite ayudar al apicultor en sus tareas diarias de manera sencilla y práctica.
- El diseño y construcción del prototipo es tal que permite su montaje y desmontaje fácilmente.
- De los cálculos realizados en el capítulo 3 se demuestra que la máquina limpiadora de paneles recolectores de miel de abejas trabaja con niveles confiables de seguridad.
- El diseño de la máquina permite que sea operada por una sola persona.
- La máquina está diseñada para ser transportada con facilidad por el apicultor ecuatoriano, en su medio.
- Debido a la configuración de las cuchillas el espesor final de los paneles recolectores de miel de abejas tienen el mismo espesor final, facilitando así la extracción de la miel en el proceso siguiente.

- El prototipo cumple satisfactoriamente con el trabajo para que fue diseñado y construido lo que demuestra que todos los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la EPN, pueden ser aplicados con resultados óptimos en la vida profesional.

6.2. RECOMENDACIONES

- Para alargar la vida útil de la máquina se debe seguir las recomendaciones de uso y operación de máquinas industriales.
- Se debe realizar mantenimientos periódicos en los que respecta a lubricación de los rodamientos y piezas en contacto que conforman el prototipo.
- Se debe tener cuidado con el recubrimiento puesto que cualquier mutilación que sufra la pintura podría poner en contacto al metal con el medio y provocar que este se corroa
- Si por alguna circunstancia ajena al proceso la máquina se traba o se enreda objetos extraños en sus cuchillas, se debe accionar inmediatamente la parada de emergencia.
- Se debe revisar periódicamente la tensión de la banda con el fin de evitar el mal funcionamiento del sistema de limpieza.
- Para el montaje de la máquina se debe seguir los pasos descritos en el capítulo 4.
- Al momento de que la máquina este operando se recomienda que el operario no utilizar ropa holgada, ni manipular los cuadros cerca de las cuchillas, ya que podría ocasionar graves accidentes.

- Los proyectos realizados en las universidades deben estar más enfocados en resolver problemas relacionados con el sector productivo del país.

BIBLIOGRAFIA

- ASKELAND, D; La Ciencia e Ingeniería de los Materiales; Grupo editorial Iberoamerica, 1987.
- SHIGLEY, J; Diseño en ingeniería Mecánica; Editorial McGraw Hill, Sexta edición; México, 2002
- LARBURU, A.; Prontuario de máquinas; Editorial Paraninfo; Quinta edición; Bilbao – España; 1993
- DEL POZO, E.; Cría de abejas; Editorial Albatros; Primera Edición; Buenos Aires – Argentina; 2004
- SKF; Catalogo General; Diciembre 1975
- GOODYEAR; Manual de bandas y poleas
- BÖHLER; Manual de aceros especiales
- TENTE; Manual de ruedas para maquinaria
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Miel>
- <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Miel/intro.htm>
- <http://corbu.aq.upm.es/~jamartin/Producto.htm>
- <http://www.familia.cl/ContenedorTmp/Miel/miel.htm>
- [www.Apicultura Introducción al maravilloso mundo de las abejas Cosecha de miel Cursos gratis de Mailxmail.com](http://www.Apicultura.com.ar/Introduccion_al_maravilloso_mundo_de_las_abejas_Cosecha_de_miel_Cursos_gratis_de_Mailxmail.com)

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Apicultura>
- http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/apicultura.htm
- <http://www.mecanalba.com/public/tornilleria/arandela-din127.htm>
- <http://www.mecanalba.com/public/tornilleria/tablasdin-934cal.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Abeja_reina
- http://es.wikipedia.org/wiki/Abeja_zangano
- http://es.wikipedia.org/wiki/Abeja_obrera
- http://es.wikipedia.org/wiki/Panales_de_cera
- http://es.wikipedia.org/wiki/Cuadro_movil
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Colmena>
- INEN; Código de Dibujo Mecánico; Quito; 1981
- VARGAS, J.; Guía de los Fundamentos de Dibujo Industrial, E.P.N. 2006

ANEXOS

ANEXO 1
PROTOCOLO DE PRUEBAS

3. Trabajo con carga del prototipo

Se debe colocar el panel recolector en las guías y accionar el mecanismo de limpieza, probar en operación continua durante cinco minutos

PRODUCCIÓN DE PANELES LIMPIOS			
MINUTOS	CALIDAD DEL PANEL LIMPIO		CAPACIDAD DE PANELES LIMPIOS / MIN
	BUENA	MALO	
1			
2			
3			
4			
5			

ANEXO 2

PROPIEDADES DEL ACERO PARA LAS CUCHILLAS

ANEXO 3

PROPIEDADES DEL ACERO PARA LOS EJES PORTA CUCHILLAS

ANEXO 4

SELECCION DE CHUMACERAS

ANEXO 5

SELECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS

ANEXO 6

SELECCIÓN DE RUEDAS PARA MAQUINA

ANEXO 7

**TABLAS DE RESULTADOS PARA LOS SOPORTES DE LOS
DIFERENTES MOTORES**

TABLE: Área Loads - Uniform

Área	LoadCase	CoordSys	Dir	UnifLoad
Text	Text	Text	Text	Kgf/mm2
11	viva	GLOBAL	Gravity	4,88E-05
12	viva	GLOBAL	Gravity	4,88E-05
13	viva	GLOBAL	Gravity	4,88E-05
14	viva	GLOBAL	Gravity	4,88E-05
15	viva	GLOBAL	Gravity	4,88E-05

TABLE: Área Section Assignments

Área	Section	MatProp	ThickOver	OffsetOver
Text	Text	Text	Text	Text
2	Plancha	Default	None	None
3	Plancha	Default	None	None
4	Plancha	Default	None	None
5	Plancha	Default	None	None
11	Plancha	Default	None	None
12	Plancha	Default	None	None
13	Plancha	Default	None	None
14	Plancha	Default	None	None
15	Plancha	Default	None	None

**TABLE: Area
Section Property
Design Parameters**

Section	RebarOpt
Text	Text

Plancha Default

TABLE: Rebar Sizes

RebarID	Área	Diameter
Text	mm2	mm
#2	32,258	6,35
#3	70,96759962	9,525
#4	129,0320019	12,7
#5	199,9996015	15,875
#6	283,8703985	19,05
#7	387,0960154	22,225
#8	509,6764138	25,4
#9	645,16	28,65120053
#10	819,3531877	32,25799952
#11	1006,449563	35,81399915
#14	1451,61	43,00219896
#18	2580,64	57,32779922
10M	100,0000042	11,30000036
15M	200,0000083	16,00000024
20M	300,0000125	19,50000029
25M	500,0000208	25,20000114
30M	700,0000291	29,90000007
35M	1000,000042	35,7000013
45M	1500,000062	43,70000142
55M	2500,000104	56,40000237
6Ø	28,30000042	6,00000009
8Ø	50,30000133	8,00000012
10Ø	78,50000327	10,00000015
12Ø	113,0000047	12,00000018
14Ø	154,0000064	14,00000021
16Ø	201,0000084	16,00000024
20Ø	314,0000131	20,0000003
25Ø	491,0000204	25,00000038
26Ø	531,0000221	26,00000039
28Ø	616,0000256	28,00000042

TABLE: Solid Property Definitions

SolidProp	Material	MatAngleA	MatAngleB	MatAngleC	InComp	Color	TotalWt	TotalMass
Text	Text	Degrees	Degrees	Degrees	Yes/No	Text	Kgf	Kgf-s2/mm
SOLID1	CONC	0	0	0	Yes	Gray8Dark	0	0

TABLE: Active Degrees of Freedom

UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

TABLE: Analysis Case Definitions				
Case	Type	InitialCond	ModalCase	RunCase
Text	Text	Text	Text	Yes/No
DEAD	LinStatic	Zero		Yes
MODAL	LinModal	Zero		Yes
viva	LinStatic	Zero		Yes

ANEXO 8
NORMA DIN 931

Norma: DIN 931 desde M-2 hasta M-48

Nombre: Tornillos hexagonales con rosca métrica.

Descripción:

Usualmente se fabrican estos tornillos con rosca normal en los tamaños señalados por indicación de peso.

Clase de resistencia. (material): 5.6, 5.8, 8.8 y 10.9.

Otras clases de resistencias se fabrican bajo acuerdos con los fabricantes.

Las longitudes normalizadas son desde 12 hasta 260 mm., por encima se tienen que realizar acuerdos con los fabricantes.

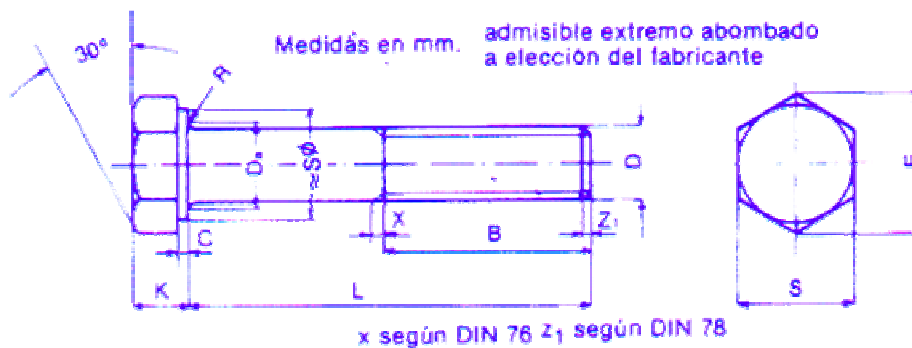


Tabla de medidas desde M-2 hasta M-16

D	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16
B) 1)	1000	12.00	14.00	16.00	18.00	22.00	26.00	30.00	38.00
B) 2)	---	---	---	22.00	24.00	28.00	32.00	36.00	44.00
B) 3)	---	---	---	---	---	---	45.00	49.00	57.00
C	---	---	0.10	0.20	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40
Da max.	2.60	3.60	4.70	5.70	6.80	9.20	11.20	14.20	18.20
E m	4.38	6.08	7.74	8.87	11.05	14.38	18.90	21.10	26.75
E min.mg	---	---	---	---	---	---	---	20.88	26.17
K	1.40	2.00	2.80	3.50	4.00	5.50	7.00	8.00	10.00
R min.	0.10	0.10	0.20	0.20	0.25	0.40	0.40	0.60	0.60
S	4.00	5.50	7.00	8.00	10.00	13.00	17.00	19.00	24.00

- 1) Para longitudes hasta 125 mm.
- 2) Para longitudes de más de 125 hasta 200 mm.
- 3) Para longitudes de más de 200 mm.
- 4) Evítense en lo posible longitudes intermedias.

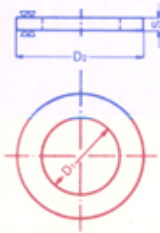
Tabla de pesos desde M-2 hasta M-16. Peso (7,85 Kg/dm³) Kg/1000 piezas aprox.

L	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16
12	0.40								
16	0.50								
20		1.29							
25		1.57	3.12						
30			3.61	5.64	8.06				

ANEXO 9
NORMA DIN 125

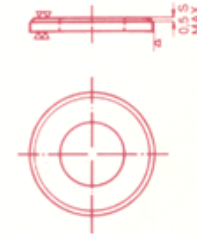
Arandelas planas DIN 125

Forma A sin bisel

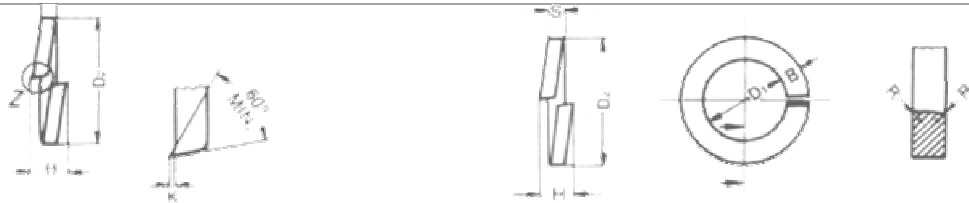


d1	d2	s	Peso por 1000 piezas	Para Tornillos Métrica	d1	d2	s	Peso por 1000 piezas	Para Tornillos Métrica	d1	d2	s	Peso por 1000 piezas	Para Tornillos Métrica
1,7	4	0,3	0,024	1,6	25	44	4	32,3	24	62	110	9	458	60
1,8*	4,5	0,3	0,031	1,7	27*	50	4	43,7	26	66	115	9	492	64
2,2	5	0,3	0,037	2	28	50	4	42,3	27	70	120	10	586	68
2,5*	6	0,5	0,092	2,3	29*	50	4	40,9	28	74	125	10	625	72
2,7	6,5	0,5	0,108	2,5	31	56	4	53,6	30	78	135	10	748	76
2,8*	7	0,5	0,127	2,6	33*	60	5	77,5	32	82	140	12	952	80
3,2	7	0,5	0,120	3	34	60	5	75,4	33	87	145	12	995	85
3,7*	8	0,5	0,156	3,5	36*	66	5	94,3	35	93	160	12	1250	90
4,3	9	0,8	0,308	4	37	66	5	92	36	98	165	12	1300	95
5,3	10	1	0,443	5	39*	72	6	135	38	104	175	14	1710	100
6,4	12,5	1,6	1,14	6	40	72	6	133	39	109	180	14	1770	105
7,4	14	1,6	1,39	7	41*	72	6	130	40	114	185	14	1830	110
8,4	17	1,6	2,14	8	43	78	7	183	42	119	200	14	2230	115
10,5	21	2	4,08	10	46	85	7	220	45	124	210	16	2830	120
13	24	2,5	6,27	12	50	92	8	294	48	129	220	16	3130	125
15	28	2,5	8,60	14	52*	92	8	284	50	134	220	16	3000	130
17	30	3	11,3	16	54	98	8	330	52	139*	230	16	3310	135
19	34	3	14,7	18	57*	105	9	431	55	144	240	18	4090	140
21	37	3	17,2	20	58	105	9	425	56	149*	250	18	4470	145
23	39	3	18,4	22	60*	110	9	471	58	155	250	18	4270	150

Forma B biselada



ANEXO 10
NORMA DIN 934



Med.	d1		d2 max.	Form A		h		Form B		b		s		r	k	Peso 7,85 kg/dm ³ kg/1000 pzas	Med.
	min.	max.		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.				
2	2,1	+0,3	4,4	—	—	1	1,2	0,9	+0,1	0,5	+0,1	0,1	—	0,033	2		
2,3	2,4	+0,3	4,9	—	—	1,2	1,4	1	+0,1	0,6	+0,1	0,1	—	0,050	2,3		
2,5	2,6	+0,3	5,1	—	—	1,2	1,4	1	+0,1	0,6	+0,1	0,1	—	0,053	2,5		
2,6	2,7	+0,3	5,2	—	—	1,2	1,4	1	+0,1	0,6	+0,1	0,1	—	0,054	2,6		
3	3,1	+0,3	6,2	1,9	2,1	1,6	1,9	1,3	+0,1	0,8	+0,1	0,2	0,15	0,112	3		
3,5	3,6	+0,3	6,7	1,9	2,2	1,6	1,9	1,3	+0,1	0,8	+0,1	0,2	0,15	0,12	3,5		
4	4,1	+0,3	7,6	2,1	2,5	1,8	2,1	1,5	+0,1	0,9	+0,1	0,2	0,15	0,18	4		
5	5,1	+0,3	9,2	2,7	3,2	2,4	2,8	1,8	+0,1	1,2	+0,1	0,2	0,15	0,36	5		
6	6,1	+0,4	11,8	3,6	4,2	3,2	3,8	2,5	+0,15	1,6	+0,1	0,3	0,2	0,83	6		
7	7,1	+0,4	12,8	3,6	4,2	3,2	3,8	2,5	+0,15	1,6	+0,1	0,3	0,2	0,93	7		
8	8,1	+0,4	14,8	4,6	5,4	4	4,7	3	+0,15	2	+0,1	0,5	0,3	1,60	8		
10	10,2	+0,5	18,1	5	5,9	4,4	5,2	3,5	+0,2	2,2	+0,15	0,5	0,3	2,53	10		
12	12,2	+0,5	21,1	5,8	6,8	5	5,9	4	+0,2	2,5	+0,15	1	0,4	3,82	12		
14	14,2	+0,5	24,1	6,8	8	6	7,1	4,5	+0,2	3	+0,15	1	0,4	6,01	14		
16	16,2	+0,8	27,4	7,8	9,2	7	8,3	5	+0,2	3,5	+0,2	1	0,4	8,91	16		
18	18,2	+0,8	29,4	7,8	9,2	7	8,3	5	+0,2	3,5	+0,2	1	0,4	9,73	18		
20	20,2	+1	33,6	8,8	10,4	8	9,4	6	+0,2	4	+0,2	1	0,4	15,2	20		
22	22,5	+1	35,9	8,8	10,4	8	9,4	6	+0,2	4	+0,2	1	0,4	16,5	22		
24	24,5	+1	40	11	13	10	11,8	7	+0,25	5	+0,2	1,6	0,5	26,2	24		
27	27,5	+1	43	11	13	10	11,8	7	+0,25	5	+0,2	1,6	0,5	28,7	27		
30	30,5	+1,2	48,2	13,6	16,1	12	14,2	8	+0,25	6	+0,2	1,6	0,8	44,3	30		
33	33,5	+1,2	55,2	13,6	16,1	12	14,2	10	+0,25	6	+0,2	1,6	0,8	63,0	33		
36	36,5	+1,2	58,2	13,6	16,1	12	14,2	10	+0,25	6	+0,2	1,6	0,8	67,3	36		
39	39,5	+1,2	61,2	13,6	16,1	12	14,2	10	+0,25	6	+0,2	1,6	0,8	71,7	39		
42	42,5	+1,2	68,2	15,6	18,4	14	16,5	12	+0,25	7	+0,25	2	0,8	111	42		
45	45,5	+1,2	71,2	15,6	18,4	14	16,5	12	+0,25	7	+0,25	2	0,8	117	45		
48	49	+1,5	75	15,6	18,4	14	16,5	12	+0,25	7	+0,25	2	0,8	123	48		
52	53	+1,5	83	18	21,2	16	18,9	14	+0,25	8	+0,25	2	1	182	52		
56	57	+1,5	87	18	21,2	16	18,9	14	+0,25	8	+0,25	2	1	193	56		
60	61	+1,5	91	18	21,2	16	18,9	14	+0,25	8	+0,25	2	1	203	60		
64	65	+1,5	95	18	21,2	16	18,9	14	+0,25	8	+0,25	2	1	218	64		
72	73	+1,5	103	18	21,2	16	18,9	14	+0,25	8	+0,25	2	1	240	72		
80	81	+1,5	111	18	21,2	16	18,9	14	+0,25	8	+0,25	2	1	262	80		
90	91	+1,5	121	18	21,2	16	18,9	14	+0,25	8	+0,25	2	1	290	90		
100	101	+1,5	131	18	21,2	16	18,9	14	+0,25	8	+0,25	2	1	318	100		

ANEXO 11
PLANOS