



T
658.5
VIL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción.**

**"Mejoramiento de la Productividad del Corte de Tablas en un
Taller Artesanal"**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentada por:

Jhonny Ramón Villacrés Guerrero

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios, a mis padres por todo el apoyo brindado, de manera especial un agradecimiento al Sr. Javier Ching, propietario del Taller "Elite", por toda su ayuda, a mis compañeros, que de una u otra manera ayudaron a la realización de este proyecto y al Ing. Ignacio Wiesner, Director de Tesis.

DEDICATORIA

A MIS PADRES ROBERTA
Y JONNY.

A MI ESPOSA MAYRA

A MI PEQUEÑO HIJO
JOHNNIE ROBERTO

DECLARACIÓN EXPRESA

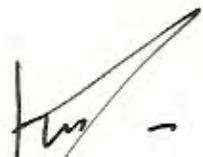
“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Jhonny Ramón Villacrés Guerrero

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



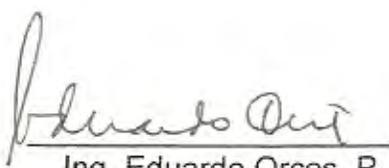
Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS



BIBLIOTECA "GENERAL" EDUARDO P.
F. I. M. C. P.



Ing. Eduardo Orces P.
VOCAL



Ing. Kleber Barcia V.
VOCAL

RESUMEN

En esta Tesis de grado, se comienza por hacer una descripción del taller y los problemas que se tienen, se da una breve descripción del proceso de corte con la sierra de disco, además se mencionan los problemas que se tienen durante el corte, y finalmente se realiza el cálculo de la productividad inicial.

Debido a la deficiencia detectada en el corte para la producción de tablas, donde se tiene una baja productividad, y no solo eso, sino que también hay numerosas pérdidas de tiempo por la realización de operaciones improductivas. Se propuso realizar un proyecto para cambiar la forma tecnológica tradicional por una nueva forma de hacer el trabajo.

Luego se establece la solución al problema, se llevan a cabo pruebas con un prototipo experimental, también se realizan sus respectivos cálculos, para luego construir el equipo a nivel de planta piloto, se pone a funcionar y se determina la productividad actual con el uso de este equipo.

Posteriormente se realiza una evaluación del mejoramiento realizado, también se determina el costo de este proyecto para luego hacer un análisis del tiempo de recuperación del capital; además se mencionan las ventajas tecnológicas con las que cuenta este nuevo equipo.

Finalmente se hace un análisis de resultados y se tienen varias conclusiones y las recomendaciones que se derivan del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGIA.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE PLANOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del proceso de corte con sierra de disco.....	4
1.2 Análisis de los componentes del equipo usado.....	9
1.3 Deficiencias del corte con disco.....	22
1.4 Calculo de la productividad inicial.....	24
CAPITULO 2	
2. SOLUCION AL PROBLEMA.....	27
2.1 Ensayos con prototipo experimental.....	31
2.2 Cálculos de elementos mecánicos para el prototipo.....	33
2.3 Construcción del equipo definitivo y evaluación.....	60

2.4 Calculo de la productividad con el nuevo equipo.....64

CAPITULO 3

3. EVALUACION DE RESULTADOS.....66

3.1 Evaluación de la productividad antes y después.....66

3.2 Costo del proyecto.....67

3.3 Recuperación del capital.....71

3.4 Ventajas tecnológicas de la innovación.....74

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....75

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

mm	Milímetro
pulg	Pulgada
HP	Caballos de fuerza
Hz	Hertz
Volt	Voltaje
A	Amperaje
RPM	Revoluciones por minuto
min	Minuto
mm/min	Milímetro por minuto
rev	Revolución
seg	Segundo
m	Metro
cm ³	Centímetro cubico
kw	Kilovatio
kg	Kilogramo
h	Hora
Ton	Tonelada métrica
m ³	Metro cubico
m ²	<i>Metro cuadrado</i>
qq	Quintal
Kwh	Kilovatio hora
Kg	Kilogramo

SIMBOLOGÍA

"	Pulgada
.	Punto
,	Coma
()	Paréntesis
%	Porcentaje
P	Potencia teórica
V	Cantidad máxima de viruta
V'	Cantidad admisible de viruta
a	Profundidad de corte
b	Ancho de corte
s'	Velocidad de avance
N	Velocidad angular
Z	Número de dientes de la herramienta de corte
g	Aceleración debido a la gravedad
K	Grosor de viruta
#	Numeral
v	Velocidad
R	Radio
Pm	Potencia del motor
η	Eficiencia del motor
ϵ	Eficiencia del tipo de transmisión
\$	Dólar
CE	Costo de explotación
CEV	Costo anual total
Cp	Costo de producción
Gg	Gastos Generales
Qv	Capacidad volumétrica de carga
A	Área de la sección transversal del material a ser transportado



Qt	Capacidad de la banda en toneladas por hora
γ	Peso específico del material
F1	Fuerza para mover la banda en vacío
F2	Fuerza para mover la carga horizontalmente
F3	Fuerza para elevar o bajar la carga
f	Factor de fricción de las partes móviles
C	Factor de fricción por longitud de banda
L	Proyección horizontal de la longitud total de la banda
Lh	Longitud horizontal de todos los tramos de la banda
Lp	proyección horizontal de todos los tramos inclinados
Σ	Sumatoria
G	Peso de las partes móviles
Gb	Peso de la banda por unidad de longitud
Gro	Peso de los rodillos superiores
Gru	Peso de los rodillos inferiores
S1	Espaciamiento de los rodillos superiores
S2	Espaciamiento de los rodillos inferiores
F	Ancho de la cara del tambor
B	Ancho de la banda
p	Perímetro
Φ	Diámetro

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Diagrama del proceso de corte con sierra de disco.....5
Figura 1.2	Tala de árbol.....6
Figura 1.3	Variación de la sección del tronco.....6
Figura 1.4	Corte de la Costanera.....7
Figura 1.5	Tablas secadas al sol.....8
Figura 1.6	Sierra de disco.....9
Figura 1.7	Motor de la Sierra de disco.....11
Figura 1.8	Mandril para sierra de disco.....17
Figura 1.9	Armazón de madera.....19
Figura 1.10	Sierra de disco con estructura metálica.....20
Figura 1.11	Telero.....20
Figura 1.12	Regulador de Altura.....21
Figura 1.13	Imperfecciones en las tablas.....23
Figura 1.14	Corte con dificultad.....24
Figura 2.1	Diseño de forma 1.....29
Figura 2.2	Diseño de forma 2.....30
Figura 2.3	Diseño de forma 3.....31
Figura 2.4	Prototipo experimental.....33
Figura 2.5	Página principal del programa.....34
Figura 2.6	Cálculo de la mitad del perímetro del volante.....36
Figura 2.7	Longitud total de la cinta de sierra.....37
Figura 2.8	Forma de la estructura metálica de la sierra.....41
Figura 2.9	Base del cabezal de la sierra.....42
Figura 2.10	Análisis realizado en el programa SAP 2000.....43
Figura 2.11	Partes de la banda transportadora.....45
Figura 2.12	Banda transportadora.....61
Figura 2.13	Cabezal de la sierra de cinta.....61
Figura 2.14	Transportador manual.....62
Figura 2.15	Partes ensambladas de la sierra de cinta62
Figura 2.16	Sierra de cinta.....64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cálculo de la productividad inicial.....	27
Tabla 2	Matriz de decisión.....	29
Tabla 3	Cálculos de la velocidad de avance.....	35
Tabla 4	Cálculos de la cantidad máxima de viruta.....	38
Tabla 5	Cálculos de la potencia.....	39
Tabla 6	Combinación de poleas.....	40
Tabla 7	Cálculo de la capacidad volumétrica de carga.....	48
Tabla 8	Cálculo de la capacidad de la banda.....	49
Tabla 9	Cálculo del peso de las partes móviles.....	53
Tabla 10	Cálculo de F_1	54
Tabla 11	Cálculo de F_2	55
Tabla 12	Resultados de las fuerzas.....	56
Tabla 13	Cálculo de la potencia de la banda.....	57
Tabla 14	Lista de Costo de materiales directos.....	68
Tabla 15	Lista de Costo de materiales indirectos.....	69
Tabla 16	Horas / Hombre utilizadas en la fabricación de la máquina.....	70
Tabla 17	Costo total de materiales.....	70

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Cabezal
Plano 2	Banda Transportadora
Plano 3	Transportador manual

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la mayoría de Aserraderos y Talleres Artesanales utilizan sierra de disco para realizar el corte de tablas; lo que produce pérdidas de materia prima en forma de serrín, baja producción y productividad. Además ocurren accidentes como la pérdida de dedos e incluso la mano; puesto que la madera es empujada manualmente. Para tratar de corregir estos problemas, se pensó en la elaboración de este proyecto, que consiste en el cambio de tecnología, por medio del uso de sierra continua con alimentación mecánica.

El objetivo de esta tesis consiste en demostrar que se puede mejorar la productividad de un taller artesanal (tomado como ejemplo representativo del sector), como en efecto ocurrió; y por ende extrapolar los datos obtenidos para que en futuro se consiga la condición artesanal de tener versatilidad y hacer un programa nacional de mejoramiento de la producción de tablas de madera "teca" dedicado exclusivamente a la elaboración de Pallets.

Con la elaboración de este proyecto se prueba que incrementando la eficiencia del corte se logran las siguientes mejoras:

Mayor Producción, Aumento de la Productividad, Disminución de tiempos,
Mejor aprovechamiento de la materia prima, Versatilidad

Como corolario de estas nuevas condiciones se mejora la economía de las
empresas.

CAPITULO 1

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

Taller "León", es una empresa dedicada a la producción de tablas para la comercialización y elaboración de trabajos de carpintería.

Se encuentra localizado en la Ciudad de Vinces, tiene una capacidad de producción de aproximadamente 25 tablas por día. Laboran 6 personas, destinadas a realizar los diferentes tipos de trabajos previamente planificados.

El principal problema que tiene el taller y en el que basa el estudio de esta tesis, es el corte de tablas con el uso de sierra de disco; por esta razón, en esta parte del proyecto se describirá la forma cómo se realizan los cortes, posteriormente se llevara a cabo un breve análisis de los componentes que utiliza la maquina; también se mencionaran los

principales problemas que causan las deficiencia en el corte y se realizara el calculo de la productividad inicial.

Existen varios factores que disminuyen la productividad de una Empresa, como la falta de capacitación técnica, de procedimientos establecidos; procesos ineficaces, innecesarios e inexistentes que conducen solamente a la perdida de recursos.

1.1. Descripción del proceso de corte con sierra de disco.

El corte realizado con el uso de sierra de disco, comprende la actividad que se lleva a cabo para obtener tablas o tablonés semilistas para ser utilizados en algún tipo de trabajo.

En la FIGURA 1.1 se presenta un diagrama de bloques, donde se describe paso a paso el proceso de corte de tablas.

El proceso empieza desde que se realiza la tala del árbol, como se puede apreciar en la FIGURA 1.2; la cual se lleva a cabo en plantaciones de teca, donde previamente se deben comprar los árboles que se deseen. Luego la madera es transportada hasta el taller, donde al momento de usar un tronco, primeramente se debe tener en cuenta seleccionar uno que tenga una sección transversal en lo posible uniforme, ya que no lo es en su totalidad; entonces en

este caso lo que se hace es cortar en segmentos, como se puede apreciar en la FIGURA 1.3 y de esta forma lograr una sección que no varíe tan bruscamente para no tener mucho desperdicio de material y también para hacer mas fácil el trabajo.

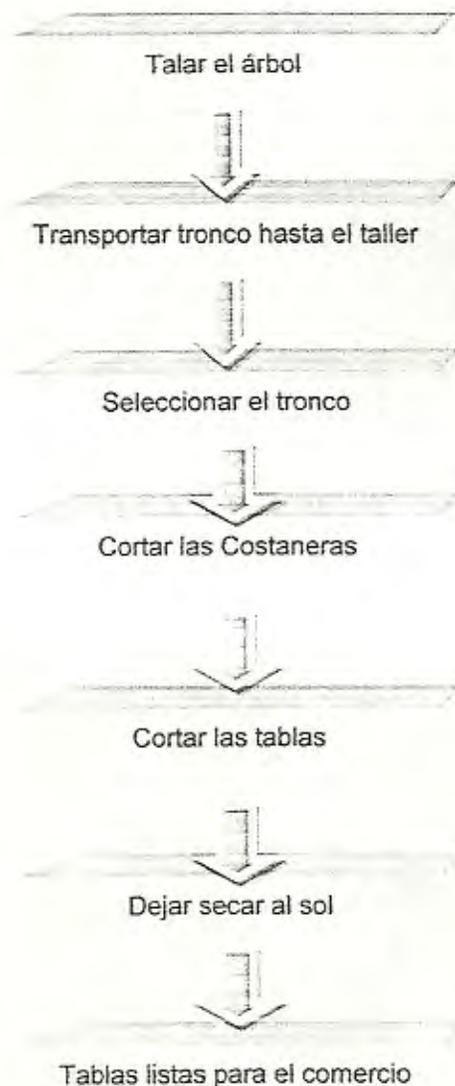


FIGURA 1.1. DIAGRAMA DEL PROCESO DE CORTE CON SIERRA DE DISCO.



FIGURA 1.2. TALA DEL ÁRBOL

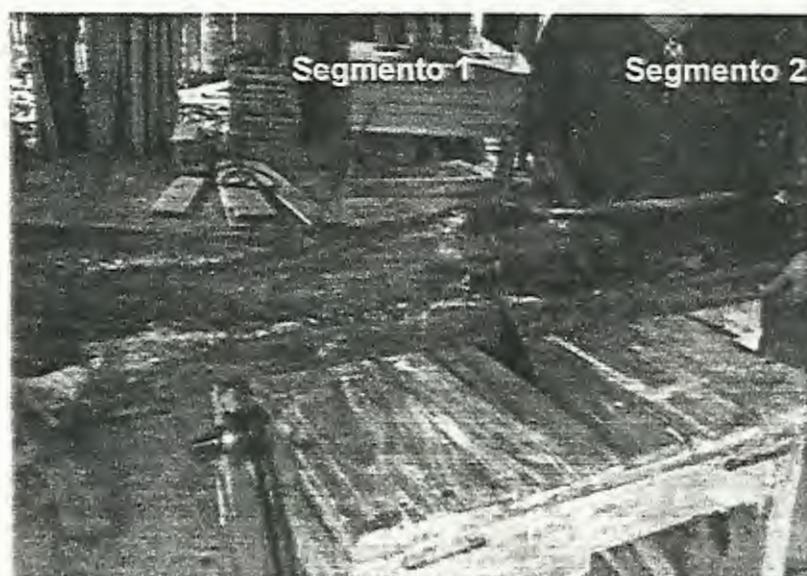


FIGURA 1.3. VARIACIÓN DE LA SECCIÓN DEL TRONCO

Una vez seleccionado el tronco transversalmente, el siguiente paso consiste en regular la maquina, de forma tal que se pueda retirar la "costanera"; como se aprecia en la Figura 1.4, para esto se utiliza un "telero", que sirve para dar el correcto ajuste de los espesores deseados, los que varían de 20 a 25mm; esto se hace hasta que se llegue de una forma circular a una forma rectangular, lo que se conoce como "cuadrar el tronco".

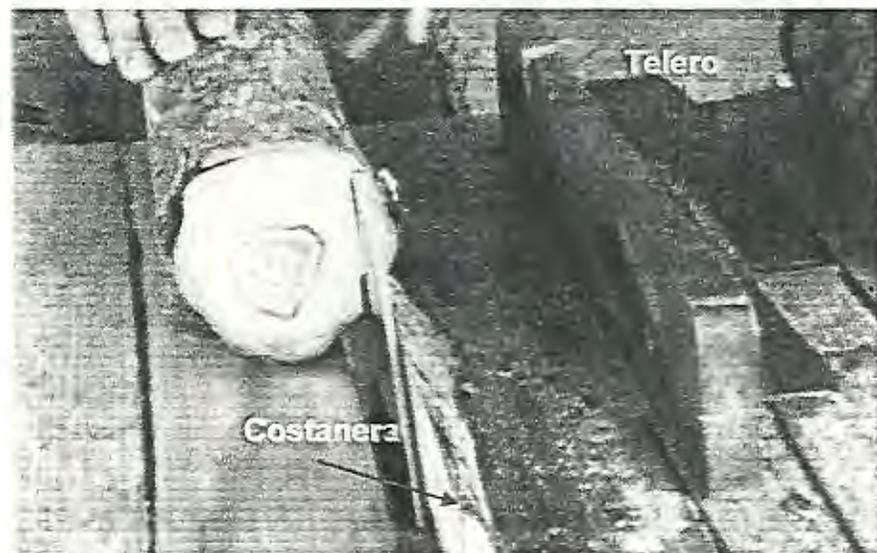


FIGURA 1.4. CORTE DE LA COSTANERA

Después que ha sido retirada la costanera y cuadrado el tronco, nuevamente se regula la maquina, pero esta vez colocando el telero a la medida que se desee la tabla; por lo general la medida que mas se utiliza comercialmente es de **25.4mm (1pulg)**; pero se la puede regular a la medida que se desee.

Finalmente se realiza el corte del tronco haciéndolo pasar de una a dos veces por el disco, dependiendo del tamaño del mismo. De esta manera se obtienen las tablas que posteriormente se dejaron secar al sol de dos a dos meses y medio, como se aprecia en la FIGURA 1.5; para poder ser comercializadas o utilizadas en algún tipo de trabajo.

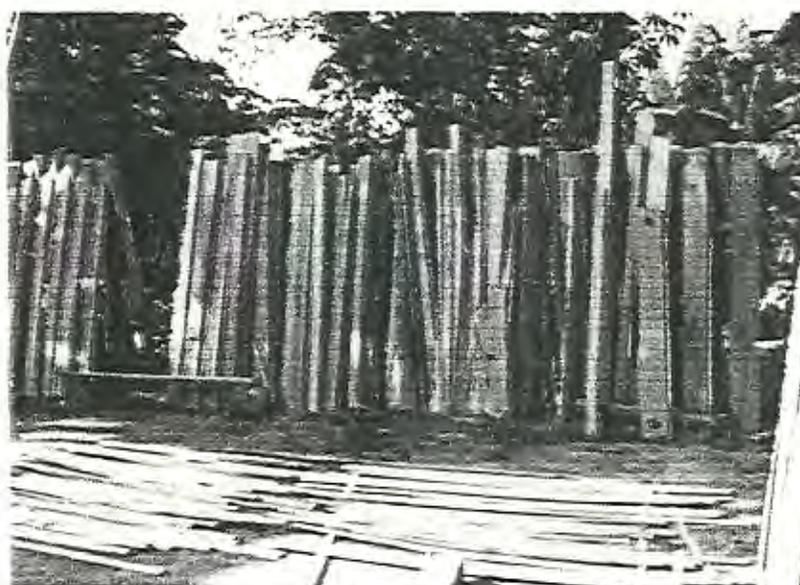


FIGURA 1.5. TABLAS SECADAS AL SOL

También cabe mencionar que durante este proceso, hay ocasiones en las que sobran pedazos de tablas que no cumplen con la medida deseada; las que no se las desperdician, sino que se las comercializa o se las utiliza como "tiras" o "cuartones".

1.2. Análisis de los componentes del equipo usado.

Básicamente para realizar la operación de corte, se utiliza sierra de disco, se la puede apreciar en la FIGURA 1.6; fácilmente se la puede encontrar en aserraderos o talleres artesanales.

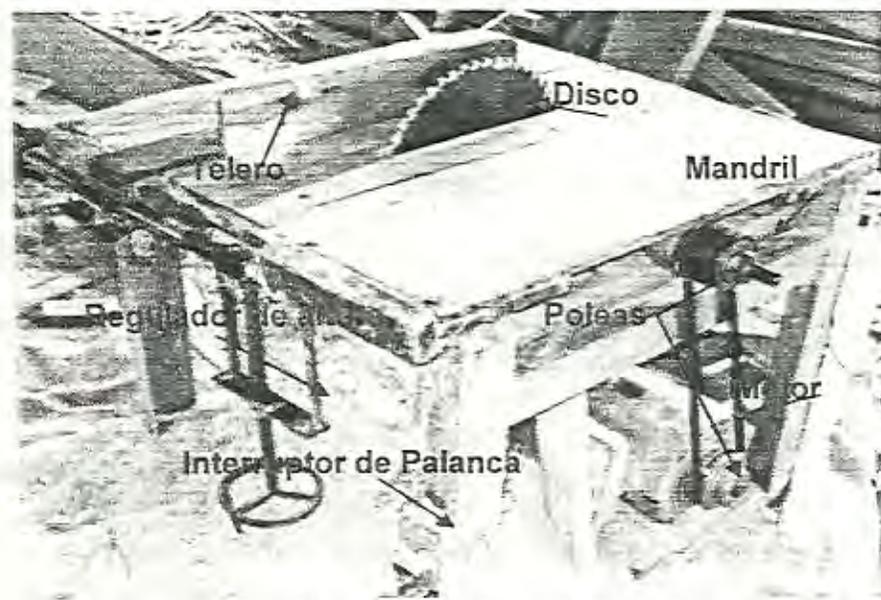


FIGURA 1.6 SIERRA DE DISCO.

El equipo a ser analizado no fue comprado, fue construido en el mismo taller; para su fabricación no se realizó ningún tipo de cálculo, se copio su forma de una máquina de otro taller; por lo que se pudo notar claramente que algunas selecciones estaban incorrectas. Los componentes del equipo son los siguientes:

- Motor
- Conjunto de poleas.

- Mandril para sierra de disco
- Disco de sierra
- Telero
- Regulador de altura.
- Estructura de madera.

A continuación se analizarán brevemente los diferentes componentes de la sierra, para discutir un poco su utilización y al mismo tiempo tratar de verificar si su selección es la adecuada o si se necesita hacer un cambio.

Motor

El motor que utiliza la sierra fue seleccionado arbitrariamente, de acuerdo a selecciones realizadas en otros talleres, el motor es modelo Weg, brasileño, monofásico; en la FIGURA 1.7 se presenta una fotografía tomada al motor.

A continuación se detallan sus características principales:

- Potencia nominal: 3 HP
- Frecuencia: 60 Hz.
- Voltaje: 220 V.
- Corriente: 18 A.
- Velocidad angular: 1745 RPM.

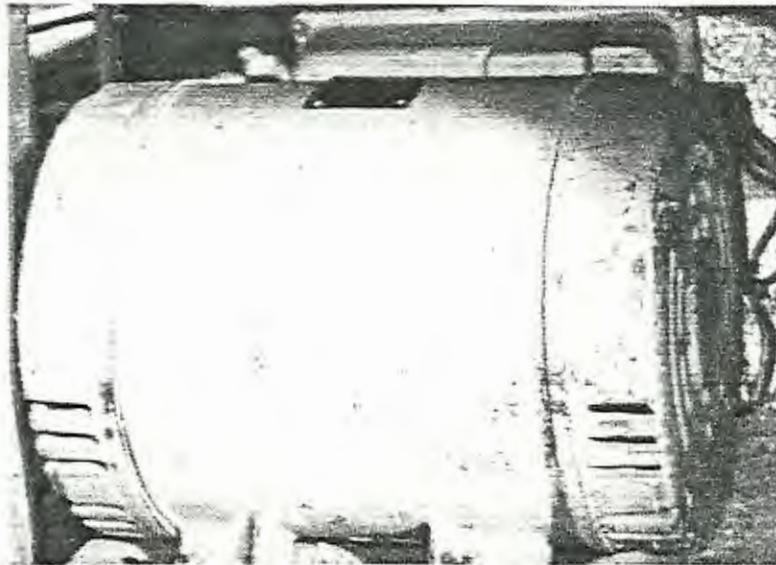


FIGURA 1.7. MOTOR DE LA SIERRA DE DISCO.

El primer paso para empezar el análisis, es verificar si la potencia utilizada es la adecuada para este tipo de trabajo; para lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$P = \frac{V}{V'} \quad 1.1$$

Donde:

P= Potencia teórica (Kw.)

V= Cantidad máxima de viruta ($\text{cm}^3/\text{min.}$)

V'= Cantidad admisible de viruta ($\text{cm}^3/\text{kwhmin}$)

La cantidad máxima de viruta (V), se la obtiene de la siguiente expresión:

$$V = \frac{ab s'}{1000} \quad 1.2$$

Donde:

a= Profundidad de corte (mm)

b= Ancho de corte (mm)

s'= Velocidad de avance (mm/min.)

De la ecuación 1.2 se tienen como datos conocidos, el número de dientes y el diámetro de la herramienta de corte; así como también la profundidad de corte y el ancho de corte; por lo que solo restaría por calcular la velocidad de avance, para lo cual se usa la siguiente expresión:

$$s' = N_2 Z k \quad 1.3$$

Donde:

N₂= Velocidad angular del disco (RPM)

Z= Numero de dientes de la herramienta (#dientes/rev)

K= Grosor de viruta (mm)

Los datos que aun no se conocen son el de la velocidad angular del disco y el grosor de viruta. Con la ayuda de la tabla del APENDICE A

(Velocidades de corte para Sierra Circular), se conoce la velocidad de corte, lo que servirá para poder determinar la velocidad angular.

La velocidad angular se la puede calcular utilizando la siguiente expresión:

$$N_2 = \frac{30v}{\pi R} \quad 1.4$$

Donde:

N_2 = Velocidad angular del disco (RPM)

v = Velocidad de corte del disco (m/s)

R = Radio del Disco. (m)

Sustituyendo:

$$N_2 = (30 \cdot 80) / (\pi \cdot 0,36)$$

$$N_2 = 2122 \text{ RPM}$$

De la misma forma reemplazando en la expresión 1.3; con **44 dientes/rev** (dato de la herramienta de corte) y con un espesor de viruta de **0,1mm** (APENDICE B), se tiene:

$$s' = (2122 \cdot 44 \cdot 0,1)$$

$$s' = 9337 \text{ mm/min.}$$

Con el valor de la velocidad de avance calculado y empleando la expresión 1.2, se realiza el cálculo de la cantidad máxima de viruta; teniendo como datos conocidos por la herramienta, la profundidad de corte y el ancho de corte de 12 y 5mm respectivamente, se tiene:

$$V = (12 \cdot 5 \cdot 9337) / 1000$$

$$V = 560,22 \text{ cm}^3/\text{min.}$$

Con los valores calculados hasta el momento, el dato faltante para poder determinar la potencia, es la cantidad admisible de viruta, la cual se la obtiene utilizando la tabla del APENDICE C (Cantidad Admisible de Viruta), seleccionando 100 cm^3/kWmin (madera dura).

Sustituyendo los valores obtenidos hasta el momento en la expresión 1.1, se obtiene una potencia de 5.6 KW, lo cual equivale a 7.5 HP.

La potencia calculada representa un dato teórico, debido a que para realizar la transmisión de velocidad se utilizan poleas, lo cual provoca pérdidas mecánicas, entonces se debe calcular nuevamente la potencia, con la ayuda de la siguiente expresión:

$$P_m = \frac{P}{\eta \varepsilon} \quad 1.5$$

Donde:

P= Potencia teórica (KW)

P_m = Potencia del motor (KW)

η = Eficiencia del motor

ε = Eficiencia mecánica de la transmisión

La eficiencia del motor se puede estimar en un rango entre **85%** y **95%**; mientras que la eficiencia mecánica de la transmisión se la puede obtener de la tabla del APENDICE D (Eficiencias Mecánicas de Equipos Reductores de Velocidad).

Por lo tanto usando una eficiencia del motor de **95%** y de la misma forma una eficiencia de **94%** para la transmisión por poleas y bandas, se obtiene una potencia de **6,2 KW** o lo que equivale a **8.4 HP**.

Con la potencia calculada, se puede avanzar a una velocidad de **9.3m/min.**, lo cual es algo razonable, sin embargo también hay que notar que el avance de la sierra es de **1,6m/min.** (calculado en pruebas realizadas), y volviendo a recalculer con este valor se obtiene una potencia de **1,4 HP**.



Se debe tener en cuenta que con la potencia recalculada no se tiene una adecuada velocidad de avance siendo esta la razón que provoca que en ocasiones la banda de transmisión resbale.

Lo recomendable en este caso es que se aumente la potencia del motor, para no tener problemas con el avance de la madera.

Conjunto de poleas

La sierra de disco utiliza dos poleas para su funcionamiento; una de 4 pulgadas (impulsora) y otra de 3 pulgadas (impulsada). Como ya es de conocimiento tanto la velocidad angular de salida del motor y la velocidad del disco, entonces se procederá a comprobar si las poleas empleadas de esta máquina son las correctas.

La velocidad angular del disco, la cual ya se calculó, es de **2122 RPM**, lo cual resulta incoherente; debido a que la velocidad de avance es muy pequeña, por lo que también su velocidad angular, aproximadamente sería de **500 RPM**, de forma que en vez de aumentar la velocidad, según los datos de la sierra, se la debería disminuir a un poco menos de la mitad aproximadamente.

Con los datos de las velocidades angulares, se calcula la correcta distribución de poleas y se verifica de esta forma su selección y así se comprueba si son o no las adecuadas. Para realizar este análisis se utilizara el catalogo de Martín Spokers and Gears (APENDICE L), utilizando la relación de velocidad de **1,21**; se tiene que se debe usar la siguiente relación de transmisión:

- Diámetro de la polea impulsora: 3,8 pulgadas
- Diámetro de la polea impulsada: 4,6 pulgadas

Mandril para sierra de disco.

El mandril que usa la sierra es modelo SCHULZ, alemán, el cual se puede apreciar en la FIGURA 1.8; posee las siguientes características:

- Numero 3
- Con eje de una pulgada.

Las características del mandril mencionadas, es en si la forma como se lo puede adquirir, el cual oscila entre los 180 a 200 dólares aproximadamente



FIGURA 1.8. MANDRIL PARA SIERRA DE DISCO.

Este componente se acopla entre la polea impulsada y el disco de corte, se lo utiliza como una chumacera; pero en si su principal función es de aumentar la inercia del sistema, para de esta forma disminuir las vibraciones para proporcionar mayor estabilidad al momento de realizar el corte; su función es parecida a la de un volante de inercia.

Disco de Corte.

El disco que utiliza este equipo posee las siguientes características:

- Diámetro: 406.4mm (16 pulg.).
- Espesor: 4mm
- Numero de dientes: 44
- Peso: 1.82Kg.

Se lo puede comprar fácilmente en cualquier ferretería, y es el único que puede ser usado en esta maquina, ya que la potencia también depende indirectamente de el numero de dientes de la herramienta, su precio rodea los 20 dólares aproximadamente.

Estructura de madera.

La estructura de esta maquina se encuentra construida de madera, en la FIGURA 1.9 se muestra un dibujo realizado en el programa AUTOCAD de la estructura, sus medidas son las siguientes:

- Largo: 800 mm.
- Ancho: 800 mm.
- Altura: 800 mm.

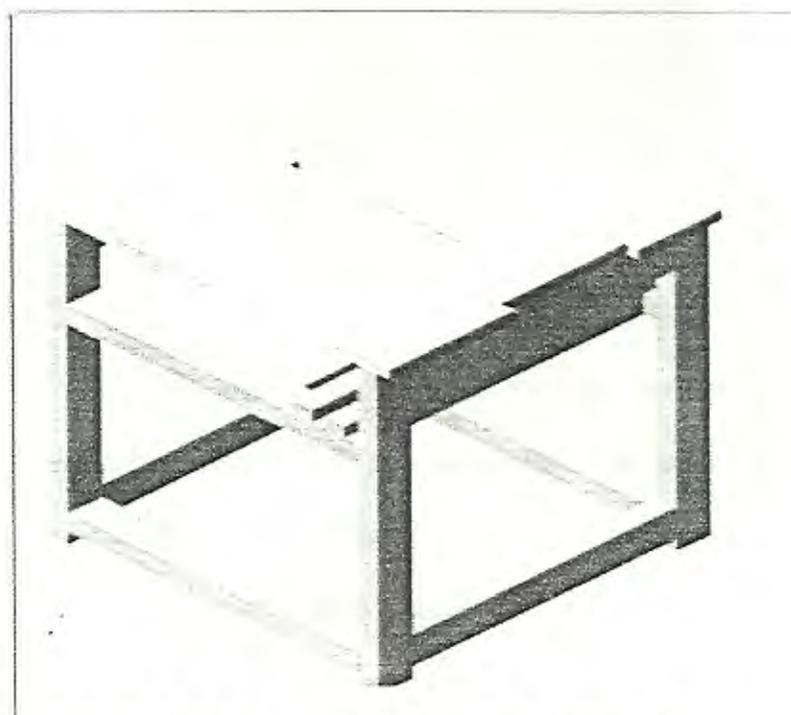


FIGURA 1.9. ESTRUCTURA DE MADERA.

La estructura se la apreciaría mejor si estuviese hecha de acero, ya que de esa manera se mostraría mas ergonómica, se pueden colocar mas fácil y mejor los demás componentes, ya que sobre el se colocan, a continuación se muestra en la FIGURA 1.10 una foto de una sierra de disco con una estructura de acero

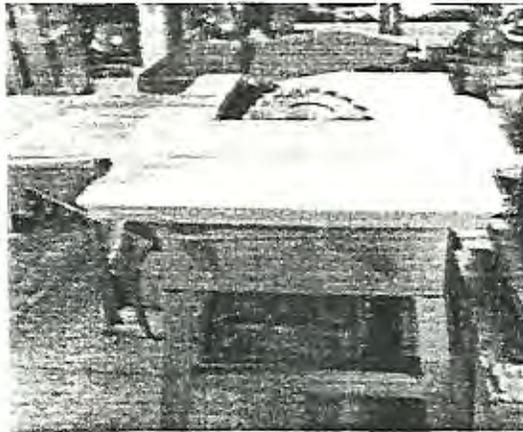


FIGURA 1.10 SIERRA DE DISCO CON ESTRUCTURA METÁLICA

Telero

El telero se usa básicamente para regular la máquina a los diferentes espesores que se desee realizar los cortes, se lo puede apreciar en el dibujo de la FIGURA 1.11; el cual esta construido de plancha de acero, de ángulo y de madera, trabaja como un tope, limitando el corte solo a una medida establecida.

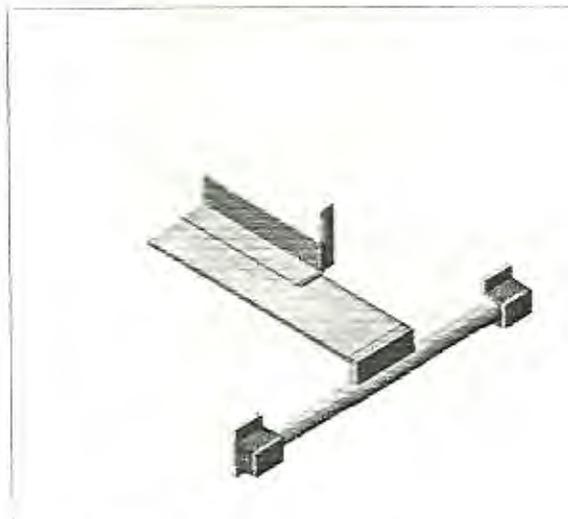


FIGURA 1.11. TELERO

Regulador de Altura

Este componente se usa para variar la altura del tablero de la sierra, se lo puede apreciar mejor en el dibujo de la FIGURA 1.12, básicamente es un tornillo, el cual gira con la ayuda de una manivela y de esa forma sube o baja el tablero. Durante el tiempo que se realizaron las pruebas de corte, no se uso, por lo que se necesita más altura de corte y este componente alza la mesa de trabajo, disminuyendo la altura de corte.

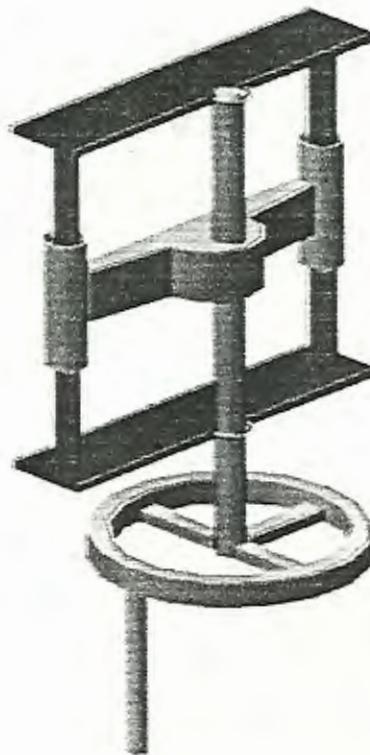


FIGURA 1.12. REGULADOR DE ALTURA

1.3. Deficiencias del corte con disco.

Durante la realización de este proyecto se observaron diferentes problemas que ocurrían mientras se realizaba el corte de las tablas, los cuales se ven reflejados en una disminución de la productividad.

El principal problema consiste en que al momento de realizar los cortes, la altura de corte del disco es de apenas 7 pulgadas, e incluso menor si se levanta el tablero.

La mayoría de los troncos tienen diámetros superiores a esta medida, teniendo que realizar varias pasadas para obtener solamente una tabla, por lo que no se tiene un corte uniforme, sino que se lo ubica sin medida precisa, y es por esta razón que se tiene mas desperdicio de material, además se producen imperfecciones en la superficie así como se puede ver en la FIGURA 1.13, por lo que luego se tiene que pasar nuevamente o cepillar provocando así una disminución excesiva del espesor requerido, desperdicio de madera, consumo de energía y mano de obra.

Otro problema que se pudo apreciar es en el avance de la madera, ya que no existe una banda transportadora u otro mecanismo que empuje automáticamente la madera, se tiene que empujarla

manualmente, lo que en algunas ocasiones produce que la correa resbale por la inadecuada velocidad de avance, de esta forma se tiene que retirar la madera y volverla a pasar nuevamente, lo que produce doble entrada del disco, reflejándose en desperdicio de materia prima.

A causa de no tener un mecanismo de empuje automático como ya se mencionó, en algunas ocasiones cuando la madera a cortar es pequeña, no se la puede trabajar empujándola con la mano, ya que se corre el riesgo de sufrir algún corte, en este caso se usa pedazos de maderas que ayudan a que pase por el disco, como se puede apreciar en la FIGURA 1.14; provocando de esta forma perdidas de tiempo, lo que afecta la productividad.



FIGURA 1.13 IMPERFECCIONES EN LAS TABLAS.

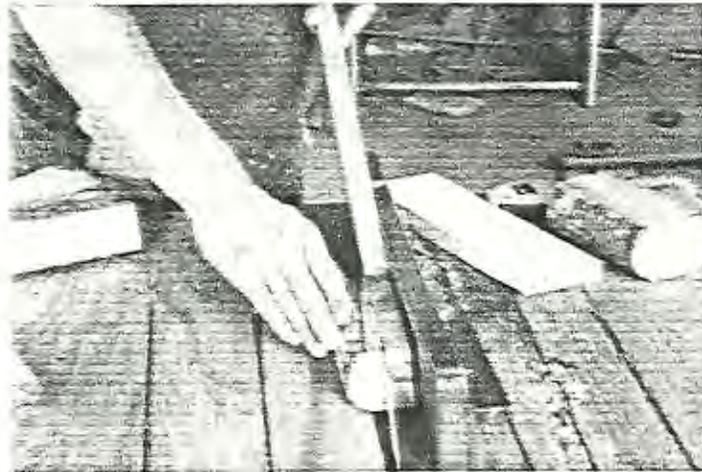


FIGURA 1.14. CORTE CON DIFICULTAD.

1.4. Calculo de la productividad inicial.

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar sus utilidades, es aumentando su productividad y para ello se requiere la sistematización de los métodos de trabajo, se requiere hacer estudio de tiempos y movimientos para encontrar nuevas formas de trabajo que mejoren la eficiencia del proceso de corte mecanización de ciertas operaciones que inciden en la capacidad de corte.

La productividad viene de la unión de dos palabras: producción y calidad. Es la relación entre lo producido y lo consumido, también puede ser el cociente entre la cantidad producida y la cuantía de recursos que se hayan empleado, los recursos pueden ser la tierra, materiales, mano de obra, energía, maquinarias, herramientas, instalaciones.

El incremento de productividad en equipos produce ahorros en energía eléctrica, carga fabril, mano de obra. Un incremento en productividad de máquina ayuda a tomar mejores decisiones en cuanto a inversiones.

Para llevar a cabo el cálculo de la productividad se debe conocer lo siguiente:

- A. Tiempo total en minutos.
- B. Tiempo de paros planeados en minutos.
- C. A-B Tiempo disponible en minutos.
- D. Tiempo de paros no planeados.
- E. C-D Tiempo de operación.
- F. **E/C EFICIENCIA EN TIEMPO DISPONIBLE.**
- G. Producción real + K
- H. Velocidad teórica.
- I. E x H Producción Teórica.
- J. **G/I EFICIENCIA EN PRODUCCIÓN.**
- K. Producción rechazada.
- L. **(G-K)/G EFICIENCIA EN CALIDAD.**

Eficiencia total de Equipo = L x J x F x 100%

En la siguiente tabla, se llevara a cabo el cálculo de la eficiencia, utilizando los datos tomados durante la realización de este proyecto.

TABLA 1
CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD INICIAL.

	Cód.	Días
		1
Tiempo Total (min.)	A	480
Tiempo de Paros Planeados (min.)	B	90
Tiempo disponible (min.)	$C=A-B$	390
Tiempo de Paros no Planeados (min.)	D	50
Tiempo de operación (min.)	$E=C-D$	340
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,87
Producción Total (unidades)	$G=Buena+K$	35
Velocidad Teórica (unidades/min.)	H	0,11
Producción Teórica (unidades)	$I=E*H$	37
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,94
Producción Rechazada (unidades)	K	7
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,80
ETE (Porcentaje)	$ETE=F*J*L*100$	65%
Paros no planeados (min.)		
Ajuste		10
Falta de Personal		40
Falta de Materia Prima		
Averías Mecánicas		

Por lo tanto se tiene una eficiencia del 65%.

CAPITULO 2

2. SOLUCIÓN AL PROBLEMA.

En el presente capítulo se consideraran algunas alternativas para el mejoramiento de la productividad del taller, que se han puesto en consideración y luego se evaluarán; se tomara una decisión y se desarrollara la solución más óptima, tomando en cuenta aspectos técnicos y económicos de la solución.

Luego se desarrollará un prototipo en laboratorio y se extrapolarán estos datos para hacer una máquina tipo planta piloto y se ensayara en el propio taller, se consideran los resultados conseguidos para establecer la habilidad de la nueva máquina. De acuerdo al análisis realizado en la primera parte en relación a los componentes del equipo instalado, se pone atención al motor eléctrico que se veía como de fácil y rápida implementación, pero se tiene que considerar el consumo de energía.

Otra solución sería utilizar una banda transportadora para de esta forma evitar el problema que se tiene con el avance manual y también cambiar la sierra de disco por una sierra de cinta.

De las soluciones propuestas conviene seleccionar la que mejor se acople a las necesidades requeridas, para lo cual se evaluara en una matriz de decisión la alternativa más óptima, que satisfaga los problemas que se presentan hasta el momento.

En la Tabla 2, que se muestra a continuación se presentan como alternativas de selección la sierra de disco y un prototipo experimental, así mismo se tienen varias opciones a ponderar, consideradas como las más importantes, entre ellas se tiene: Costo del equipo, Seguridad del operador, Mantenimiento y Operación. Estas opciones se ponderan con un factor de peso en un rango del 0 al 1; de lo cual las más significativas tendrán mayor valor, mientras que los otros, menores valores.

Como se podrá ver en la tabla el máximo valor que se obtuvo es de 6,7 (0 - 10); que corresponde al prototipo experimental, el cual resultado de la sumatoria de multiplicar la ponderación dada a cada opción (0 - 10) con el factor de peso establecido (0 - 1).

TABLA 2
MATRIZ DE DECISION

	Costo del equipo	Seguridad del operador	Mantenimiento	Operación	Rango
Factor de peso	0,3	0,3	0,1	0,3	1
Sierra de Disco	3 0,9	2 0,6	2 0,2	4 1,2	2,9
Prototipo Experimental	7 2,1	8 2,4	4 0,4	6 1,8	6,7

Entonces lo que se hará, será realizar diseños de forma para el prototipo experimental, para luego escoger el que mejor cumpla con las expectativas esperadas, en la siguiente figura se aprecia el diseño de forma 1:

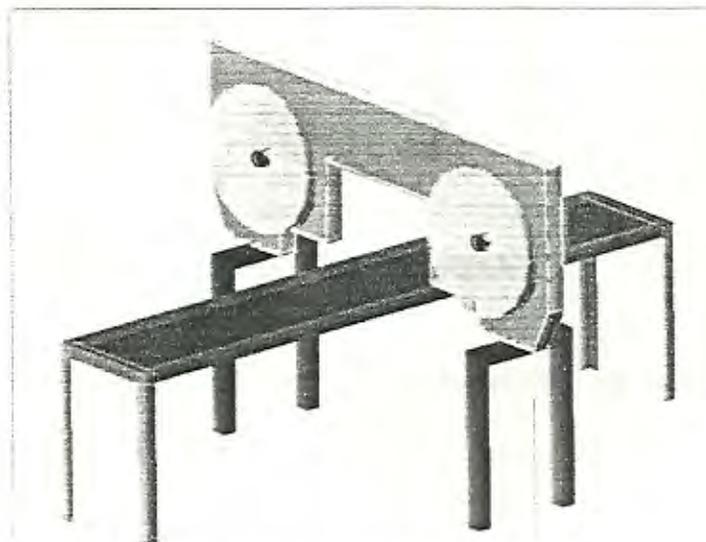


FIGURA 2.1 DISEÑO DE FORMA 1

En la figura arriba mostrada, se puede apreciar la sierra de cinta con una mesa por donde se empujara la madera, pero esto no solucionara el problema del avance, por lo que se pensó en adaptar a la sierra una banda transportadora que haga el avance automático, lo cual se puede apreciar en el diseño de forma 2 de la siguiente figura:

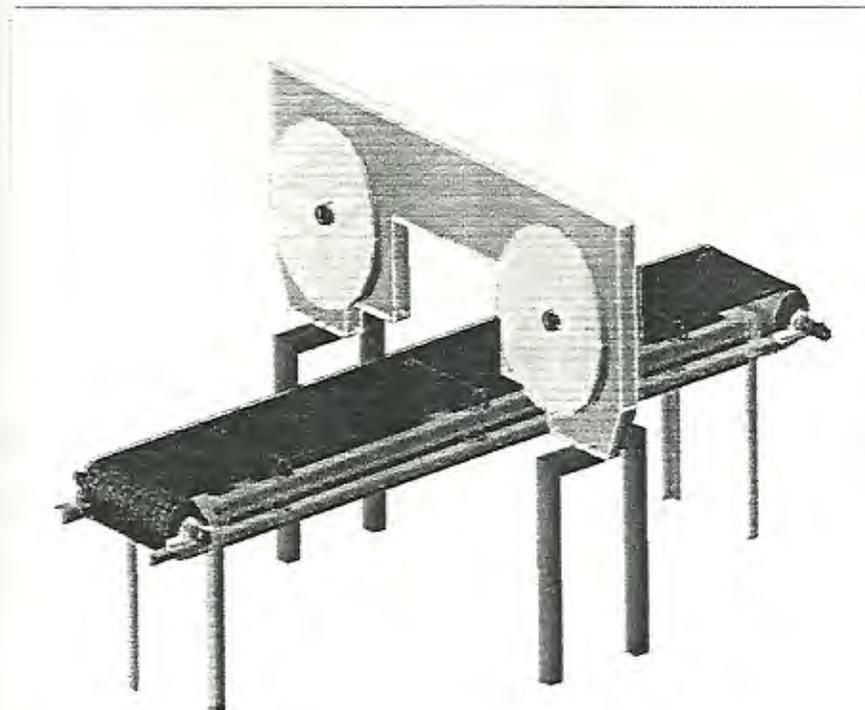


FIGURA 2.2 DISEÑO DE FORMA 2

Aun así, implantándole una banda transportadora, se sigue teniendo el problema del regreso del tronco, por lo que se presenta a continuación otro diseño de forma:

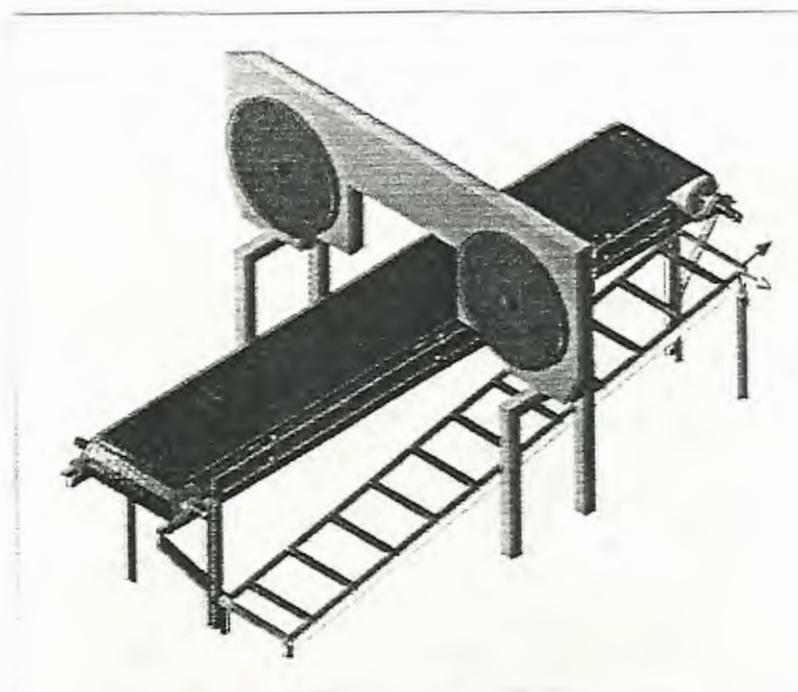


FIGURA 2.3 DISEÑO DE FORMA 3

De los tres diseños de forma presentados, la mejor opción resultaría el número 3, debido a que satisface los problemas del avance del tronco y así mismo el regreso del mismo.

2.1. Ensayos con prototipo experimental.

Una vez que se selecciono una solución al problema planteado, lo primero que se hizo fue comprobar si esta solución satisfacía las necesidades, para esto se construyo un prototipo, como se lo puede apreciar en la FIGURA 2.4, el cual consiste en una sierra cinta de

cortar metales, la que se arreglo de acuerdo al diseño de forma seleccionado

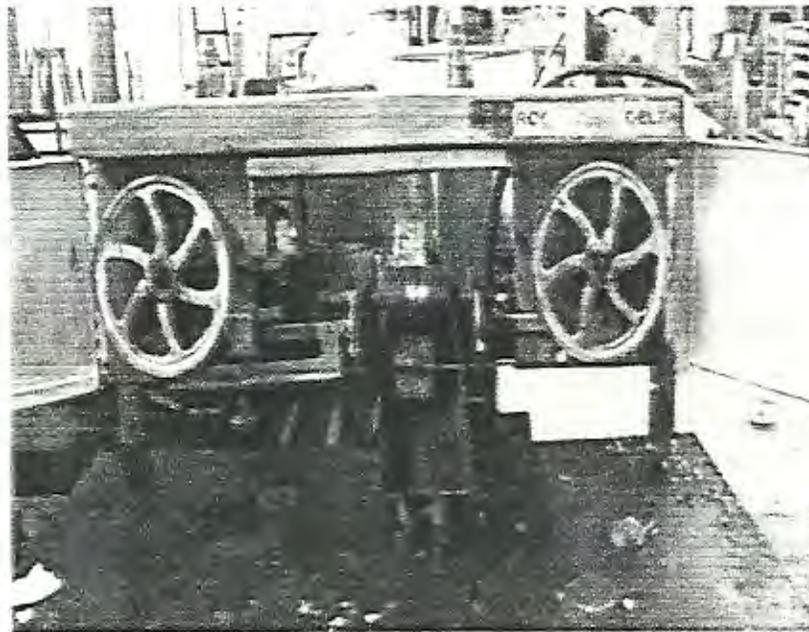


FIGURA 2.4. PROTOTIPO EXPERIMENTAL

A continuación se realizara una breve explicación de las modificaciones realizadas a la sierra de cinta cortadora de metales convencional para convertirla en prototipo.

Se la cambio de posición de trabajo, ya que trabajaba en forma inclinada; se la coloco sobre una mesa, dejándola así fija; se le acoplo un rodillo que evite que la madera se mueva al momento de cortar y se incremento la velocidad de 103 RPM a 206 RPM

Luego de que se realizaron las modificaciones respectivas al prototipo, se procedió a realizar el corte de pedazos de madera, para ver que tal respondía, por lo que se pudo notar que giraba demasiado lenta (206RPM), lo que provocaba una velocidad de avance también lenta (0,28 m/min. aproximadamente), esto debido a que esta maquina tenia incorporado un reductor de velocidades; pero en lo que respecta al corte, se obtuvo una muy buena superficie, poco espesor y por ende disminuyo el desperdicio de materia prima.

En definitiva de acuerdo a los ensayos realizados con esta maquina se puede decir que es una buena elección y mas aun cuando se le incorpore la banda transportadora que haga del avance automático.

2.2. Cálculos de elementos mecánicos para el prototipo.



En esta parte del proyecto se realizaran los cálculos de los elementos mecánicos de los cuales constara la planta piloto, en base al prototipo construido; para esto se usara un programa realizado en Microsoft EXCEL (Figura 2.5), de forma que se faciliten los cálculos; se comenzara por la sierra de cinta.

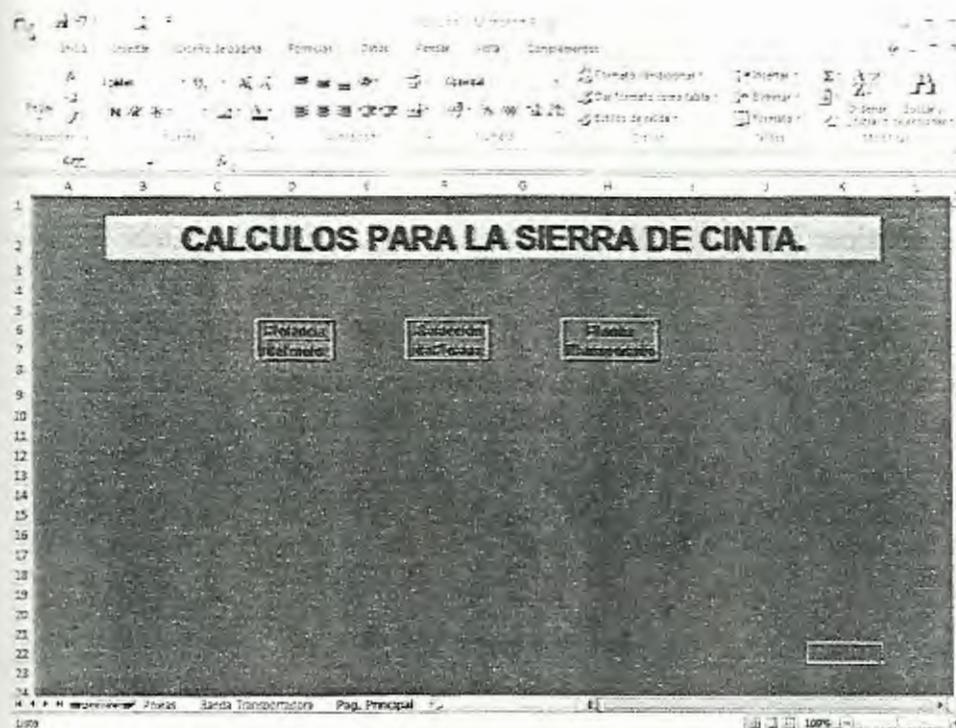


FIGURA 2.5 PAGINA PRINCIPAL DEL PROGRAMA DE CALCULOS.

Sierra Cinta.

Se calcularan, seleccionaran y se les dará la forma respectiva a cada uno de los diferentes elementos de los cuales esta compuesto un sierra de cinta; entonces lo primero que se realizara será determinar la potencia a la cual debe trabajar el motor.

Potencia del motor de la Sierra

Para el cálculo de la potencia del motor de la sierra de cinta, se utiliza la ecuación 1.1 para determinar la potencia de la sierra de

disco, la ecuación 1.2 para realizar el cálculo de la cantidad máxima de viruta y la expresión 1.3 para determinar la velocidad de avance.

Así mismo con la ayuda de la Tabla del APENDICE E, se tienen las RPM de la maquina de acuerdo al diámetro del volante a ser utilizado y el APENDICE B facilita el dato del Grosor de Viruta.

En la tabla 3 se presentan los resultados de los cálculos de la Velocidad de Avance:

TABLA 3
CÁLCULOS DE LA VELOCIDAD DE AVANCE

Calculo de la velocidad de avance

Numero de revoluciones	RPM	825
Numero de dientes de la herramienta	dientes/rev.	499
Grosor de la viruta	mm	0,1
Velocidad de avance	Mm/min.	41167,5

El número de dientes de la herramienta se lo puede estimar como una aproximación del total de dientes de la herramienta y se calcula de la siguiente manera:

Paso 1:

Calculando la mitad del perímetro externo de una de las circunferencias formadas por los volantes, la forma de calcular el perímetro se puede apreciar en la figura 2.6 utilizando el programa AUTOCAD, caso contrario se lo puede realizar con la ayuda de la siguiente expresión.

$$p = \pi R. \quad 2.1$$

Donde:

p= perímetro (mm)

R= Radio del volante (mm)

De lo cual el radio del volante es de **250mm**.

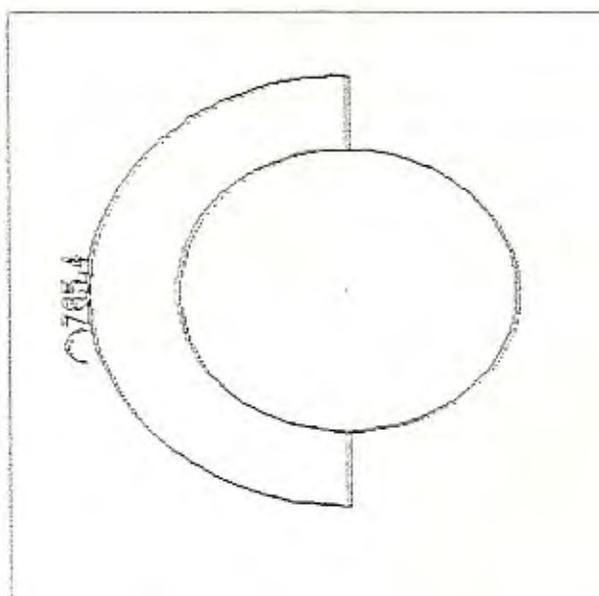


FIGURA 2.6 CALCULO DE LA MITAD DEL PERÍMETRO DEL VOLANTE

Paso 2:

El siguiente paso consiste en multiplicar el perímetro calculado por dos, es decir, por los dos volantes que se usaran, por lo que se tiene **1570.8 mm**.

Paso 3:

Resta por especificar la cantidad que se desea dejar desde un cuadrante, ya sea superior o inferior de un volante hacia el otro, este dato queda a criterio del diseñador, dependiendo del tamaño del tronco que se desea aserrar.

En este diseño se dejará aproximadamente 800 mm, valor que se debe multiplicar por dos, ya que esta longitud se repite tanto arriba como abajo, sumando todos los valores obtenidos se tiene un valor de **3170 mm**, el cual sería un valor aproximado de la longitud total de la cinta de sierra a ser comprada, este valor calculado se puede apreciar mejor en la figura 2.7.

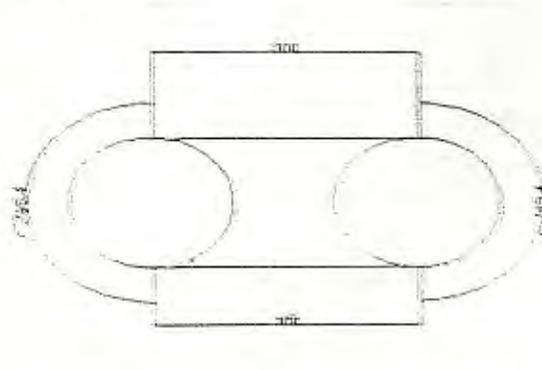


FIGURA 2.7. LONGITUD TOTAL DE LA CINTA DE SIERRA

Paso 4:

Finalmente lo que resta por hacer es encontrar el número de dientes de la herramienta de acuerdo a la aproximación que se realizó anteriormente, entonces se debe tener conocimiento del número de dientes por pulgada de la cinta, para este caso se utilizará una cinta de $4 \frac{\text{dientes}}{\text{pulg.}}$, por lo que solo faltaría llevar la longitud total de la cinta de milímetros a pulgadas, realizando esta transformación se tiene un valor de **124.8 pulg.**, el cual multiplicándolo por el valor del número de dientes por pulgada se tiene **499 dientes**.

En la Tabla 4, se resumen los cálculos de la cantidad máxima de viruta:

TABLA 4
CALCULOS DE LA CANTIDAD MAXIMA DE VIRUTA

Cantidad máxima de viruta		
Profundidad de Corte (a)	mm	4
Ancho de corte (b)	mm	2
Velocidad de avance (s')	mm/min.	41167,5
Cantidad máxima de viruta (V)	Cm ³ /min.	329,34

El único dato que faltaría por conocer es la cantidad admisible de viruta, el cual fácilmente se lo puede obtener de la tabla del

APENDICE C, considerando que la madera que se utilizara es madera dura (Teca), se tiene un valor de $100 \text{ cm}^3/\text{kwmin}$.

Conocidos los valores de la cantidad máxima y la cantidad admisible de viruta, fácilmente se puede calcular la potencia teórica del motor, con la ayuda de la ecuación 1.1

A continuación se presenta una Tabla con el cálculo de la Potencia teórica:

TABLA 5
CÁLCULOS DE LA POTENCIA

Calculo de la Potencia del Motor de una Sierra		
Cantidad máxima de viruta (V)	cm^3/min .	329,3
Cantidad admisible de viruta (V')	cm^3/Kwmin	100
Potencia de la Maquina (P)	KW	3,3
	HP	4,4

La potencia presentada en la Tabla 5, es la potencia teórica del motor, pero sin embargo la transmisión por poleas que se usara, provoca pérdidas mecánicas las cuales no las considera la ecuación 1.1, es esta la razón por la que se considera la ecuación 1.5, donde la eficiencia del motor se la puede considerar del 90%, mientras que la eficiencia de la transmisión por poleas se la obtiene de la Tabla

del APENDICE D, en la cual se selecciona una eficiencia del 94%, entonces se tiene una potencia del motor de **3.9 Kw.**, es decir, **5 HP.**

Entonces se seleccionara un motor de 5 HP y 1800 RPM.

Calculado la potencia del motor, lo siguiente que se realizara será seleccionar el correcto diámetro de las poleas. Calculando la relación de velocidad se tiene un valor de **2.18**; revisando el catalogo de Martin Spokers and Gear (APÉNDICE F), se tiene la siguiente combinación de poleas:

TABLA 6
COMBINACION DE POLEAS

Polea Impulsora	3,4
Polea Impulsada	7,4

Los ejes que se usaran entre la polea impulsada, el volante y entre el otro volante, se seleccionaron de **1 pulgada** de diámetro, debido a que los volantes a usarse son de aluminio y tienen un bajo peso. Con la ayuda del Programa SAP 2000 se dimensionaran las bases donde descansara la estructura de la sierra, pero antes de esto se

debe darle forma y medidas a dicha estructura, la cual se muestra en la figura 2.8

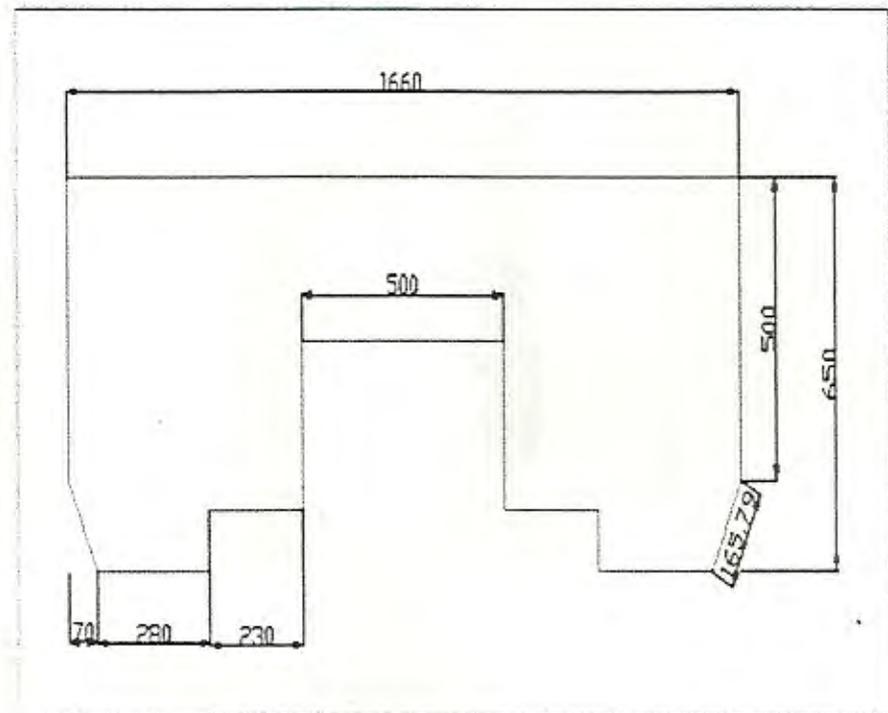


FIGURA 2.8 FORMA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DE LA SIERRA

En la figura 2.8 se puede apreciar la forma de la estructura metálica donde descansaran los dos volantes, para esta aplicación se usara plancha en acero ASTM A-36, de 5 mm de espesor y se le dará la forma descrita en la figura.

Con la forma y medidas de la estructura ya se puede dimensionar las bases con la ayuda del programa SAP, la forma de las bases se la puede apreciar en la figura 2.9.

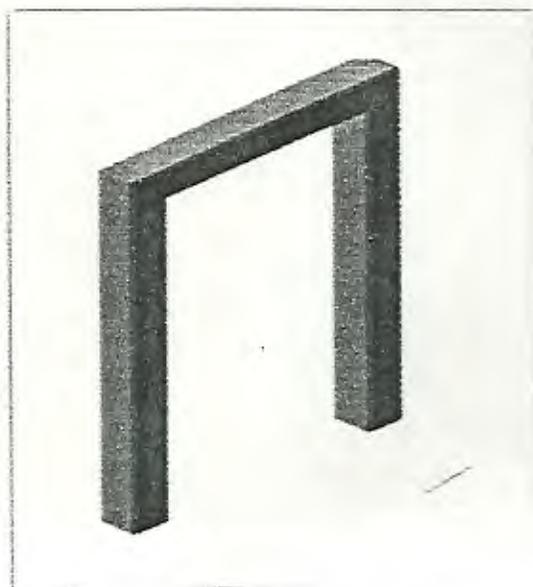
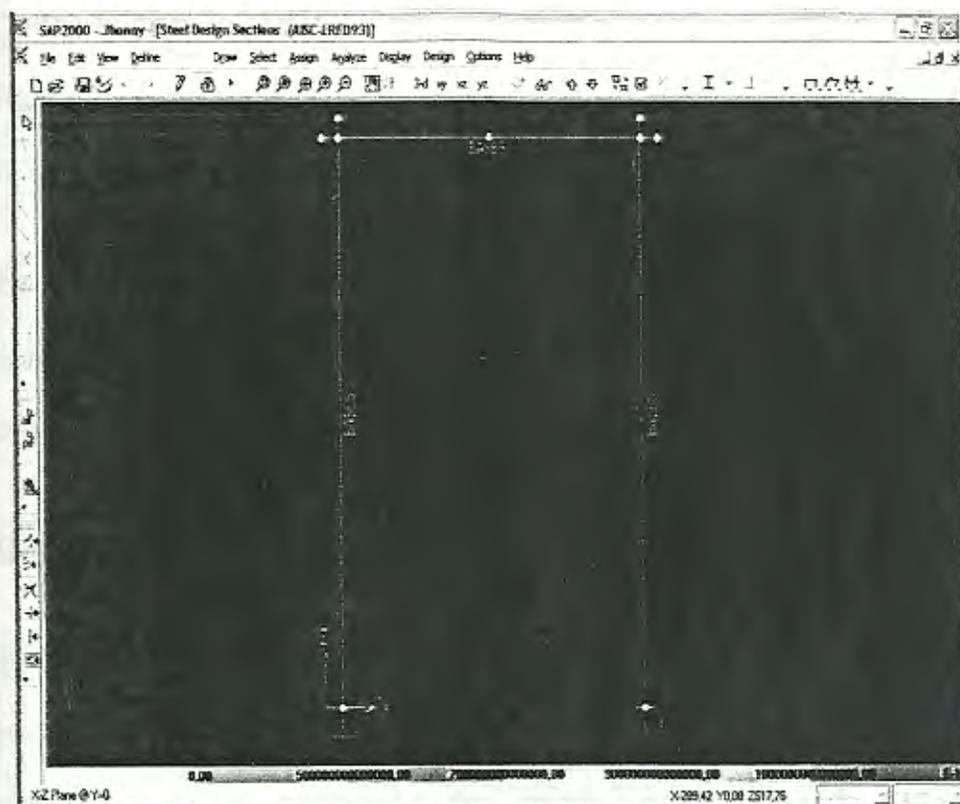


FIGURA 2.9 BASE DEL CABEZAL DE LA SIERRA

Como ya se tiene la forma de las bases para el cabezal, se las puede dimensionar para saber si resisten o no el peso de la estructura sobredimensionada por que también se debe considerar el peso de los volantes, de los ejes, y el peso de los refuerzos que debe usar la estructura.

A continuación en la figura 2.10 se muestra el análisis realizado y la aceptación favorable que tuvo hacia dicha selección.



**FIGURA 2.10 ANÁLISIS REALIZADO EN EL PROGRAMA SAP
2000**

De la figura 2.9 se puede observar en la parte baja de la ventana cinco colores, entre ellos, el rojo, el anaranjado, el amarillo, el verde y el turquesa; donde el rango va desde el mas crítico (color rojo) hasta donde la estructura se encuentra sobredimensionada (color turquesa), y como se puede apreciar al realizar el análisis se obtuvo un color turquesa, es decir, las bases seleccionas para la sierra fueron correctamente dimensionadas, sus dimensiones son las siguientes:

De las bases

Alto: 60 cm.

Ancho: 40 cm.

El material con el que serán construidas las bases será Tubo cuadrado en Acero ASTM A-36 de 50x50 mm con un espesor de 3mm.

Banda transportadora.

En el transporte de materiales, materias primas, minerales y diversos productos se han creado diversas formas; pero una de las más eficientes es el transporte por medio de bandas y rodillos transportadores, ya que estos elementos son de una gran sencillez de funcionamiento, que una vez instaladas en condiciones suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento.

Las bandas y rodillos transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

Las diferentes partes de las cuales esta formada una banda transportadora son las siguientes:

1. Cabezal motriz
2. Cabezal de retorno
3. Rodillos superiores
4. Rodillos inferiores
5. Cinta transportadora
6. Bastidor de soporte
7. Zona de transferencia de material

A continuación en la FIGURA 2.11 se muestra las diferentes partes enumeradas de la forma como se han descrito arriba.

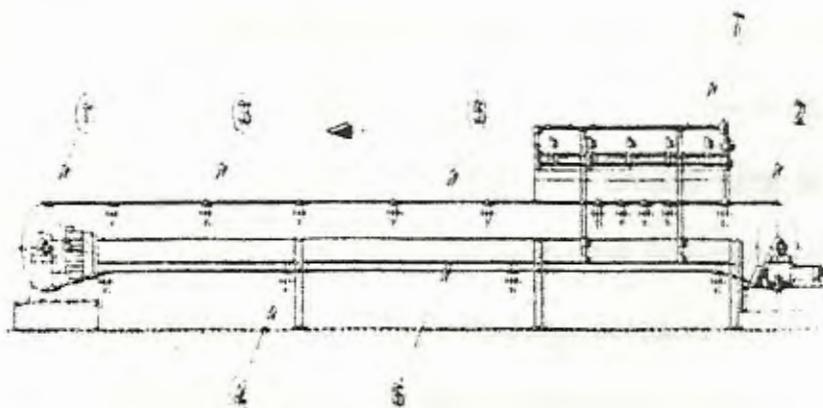


FIGURA 2.11. PARTES DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Dada una breve introducción sobre bandas transportadoras, se comenzara a realizar los respectivos cálculos y selecciones.

Primeramente se debe escoger la longitud que se desea tenga la banda, dependiendo del largo de lo que se va a transportar y del recorrido que va a realizar, para este caso se usara una longitud de **2,5m** medida desde el comienzo del cabezal motriz hasta el final del cabezal de retorno; teniendo en cuenta de que no presenta ninguna inclinación a lo largo de su recorrido.

Por lo tanto: **$L=2,5$ m.**

Luego se debe seleccionar el ancho de la banda transportadora, para lo cual se usara la Tabla del APENDICE F (Anchos de bandas mínimos recomendados) se tiene que para un tamaño de 250 mm (el máximo diámetro de los troncos a usarse), el ancho de banda recomendado es de 1050 mm. Pero se debe de tener en cuenta que básicamente la tabla del APENDICE esta creada para terrones, lo cual se dispersa por toda la banda, pero para este caso el tronco no va a dispersarse, por lo que se debería seleccionar un ancho de banda de menor medida de acuerdo al diámetro máximo del tronco.

Se selecciona un ancho de banda de **400mm**.

En esta parte lo que se hará ya no será de escoger o seleccionar, sino de calcular los parámetros restantes para de esta forma poder determinar la potencia necesaria para la banda transportadora. En las siguientes páginas se escribirán ecuaciones y luego presentaran los datos calculados.

$$Q_v = 3600Av \quad 2.2$$

Donde:

Q_v = Capacidad volumétrica de carga ($\frac{m^3}{h}$)

A = Área de la sección transversal del material a ser transportado (m^2).

v = Velocidad de la banda (m/s).

Realizando una media del diámetro de los troncos comúnmente utilizados, se tiene un área de $0,05 m^2$; mientras que la velocidad de la banda esta representada por la velocidad de avance de la sierra, es decir, de $41.2m/min.$, ó $0.68m/s$

Entonces se tiene:

TABLA 7

CALCULO DE LA CAPACIDAD VOLUMETRICA DE CARGA.

A	0,05
v	0,68
Qv	122,4

También es importante conocer la capacidad de transporte, para lo cual solo se debe multiplicar la capacidad volumétrica de carga con el peso específico del material, como se describe en la siguiente ecuación.

$$Q_t = \gamma Q_v \quad 2.3$$

Donde:

Q_t = Capacidad de la banda en toneladas por hora

γ = Peso específico del material (Ton/m^3)

Q_v = Capacidad volumétrica de carga ($\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$)

El peso específico del material se lo tiene de la Tabla del APENDICE G, utilizando como peso específico el del roble ($10 \text{ qq}/\text{m}^3$).

Se tiene:

TABLA 8
CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LA BANDA

Qv	122,4
γ	0,45
Qt	55,64

Conocidos estos parámetros, solo restaría por calcular las fuerzas que actúan en la banda y que están relacionadas directamente con la potencia de la misma, dichas fuerzas son las siguientes:

- a) Fuerza necesaria para mover la banda vacía y los componentes que giran por ella (F_1).
- b) Fuerza necesaria para desplazar la carga horizontalmente (F_2).
- c) Fuerza necesaria para elevar o bajar la carga (F_3).

Antes de empezar a calcular las fuerzas que actúan en la banda es necesario también conocer los factores de fricción que afectan en el movimiento, el primero en consideración es el coeficiente de fricción (f) de las partes giratorias, el cual fácilmente se lo puede seleccionar con la ayuda de la Tabla del APENDICE H, de donde se tiene un valor estándar para bandas de 0,020.

Por otro lado, muchos de los componentes de la fuerza de fricción en la banda, como la fricción en los cojinetes de los tambores, fricción de los roscadores, inercia de los tambores, etc., se agrupan en lo que se denomina resistencia secundaria, por lo que se debe de emplear un coeficiente C variable con la longitud de la cinta. La ecuación que relaciona el coeficiente C con la longitud de la cinta es la siguiente:

$$C = 15,9L^{-0,61} + 0,77 \quad 2.4$$

Donde:

$$L = \sum L_h + \sum L_p \quad 2.5$$

L = Proyección horizontal de la longitud total de la banda (m)

L_h = Longitud de todos los tramos horizontales (m)

L_p = Longitud de la proyección horizontal de todos los tramos inclinados (m)

Reemplazando en la expresión 2.4, se tiene que para una longitud de 2,5 m; $C = 9,86$.

Calculados estos parámetros, también es necesario calcular el peso de las partes móviles del sistema completo de transportador de

banda, el cual comprende el peso de la cinta y el peso de los rodillos transportadores y de retorno. Se expresa en kilogramos por metro de longitud entre centros de tambores de la banda.

Este valor se calcula de la siguiente manera:

$$G = 2G_b + \frac{G_{ro}}{S_1} + \frac{G_{ru}}{S_2} \quad 2.6$$

Donde:

G = Peso de las partes móviles (Kg. /m)

G_b = Peso de la banda (Kg. /m)

G_{ro} = Peso de los rodillos superiores (Kg.)

G_{ru} = Peso de rodillos inferiores (Kg.)

S_1 = Espaciamiento entre rodillos superiores (m)

S_2 = Espaciamiento entre rodillos inferiores (m)

Para la ecuación descrita arriba, existen valores que proporcionan los fabricantes de bandas en función del ancho y del peso específico del material a ser transportado, pero sin embargo se recomienda calcular exactamente estos valores; por lo que la Tabla del APENDICE I, proporciona los valores de los espaciamientos

recomendados tanto para rodillos superiores, como para rodillos inferiores.

De la Tabla del APENDICE I, se tiene que para un ancho de **450 mm** y un peso específico de **500 $\frac{kg}{m^3}$** ; el espaciamiento de los rodillos superiores es de **1.7m** y los inferiores de **3m**, pero sin embargo en esta tabla recomendada por el fabricante de bandas solamente esta especificada en función del ancho y del peso específico del material a transportar, mas no del largo de la banda, el cual brinda al diseñador el criterio de elegir un espaciamiento adecuado tanto para los rodillos superiores como inferiores. Por lo que a criterio, para una banda de 2.5m de largo se usara cuatro rodillos superiores con una separación entre ellos de **0.53m** y tres rodillos inferiores con una separación de **0.80m**, para no tener problemas de hundimiento de la banda.

Para el empleo de la ecuación 2.6 aun restaría por conocer los pesos de los rodillos y también el peso de la banda. El peso aproximado de los rodillos se lo puede fácilmente obtener de la Tabla del APENDICE J.

En la tabla del APENDICE J se tiene que para un ancho de banda de 400mm y un peso específico no mayor a **1.5Ton/m³**, el peso

promedio de los rodillos superiores es de **3 Kg.** y el mismo valor también para los rodillos inferiores.

De la misma forma como ya se mencionó, para obtener un valor aproximado del peso de la cinta se usara la Tabla del APENDICE K, donde se tiene el peso de la cinta en función también del ancho de la misma y de su peso específico, por lo que se tiene un peso de **3kg/m** aproximadamente.

TABLA 9

CALCULO DEL PESO DE LAS PARTES MOVILES

Peso de la banda	3
Peso de los rodillos superiores	3
Peso de los rodillos inferiores	3
Espaciamiento entre rodillos superiores	0,53
Espaciamiento entre rodillos inferiores	0,8
Peso de las Partes Móviles	15,41

Fuerza para mover la banda en vacío y sus componentes

La fuerza necesaria para mover la cinta y los componentes móviles que giran por ella, sin material o carga, puede ser calculada de la siguiente manera:

$$F_1 = [c f L c] g \quad 2.7$$

Donde:

F_1 = Fuerza para mover la banda en vacío (N)

c = Factor de fricción por longitud de banda

f = Factor de fricción de las partes móviles

L = Longitud total de la banda (proyección horizontal) (m)

G = Peso de las partes móviles (Kg. /m)

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

TABLA 10
CALCULO DE F_1

L	2,5
C	9,86
F	0,02
G	15,41
G	9,8
F_1	74.4

Luego de calcular la primera fuerza, el siguiente paso es calcular la fuerza numero dos:

Fuerza para desplazar el material horizontalmente

Esta es la fuerza necesaria para mover la inercia del material y desplazarlo en dirección horizontal desde el punto de alimentación hasta el de descarga, se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$F_2 = \left[\frac{C \cdot f \cdot L \cdot Q_t}{36,7} \right] g \quad 2.8$$

TABLA 11
CALCULO DE F_2

C	9,86
f	0,02
L	2,5
Qt	55,64
v	0,68
g	9,8
F_2	109,8

Por ultimo restaría calcular la fuerza numero tres.

Fuerza para elevar o bajar el material

Para el calculo de la fuerza tres se necesita de que la banda tenga subidas o bajadas, pero sin embargo esta banda es totalmente recta por lo que se tiene que el valor de F_3 es igual a cero.



A continuación se presenta una tabla con los resultados obtenidos de las fuerzas:

TABLA 12
RESULTADOS DE LAS FUERZAS

Fuerzas	Resultado
F_1	74.4 N
F_2	109.8 N
F_3	0 N

Con las fuerzas calculadas, se puede realizar el cálculo de la potencia en la banda, por lo que se tiene lo siguiente:

Potencia Teórica.

La potencia teórica es la suma de la potencia para desplazar el material, mas las potencias adicionales debido a las guías de carga y a los carros transportadores, por lo tanto tenemos:

$$P = \frac{[F_1 + F_2 + F_3]v}{1000} + P_s + P_a \quad 2.9$$

Donde:

P = Potencia teórica (kw)

F_1 = Fuerza para mover la banda en vacío (N)

F_2 = Fuerza para mover la carga horizontalmente (N)

F_3 = Fuerza para elevar o bajar la carga (N)

v = Velocidad de la banda (m/s)

P_s = Potencia adicional por guías de carga (kw)

P_a = Potencia adicional por trippers (kw)

TABLA 13

CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BANDA.

Fuerza para mover la Banda en vacío (F1)	N	74,47
Fuerza para mover la carga horizontalmente (F2)	N	109,80
Fuerza para elevar o bajar la carga (F3)	N	0
Velocidad de la banda (v)	m/s	0,68
Potencia adicional por guías de carga (Ps)	Kw.	0
Potencia adicional por trippers (Pa)	kw	0
Potencia (P)	kw	0,13
	HP	0,17

Potencia del motor

Para lograr la velocidad deseada en la banda, se necesita del uso de alguna transmisión, sea esta por poleas, engranes, cajas reductoras, entre otros, por lo que existen pérdidas mecánicas en estos elementos, las cuales debe ser consideradas al momento de realizar

en calculo de la potencia del motor: estas perdidas comprenden: perdidas por el tipo de transmisión, eficiencia del motor y eficiencia del tipo de acople si lo hubiere.

La eficiencia del motor se puede estimar en un rango entre **85%** y **95%**, las perdidas mecánicas debidas a la transmisión se pueden obtener de la Tabla del APENDICE D.

Por lo tanto la eficiencia del motor se calcula con la ayuda de la expresión 1.5.

Reemplazando con una eficiencia del motor de **90%** y una eficiencia mecánica de la transmisión de **94%**, se tiene una Potencia del motor de **0.15 kw**, lo que equivale a **0.2 HP**.

Se seleccionara un motor de **1 HP** para que la banda trabaje sin ningún tipo de problemas al momento de arrancar.

Rodillos Superiores y de retorno.

Los rodillos superiores son los encargados de formar la cama de recorrido del material sobre la banda, mientras que los inferiores son los encargados de soportar la cinta transportadora en su trayectoria de regreso sin material.

Para hacer una selección apropiada se debe consultar los catálogos de los fabricantes de rodillos; sin embargo, en general, se puede decir que los rodillos con diámetros de 4 y 5 pulgadas son apropiados para velocidades de bandas entre 1.5m/s y 3m/s; pero sin embargo como nuestra banda trabajara a velocidades menores, se debe escoger un diámetro de rodillo menor, por lo que escogeré un diámetro de 2.5 pulgadas, tanto para los superiores como para los inferiores.

Selección de los tambores

En la selección de los tambores tanto motriz como de retorno, se tiene una amplia variedad de ecuaciones a ser utilizadas, pero lo que se realizara solamente será calcular el ancho de la cara del tambor y de acuerdo al diámetro dado los rodillos se dimensionara el diámetro de los tambores, entonces se tiene lo siguiente:

$$F = B + 0,05 \quad B < 1 \quad \mathbf{2.10}$$

$$F = B + 0,075 \quad B > 1 \quad \mathbf{2.11}$$

Donde:

F= ancho de la cara del tambor (m)

$B =$ ancho de banda (m)

Como se tiene un ancho de banda menor a 1m se aplica la expresión 2.10; por lo que el ancho de la cara del tambor es igual a 0.45 m; con este dato y conociendo el diámetro de los rodillos (2.5 pulgadas), se elige dimensionar el tambor 2.5 veces mas el diámetro de los rodillos, es decir, 6 pulgadas, mientras que el diámetro del eje se lo usara de 1,5 pulgadas, ya que el rodillos no es muy grande y no estará sometido a mucha carga.

Con esto se finaliza la parte de cálculos, para seguir con la siguiente parte de construcción del equipo.

2.3. Construcción del equipo definitivo y evaluación.

La construcción de una maquina requiere de la adquisición de materiales y equipos, así como también mano de obra; todos los materiales fueron adquiridos fácilmente en ferreterías y almacenes industriales del país, mientras que en lo que respecta a la mano de obra, se necesito de un ayudante.

Para ilustración de los trabajos realizados, puede observarse a continuación unas fotos del proceso de construcción:

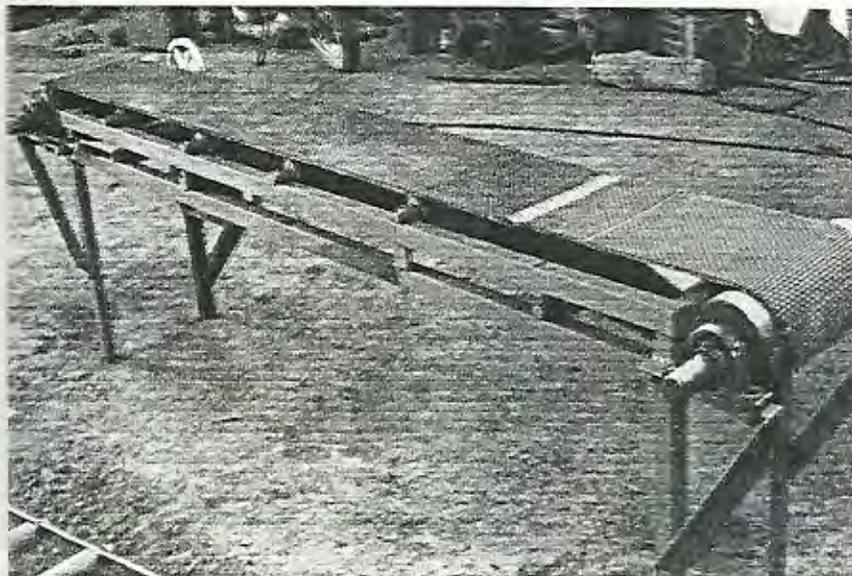


FIGURA 2.12 BANDA TRANSPORTADORA.

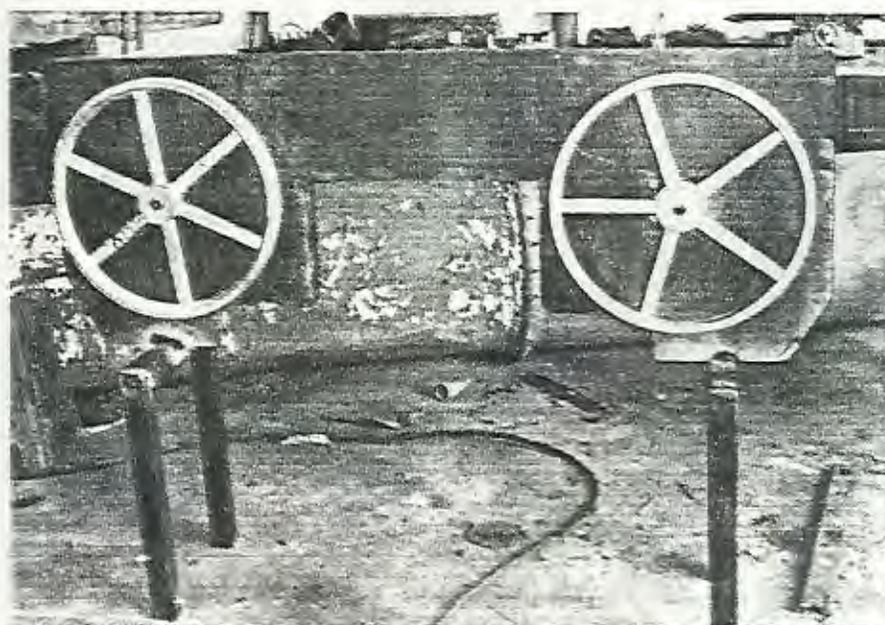


FIGURA 2. 13 CABEZAL DE LA SIERRA DE CINTA.

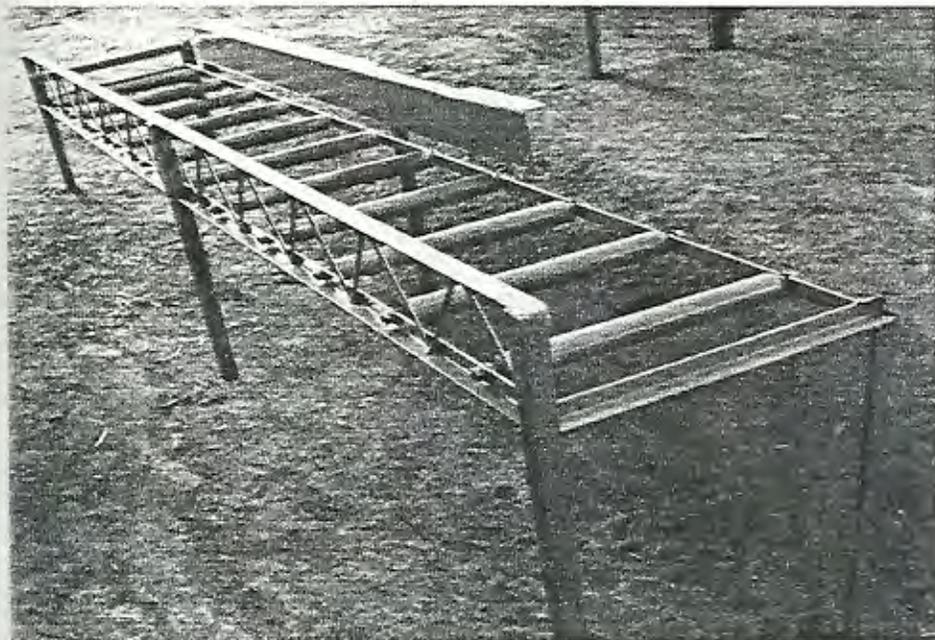


FIGURA 2.14 TRANSPORTADOR MANUAL.

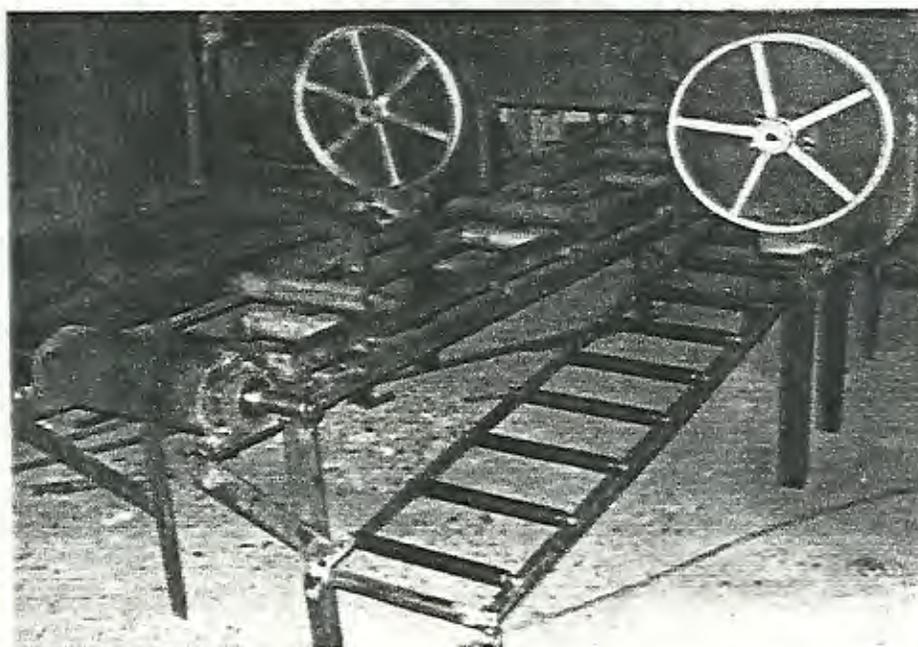


FIGURA 2.15 PARTES ENSAMBLADAS DE LA SIERRA DE CINTA

Ensambladas las partes de la sierra, falta solo realizar la evaluación de la maquina.

Primeramente se giro manualmente, tanto la cinta como la banda, para de esa forma comprobar si su desempeño era el deseado. Se pudo observar que en uno de los volantes, ocurría una pequeña desviación al momento de tensar la cinta; problema que se soluciono fácilmente con la ayuda de un mecanismo que ayude a empujar ha dicho volante hacia delante

Luego se puso en marcha la maquina y se pudo observar su funcionamiento; en lo que respecta a la banda transportadora sin peso, se observo un buena ejecución, así mismo el cabezal de la sierra; pero, al momento de evaluar la maquina con peso, se tuvo otro problema mas, cuando el tronco ingreso al área de corte, ya que no tenia estabilidad y se movía de un lado a otro.

Esta es la razón por lo que se pensó en la construcción de un rodillo, el cual le ejerza una presión a la madera hacia la banda, evitando de esta forma su movimiento

Con estos nuevos mecanismos implementados en la maquina, se puso nuevamente en marcha, esta vez con un resultado esperado.

La sierra de cinta terminada, se la puede apreciar en la siguiente figura:

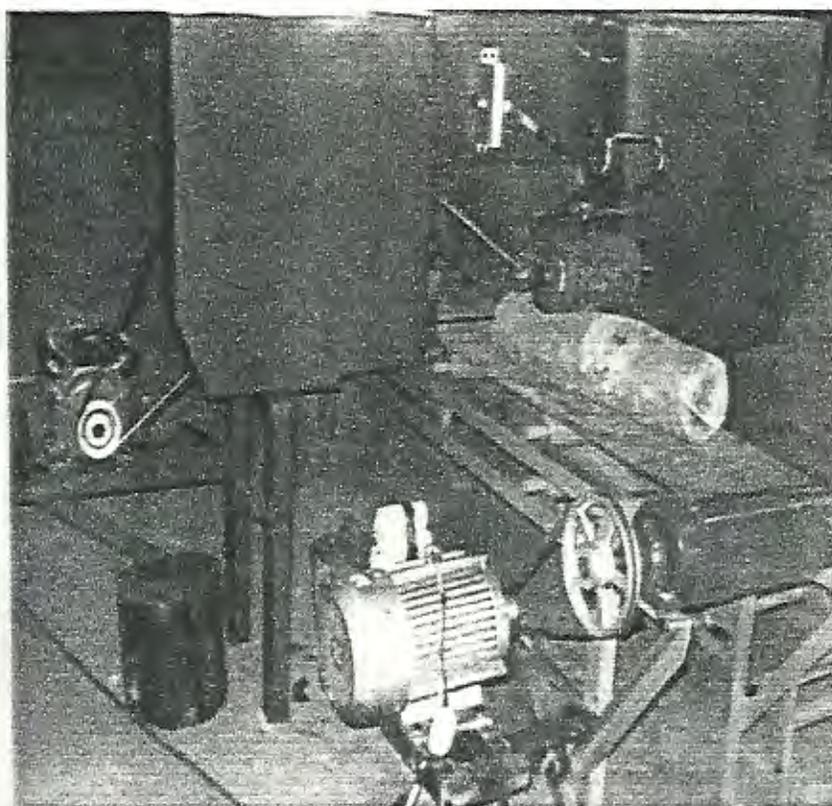


FIGURA 2.16 SIERRA DE CINTA.

2.4. Cálculo de la productividad con el nuevo equipo.

Para el cálculo de la productividad con el nuevo equipo, se utilizaran las mismas ecuaciones empleadas en el cálculo de la productividad inicial.

	Cód.	Días
	A	1
Tiempo Total (min.)	A	480
Tiempo de Paros Planeados (min.)	B	90
Tiempo disponible (min.)	$C=A-B$	390
Tiempo de Paros no Planeados (min.)	D	15
Tiempo de operación (min.)	$E=C-D$	375
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,96
Producción Total (unidades)	$G=Buena+K$	40
Velocidad Teórica (unidades/min.)	H	0,12
Producción Teórica (unidades)	$I=E*H$	45
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,88
Producción Rechazada (unidades)	K	6
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,85
ETE (Porcentaje)	$ETE=F*J*L*100$	72%
Paros no planeados (min.)		
Ajuste		5
Falta de Personal		10
Falta de Materia Prima		
Averías Mecánicas		
Fallas Eléctricas		

La productividad es del 72%.

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

En esta parte del proyecto se realizara una evaluación de productividades, para dar a conocer cual de las dos maquinas es más productiva, cual es más eficiente, es decir, cual realiza los cortes en un menor tiempo y por supuesto, cual incrementa los beneficios del taller.

También se calculará el costo total del proyecto y el tiempo en que se recuperara esta inversión, al final se mencionaran cuales son las ventajas tecnológicas que ofrece la sierra de cinta construida, con respecto de la sierra de disco que se tiene en al taller

3.1 Evaluación de la productividad antes y después.

Realizando una comparación tanto de la productividad antes, es decir con el uso de la sierra de disco, y después, con la sierra de cinta, se tiene que la inicial es del **65%**, mientras que con el nuevo

equipo se obtiene una eficiencia del **72%**, logrando un incremento del **7%**

De la misma forma realizando una evaluación de los tiempos de producción, se tiene que en la sierra de disco el tiempo aproximado por tabla es de **9 minutos**, mientras que el tiempo con la sierra de cinta es de **7,7 minutos** por tabla aproximadamente, lo que también ayudo al incremento de la productividad.

El incremento que se obtiene se debe en primer lugar a la disminución de tiempos de corte y en segundo lugar a que el espesor de corte de la sierra de cinta es menor a la sierra de disco. Cabe recalcar que la sierra de cinta solo necesita de un operador, mientras que en la de disco existen ocasiones que se requieren cortar troncos más largos y se necesita de un ayudante, el cual aumentaría los costos.

3.2 Costo del proyecto.

En lo que respecta al costo del proyecto, se lo dividirá en varios rubros, como los costos directos, costos indirectos, costo de piezas y componentes (APÉNDICE N) y costo de manufactura, los cuales al final se sumaran y arrojaran el valor total del costos del proyecto; además se calculara el costo de explotación de la maquina, es decir, lo que la maquina consume anualmente. Primeramente se

comenzara por obtener el valor del costo total de piezas, para esto se suman todos los precios de las piezas y componentes usados, los cuales como ya se menciona se detallan en el apéndice N. El costo total de las piezas y componentes usados es de: \$ 1285,79.

A continuación en la tabla 14, se detallan los costos directos del proyecto.

TABLA 14
LISTA DE COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS

DESCRIPCIÓN	PESO (Kg.)	PRECIO (\$/Kg.)	SUBTOTAL (\$)
BANDA TRANSPORTADORA			
ANGULO DE 40X4 mm	41,58	0,93	38,7
EJE DE TRANSMISIÓN ϕ 1"	3,19	1,53	4,88
EJE DE TRANSMISIÓN ϕ 1-1/2"	12,53	1,53	19,00
TUBO REDONDO ϕ 2-3/8"	9,2	0,90	8,28
TUBO REDONDO ϕ 4"	4	1,19	4,76
PLANCHA ACERO ASTM A-36 D=(600X150X4)mm	2,82	3,3	9,3
SOLDADURA AWS E6011	3	2,5	7,5
TRANSPORTADOR MANUAL			
ANGULO DE 25X4 mm	17,4	0,88	15,3
VARILLA CORRUGADA DE ϕ 5,5 mm	2,04	0,7	1,4
TUBO REDONDO NEGRO ϕ 1-1/4" Xe1,5mm	3,9	1,67	6,5
SOLDADURA AWS E6011	1	2,5	2,5
CABEZAL DE LA SIERRA CINTA			
TUBO CUADRADO DE 50X50Xe1,5mm	7,33	1,08	7,93
PLANCHA ACERO ASTM A-36 D=(1665X665X5)mm	43,5	3,3	143,6
PLATINA DE 150X20mm	69,94	1,24	86,85
EJE DE TRANSMISIÓN ϕ 1"	2,47	1,53	3,77
TUBO REDONDO ϕ 4"	1,25	1,19	1,48
TUBO REDONDO NEGRO ϕ 1-1/4" Xe1,5mm	0,35	1,67	0,6
SOLDADURA AWS E6011	3	2,5	7,5
TOTAL			369,85



El costo total de materiales directos es de: \$369,85

En la siguiente tabla se especifican la lista de los gastos indirectos.

TABLA 15

LISTA DE COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS

MATERIALES	COSTO (\$)
Oxígeno 6m ³ x2200 psi	9,54
Acetileno 20KgxCilindro	2,81
Disco de Esmerilar	3,37
Disco de lijar	6,1
Disco de Corte	9,1
Brocas	17,2
Cuchillas para Torno	35,6
Total	83,72

El costo total de materiales indirectos es de: \$83,72

Los costos por manufactura se los puede apreciar en la tabla 16 .

TABLA 16
Horas/Hombre UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE
LA MAQUINA

ACTIVIDAD	HORAS/HOMBRE
Construcción de la Banda Transportadora	80
Construcción del transportador manual	16
Construcción del cabezal de la sierra	120
TOTAL HORAS/HOMBRE	216

Los datos de las horas hombre, en si fue el tiempo en que se demoro en construir la maquina, y como se necesito de un ayudante, aplicando un costo de \$1,88 la hora/hombre, se tiene que el costo por manufactura es de: **\$ 406,08**

El costo total de materiales se resume en la tabla 17.

TABLA 17
COSTO TOTAL DE MATERIALES

COSTOS TOTALES	
Costos de Piezas	1285,79
I.V.A. (12%)	104,71
Costos de Materiales Directos	369,85
Costos de Materiales Indirectos	83,72
Costo de Manufactura	406.08
COSTO TOTAL	2250,15

El costo total del proyecto es de **\$ 2250,15**

Como se dijo al principio de este capítulo, también se calculará el costo de explotación, para lo cual se utilizará la siguiente expresión:

$$CE = C_p + G_g \quad 3.1$$

Donde:

CE= Costo de explotación

C_p= Costo de producción

G_g= Gastos generales

Para su cálculo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Energía eléctrica: $23,73 \text{ kwh} \times \frac{\$0.0811}{\text{kwh}} \times 8 \text{ h} \times \frac{96 \text{ días}}{\text{años}} = \$1478 / \text{año}$
- Mantenimiento de la maquina:200\$/año
- Consumibles(cinta de sierra, bandas, aceite, otros):700\$/año

El Costo de Explotación CE de la maquina por año será de **2378\$/año.**

3.3 Recuperación del capital.

Para estudiar la rentabilidad económica de la Sierra de cinta, se comparará el costo de realizar la actividad con la sierra de disco, con el costo de hacerlo con la Sierra de cinta

La ganancia con la Sierra de Disco es de:

- Traslado del tronco: **20 \$/día.**

- Costo unitario del tronco: **\$4**

- Costo total de troncos utilizados: **\$4x9=36**

- Ganancia del día = $\frac{28\text{unidades}}{\text{dia}} \times \frac{\$4}{\text{unidad}} = \$112 / \text{dia}$

- Costo medio de las horas invertidas por personal en preparación:
15 \$/día.

TOTAL: 41\$/jornada.

La ganancia con la Sierra de Cinta es de:

- Traslado del tronco: **20 \$/día.**

-Costo total de troncos utilizados: **44**

- Trabajo al día: $\frac{34\text{unidades}}{\text{dia}} \times \frac{\$4}{\text{unidad}} = \$136 / \text{dia}$

- Costo medio de las horas invertidas por personal en preparación:
15 \$/día.

TOTAL: 57 \$/jornada.

Conocido lo rentable que es el día de trabajo con la sierra de cinta, se hará una estimación sobre la ganancia que se obtendrá en el periodo de un año, conociendo que trabajan dos días a la semana durante un periodo de 8 horas por día; esto representara el CEV.

$$CEV = \frac{\$57}{\text{día}} \times \frac{2\text{días}}{\text{semana}} \times \frac{4\text{semanas}}{1\text{mes}} \times \frac{12\text{meses}}{1\text{año}} = \$5472 / \text{año}$$

Entonces el ahorro que se obtiene por trabajar con la sierra de cinta es de:

$$\text{Ahorro} = CEV - CE = \$ 5472 - \$ 2378 = \$ 3094$$

Tasa Interna de Retorno (Pay Back)

El cálculo del Payback indicará el tiempo que tardará el cliente en recuperar su inversión.

$$PAYBACK = \frac{\text{Inversion}}{\text{Beneficio - medio}} = \frac{\$2250,15}{\$3094} = 0,72\text{años}$$

Por lo que el capital se recuperara en el periodo de **8,7 meses**; lo cual resultara bastante factible.

3.4 Ventajas tecnológicas de la innovación.

Se entiende por innovación, la realización de un cambio total; por ejemplo, *realizar el corte de las tablas con la ayuda de un láser. Pero en este caso se usa el significado de innovación como la modificación que se le realiza a algún producto.*

Entonces de la nueva técnica de corte tienen varias ventajas en cuanto a tecnología implementada con respecto a la anterior, las cuales se las puede mencionar a continuación:

- La Sierra de cinta es más fácil de operar, ya que una vez encendida solo se coloca el tronco en la banda transportadora. Lo que se hace en la sierra de disco es pasar el tronco a lo largo del disco, corriendo el riesgo de sufrir algún accidente.
- Se emplea un transportador de rodillos que evita el estar esperando el tronco a la salida de la banda. Con la sierra de disco, el operador debe caminar junto al tronco hasta que se corte en su totalidad, para luego regresar al frente del disco y continuar con el corte.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este capítulo se citaran varias conclusiones sobre el proyecto, así mismo se mencionaran algunas recomendaciones a seguir.

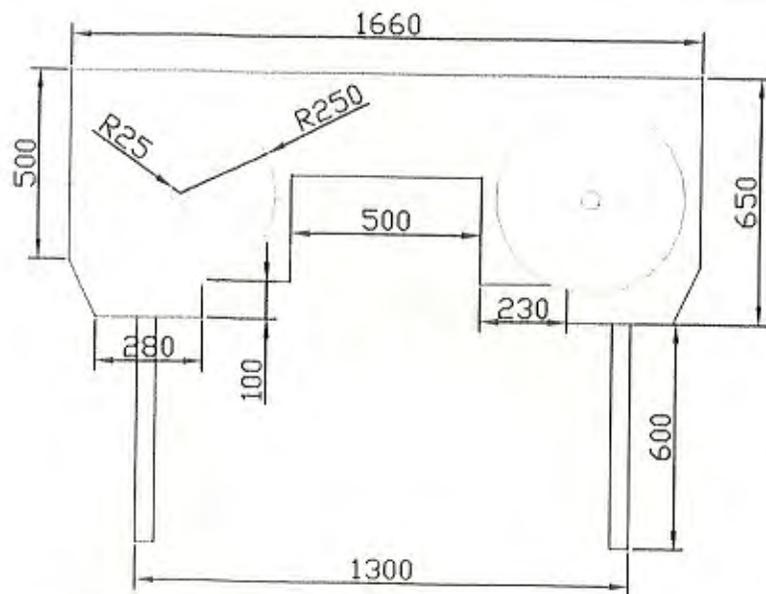
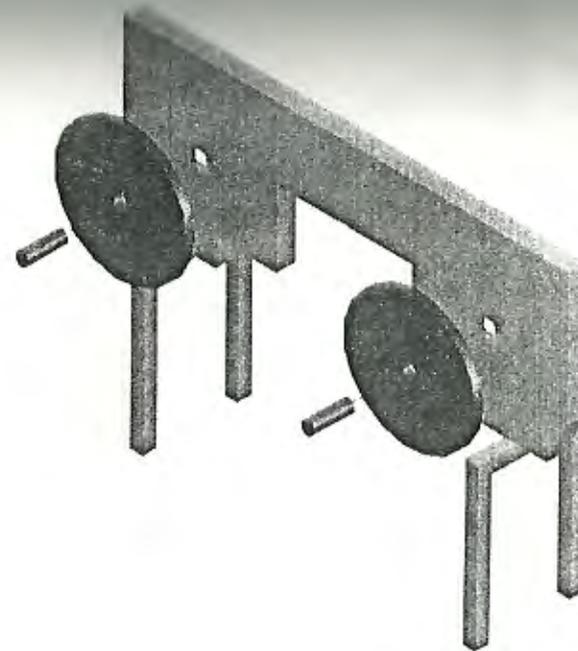
Conclusiones.

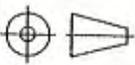
1. Se cumplió con el objetivo principal, es decir, mejorar la productividad, la cual fue incrementada de 65% a 72%, un 7%. También se disminuyeron tiempos de corte.
2. Los resultados con la Sierra de Cinta, fueron favorables, pero sin embargo esto solo es un plan piloto. El modelo definitivo debería ser más grande, para cortar troncos de cualquier tamaño; por lo que el costo del proyecto total aumentara un poco.

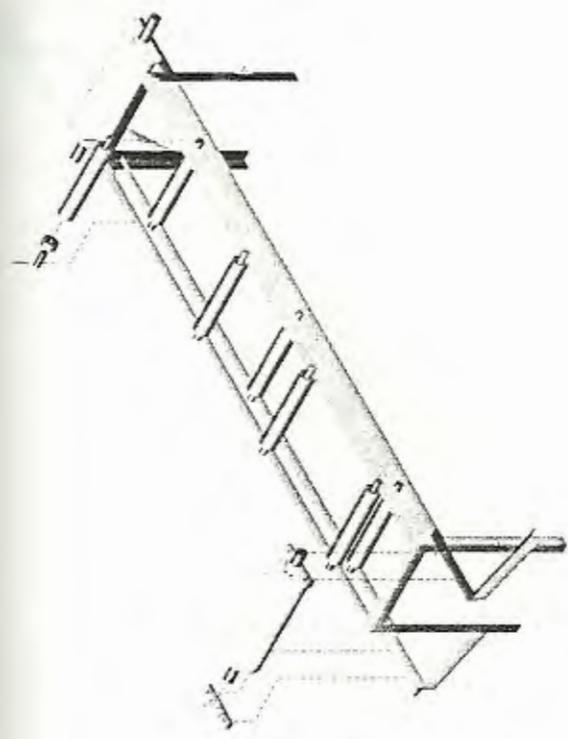
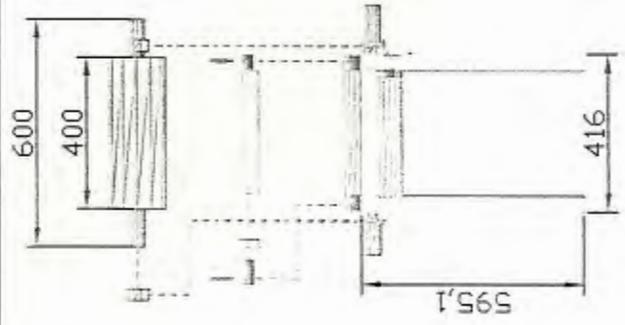
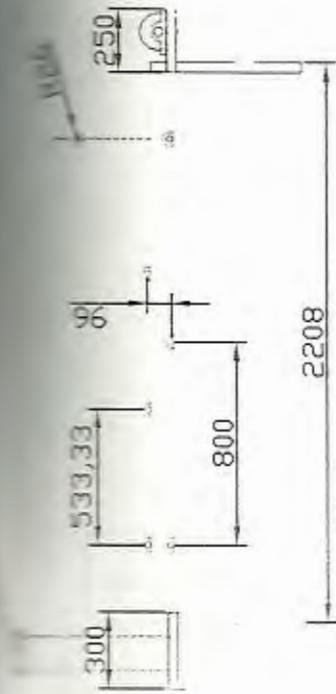
3. La maquina implementada es fácil de utilizar, por lo que no resultara ningún cambio significativo para el operador; le resultara mas fácil de operar.
4. El costo del proyecto es de **2250,15** cantidad que se la recuperara en un tiempo de **8,7 meses**, lo cual resulta algo muy rentable, debido a que es un corto tiempo.

Recomendaciones.

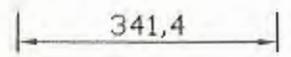
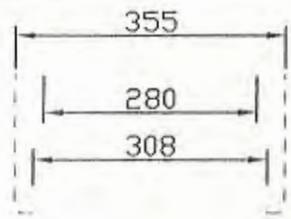
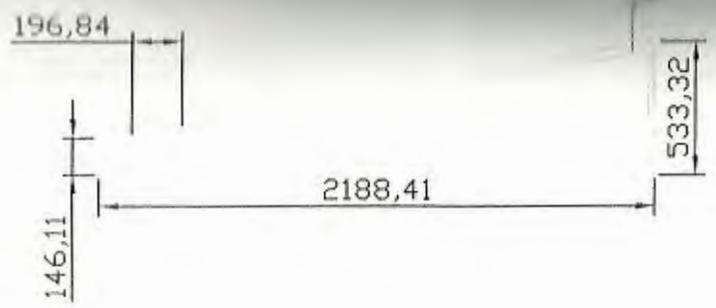
1. Para obtener un óptimo funcionamiento del taller, se recomienda capacitar al personal en la operación no solo de este equipo, sino de todos los que se adquieran a futuro.
2. Se recomienda que este proyecto sea desarrollado en su totalidad para su posterior implementación en otras empresas.

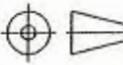


FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
PROYECTO: SIERRA CINTA HORIZONTAL		Dibujó 19/12/07	J. Villacres
		Revisó 19/12/07	Ing. Wiesner
 ESCALA: 1:20		PLANO No: 1	
Cabezal			



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
PROYECTO: SIERRA CINTA HORIZONTAL		Dibujó	J.Vilares
ESCALA:  1:20		Revisó	Ing. Wiesner
Banda Transportadora		PLANO No: 2	



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujó	19/12/07 J. Vilacres
PROYECTO: SIERRA CINTA HORIZONTAL		Revisó	19/12/07 Ing. Wesner
		PLANO No:	3
	ESCALA:	Transportador manual	
	1:20		

APÉNDICES

APÉNDICES

CONTENIDO



BIBLIOTECA "GONZALO TORRES"
E. I. M. C. P.

APÉNDICE A: VELOCIDADES DE CORTE PARA SIERRA
CIRCULAR.

VELOCIDADES DE CORTE PARA SIERRA CIRCULAR

Material a trabajar	Velocidad de corte (m/seg.)
Madera blanda	70-100
Madera media	70-90
Madera dura	70-90
Aglomerado sin chapar	60-80
DM (MDF) y contrachapados	40-70
Tableros y recubiertos	50-70
Madera comprimida	30-50
Plásticos	25-45
Aluminio	25-45

**APENDICE B: GROSOR DE VIRUTA PARA SIERRAS
CIRCULARES.**

**GROSOR DE VIRUTA PARA SIERRAS
CIRCULARES**

Grosor de viruta	
Sierras Circulares	
Madera longitudinal	0,1 a 0,5 mm
Madera transversal	0,1 a 0,3 mm
Aglomerado	0,05 a 0,2 mm
DM (MDF)	0,05 a 0,1 mm
Tablero + melamina	0,03 a 0,05 mm

APENDICE C: CANTIDAD ADMISIBLE DE VIRUTA.



BIBLIOTECA: GONZALO ZEPALLOS G.
F. I. M. C. P.

CANTIDAD ADMISIBLE DE VIRUTA EN cm^3/Kwmin

Acero sin alear	12
Acero aleado recocido	10
Acero aleado (bonificado)	8
Fundición Gris (semidura)	22
Latón y latón rojo	30
Metales ligeros	60
Madera semidura	80
Madera dura	100

APENDICE D: EFICIENCIAS MECÁNICAS DE EQUIPOS

REDUCTORES DE VELOCIDAD

EFICIENCIAS MECÁNICAS DE EQUIPOS REDUCTORES DE VELOCIDAD

Tipos de reducción	Eficiencia (%)
Poleas y bandas en V	94
Catalina y cadena de rodillos	93
Catalina y cadena de rodillos, lubricados en aceite	95
Reductor de engranes helicoidales, una reducción	95
Reductor de engranes helicoidales, doble reducción	94
Reductor de engranes helicoidales, triple reducción	93
Reductor de tornillo sin-fin (ratio 20:1)	90
Reductor de tornillo sin-fin (ratio 20:1 a 60:1)	70
Reductor de tornillo sin fin (ratio 60:1 a 100:1)	50
Reductor de engranes rectos (maquinados)	90
Reductor de engranes rectos (fundidos)	85

RPM

APENDICE E: RPM EN TÉRMINOS DEL DIÁMETRO EXTERNO
DE LOS VOLANTES

Diámetro
de los volantes
en in

50

60

70

80

90

100

110

120

130

140

150

160

170

**RPM EN TÉRMINOS DEL DIÁMETRO EXTERNO DE LOS
VOLANTES**

Diámetro de los volantes en mm	Gueso de la sierra en decimas de mm	Ancho máximo en mm	RPM de los volantes
500	6	25	825
600	6.5	30	740
700	7	35	655
800	8	40	590
900	9	50	545
1000	10	60	500
1100	11	70	470

APENDICE F: ANCHOS DE BANDAS MÍNIMOS
RECOMENDADOS

650
650
700
700
750
750

ANCHOS DE BANDAS MÍNIMOS RECOMENDADOS

Ancho de banda		tamaño de terrón máximo			
mm	pulg.	tamaños uniformes		mezclado con 90% finos	
		Mm	pulg.	mm	pulg.
350	14	50	2	100	4
400	16	50	2	125	5
450	18	75	3	150	6
500	20	100	4	150	6
600	24	125	5	175	7
650	26	125	5	200	8
750	30	150	6	250	10
800	32	175	7	300	12
900	36	175	7	300	12
1000	40	200	8	350	14
1050	42	250	10	400	16
1200	48	275	11	400	16
1350	54	350	14	450	18
1400	56	400	16	500	20
1500	60	400	16	500	20
1600	64	450	18	650	26
1650	66	450	18	650	26
1800	72	550	22	700	28
1950	78	600	24	700	28
2000	80	600	24	750	30
2200	88	600	24	750	30
2250	90	600	24	750	30
2400	96	600	24	750	30
2550	102	600	24	750	30
2700	108	600	24	750	30
2850	114	600	24	750	30
3000	120	600	24	750	30

PESO

Abeto

Abeto

Arce

Ojal

Cas

Hay

Fre

Ale

No

Ol

Al

Pl

A

E

A

F

S

**APENDICE G: PESO DE UN METRO CÚBICO DE
VARIAS MADERAS (EN QUINTALES)**

22
22
22
22

**PESO DE UN METRO CÚBICO DE VARIAS MADERAS
(EN QUINTALES)**

Especie	Fresca	Estacionada
Abeto blanco	9,55	4,72
Abeto rojo	8,6	4,55
Arce	9,15	6,75
Ojaranzo	11	8
Castaño	10	6,7
Haya	10	7,55
Fresno	9	7,5
Alerce	8,5	6,2
Nogal	9	7,1
Olmo	9,5	7
Aliso	8,5	5,5
Pino	9	6,2
Álamo	8,5	5
Encina	10,9	8,9
Acasia	9	7,6
Roble	10	8
Sauce	8	5

APENDICE H: COEFICIENTE DE FRICCION (f) DE LAS PARTES
GIRATORIAS

**COEFICIENTE DE FRICCIÓN (f) DE LAS PARTES
GIRATORIAS**

Condición	coeficiente f
Buenos transportadores con rodillo de marcha suave y pequeña fricción interna en el material	0.017
Valor standard para bandas transportadoras con ambiente normal de trabajo	0,02
Para condiciones de marcha desfavorables, operación polvosa, sobrecargas periódicas	0.023-0.030
Transportadores descendentes que requieren frenado por medio de motor	0.012

W

Ancho de banda (mm)

450
600
750
900
1050
1200
1350
1500
1650
1800
2100
2400

APENDICE I: VALORES RECOMENDADOS DE ESPACIAMIENTO DE RODILLOS SUPERIORES E INFERIORES

14
24
24
24

**VALORES RECOMENDADOS DE ESPACIAMIENTO DE
RODILLOS SUPERIORES E INFERIORES**

Ancho de banda (mm)	Espaciamiento rodillos superiores S1 (m)						Espaciamiento rodillos inferiores S2 (m)
	Peso específico del material (kg/m ³)						
	500	800	1200	1600	2400	3200	
450	1.7	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	3,0
600	1.5	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	3,0
750	1.5	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	3,0
900	1.5	1.4	1.2	1.2	1,0	1,0	3,0
1050	1.4	1.4	1.2	1,0	0.9	0.9	3,0
1200	1.4	1.4	1.2	1,0	0.9	0.9	3,0
1350	1.4	1.2	1,0	1,0	0.9	0.9	3,0
1500	1.2	1.2	1,0	0.9	0.9	0.9	3,0
1650	1.2	1,0	1,0	0.9	0.75	0.75	2.4
1800	1.2	1,0	1,0	0.9	0.75	0.75	2.4
2100	1,0	1,0	0.9	0.75	0.75	0.60	2.4
2400	1,0	1,0	0.9	0.75	0.75	0.60	2.4

VALOR

Radio
de
rodillo
(mm)

029
030
031
032
033
034
035
036
037
038
039
040
041
042
043
044

APENDICE J: VALORES PROMEDIOS DE PESOS DE LOS
RODILLOS SUPERIORES Y DE RETORNO

**VALORES PROMEDIOS DE PESOS DE LOS RODILLOS
SUPERIORES Y DE RETORNO**

Ancho de banda (mm)	servicio liviano peso especifico <1.5 ton/m ³		servicio pesado peso especifico >1.5 ton/m ³	
	Gro (kg)	Gru (kg)	Gro (kg)	Gru (kg)
300	2.5	2.5	3.5	3.5
400	3	3	4	4
500	3.5	3.5	5.5	5.5
650	5.5	5.5	10	10
800	11	11	14	14
1000	13	13	18	18
1200	15	15	20	20
1400	22	22	31	31
1600	25	25	35	35
1800	39	39	47	47
2000	43	43	52	52
2200	47	47	56	56

APENDICE K: VALORES APROXIMADOS DEL PESO DE LA
CINTA TRANSPORTADORA

100
200
300
400

**VALORES APROXIMADOS DEL PESO DE LA CINTA
TRANSPORTADORA**

Ancho de banda (mm)	servicio liviano peso especifico < 0.8 ton/m ³	servicio mediano peso especifico 0.8 a 1.6 ton/m ³	servicio pesado peso especifico > 1.6 ton/m ³
	Peso de la cinta transportadora Gb(kg/m)		
350	1.5	3.0	4.5
400	3.0	4.5	6.0
450	4.5	6.0	7.5
500	6.0	7.5	9.0
600	7.5	9.0	10.5
750	9.0	10.5	12.0
900	10.5	13.5	16.5
1050	13.5	16.5	21.0
1200	18.0	22.5	27.0
1350	21.0	27.5	33.0
1500	25.5	31.5	40.5
1650	30.0	36.0	48.0
1800	33.0	42.0	54.0

APENDICE L: CATALOGO MARTIN SPOKERS AND GEAR.

CATALOGO MARTIN SPOKERS AND GEAR.

A Selección de Transmisión en Existencia



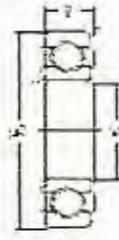
Series de resorte	Dimensiones de de Fichas		REDES DE TRANSMISIONES EN EXISTENCIA									Distancia Nominal Entre Centros y Factor de Corrección de la Longitud de Arco											
	Heraldo D.F.	Largo D.F.	1125 RPM Módulo			1125 RPM Módulo			1125 RPM Módulo			Geometría de Arco de Banda A.A.T.											
			Impulsos RPM	RF del Saco A	RF del Saco A2	Impulsos RPM	RF del Saco A	RF del Saco A2	Impulsos RPM	RF del Saco A	RF del Saco A2	25	31	35	38	42	46	51					
1.94	7.6	7.9	1403	4.96	4.96	500	2.22	2.62	537	2.37	2.62	—	—	7.6	3.7	11.2	15.2	15.2	17.7				
1.94	5.2	12.3	1404	11.29	12.29	504	2.50	4.37	539	5.52	5.53	—	—	—	—	—	—	—	11.6				
1.95	4.2	3.2	1793	6.98	7.48	496	2.94	4.69	542	3.13	3.57	—	—	—	4.2	9.7	11.7	13.8	16.4				
1.96	4.6	3.0	1799	7.73	8.81	493	2.96	5.19	543	3.41	3.47	—	—	—	—	—	—	—	15.3				
1.96	5.4	10.6	1783	9.62	10.89	497	4.41	6.76	547	3.54	3.45	—	—	—	—	—	—	—	15.3				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.0	0.74	0.78	0.81	0.84	0.87	0.90					
2.00	3.0	6.0	1750	3.16	4.80	475	2.13	2.52	540	1.60	1.95	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.00	3.2	5.4	1750	3.78	4.65	475	2.13	2.69	540	1.86	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.00	3.3	7.6	1750	5.27	6.31	475	2.16	3.68	540	2.62	2.87	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.00	8.0	12.0	1750	10.34	12.29	475	2.28	7.75	540	3.29	3.56	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.00	8.6	13.2	1750	11.37	13.54	475	3.22	8.71	540	3.98	4.27	—	—	—	—	—	—	—	—				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.69	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.90					
2.04	5.2	10.6	1717	3.10	10.40	458	1.89	4.32	548	1.41	4.81	—	—	—	—	—	—	—	10.4				
2.04	4.0	3.2	1702	6.14	7.11	454	3.44	4.34	546	2.67	4.71	—	—	—	—	—	—	—	15.4				
2.06	4.4	9.0	1711	7.22	8.26	456	4.04	5.26	557	3.37	3.63	—	—	—	—	—	—	—	15.5				
2.06	4.7	6.6	1687	1.73	4.65	448	2.10	2.89	522	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—	16.4				
2.06	5.1	7.0	1790	4.40	5.29	450	2.67	3.20	563	2.11	2.26	—	—	—	—	—	—	—	17.9				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.0	0.75	0.79	0.81	0.84	0.87	0.90					
2.09	6.4	15.2	1697	11.25	13.15	448	2.34	8.40	522	3.75	4.03	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.09	1.0	6.7	1694	3.19	4.01	447	2.11	2.52	521	1.50	1.35	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.09	6.8	10.0	1692	10.46	11.44	446	3.97	5.43	541	5.09	5.33	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.11	3.6	7.6	1698	4.93	5.41	459	3.13	3.62	549	2.37	2.62	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.12	5.0	10.9	1654	6.52	7.99	425	3.08	6.19	547	3.00	4.32	—	—	—	—	—	—	—	—				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.69	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.90					
2.13	1.0	8.1	1641	1.16	4.01	425	1.44	3.52	544	1.20	1.35	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.13	6.2	13.2	1644	11.21	12.78	427	2.03	8.28	545	3.52	4.40	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.14	4.5	9.0	1673	6.70	7.70	415	2.74	4.08	541	3.13	3.38	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.14	5.9	12.3	1648	10.60	11.48	417	3.05	5.10	541	4.02	5.19	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.14	7.0	15.0	1633	12.35	14.48	417	3.63	6.15	541	6.14	6.73	—	—	—	—	—	—	—	—				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.69	0.75	0.79	0.81	0.84	0.87	0.90					
2.16	3.6	6.2	1622	3.59	4.52	413	1.4	3.49	538	2.62	2.88	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.16	1.2	7.6	1630	3.79	4.56	403	2.11	2.54	530	1.36	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.16	1.0	6.6	1621	3.17	4.01	395	2.14	2.52	522	1.40	1.35	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.20	6.0	12.4	1691	10.45	12.35	395	2.29	7.76	527	3.24	4.02	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.21	1.4	5.6	1685	4.75	5.37	392	3.32	3.76	525	3.86	4.12	—	—	—	—	—	—	—	—				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.0	0.74	0.78	0.81	0.84	0.87	0.90					
2.22	3.8	11.0	1675	5.64	10.40	387	1.52	5.17	522	4.00	4.03	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.23	7.0	15.4	1671	12.46	14.31	385	3.03	1.15	521	6.44	6.72	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.24	3.4	7.6	1666	4.11	6.19	384	1.62	3.76	519	2.12	2.37	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.25	4.0	9.0	1656	5.15	7.17	378	1.81	3.76	516	2.68	3.11	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.27	6.6	15.0	1640	11.09	12.26	370	3.10	6.19	493	5.11	6.72	—	—	—	—	—	—	—	—				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.69	0.75	0.77	0.80	0.83	0.86	0.89					
2.28	3.0	3.2	1627	1.01	1.40	364	1.71	1.63	499	2.32	2.42	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.28	5.9	13.2	1620	10.47	11.50	369	1.47	5.8	490	5.06	6.41	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.30	4.6	10.6	1619	7.75	8.33	359	1.99	3.50	483	4.62	3.88	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.31	5.2	12.0	1617	9.20	10.41	350	2.00	6.43	503	3.35	4.51	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.33	1.0	7.0	1600	3.17	4.22	350	2.14	2.23	497	1.50	1.35	—	—	—	—	—	—	—	—				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.0	0.73	0.78	0.80	0.84	0.86	0.90					
2.34	6.4	15.0	1493	11.57	13.16	342	2.32	6.40	455	5.16	6.09	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.36	6.4	13.7	1485	10.37	11.29	342	3.55	5.10	432	4.32	5.29	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.36	6.6	15.6	1481	11.29	12.26	340	3.23	6.72	491	5.29	5.27	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.37	3.2	7.6	1474	1.40	4.67	337	2.51	2.90	488	1.96	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.37	3.3	9.0	1478	5.49	6.64	339	3.04	4.49	490	2.63	2.88	—	—	—	—	—	—	—	—				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.0	0.72	0.77	0.80	0.83	0.86	0.89					
2.40	5.0	12.0	1356	6.74	7.80	329	3.46	6.19	483	4.11	4.37	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.41	3.4	3.2	1351	1.50	4.40	326	1.48	1.77	481	2.12	2.37	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.41	4.2	10.6	1453	7.24	8.29	326	1.75	4.44	485	3.37	3.63	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.42	6.2	16.0	1447	11.29	12.75	323	2.11	6.19	514	4.11	4.47	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.44	6.4	14.0	1422	9.35	10.91	315	3.23	5.27	475	1.4	1.60	—	—	—	—	—	—	—	—				
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD DE ARCO												0.69	0.73	0.78	0.79	0.82	0.85	0.89					

REGISTRO PATENTADO EN ESTADOS UNIDOS Y EN OTROS PAISES. **Martin** es una marca registrada de Martin Sprocket & Gear Co. Inc. en los Estados Unidos y en otros países. **Martin** es una marca registrada de Martin Sprocket & Gear Co. Inc. en los Estados Unidos y en otros países.

APENDICE M: CATALOGO DE RODAMIENTOS NTN

CATALOGO DE RODAMIENTOS NTN

Rodamientos Rígidos de Bolas



Tipo estándar



Tipo con ranura
en el anillo exterior



Tipo con ranura
en el anillo interior



Tipo con ranura
doble en el anillo exterior



Tipo con ranura
doble en el anillo interior

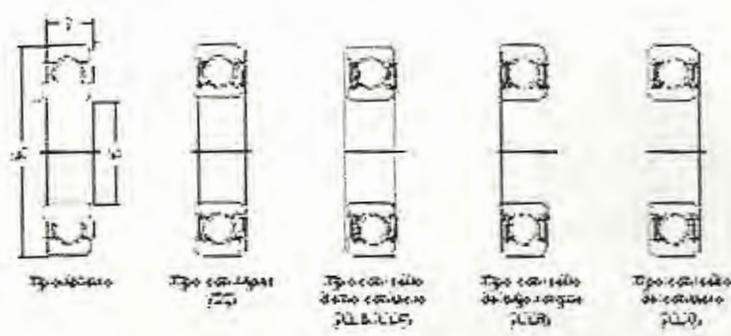
Dimensiones y símbolos

NTN	Dimensiones y símbolos					Capacidad de carga dinámica					Velocidad crítica				Dimensiones de coloración				
	d	D	B	r	W	C ₁₀	C ₉₀	C ₅₀	C ₁₀	C ₉₀	C ₅₀	rpm	rpm	rpm	mm	mm	mm	mm	mm
62	12	18	5	0.4	0.1	23.5	15.2	11.0	11.0	11.4	12.222	14.000	—	—	6204	—	—	—	—
	15	22	7	0.5	0.15	28.5	18.5	13.5	13.5	14.0	14.222	17.000	12.222	12.000	6205	—	—	—	—
63	17	25	8	0.6	0.2	33.5	22.0	16.0	16.0	16.4	16.222	19.000	13.222	13.000	6304	—	—	—	—
	20	28	9	0.7	0.25	39.0	26.0	19.0	19.0	19.4	19.222	22.000	14.222	14.000	6305	—	—	—	—
64	22	32	10	0.8	0.3	45.0	30.0	22.0	22.0	22.4	22.222	26.000	15.222	15.000	6404	—	—	—	—
	25	35	11	0.9	0.35	51.0	35.0	25.0	25.0	25.4	25.222	30.000	16.222	16.000	6405	—	—	—	—
65	28	40	12	1.0	0.4	58.0	40.0	28.0	28.0	28.4	28.222	34.000	17.222	17.000	6504	—	—	—	—
	32	45	14	1.1	0.45	66.0	46.0	32.0	32.0	32.4	32.222	40.000	18.222	18.000	6505	—	—	—	—
66	36	50	15	1.2	0.5	75.0	52.0	36.0	36.0	36.4	36.222	46.000	19.222	19.000	6604	—	—	—	—
	40	55	17	1.3	0.55	84.0	60.0	40.0	40.0	40.4	40.222	52.000	20.222	20.000	6605	—	—	—	—
67	42	60	18	1.4	0.6	94.0	68.0	44.0	44.0	44.4	44.222	60.000	21.222	21.000	6704	—	—	—	—
	48	68	20	1.5	0.65	106.0	78.0	48.0	48.0	48.4	48.222	70.000	22.222	22.000	6705	—	—	—	—
68	50	75	22	1.6	0.7	118.0	88.0	52.0	52.0	52.4	52.222	80.000	23.222	23.000	6804	—	—	—	—
	56	80	24	1.7	0.75	132.0	100.0	56.0	56.0	56.4	56.222	90.000	24.222	24.000	6805	—	—	—	—
69	60	90	26	1.8	0.8	146.0	112.0	60.0	60.0	60.4	60.222	100.000	25.222	25.000	6904	—	—	—	—
	68	100	28	1.9	0.85	162.0	126.0	64.0	64.0	64.4	64.222	110.000	26.222	26.000	6905	—	—	—	—
70	70	100	30	2.0	0.9	178.0	140.0	70.0	70.0	70.4	70.222	120.000	27.222	27.000	7004	—	—	—	—
	78	110	32	2.1	0.95	196.0	156.0	74.0	74.0	74.4	74.222	130.000	28.222	28.000	7005	—	—	—	—
71	80	120	34	2.2	1.0	214.0	172.0	80.0	80.0	80.4	80.222	140.000	29.222	29.000	7104	—	—	—	—
	88	130	36	2.3	1.05	234.0	190.0	84.0	84.0	84.4	84.222	150.000	30.222	30.000	7105	—	—	—	—
72	90	140	38	2.4	1.1	254.0	208.0	90.0	90.0	90.4	90.222	160.000	31.222	31.000	7204	—	—	—	—
	98	150	40	2.5	1.15	276.0	228.0	94.0	94.0	94.4	94.222	170.000	32.222	32.000	7205	—	—	—	—
73	100	160	42	2.6	1.2	298.0	248.0	100.0	100.0	100.4	100.222	180.000	33.222	33.000	7304	—	—	—	—
	110	170	44	2.7	1.25	322.0	270.0	104.0	104.0	104.4	104.222	190.000	34.222	34.000	7305	—	—	—	—
74	110	180	46	2.8	1.3	348.0	292.0	110.0	110.0	110.4	110.222	200.000	35.222	35.000	7404	—	—	—	—
	120	190	48	2.9	1.35	376.0	316.0	114.0	114.0	114.4	114.222	210.000	36.222	36.000	7405	—	—	—	—
75	120	200	50	3.0	1.4	404.0	340.0	120.0	120.0	120.4	120.222	220.000	37.222	37.000	7504	—	—	—	—
	130	210	52	3.1	1.45	434.0	366.0	124.0	124.0	124.4	124.222	230.000	38.222	38.000	7505	—	—	—	—
76	130	220	54	3.2	1.5	464.0	392.0	130.0	130.0	130.4	130.222	240.000	39.222	39.000	7604	—	—	—	—
	140	230	56	3.3	1.55	496.0	420.0	134.0	134.0	134.4	134.222	250.000	40.222	40.000	7605	—	—	—	—
77	140	240	58	3.4	1.6	528.0	448.0	140.0	140.0	140.4	140.222	260.000	41.222	41.000	7704	—	—	—	—
	150	250	60	3.5	1.65	562.0	478.0	144.0	144.0	144.4	144.222	270.000	42.222	42.000	7705	—	—	—	—
78	150	260	62	3.6	1.7	598.0	508.0	150.0	150.0	150.4	150.222	280.000	43.222	43.000	7804	—	—	—	—
	160	270	64	3.7	1.75	634.0	540.0	154.0	154.0	154.4	154.222	290.000	44.222	44.000	7805	—	—	—	—
79	160	280	66	3.8	1.8	672.0	572.0	160.0	160.0	160.4	160.222	300.000	45.222	45.000	7904	—	—	—	—
	170	290	68	3.9	1.85	712.0	606.0	164.0	164.0	164.4	164.222	310.000	46.222	46.000	7905	—	—	—	—
80	170	300	70	4.0	1.9	754.0	642.0	170.0	170.0	170.4	170.222	320.000	47.222	47.000	8004	—	—	—	—
	180	310	72	4.1	1.95	798.0	680.0	174.0	174.0	174.4	174.222	330.000	48.222	48.000	8005	—	—	—	—
81	180	320	74	4.2	2.0	844.0	720.0	180.0	180.0	180.4	180.222	340.000	49.222	49.000	8104	—	—	—	—
	190	330	76	4.3	2.05	892.0	762.0	184.0	184.0	184.4	184.222	350.000	50.222	50.000	8105	—	—	—	—
82	190	340	78	4.4	2.1	942.0	806.0	190.0	190.0	190.4	190.222	360.000	51.222	51.000	8204	—	—	—	—
	200	350	80	4.5	2.15	994.0	852.0	194.0	194.0	194.4	194.222	370.000	52.222	52.000	8205	—	—	—	—
83	200	360	82	4.6	2.2	1048.0	900.0	200.0	200.0	200.4	200.222	380.000	53.222	53.000	8304	—	—	—	—
	210	370	84	4.7	2.25	1104.0	950.0	204.0	204.0	204.4	204.222	390.000	54.222	54.000	8305	—	—	—	—
84	210	380	86	4.8	2.3	1162.0	1002.0	210.0	210.0	210.4	210.222	400.000	55.222	55.000	8404	—	—	—	—
	220	390	88	4.9	2.35	1222.0	1056.0	214.0	214.0	214.4	214.222	410.000	56.222	56.000	8405	—	—	—	—
85	220	400	90	5.0	2.4	1284.0	1112.0	220.0	220.0	220.4	220.222	420.000	57.222	57.000	8504	—	—	—	—
	230	410	92	5.1	2.45	1348.0	1170.0	224.0	224.0	224.4	224.222	430.000	58.222	58.000	8505	—	—	—	—
86	230	420	94	5.2	2.5	1414.0	1230.0	230.0	230.0	230.4	230.222	440.000	59.222	59.000	8604	—	—	—	—
	240	430	96	5.3	2.55	1482.0	1292.0	234.0	234.0	234.4	234.222	450.000	60.222	60.000	8605	—	—	—	—
87	240	440	98	5.4	2.6	1554.0	1356.0	240.0	240.0	240.4	240.222	460.000	61.222	61.000	8704	—	—	—	—
	250	450	100	5.5	2.65	1628.0	1422.0	244.0	244.0	244.4	244.222	470.000	62.222	62.000	8705	—	—	—	—
88	250	460	102	5.6	2.7	1704.0	1490.0	250.0	250.0	250.4	250.222	480.000	63.222	63.000	8804	—	—	—	—
	260	470	104	5.7	2.75	1782.0	1560.0	254.0	254.0	254.4	254.222	490.000	64.222	64.000	8805	—	—	—	—
89	260	480	106	5.8	2.8	1862.0	1630.0	260.0	260.0	260.4	260.222	500.000	65.222	65.000	8904	—	—	—	—
	270	490	108	5.9	2.85	1944.0	1702.0	264.0	264.0	264.4	264.222	510.000	66.222	66.000	8905	—	—	—	—
90	270	500	110	6.0	2.9	2028.0	1776.0	270.0	270.0	270.4	270.222	520.000	67.222	67.000	9004	—	—	—	—
	280	510	112	6.1	2.95	2114.0	1852.0	274.0	274.0	274.4	274.222	530.000	68.222</						

● Rodamientos Rígidos de Bolas

2721

1133



● 30 - 50 mm

D	d	B	Dimensiones y tolerancias		Capacidad de carga dinámica				Rotores		Velocidades críticas				Módulos de elasticidad			
			mm		kg		kgf		mm/s		mm/s		mm ² /mm					
			±0.012	±0.015	±0.012	±0.015	C ₁₀	C ₉₀	C ₅₀	C ₁₀	C ₅₀	C ₁₀	C ₅₀	C ₁₀	C ₅₀	C ₁₀		
30	17	25	0.012	0.015	17	14	15.7	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	18	26	0.012	0.015	18	15	16.5	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	19	27	0.012	0.015	19	16	17.2	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	20	28	0.012	0.015	20	17	18.0	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	22	30	0.012	0.015	22	19	19.8	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	24	32	0.012	0.015	24	21	21.6	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	26	34	0.012	0.015	26	23	23.4	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	28	36	0.012	0.015	28	25	25.2	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	30	38	0.012	0.015	30	27	27.0	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	32	40	0.012	0.015	32	29	28.8	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	34	42	0.012	0.015	34	31	30.6	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	36	44	0.012	0.015	36	33	32.4	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	38	46	0.012	0.015	38	35	34.2	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	40	48	0.012	0.015	40	37	36.0	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	42	50	0.012	0.015	42	39	37.8	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	44	52	0.012	0.015	44	41	39.6	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	46	54	0.012	0.015	46	43	41.4	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	48	56	0.012	0.015	48	45	43.2	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	50	58	0.012	0.015	50	47	45.0	10.221	12.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Dimensiones en milímetros (ver tabla 1)

APENDICE N: COSTO DE PIEZAS Y COMPONENTES.

Nº	DENOMINACIÓN DE PIEZAS	PROVEEDOR	CANT.	PRECIO (\$)	
				UNITARIO	TOTAL
1	RODAMIENTO NTN 6205	NTN	12	4,3	51,6
2	RODAMIENTO NTN 6302	NTN	6	3,7	22,2
3	RODAMIENTO NTN 5002	NTN	1	3,2	3,2
4	CHUMACERA DE PISO NTN UCP208-108D1	NTN	4	5,64	22,56
5	CHUMACER DE PARED NTN UCF305-100D1	NTN	4	6,25	25
6	POLEA 2B DE 20"	FERR. ESPINOZA	2	62,82	125,64
7	POLEA 1V DE 2"	IMPROMAFE	1	1,56	1,56
8	POLEA 1V DE 15"	IMPROMAFE	2	13,28	26,56
9	POLEA 1V DE 4"	IMPROMAFE	1	2,99	2,99
10	BRAZO HIDRULICO	FERR. ESPINOZA	1	16,5	16,5
11	MOTOR ELÉCTRICO 3 HP	IMPROMAFE	1	320,5	320,5
12	MOTOR ELÉCTRICO 5 HP	IMPROMAFE	1	525,35	525,35
13	PERNOS 9/16X1-1/2" UNF	LA CASA DEL PERNO	7	0,3	2,1
14	TUERCA 9/16" UNF	LA CASA DEL PERNO	7	0,15	1,05
15	PERNOS 7/16X2" UNF	LA CASA DEL PERNO	8	0,2	1,6
16	TUERCAS 7/16" UNF	LA CASA DEL PERNO	8	0,1	0,8
17	ANILLO DE PRESION	LA CASA DEL PERNO	16	0,1	1,6
18	PERNOS 1/2X2" UNF	LA CASA DEL PERNO	8	0,2	1,6
19	TUERCAS 1/2" UNF	LA CASA DEL PERNO	8	0,16	1,28
20	ANILLO PLANO 1/2	LA CASA DEL PERNO	16	0,1	1,6
21	PERNO GUIA 1/2X6"	LA CASA DEL PERNO	2	0,75	1,5
22	PERNO 5/16X1" UNF	LA CASA DEL PERNO	2	0,15	0,3
23	TUERCA 5/16" UNF	LA CASA DEL PERNO	2	0,1	0,2
24	ANILLO PLANO 5/16"	LA CASA DEL PERNO	2	0,1	0,2
25	ANILLO PLANO 3/8"	LA CASA DEL PERNO	2	0,1	0,2

No.	DENOMINACIÓN DE PIEZAS	PROVEEDOR	CANT.	PRECIO (\$)	
				UNITARIO	TOTAL
26	ANILLO DE PRESION 1/2"	LA CASA DEL PERNO	4	0,1	0,4
27	TUERCA 5/16" UNF	LA CASA DEL PERNO	5	0,1	0,5
28	TUERCA 1/2" UNF	LA CASA DEL PERNO	2	0,15	0,3
29	PERNO GUIA 7/16X6"	LA CASA DEL PERNO	2	0,65	1,3
30	TUERCA 7/16" UNF	LA CASA DEL PERNO	2	0,1	0,2
31	TUERCA 9/16 UNF	LA CASA DEL PERNO	6	0,2	1,2
32	PERNO GUIA 1/2X6"	LA CASA DEL PERNO	2	0,75	1,5
33	PERNO 1/4X1-1/2" UNF	LA CASA DEL PERNO	12	0,15	1,8
34	PERNO PRISIONERO 3/8X2"	LA CASA DEL PERNO	5	0,25	1,25
35	PERNO PRISIONERO 5/16X1	LA CASA DEL PERNO	1	0,2	0,2
36	CANASTA PARA EJE POSTERIOR DE BICICLETA	FERR. LEON	28	0,15	4,2
37	PISTA PARA EJE POSTERIOR DE BICICLETA	FERR. LEON	28	0,15	4,2
38	EJE POSTERIOR DE BICICLETA	FERR. LEON	14	0,7	9,8
39	PINTURA ANTICORROSIVA	COM. SALINAS	2	3,75	7,5
40	THINNER	COM. SALINAS	1	2,5	2,5
41	CINTA TRANSPORTADORA		1	66	66
42	CINTA DE SIERRA		1	25,25	25,25
				TOTAL	1285,79

BIBLIOGRAFÍA

1. JUTZ HERMANN, SCHARKUS EDUARD, LOBERT ROLF, Prontuario de Metales, Tercera Edición, Editorial Reverte S.A, 1984
2. NORTON L. ROBERT, Diseño de Maquinas, Primera Edición, McGRAW-HILL, México, 1999
3. MANUAL DEL CARPINTERO EBANISTA, Tomo Segundo, Tercera Edición, España 1960.
4. ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA MADERA Y LA EBANISTERIA, Océano Grupo Editorial S.A, España.
5. ESTEVEZ SEBASTIAN, Guía practica del Carpintero, Cuarta Edición, España 1978.
6. HINOJOSA HEBER, "Software para Diseño de Transportadores de Banda" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y

Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2002)

7. NAVARRETE WALTER, "Mejoramiento de la Productividad del Taller P.M.I" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2005)
8. MORA FERNANDO, "Diseño de un Torno de gran capacidad mediante el uso de maquinaria en desuso" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2007)
9. CURSO PARA FORMACIÓN DE FACILITADORES DE TMP, manual, sexta edición, International media and comucation (IMC), Brasil, junio 2003
10. DIPAC, Catalogo de Acero, Guayaquil, 2006
11. MARTIN, Sprockets and Gears, Martin, 1993
12. NTN, Catalogo General de Selección de Rodamientos
13. NTN, Catalogo General de Selección de Chumaceras.
14. <http://www.tecnocorte.com>