

# Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



## “ Diseño de una Máquina Herramienta de Operación Múltiple para Trabajo Artesanal en Madera ”

**T E S I S**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO MECANICO**

**EDUARDO PEÑAFIEL RODRIGUEZ**

PROMOCION: 1980 - I

**LIMA . PERU . 1991**

## INDICE

	Pag
PROLOGO	
CAPITULO I: INTRODUCCION	
1.1 Finalidades	04
1.2 Objetivo	05
1.3 Alcances	06
1.4 Metodología	07
1.5 Antecedente Maderero del Perú	07
1.5.1 De las especies principales	09
1.5.2 Calidades de madera utilizadas en la industria	10
1.6 Desarrollo histórico de la maquinaria para trabajar la madera	12
CAPITULO II: ESTUDIO DE LA UTILIDAD DE UNA MAQUINA HERRAMIENTA DE OPERACION MULTIPLE.	
2.1 Introducción	14
2.2 Principales máquinas herramientas - Descripción general	15
2.2.1 Sierra circular	
2.2.2 Sierra cinta	
2.2.3 Sierra radial	
2.2.4 Cepilladora	
2.2.5 Garlopa	
2.2.6 Torno	
2.2.7 Lijadora	
2.2.8 Otras máquinas	
2.3 Determinación de las principales marcas	19
2.4 Encuesta - procedimiento	20
2.4.1 Formato de ficha - encuesta	

2.5 Talleres encuestados	
2.5.1 Productores Nacionales	
2.5.1.1 Maquinaria Montes	
2.5.1.2 Atiq	
2.5.1.3 Motorex S.A.	
2.5.1.4 F.M. Busch S.A.	
2.5.1.5 Fabricaciones Electromecánicas J. Huerta M.	
2.5.1.6 Alcon SR Ltda	
2.5.1.7 Dreri	
2.5.1.8 Otras firmas	
2.5.2 Importadores	31
2.5.2.1 Maderotecnia S.A.	
2.5.2.2 Progesa	
2.5.2.3 Gratry	
2.5.2.4 Mahesa	
2.5.2.5 Ferroandino S.A.	
2.5.2.6 Otras firmas	
2.6 Cuadro resumen de encuestas	33
2.6.1 Comentario	
2.7 Interpretaciones y observaciones	37
CAPITULO III: REQUISITOS DE DISEÑO DE LA MAQUINA HERRAMIENTA DE OPERACION MULTIPLE PARA MADERA	
3.1 Introducci3n	39
3.2 Requisitos b3sicos de diseo de la m3quina herramienta	40
CAPITULO IV: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL ESQUEMA BASICO	
4.1 Introducci3n	43

## 4.2 Alternativas

### 4.2.1 Posicionales

### 4.2.2 Ubicación geográfica de la máquina herramienta

### 4.2.3 Número de servicios

### 4.2.4 Fuentes de energía

## CAPITULO V: DISEÑO DE LA MAQUINA HERRAMIENTA DE OPERACION MULTIPLE PARA TRABAJOS EN MADERA

### 5.1 Introducción 63

### 5.2 Diseño de la máquina herramienta 71

#### 5.2.1 Selección de motor

#### 5.2.2 Selección de faja

#### 5.2.3 Cálculo eje garlopa/escopladora

#### 5.2.4 Cálculo de espesor de plancha

#### 5.2.5 Selección de rodamiento

#### 5.2.6 Selección de soldadura

#### 5.2.7 Esquema electrico

### 5.3 Mantenimiento de la máquina herramienta múltiple para madera 98

## CAPITULO VI: PEQUEÑO ESTUDIO ECONOMICO

### 6.1 Introducción 102

### 6.2 Consideraciones y conceptos 103

#### 6.2.1 Costo primo

#### 6.2.2 Costo de fabricación

#### 6.2.3 Costo de producción

#### 6.2.4 Costo de venta

#### 6.2.5 Precio de venta

#### 6.2.6 Deducción de costos

#### 6.2.7 Esquemas de costos

6.3 Evaluación de costos para la máquina herramienta de operación múltiple para madera	Pag. 111
6.3.1 Evaluación costo primo	
6.3.2 Evaluación costo de fabricación	
6.3.3 Evaluación costo de producción	
6.3.4 Evaluación costo de venta	
6.3.5 Evaluación precio de venta	
6.4 Cuadro comparativo	115
6.4.1 Comentario y apreciaciones	
6.5 Posibilidad de formación de una pequeña empresa con la adquisición de una máquina herramienta de operación múltiple para madera.	128
6.5.1 Programas de promoción y apoyo a la pequeña empresa.	
CONCLUSIONES	133
BIBLIOGRAFIA	137
APENDICES	
PLANOS	

## INDICE

	Pag.
PROLOGO	
CAPITULO I: INTRODUCCION	
1.1 Finalidades	04
1.2 Objetivo	05
1.3 Alcances	06
1.4 Metodología	07
1.5 Antecedente Maderero del Perú	07
1.5.1 De las especies principales	09
1.5.2 Calidades de madera utilizadas en la industria	10
1.6 Desarrollo histórico de la maquinaria para trabajar la madera	12
CAPITULO II: ESTUDIO DE LA UTILIDAD DE UNA MAQUINA HERRAMIENTA DE OPERACION MULTIPLE.	
2.1 Introducci3n	14
2.2 Principales máquinas herramientas - Descripción general	15
2.2.1 Sierra circular	
2.2.2 Sierra cinta	
2.2.3 Sierra radial	
2.2.4 Cepilladora	
2.2.5 Garlopa	
2.2.6 Torno	
2.2.7 Lijadora	
2.2.8 Otras máquinas	
2.3 Determinación de las principales marcas	19
2.4 Encuesta - procedimiento	20
2.4.1 Formato de ficha - encuesta	

## TABLA DE ESQUEMAS Y GRAFICOS

	Pag
<u>CAPITULO II</u>	
Formato 1 Modelo de formulario encuesta	21
Formato 2 Modelo de formulario encuesta	23
Fig. 2.1 Cuadro resumen de encuesta producción nacional	34
Fig. 2.2 Cuadro resumen de encuesta - importadores	35
Fig. 2.3 Cuadro resumen de encuesta - personas naturales	36
<u>CAPITULO IV</u>	
Fig. 4.1 Esquema general de la máquina herramienta	46
Fig. 4.2 Esquema giro horario garlopa/sierra circular	47
Fig. 4.3 Esquema ubicación de operador frente a la garlopa	50
Fig. 4.4 Esquema ubicación de operador frente a la garlopa	50
Fig. 4.5 Esquema desplazamiento de operador de garlopa a sierra circular	51
Fig. 4.6 Esquema ubicación de operador frente a sierra cir cular	51
Fig. 4.7 Esquema garlopa giro horario, sierra circular gi ro antihorario.	53
Fig. 4.8 Esquema desplazamiento optimo garlopa a sierra circular.	56
Fig. 4.9 Esquema ubicación de operador frente a sierra cir cular.	56
Fig. 4.10 Esquema operador frente a sierra circular	57
Fig. 4.11 Esquema operador frente al torno	57
Fig. 4.12 Esquema optimo de ubicación del operador.	59

	Pag.
<u>CAPITULO V</u>	
Fig. 5.1 Esquema eje garlopa/escopleadora	76
Fig. 5.2 Mediciones de amperajes en máquinas herramientas	67
Fig. 5.3 Maderas nacionales	68
Fig. 5.4 Velocidades de las herramientas	69
Fig. 5.5 Esquema cinemático	70
Fig. 5.6 Esquema electrico - motor monofásico	96
Fig. 5.7 Esquema electrico - motor trifásico	97
<u>CAPITULO VI</u>	
Fig. 6.1 Costos	106
Fig. 6.2 Estado de ganancias y pérdidas	107
Fig. 6.3 Elementos y división de costos	109
Fig. 6.4 Estratps de la industria peruana	110
Cuadro 6.1 Dolar mercado paralelo 1980 - 1991	114
Cuadro 6.2 a 6.9 Cuadro comparativo.	117-125

## PROLOGO

La presente tesis trata del diseño de una máquina herramienta de operación múltiple para trabajo artesanal en madera, la cual pueda significar un modesto aporte a la independización tecnológica y desarrollo social en esta línea de producción en nuestro país. El desarrollo integral del presente estudio se expone en seis capítulos, complementándose con los planos, ilustraciones, cuadros, apéndices, bibliografía y conclusiones. Cada capítulo de la presente tesis, se inicia con una introducción del mismo, en la cual se expone en forma breve los puntos a tratar en dicho capítulo.

El capítulo 1, se refiere a la introducción correspondiente a la tesis misma, sobre su objetivo, alcances, limitaciones, metodología empleada en su desarrollo y antecedente maderero del Perú, en el capítulo 2 se expone la descripción de las principales máquinas herramientas para trabajos en madera, sobre los fabricantes nacionales y firmas importadoras de máquinas herramientas para madera, así mismo incluye una interpretación de la necesidad de una máquina herramienta de operación múltiple como resultado de una encuesta realizadas a personas, talleres y firmas vinculadas a este tipo de maquinaria, el capítulo 3,

presenta los requisitos de diseño e hipótesis del presente estudio, el capítulo 4, explica las alternativas del esquema básico de la máquina herramienta en estudio, los pro y contra relacionados a su operación, número de servicios y fuentes de energía. El capítulo 5, presenta el diseño de la máquina herramienta del presente trabajo, el cual se ha orientado a verificar o chequear las dimensiones de ejes, ángulos, planchas, selección de rodamiento, motor y fajas, sobre el tipo de soldadura, así mismo la presentación del esquema cinemático, de cálculo y eléctrico. El capítulo 6, presenta un pequeño estudio económico a fin de comparar el precio de venta de la presente máquina con las existentes en el mercado, sean de producción nacional o importadas. Así mismo se presenta información referente a los medios de financiamiento y apoyo para la información de una pequeña empresa industrial. Como resultado de todo lo expuesto, se termina el presente estudio con las correspondientes conclusiones y recomendaciones, la bibliografía utilizada y finalmente los apéndices que se han creído necesario incluir.

Así mismo estimo pertinente agregar que la culminación del presente trabajo ha sido posible gracias al apoyo económico e incentivo moral del Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología Cncytex, al Instituto de Investigación Industrial y Normas Técnicas Itintec, a través del Ing. Americo Huari Román y del Arq. Jorge Reynoso Mandros, quienes facilitaron información bibliográfica a fin al presente trabajo, al Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial - Senati, a través del profesor Fernando Rodríguez Alvarez por las aclaraciones a las dudas del presente trabajo, a la Asociación de Pequeñas Empresa

rios del Perú - Apemipe, del Fondo de Garantía para Préstamos a la Pequeña Industria - Fogapi, del Fondo de Promoción de la Pequeña Empresa Industrial - Fopei, y del Programa de Apoyo a la Pequeña y Micro Empresa Industrial - Idampeí, por los conceptos relacionados con la Pequeña Empresa Industrial, al Comando y Segundo Comando de Servicio de Ingeniería de la FAP, el CRNL. FAP. Jaime Vera Cardenas y el CMTD. FAP Alfonso Barandiaran Ibañez por su tolerancia, comprensión y confianza a mi persona, a mi asesor de la presente tesis Ing. Ronald Cueva Pacheco por su alto profesionalismo en la adecuada orientación de mi trabajo, a los familiares en forma especial a mi sobrino Armando Ruiz Peñafiel, por su abnegada actitud de colaboración, a los amigos y compañeros de trabajo que en forma sana y sincera hayan criticado, alentado, confiaron y/o colaboraron de alguna forma al término de la presente tesis.

## Capítulo 1

### I N T R O D U C C I O N

#### 1.1 Finalidades

En el presente estudio, se presenta un nuevo diseño de máquina herramienta para trabajos en madera, la cual sea capaz de ser utilizada para trabajos de torneado, lijado, cepillado, aserreado y escopleado; es decir un nuevo diseño de máquina herramienta de operación múltiple para trabajos en madera. Es propósito de este estudio, que el diseño de la máquina herramienta de operación múltiple para trabajos en madera se dirija al pequeño empresario artesanal y pueda significar un modesto aporte en el Perú a la independencia tecnológica, especialmente de la excesiva importación de estos tipos de máquinas, en comparación a la producción nacional significando un alto costo de adquisición, que muchas veces, como hoy en día, es inalcanzable para un pequeño empresario.

Con el logro de este propósito estaremos demostrando que en el Perú se puede, no obstante las grandes dificultades económicas, de producción y limitaciones técnicas, justificar la fabricación de este tipo de máquina herramienta, acorde a nuestra realidad nacional y con insumos en lo posible nacionales.

En los últimos lustros se han acentuado las consecuencias de inadecuadas políticas gubernamentales desviando por caminos estériles la explotación que ofrece las potencialidades de insumos que tiene nuestro país, significando muchas veces un atraso o paralización de cualquier fabricación de partes y/o accesorios, llegando a la necesidad de importar, por lo que se hace más difícil llegar a una fabricación nacional con insumos nacionales del 100 %, sin embargo hacia este porcentaje debe ser nuestra tendencia, en el caso de la eventual fabricación de una máquina. Es conveniente anotar que el presente estudio no pretende llegar al nivel de proyecto de máquina, lo que implica un estudio más amplio, sin embargo considera un pequeño estudio económico que nos lleva a pensar la conveniencia económica de este tipo de máquina en comparación a las importadas.

## 1.2 Objetivo

Teniendo en cuenta que existiendo un país como el nuestro rico en material forestal y por otro lado la dependencia tecnológica la cual frena el desarrollo del pequeño empresario, es objetivo del presente trabajo plantear el diseño de una máquina herramienta de operación múltiple, que pueda significar un aporte al impulso paulatino de la independización tecnológica, así como incentivar el desarrollo socio-económico de la población menos favorecidas, a través de la adquisición de una máquina de costo más ventajoso y asequible identificando a dicho trabajador con nuestra realidad nacional.

El cumplimiento mínimo de este objetivo nos dará a conocer que es posible proyectar una máquina de operación múltiple de justa necesidad nacional y con ventaja dentro de las limitaciones, respecto a los ya existentes.

### 1.3 Alcances

El presente trabajo pretende presentar una máquina de operación múltiple, encuadrado dentro de los siguientes parámetros:

- 1.3.1 Presentar solo el diseño de una máquina herramienta de operación múltiple para trabajo artesanal en madera.
- 1.3.2 Dejar abierta la posibilidad de proyectar una máquina de operación múltiple, que sirva al pequeño empresario para cubrir sus principales necesidades operativas, dentro de las limitaciones de orden técnico y económicos propios de su capacidad empresarial.
- 1.3.3 Para la fabricación de la máquina, en lo posible deberá utilizar insumos de procedencia nacional incentivando de esta manera la producción de la industria metal mecánica en la perspectiva de su aplicación a gran escala.
- 1.3.4 Presentar un diseño de máquina que ofrezca ventajas respecto a las importadas, así como ventajas respecto a las máquinas fabricadas en talleres nacionales, los cuales existen, pero en la mayoría de los casos en condición de informales.
- 1.3.5 Presentar un diseño de máquina con proyecciones a su introducción en el mercado a nivel Grupo Andino.

1.3.6 El diseño, comprenderá básicamente el chequeo de elementos de máquinas, más no de las partes y accesorios de producción Standar, como hojas de sierra, garlopa, escoplo, chuck, rodamientos, etc., de los cuales serán solamente seleccionadas.

#### 1.4 Metodología

El presente estudio ha considerado el método de comparación (concordancia y diferencias) de trabajos y maquinarias existentes, sean de procedencia nacional o extranjera evaluando ventajas y desventajas de las mismas. Del resultado de estas confrontaciones se ha planteado la alternativa presente ajustada a nuestra realidad, haciendo de esta máquina un diseño diferente a las ya existentes. (Ver apéndice A).

#### 1.5 Antecedente Maderero del Perú

La madera ha sido y es uno de los recursos naturales utilizados por el hombre desde principios de la civilización, usándola tanto como combustible, como también en la construcción de sus viviendas y elaboración de artesanías. En este último caso la industrialización de la madera ha venido desarrollándose desde su empleo primitivo en forma artesanal, hasta la construcción actual de edificaciones prefabricadas, muebles en general y trabajos de artesanías con la ayuda de máquinas herramientas. Por otro lado el Perú es un país maderero por excelencia, estimándose que dispone en la actualidad de 77.6 millones de hectáreas de bosque (las

dos terceras partes del territorio nacional) que nos ubica en el segundo lugar en América Latina y séptimo en el Mundo como reserva forestal (Ver apéndice B). Los bosques casi en su integridad pertenecen al Estado, encontrándose solo un 5% bajo el poder de particulares. De los 4,000 millones de m<sup>3</sup> de madera disponible, actualmente solo se utilizan el 2% lo que puede ser incrementado a través del mejor aprovechamiento de los bosques amazónicos y de la reestructuración de la actual industria maderera (1), (Ver apéndice D).

Ecológicamente el bosque está constituido por los tipos: Bosque tropical seco, tropical húmedo, sub-tropical y montaña baja, con una composición florística variada. Estos bosques se encuentran ubicados en la Cuenca Amazónica, la Vertiente Oriental de los Andes y en la Zona Norte en donde existen pequeñas extensiones boscosas. Geográficamente los bosques naturales abarcan en su totalidad los Departamentos de Loreto, Ucayali, Madre de Dios, parcialmente Cuzco, Pasco, Junín, Huánuco, San Martín y Cajamarca.

El Perú como país en sub-desarrollo, depende tecnológicamente y desde hace mucho tiempo de los países más avanzados; específicamente en lo concerniente a las máquinas herramientas para trabajar la madera, los cuales vienen siendo importadas a fin de sa -

(1) D'ACHILLE, Barbara, La Madera. El Comercio, Lima 30 - de Julio, 1988.

tisfacen una demanda concentrada mayormente en las ciudades, dejando en segundo plano a las zonas rurales o alejadas de la Capital, impidiendo que estos grupos humanos puedan tecnificarse y/o explotar su medio ambiente.

El presente estudio considera solamente el Diseño de una máquina herramienta de operación múltiple y no el proyecto en sí de dicha máquina; sin embargo se han desarrollado temas sobre el mercado nacional e importaciones de estas máquinas, un pequeño análisis económico y así mismo una interpretación a las encuestas realizadas a las personas y talleres vinculados a las máquinas herramientas para madera entre otros tópicos.

#### 1.5.1 De las Especies Principales

De las 3,000 especies que se estiman existen en los bosques naturales del Perú, han sido identificados 600 y solo se han estudiado las propiedades de 167, de ellos 10 son bastantes conocidos, de reciente introducción en el mercado, como a continuación se mencionan:

##### Lista de Especies Maderables Comerciales

- 1.- Cedro
- 2.- Caoba
- 3.- Tornillo
- 4.- Ishpingo
- 5.- Largo Caspi
- 6.- Mohena Amarilla
- 7.- Nogat
- 8.- Copaiba

9.- Lupuna

10.- Cumala

Lista de Especies Maderables Parcialmente Conocidas

1.- Mohena

2.- Requia

3.- Catahua

4.- Pumaquiro

5.- Marupa

6.- Quillobordon

7.- Machinga

8.- Copal

9.- Mashonaste

10.- Sapote

11.- Bolaina

12.- Azúcar Huayo

1.5.2 Calidades de Madera Utilizadas en la Industria

A) De Primera

a.- Pino Oregon

b.- Caoba

c.- Cedro

d.- Ishpingo

B) De Segunda

a.- Iornillo

b.- Mohena

c.- Trigrillo

d.- Lagarto

## C) De Tercera

- a.- Copaiba
- b.- Cumala
- c.- Roble Nacional
- d.- Catahua

De acuerdo a esa importancia y abundancia de este recurso existen grandes aserraderos principales ubicados en:

- a.- Pucallpa
- b.- Tingo María
- c.- Tarapoto
- d.- Oxapampa
- e.- Satipo
- f.- La Convención
- g.- Iquitos
- h.- Chanchamayo, etc

Donde son tratados y trasladados a los lugares de consumo como son:

- a.- Lima y Callao
- b.- Arequipa
- c.- Trujillo
- d.- Chiclayo
- e.- Piura y
- f.- Huancayo, entre otros.

### 1.6 Desarrollo Histórico de la Maquinaria para Trabajar la Madera

Desde principios de la civilización hasta comienzos del siglo XIX la madera se trabajó en forma manual, y durante esta época los métodos y las herramientas empleados diferían muy poco. Las primeras máquinas para trabajar madera, aparecieron en el siglo XV y XVI en Alemania, Holanda, Noruega, Suecia e Inglaterra, y se reducían a primitivas sierras circulares, accionadas manualmente o por medio de viento, agua o animal. La primera máquina herramienta para madera que se tenga conocimiento, fué una sierra circular aparecida en siglo XVI en Noruega, la cual era movida por el viento.

En el año de 1809 Newberry presentó una máquina herramienta para madera en Londres, accionada por el viento, y que fuera utilizada 40 años después (2), así como Sir Joseph Whitworth, quien en la década de 1850 se convirtiera en el primer fabricante de máquinas herramientas en Inglaterra y el ingeniero escocés James Nasmyth - inventor del martillo a vapor, perfeccionaron sus conocimientos en el taller de Henry Maudslay en Londres, a quien se le consideraba el "Padre de la Industria de Máquinas Herramientas" siendo él quien inventó el primer torno de tornillería en 1793 (3). En el año de 1819 el inventor Tomás Blanchard construyó el primer -

(2) NEGRO LOPEZ, Jesús Alfredo, La Técnica, Ed. Everest, 1967.

(3) FELDMAN, Anthony y FORD, Peter, Grandes Científicos e Inventores, Ed. Hyma, 1970, p. 134-138.

torno automático. En este torno se utilizó por primera vez un modelo de la forma por tornear, como guía para la herramienta cortante. Es éste el principio fundamental aplicado en todos los tornos posteriores ideados para el trabajo de formas irregulares.

## Capítulo 2

### ESTUDIO DE LA UTILIDAD DE UNA MAQUINA HERRAMIENTA DE OPERACION MULTIPLE

#### 2.1 Introducción

Se ha visitado una variedad de talleres de carpintería, casas comerciales, a personas entendidas o vinculadas a las máquinas herramientas para trabajos en madera, así mismo a instituciones como el taller de carpintería del SENATI. La finalidad entre otras ha sido la de plantear una serie de consultas a manera de encuesta, sobre la fabricación, venta y utilización de las máquinas herramientas de operación múltiple, no obstante las dificultades de información en algunos casos, ocasionado quizá por alguna desconfianza o celo comercial, motivo por el cual podemos estimar esta encuesta como un sondeo un tanto superficial pero suficiente para los fines del presente trabajo. Como uno de los resultados de estas consultas, se ha podido ver la tendencia de la demanda y utilización de las máquinas de operación múltiple, así como la tendencia de la venta y/o fabricación de máquinas ofertadas por casas comerciales nacionales o importadas.

Las consultas realizadas han sido circunscritas básicamente al área de Lima y los resultados o conclusiones en algunos aspectos, sobre todo técnico, pueden dar un estimado de este nivel, en que se encuentra el resto del país en lo concerniente a las máquinas herramientas de operación múltiple, dado el centralismo así como la ventaja industrial y técnica del Dpto. de Lima en comparación a los otros departamentos del territorio nacional. Así mismo podemos tener como resultado adicional la condición de informalidad y la infraestructura deficiente en que se encuentran trabajando - la mayoría de estos talleres de fabricación.

Es importante tener en cuenta que, de acuerdo a la Ley de la Pequeña Empresa Industrial N° 24062 del 09-01-85, se considera pequeña empresa industrial, a la que desarrolla actividades cuya venta no exceda en cada ejercicio gravable de 1,500 sueldos mínimos vitales anuales para los trabajadores de la Provincia de Lima.

## 2.2 Principales Máquinas Herramientas - Descripción General

La mayoría de fabricas y talleres utilizan máquinas herramientas individuales, es decir para realizar un solo tipo de trabajo. Estas máquinas en general permiten modificar la forma y dimensiones de la madera hasta llegar al producto final deseado. Como parte del universo de máquinas herramientas para trabajar madera, figuran las máquinas herramientas para carpintería. Estas máquinas varían en su diseño desde las más simples utilizadas en la produc

ción artesanal, hasta las más sofisticadas y automatizadas utilizadas en la producción en serie. A continuación se detallan cada uno de los trabajos que se desarrollan en las máquinas herramientas. (Ver apéndice E).

### 2.2.1 Sierra Circular

Es una de las máquinas herramientas indispensables para el trabajo de la madera. Es la máquina de aserrar generalmente más utilizada. Posee un disco circular con dientes cortantes sobre su circunferencia (fijos o postizos) cuya rotación efectúa el corte. Se fabrican de muy diversos tipos y dimensiones, desde pequeñas sierras de banco hasta grandes maquinarias de producción especializada. Se le utiliza para operaciones de trozado, cortar espigas, biselado o chaflanado, ranurado y efectuar rebajas en la madera.

### 2.2.2 Sierra Cinta

Es una máquina herramienta utilizada principalmente para la producción de tablonos y tablas. Realiza operaciones de trozado, canteado, corte anchura, corte a formato, corte de espigas, biselados y ranurados. La máquina está provista de una hoja sin fin de acero, dentada por uno o por dos bordes, que es el elemento de corte. La hoja sin fin está soportada por un juego de volantes, es la única máquina que permite hacer cortes curvos en maderas delgadas y gruesas por igual. Si bien, la sierra cinta se utiliza en la industria de la madera principalmente, se la puede agrupar de cintas especiales para cortar materiales como amianto, baquelita, etc. y en el caso específico de muebles, pa

ra cortar cartón prensado, maderba, tripak, fórmica, etc.

### 2.2.3 Sierra Radial

Básicamente es una sierra de disco con la hoja montada en el eje móvil soportado por un brazo que permite diversas posiciones de trabajo por encima de la mesa. Es la sierra semi-universal particularmente útil en los trabajos de construcción. Por sus características, la máquina permite efectuar operaciones de corte al hilo, corte transversal, cortes ingleses sencillos, ranurados, trozados, cantonados cortes y anchura y a formato corte de espigas y biselados.

### 2.2.4 Cepilladora o Regruesadora

Esta máquina se basa en el principio de corte rotativo, que consiste en un cilindro de acero, al que se fijan firmemente dos o más cuchillas. La madera se hace pasar sobre el cilindro, que gira a velocidades altas, cepillando la tabla, de modo que el espesor resultante sea constante.

### 2.2.5 Garlopa

Esta máquina herramienta se basa en el principio de corte rotativo. Para el efecto posee un cilindro de acero en el que se fijan firmemente dos o más cuchillas. El cilindro gira a alta velocidad y desbasta madera, la madera que se hace pasar sobre el cilindro, empujándola a mano o por medios mecánicos. Se utiliza para el aplanado o ensamblado, el biselado, para hacer rebajas y moldurado.

### 2.2.6 Tornos

Los tornos para madera ocupan una posición única entre las máquinas de carpintería. En estos tornos, el material o madera es la que gira, mientras que el corte que requiere

mucha habilidad por parte del operario se hace enteramente con herramientas de mano (gubias).

#### 2.2.7 Lijadora

Esta herramienta se utiliza para dar el acabado final a las superficies de la madera, dejándolas listas para aplicar los materiales cubrientes (laca, charol, barniz, etc). Su operación es lenta y tediosa, las hay de cinco tipos:

- 1) De Banda
- 2) De Disco
- 3) De Husillo
- 4) De Tambor
- 5) Automático (tipo torno).

#### 2.2.8 Otras Máquinas Herramientas

Tenemos las escopladoras, tupíes, molduradoras y algunas portátiles como sierras radicales, taladros, etc. Son también utilizadas en fábricas y talleres ya sea para diversificar las líneas de producción, a como existen las llamadas máquinas combinadas o de multiusos o simplemente múltiple como el caso del presente trabajo.

### 2.3 Determinación de las Principales Marcas

De acuerdo a las visitas realizadas a diversas casas comerciales tanto nacionales como importadoras, se ha determinado las principales marcas que predominan en el mercado nacional:(Ver apéndice G).

Marca	País
Acerbi	Brasil
Schulz	Brasil
Multi-2000	Brasil
Mazutti	Brasil
Lanfredi	Brasil
Invicta-Delta	Brasil
Samco	Italia
Tatry	Italia
L'invincibile	Italia
SCM	Italia
Inca	Suiza
Panhans	Alemania
Waco	Suecia
Homelite	USA
Belsaw	USA
Dakaert	Bélgica
Peliseti	Argentina
Alcon	Perú
Busch	Perú
Atiq	Perú
Dreri	Perú
Montes	Perú

## 2.4 Procedimiento de Encuesta

Con el objeto de tener una concepción más clara de la demanda y oferta de máquinas herramientas para trabajos en madera, se realizó encuestas a las firmas comerciales, talleres y personas naturales vinculadas a la venta, fabricación de máquinas herramientas o la operación misma de estas máquinas como herramientas de trabajo, con tal intención se confeccionó un formato de consulta preestablecido, pero que en su aplicación misma presentó dificultades por parte del encuestado, las causas fueron diversas, pero mayormente por desconfianza a indicarnos sus precios y otras consultas, ante alguien que no pretendía compra alguna, por lo que otras veces se tubo que simular ser un potencial cliente y hacer las consultas del caso, sin embargo las personas naturales y modestos talleres se mostraron dispuestos a colaborar y brindar sus opiniones, aplicándose el formato consulta a cabalidad.

### 2.4.1 Formato de la Ficha Encuesta

Se confeccionó dos formularios de hojas de consultas, para firmas vendedoras (Formato N° 1) y otra para fabricantes y personas naturales de oficio carpintero (Formato N° 2), se realizaron un total de 26 encuestas a nivel Lima Metropolitana, pero que por el alto centralismo de la Capital, nos puede brindar una idea integral a nivel nacional. Como referencia a continuación se adjunta los dos formatos utilizados como herramienta de encuesta.

FORMATO N° 1

ENCUESTA

MAQUINA HERRAMIENTA PARA MADERA

RAZON SOCIAL DE LA FIRMA: \_\_\_\_\_

DIRECCION: \_\_\_\_\_

REGISTRO INDUSTRIAL/MERCANTIL: \_\_\_\_\_

PREGUNTAS

1.- LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS ¿SON IMPORTADAS O NACIONALES?

\_\_\_\_\_

2.- SI SON IMPORTADAS ¿CUAL ES SU PAIS DE PROCEDENCIA?

3.- SI SON NACIONALES ¿DONDE QUEDA LA FABRICA?

4.- ¿QUE TIPOS DE MAQUINAS HERRAMIENTAS IMPORTADAS/NACIONALES OFERTA?

5.- DE LAS IMPORTADAS/NACIONALES ¿QUE DEMANDA DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS MULTIPLES HAY? ¿PORQUE?

6.- ¿QUE FUNCION REALIZAN LAS MULTIPLES IMPORTADAS/NACIONALES?

7.- ¿QUE PRECIOS TIENEN SUS MAQUINAS INDIVIDUALES/MULTIPLES?

8.- DE LAS NACIONALES ¿QUIEN O QUIENES SON LOS DUEÑOS?

9.- ¿DESDE CUANDO FABRICAN MAQUINA HERRAMIENTA NACIONAL?

---

10.- ¿SOLO VENDE? ¿SOLO FABRICA? O ¿AMBAS COSAS?

---

## FORMATO N° 2

ENCUESTA

## MAQUINAS HERRAMIENTAS PARA TRABAJAR LA MADERA

SUPONIENDO QUE UD. ASPIRA SER EL SR. X QUE DESEA TENER UN TALLER PEQUEÑO DE CARPINTERIA QUE SEA DE SU PROPIEDAD Y DONDE PUEDA TRABAJAR EN FORMA INDEPENDIENTE Y A DEDICACION EXCLUSIVA, PUDIENDO UD. INCLUSIVE - CON UN POCO DE SACRIFICIO SENTIRSE CAPAZ ECONOMICAMENTE DE CONTRATAR - UNO O MAS TRABAJADORES SI FUERA NECESARIO Y NO LE CAUSARAN PERDIDAS ECONOMICAS. ES DECIR UD. ESTA POR SER DUEÑO Y TRABAJADOR DE UNA PEQUEÑA EMPRESA, DONDE PODRIA REALIZAR TRABAJOS DE JUEGO DE SALA, COMEDOR, DORMITORIO Y TAMBIEN PUEDE REALIZAR TRABAJOS VINCULADOS A UNA OBRA CIVIL (PUERIAS, VENTANAS, ZOCALOS, ESCALERAS, ETC.).

PREGUNTAS

- 1.- ¿CUANIAS MAQUINAS HERRAMIENTAS SE COMPRARIA?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 2.- ESCRIBA LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS EN EL ORDEN QUE UD. SE LAS COMPRARIA:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 3.- ¿SABE SI EXISTE ALGUNA MAQUINA HERRAMIENTA MULTIPLE QUE REALIZA TODAS LAS FUNCIONES QUE UD. ESTA DESEANDO COMPRAR POR SEPARADO?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 4.- SI SABE QUE EXISTE ¿SON IMPORTADAS, NACIONALES O AMBAS?

- 5.- SI EXISTIERA EN EL MERCADO UNA MAQUINA HERRAMIENTA MULTIPLE QUE - REALIZA TODAS LAS FUNCIONES QUE UD. NECESITA ¿PREFERIRIA COMPRARSE LA MULTIPLE O LAS INDIVIDUALES? ¿PORQUE?
- 6.- MAQUINAS HERRAMIENTAS MULTIPLES ¿CON QUE FUNCIONES CONOCE?
- 7.- ¿CONOCE TALLERES QUE TRABAJAN CON MAQUINAS HERRAMIENTAS DE OPERACION MULTIPLE? DIGA CUANTOS Y DONDE.
- 8.- LA MAYORIA DE PEQUEÑOS TALLERES QUE UD. CONOCE ¿CON QUE MAQUINAS HERRAMIENTAS TRABAJAN?
- 9.- ¿SABE UD. COMO Y CON QUE MAQUINAS HERRAMIENTAS TRABAJAN EN LOS LUGARES LEJOS DE LA CIUDAD DE LA COSTA, SIERRA Y SELVA?
- 10.- ¿QUE VENTAJAS Y DESVENTAJAS VE UD. EN UNA MAQUINA HERRAMIENTA MULTIPLE?
- 11.- ¿SABE SI EXISTEN MAQUINAS HERRAMIENTAS MULTIPLES NACIONALES? ¿DONDE Y QUE FIRMA? (SI NO SABE EXACTAMENTE LA DIRECCION DIGA UNA REFERENCIA).

12.- ¿SABE SI EXISTEN MAQUINAS HERRAMIENTAS MULTIPLES IMPORTADAS? ¿DONDE Y QUE FIRMA? (SI NO SABE EXACTAMENTE LA DIRECCION DIGA UNA REFERENCIA).

---

---

---

13.- ¿CONOCE UD. UNA MAQUINA HERRAMIENTA MULTIPLE DE FABRICACION NACIONAL QUE TENGA TURNO, SIERRA CIRCULAR, GARLOPA, ESCOPLADORA Y LIJADURA DE DISCO, QUIEN LA FABRICA Y CUAL ES SU DIRECCION?

---

---

---

14.- QUE OPINA UD. DE UNA MAQUINA HERRAMIENTA DE OPERACION MULTIPLE - QUE TENGA IORNO, SIERRA CIRCULAR, GARLOPA, ESCOPLADORA Y LIJADURA DE DISCO DE UN SOLO MOTOR QUE PUEDE SER MONOFASICO O TRIFASICO Y DE FABRICACION NACIONAL.

---

N O M B R E

## 2.5 Talleres Encuestados

Las consultas realizadas con el formato respectivo, se circunscribió específicamente en el área provincial de Lima, que por ser una ciudad cosmopolita nos ha de permitir apreciar la situación aproximada a nivel nacional. Se visitó a talleres y firmas nacionales así como también a firmas importadoras y personas naturales inclusive.

### 2.5.1 Productores Nacionales

Podemos proyectarnos a pensar que el Perú cuenta con pocas empresas dedicadas seriamente a la fabricación de máquinas herramientas para trabajos en madera. Así mismo y no obstante la antigüedad de algunas de ellas, no se aprecia claramente un progreso en su técnica y calidad de su producción, dado que en estos talleres se viene trabajando con maquinaria muy antigua y con diagramas y bosquejos existentes desde hace muchos años, habiendo sido estas, copias o modificaciones de otras máquinas importadas, por lo que a la fecha estas máquinas conservan perfiles geométricos anticuados, situación que permite que los operarios que intervienen en la fabricación de estas máquinas trabajen en forma mecanizada, llevados por las constantes repeticiones de modelos. Dentro del área de Lima se ha encontrado las siguientes empresas productoras de máquinas herramientas para trabajos en madera. (Ver apéndice F).

#### 2.5.1.1 Maquinarias Montes

Es una sociedad establecida en 1972 por acuerdo mutuo de los hermanos José y Jorge Montes. La actividad inicial de la firma estuvo orientada a

ofrecer servicios como taller de mecánica general. A partir del 31 de Enero de 1974 opera con registro de factura por licencia de apertura de establecimiento N° 42781 otorgado por el Concejo Provincial de Lima. En 1950 inició la fabricación de máquinas herramientas de carpintería. La producción fué generalmente sobre pedido y habiendo alcanzado un volumen anual de más de 60 maquinarias.

Su producción se orienta a: Cepilladoras, sierras de cinta y de disco, garlopas y tupíes. En la actualidad se encuentra solo el Sr. Jorge Armando Montes Santome encargado de la Empresa, operando con el registro industrial N° 63405 otorgado por el Ministerio de Industria y Turismo, empezando su producción a partir de 1971 fecha en que se apartó de sus hermanos, dedicándose a la fabricación de máquinas herramientas para carpintería. Su programa de producción anual desde hace 5 años se ha reducido de 30 maquinarias anuales a 6 del presente año.

Produce sierras circulares, ensambladoras, tupíes y otras maquinarias a pedido. La producción es básicamente sostenida por la experiencia del pro-

pietario. Muy poco fabrica maquinarias de operación múltiple en vista que en la actualidad según opinión de su personal, su venta no tiene mucha salida por ser utilizado por pequeños talleres, para quienes la firma no considera en su línea de producción.

#### 2.5.1.2 Atiq

Pertenece a la familia de origen español del Sr. José Muxi, esta empresa Atiq palabra quechua que traducida significa "Que todo lo puede" viene fabricando maquinarias para carpintería, entre otras como mezcladora de concreto; fábrica desde hace 5 años, según información de su personal de trabajadores, quienes laboran en el taller ubicado en la Av. Argentina N° 2530 Lima, Telef. Nro. 520349 lugar donde también realizan su exhibición y venta.

Su producción actualmente se refiere a: máquinas combinadas de dos operaciones, como sierra circular/escopladora y de tres operaciones como garlopa/escopladora/sierra circular, así como máquinas de un solo servicio u operación.

#### 2.5.1.3 Motorex S.A.

Ubicado en la Av. Argentina N° 2989 Lima, Telef. 524746 con sucursal en el Jr. Pachitea N° 148 Lima, Telef. 282591. Su taller de fabricación se

encuentra en la Calle Infantes (Espalda del SENATI). La empresa es de propiedad del Sr. Jaime Antúnez de Mayolo y fabrican maquinarias para carpintería desde hace 7 años. Y desde hace 3 años vienen fabricando una máquina herramienta de operación múltiple la cual es diseño de la EMCO (Austriaca) posteriormente llegaba al Perú como producto importado procedente como producto brasileño. Actualmente se viene fabricando en el Perú con nuestros mismos insumos. La producción de esta firma es como sigue: sierra cinta, sierra circular y garlopa. Su registro industrial pertenece a la Cia. Electra y es el N° 15-12442-C.

#### 2.5.1.4 F. M. Busch S.A.

Ubicado en la Av. Prolongación Arica N° 2420 Chacra Ríos, Lima, telef. 316599. Su taller de fabricación se encuentra en la Av. Juan Agnoli Nro. 1017.

Su producción actual es garlopas, taladros de columna, sierras circulares, sierras cintas, tupíes tornos, normalmente no fabrican maquinarias combinadas salvo la sierra escopladora, cuando es solicitada su fabricación por el cliente. La empresa no dió información sobre su registro industrial.

#### 2.5.1.5 Fabricaciones Electromecánicas J. Huerta

Ubicada en la Av. La Marina 3279 - San Miguel, - telef. 516324, en esta dirección se exhibe, se vende y fabrica maquinarias para carpintería así como otros productos ajenos a la carpintería.

La Cia. desde hace 4 años se viene dedicando a la fabricación de estas maquinarias. El propietario es el Sr. Manuel Huerta Chaw quien cuenta con diversas tiendas de distribución.

#### 2.5.1.6 Alcon S.R.Ltda

Ubicada en la Av. Augusto Durand 2837 - San Luis telef. 320319, fabrica maquinaria para carpintería, entre otros tipos de máquinas, como sierra para carne, moladora de carne, cortadora de pollo, cortadora de embutidos, vitrina y conservadora de alimento. Tiene de acuerdo a información de sus trabajadores, seis años como fabricante; el producto fabricado presenta una buena calidad de acabado, en comparación a las otras de fabricación nacional, utiliza fundición para la mesa de la garlopa, no fabrican máquinas de operación múltiple, sólo en caso de pedidos; cuenta a la fecha con tres operarios. Los propietarios de la firma pertenecen a la familia Gonzales.

#### 2.5.1.7 Dreri

Ubicado en la Av. El Naranjal N° 158, Km 7 de la Av. Tupac Amaru. No vende ni fábrica máquina herramienta de operación múltiple, salvo en caso de pedidos; su fabricación se orienta a clientes de grandes talleres de carpintería y su fábrica está ubicada en la Av. Los Heroes N° 195 San Juan de Miraflores. Esta firma tiene trece años como empresa fabricante.

#### 2.5.1.8 Otras Firmas

Dentro del área de la provincia de Lima, existen otros fabricantes de maquinarias que en su mayoría brindan un producto de muy baja calidad en su fabricación misma; podemos citar:

- Electromecánica Industrial Maguiña Av. Grau Nro 1068, telef. 312378, La Victoria.
- Taller de Mecánica Carlos Cerdán Asencio, Av. - Nicolás Ayllón 1155 - Yerbateros.
- Edipesa Jr. Carabaya 1085 - Lima, telef. 277115
- Máquinas y Motores, Av. Grau 1212 - Lima.

#### 2.5.2 Importaciones

Detallaremos las principales casas comerciales que importan maquinarias herramientas para carpintería. Esto nos da una idea general de la importancia de las importaciones de estas máquinas en el país a fin de satisfacer una demanda que se ve reducida en los últimos años. Así mismo nos indicará el grado de dependencias tecnológica en que nos encontramos, entre las casas importadoras más importantes

tenemos: (Ver apéndice F).

#### 2.5.2.1 Maderotécnica S.A.

Ubicado en la Av. República de Panamá Nro. 1665, la Casa Comercial importa una variedad de maquinaria para trabajar la madera, las hay italianas y brasileñas. La exhibición y venta es en esta misma dirección pudiéndose importar cualquiera de ellas a pedido del cliente y según catálogo. Las marcas en venta son: "Invicta-Delta" las brasileñas y "Samco" las de procedencia italiana.

#### 2.5.2.2 Progesa

Ubicado en la Av. Oscar R. Benavides Nro. 1982, - telef. 518710. La casa comercial vende maquinaria importada de procedencia brasilera de marcas "Schulz" y "Mazutti", así como también la marca "Alcon" de fabricación nacional pero a menor escala. La exhibición y venta se realiza en esta misma dirección.

#### 2.5.2.3 S.A. de Establecimientos Sudamericano Gratry

Ubicado en la Av. Nicolás Arriola Nro. 433, La Victoria, telef. 728682 es una casa importadora - en proceso de desaparición por lo que viene dedicándose al comercio de productos nacionales ajenos a las maquinarias para carpintería; no obstante tiene en exhibición y venta en este mismo lugar maquinaria para carpintería de la marca "Inca" de procedencia Suiza. Muestra a la fecha una maquinaria combinada de sierra circular/escopladora

/lijadora.

2.5.2.4 Maquinaria y Herramienta de Corte S.A.- Mahesa

Ubicado en la Av. Venezuela Nro 1473 Breña, telef 323301, exhibición y venta en esta misma dirección, importaciones de procedencia Suiza y Americana (E.U.N.A.).

2.5.2.5 Ferro Andino S.A.

Ubicado en el Jr. Cárcamo Nro. 508 Lima, telef. - 233124, vende maquinaria para carpintería entre - otros de procedencia portuguesa. Exhibición y venta en esta misma dirección.

Además de estas casas existen otras ubicables en guias y catálogos de:

- Directorio Comercial CONACO
- Guia de Proveedores
- Páginas Amarillas CPTSA
- Directorio Industrial del Perú
- Guia Verde.

2.6 Cuadro Resumen de Encuestas

En base a las consultas realizadas a las diversas personas naturales y firmas comerciales vinculadas a la producción y/o ventas de máquinas herramientas para madera, según los formatos referidos - en el Cap. II, 2.4; se han elaborado los cuadros resumen, según - las Fig. 2.1, 2.2 y 2.3 que a continuación se exponen:

UNIVERSO: 10

PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACION
TIENEN DE 1 A 5 AÑOS FABRICANDO	5	
TIENEN DE 5 A 10 AÑOS FABRICANDO	2	
TIENEN DE 10 A 15 AÑOS FABRICANDO	2	
FABRICAN MAQ. HERRAM. MULTIPLE, SOLO A PEDIDO	9	NO ES MUY SOLICITADA
PREFIEREN FABRICAR MAQ. HERRAM. INDIVIDUAL	10	PARA TALLERES GRANDES
PRESENTAN UNA BUENA CALIDAD DE PRODUCCION	2	
TIENEN REGISTRO INDUSTRIAL	2	EL RESTO NO TENIA O NO LO QUISO INFORMAR
TIENEN INFRAESTRUCTURA	2	
TIENEN MAS DE 15 AÑOS FABRICANDO	1	
DE CUANTAS OPERACIONES SON LAS MAQ. HERRAM. MULTIPLES	2 A 3	

FIG. 2.1 - CUADRO RESUMEN DE ENCUESTA PRODUCCION NACIONAL

UNIVERSO : 5

PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACION
IMPORTA MAQUINAS HERRAM. MAS INDIVID. QUE MULTIPLES	5	
¿QUE TIPO DE MAQUINA HERRAM. TIENE MAS DEMANDA	LAS INDIVIDUALES	
¿PARA QUIENES SE VENDEN LAS MAQ. HERRAM. MULTIPLES?	PEQUEÑOS ARTESANOS HOBISTAS	
HASTA CUANTAS OPERACIONES REALIZAN LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS MULTIPLES.	8	INCLUSIVE DE OPERACION PROGRAMABLE

FIG. 2.2 - CUADRO RESUMEN DE ENCUESTA - IMPORTADORES

UNIVERSO: 11

PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACION
¿CUANTAS MAQUINAS HERRAMIENTAS COMPRARIA?	4	
PREFIEREN INDIVIDUAL, CIRCULAR/GARLOPA/ESCOPLO/TORNO	11/11/6/6	LA MENOS PREFERIDA ES LA LIJADORA DE BANDA.
SABEN QUE EXISTEN MULTIPLES	7	
SABEN QUE LAS MULTIPLES SON SOLO IMPORTADAS	11	4 OPINAN QUE NO SABEN SI HAY NACIO NALES.
PREFIEREN MAQUINAS HERRAMIENTAS MULTIPLES	4	7 PREFIEREN INDIVIDUAL
NO CONOCEN TALLERES CON MAQ. HERRAM. MULTIPLES	7	
NO SABEN COMO FUNCIONAN LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS EN LUGARES ALEJADOS DEL PAIS	9.	
QUE LAS MAQ. HERRAM. MULTIPLES TIENEN LA VENTAJA DE OCUPAR POCO ESPACIO Y TRANSPORTABLE	8	
QUE LAS MAQ. HERRAM. MULTIPLES TIENEN LA DESVENTAJA DE SER INSEGURAS E INCOMODAS	3	
NO CONOCEN MAQ. HERRAM. NACIONAL DE OPERACION MULTIPLE CON GARLOPA/SIERRA/LIJADORA/ESCOPLO/TORNO	11	
OPINAN A FAVOR DE UNA MAQUINA HERRAMIENTA MULTIPLE DE FABRICACION NACIONAL	5	

FIG. 2.3 - CUADRO RESUMEN PERSONAS NATURALES

### 2.6.1 Comentario

Cabe mencionar que esta encuesta tiene un carácter superficial en vista de la poca participación del encuestado, pero sin ser esto el fin del presente estudio, se considera suficiente para alcanzar algunas interpretaciones necesarias para justificar el diseño de la máquina herramienta en cuestión.

## 2.7 Interpretaciones y Observaciones

De las Fig. 2.1, 2.2 y 2.3 podemos extraer las siguientes deducciones:

- 2.7.1 Se piensa, por lo general que no existe fabricación nacional de máquina herramienta de operación múltiple.
- 2.7.2 Que existe una firma (Cia. Montes) que tiene más de 15 años como fabricante de máquina herramienta tanto de operación individual como múltiple; pero carecen de difusión de su producto.
- 2.7.3 El 80% de fabricantes nacionales probablemente esten en condición de informal.
- 2.7.4 No se observó sello de control de calidad por parte del IINIEC.
- 2.7.5 Existe una demanda permanente de máquinas herramientas en general, pero que a la fecha se ve disminuida por el bajo poder adquisitivo de nuestra moneda.
- 2.7.6 Las máquinas herramientas de operación múltiple son preferidas por pequeños talleres y hobistas.

- 2.7.7 Aceptan en un 50% aproximadamente el diseño de la presente máquina herramienta de operación múltiple el cual se puede ver incrementado con una adecuada política de propaganda, incentivo al pequeño empresario y cambio de concepto que se tiene sobre un producto nacional.
- 2.7.8 De las fabricaciones nacionales, existen máquinas herramientas de operación múltiple hasta de 3 funciones como máximo.
- 2.7.9 De las fabricaciones extranjeras, en el mercado nacional, existen máquinas herramientas de operación múltiple hasta de 8 funciones y de operación muy sofisticada.
- 2.7.10 Existen muy pocos talleres nacionales con buena infraestructura y por lo tanto de un producto de buena calidad.

## Capítulo 3

### REQUISITOS DE DISEÑO DE LA MAQUINA HERRAMIENTA - HIPOTESIS

#### 3.1 Introducción

La importación de máquinas herramientas para trabajar la madera en los últimos lustros, no ha escapado a las diversas dificultades ocasionadas por una inadecuada política de Comercio Exterior, incrementando de esta manera su escasez y su costo de adquisición de estas maquinarias. Así mismo y por lo antedicho la comprobada marcada dependencia tecnológica de estos tipos de maquinaria con otros países, se ve agravada en el Perú por la falta de una fabricación seria de máquinas herramientas para trabajar la madera, siendo además de producción escasa y de una técnica limitada, productos más que nada de un trabajo empírico.

El Perú a través de muchos años y por su geografía boscosa ha demostrado tener la mano de obra artesanal y calificada, así como una variadísima calidad de madera, ambas en cantidades estimables todo esto nos induce a pensar que existe una necesidad humana ansiosa de satisfacer y desarrollar.

En consecuencia el presente trabajo pretende ofrecer una alternativa de solución con un nuevo diseño de máquina herramienta de operación múltiple, de fabricación nacional, acorde a nuestra realidad socio-económica, con características generales de ser más asequible su adquisición por su bajo costo comparativamente a las importadas, ser de 5 operaciones, ser de fabricación en casi su totalidad con insumos nacionales, ser de diseño sencillo y de una calidad mediana en comparación a las importadas.

No obstante lo mencionado, en el Perú se ofrecen a la fecha diversidad de maquinaria para carpintería, desde un diseño sencillo hasta las muy sofisticadas de operación digital. Sin embargo la presente máquina de acuerdo a sus requisitos básicos la hacen más ajustada a nuestra realidad nacional.

Tomando en cuenta lo mencionado así como las conclusiones previas de las encuestas realizadas según el capítulo 2 del presente estudio; podemos fijar los requisitos básicos - hipótesis de diseño - que debe cumplir la máquina herramienta para que pueda ajustarse a la realidad técnica y económica de nuestro artesano dedicado al trabajo de madera.

### 3.2 Requisitos Básicos de Diseño - Hipótesis

Las características principales que debe reunir la máquina herramienta del presente trabajo, deberá ajustarse a las siguientes

hipótesis y/o requisitos básicos.

- 3.2.1 Económica.- Objetivo primordial que deberá cumplir en comparación a las máquinas herramientas de producción nacional e importadas.
- 3.2.2 Versátil.- Deberá ofrecer servicio múltiple más no servicio simultáneo en ninguna circunstancia, lo cual atentaría contra la comodidad y seguridad del operador, así como contra la eficiencia, calidad del trabajo y potencia del motor.
- 3.2.3 Ensamble.- Deberá ser de fácil montaje y desmontaje con accesorios intercambiables y de fácil suministro en el mercado nacional'
- 3.2.4 Transporte.- Por su volumen y peso deberá ser de fácil traslado hasta el lugar que sea requerido.
- 3.2.5 Un Solo Motor.- Con posibilidad de invertir su giro de acuerdo a la necesidad, sea monofásico o trifásico.
- 3.2.6 Manejo Sencillo y Ruido Permisible.- Deberá ser de fácil operación y de ruido tolerable al oído humano.
- 3.2.7 La máquina herramienta de uso múltiple debe ser construida en lo posible con insumos de la industria nacional a excepción de accesorios standards que podrían ser importadas y que no existieran como fabricación nacional.
- 3.2.8 Es propósito del presente estudio no hacer del diseño de la presente máquina un producto de acabado tecnológico competitivo de las máquinas importadas, sin embargo la modestia de su apariencia es compensada con la potencial utilidad que le puede ofrecer a nuestro artesano.

3.2.9 Los servicios múltiples que debe prestar son los siguientes:

- a) Sierra circular
- b) Garlopa
- c) Escopladora
- d) Torno
- e) Lijadora de disco.

3.2.10 El diseño de la máquina herramienta no ha de considerar los efectos de vibración sobre la máquina, en vista que se estima que su magnitud no ha de originar ruido censurable, deformaciones de gran amplitud, altas tensiones y que posteriormente puedan ocasionar un fallo por fatiga demasiado pronto.

3.2.11 El diseño no ha de considerar los efectos de la temperatura sobre la estructura de la máquina herramienta. El módulo de elasticidad  $E$ , se ha establecido experimentalmente que varía muy poco cuando se trata de un calentamiento moderado, que en el caso del acero ocurre con temperaturas del orden del 300 a 400°C. (1).

(1) V.I. Feodosiev, Resistencia de Materiales, imp. en la URSS, Ed. MIR, 1972, pag. 37.

## Capítulo 4

### ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL ESQUEMA BASICO

#### 4.1 Introducción

Para llegar al esquema final de la presente máquina herramienta de operación múltiple para madera se ha tenido que ir tomando decisiones luego de evaluar los pro y contra de las alternativas de solución, ante un problema determinado. Esta decisión en la mayoría de los casos, ha tenido que ser tomada en base a casos y experiencias anteriores, encontradas muchas de ellas en la encuesta o consultas realizadas, como se indica en el capítulo 2.

Cuidando de respetar las características básicas que debe reunir la máquina herramienta y los requisitos de diseño, se ha tenido que tomar en cuenta el estudio del movimiento del operario frente a la máquina, la facilidad de mantenimiento, montaje y desmontaje, el número y tipo de motor, el número de servicios que debe ofrecer la máquina herramienta y que todas éstas consideraciones estén orientadas hacia una ventaja económica sin sacrificar la calidad de la máquina herramienta.

## 4.2 Alternativas

Las alternativas que presentaremos para realizar el estudio del esquema básico de la máquina herramienta de operación múltiple, se refieren a cuatro consideraciones importantes.

- a) Posicionales
- b) Ubicación geográfica de la máquina
- c) Número de servicios
- d) Número de fuentes de energía.

### 4.2.1 Alternativas Posicionales

El propósito del estudio del movimiento es hacer más fácil el rendimiento del trabajo y volver éste más productivo al mejorar los movimientos manuales. La diferencia más obvia entre los análisis del proceso y del movimiento es el alcance del estudio; los estudios del movimiento se orientan hacia los movimientos corporales de un individuo. En un diagrama del proceso del operador cada círculo es un área potencial para la economía del movimiento. La rutina de investigación, las técnicas y la actitud conveniente para un estudio del movimiento son semejantes a las que corresponden a un análisis del proceso. Se selecciona para su estudio un problema apropiado, se observa el método actual de trabajo y la investigación creadora de la operación busca un mejor método. La fase clave es la detección de movimientos desperdiciados. Asimismo el estudio de tiempos es el compañero obvio del estudio de movimientos. La prueba de un método mejorado se confirma por una reducción del tiempo. El objetivo del estudio de tiempos es determinar el tiempo fijo para una operación - el tiempo que requiere

un operador calificado y debidamente entrenado para ejecutar la operación por medio de un método específico mientras trabaja a un ritmo normal. Esta definición establece la rutina para los estudios de tiempos. La fase inicial de un estudio de tiempos es la obtención de una familiaridad creciente y un conocimiento de la operación, el equipo y las condiciones de trabajo. En el presente caso las alternativas que se derivan del ordenamiento correcto que debe existir entre el operario, la máquina herramienta y su producción, dentro de la comodidad y seguridad física que debe tener el operador para un eficiente trabajo y por ende buena calidad en el producto trabajado.

Las posiciones son determinadas por:

- a) La forma correcta de utilizar la máquina herramienta o método de trabajo.
- b) Ahorro de tiempo en los desplazamientos del operario.
- c) El flujo de producción, es decir según la secuencia lógica de producción.

Dentro de las alternativas posicionales hemos escogido las principales, que se muestran en los esquemas siguientes, teniendo como modelo básico el esquema de una vista de planta de la máquina herramienta de operación múltiple que a continuación se muestra.

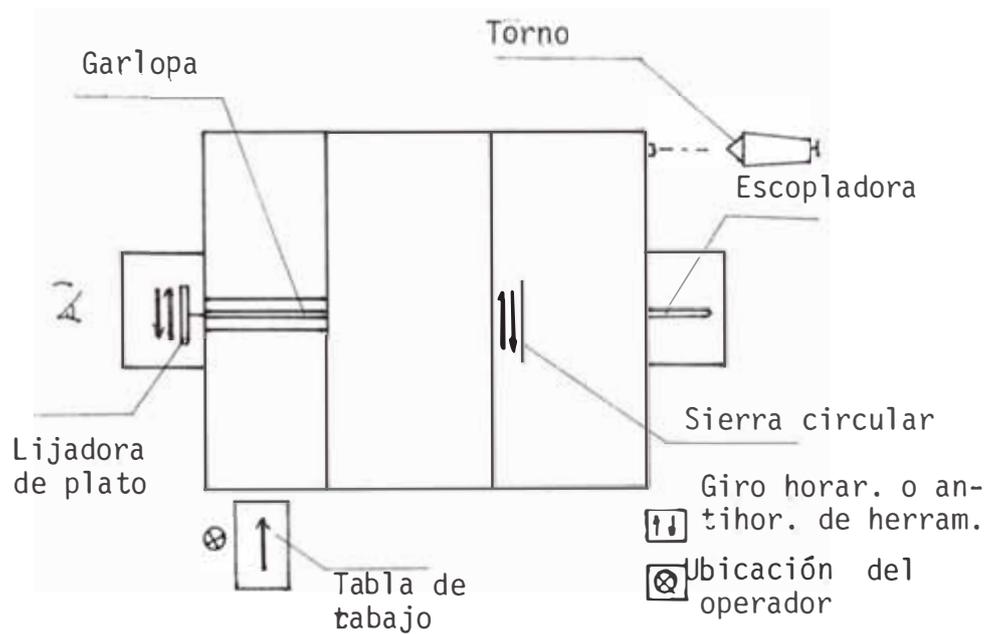


FIG. 4.1 ESQUEMA GENERAL DE LA MAQUINA HERRAMIENTA

En consecuencia debemos tomar en cuenta para la utilización correcta de cada operación las siguientes condiciones:

Condición 1.- Para que exista corte, el sentido del desplazamiento de la tabla debe ser contrario al sentido de giro de la garlopa, sierra circular y en el caso del torno la herramienta de corte (Gubia) en sentido contrario al giro de la pieza a tornear.

Condición 2.- La posición del operario frente a la garlopa y sierra circular deberá ser la que sea más cómoda al tomar la madera con sus manos y desplazarla hacia la herramienta de corte. Normalmente la posición cómoda es tomar y colocar la madera hacia el lado derecho de uno y con la mano izquierda adelante, apoyando y guiando la madera ha-

cia la herramienta de corte y la mano derecha atraz, ayudando a la función de la mano izquierda, además de mantener el nivel de la madera al raz de la mesa y poder así, el operario recorrer conjuntamente con la madera durante el mismo proceso de corte.

#### Alternativa Nro 1

Es la consideración más desfavorable que mostraremos y se indica en la fig 4.2 con las indicaciones de movimiento y ubicación inicial de la madera, es decir giro de garlopa y sierra en sentido horario.

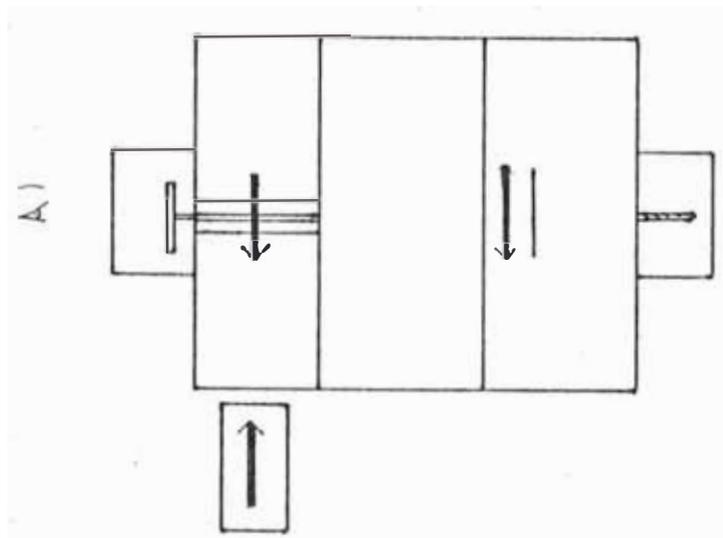


FIG. 4.2 ESQUEMA GIRO HORARIO GARLOPA Y SIERRA CIRCULAR

### Comentario

Se inicia la presente alternativa, con la madera a trabajar frente a la garlopa, que es la operación que normalmente antecede al aserrado. De acuerdo a la condición 1, los sentidos de desplazamiento de la madera y del giro, son correctos, según se aprecia en el esquema inicial de la presente alternativa, fig 4.2 , ahora debemos escoger la ubicación correcta del operario, al lado derecho de la madera o al lado izquierdo de la misma como lo indican las fig 4.3 y fig 4.4 respectivamente. La posición "B" del operador de la fig 4.3, no es la más cómoda como lo explica la condición 2, haciendo difícil la manipulación de la madera para iniciar el trabajo con la garlopa, así mismo impide seguir a la madera en el mismo proceso de corte, por tener la mesa de la máquina en su paso: La posición "A" del operador de la fig 4.4, es la más adecuada, cumple con la condición 1 y condición 2, tomando en cuenta que la mesa y la herramienta misma correspondiente a la escopladora es factible de ser retirada del camino, de esta manera el operario puede bordear la mesa durante el proceso de corte mismo sin dificultad. Si el operador requiere reposar su madero, tendrá que reubicarse con la madera, en la posición "A". Si a continuación este operario requiere aserrar su madera, deberá ubicarse frente a la sierra circular, cargando la madera y proceder a ubicarse enfrentando correctamente al giro de esta, según se puede observar en la fig 4.5, provocando como se puede apreciar pérdida de tiempo en el traslado e incomodidad al operario, como -

se puede deducir de la posición "C" de la fig 4.6, en la que el operario no obstante cumplir la condición 1, ve impedido su paso por la presencia de la mesa misma de la máquina; en esta misma fig 4.6, la posición "D" del operario, si bien cumple con la condición 1, del giro y desplazamiento correcto, no cumple con la condición 2, lo que le da incomodidad de manipuleo durante el trabajo de corte; haciendo en líneas generales que la presente alternativa no sea conveniente.

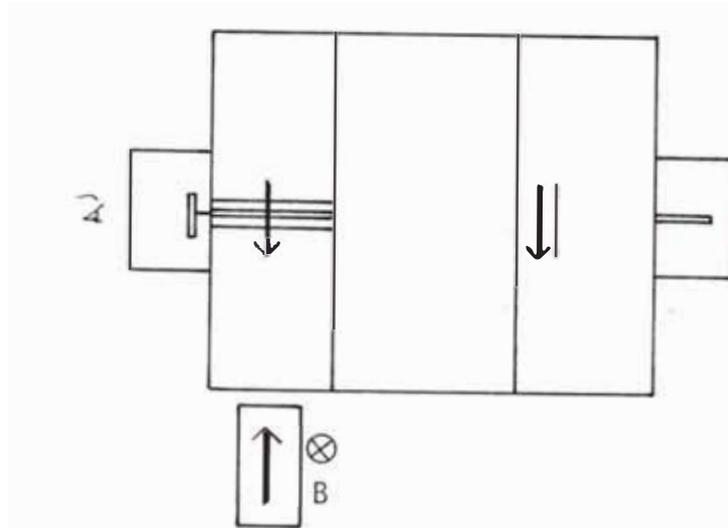


FIG. 4.3 ESQUEMA UBICACION DE OPERADOR FRENTE A LA GARLOPA

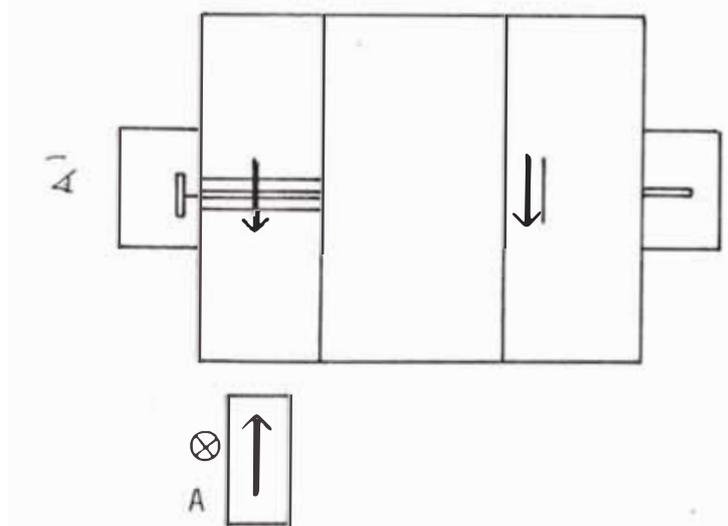


FIG. 4.4 ESQUEMA, UBICACION DE OPERADOR FRENTE A LA GARLOPA

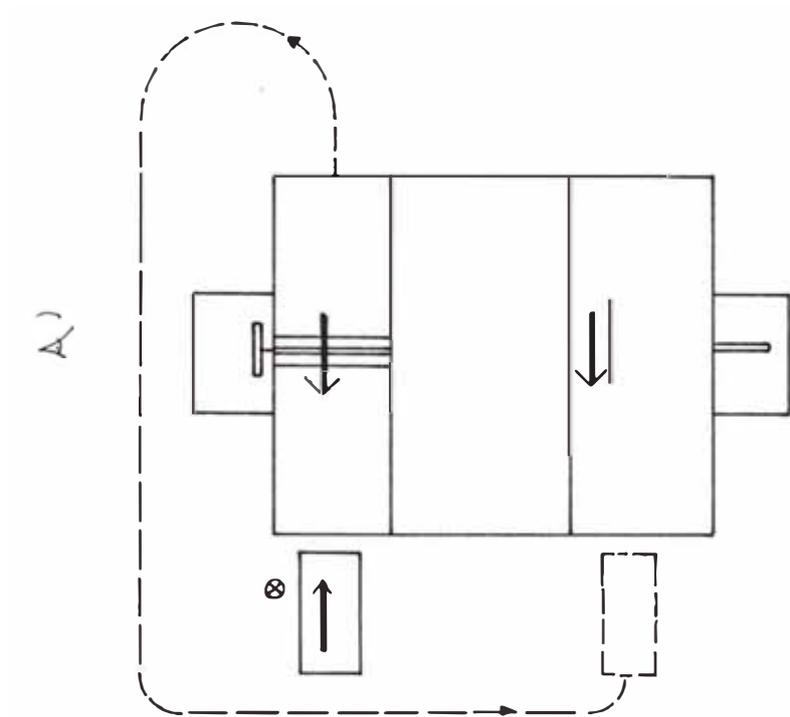


FIG. 4.5 ESQUEMA DESPLAZAMIENTO DE OPERADOR DE GARLOPA A SIERRA CIRCULAR

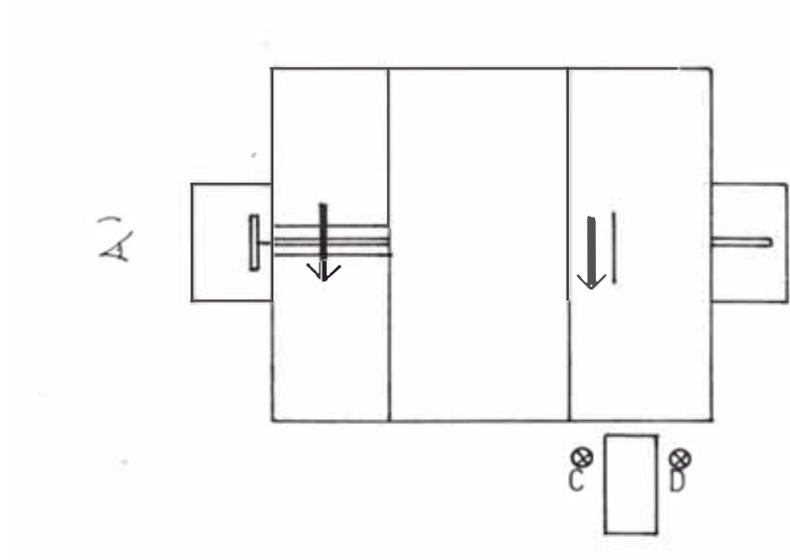


FIG. 4.6 ESQUEMA, UBICACION DE OPERADOR FRENTE A SIERRA CIRCULAR

### Resumen

- a) La ubicación del operario en la posición A es correcta y de acuerdo a la condición 1 y condición 2.
- b) La ubicación del operario en la posición B es incorrecta y de acuerdo sólo con la condición 1 y no con la condición 2.
- c) La ubicación del operario en la posición C es incorrecta y de acuerdo sólo con la condición 1 y no con la condición 2.
- d) La ubicación del operario en la posición D es incorrecta y de acuerdo sólo con la condición 1 y no con la condición 2.

### Recomendaciones

Descartar la presente alternativa.

### Alternativa Nro 2

Es la alternativa que pretende ser más favorable que la anterior, rescatando las consideraciones positivas que tiene ésta. Su esquema se presenta en la fig 4.7, con las indicaciones de movimiento, ubicación inicial de la madera así como la ubicación del operario. Es decir: Garlopa con giro en sentido horario y sierra circular en sentido antihorario.

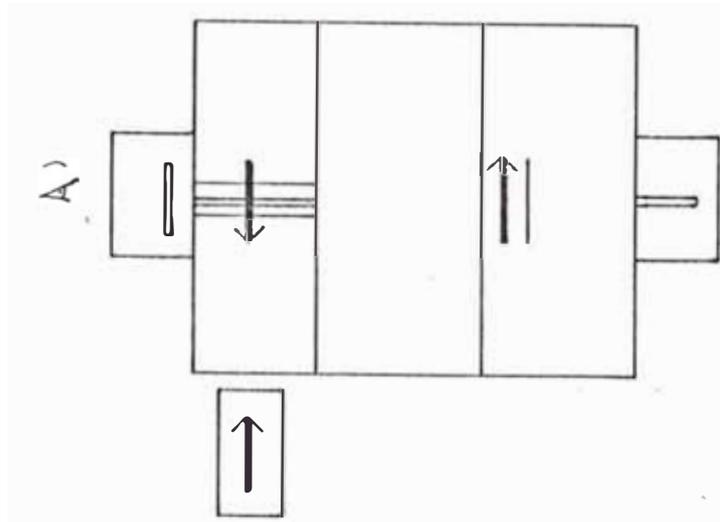


FIG. 4.7 ESQUEMA GARLOPA GIRO HORARIO, SIERRA CIRCULAR GIRO ANTIHORARIO

#### Comentario

Aquí, el operario frente a la garlopa se encuentra ubicado y listo para trabajar correctamente como se explicó en la alternativa N° 1 y como se aprecia en la fig 4.6, en este caso el traslado para ubicarse frente a la sierra circular no necesariamente será cargando la madera porque tiene el apoyo de la mesa misma y el tiempo utilizado es mínimo haciendo de ésto una secuencia lógica como se puede apreciar en la fig 4.7; ubicado el operador frente a la sierra circular tendrá que escogerse entre la posición E ó F (fig 4.9 y fig 4.10 respectivamente) no obstante que ambas enfrentan correctamente al giro de la sierra circular, pero la posición E según la condición 2, es incómoda para manipular la madera e imposibilita recorrer al operario conjun

tamente con la tabla en el proceso mismo de corte, por tener en su paso la mesa misma. La ubicación del operario en la posición F cumple con lo señalado en la condición 1 y la condición 2, por cierto que la ubicación de la escopladora y su mesita podrá dificultar durante el recorrido del operario en esta posición, por lo que tendrá que ser retirado cuando se quiera aserrar ocasionando pérdida de tiempo, asimismo en vista que la mayoría de escoplos los más comerciales son de giro horario, no obstante que existen los de giro antihorario (que son más escasos) y dado que tanto el escoplo y la sierra circular están montados en el mismo eje por tanto sujetos al mismo sentido de giro en este caso antihorario, se prefiere cambiar la ubicación de la escopladora con la lijadora de disco quien no obstruye el paso del operador de la posición F y es indiferente su giro para poder trabajar, teniendo la precaución de protegerla bajo una funda protectora cuando el operador requiera transitar junto a ella, asimismo su mesita es factible de ser retirada esto evitará montar y desmontar la herramienta. Realizado este cambio la escopladora deberá trabajar junto a la garlopa. Superada esta dificultad; se presenta ahora, comentar la ubicación del torno.

El torno por ser una herramienta que requiere de la habilidad valga la redundancia, de un tornero, dado que no todos los carpinteros son torneros, por lo que cuando se re

quiera utilizar esta herramienta, es necesario el cambio probable de operario, salvo que el carpintero también sepa dominar la herramienta del torno, lo cual también es posible; la utilización de esta herramienta normalmente implica mayor tiempo de trabajo, paciencia y habilidad del operador, además de que su operación siempre es posterior al trabajo en la garlopa y la sierra circular, motivos estos que hacen que el torno del presente trabajo sea desmontable e instalado para trabajar cuando sólo sea necesario o requerido. De todos modos frente al presente esquema se hace necesario fijar su ubicación. Del esquema fig 4.11 la ubicación del operador en la posición G cuenta con espacio libre suficiente y enfrente correctamente al giro del torno si por fajas abiertas transmitimos el movimiento de la sierra circular, pero se encuentra el operador en una posición incómoda para maniobrar el torno, (tiene que manipular con la mano izquierda el cabezal móvil o contra punta, que normalmente el operador lo hace con más comodidad con la mano derecha). Respecto a la ubicación del operador en la posición "H" se descarta por no enfrente correctamente al giro del torno, no obstante que este giro se puede invertir, también un factor en contra es el espacio de trabajo, no obstante de encontrarse en la posición correcta para maniobrar el torno. También es posible considerar la ubicación del torno en el mismo eje de la sierra circular, desmontando primero la lijadora de disco e instalando el chuc correspondiente a la punta del torno y ubicando al operador en la

posición "H" que se indica en la fig 4.11; en este caso será indispensable invertir el giro para justificar la mejor ubicación del operador.

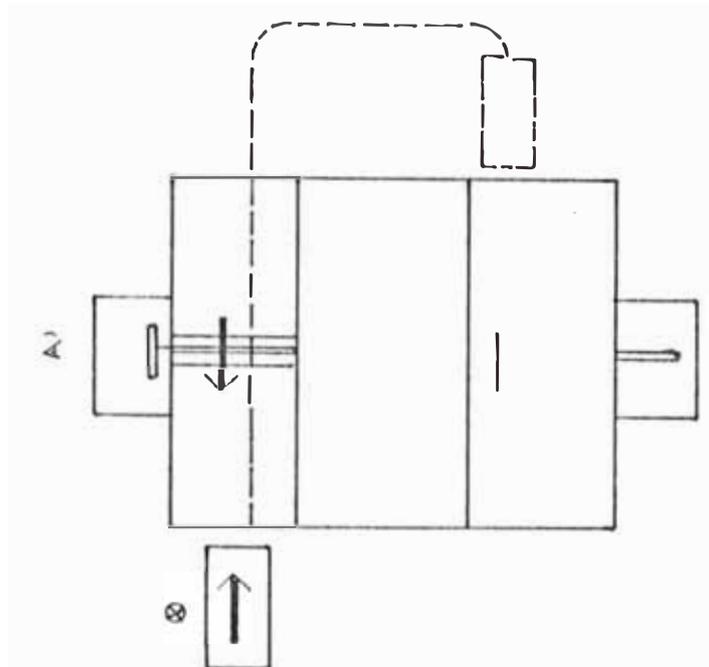


FIG. 4.8 ESQUEMA, DESPLAZAMIENTO OPTIMO GARLOPA A SIERRA CIRCULAR

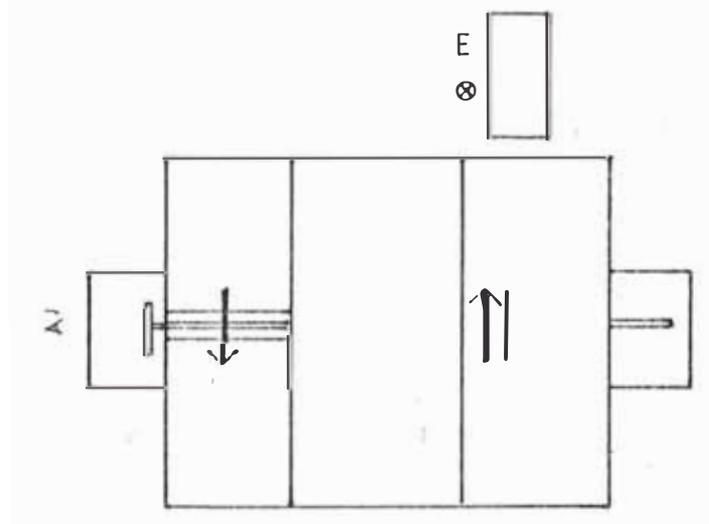


FIG. 4.9 ESQUEMA UBICACION DE OPERADOR FRENTE A SIERRA CIRCULAR

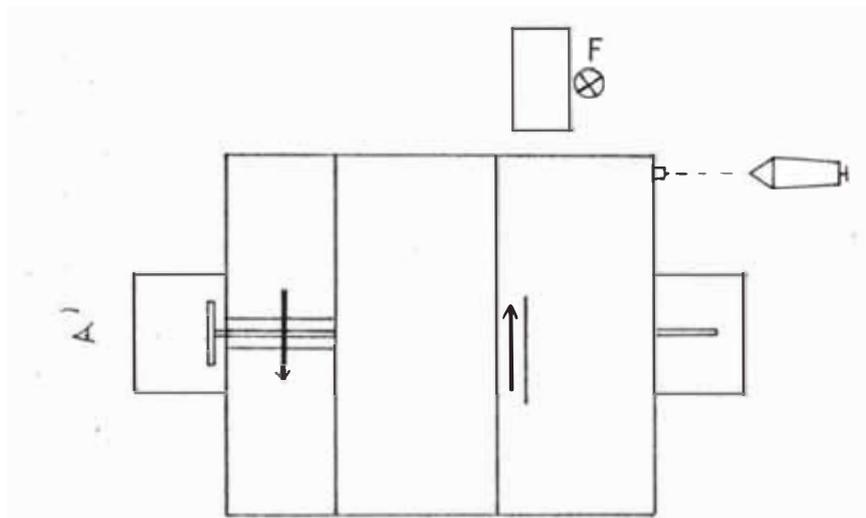


FIG. 4.10 ESQUEMA OPERADOR FRENTE A SIERRA CIRCULAR

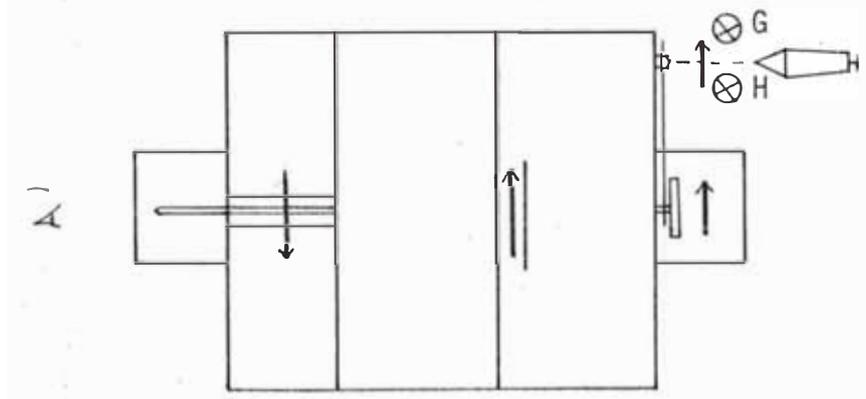


FIG. 4.11 ESQUEMA OPERADOR FRENTE AL TORNO

### Resumen

- a) Ubicación del operario en la posición "A" es correcta y de acuerdo a la condición 1 y condición 2.
- b) Ubicación del operario en la posición "E" es incorrecta esta de acuerdo con la condición 1 y no con la condición 2.
- c) Ubicación del operario en la posición "F" es correcta y de acuerdo a la condición 1 y condición 2 con la salvedad de cambiar la ubicación de la escopladora por la lijadora de disco.
- d) El torno se instalará sólo cuando será utilizado.
- e) La ubicación del operario en la posición "G" es incorrecta cumple con la condición 1, sin embargo el operario no puede maniobrar el cabezal móvil con la mano correcta.
- f) La ubicación del operario en la posición "H" es incorrecta no cumple con la condición 1, aparte de poderse invertir el giro, sin embargo no cuenta con el espacio libre necesario.

### Recomendación

Cambiar la ubicación del torno e invertir el giro del motor para la utilización de esta herramienta y cambiar la ubicación de la escopladora por la lijadora de disco con su funda protectora.

### Alternativa Nro 3

En la presente consideración, se pretende mejorar las dos alternativas anteriores, rescatando las posibilidades positivas que presentaron dichas alternativas; es decir: Giro horario de la garlopa, giro antihorario de la sierra circular, cambio de la ubicación de la escopladora por la lijadora disco, ubicación del torno en la línea del eje - sierra circular - lijadora con eventual giro horario, así mismo ubicación del operador al lado izquierdo de la madera, según se muestra en el esquema correspondiente a la presente alternativa, fig 4.12.

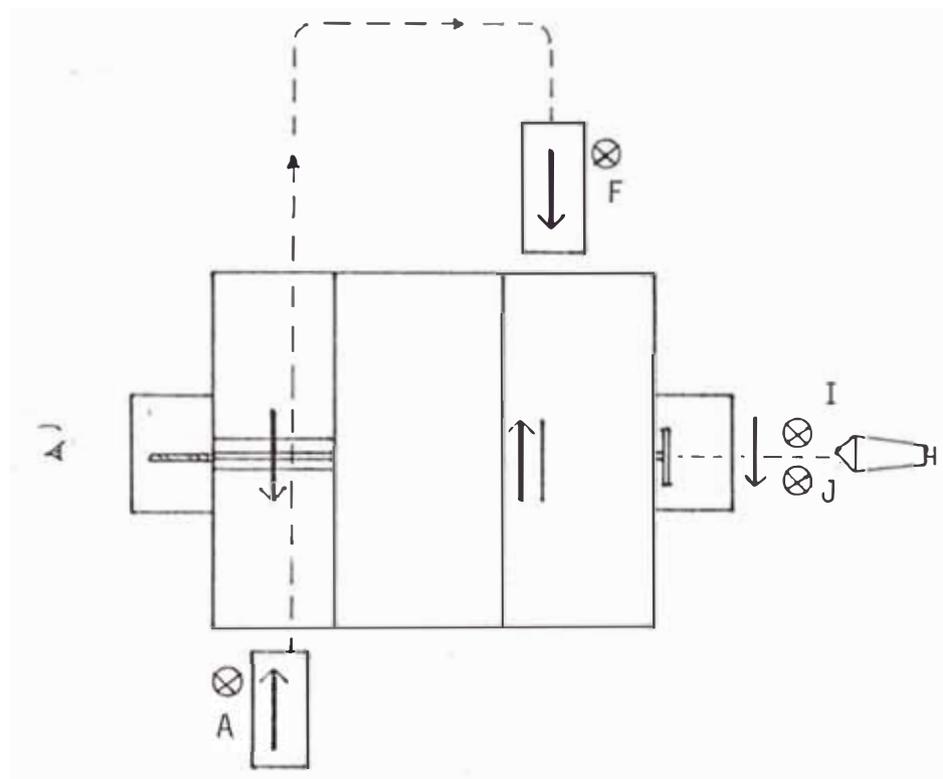


FIG. 4.12 ESQUEMA OPTIMO DE UBICACION DEL OPERADOR

### Comentario

Esta alternativa mejora las inconveniencias presentadas en las dos alternativas anteriores, colocando en el presente esquema las posiciones correctas de los operarios en las posiciones "A" y "F" según muestra la fig 4.12. La nueva ubicación del torno, hace que la ubicación del operario en la posición "I" cumpla con la condición 1, pero no cuenta con el espacio libre necesario, ni facilidad de maniobrar el cabezal móvil con la mano correcta. La ubicación del operario en la posición "J" del operario, es incorrecta frente al giro del torno, pero tiene a favor de tener mayor espacio y encontrarse en una posición de comodidad para maniobrar esta herramienta es decir, poder manipular el cabezal móvil con la mano derecha que es la adecuada. La inconveniencia del giro del torno se puede resolver invirtiendo el giro con la inversión del giro del motor, obteniéndose así, el giro correcto y haciendo la posición "J" la más conveniente.

Se descarta la ubicación del torno al lado de la garlopa - por tener más dificultades para el montaje e instalación - en vista que esta herramienta requiere de mesas que sean móviles.

### Resumen

- a) Ubicación del operario en la posición "A" es correcta, cumple con la condición 1 y condición 2.
- b) Ubicación del operario en la posición "F" es correcta, cumple con la condición 1 y condición 2.
- c) Ubicación del operario en la posición "J" es correcta, con la condición de invertir el giro del torno, por medio de la inversión del giro del motor.

### Recomendación

Es la alternativa conveniente y la posición del operario frente a la esopladora y lijadora de disco se obvia por tener éste posiciones únicas.

#### 4.2.2 Ubicación Geográfica de la Máquina Herramienta

La máquina herramienta de operación múltiple del presente trabajo, deberá estar en condiciones de trabajar en lugares donde exista corriente eléctrica trifásica como en lugares apartados de la ciudad y zonas urbanas donde solo existan corriente eléctrica monofásica, esto permitirá descentralizar la utilidad de esta máquina de zonas, es trictamente industriales donde es usual la corriente eléctrica trifásica, en la eventualidad de requerirse de un grupo electrógeno en zonas y poblados muy alejados, ésta máquina podrá ser útil previa selección, aquí como otros casos, que el motor sea monofásico o trifásico según las

circunstancias o zona geográfica donde va a trabajar.

#### 4.2.3 Número de Servicios

De acuerdo a las consultas realizadas en los talleres de pequeños artesanos, personas vinculadas a las máquinas herramientas para trabajar la madera y de acuerdo a lo expuesto en el capítulo 2, del presente trabajo, normalmente se requiere para un pequeño taller de una garlopa, una sierra circular y una escopladora, pero en esta oportunidad hemos creído conveniente adicionar a estos servicios, la lijadora de disco y el torno el cual será la única herramienta que requiera instalarse para ser utilizado, situación que hace que dicha herramienta requiera ser de montaje/desmontaje simple. En consecuencia los servicios que ofrece la presente máquina herramienta de operación múltiple para trabajar la madera es:

- a.- Garlopa
- b.- Sierra circular
- c.- Escopladora
- d.- Lijadora de disco
- e.- Torno

#### 4.2.4 Número de Fuentes de Energía

En vista que la presente máquina deberá estar orientada a trabajar en un pequeño taller, el cual complementado con otras especialidades vinculadas a la carpintería (tapicero, laqueadores, etc) puedan determinar una pequeña empresa. Por lo tanto los alcances de producción de la presente máquina son limitados, pero si suficientes para quien se inicia en estos trabajos de carpintería. La máquina -

en lo posible deberá contar con un solo motor (trifásico o monofásico según la zona de trabajo) y no se recomienda utilizar más de una operación en forma simultánea, como podría ser en el caso de: Torno-escopladora, sierra circular-escopladora, escopladora-lijadora, garlopa-lijadora, garlopa-torno, pues esto atenta contra la comodidad, seguridad, flujo de producción y lo más importante con capacidad del motor.

## Capítulo 5

### DISEÑO DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA

#### 5.1 Introducción

El presente estudio de acuerdo a sus objetivos, no es un proyecto de ingeniería el cual en ese caso comprendería contemplar todos los parámetros necesarios para que la presente máquina sea técnica y económicamente justificable su construcción.

Sin embargo el presente trabajo llega a nivel de cálculos de verificación de Dimensiones de la máquina en diseño. El desarrollo de la aplicación de fórmulas y expresiones de cálculos se efectúan en el sistema internacional. Así mismo se incluye el chequeo de ejes, estructuras y planchas, así como de la selección de los materiales, fajas, rodamientos, motor, etc. toda la configuración de la máquina herramienta para madera de operación múltiple del presente trabajo se explican en los esquemas cinemáticos, esquemas eléctricos y esquemas de cálculo, y así mismo en los respectivos planos que se incluyen al final del presente estudio.

Una máquina debe satisfacer los distintos requisitos que establecen las condiciones técnicas. Estos requerimientos se refieren - ante todo a su rendimiento, velocidad de régimen, su costo (inicial y en explotación), características de peso y su duración deseado de servicio. En ciertos casos hay exigencias adicionales - referidas a tamaños y posibilidades de transporte, grado de uniformidad de rotación, trabajo silencioso, sencillez y facilidad de mando, aspecto exterior, etc.

Con relación a esto ciertas piezas deben poseer resistencia mecánica, rigidez, cualidades de ingeniería, resistencia a la vibración, se deben fabricar de los materiales disponibles, su costo debe ser mínimo, etc.

De entre estos requisitos se pueden designar algunos que si no se satisfacen, la máquina funcionará mal, por lo tanto se debe examinar como criterios principales de capacidad de trabajo, estos son Resistencia mecánica, y rigidez necesarias y suficientes, para muchas piezas son también, la resistencia a la vibración, la fatiga y el calor, etc.

Todas estas consideraciones se suelen llevar a cabo en el orden siguiente:

5.1.1 Se confecciona un esquema previsto, en el cual se simplifica al máximo la construcción de las piezas y el carácter de su acoplamiento con las otras; las fuerzas que se apli-

can a ellas se admiten de acuerdo con las leyes indicadas o aceptadas convencionalmente ya concentradas ya distribuidas.

- 5.1.2 Se determina la magnitud de las cargas que actúan sobre el elemento. Durante la explotación de las máquinas, sus elementos están con frecuencia bajo la acción de cargas variables. El carácter del cambio de estas cargas puede depender de factores sistemáticos o casuales. Así, para las máquinas que en el proceso de producción desempeñan funciones tecnológicas, el carácter del cambio de las cargas para un ciclo tecnológico es casi constante. En otros casos el carácter del cambio de los esfuerzos depende de una serie de factores casuales. Por eso, la tarea de determinar y elegir las cargas que actúan sobre las piezas de las máquinas es bastante compleja y de responsabilidad.

Al realizar los cálculos se distinguen las cargas nominales y teóricas. Se entiende por carga nominal la carga convencional constante que se elige del número de las cargas activas, con frecuencia la máxima o la activa de mayor duración, y a veces la carga media por la magnitud. Se entiende por carga teórica o práctica, la carga que no cambia en función del tiempo, la cual se puede realmente sustituir por la carga activa variable, teniendo en cuenta que por su influencia con relación a los criterios correspondientes de la capacidad de trabajo, las cargas teóricas y afectiva son equivalentes.

- 5.1.3 Se elige el material a base de sus características físico-mecánicas, entre ellas la maquinabilidad, teniendo en cuenta los factores económicos, es decir el costo, accesibilidad, etc.
- 5.1.4 Se determinan por cálculos algunas (la más características) dimensiones de la pieza por los criterios de la capacidad de trabajo los cuales son en el caso dado los más importantes y se concuerden estas dimensiones con las normas en rigor. Frecuentemente estos cálculos son sólo previos, ya que se basan en los esquemas simplificados. Con estos esquemas no se puede apreciar de una manera cierta la capacidad de trabajo efectiva de una pieza.
- 5.1.5 Se trazan las piezas en vista general del conjunto y luego se hace el despiece, es decir, la elaboración constructiva de la pieza, indicando en el plano de ejecución todas las medidas, tolerancias, grados de acabado de las superficies requerimientos tecnológicos especiales (tratamiento térmico, recubrimientos, etc.) regímenes, etc.
- 5.1.6 Se hacen los cálculos de verificación según los criterios principales de la capacidad de trabajo, es decir determinación de los grados de seguridad en las secciones (peligrosas) calculadas, deformaciones (inflexiones, ángulos de torsión) velocidad críticas (número de R.P.M.) etc. y se confrontan sus magnitudes con los valores tolerables.

	SIERRA CIRCULAR $\phi$ 16"					ESCOPLADORA $\phi$ 1/2"					
MADERA	ESPESOR					ESPESOR					
	3/4"	1"	1 1/4"	3"	4"	3/4"	1"	1 1/4"	3"	4"	
CEDRO	6.5	6.8	7.	7.5	8.8	3.5	3.5	3.5	3.7	3.9	
CAOBA	6.5	6.8	7.	7.5	9.	3.5	3.5	3.6	3.8	4.	
TORNILLO	7.3	7.5	7.7	8.	9.	3.5	3.5	3.5	3.7	4.5	
COPAIBA	7.	7.2	7.5	8.2	9.1	3.6	3.8	4.	4.5	5.	
CARACTERISTICAS:						CARACTERISTICAS:					
MOTOR: ELECTRICO FASE: 3						MOTOR: ELECTRICO FASE: 3					
MARCA: THE LOIS ALLIS CABLE: N° 12						MARCA: GRUGNOBA DE SOBARI CABLE: N°12					
POTENCIA: 5 HP						POTENCIA: 1 HP					

	GARLUPA LARGO 20"					LIJARORA DE DISCO $\phi$ 16"					
MADERA	ESPESOR					ESPESOR					
	3/4"	1"	1 1/4"	3"	4"	3/4"	1"	1 1/4"	3"	4"	
CEDRO	3.5	3.5	3.7	5.2	6.0	2.8	2.8	3.0	3.5	4.2	
CAOBA	3.8	4.0	4.5	5.5	7.5	3.0	3.5	5.0	6.0	7.0	
TORNILLO	3.5	3.7	3.8	4.5	5.5	2.9	3.0	3.0	3.5	4.0	
COPAIBA	3.8	4.0	4.2	5.0	6.0	3.1	3.2	3.2	3.8	4.5	
CARACTERISTICAS:						CARACTERISTICAS:					
MOTOR: ELECTRICO FASE: 3						MOTOR: ELECTRICO FASE: 3					
MARCA: BAUERLE CABLE: N° 8						MARCA: MASTER CABLE: N°10					
POTENCIA: 5.5 HP						POTENCIA: 4.3 HP					

FIG. 5.2 - MEDICIONES DE AMPERAJES EN MAQUINAS HERRAMIENTAS

NOMBRE	COLOR	EMPLEO
<u>MADERAS BLANDAS</u>		
PALO DE Balsa	CREMA	MODELERIA
SAUCO	CREMA	MUEBLES RUSTICOS
ALISO	ROJISO	MUEBLES RUSTICOS
LAUREL	PLOMIZO	MUEBLES
ULCUMANO	AMARILLENTO	MUEBLES
CIPRES	HUESO LIGER.VETEADO	CARPINTERIA
<u>MADERAS SEMI-DURAS</u>		
CAOBA	ROJIZO	EBANISTERIA
CEDRO	CANELA ROJIZO	CARPINT., EBANISTER.
NOGAL	NOGAL	CARPINT., EBANISTER.
RUBLE	BEIGE CLARO	CARPINTER.EBANISTER.
MOHENA	VERDE LIMON	CARPINTER.EBANISTER.
CONGONA	AMARILLENTO	CARPINT., EBANISTER.
HUAYRACASPI	ROJIZO	CARPINT., EBANISTER.
TORNILLO	VERDE CLARO	CARPINT., EBANISTER.
OLIVO	AMARILLENTO CLARO	CARPINT., EBANISTER.
MAPLE	CREMA	ENCHAPADO
<u>MADERAS DURAS</u>		
GUALTACO	AMARILLENTO	PARQUET
EUCALIPTO	CANELA CLARO	CARPINTERIA
PALO PERUANO	ROJO Y BLANCO	EBANISTERIA
PALO CULEBRA	PLOMIZO JASPEADO	PARQUET
CENIZARO	MARRON OSCURO	PASOS DE ESCALERA
MALPIQUE	MARRON OSCURO	HERRAMIENTAS
ALCANFOR	VERDE LIMON	CARPINTERIA
VILCO	MARRON CON BLANCO	HERRAM., DURMIENTES
ALGARROBO	NOGAL Y CREMA	CARBON DE PALO
NISPERO	NOGAL OSCURO	CARPINTERIA
DIABLO FUERTE	CAOBA ROJIZO	CARPINTERIA
<u>MADERAS MUY DURAS</u>		
MANGLE	CANELA	PILOTES, DURMIENTES
CHUNTA	PLOMO	PARQUET
EBANO	NEGRO	EBANISTERIA
GUAYACAN	MARRON CON CREMA	PARQUET
PALO DE VACA	AMARILLO	PARQUET Y EBANISTER.

Fuente : Senati, Metodología del Adiestramiento dentro de la Empresa  
Inf 2/2

FIG. 5.3 - MADERAS NACIONALES

	SIERRA CIRCULAR	GARLOPA	ESCOPLADURA	LIJADORA DE PLATO	TORNO
RPM	3500	3600	3500	3500	3500

MOTOR 01 MOTOR MONOFASICO DE 2 HP Y 3600 RPM  
 OPCIONAL: 01 MOTOR TRIFASICO 2.4 HP Y 3600 RPM

FIG. 5.4.- MAQUINA HERRAMIENTA MULTIPLE PARA MADERA Y SUS VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA CADA HERRAMIENTA

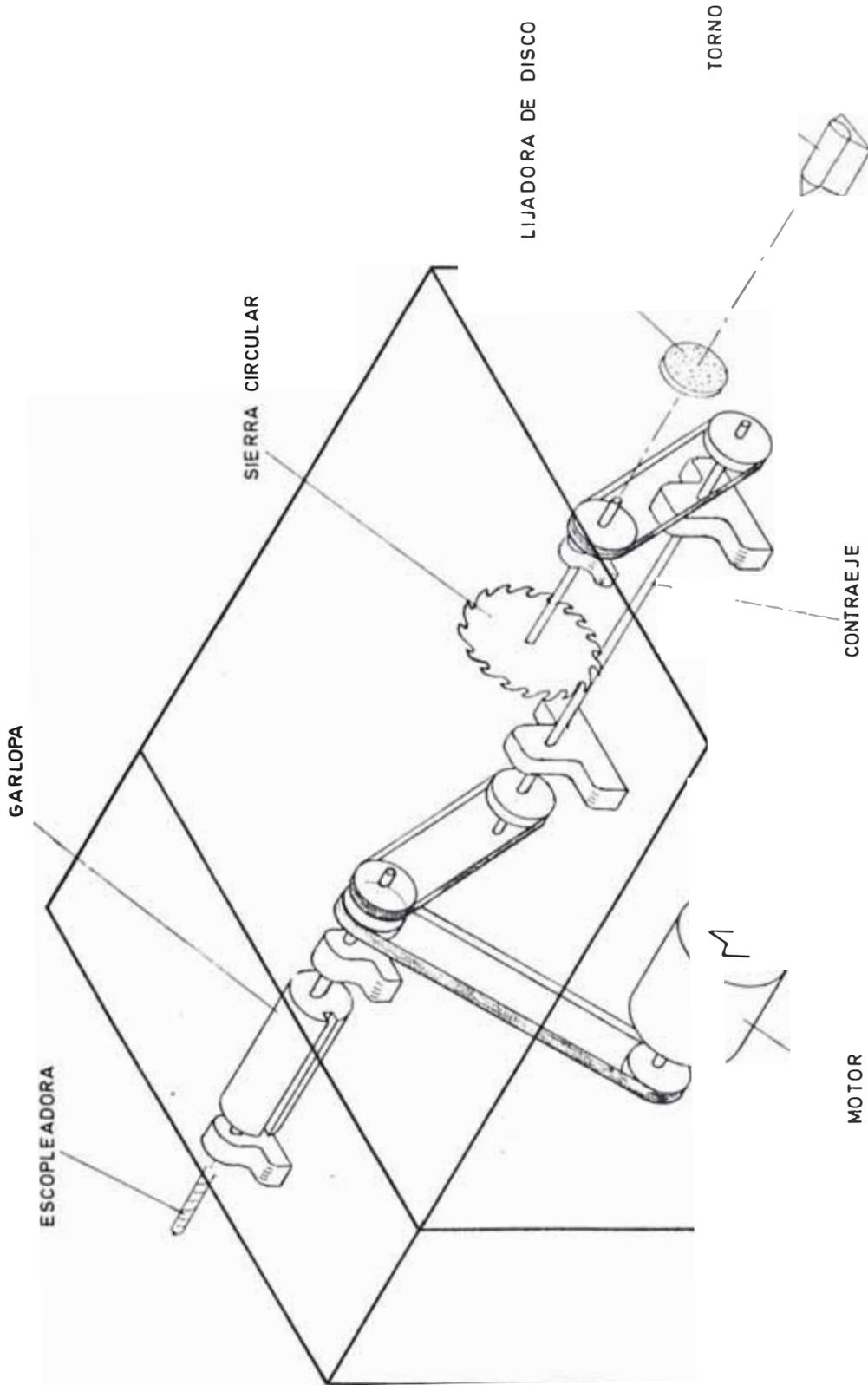


FIG. 5.5 ESQUEMA CINEMATICO

## 5.2 Diseño de la Máquina - Herramienta de Operación Múltiple para Madera - Consideraciones Previas

Basado en lo manifestado en los requisitos de diseño expuesto en el Cap. III, así mismo de las interpretaciones a las encuestas realizadas del Cap. II y de los cálculos de verificación y selección, se hace posible la elaboración de los planos de las diversas vistas de la presente máquina - herramienta (Ver planos).

Los cálculos referidos al diseño de la presente máquina - herramienta, se realizan utilizando en muchos casos las tablas, gráficos y recomendaciones fundamentalmente del libro Diseño de elementos de máquinas, del Ing. Juan Hori Asano; edición del año 1988, por lo que en adelante, solo nos referiremos a la página del mencionado libro para las indicaciones que los casos requieran.

Así mismo se ha estimado pertinente considerar las recomendaciones de mantenimiento para la presente máquina - herramienta. Adicionalmente a los requisitos de diseño del Cap. III, se debe tomar en consideración lo siguiente:

### A.- Esquema de Cálculo

Para este fin, se prefiere suponer que todas las operaciones de la máquina - herramienta de operación múltiple para madera están trabajando simultáneamente, considerando esta situación como la más crítica para la máquina en lo que se refiere a cálculos de resistencias.

### 5.2.1 Selección del motor

De todas las herramientas de la presente máquina - herramienta, es la garlopa la que requiere por su misma función mayor potencia motriz, y es ésta la que se considera como la potencia motriz de la máquina - herramienta, ya que por requisito de diseño no han de trabajar 2 ó más herramientas simultáneamente.

En vista ser intención de la presente máquina - herramienta brindar servicio primordialmente en zonas alejadas de las urbes, donde se carece del suministro normalmente de fluido eléctrico trifásico y si del fluido eléctrico monofásico, existiendo en otros muchos lugares sólo la presencia de un pequeño grupo electrógeno (10Kw) normalmente con generador de corriente monofásica.

Asímismo en vista de requerirse de un par de arranque relativamente grande y que el motor trabaje sólo para una de las 5 herramientas, cuando ésta es requerida.

Se selecciona un motor eléctrico de las siguientes características:

Potencia.- Para motor monofásico de C.A., se tiene:

$$Pot_{III} = cos$$

reemplazando para  $E = 220V$ ,  $I = 7.0 A$  madera dura copal  
 ba de  $\frac{1}{2}$ " espesor (según cuadro de la fig. 5.2) y conside-  
 rando  $\cos \varphi = 0.8$ , tenemos

$$Potm = 220 \times 7.0 \times 0.8 = 1.230W$$

$$Potm = 1,23Kw$$

considerando un factor de seguridad de 2, tenemos 2,46Kw

$$2,4HP, 60Hz, DELCRÜSA MV90L4.$$

Velocidad.- De acuerdo a velocidad recomendada por fabri-  
 cantes para cada herramienta y según cuadro de la fig.

5.4, se requiere de un motor eléctrico de 3600 RPM.

Motor : TRIFASICO 90L4, 60Hz, C.A.,  $\cos \varphi = 0.8$

Nºpolos : 4 jaula de Ardilla

RPM : 3450 RPM, opcional, motor monofásico de  
 2HP, NE90KL2 DELCROSA.

#### 5.2.2 Selección de Fajas

Potencia de diseño ( $P_d$ ): según tabla 1, f.53, se tiene  
 que para máquinas - herramientas, el factor de servicio  
 (f.s.), clase 1, es 1.2, asimismo teniendo en cuenta que  
 la potencia nominal ( $P_n$ ) del motor eléctrico seleccionado  
 es 2.0HP

$$\text{en } P_d = P_n \times f_s$$

reemplazando  $P_d = 2HP \times 1.2$

$$P_d = 2.4HP$$

Selección de faja:

Para el eje más rápido (en este caso ambos de igual velo-  
 cidad), 3600 RPM y  $P_d = 2.4HP$ , del gráfico fig. 1, P.56,  
 se tiene: Faja en V, Sección A, ancho  $\frac{1}{2}$ " espesor 5/16".

Polca Diámetro de peso recomendado 3.0" a 5.0"

Diámetro mínimo = 2.6 " ó 66 mm

Relación de Transmisión:

$$\frac{3600}{3600} = 1$$

Selección de diámetros: Para, Polea motor / Polea garlopa en este caso, diámetro polea menor = Diámetro polea mayor, se escoge, diámetro mínimo, por construcción:  $\varnothing 2.6$ " ó 66 mm.

Selección de la longitud estandar de faja:

Para  $D = d = 2.6$ ", tenemos:

$$C = \frac{D + 3d}{2} = \frac{2.6 + 3 \times 2.6}{2} = 5.2"$$

$$L \approx 2C + 1.65 (D+d) = 2 \times 5.2 + 1.65 (2.6 + 2.6)$$

$$L \approx 18.98" \quad \text{ó} \quad 482 \text{ mm}$$

De tabla 7, P.58:

Se escoge faja A26, Longitud 27.3" y  $K_1 = 0.81$

reemplazando en:  $L = 2C + \frac{D + d}{2} + \frac{(D - d)^2}{4C}$

se obtiene que :  $C = 9.568$  " ó 243 mm

Potencia por faja:

Como ambas poleas son de igual diámetro, el ángulo de contacto  $\theta = 180^\circ$ , su factor correspondiente de corrección será  $K_\theta = 1$  (tabla Hori), con  $K_\theta = 1$ ,  $K_1 = 0.81$  y

3600 RPM; tendremos de tablas:

faja Sección A

$$\text{HP/faja} = [ (\text{HP/Faja})_{\text{tabla}} + \text{HP}_{\text{adicional}} ] K_{\theta} \cdot K_1$$

$$\text{HP/faja} = [ 1,44 + 0 ] 1 \times 0,81$$

$$\text{HP/faja} = 1,17 \text{ HP}$$

Número de fajas:

$$\text{N}^{\circ} \text{ fajas} = \frac{2,4\text{HP}}{1,17\text{HP}} = 2,05 \rightarrow 2 \text{ fajas}$$

Conclusión:

Usar 2 fajas A26 con poleas iguales de 2.6" de diámetro (66,0 mm); y distancia entre centros de 9,56"  $\emptyset$  (243 mm)

## 5.2.3 Cálculo eje Garlopa / Escopleadora

Fuerzas sobre el eje (Garlopa - Escopleadora)

Esquemas de Fuerzas : mostrando las fuerzas en el espacio

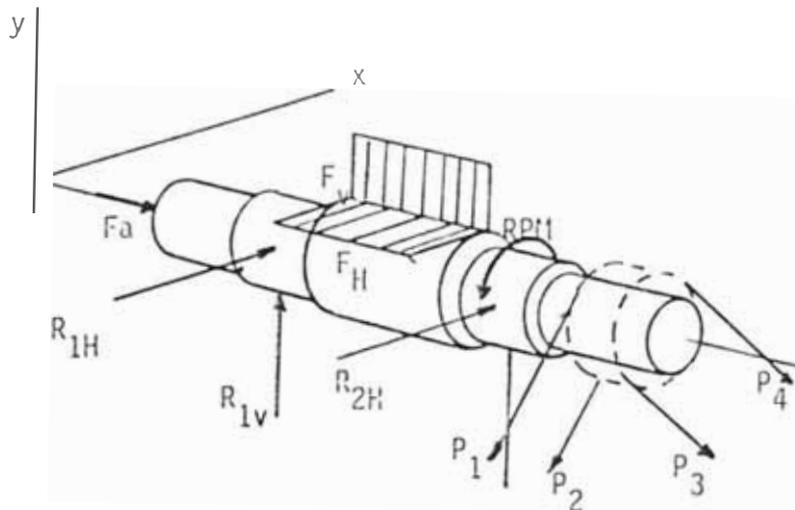
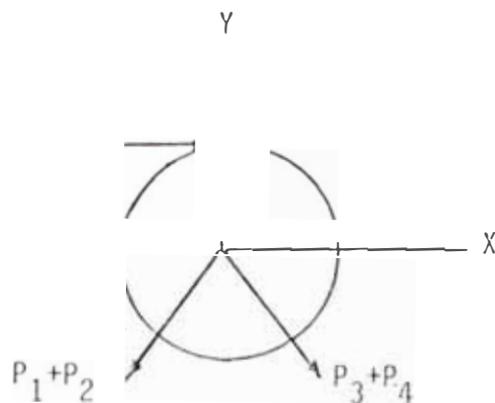


Fig 5.1.- Esquema de Fuerza Eje - Garlopa Escopleadora

Donde:

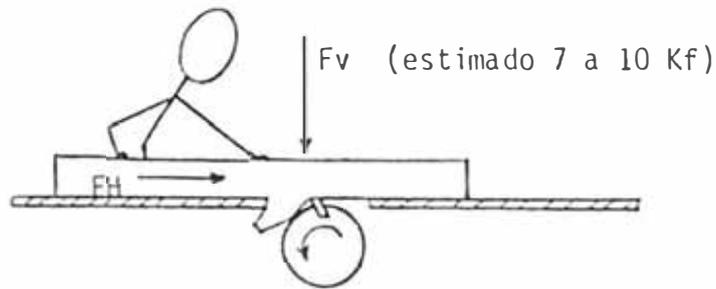
 $R_{1H}, R_{1V}, R_{2H}, R_{2V} =$  Reacciones $P_1, P_2, P_3, P_4 \rightarrow$  Tensiones de fajas en la polea $F \rightarrow$  Fuerzas verticales (eje y) $F_H \rightarrow$  Fuerzas horizontales (eje x)

Esquematiszando las fuerzas en dos ejes (y,x) :



### Cálculos de Fuerzas

Fuerza Vertical ( $F_v$ ) : Esta fuerza se presenta en el momento que gira el eje tendiendo a botar a la madera, por lo que el operario evita presionando sobre ésta ( $F_v$ ) y así complementándose con la  $F_H$ , lograr el corte requerido por la madera. El sgte. esquema muestra lo mencionado:



$$\text{Sabido que, } Pot = F_c \times V_c \quad (1)$$

$$V_c = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{m}{min} \quad (2)$$

Estimando una  $Pot = 0.5HP$ , según requerimientos en otras herramientas.

$$\text{Para } D = 101 \text{ mm}$$

$$n = 3600 \text{ RPM}$$

Reemplazando en (2) y (1), tendremos:

$$0.5HP = F_c \times \pi \cdot \frac{100 \times 3600}{1000} \times \frac{1}{60}$$

$$0.5HP = F \times 18.8 \frac{m}{s}$$

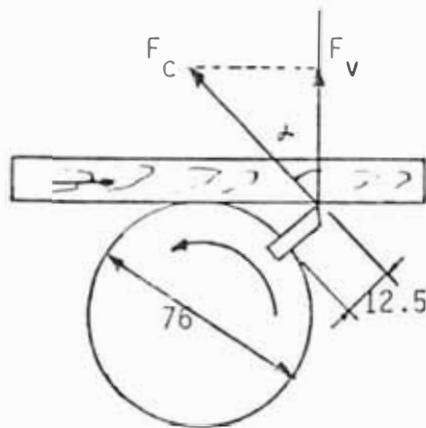
$$F_c = \frac{0.5 \text{ HP} \times \frac{736 \text{ N} \cdot m/s}{\text{HP}}}{18.8 \frac{m}{s}} = 19.6 \text{ N}$$

$$F_c = 19.6 \text{ N}$$

Del esquema de la fig. 5.1

$$F_v = 19.6 \text{ N} \times \cos \alpha$$

$$F_v = 19.6 \text{ N} \times 0.65 = 12.7 \text{ N}$$

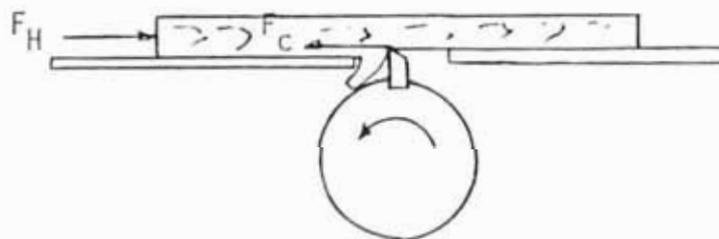


$$D = 76 + 2 \times 12.5$$

$$D = 101 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = 0.65$$

Fuerza Horizontal ( $F_H$ ) : Esta Fuerza se presenta en el momento que gira el eje, tendiendo a deslizar la madera sobre la mesa, llegando a su mayor magnitud cuando la cuchilla de la garlupa se encuentra en posición vertical, es decir cuando  $\alpha = 0$  en el esquema 2, a continuación se esquematiza esta posición.

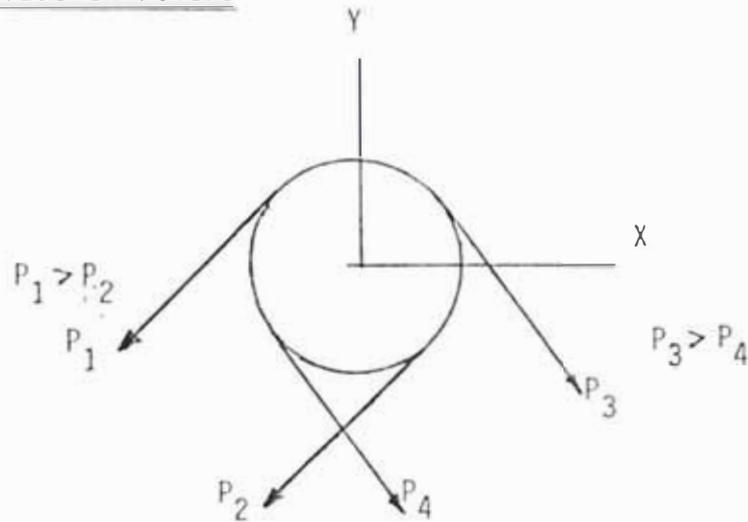


$$n = 3600 \text{ RPM}$$

$$D = 101 \text{ mm}$$

$$\text{Se cumple } F_c = F_H$$

$$\text{del cálculo anterior } F_c = 19.6 \text{ N} \quad F_H = 19.6 \text{ N}$$

Fuerzas en Poleas

$$\frac{P_1}{P_2} = e^{f\theta}, \quad \text{para } \theta = \pi, \quad f = 0.3$$

$$P_1 = F \times \frac{e^{f\theta}}{e^{f\theta} - 1}$$

DONDE  $F$  = Fuerza de fricción = Fuerza tangencial en la Polea

$$F = \frac{\text{Pot}}{V}$$

$$V = \text{Veloc. lineal en la polea} = \frac{\pi Dn}{1000}$$

De Diámetro de polea  $\rightarrow 2,6'' \rightarrow 66 \text{ mm}$

$$\frac{\pi \times 66 \times 3600}{1000} \cdot \frac{1}{60} = 12.44 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Para Pot estimado de 0.5HP

$$F = \frac{0.5\text{HP} \times \frac{736 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{HP}}}{12.44 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 29.6 \text{ N}$$

$$P_1 = F \frac{e^{f\theta}}{e^{f\theta} - 1}, \text{ reemplazando datos:}$$

$$P_1 = 29.6 \text{ N} \times \frac{e^{0.3\pi}}{e^{0.3} - 1} = 48.54 \text{ N}$$

$$P_1 = 29.6 \text{ N}$$

$$P_2 = F \times \frac{1}{e^{f\theta} - 1}, \text{ reemplazando datos:}$$

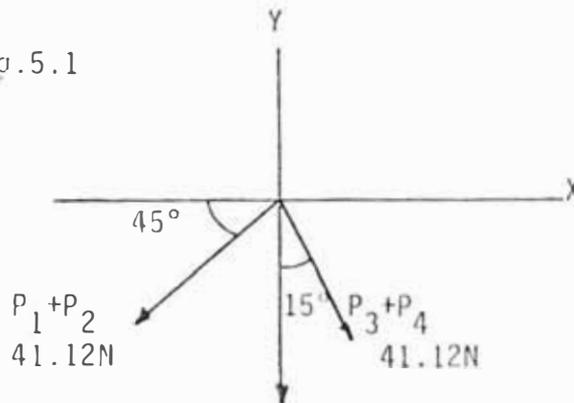
$$P_2 = 29.6 \text{ N} \times \frac{1}{e^{0.3} - 1} = 11.52 \text{ N}$$

$$P_2 = 11.52 \text{ N}$$

$$P_1 + P_2 = 41.12 \text{ N}$$

Considerando las mismas condiciones para  $P_3$  y  $P_4$ , y por montaje tendremos:  $P_3 + P_4 = 41.12 \text{ N}$ .

Del esquema fig.5.1



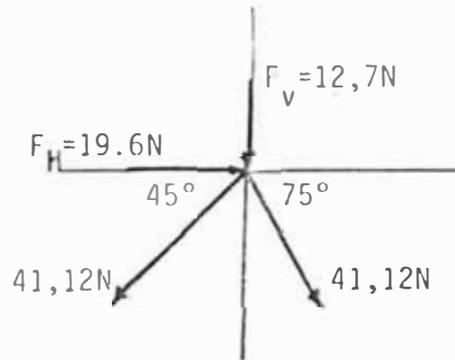
$$P_v = 41.12 \cos 15^\circ + 41.12 \cos 45^\circ$$

$$= 39.7 + 29.0 = 68.7 \text{ N}$$

$$P_v = 68.7 \text{ N}$$

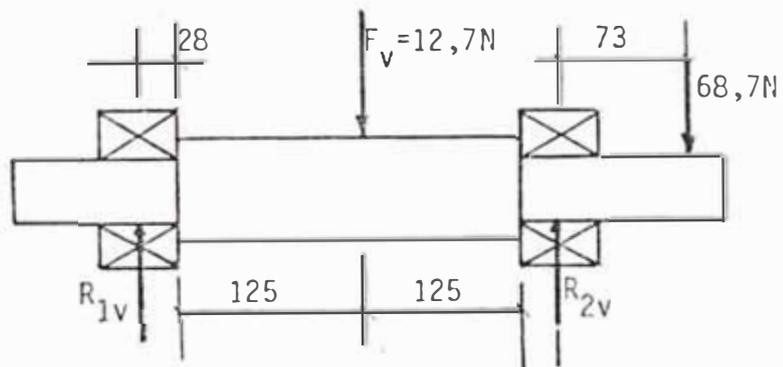
Resumiendo : Fuerzas exteriores sobre el eje garlopa -  
escopleadora

Del esquema Fig. 5.1



Cálculo de Reacciones Verticales  $R_{1v}$  ,  $R_{2v}$

Cálculo de Reacciones Horizontales  $R_{1H}$  ,  $R_{2H}$



Por

- Fuerzas Verticales:

$$R_{1v} + R_{2v} = 12.7 + 68.7$$

$$R_{1v} + R_{2v} = 81.4 \text{ N } (a)$$

Por

Momentos:

$$12.7 \times (125 + 28) + 68.7 (73 + 28 + 250 + 28) -$$

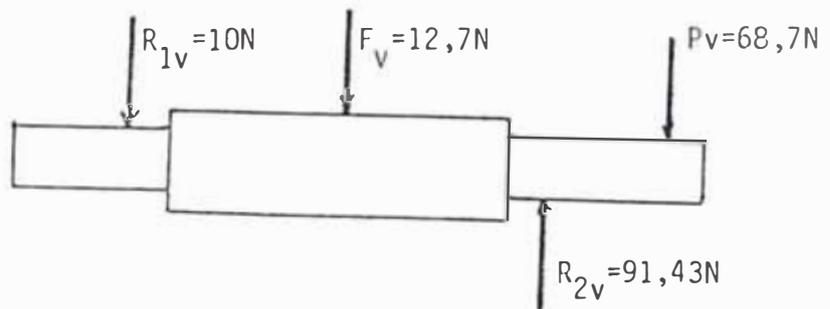
$$R_{2v} \times (28 + 250 + 28) = 0$$

$$R_{2v} + 1943 + 26037.3 = 27.980.3$$

$$R_{2v} = 91.43 \text{ N}$$

en (a)  $R_{1v} = 81.4 \text{ N} - 91.43 \text{ N} = -10 \text{ N}$

es decir:

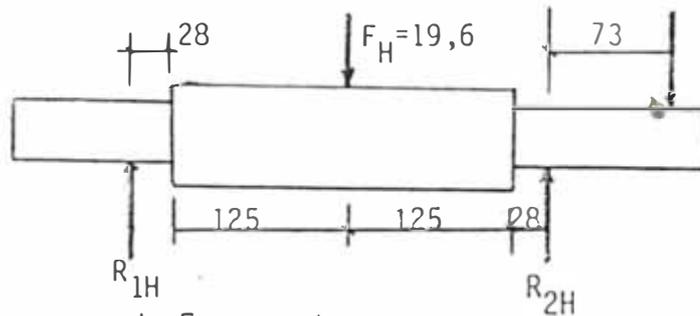
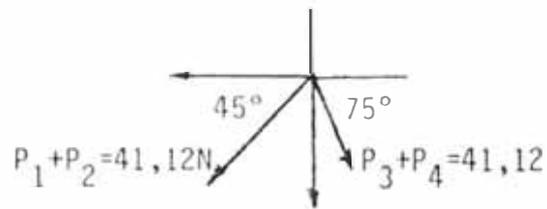


Cálculo de Reacciones Horizontales:  $R_{1v} \cdot R_{2v}$

Sólo intervienen  $F_H$ , y las componentes horizontales de  $P_1 + P_2$  y la componente horizontal de  $P_3 + P_4$ .

Del esquema de la fig. 5.1:

$$P_H = 41.12 \cos 45^\circ - 41.12 \cos 75^\circ = 18.5 \text{ N}$$



Por de Fuerzas tenemos :

$$R_{1H} + R_{2H} = F_H + P_H, \text{ reemplazando:}$$

$$R_{1H} + R_{2H} = 19.6 + 18.5$$

$$R_{1H} + R_{2H} = 38.1 \text{ N} \quad (\text{b})$$

Por de Momentos: con respecto a  $P_{1H}$ :

$$- 19.6 (28 + 125) + R_{2H} (28 + 250 + 28)$$

$$- 18.5 (73 + 28 + 250 + 28) = 0$$

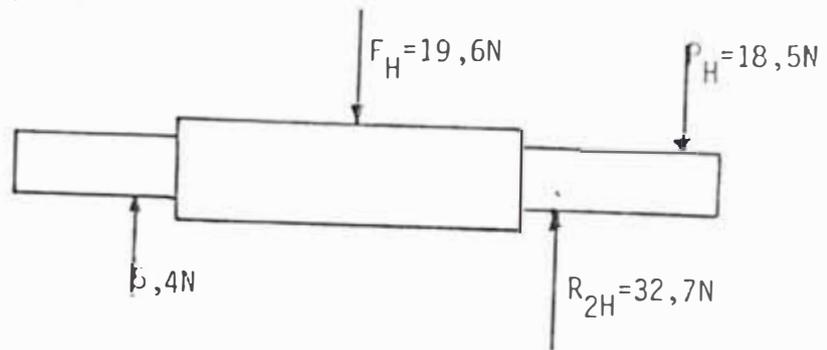
$$\boxed{R_{2H} = 32.7 \text{ N}}$$

en (b)

$$R_{1H} = 38.1 \text{ N} - 32.7 \text{ N}$$

$$\boxed{R_{1H} = 5.4 \text{ N}}$$

Es decir:



Reacciones totales :  $R_1$  ,  $R_2$

$$R_1 = \sqrt{R_{1v}^2 + R_{1H}^2} =$$

$$R_2 = \sqrt{R_{2v}^2 + R_{2H}^2} =$$

De datos calculados, tenemos:

$$R_{1v} = 10 \text{ N}$$

$$R_{2v} = 91.43 \text{ N}$$

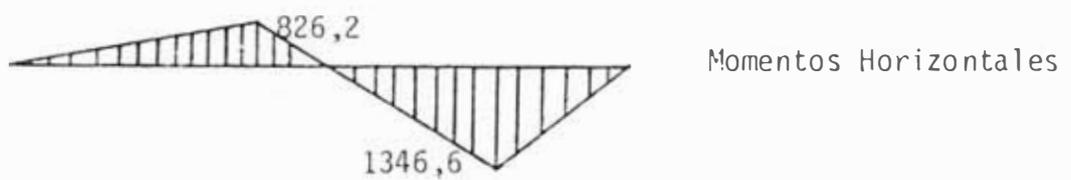
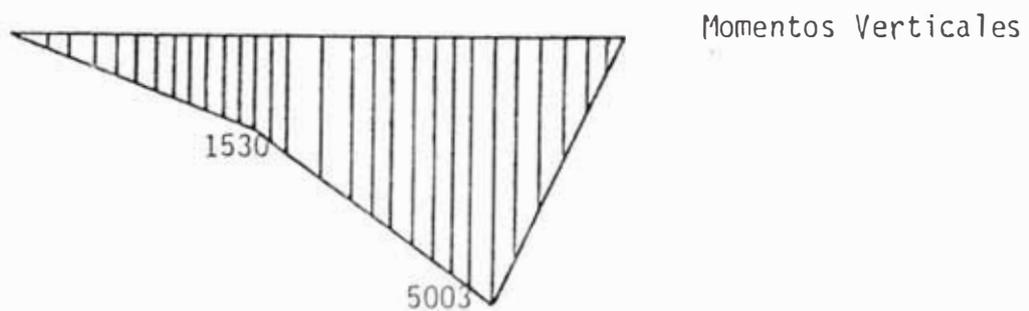
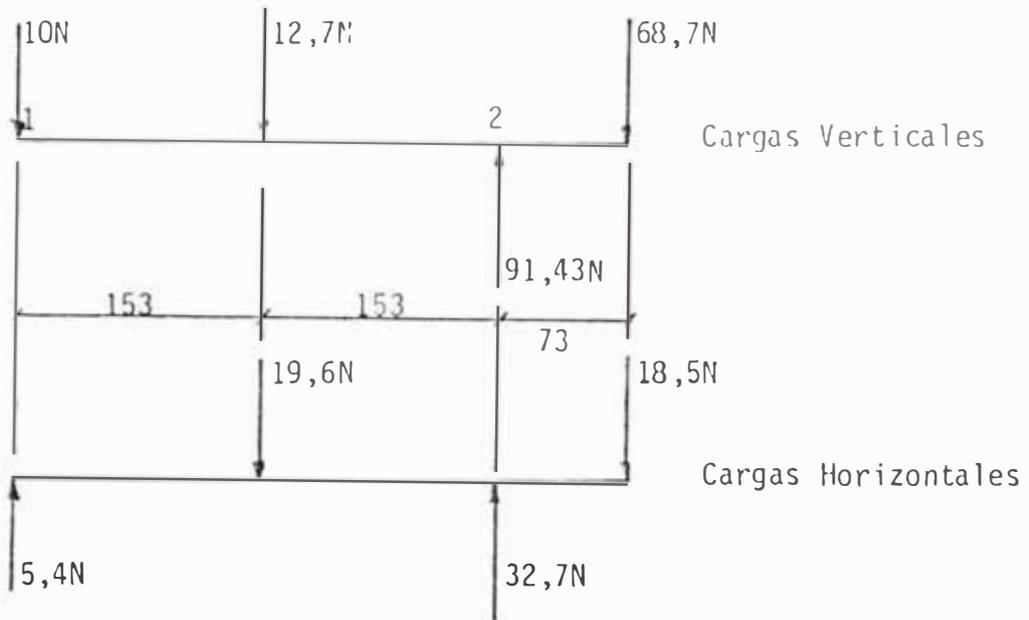
$$R_{1H} = 5.4 \text{ N}$$

$$R_{2H} = 32.7 \text{ N}$$

Reemplazando:

$$R_1 = \sqrt{10^2 + 5.4^2} = 11.4 \text{ N}$$

$$R_2 = \sqrt{91.43^2 + 32.7^2} = 97. \text{ N}$$



Del gráfico ,vemos que el  $M_{\max}$  esta en el punto 2,el más carga-  
do, con un Momento  $= \sqrt{5003^2 + 1346,6^2} = 5178N$

Criterio de Goodman

Para:  $D=76 \text{ mm}$  tendremos:  $D/d=76/25 =3$   
 $d=25 \text{ mm}$   $r/d=3/25 =0,12$   
 $r= 3 \text{ mm}$

Del libro del Ing.Hori "esfuerzos y Deformaciones" pag.167, fig.6-12:

$$K_t = 1,7$$

Para  $S_u = 127.000 \text{ PSI}$  y  $r=3\text{mm}=0,12\text{Pulg.}$ , de la pag.176, fig6-20 :

$$q = 0,88$$

De la pag.173,  $K'_{FF} = 1 + q(K_t - 1)$  ;reemplazando:

$$K'_{FF} = 1 + 0,88(1,7 - 1)$$

$$K'_{FF} = 1,616$$

De la pag.175, para flexión/templado y revenido:

$$K''_{FF} = 2,0$$

De la pag.175, para eje tratado térmicamente:

$$K'''_{FF} = 2,6$$

$$K_{FF} = K'_{FF} \cdot K''_{FF} \cdot K'''_{FF}$$

$$= 1,616 \times 2,0 \times 2,6 = 8,4$$

$$K_{FF} = 8,4$$

Esfuerzo Crítico

$$\sigma_{xa} = \frac{32M}{d^3} K_{FF} \frac{32(45,8 \text{ Lb.Pulg})}{(1\text{Pulg})^3} \times 8,4$$

$$= 466,5 \times 8,4 \text{ PSI}$$

$$\sigma_{xa} = 3919 \text{ PSI}$$

$$\tau_{xym} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$T = \frac{63000 \times \text{HP}}{3600} = 42 \text{ Lb.Pulg}$$

$$\tau_{xym} = \frac{16 \times 42}{(1\text{Pulg})^3} = 214 \text{ PSI}$$

$$\tau_{xym} = 214 \text{ PSI}$$

Para el presente caso, tenemos:

$$S_e = 32.564 \text{ PSI}$$

$$S_u = 127.000 \text{ PSI}$$

$$S_y = 103.000 \text{ PSI}$$

Reemplazando en:

$$N_F = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xa}}{S_e}\right)^2 + 3\left(\frac{\tau_{xym}}{S_u}\right)^2}^{-1}$$

$$N_Y = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xa}}{S_y}\right)^2 + 3\left(\frac{\tau_{xym}}{S_y}\right)^2}^{-1}$$

Calculamos el factor de seguridad para cada caso:

$$N_F = \sqrt{\left(\frac{3919}{32.564}\right)^2 + 3\left(\frac{214}{127.000}\right)^2}^{-1} = 8,3$$

$$N_F = 8,3$$

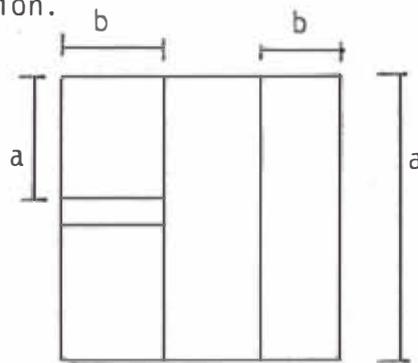
$$N_Y = \sqrt{\left(\frac{3919}{103000}\right)^2 + 3\left(\frac{214}{103000}\right)^2}^{-1} = 26,2$$

$$N_Y = 26,2$$

En consecuencia, tomamos el menor valor, que de acuerdo a manuales de fabricantes de máquinas, se encuentra dentro del rango aceptable, es decir  $N_F = 8,3$

#### 5.2.4 Cálculo de espesor de plancha

Por diseño geométrico y por experiencias en las fabricaciones de otras máquinas herramientas, se seleccionó una plancha de acero estructural de 1/4" de espesor; dicho espesor a través del presente desarrollo, se procederá a su chequeo de resistencia. Estas planchas han sido utilizadas en las mesas de la garlopa y en la mesa de la sierra circular; ésta situación hace que ambas mesas se puedan tipificar en un mismo caso, según lo expuesto en el libro del Ing. Hori, por lo que procederemos a continuación a desarrollar el cálculo de ésta situación.



Para el caso de la mesa de la garlopa:

Tipificado en el caso 29, pag. 75, "Todos los bordes apoyados" carga uniforme en toda la superficie, tenemos que:

$$a = 485 \text{ mm} \quad \text{o} \quad 19 \text{ Pulg.}$$

$$b = 300 \text{ mm} \quad \text{o} \quad 12 \text{ Pulg.}$$

$$\alpha = b/a = 0,618$$

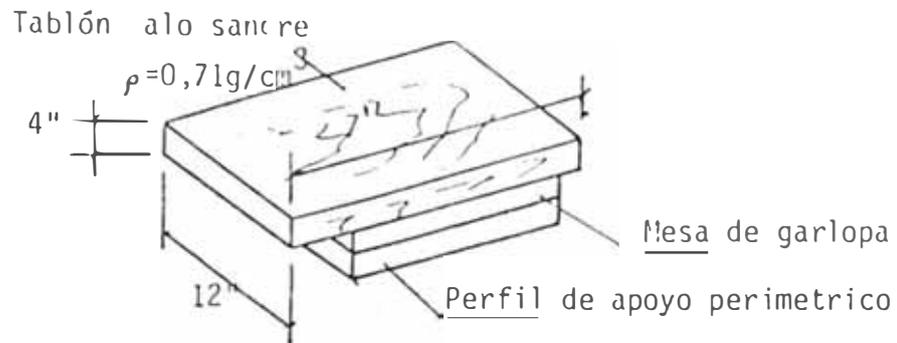
$$u = 0,3$$

De tablas tenemos:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{0,7wb^2}{t^2(1+1,61\alpha^3)}$$

Considerando un tablón (con dimensiones definidas en apéndice D) de alta densidad y dureza como el palo sangre, la

cual suponemos se va a trabajar; en un determinado momento la mesa de la garlopa soportará el peso de dicha madera más la presión del operario al trabajar.



Para la condición máxima, ancho de la madera igual al ancho de la mesa, tenemos:

Peso de la madera  $W$

$$W = \rho \times V \quad \text{Donde:} \quad \rho = \text{Densidad g/cm}^3$$

$$V = \text{Volumen cm}^3$$

Reemplazando datos, se obtiene:

$$V = 66073 \text{ cm}^3$$

entonces  $W = 46912 \text{ g}$  ó  $103 \text{ Lb}$

considerando un peso adicional por presión del operador, se tiene que el peso total soportado =  $123 \text{ Lb}$

(se utiliza medidas inglesas para entrar a tablas)

Area de la mesa, según el esquema líneas arriba, es:

$$A = 12 \times 19 = 228 \text{ Pulg}^2$$

Peso distribuido  $w$

$$123 \text{ Lb} / 228 \text{ Pulg}^2 = 0,54 \text{ Lb/pulg}^2$$

Sabiendo que las características del material de la mesa

de acero (Plancha LAC):  $\sigma_u = 41 \text{ k/mm}^2 \approx 58193 \text{ Lb/Pulg}^2$

$\sigma_y = 24 \text{ k/mm}^2$  ó  $34064 \text{ Lb/Pulg}^2$

Esfuerzo de diseño:  $S_d = S_y / N$ , para el presente caso  $N=20$

se obtiene :  $S_d = 34064 / 20 = 1.703 \text{ Lb/Pulg}^2$

Despejando  $t$ , de la expresión de tablas:

$$t = \sqrt{\frac{0,75 \times 0,54 \times 12^2}{1.703(1 + 1,61 \times 0,618)}}$$

Se obtiene:

$$t = 0,1 \text{ Pulg} < 0,25 \text{ Pulg seleccionado}$$

De tablas:

$$Y_{\max} = \frac{0,142wb^4}{Et^3(1 + 0,21\alpha^3)}$$

Reemplazando datos, para  $E = 30 \times 10^6 \text{ PSI}$

Se obtiene:

$$Y_{\max} = 0,0005" \quad \text{ó} \quad 0,0127\text{mm} < 0,05 \text{ Recomendado}$$

en manual de  
máquinas.

Mesa sierra circular:

$$b = 370\text{mm} \quad \text{ó} \quad 14,56 \text{ Pulg}$$

$$a = 1000\text{mm} \quad \text{ó} \quad 39,3 \text{ Pulg}$$

$$\alpha = 370/1000 = 0,37$$

$$u = 0,3$$

Para las mismas propiedades mecánicas, tenemos del caso 29, pag.75, que reemplazando para:

$$w = 0,54 \text{ Lb/Pulg}^2$$

$$N = 20$$

Se obtiene:  $t = 0,21 \text{ Pulg} < 0,25 \text{ Pulg escogido}$

Asimismo, reemplazando datos para  $Y_{\max}$

Se obtiene:

$$Y_{\max} = 0,0001 \text{ Pulg} \quad \text{ó} \quad 0,003\text{mm} < 0,05\text{mm Recomend.}$$

en manual

### 5.2.5 Selección de rodamientos

Para el caso del eje garlopa-escopleadora, como en otros casos, los factores que influyen en la selección del rodamiento respectivo son muchos; en el presente caso se tomarán en cuenta las recomendaciones establecidas en los manuales de SKF. Así, en vista que el presente caso se puede calificar de un pequeño montaje, se escoge un rodamiento de bolas.

#### Carga equivalente (P)

Para una situación crítica por presencia de maderas muy duras o presencia de nudos en su textura que puedan presentar picos de esfuerzos (en dirección radial), podemos considerar que  $R_2$  de la fig. 5.1 es la zona más cargada, por lo que podemos considerar un factor 6 para efectos de ser más conservativos en la selección del rodamiento.

De la expresión:  $P = XF_r + YF_a$

$$F_r = 6R_2 = 6 \times 97 \text{ N} \times 1 \text{ kg} / 9,8 \text{ N} = 59 \text{ kg}$$

$$F_a = 7 \text{ N} \times 1 \text{ kg} / 9,8 \text{ N} = 0,71 \text{ kg}$$

$$F_a = 0,71 / 59 = 0,001 \quad 0 \quad X=1 \quad , Y=0$$

F

$$P = 1 \times 59 + 0 \times F_a \quad P = 59 \text{ k f}$$

#### Capacidad Dinámica C

$$\text{De } C = PL^{1/p} \quad \text{y} \quad L = 60nL_h / 10^6$$

Donde P=Carga equivalente

$\mu=3$  para rodamientos de bolas

$n=3600 \text{ RPM}$

$L_h=25.000$  según tablas

Reemplazando datos:

$$L=5400 \quad \text{y} \quad C=1035$$

Con éste valor y diámetro=25mm, buscamos en tablas de rodamientos, encontramos: Rodamiento de bolas N°479205-D con soporte de pie SY25SD y  $C=1100\text{kf}$ , para un diámetro de 25mm, rodamiento seleccionado para el eje garlopa-escopleadora.

Para el contraeje:

De la fig.5.1,  $P_3+P_4=41.12\text{N}$  el cual se transmite al contraeje en dirección radial, trabajando similarmente en forma conservativa, consideraremos un factor igual a 10.

$$F_r = 10 \times 41.12 = 411.2\text{N} \quad \text{ó} \quad 42\text{kf}$$

Reemplazando para la carga equivalente:

$$P=42\text{kf}$$

Capacidad Dinámica C

Reemplazando para  $p=3$

$$n=3600$$

$$L_h=8000$$

Se obtiene  $C=504$  y con diámetro=25mm, en tablas

Rodamiento N16005 de bolas

### 5.2.6 Selección de la soldadura

Por motivos económicos y de rapidez en el trabajo, se prefiere que las diversas uniones de partes metálicas de la presente máquina herramienta, sean por medio de uniones soldadas. De los diversos procesos de soldadura, la soldadura eléctrica por arco es el procedimiento más difundido y universal motivo por el cual será este el procedimiento que aplicaremos para las diversas uniones a soldar (nos referimos a la soldadura por arco eléctrico manual con electrodo metálico revestido). Debemos tomar en consideración que la adaptación de las propiedades de los electrodos a las del metal base no es tan importante como la velocidad, la habilidad del operador y el aspecto de la unión completa.

En el presente estudio, las uniones soldadas conforman una sola estructura (sólido A), a excepción de la mesa móvil regulable (sólido B), correspondiente a la garlopa, la cual como una unidad aparte se complementa con el resto de la estructura, conformando así, el conjunto total del bastidor de la máquina herramienta. Esquemáticamente podemos representarlo así:

Por experiencias en trabajos anteriores en máquinas herramientas y por recomendaciones técnicas, se considera que el electrodo Oerlikon Cellocord AP, por su penetración profunda y buen acabado cumple con los requerimientos solicitados. Asimismo para los casos de la fabricación de las guardas de protección (garlopa y sierra circular), las uniones normalmente se realizan con la soldadura eléctrica por puntos.

### 5.2.7 Esquema eléctrico

El movimiento rotacional de un motor eléctrico, es producido por la fuerza de arrastre magnética, originado por bobinas eléctricas (campo electromagnético), la disposición sectorial a  $120^\circ$  de las bobinas y la intensidad variable de la corriente por sector (y campo magnético B) dan un efecto de rotación del campo magnético principal.

El cambio de giro de un motor eléctrico trifásico se realiza cambiando el sentido de giro del campo magnético y esto se puede lograr cambiando la disposición de las bobinas o lo que es lo mismo realizando un cambio de conexiones: intercambiando una fase (dos líneas). El cambio de dos fases secuenciales no produce modificación del cambio de giro.

El cambio de giro en motores monofásicos se obtiene modificando las conexiones de la bobina y condensador, este cambio puede ser logrado en forma manual, mecánica o automática.

A continuación se muestran en las Fig.5.6 y fig.5.7 los esquemas eléctricos de instalación y cambio de giro de un motor eléctrico monofásico y trifásico respectivamente.

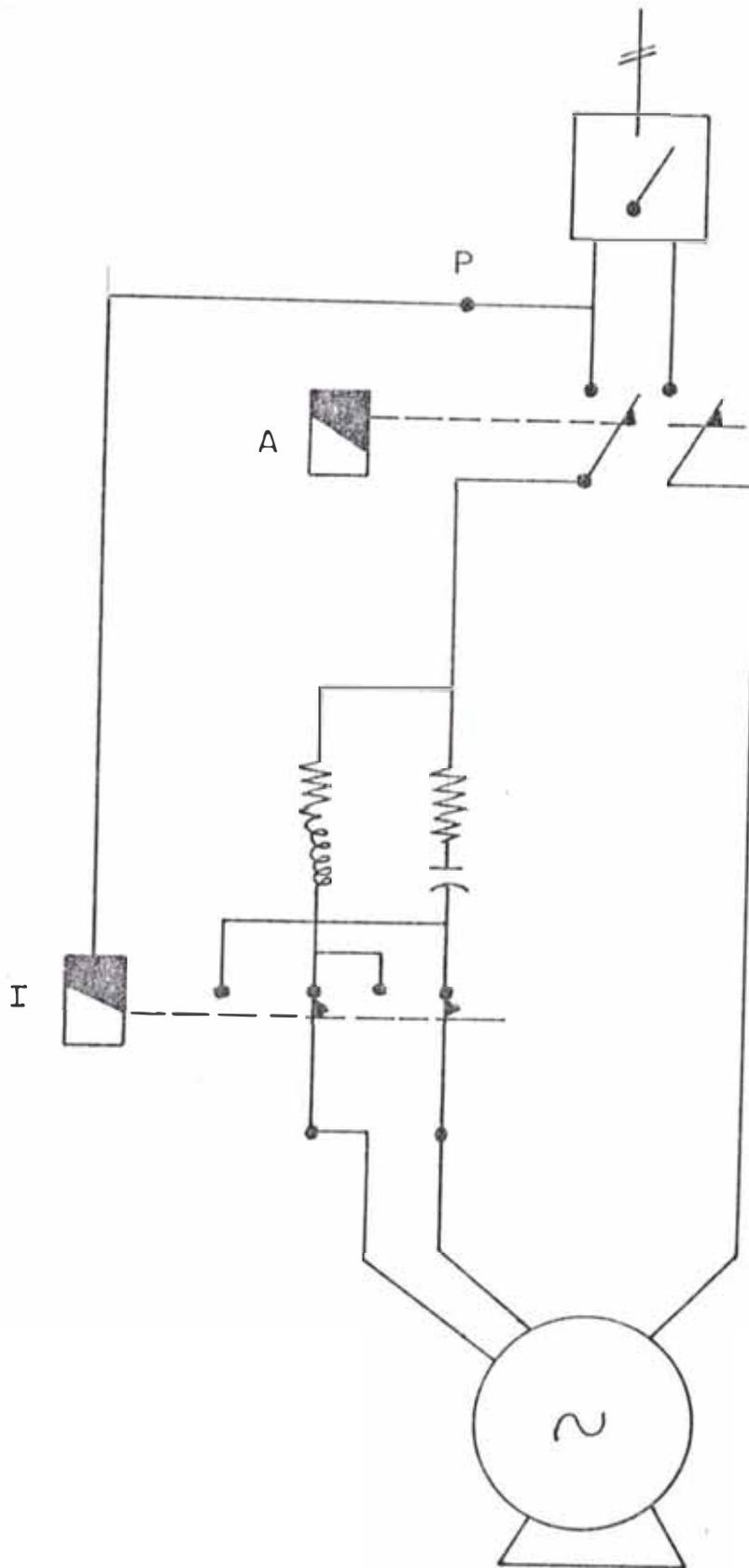


FIG. 5.6 ESQUEMA ELECTRICO - MOTOR MONOFASICO

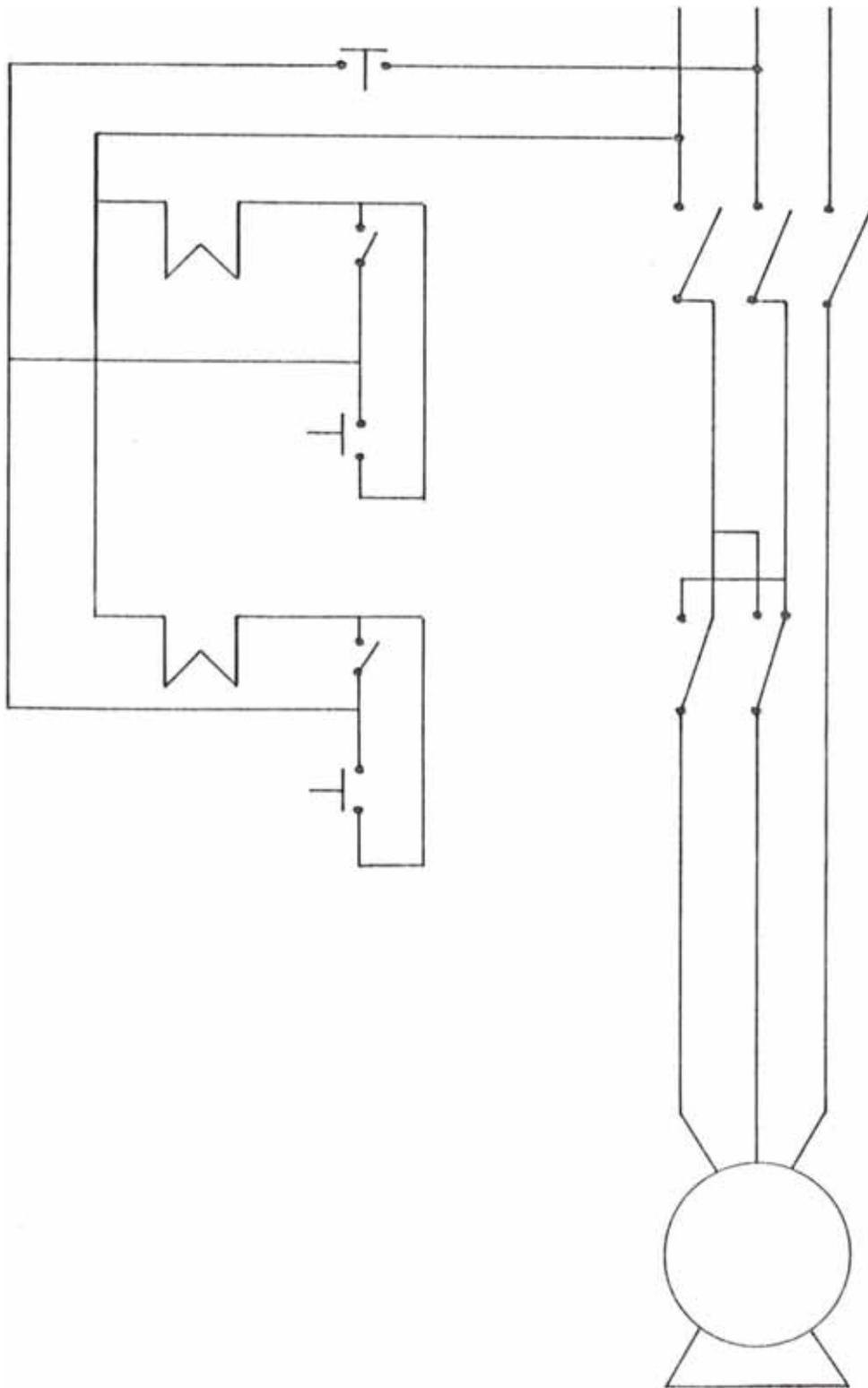


FIG. 5.7 ESQUEMA ELECTRICO - MOTOR TRIFASICO

### 5.3 Mantenimiento de la Máquina Herramienta Múltiple para Madera

#### Limpieza

Es importante tener presente que para cualquier operación de mantenimiento el operario encargado, verificará que la llave general esté desconectada, sólo así podrá estar seguro de evitar accidentes por imprudencias de segundas o terceras personas, es más deberá colocar un cartel que indique el motivo.

Todos los días después de cada jornada se deberá limpiar el área de trabajo y el último día de labor se debe considerar cuando menos la última hora para hacer una limpieza minuciosa de cada máquina, se quitarán residuos de virutas, aserrín y residuos de todos los huecos e intersticios, se quitará el polvo con una manguera de aire comprimido; si se advirtiera alguna pieza oxidada se limpiará con tela esmeril, engrasándola a continuación con una mecha de petróleo y aceite mineral en partes iguales, a continuación se pasará un paño o wippe ligeramente empapado en dicha mezcla por toda la superficie de la máquina.

#### Lubricación

Una de las fases más importantes del mantenimiento es sin lugar a duda, el correcto cuidado y engrasado de todas las partes móviles de cualquier máquina. Cualquier negligencia en ella causará serios y costosos daños a la máquina, el motor o la transmisión. Es importante tener muy en cuenta la ficha periódica de lubricación.

### Afilado de Sierras Circulares

Es de suma importancia que las herramientas cortantes de las máquinas se mantengan bien afiladas y en las mejores condiciones, no solo desde el punto de vista de calidad del trabajo en si, sino también, lo que es tal vez más importante desde el punto de vista de seguridad del operario. Es siempre peligroso trabajar con herramientas embotadas, porque ellos ofrecen más resistencia a la madera cuando esta avanza hacia ella.

### Rectificación de una Sierra Circular

Después de cierto periodo de uso y de repetidos rectificadores de una sierra, los dientes de esta quedan dispares en altura. Esto perjudica la calidad y eficacia del corte porque los dientes pequeños no trabajan:

- 1.- Para rectificar la sierra suba la mesa hasta que los dientes sobresalgan apenas.
- 2.- Haga girar la sierra sobre una piedra carborundun moviéndola de un lado a otro hasta que no salten chispas.
- 3.- Verifique que todos los dientes tengan la misma altura, si algunos dientes no han sido tocados levante un poco el disco y repita la operación.
- 4.- Esta rectificación no necesita hacerse cada vez que se afila la sierra, pero ella es tan sencilla y toma tan poco tiempo que se recomienda hacerlo frecuentemente. Ya que el agujero de la sierra es siempre un poco mayor que la circunferencia del árbol, la sierra no quedará perfectamente centrada a menos que se la monte en la misma posición en la que se encontraba cuando se rectificó la última vez. Por eso es bueno habituarse a montarla siempre del mismo modo por ejemplo con la

marca del fabricante para arriba o alguna marca hecha a propósito.

#### Rebajado de los Dientes

Después de varias afiladas los vanos entre dientes pierden altura y se empastan fácilmente con el aserrín, es entonces necesario llevarlos a la profundidad original. Esta operación se realiza con una rueda esmeril montada en una lijadora, en un torno con un dispositivo o en una máquina de afilar, discos de sierra. Al mismo tiempo que se rebaja el vano entre dientes, se rectifica el ángulo de incidencia o del frente de los dientes, operación que es muy importante.

#### Afilado de Cuchillas de Garlopas

El ángulo de afilado es de unos  $40^\circ$

Regla Práctica: Anchura del bisel = Doble del espesor de la cuchilla.

La eliminación de la rebaba, el afilado de afino tiene lugar a mano y generalmente con piedras de carborundum. Después del suavizado hay que limpiar las cuchillas de los restos de aceite que pudieran contener, esto se hace con un wippe o trapo.

Dos cuchillas formando pareja tienen siempre que tener un peso igual. Pesos desiguales dan origen a centros de gravedad en el árbol, a funcionamiento ruidoso, agitado y a calentamiento anormal. El peso desigual se produce por un afilado desigual, como consecuencias de roturas en el filo, defectos de afilado, etc. y se evita mediante esmerilado en el canto dorsal o en un extremo frontal.

Las cuchillas deben ser ajustadas de tal modo que sus filos describan la misma circunferencia, llamada "Circunferencia de Vuelo!"

#### Seguridad

Durante el recambio de las cuchillas hay que asegurar la máquina contra cualquier posibilidad de puesta en marcha. Lo mejor para esto es quitar los fusibles del motor. Siempre verifique que los tornillos estén bien ajustados para evitar que las cuchillas puedan salir disparadas.

Capítulo 6  
PEQUEÑO ESTUDIO ECONOMICO

6.1 Introducción

El mérito de una obra de ingeniería en general, estriba fundamentalmente en la ventaja económica que resulta en su puesta en operación. En efecto, la labor del ingeniero tiene por objeto satisfacer las necesidades humanas utilizando los materiales y la energía de la naturaleza mediante la aplicación de conocimientos científicos y técnicos, al menor costo posible, para que sea accesible a la mayoría y ser así realmente eficaz (1). En el presente capítulo se realiza un pequeño estudio económico con la finalidad de evaluar la ventaja económica de la producción de la presente máquina herramienta para madera de operación múltiple, en comparación a las ya existentes en el mercado local, sean estas importadas o de producción nacional. Así mismo se indica que en vista de las constantes variaciones de precios de estos tipos de máquinas herramientas para madera, se han realizado las evaluaciones y comparaciones económicas con la unidad monetaria del Dolar Norteamericano.

---

(1) Ing. Jirosi Shojio, UNI, Folleto UNI Análisis Económico en Ingeniería, Perú, 1975.

También se expone algunos conceptos teóricos referidos a los elementos de costos antes de su aplicación, en la evaluación de costos y resumidos luego en los respectivos cuadros comparativos. Posteriormente se realiza una interpretación y observación de estos cuadros comparativos. Se culmina el presente capítulo haciendo una exposición sobre las posibilidades financieras de adquisición del tipo de máquina herramienta para madera, correspondiente al presente estudio.

## 6.2 Consideraciones y Conceptos

Se ha estimado conveniente tener en cuenta algunos conceptos referidos a la Contabilidad de Costos, antes de ser aplicados en el presente pequeño estudio económico. Tales conceptos como productividad, utilidad, rentabilidad muchas veces son motivo de inadecuadas interpretaciones. Los costos o mejor dicho la contabilidad de costos, es definida como la clasificación, registro y ubicación adecuada de los gastos para la determinación de lo que cuesta producir los artículos o los servicios que proporciona la empresa y por consiguiente, el precio al que pueden ser vendidos de acuerdo al margen de utilidad esperado. Tengamos en cuenta que la diferencia entre la Contabilidad General o Comercial y la Contabilidad Industrial, está en que:

- Una firma comercial: Compra y vende
- Una firma industrial: Compra transforma y vende.

Una firma comercial, compra mercadería y luego, incluyendo sus gastos y un margen de utilidad la vende.

Una firma industrial compra, no solamente materia prima, sino

que adquiere también trabajo, energía eléctrica, etc. con las cuales realiza la transformación. La evaluación de esta transformación que resulta de la composición de todo lo que se ha adquirido es el campo de la contabilidad de costos. En realidad esta contabilidad tiene por fin hallar cuanto cuesta la transformación que se lleva a cabo en el taller o planta y por lo tanto es en el ámbito de taller donde se realiza la evaluación por la contabilidad de costos.

#### 6.2.1 Costo Primo

Llamado también primer costo o costo directo, comprende la mano de obra directa y los materiales directos. El material directo o la materia prima directa está constituido por todos aquellos materiales que forman una parte integral del producto final y que pueden ser identificados, valorizados y cargados al producto final. Mano de obra directa es aquella que se paga por variar o alterar la composición, condición o constitución de la materia prima que constituye el producto final.

#### 6.2.2 Costo de Fabricación

Llamado también costo de manufactura o de producción, está constituido por la suma del costo primo más los gastos de fabricación. Se denomina gastos de fabricación al costo de los materiales indirectos, mano de obra indirecta y todos los gastos incurridos en el taller que no puedan ser cargados a unidades o trabajos específicos. Denominamos, materiales indirectos, aquellos que son necesarios para obtener el producto final pero que su consumo con respecto al producto es tan pequeño o su valorización tan compleja

que sería demasiado laborioso realizar esta evaluación y los resultados no serían muy confiables si se les trataran como materiales directos.

#### 6.2.3 Costo de Producción

Llamado también costo bruto o comercial, es el que resulta de sumarle al costo de fabricación los gastos administrativos y financieros. Se denomina gastos de oficina o administrativos aquellos gastos en que se incurre en la dirección, control y administración de la empresa. Están incluidas dentro de estos gastos, los gastos de secretaría, contabilidad y control financiero. Se denomina gastos financieros, aquellos en que se incurre para conseguir dinero.

#### 6.2.4 Costos de Hacer y Vender

Llamado también costo total o de ventas es el que resulta de agregarle al costo de producción los gastos de venta y distribución. Denomínase gastos de ventas aquellos en que se incurre para solicitar y asegurar ordenes de pedido de los artículos producidos y también aquellos gastos hechos para obtener y retener clientes. Se denomina gastos de distribución a todos aquellos en que se incurren desde que el producto está listo en los talleres hasta que llega al cliente. Al conjunto de los gastos: Administrativos, financieros, de venta y distribución se les denomina gastos de operación.

#### 6.2.5 Precio de Venta

Es el que resulta de sumar o restar al costo de hacer y vender la utilidad o la pérdida.

Simplificando los elementos del costo presentamos en forma de cuadro sinóptico:

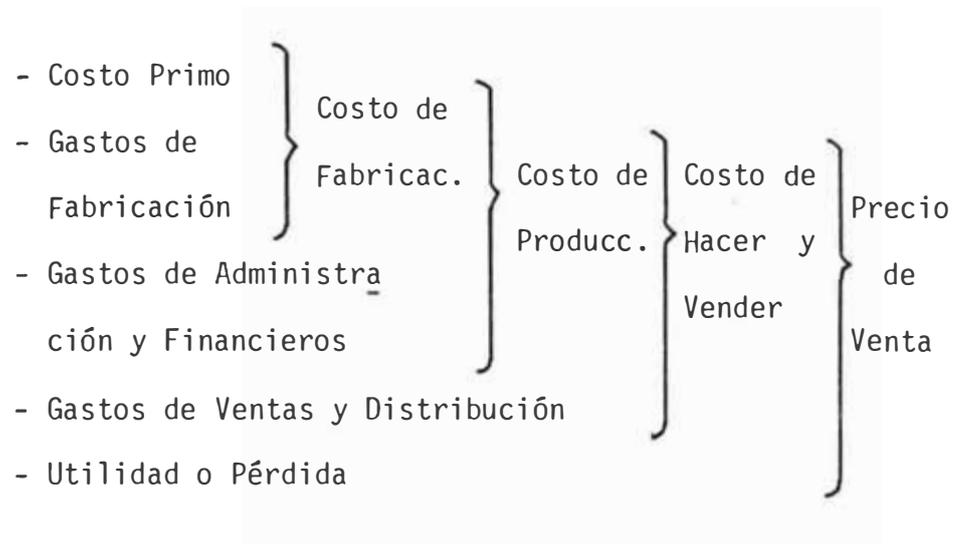


Fig 6.1

#### 6.2.6 Deducción de Costos

De la fig 6.1 podemos interpretar que el conjunto o suma de los: Gastos de administración y financieros, gastos de ventas y distribución y la utilidad o pérdida, constituye la utilidad bruta. También podemos deducir que la utilidad bruta es la diferencia entre ventas y el costo de fabricación.

Sintetizando el estado de ganancias y pérdidas según el cuadro de la fig 6.2, tendremos:

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS		
1era Zona	- Costo de Ventas	- Ventas
	- Utilidad Bruta	
2da Zona	- Gastos de Operac.:	- Utilidad Bruta
	-Gastos de Ventas	
	-Gastos Administr.	
	-Gastos Financier.	
	-Utilidad	

Fig 6.2

Podemos deducir de la fig 6.2, Estado de Ganancias y Pérdidas de la 1ra zona:

$$\text{Utilidad Bruta} + \text{Costo de Ventas} - \text{Ventas} \dots (a)$$

De la 2da zona:

$$\text{Utilidad Bruta} = \text{Gastos de Ventas} + \text{Gastos Admin. y Financieros} + \text{Utilidad o Pérdida}$$

Podemos deducir de la fig 6.1, elementos de costos:

$$\text{Costo de Fabricac.} + \text{Gastos de Ventas} + \text{Gastos Admin. y Financieros} + \text{Utilidad o Pérdida} = \text{VENTAS}$$

Podemos reemplazar la expresión entre corchetes de la igualdad (c) por su equivalente utilidad bruta, según (b) y obtendremos:

$$\text{Costo de Fabricac.} + \text{Utilidad Bruta} = \text{Ventas} \quad (d)$$

Pasando la utilidad bruta al segundo miembro en las igualdades (c) y (d) tendremos:

$$\text{Costo de Ventas} - \text{Ventas} = \text{Utilidad Bruta} \quad (e)$$

Como dos cantidades iguales a una tercera son iguales entre sí, de las expresiones (e) y (f) deducimos:

$$\text{Costo de Ventas} = \text{Costo de Fabricación.}$$

#### 6.2.7 Esquemas de Costos

Con la finalidad de esquematizar los elementos de costo para una mejor claridad, se han elaborado los esquemas y cuadros de la fig. 6.3

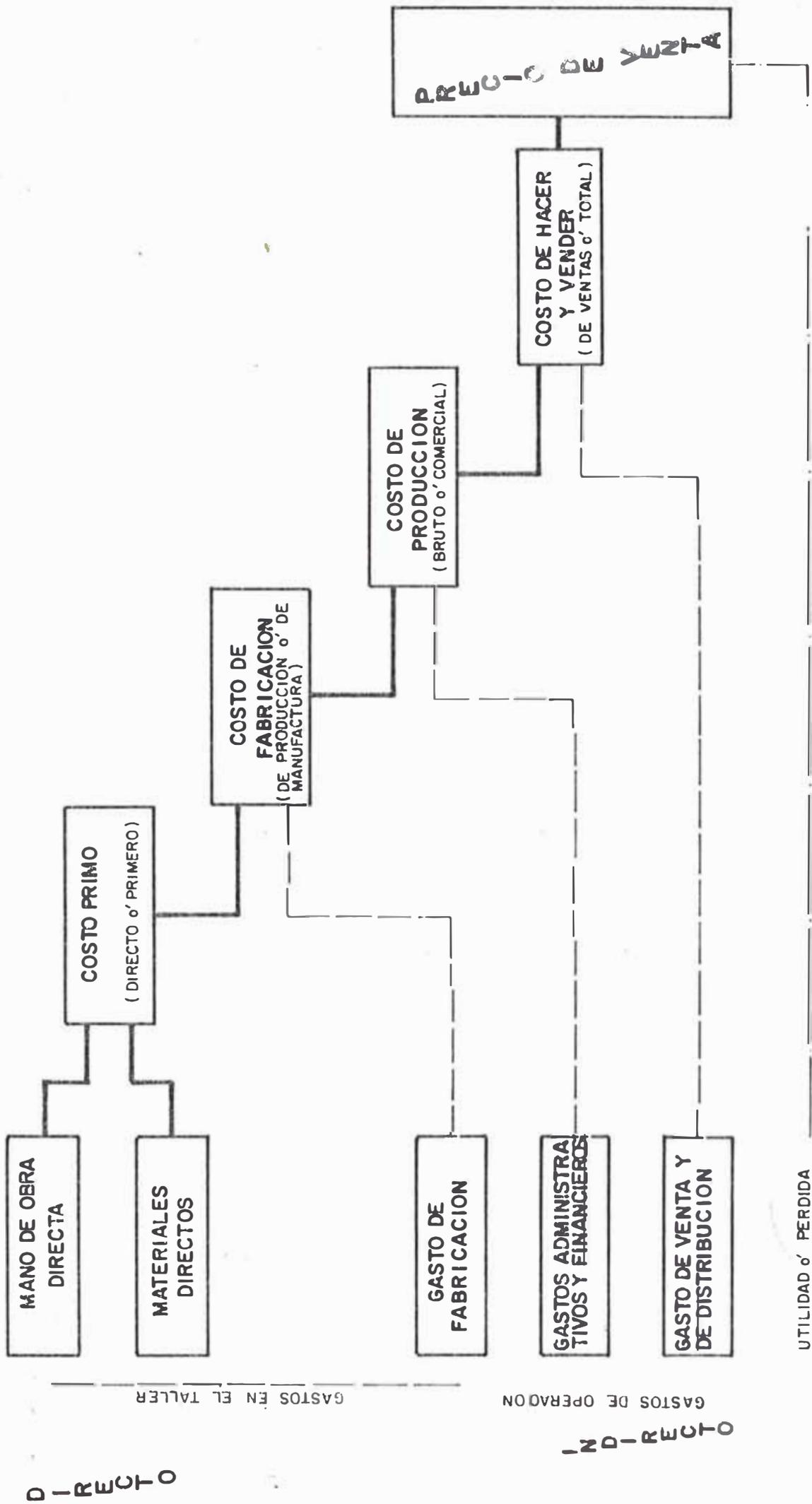


FIG. 6.3 - ELEMENTOS Y DIVISION DEL COSTO

ESTRATO	NUMERO DE EMPRESAS	PERSONAL OCUPADO	TECNOLOGIA	
			TRADICIONAL	C MODERNA
Artesanía	53,333	170,000	T	
Microindustria	84,000	210,000	M/T	
Pequeña industria	15,000	120,000	M	
Mediana industria	2,100	105,000	M	
Gran industria	190	85,000	M	
TOTAL	154,623	690,000		

Fuente: Cuadernos Tecnológicos, N°13, Set. 90, Pag. 29

Fig. 6.4 - ESTRATOS DE LA INDUSTRIA PERUANA

### 6.3 Evaluación de costos para la fabricación de la máquina herramienta para madera de operación múltiple

A continuación se valorizan los costos que implican la fabricación de la presente máquina herramienta de operación múltiple para madera, hasta obtener su costo de venta; dichos valores en algunos casos son estimados, suficientes para los fines del presente trabajo.

#### 6.3.1 Costos Directos

Materiales directos:

Estructura.-Según metrado, se requiere 24m de perfil L2x2 - x1/4 ,teniendo en cuenta que,  $\frac{\$1,29}{m}$  ,tendremos:

$$\frac{\$1,29 \times 24m}{m} = \$30,96$$

Para estructura L4x4x1/4 a  $\frac{\$2,5}{m}$ , tenemos; para 2m :

$$\frac{\$2,5 \times 2m}{m} = \$5,0 =$$

Plancha de acero estructural de e=1/4", largo=100 cm, ancho= 58 cm, teniendo en cuenta que =7,8g/cm<sup>3</sup> y  $\frac{\$0,23}{m}$

$$\frac{\$0,23 \times 6,35cm \times 100cm \times 58cm \times 7,8g/cm^3 \times 1}{1000} = \$66$$

Madera Copaiba

Según metrado, se requiere de 4 pie<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que

$\frac{\$1}{pie^2}$  ,tendremos:

$$\frac{\$1 \times 4pie^2}{pie^2} = 4,0$$

Tubo de acero negro, e=3,3mm ,o=2" , largo=1,10m

$$\text{Costo comercial} = \$17.8$$

Soldadura Cellocord AP de 1/8"

cantidad a usar=3kg, considerando 4"de cordón/varilla de soldadura y teniendo en cuenta a \$3,8/kg,tendremos:

$$\$3,8/kg \times 3kg = \$11,4$$

Soldadura Cellocord AP de 1/8" ,para acabado  
 cantidad a usar=2kg 'considerando 4"de cordón/varilla de -  
 soldadura,tendremos:

$$\$3,8/\text{kg} \times 2\text{kg} = \$7,6$$

Mesita para escopleadora y lijadora de disco:

cantidad=2 unidades,con plancha de acero estructural de  
 espesor=1/4",teniendo en cuenta a \$0,23/kg

$$\text{operando: } \$0,23/\text{kg} \times 2 \times 20\text{cm} \times 35\text{cm} \times 0,635\text{cm} \times 7,8\text{g}/\text{cm}^3 \times 1/1000 = \$1,6$$

Eje de garlopa,largo=40cm,  $\varnothing=3"$

$$\text{costo comercial} = \$60,0$$

Contraeje de acero, $\varnothing=1"$

$$\text{costo comercial} = \$20,0$$

Motor eléctrico trifásico de 2,4 HP

$$\text{costo comercial} = \$130,0$$

Soportes de pie con rodamientos

zona garlopa;costo unitario \$7,2/unid.

$$\text{para dos unidades} = \$14,5$$

zona contraeje;costo unitario \$4,8/unid.

$$\text{para dos unidades} = \$9,6$$

Mandril para sierra circular-lijadora de disco,incluye eje,  
 chumaceras,portadisco:

$$\text{costo comercial} = \$50,0$$

Hoja sierra circular de  $\varnothing=12"$

$$\text{costo comercial} = \$52,50$$

Fajas en V:

cantidad=06 ,(para motor/eje garlopa,eje garlopa/contraeje,  
 contraeje/eje sierra circular)

costo unitario=\$4,3/faja

tendremos:  $\$4,3/\text{faja} \times 6 = \$25,8$

Cuchilla para garlopa:

cantidad=03 de 10"de largo cada uno

costo unitario=\$11,10/cuchilla

tendremos:  $3\text{cuchill.} \times \$11,10/\text{cuchill.} = \$33,3$

Material para acabado(lija,thiner,base,pintura)

costo comercial=\$14,7

Accesorios y otros: 15% adicional=\$83,2

Total material directo=\$638

Mano de obra Directa

En la estructura,considerando \$5/horas-hombre

tiempo=20 horas

tendremos:  $20\text{horas} \times \$5/\text{h-h} = \$100,0$

Maquinado de eje:

zona garlopa,considerando a \$6/h-h

tiempo=04 horas

tendremos:  $4\text{horas} \times \$6/\text{h-h} = \$24,0$

Tablero de mesa

maquinado de plancha garlopa :

cepillado  $\$5/\text{h-h} \times 3\text{horas} = \$15$

rectificado  $\$8/\text{h-h} \times 0,5 = \$4$

### 6.3.2 Costo de fabricación

Por aplicación general,el 10% del costo directo

$0,10 \times 781 = \$78,1$

### 6.3.3 Costo de producción

Por aplicación general,el 15% del costo directo

$$0,15 \times 781 = 117\$$$

#### 6.3.4 Costo de venta

Representan los gastos de ventas y distribución, en vista que en el presente caso, se trata de la fabricación de una sola máquina, este costo es no significativo por lo que lo consideraremos nulo.

#### 6.3.5 Precio de venta

Utilidad: que para el presente caso lo estimamos en un 20% del total, es decir  $0,2 \times 976,1 = \$195$

$$\text{Precio de venta} = 976,1 + 195 = \$1171,1$$

#### 6.4 Cuadro Comparativo

A continuación presentamos en diversos cuadros (Del 6.2 al 6.9) - los precios de venta de diversas máquinas herramientas para madera, tanto de operación múltiple como de operación individual; así mismo su procedencia nacional o importada. Esta comparación contempla además diversos datos; como características de la máquina. La comparación económica se realiza en moneda norteamericana, en vista las periódicas variaciones de precios dado el momento inflacionario que vive el país en la actualidad, no obstante que en el presente año 1990 tiende a una variación poco acentuada.

Las cotizaciones de estas máquinas han sido realizadas mayormente durante el año de 1988 y 1989 en el área de Lima y se ha tenido - que recurrir al costo del Dollar en esa fecha, para lo cual se ha recurrido al cuadro 6.1, donde se muestra el valor promedio mensual del Dollar paralelo americano, correspondiente a cada año, - desde 1985 al 1990.

Finalmente se muestra en el cuadro 6.10 el precio de venta entre otros datos, de la presente máquina herramienta correspondiente a este estudio.

MESES	A Ñ O S				
	1980	1981	1982	1983	1984
<b>Soles por dólar</b>					
Enero	258	351	530	1,046	2,430
Febrero	263	366	552	1,107	2,637
Marzo	269	391	566	1,189	2,671
Abril	275	405	604	1,319	2,876
Mayo	282	412	634	1,443	3,243
Junio	288	419	665	1,582	3,319
Julio	295	428	699	1,698	3,564
Agosto	301	438	749	1,929	3,978
Setiembre	311	451	788	2,013	4,240
Octubre	321	466	844	2,085	4,336
Noviembre	333	484	895	2,205	5,150
Diciembre	344	502	954	2,293	5,379
Promedio	295	426	707	1,659	3,652
<b>Intis por dólar</b>					
	1985	1986	1987	1988	1989
Enero	6	17	21	90	1,923
Febrero	7	17	21	96	1,431
Marzo	8	17	21	112	1,338
Abril	9	17	27	138	1,784
Mayo	10	17	32	188	2,869
Junio	12	17	33	177	3,196
Julio	12	17	45	194	3,053
Agosto	17	18	47	232	3,437
Setiembre	17	18	49	363	4,924
Octubre	17	18	58	494	5,834
Noviembre	17	19	66	577	9,698
Diciembre	17	20	92	1,178	14,103
Promedio	13	18	43	320	4,466

CUADRO. 6.1 - TIPO DE CAMBIO PARALELO: VENTA  
(Intis por dólar)

FIRMA		M O T O R E X S.A.						F.M. BUSCH S.A.									
H E R R A M I E N T A		SIERRA C.	X	X				X					X				
		GARLOPA	X		X			X						X			
		ESCOPLA DURA	X					Y					X				
		TORNO	X												X		
		LIJADURA DISCO	X														
		TUPI															
		MOLDURADURA															
NACIONALIDAD		PERU/AUSTRIA											PERU	PERU	PERU		
CARACTERIST.		2 HP, MONOF. 3600 R.P.M.											PERU	BUSCH 1 HP, 3 Ø 8" GARLOPA			
P V UNITARIO		1555.26											1,200	998	1607	962	
R E N T		\$															
E N T		1555.26															
TOTAL																	2569
SERVICIO		MULTIPLE												MULTIPLE			INDIVIDUAL

CUADRO 6.2 - CUADRO COMPARATIVO PRODUCCION NACIONAL





FIRMA		E D I P E S A										CARLOS CERDAN ASCENCIO								
H E R R A M I E N T A		SIERRA C.	X												X					
		GARLOPA	X												X					
		ESCOPLA	X																	
		TORNO	X																	X
		LIJADURA																		
		DISCO	X																	
NACIONALIDAD			PERU												PERU	PERU	PERU			
CARACTERIST.			MOTOR 2 HP.												S/MOTOR S/BUCK S/POLEA S/FAJA	S/MOTOR S/BUCK S/FAJA	S/MOTOR S/BUCK S/FAJA			
P R E N C I A		UNITARIO	729.05												302.52 0666	163.26 0665	276.11 0665	175.27 0665		
TOTAL																				614.64
SERVICIO			MULTIPLE												MULTIPLE					INDIVIDUAL

CUADRO 6.5 - CUADRO COMPARATIVO PRODUCCION NACIONAL





FIRMA		FIERRO ANDINO										PROGESA													
H E R R A M I E N T A	SIERRA C.	X										X							X						
	GARLOPA	X																							X
	ESCOPLA	X																							
	TORNO																								
	LIJADURA DISCO																								
TUPI																									
NACIONALIDAD		PORTUGUESA																							
CARACTERIST.		GARLOPA 16" ESCOPLA Ø20 mm. SIERRA: 12" c/Motor																							
P V	UNIJARIO																								
R E	\$	12,951																							
E N	TOTAL	12,951																							
C T	\$																								
SERVICIO		MULTIPLE	INDIVIDUAL										INDIVIDUAL												

CUADRO 6.8 - CUADRO COMPARATIVO  
IMPORTADORES



FIRMA		PRESENTE ESTUDIO
H E R R A M I E N T A		
	SIERRA C.	X
	CARLOPA	X
	ESCOPLA	X
	TORNO	X
	LIJADURA	
	DISCO	X
NACIONALIDAD		PERU
CARACTERISTICA		CON MOTOR TRIFASICO DE 2,4HP, OPCIONAL MO- NOFASICO 2,0HP, 4560 RPM, 60HZ, JAULA DE ARDILLA
P V	UNITARIO	1171
R E	\$	
E N	TOTAL	
C T	\$	
SERVICIO		M U L T I P L E

CUADRO 6.10 - PRESENTE ESTUDIO

#### 6.4.1 Comentarios y apreciaciones

Con la finalidad de tomar en consideración la devaluación - por tiempo transcurrido, para los casos de los presupuestos referidos a los años 1988 y 1989, podemos considerar un incremento del 10% anual para los fines estimativos del presente cuadro comparativo. Por consiguiente podemos mencionar las sntes. apreciaciones:

-De los productos nacionales, la Cia Motorex S.A. (cuadro 6.2) presenta la máquina herramienta de operación múltiple con el mayor número de operaciones (6) seis, pero es de señalar que la patente de ésta máquina es de procedencia austríaca. Su costo asciende a \$1555 en el año 1989 y considerando el incremento mencionado es aprox. \$1900

-De los productos nacionales, la Cia Motorex S.A. (cuadro 6.2) presenta una máquina de operación múltiple, con tres funciones (sierra circular, garlopa y escopleadora) a un precio de \$1200 en el año 1988, actualizado es aprox \$1450. Así mismo en el mismo cuadro podemos apreciar que la Cia F.M. Busch S.A. presenta dos máquinas individuales (garlopa y - torno) ascendente a la fecha a un precio aprox. de \$3420.

-De los productos nacionales, la Cia ATIQ (cuadro 6.3) presenta una máquina de operación múltiple, de tres funciones y la oferta sin motor, sin herramientas, ni accesorios a un precio de \$290 en el año de 1989 y la Cia Electromecánica Maguiña por una máquina similar, sin motor a un precio de \$467

-Los productores nacionales presentan un máximo de tres funciones para las máquinas herramientas

-Del cuadro 6.4, la Cia J. Huerta, presenta tres máquinas (Sierra circular, garlopa y tupí), cuyos precios sumados asciende a aprox. \$3150, que casi duplica al precio de una múltiple de tres funciones.

-Del cuadro 6.7, la Cia Gratry, presenta una máquina de operación múltiple de tres funciones (sierra circular/escoplo/lijadora disco) de procedencia Suiza a un monto ascendente en el año de 1989 de 5000 dolares N.A., monto que actualizado se acerca a los \$6000, representando un precio de cuatro veces que una de fabricación nacional.

-Del cuadro 6.8, La Cia Ferro Andino, presenta una máquina de procedencia portuguesa, de operación múltiple de tres funciones (sierra circular/Garlopa/escoplo), a un precio ascendente a \$12.950 representando aprox. nueve veces más el precio de la mejor oferta de procedencia nacional.

-Podemos deducir que las máquinas herramientas importadas son varias veces más caras que las de producción nacional, haciendo inalcanzable económicamente a las mayorías.

-Del cuadro 6.9 podemos apreciar que todas ellas de procedencia Italianas y Brasileras, tienen motor Trifásico, y de cuatro a cinco operaciones y con un precio promedio de \$5000.

-Referente al cuadro 6.10 respecto a la máquina correspondiente al presente estudio, podemos indicar que su precio de \$1171 (caso se fabrique una sola), con motor y herramientas, se estima aceptable, más aun que tiende a bajar si se fabrican varias y con la oportunidad de contar con cinco operaciones.

### 6.5 Posibilidad de Formación de una Pequeña Empresa con la Adquisición de una MHPM Múltiple

La OIT establece unilateralmente pautas para la clasificación de las empresas y señala que:

De 200 trabajadores o más, es una gran empresa.

De 20 trabajadores y menos de 200, es mediana empresa.

De 5 trabajadores y menos de 20, es pequeña empresa.

De 1 trabajador y menos de 5, es micro empresa.

Estos lineamientos no son seguidos por muchos países, pero hay algunos que se aproximan como el caso de México o Brasil. En el Perú, la Ley de la Pequeña Empresa Industrial, Ley 24062 estipula que "Se considera Pequeña Empresa Industrial, a la que desarrolla actividades comprendidas en el artículo 2° del título preliminar de la Ley General de Industrias N° 23407 cuya venta no exceda en cada ejercicio gravable de 1,500 sueldos mínimos vitales anuales para los trabajadores de la industria de la provincia de Lima vigente al cierre del ejercicio respectivo". Así mismo, existen y de acuerdo a esta misma Ley de la Pequeña Empresa, instituciones financieras como el Fondo de Promoción de la Pequeña Empresa Industrial - FOPeI, creada como instrumento financiero cuyo objetivo es el desarrollo de las pequeñas empresas industriales legalmente constituidas. En el presente caso y generalizando es decir el de un trabajador de oficio carpintero que pretende formar (Adquiriendo la máquina herramienta de operación múltiple para trabajo en madera, motivo del presente estudio) una pequeña empresa legalmente constituida y asumiendo que cuente con el ambiente mínimo necesario para desarrollar su trabajo, así como el material de

insumo a transformar (madera, cola, clavos, etc), podrá a través de organismos financieros formar una pequeña empresa.

Aproximadamente podemos bosquejar el procedimiento a seguir por el potencial pequeño empresario, de la siguiente manera:

- 1.- Constituirse legalmente como pequeña empresa.
- 2.- Para fines de hacerse merecedor de algún préstamo financiero deberá cumplir con los requisitos de toda pequeña empresa dispuesto por la Ley que lo rige (Art. 52), así mismo cumplir los requisitos de préstamos exigidos por FOPEI, que para el presente caso sería para la adquisición de la máquina herramienta de operación múltiple en un precio de venta, según lo calculado de
- 3.- Paralelamente deberá obtener la garantía para respaldar este préstamo, que serviría para asumir el costo de adquisición - de la máquina herramienta, para lo cual, podrá contar con el fondo de garantía para préstamos a la pequeña industria - FOGAPI, y si es insuficiente cubrirá la diferencia con hipotecas de inmuebles, prendas de máquinas, etc.

#### 6.5.1 Programas de Promoción y Apoyo a la Pequeña Empresa

Según la ONUDI existen 6 opciones de estrategia de industrialización que han sido aplicadas por diversos países - del mundo:

- Impulso a las industrias básicas.
- Sustitución de importaciones.

- Promoción de Exportaciones Industriales.
  - Aumento del Valor Agregado de los Recursos Naturales.
  - Promoción de las plantas industriales de mayor tamaño y productividad.
- Fomento de la pequeña y micro empresa.

Realizando un balance, lo que hemos tenido en materia de estrategias industriales en nuestro país, ha sido un predominio de la sustitución de importaciones durante 4 décadas con algunas complementaciones. En ningún momento se ha tenido en cuenta y menos se ha aplicado la estrategia de fomento de la pequeña empresa, sea de manera específica o como complemento a otras estrategias. La pequeña empresa nunca estuvo en la prioridad de los planes de desarrollo, ni en las decisiones gubernamentales nacionales (Ver apéndice H).

Un rasgo central de la estructura industrial del país es la heterogeneidad tecnológica presente en los diferentes estratos empresariales, cada uno de los cuales tiene sus propias características y especialidades, como se muestra en el cuadro de la fig. 6.5 .

Hoy en día existen entidades que apoyan al desarrollo de la pequeña y mediana empresa, de las cuales podemos citar: FOGAPI.- Fondo de garantía para préstamos a la pequeña in-

industria, Entidad privada administrada por COFIDE, con oficinas en el 7mo piso del 2do edificio Camino Real y telef. 422550, esta entidad ofrece fianza máxima en todas las modalidades no superiores a 8,500., esta conformada por el comité de la pequeña industria de la Sociedad Nacional de Industrias, APEMIPE, Banco Industrial del Perú, SENATI y COFIDE. Es objetivo de estas entidades apoyar a la Pequeña Industria y Artesanía, mediante la emisión de cartas fianza que cubran el déficit de garantías requeridas para la obtención de créditos en instituciones financieras y bancarias, adelantos de clientes, créditos de proveedores y licitaciones.

FOPEI.- Fondo de promoción para la Pequeña Industria.

Entidad privada administrada por el BIP, con oficinas en el Jr. Cusco 653 Mezzanine - Lima, telef. 283060 - 286; esta entidad ofrece financiamiento de capital de trabajo y/o activos fijos, propiciando el crecimiento de las pequeñas empresas, ya sea en la instalación y equipamiento de talleres, como de capital de trabajo a través de un programa de crédito y garantías.

IDAMPEI.- Instituto de Desarrollo a la Mediana y Pequeña Empresa Industrial; en la actualidad trabaja con el nombre de Programa de Apoyo a la Pequeña y Micro Empresa; con oficinas en el mismo SENATI (Km 15-200, Autopista Ancón) ofrece orientación y capacitación del personal de la Pequeña y Micro Empresa.

APEMIPE.- Asociación de Pequeños y Medianos Empresarios del Perú, ubicado en el Paseo la República N° - Lima, - telef. 456372 ofrece crédito al Pequeño y Mediano Empresario.

Información adicional y demás detalles se anexa en el apéndice H.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Siendo el presente estudio sólo el diseño de una máquina herramienta y no un proyecto del mismo, permite intuir su factible fabricación con justificación técnica/económica.
- 2.- La calidad de la presente máquina herramienta de operación múltiple para trabajos en madera, técnicamente no es muy competitiva a las importadas, en algunos casos; sin embargo se ajusta más a las necesidades reales de nuestro usuario nacional.
- 3.- Comprobada la potencial demanda de estos tipos de máquinas herramientas, sería un motivo más, que justificaría su eventual fabricación.
- 4.- Del presente estudio se puede afirmar que es factible la construcción de la presente máquina herramienta con el diseño indicado.
- 5.- El país dispone de recursos propios para abastecer los insumos requeridos para una eventual fabricación de máquinas herramientas para carpintería.

- 6.- La presente máquina herramienta permitirá a un pequeño empresario iniciarse como tal, para posteriormente y de acuerdo a su desarrollo empresarial desplazar la presente máquina por otra de mayor capacidad de producción.
- 7.- Existe una producción nacional de máquinas herramientas para carpintería a nivel artesanal que atiende el 22% del consumo, es improbable una mayor participación en el mercado, debido a las limitaciones técnicas y económicas de los fabricantes.
- 8.- Del cuadro comparativo sobre los costos de ventas, realizado en el capítulo 6 Estudio Económico; permitirá a través de entidades como el Banco Industrial, FOPEI (Fondo para la Pequeña Industria), PROPEM (Programa de Crédito Multisectorial para la Pequeña Empresa) que un pequeño artesano, pueda dar un primer paso de su desarrollo y adquirir la presente máquina.
- 9.- La presente máquina herramienta de operación múltiple requiere de un solo operador.
- 10.- Se recomienda que la presente máquina herramienta no trabaje con más de una operación simultáneamente.
- 11.- La presente máquina herramienta de operación múltiple para trabajos en madera se recomienda para trabajar maderas de un espesor de 3/4" como máximo en cada pasada de garlopa.
- 12.- Si el usuario desea trabajar la presente máquina en zonas con exis

tencia de fluido electrico trifásico, se recomienda un motor electrico de las siguientes características:

Trifásico de 2.4 HP, 60 HZ, C.A., 3450 RPM, DELCROSA NV 90 L4

- 13.- Si el usuario desea trabajar la presente máquina en zonas con existencia de fluido electrico monofásico, se recomienda la adquisición de un motor electrico de las siguientes características:

Motor monofásico, 3450 RPM, de 2 HP, DELCROSA NE 90 KL 2

- 14.- Características generales de la máquina herramienta de operación múltiple para trabajos en madera:

Sierra Circular:

Diámetro de la sierra circular (mm)	305
Dimensiones de la mesa (mm)	370 x 1000
Altura de corte (mm)	66
Velocidad del eje (RPM)	3400 - 3450

Garlopa:

Superficie de la mesa	300 x 1000
Ancho máximo de la tabla planeada (mm)	250
Diámetro del árbol porta cuchilla (mm)	76
Número de cuchillas	3
Altura de la mesa sobre el suelo	1000
Profundidad de rebaja	19

Torno:

Diámetro de volteo	30
Distancia entre puntas	1000

Lijadora Disco:

Diámetro	8"
Velocidad del disco	3450 RPM

Escopleadora

Diámetro

1/2"

15.-El mantenimiento de la presente máquina herramienta deberá ceñirse a lo indicado en el capítulo 5, subtítulo 5.3 .

## BIBLIOGRAFIA

- APOLAYA, Eduardo, Trabajos en Madera. Ministerio de Educación, Lima, 1986.
- BIELLA BIANCHI, Darío, Ingeniería Eléctrica II. Ed. UNI, Lima, 1976.
- CORNEJO, Enrique, Exportaciones. Dominical El Comercio, Lima, 26 de Marzo de 1989.
- D'ACHILLE, Barbara, La Madera. El Comercio, Lima, 30 de Julio de 1988.
- DIAS MOSTO, Jorge, Contabilidad de Costos (Industrial). Ed. Universo S.A., Lima, Perú, 1979.
- DOBROVOLSKI, V., Elementos de Máquinas. Ed. Mir, Moscú, 1970.
- DUBBEL, Constructor de Máquinas, Ed. Labor S.A., 1945.
- ELECTRODOS OERLIKON, Manual de Soldadura, 3era Edición, Lima, Perú.
- EMERY J., Loisel, Construya Banco para Sierra Circular. Mecánica Popular, Lima, Febrero 1980, pp. 88-90.
- FAIRES, Diseño de Elementos de Máquinas.
- FELDMAN, Anthony, Grandes Científicos e Inventores. Hyma, España, 1979.
- GERLING, Henrich, Alrededor de las Máquinas Herramientas. 2da Edición, Reverté S.A., España, 1978.
- HALL-HOLLOWENCO-LAUGHLIN, Diseño de Máquinas. Mc Graw Hill, Mexico, 1980.
- HORI, Juan, Diseño de Elementos de Máquina, Ed. UNI, Lima, 1980.  
Esfuerzos y Deformaciones, Ed. UNI, Lima, 1988.
- MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico. 8va Edición, Bogotá, Colombia, 1982.
- ORTEGA, Juan, Diseño de Estructuras de Acero. Impresiones Molina EIRL, Lima, 1986.
- PALMA MARTINEZ, Jorge, Ley de la Pequeña Empresa. 09 de Enero 1985.
- PEZZANO, P., Tecnología Mecánica, Apéndice al Tomo II Máquinas Herramientas, pag. 756.

SHIGLEY, Joseph, El Proyecto en Ingeniería Mecánica. Ed. Del Castillo S.A., Madrid, 1965.

SHOJI O., Jikosi, Análisis Económico en Ingeniería.

WAGGONER, William, Guía de Taladro de Banco de Doble Propósito. Mecánica Popular, Lima, Junio 1973.

ZUBIZARRETA, Armando, La Aventura del Trabajo Intelectual. 2da Edición, Fondo Educativo Interamericano S.A., Mexico, 1983.