

T-UES  
1503  
E82  
1992  
8j.2.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**



15100820



TRABAJO DE GRADUACION

**ESTUDIO DE LOS TALLERES DE  
HERRERIA EXISTENTES EN EL PAIS Y  
ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA  
MEJORAR SU FUNCIONAMIENTO.**

15100820

PRESENTADO POR:

**JORGE ANTONIO CORNEJO DIAZ**  
**RAFAEL ANTONIO CHAVEZ SARAVIA**  
**JORGE EDGAR HERNANDEZ ALBERTO**  
**RIGOBERTO EDUARDO ROMERO HIDALGO**

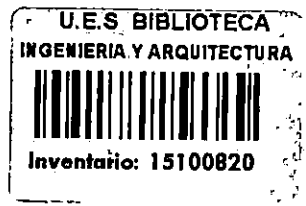
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO**

SEPTIEMBRE DE 1992

SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTROAMERICA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:  
INGENIERO MECANICO

Título:

ESTUDIO DE LOS TALLERES DE HERRERIA EXISTENTES  
EN EL PAIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA  
MEJORAR SU FUNCIONAMIENTO

Presentado por: JORGE ANTONIO CORNEJO DIAZ  
RAFAEL ANTONIO CHAVEZ SARAVIA  
JORGE EDGAR HERNANDEZ ALBERTO  
RIGOBERTO EDUARDO ROMERO HIDALGO



Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinador y Asesor: *Saturnino Gamez Guadron*  
ING. SATURNINO GAMEZ GUADRON  
Asesor: *Francisco Deleon Torres*  
ING. FRANCISCO DELEON TORRES

San Salvador, Septiembre de 1992.-

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA**

**SECRETARIO GENERAL:**

**LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**DECANO:**

**ING. JUAN JESUS SANCHEZ SALAZAR**

**SECRETARIO:**

**ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS**

**ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

**DIRECTOR DE ESCUELA:**

**ING. ALVARO ANTONIO AGUILAR ORANTES**

## DEDICATORIA

A MI SEÑOR  
JESUCRISTO:

Por quién he conocido al PADRE, de tal manera que he podido alcanzar logros en esta vida que nunca me hubiera imaginado poder lograr.

A MIS PADRES:

MARCO ANTONIO CORNEJO Y MARIA GLADYZ DIAZ por haberme dirigido durante toda mi vida ~~APORTANDO LA ASESORIA AMOR Y APOYO~~ oportuno.

A MIS ABUELAS:

MARINA MELARA V. DE CORNEJO (Q.D.D.G.) Y MARIA ANGELICA DIAZ por su ayuda incondicional moral y económica.

A MIS HERMANOS:

OMAR ALEXANDER, MORENA ESMERALDA ,HELEN IVONNE Y SILVIA DIAZ por identificarse conmigo hacia el éxito de coronar una carrera profesional dándome aliento y apoyo económico y aún su tiempo.

A MIS SOBRINOS:

ERICK, FABRICIO, MARVIN, DIANA Y OMARCITO por darme alegría en todo momento e incentivarme con su cariño a seguir adelante.

A TODA MI FAMILIA: Que de una u'otra manera me echaron el hombro en situaciones oportunas, sin lo cual creo que no hubiera podido perseverar por alcanzar una carrera profesional.

A MIS HERMANOS EN CECILIA LETONA, JUAN JOSE VALENCIA y demás CRISTO: Por darme el amor, fe y esperanza en Cristo que todos necesitamos para encontrarle gozo a la vida.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO DE GRADUACION: Por haberme ayudado en los momentos en que las fuerza me faltaron para continuar con el presente trabajo de Graduación.

A LOS CATEDRATICOS: Que me brindaron sus conocimientos para transformar mi vida de un joven estudiante a un hombre deseoso de proyectarme hacia la sociedad ejerciendo mi profesión.

MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS Y DEMÁS AMIGOS QUE ESTUVIERON A MI LADO BRINDANDOME SU APOYO MORAL.

**JORGE ANTONIO CORNEJO DIAZ**

## DEDICATORIA

A DIOS  
TODOPODEROSO: Por haberme dado en cada momento de mi  
carrera la capacidad necesaria para salir  
adelante.

A MIS PADRES: DAVID ANTONIO CHAVEZ Y ALBA EUCARIS  
SARAVIA, como un reconocimiento por su  
ayuda moral y económica que siempre me  
brindaron.

A MIS HERMANDOS: ALBA EMELI, DAVID ARNOLDO Y VILMA ELENA  
por haberme ayudado de alguna manera a  
triunfar en mi carrera.

A MIS PROFESORES, COMPAÑEROS Y AMIGOS QUE ME AYUDARON EN MI  
FORMACION PROFESIONAL.

RAFAEL ANTONIO CHAVEZ SARAVIA

## DEDICATORIA

A JEHOVA

TODOPODEROSO:

Con su fuerza activa ha hecho coronarme una carrera profesional y que estuvo conmigo en todo momento.

A MI MADRE:

CELIA ALBERTO VIVAS especialmente sin su apoyo no hubiera sido posible este objetivo.

En esta dedicatoria quiero expresarte con todo amor mis agradecimientos por los sacrificios, apoyo económico, moral, que a lo largo de mi carrera nunca me faltó.

A MI HIJA:

LIGIA YANIRA por su amor, respeto, el cual me motivó seguir adelante en mis estudios.

A MIS COMPAÑEROS DE  
TRABAJO DE  
GRADUACION:

JORGE, RAFAEL Y RIGOBERTO por haberme apoyado, ayudado durante el desarrollo del mismo.

A LOS INGENIEROS:

SATURNINO GAMEZ GUADRON, FRANCISCO DELEON TORRES quienes fueron mi coordinador y asesor respectivamente por su valiosa colaboración para el desarrollo correcto de nuestro Trabajo de Graduación.

A TODOS LOS  
CATEDRATICOS:

Que durante todo el desarrollo de la  
carrera me orientaron hacia el objetivo de  
convertirme en profesional.

A MIS AMIGOS:

Por su apoyo moral y comprensión.

JORGE EDGAR HERNANDEZ ALBERTO





## AGRADECIMIENTO

A las personas que colaboraron en una u otra forma en el presente Trabajo de Graduación, de parte de los autores queremos presentar en estas líneas agradecimientos sinceros, por la oportuna ayuda brindada cuando más se necesitaba.

A todos los dueños de las herrerías encuestadas especialmente al Don Luis, el dueño del taller San Luis de la Colonia Las Brisas Calle a Huizúcar por su paciencia en dedicarnos el tiempo necesario para contestar todas las preguntas que se utilizaron para nuestro estudio.

También a Don Manuel dueño del Taller Molina de San Rafael Cedros por habernos recibido en una visita especial para que los ingenieros, asesor y coordinador del presente trabajo tuvieran la oportunidad de observar el proceso de fabricación de la cuma en su propio taller.

Al dueño del Taller de fundición Elmos de San Salvador por haber proporcionado información para el inicio de nuestro trabajo de Graduación.

Al Ingeniero Francisco García quien nos brindó valiosa bibliografía para iniciar la investigación de la ubicación de los talleres de Herrerías.

También muy especialmente al Caballero Manuel Chacón Rivera y a su familia de la Colonia el Tránsito de San Marcos por habernos brindado su confianza para tener acceso a la computadora donde se llevó a cabo la elaboración del informe final de nuestro Trabajo.

M I L   G R A C I A S  
L O S   A U T O R E S

## INDICE

	<u>página</u>
- INTRODUCCION . . . . .	i
- OBJETIVOS GENERALES . . . . .	iii
- OBJETIVOS ESPECIFICOS . . . . .	iv

### CAPITULO UNO:

#### ESTUDIO BIBLIOGRAFICO SOBRE LA ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LOS TALLERES DE HERRERIA

1.1.- ANTECEDENTES HISTORICOS . . . . .	3
1.2.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS . . . . .	8
1.3.- TALLER DE HERRERIA . . . . .	10
1.3.1.- MATERIALES: HIERRO Y ACERO . . . . .	10
1.3.1.1.- HIERRO COLADO . . . . .	11
1.3.1.2.- HIERRO FORJADO . . . . .	11
1.3.1.3.- ACERO DE ALEACION . . . . .	12
1.3.2.- EQUIPO: FRAGUA Y YUNQUE . . . . .	13
1.3.2.1.- FRAGUA . . . . .	13
1.3.2.1.1.- TAMAÑO DEL HOGAR . . . . .	18
1.3.2.2.- YUNQUE . . . . .	18
1.3.3.- HERRAMIENTAS . . . . .	23
1.3.3.1.- MARTILLOS . . . . .	23
1.3.3.2.- TAJADORES Y TRISCADORES . . . . .	23
1.3.3.3.- SUAJES Y ABATANADORES . . . . .	26
1.3.3.4.- ABATANADO Y PUNZONADO . . . . .	27
1.3.3.5.- DOBLECES Y VOLUTAS . . . . .	28

1.3.3.6.- CABEZAS Y REMACHES . . . . .	29
1.3.3.7.- TENAZAS . . . . .	31
1.3.3.8.- PRENSA . . . . .	34
1.3.3.9.- MEDICIONES . . . . .	35
1.3.4.- TECNICAS BASICAS . . . . .	37
1.3.4.1.- CORTE . . . . .	38
1.3.4.2.- DOBLADO . . . . .	40
1.3.4.3.- ESTIRADO . . . . .	42
1.3.4.4.- ACORTADO . . . . .	45
1.3.4.5.- TRENZADO . . . . .	46
1.3.4.6.- SOLDADURA . . . . .	48
1.3.5.- EQUIPO PESADO PARA LA FORJA . . . . .	51

**CAPITULO DOS:**

**DIAGNOSTICO DE LOS TALLERES DE HERRERIA**

2.1.- TABULACION DE DATOS . . . . .	58
2.2.- INTERPRETACION DE LOS DATOS DE LAS ENCUESTAS A LOS TALLERES DE HERRERIA . . . . .	68
2.3.- CONCLUSIONES EN BASE A LA INFORMACION OBTENIDA EN LAS ENCUESTA . . . . .	72

**CAPITULO TRES:**

**SELECCION DE DISPOSITIVOS Y DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DE  
FABRICACION**

3.1.- SUJETADOR EN "U" PARA HOJA DE RESORTE . . . . .	78
3.1.1.- SELECCION DE LA PIEZA . . . . .	78
3.1.2.- ANALISIS DE COSTOS . . . . .	79
3.1.3.- ANALISIS DE CARGAS . . . . .	81
3.1.4.- PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE SUJE- TADORES EN "U" DE UN VEHICULO MERCEDEZ BENZ DE 6 TONELADAS DE CAPACIDAD . . . . .	98
3.1.5.- RECOMENDACIONES . . . . .	100
3.2.- DISEÑO Y FABRICACION DE LAS HOJAS DE RESORTE DE BALLESTA. . . . .	102
3.2.1.- SELECCION Y ESTUDIO DEL MATERIAL A UTILIZAR PARA LA FABRICACION DE LA PIEZA . . .	102
3.2.2.- RESUMEN DEL COSTO DE LA HOJA DE RESORTE PRINCIPAL . . . . .	105
3.2.3.- ANALISIS DE ESFUERZOS . . . . .	106
3.2.3.1.- ANALISIS DE CARGA . . . . .	106
3.2.3.2.- LIMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA . . . . .	114
3.2.4.- PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA LA ELABORACION DE LAS HOJAS DE RESORTE PRINCIPAL . . . . .	120
3.2.5.- FORMA Y DIMENSIONES . . . . .	123
3.2.6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	124

3.3.- DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN	
(TENAZA DE ARMADOR) . . . . .	126
3.3.1.- SELECCION DE LA HERRAMIENTA . . . . .	126
3.3.2.- SELECCION DEL MATERIAL A UTILIZAR . . . . .	126
3.3.3.- COSTO DE LA TENAZA DE ARMADOR . . . . .	128
3.3.4.- ANALISIS DE CARGA . . . . .	129
3.3.4.1.- ANALISIS DE ESFUERZOS . . . . .	130
3.3.4.2.- VENTAJA MECANICA . . . . .	137
3.3.4.3.- CALULO PARA EL LARGO MAXIMO DE LA	
PATA DE LA TENAZA . . . . .	140
3.3.5.- CALCULO DE LA MAGNITUD DE LA DEFORMACION	
ELASTICA QUE SUFRIRA LA PATA DE LA TENAZA . .	143
3.3.6.- PROCEDIMIENTO . . . . .	145
3.3.7.- TIEMPO DE FABRICACION PARA UNA TENAZA . . . .	149
3.3.8.- RECOMENDACIONES . . . . .	150
3.4.- SELECCION DEL MATERIAL PARA ELABORAR	
UN CORTAPERROS . . . . .	151
3.4.1.- JUSTIFICACION . . . . .	151
3.4.1.1.- ENCUESTA PARA ANALIZAR LA	
HERRAMIENTA . . . . .	151
3.4.2.- COSTO DEL CORTAPERROS . . . . .	156
3.4.3.- ANALISIS DE ESFUERZOS . . . . .	157
3.4.3.1.- ANALISIS DE CARGAS . . . . .	157
3.4.3.2.- CALCULO DEL CENTROIDE . . . . .	162

3.4.3.3.- CALCULO DEL MOMENTO DE INERCIA . . .	163
3.4.3.4.- SELECCION DEL MATERIAL . . . . .	164
3.4.3.4.1.- PROPIEDADES DEL MATERIAL SELECCIONADO .	165
3.4.3.5.- FACTOR DE SEGURIDAD . . . . .	165
3.4.3.6.- DIMENSIONAMIENTO DEL MATERIAL A CORTAR . . . . .	166
3.4.4.- PROCEDIMIENTO . . . . .	168
3.4.5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	170

**CAPITULO CUATRO:**

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS TALLERES  
DE HERRERIA**

4.1.- PROBLEMATICA GENERAL DE LOS TALLERES DE HERRERIA . . .	172
4.2.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION CLASIFICADAS POR AREAS . . .	172
4.3.- COTIZACION DE PRECIOS DE EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIA PRIMA PARA LOS TALLERES DE HERRERIA . . . . .	179
- BIBLIOGRAFIA. . . . .	188
- ANEXOS . . . . .	191

## INTRODUCCION

Durante el desarrollo de este Trabajo de Graduación se efectuó un estudio sobre el trabajo metal mecánico que tiene raíces muy antiguas y es el origen de la industria del metal (hierro, sus aleaciones y otros metales). Nos referimos específicamente a la herrería en el contexto nacional.

A lo largo de este trabajo se han analizado cinco áreas a las cuales se les ha llamado Capítulos que describiremos a continuación:

El Capítulo Uno es un compendio de la herrería en general, los elementos principales que la constituye, así como las operaciones que en ella se realizan.

En el Capítulo Dos se presenta el estudio de algunos de los talleres de herrería que en la actualidad se encuentran funcionando en el país, por medio de una encuesta que cubre las áreas problemáticas de los talleres enfocándolas desde el punto de vista empresarial.

El Capítulo Tres presenta las alternativas con mayor potencial para poder ser implementada en los talleres y es precisamente la elaboración de una serie de dispositivos que suplan una gama de necesidades en la industria del país.



El Capítulo Cuatro formula alternativas viables a poner en práctica en los talleres y además incluye una cotización de precios de maquinaria y equipo que podrá dar una noción del monto necesario para ampliar o instalar un taller de metal mecánica (herrería).

## OBJETIVOS

- Estudiar el trabajo metal-mecánico de talleres de herrería existentes en el país, con un enfoque técnico y económico.
- Elaborar propuestas del procedimiento de manufactura de herramientas y/o dispositivos mecánicos.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la forma en que funcionan actualmente los talleres de herrería: recursos humanos, materiales y económicos, insumos, procedimientos, productos y costos de los mismos.
- Seleccionar los materiales de los elementos que conforman el taller y las piezas (o herramientas) a conformar.
- Determinar las herramientas y dispositivos que pueden ser manufacturados mediante el proceso de forjado.
- Diseño de procedimientos de manufactura de herramientas o dispositivos (al menos cuatro)
- Diseño de la distribución en planta de un taller de herrajes.
- Elaboración de propuestas de funcionamiento adecuado de un taller de herrería.

C A P I T U L O   U N O

ESTUDIO BIBLIOGRAFICO SOBRE  
LA ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO  
DE LOS TALLERES DE HERRERIA

## 1.0.- ESTUDIO BIBLIOGRAFICO SOBRE LA ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LOS TALLERES DE HERRERIA

En nuestro país se han hecho estudios encaminados a orientar el desarrollo industrial del mismo. Estos han sido variados y muy numerosos, con títulos muy atractivos que denotan el deseo de ver nuestro país camino directo a la modernización. Pero muchas veces se pierde de vista la realidad nacional en toda su forma. Un estudio serio debe ser considerado de tal manera que se identifiquen los problemas actuales y se analicen para presentar alternativas de solución que sean factibles de realizarse, y a la vez que contribuyan a que el país en conjunto dé pasos firmes en su camino para poder salir de la situación en la que se encuentra.

Con el objeto de impulsar en nuestro país uno de los oficios más antiguos de la humanidad, como lo es la herrería, este trabajo está encaminado a describir los antecedentes históricos y bibliográficos, hasta llegar al estado actual de la herrería en nuestra nación. Se presenta una descripción detallada de cada uno de los elementos que constituyen el taller de la herrería, así como, las diferentes operaciones que se realizan. Esto ayudará a dar paso a la siguiente actividad, que es el diagnóstico de los talleres de herrería existentes en el país.

### 1.1.- ANTECEDENTES HISTORICOS

Desde épocas remotas la herrería ha existido como un arte que ha satisfecho necesidades básicas del hombre, así como, su gusto en cuanto a los ornamentos artísticos que pueden hacerse en la misma.

Con el logro de separar el metal del mineral en bruto se constituyó el oficio de la herrería. Los primeros metales eran cobres impuros con trazas de otros metales, lo que hoy se conoce como bronce, se construyeron armas y herramientas con este material relativamente blando en comparación con el hierro, esto dió paso a la Edad del Bronce. Luego se descubrió la forma de obtener hierro a partir del mineral, y se lograron fabricar herramientas y armas de una dureza adecuada. La Edad de Hierro se extendió por mucho tiempo y el hombre aprendió a utilizar el fuego para la fabricación del hierro. Los hombres que hicieron esos trabajos fueron verdaderos herreros, puesto que sentaron las bases de la herrería, que en general no han cambiado al día de hoy.

La primera evidencia de la herrería por medio del martilleo del hierro se tiene en la forma de una daga, que se supone fué hecha el año 1350 A.C., encontrada en Egipto, a pesar de que se cree fue producto de un artesano hitita. Es casi seguro que los hititas inventaron el temple y la forja, pero mantuvieron en secreto técnicas para trabajar el hierro. El imperio de los hititas se derrumbó alrededor del 1200 A.C., y una gran cantidad de emigrantes se extendió por lo que actualmente es Europa y el

Medio Oriente, llevando consigo sus conocimientos de herrería.

El empleo del hierro con la madera hizo posible la limpieza y cultivo de las tierras, el uso general de vehículos de ruedas, y aseguró la existencia de la herrería en las aldeas.

En la Edad Media los herreros fueron de importancia debido a la necesidad de tener armas y armaduras, pero en algunos sitios casi eran considerados como proscritos. Esto no sucedía en todas partes, y hay registros de reyes trabajando con sus armeros favoritos. Un armero era un artesano del hierro con mucha habilidad.

El herrero original ejecutaba toda clase de trabajos en metal, tal como se le solicitaba. Los avances posteriores dieron lugar a especialistas en el trabajo del plomo y otros metales. En particular, el artesano en plomo llegó a ser conocido como herrero blanco (plomero), y el trabajador en hierro como herrero negro, y después simplemente como herrero. Ese es el nombre usual, hoy en día, para cualquiera que utiliza el calor y el martillo para dar forma al hierro y al acero.

En los días en los cuales la mayor parte de los países dependían de una economía rural, en cualquier conjunto de viviendas podía encontrarse una herrería. Sus clientes eran los campesinos y trabajadores que vivían en los alrededores. Es muy probable que al mismo tiempo se dedicase también a sembrar. Una vida comparable era la que llevaba el carpintero o ebanista de las aldeas, que se encargaba de todo lo que se necesitaba en madera. También deben haber existido siempre herreros que trabajaban en

las ciudades, y algunos de ellos se especializaron en la fabricación de rejas y otras manufacturas de hierro forjado. Debió haber armeros que trabajaban armas lo mismo que armaduras. Los herreros eran también empleados en las grandes propiedades, acudían a los castillos feudales y trabajaban con otros artesanos en los edificios y mobiliario eclesiástico.

Al igual que otros artesanos, la mayor parte de los herreros eran independientes y ellos eran sus propios amos, dependían sólo del pago que hacían sus clientes. Muchas veces estos pagos eran en especie, pues existía muy poca moneda circulante. El trabajo podría haber sido hecho a base de intercambio, de una participación en la cosecha o a cambio de algún servicio prestado por la otra persona. Estos métodos subsistieron hasta la Revolución Industrial, hace menos de 200 años, cuando la producción fabril comenzó a hacerse cargo de parte de la labor de los artesanos. Se redujo la necesidad por los herreros individuales, pero muchos herreros encontraron acomodo para su arte en la industria. Muchos se convirtieron en empleados de fabricas.

El empleo del vapor y otras fuentes de energía causaron la aparición de técnicas y procedimientos que estarían fuera del alcance de los herreros y sus ayudantes, que contaban tan sólo con las fuerzas de sus músculos. La soldadura con gas y eléctrica hizo posible la fabricación de partes que anteriormente habrían sido hechas por medio de un trabajo largo y laborioso con el fuego y el yunque. La producción en masa estaba en marcha y las



personas podían tener a su alcance los productos que deseaban ser hechos con diseños idénticos. Ya no habría lugar para los productos unitarios que costaban más y eran fabricados por los herreros u otros artesanos.

Naturalmente, todavía se utilizaban los caballos en número considerable y existía aún la necesidad de herreros rurales, aun cuando algunos de ellos empleaban herraduras que habían sido hechas parcialmente en una fábrica. No fué sino hasta finales de la Primera Guerra Mundial que comenzó a declinar el uso de los caballos. Para esas fechas los motores de combustión interna en vehículos, especialmente en los tractores, habrían demostrado que podían ocupar el lugar de los caballos. Aquellos herreros que deseaban conservar su independencia tuvieron que ampliar sus conocimientos y campo de trabajo. Algunos aprendieron a reparar vehículos de motor o se convirtieron en ingenieros agrícolas, siendo la herrería tan sólo parte de sus actividades.

La herrería es actualmente una artesanía que no tiene gran demanda para fines prácticos. Gran parte de lo que el herrero hacía con fines netamente utilitarios en el pasado, se puede hacer ahora con mayor eficiencia por otros medios. De todos modos, todavía existe la necesidad de un producto unitario que puede ser mejor elaborado por la herrería, y todavía hay un lugar para el artesano en hierro que pueda crear obras en hierro forjado, que no pueden ser emuladas por ningún otro medio.

Por último en el contexto nacional, se ha dado la misma tendencia del avance de la industria y el desplazamiento de la herrería.

Testimonio de los trabajos de herrería son los balcones, verjas, y otros ornamentos que se pueden ver en las casas construidas a principio del siglo XX.

Por otra parte, como nuestro país no se encuentra industrializado, los talleres de herrería hallan su asentamiento en las áreas rurales y pueblos en el interior del país en las cuales existe demandas por sus servicios. Teniendo que adaptarse a los cambios del avance tecnológico, pero conservando su base antiquísima.

## 1.2.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Pocos estudios han sido hechos en El Salvador con respecto a la herrería, la cual ha sido desplazada por la industria y por productos metálicos importados. Pero la herrería fué la base para el trabajo metal-mecánico.

Fué en el sector agrícola donde se encontró una luz, sobre el estudio de las herrerías. Aunque no precisamente desde el punto de vista mecánico, sino desde un enfoque de la ingeniería agrícola, en la rama de maquinaria agrícola. Pero aun así, se ha considerado importante dar unas "citas textuales" de este estudio, las cuales se dan a continuación:

### "ESTUDIO DE VIABILIDAD

En la fase de construcción de los arados de punta de zapato se encontró que existen dos tipos de obreros rurales que tienen que ver con la existencia del arado. Uno de los obreros es el herrero, que trabaja a base de fragua los diferentes productos que fabrica, entre ellos "las puntas de arado", cuyo costo promedio es de ₡ 8.00 colones, para su construcción utiliza acero de las hojas de resorte de los carros o camiones y por conseguir dicho material en los lugares donde poseen desechos de automóviles, el mercadeo de la punta la realiza el mismo herrero en la plaza de su ciudad o pueblo los días domingo y en

---

'MEMORIA:

XXV REUNION ANUAL DEL PROGRAMA COOPERATIVO  
CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE  
CULTIVOS ALIMENTICIOS. Vol 1.

el lugar donde vive, ya que los herreros son personas muy conocidas en cada pueblo. El temple del acero lo hace el herrero con agua y usando como referencia el color del acero (a simple vista).

#### RECOMENDACIONES

- Por poseer el país condiciones de alta densidad de población rural y urbana, alta tasa de desempleo, centralizaciones y otros, se recomienda fomentar la construcción del arado zapato con los herreros del país, con el fin de vigorizar este tipo de artesanos rurales que a desaparecido en otros países a causa de la industria dependiente y no propia de un país.
- Realizar estudios que logren mayor eficiencia en el taller del herrero y del moldeador de madera. Así como también, se determina la clasificación de los materiales que utiliza el herrero, el moldeador de madera y otra clase de obrero".

#### MEMORIA:

XXV REUNION ANUAL DEL PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS ALIMENTICIOS. Vol.1

### 1.3.- TALLER DE HERRERIA

#### 1.3.1.- MATERIALES: HIERRO Y ACERO

Casi todo trabajo de herrería se hace con hierro y acero. Ningún otro de los metales comunes (cobre, latón, aluminio, plomo, etc.) puede ser trabajado por medio de impactos después de haber elevado su temperatura.

El hierro es el metal base del cual se deriva el acero. Es muy posible que cuando el hombre de la edad de hierro descubrió lo superior que era el hierro sobre el bronce y la piedra, que anteriormente le servían para fabricar armas, herramientas e implementos, haya tratado varias maneras de aumentar la temperatura a una intensidad suficiente para poder reducir el hierro de los materiales que encontraba excavando la tierra y dragando los pantanos.

El hierro tiene que estar razonablemente puro para poder ser trabajado en la herrería, un exceso de impurezas causaría fragilidad y otros problemas.

Actualmente el hierro se produce en hornos que han convertido los fuegos primitivos en enormes industrias.

El primer producto que sale de un alto horno es conocido como hierro colado en barras o hierro de primera fusión. Este hierro tiene muchas impurezas, aunque en pequeñas cantidades. Puede ser 95% de hierro y hasta un 4% de carbono. Y el resto incluirá silicio, azufre, fósforo y manganeso. Las impurezas tienen un efecto considerable en la calidad y características del hierro.

#### 1.3.1.1.- HIERRO COLADO

El hierro es hecho con lingotes de hierro de primera fusión que son fundidos de nuevo, y que se vierten en moldes. La calidad puede ser controlada variando su composición y/o su velocidad de enfriamiento.

Las fundiciones de hierro en sus distintas formas, es utilizado en forma extensiva como partes para maquinaria, muchos artículos domésticos y cualquier cosa en la cual sean aceptables ó deseables su peso y tamaño.

Las fundiciones de hierro contienen del 2 al 4% de carbono a parte de cualquiera de otros elementos presentes en cantidades pequeñas. Su forma no puede obtenerse mediante conformado.

#### 1.3.1.2.- HIERRO FORJADO

Durante casi toda la historia de la herrería el hierro forjado ha sido el preferido por los herreros. Este hierro se produce refinando y laminando la fundición de hierro en lingotes después de elevar su temperatura nuevamente, con el fin de reducir el contenido de carbono a una cantidad no mayor de 0.3% , y mezclarlo con una escoria silícea. El hierro resultante que ha sido laminado para producir tiras, tiene una naturaleza fibrosa que lo hace apropiado para ser moldeado a golpes. Es el tipo de hierro más resistente, dúctil y maleable, tiene una gran resistencia a la corrosión, superior a otros, ya que la escoria silícea forma una capa protectora que impide una mayor corrosión.

Gradualmente a finales del siglo XIX el acero dulce fué desplazando al hierro forjado, del cual se produce muy poco en la actualidad y cualquiera que se dedique a la herrería tiene que trabajar con acero dulce (hierro que contiene una mínima cantidad de carbono). Este es un material de calidad superior para trabajos estructurales, maquinado e ingeniería en general, aunque no tan adecuado para la herrería.

Si la proporción del carbono se reduce ó aumenta, las características del acero se ven alteradas, si el contenido de carbono es mayor de 0.70%, se tratará de acero de alto carbono, o acero para herramientas.

A pesar de que actualmente hay muchos aceros especiales, sigue siendo mejor utilizar únicamente aceros al alto carbono, cuando se trata de herramientas sencillas, debido a que aquellos requieren tratamientos térmico y termoquímicos especiales y precisos con equipo y técnicas que generalmente no están a disposición del herrero común.

#### 1.3.1.3.- ACEROS DE ALEACION

La palabra aleación se aplica a una mezcla de dos o más elementos con propiedades metálicas en la que al menos uno de ellos es metal. Algunos tipos de aceros especiales son denominados aceros de aleación, indicando que al acero se le han agregado otros elementos químicos.

Con las técnicas modernas se pueden controlar cuidadosamente las proporciones de elementos químicos. Cantidades muy pequeñas de

ciertos elementos pueden significar diferencias en propiedades o comportamiento del acero.

El níquel, el cromo, el cobre y el tungsteno son algunos de los metales que se agregan al acero en cantidades pequeñas, para darles cualidades especiales.

Con un 18% de cromo y 8% de níquel agregados al acero, se aumenta su resistencia a la corrosión y se produce el acero inoxidable.

La inclusión de silicio puede producir resistencia a los ácidos. Se produce acero de alta velocidad para fabricar herramientas de corte, que mantienen su dureza y resistencia aún cuando trabajen en caliente. En el acero de alta velocidad también existe variedad, pero pueden ser amalgamados con uno ó más de los metales siguientes: tungsteno, cromo, molibdeno ó vanadio. El cobalto agregado al acero mejora sus cualidades magnéticas.

### 1.3.2.- EQUIPOS: FRAGUA Y YUNQUE

#### 1.3.2.1.- FRAGUA

En una herrería el equipo necesario usualmente lo componen:

- La fragua
- El yunque (o tás)
- herramientas para forjar (conformar)
- Recipiente con líquido de temple

La fragua es el dispositivo donde se calienta el material a forjar. Dicho dispositivo está provisto de una campana que proporciona la sombra necesaria para poder observar el color del



acero que es extraído del fuego, también consta de hogar (figura 1-1).

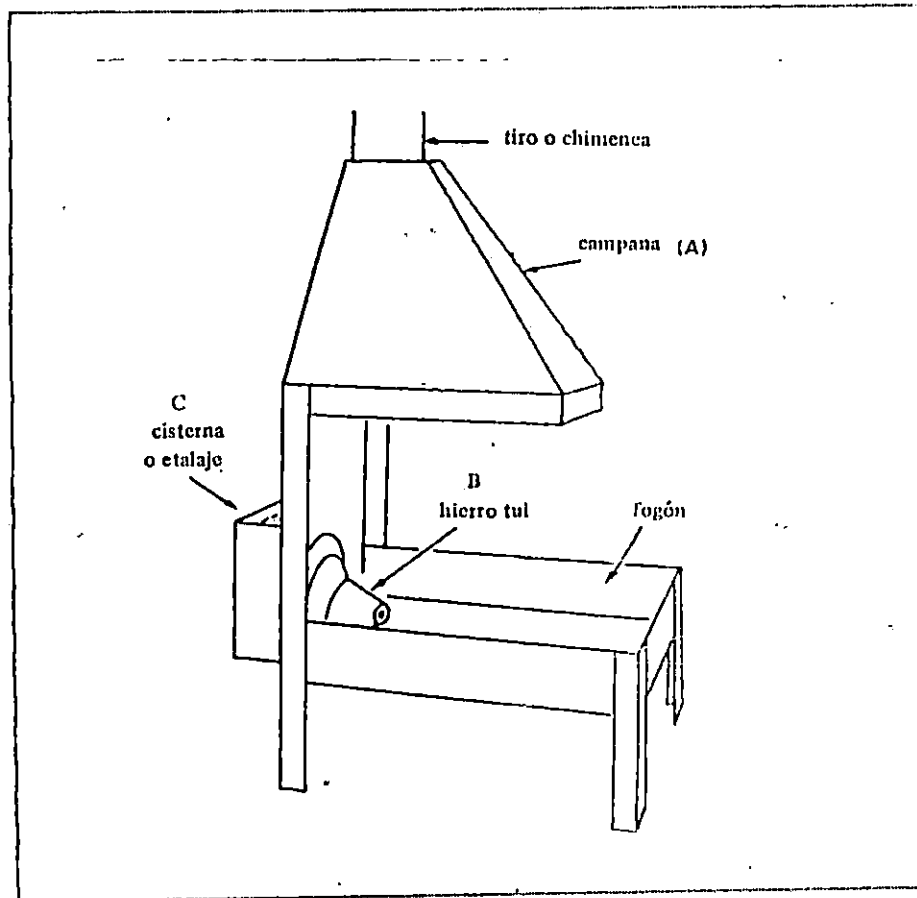
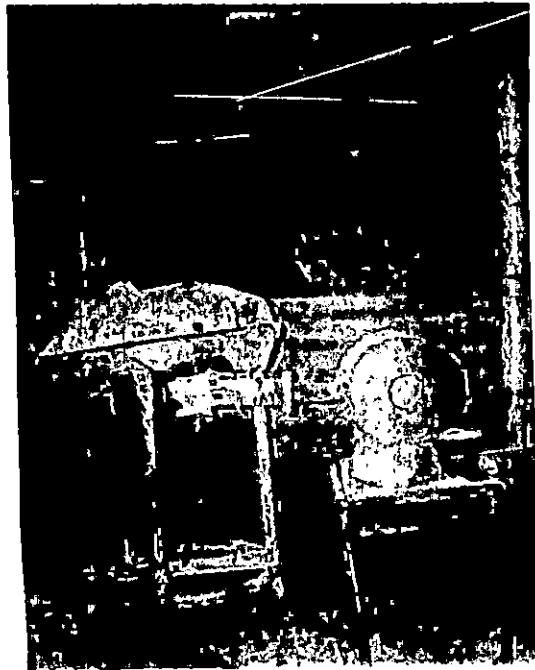


Figura 1-1 El hogar tiene una campana (A) y un horno (B). La corriente de aire pasa a través de un cisterna de agua (C).

La fragua puede estar hecha de lámina de acero o de hierro fundido. Una de las formas tradicionales de la fragua es una especie de charola sostenida por patas, con una forma cuadrada y abierta en tres lados y el respaldo levantado para sostener la cubierta. Para obtener la intensidad de calor adecuada se dispone de un fuelle o un soplador-ventilador (figura 1-3 y 1-4). En



(A)



(B)

Figura 1-2

Fragua utilizada en: A) En el sector rural San Rafael Cedros Cuscatlán; B) En la ciudad (calle a Huizúcar, col. Las Brisas San Salvador)

En nuestro país los fuelles que más se utilizan son los de madera y cuero en comparación de los sopladores ventiladores por los altos costos de estos y la falta de energía eléctrica. El ventilador aspira el aire cerca del centro de su cubierta y lo induce por un tubo dirigido al hogar. Se necesita que este ventilador proporcione un considerable caudal de aire.

Para la operación manual, el impulso de la manija de operación se acrecienta por medio de unos engranes internos. Los tipos más antiguos tenían bandas.

El ventilador también puede ser impulsado eléctricamente, que es lo más conveniente por el ahorro de mano de obra. El flujo de aire se controla utilizando un reóstato acoplado al motor o bien utilizando un regulador de tiro en el conducto de aire.



Figura 1-3

Actualmente en el país se utiliza el sistema de ventilación por Fuelles verticales, los cuales están contruidos de lona; cuero y madera.

Se utiliza una boquilla de hierro fundido (hierro tui) para la alimentación de aire al hogar.

Las fraguas europeas y algunas que se usan en Estados Unidos, tienen esta boquilla en la parte de atrás, donde está conectada a un depósito de agua o etalaje para evitar que se funda por el calor. Un hierro tui trasero puede ser conectado directamente a un ventilador soplador (figura 1-4) y es algo muy conveniente en una fragua portátil.

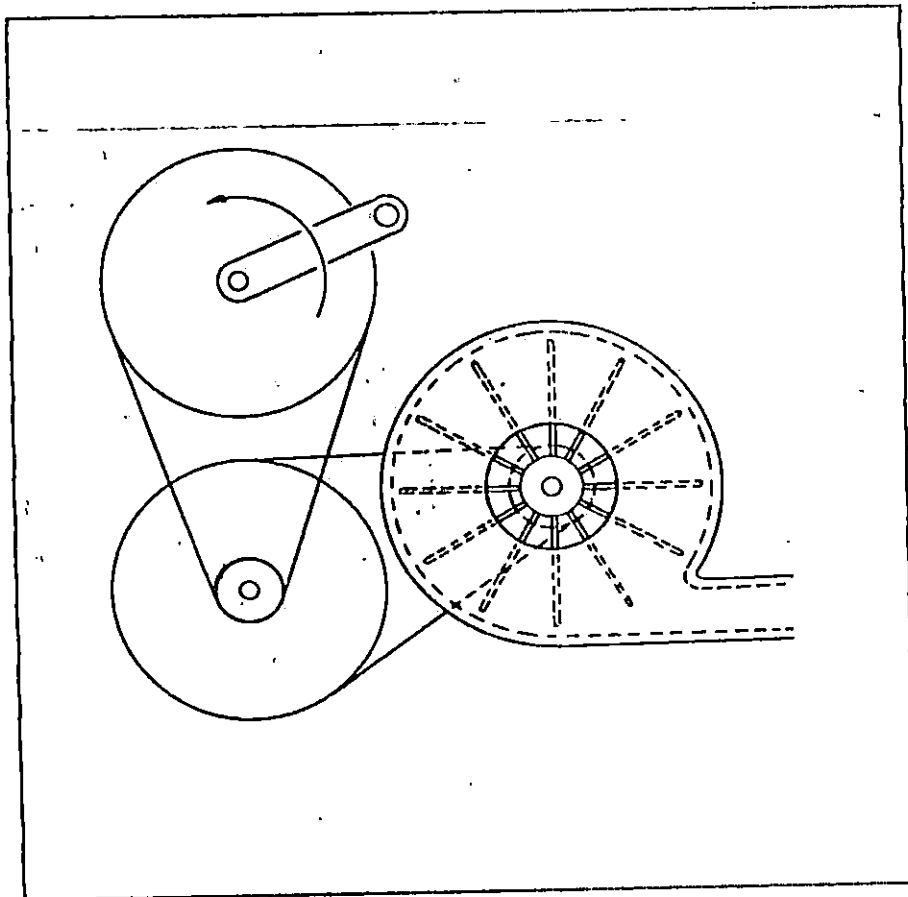


Figura 1-4

Un pequeño fogón podría tener un ventilador montado directamente. El cual es accionado manualmente o por medio de un motor eléctrico.

#### 1.3.2.1.1.- TAMAÑO DEL HOGAR

El tamaño de una fragua depende de su uso. Generalmente el espacio es importante y no debe escogerse una fragua más grande de lo necesario. La altura de la parte superior del hogar por encima del piso no debe ser de más de 750 mm; pero también debe tomarse en cuenta su profundidad interior. Un fuego profundo es una ventaja al estar soldando. El Hogar puede ser de unos 300 mm de profundidad y tener su borde más elevado en una fragua poco profunda.

Es probable que un herrero utilice en general un fogón de unos 1500 x 1200 mm para dar acomodo a cualquier cosa con la cual tenga que trabajar. Anteriormente era más usual tener una fragua cuadrada; una de unos 750 x 1050 mm tendría capacidad para casi cualquier trabajo.

Las fraguas portátiles tenían en sus primeros tiempos fuelles montados debajo del fogón. Las versiones modernas son cuadradas o redondas, con cuatro patas y un soplador ventilador detrás del fogón que puede o no tener una cubierta o campana adicional.

#### 1.3.2.2.- YUNQUE

Desde los primeros días del arte de la herrería se ha utilizado como apoyo para trabajar al martillo un yunque hecho con una pieza de hierro o de acero.

Es posible que en un principio se utilizase una piedra muy grande, que muy pronto debe haberle cedido el paso al hierro.

Los herreros medievales dominaron la soldadura del acero al

hierro, y llegaron a producir yunques con sus partes superiores de acero bastante grueso. El acero se templaba para proporcionar una superficie de trabajo que resistiese un uso prolongado.

A mediados del siglo XIX se inventó un método para soldar el acero fundido al yunque del hierro fundido. Los yunques modernos están hechos casi en su totalidad con acero fundido de una sola pieza. Los yunques se clasifican más bien por sus dimensiones. El tipo normal para la herrería en general puede pesar de uno 45 a unos 90 Kgs pero para trabajos más delicados pueden ser de unos 25 Kgs o menos, y para trabajos muy pesados llegar hasta casi 400 Kgs.

En la tabla 1-1 Se ofrecen como guía los tamaños principales, las dimensiones ofrecidas por un fabricante. La mayor parte de los yunque modernos se hacen de acuerdo al patrón de Londres.

La principal superficie de trabajo es la cara. En un extremo tiene una reducción hasta llegar a la mesa o plato, y después al pico o cuerno.

Peso (lbs)	Largo (pulg)	Ancho (pulg)
56	15	7
84	19	7
112	23	8
168	25	10
224	28	10

TABLA 1-1 Tamaños de Yunques

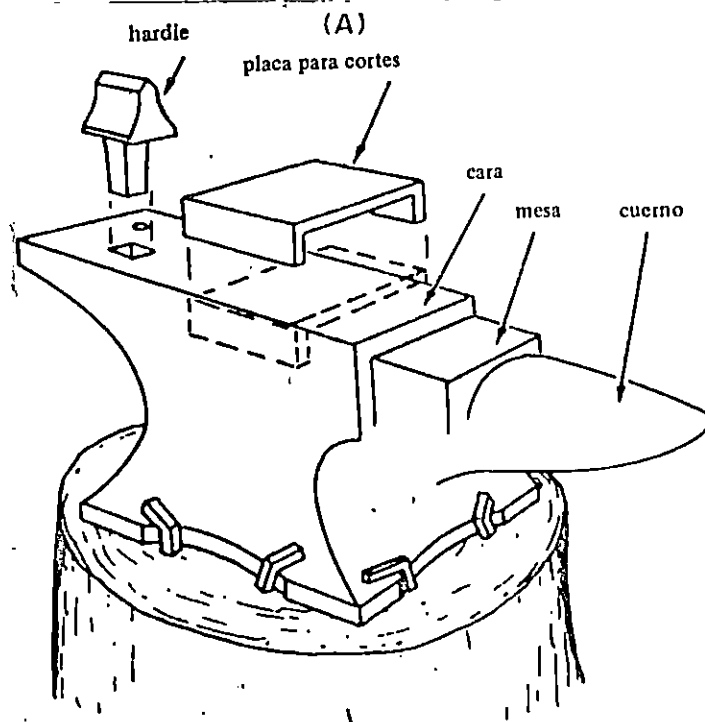
Al otro extremo del yunque tenemos una parte sobresaliente que es su talón o cola, que generalmente contendrá dos o más agujeros que lo cruzan de arriba a bajo. Uno es cuadrado y se le conoce

como agujero hardie. El hardie es una de las herramientas que encajan en este agujero, pero hay otras más. El yunque tiene en su base una forma bastante ancha, con ciertos cortes hechos a fin de contar con un buen apoyo, para que no se voltee con facilidad aun cuando no esté sujetado firmemente. Generalmente su base tiene una forma que le permite que sea sujeta en sus esquinas por medio de grandes clavos. Sin embargo, algunos yunques pequeños tienen perforaciones para ser atornillados.

El yunque debe estar a una altura conveniente para facilitar el trabajo, aproximadamente a unos 600 mm del piso. Como es natural, el yunque debe estar firmemente situado y no moverse a ninguna posición cuando está siendo utilizado (figura 1-5A). Es común que los herreros del país utilicen un bloque de acero en forma cilíndrica (extraído de un eje de las ruedas del tren, véase figura 1-5B).

Hay dos aparatos parecidos al yunque que utilizan la mayor parte de los herreros. Uno es el bloque para suajes y el otro es el mandril o cono (figura 1-6).

Un bloque para suajes es básicamente un bloque rectangular de hierro o de acero que tiene una variedad de cavidades de diferentes medidas y formas alrededor de sus bordes, y agujeros de muchos tamaños y formas en el resto del cuerpo. Los patrones varían y no todas las cavidades o agujeros son redondos. Los suajes se montan en el hardie del yunque y aunque no es esencial para todos los trabajos de herrería es conveniente tenerlo cuando se tienen que hacer curvas de gran precisión.



(B)



Figura 1-5 a) Un yunque puede montarse sobre la sección del tronco de un árbol.  
 b) Tas (o eje de tren).



El cono o mandril es de hierro fundido, redondo con sección circular y un calibrador de alta precisión.

El tamaño del mandril varía de acuerdo a las necesidades pero en general podría ser de unos 1220 mm de alto, y pesar más de 45 Kgs. Para los arillos pequeños existe un mandril con una proyección cuadrada que encaja en el hardie del yunque.

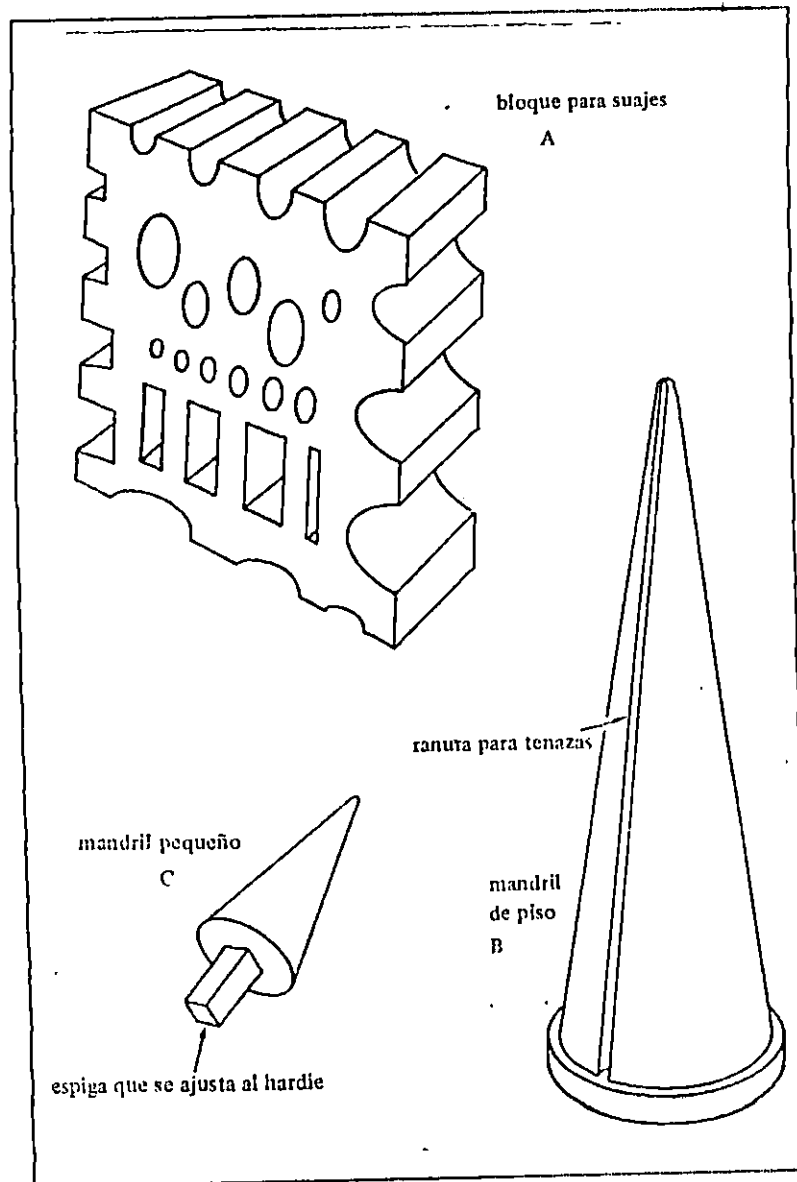


Figura 1-6 Las herramientas grandes, aparte del yunque, incluyen un bloque para suajes y mandriles

### 1.3.3.- HERRAMIENTAS

La mayoría de las herramientas que necesita un herrero se pueden conseguir ya hechas, aunque el herrero puede en su mayor parte fabricarlas.

Por lo general, la variedad de las herramientas de cualquier herrero es muy amplia, se describirán a continuación las de uso común en toda clase de trabajos de herrería.

#### 1.3.3.1.- MARTILLOS

El martillo es la herramienta que más se utiliza. El llamado martillo de bola es un instrumento adecuado para propósitos generales (figura 1-7A). La cabeza se fabrica de acero con una cara plana en un extremo y una cara casi hemisférica por el otro extremo, sus medidas se clasifican por su peso y generalmente llegan hasta 1 1/2 kgs.

Otras formas de martillo que el herrero puede fabricar son: el martillo con su extremo casi cuadrado y el otro con un borde aguzado en forma horizontal o vertical (figura 1-7B y C).

Cuando se requieren martillazos más fuertes se utiliza un martillo más pesado como la almadana (figura 1-7D), la cual tiene una cabeza de dos caras planas, pero también puede tener extremos de bola. Las almadanas pueden pesar entre 2 y 7 Kgs.

#### 1.3.3.2.- TAJADORES Y TRISCADORES

En herrería la mayor parte de los cortes se efectúan con un golpe contra una herramienta de corte, que puede ser un triscador o un

tajador. La cabeza de un triscador tiene un borde cortante en un extremo y es plano por el otro, en el cual es golpeada (Fig. 1-8A).

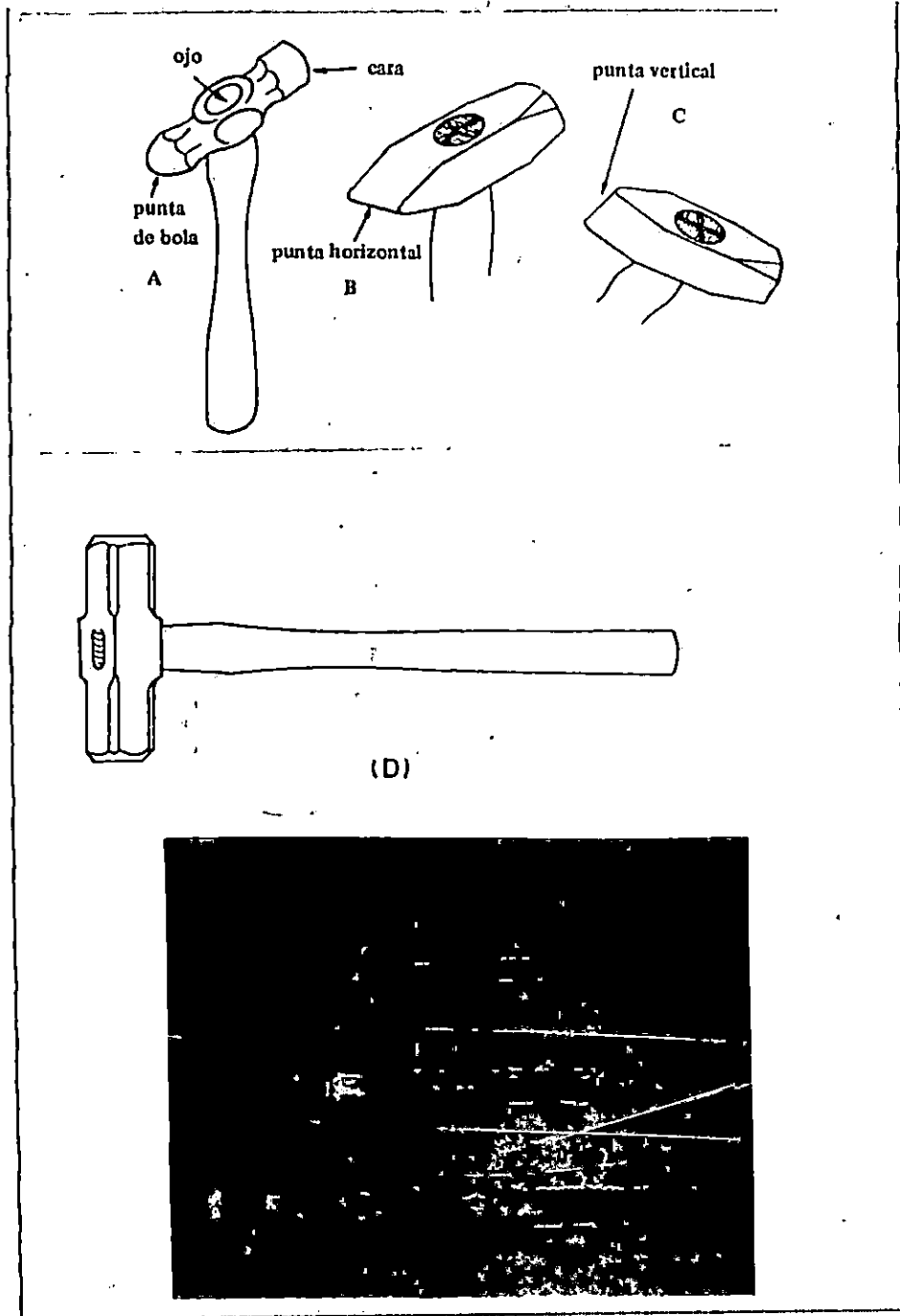


Figura 1-7

El herrero utiliza una gran variedad de martillos que deben tener mangos muy bien asegurados.

Las Herramientas comparables que se usan en la parte inferior del metal se llaman tajadores o hardies (Figura 1-8B), y se colocan en el agujero.

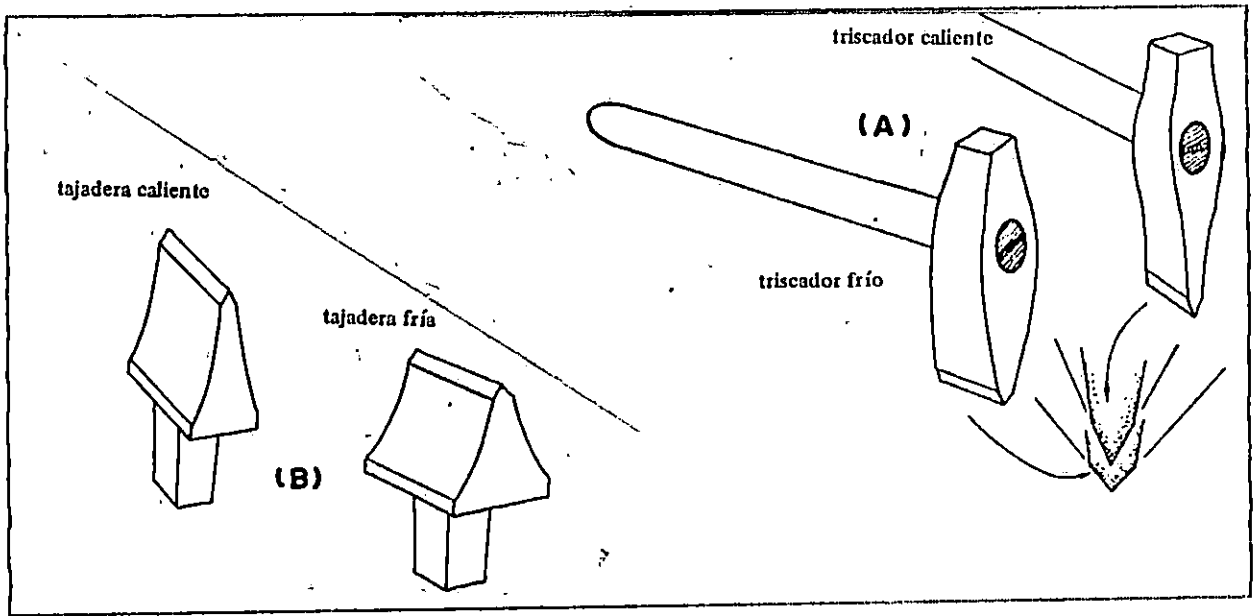


Figura 1-8 Triscadores y Tajadores.

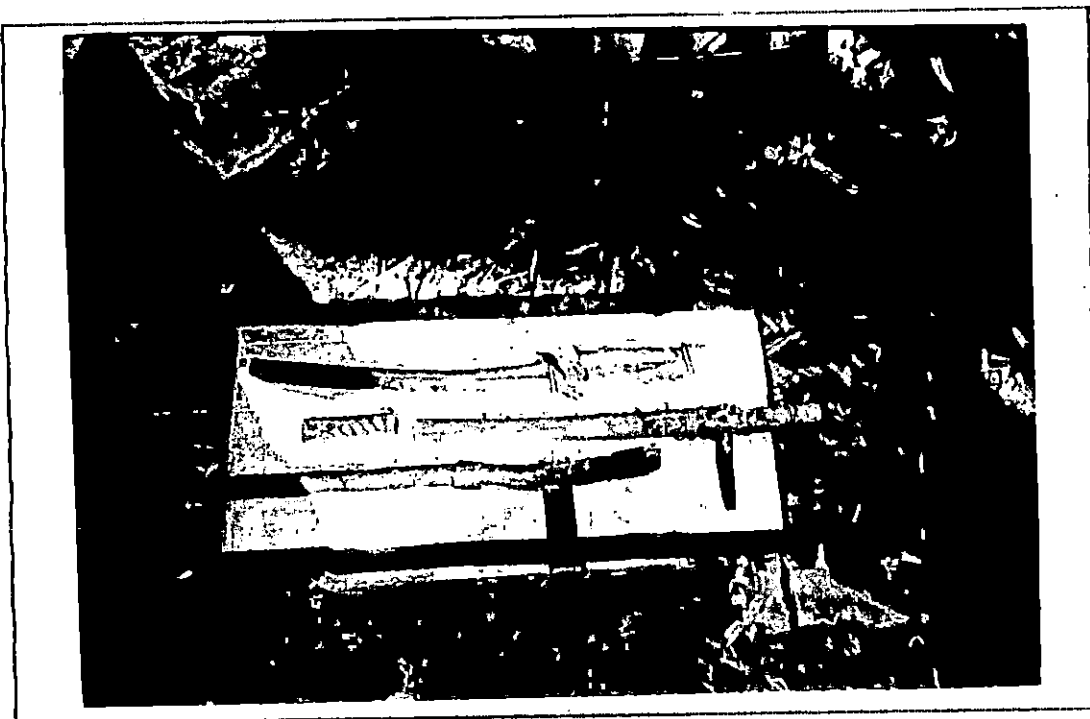


Figura 1-9 Triscadores comúnmente utilizados

Los tajadores y los triacadores se venden según su peso y pueden llegar a pesar hasta unos 2 kgs.

### 1.3.3.3.- SUAJES Y ABATANADORES

Los suajadores son herramientas que vienen en parejas para conformar piezas redondas, cuadrados y de otras secciones. El suajador inferior encaja en el agujero cuadrado del yunque, y el suajador superior tiene mango y debe ser colocado sobre el suajador inferior (Fig. 1-10A). Debido a que el metal que se trabaja y el suajador superior tienen que ser sujetados por el herrero, se requiere un ayudante para golpear con el martillo. Para trabajos livianos se pueden combinar el suajador superior y el inferior mediante una placa en forma de "U" que mantiene alineada el suajador superior al inferior (Figura 1-10B)

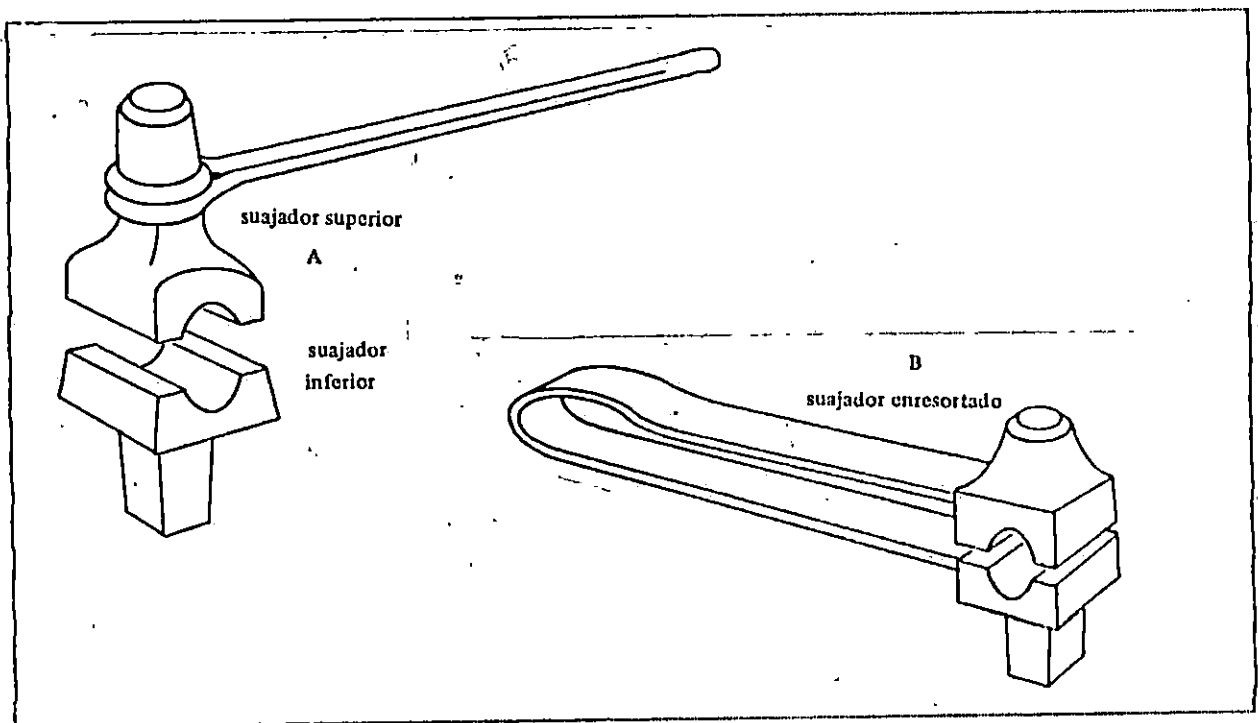


Figura 1-10 Suajadores.

Los abatanadores tambien se usan en parejas, pero sus curvas son en otra forma (Fig. 1-11).

El abatanador superior es golpeado con el martillo en contra del abatanador inferior colocado en el agujero cuadrado del yunque. El efecto que se consigue es comprimir y estirar el material caliente, contenida entre las dos partes.

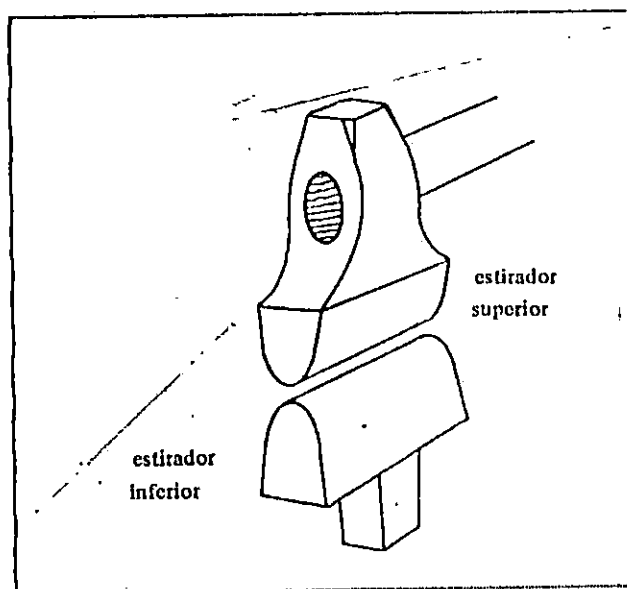


Figura 1-11 Estirador superior e inferior.

#### 1.3.3.4. ABATANADO Y PUNZONADO

Como consecuencia del martillado en una superficie del metal, se tienen marcas dejadas por el martillo, para lograr una superficie plana se usa un abatanador (Fig. 1-12). Sus medidas varían y se clasifican por su peso. Comúnmente se utiliza un alizador de unos 2.5 a 3 Kgs de peso.

El herrero tiene su habilidad para calentar el metal y con un yunque, abre agujeros con punzones. Estos punzones pueden ser de muchas formas y medidas, pueden ser paralelos o aguzados. Para

agrandar un agujero se puede usar una serie de punzones.

Un punzón para hacer un agujero redondo tiene una parte paralela de un largo suficiente para el espesor del metal, y en otro extremo, donde es golpeado es plano (Figura 1-13A).

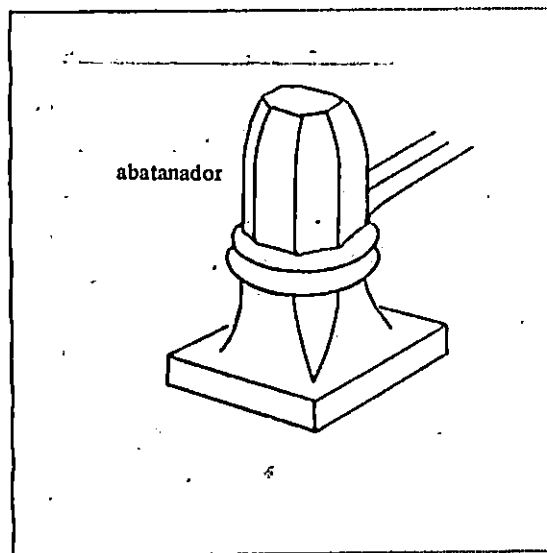


Figura 1-12 Abatanador

Para trabajos de precisión, se utiliza un reborde agujereado por debajo de la pieza, para que sea del mismo grosor del punzón. Esta es particularmente importante con los punzones cuadrados y de otras formas no cilíndricas (Figura 1-13B).

Los punzones se clasifican por su tamaño. Un agujero perforado con un punzón no tendrá generalmente la forma o medida que se requiere, pero puede lograr gran precisión utilizando un punzón redondeado (Figura 1-13C).

#### 1.3.3.5.- DOBLECES Y VOLUTAS

Un doblador (figura 1-13D) tiene un cuello cuadrado para ser introducido en el hardie del yunque, o ser apretado por una

prensa.

La barra de metal es presionada progresivamente, pasando estos entre los pernos para ir la curvando paso a paso.

Cuando se considera conveniente que el metal esté fijo y el doblador sea el que se mueva, se cuenta con una llave dobladora (Fig. 1-13E), que también es llamada llave para volutas.

Ambas herramientas pueden hacerse con diferentes distancias entre sus pernos y puntas.

#### 1.3.3.6.- CABEZAS Y REMACHES

Una encabezadora (figura 1-13F) puede tener diferentes formas. En principio es un agujero de un diámetro similar al de la varilla, perforado en un grueso bloque de acero. El extremo saliente de la varilla se pasa por el agujero y después se le dá la forma requerida con el martillo.

Para los remaches comunes de cabeza redonda o hemisférica, existen juegos de triscadores de remaches para cada medida, ambos para rectificar la primera cabeza y mantenerla en forma mientras se hace la segunda cabeza.

El triscador inferior puede colocarse en el orificio cuadrado del yunque, o en una prensa. El triscador superior puede ser un punzón con un hueco con la forma de la cabeza del remache (Figura 1-13G y H).

Si el remache tiene que pasar por varias piezas de metal delgado, el agujero se introduce primero sobre el extremo del remache para



apretar bien las partes, antes de dar los golpes con el martillo para formar la segunda cabeza.

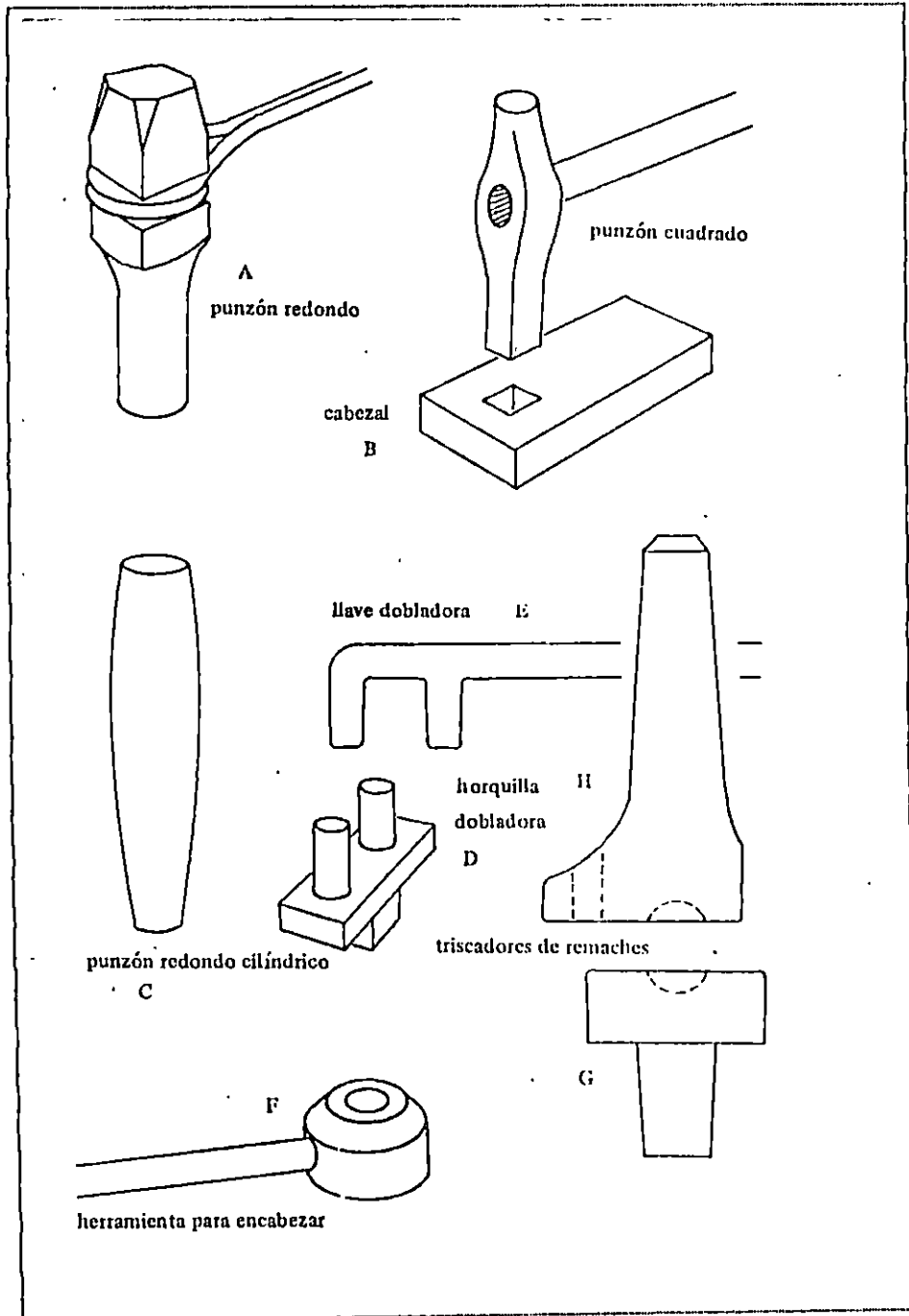


Figura 1-13 En el metal caliente se pueden perforar a golpe los agujeros necesarios. Se usan otras herramientas para doblar las varillas, o para formar cabezas en las varillas.

### 1.3.3.7.- TENAZAS

Hay muchas ocasiones en las cuales el metal trabajado es muy corto y no puede sostenerse a mano, teniendo que utilizar las tenazas como medio de sujeción.

El largo de las tenazas varia de acuerdo al tamaño de la forja; pero se usan tenazas hasta de unos 450 mm de largo.



Figura 1-14 Operación de punzonado.

Un herrero puede hacer y modificar tenazas. Las tenazas para propósitos generales tienen quijadas planas. Si se cierran completamente se denominan tenazas cerradas (Fig. 1-15A). Si las

quijadas no se cierran por completo las tenazas se llaman abiertas (Figura 1-15B).

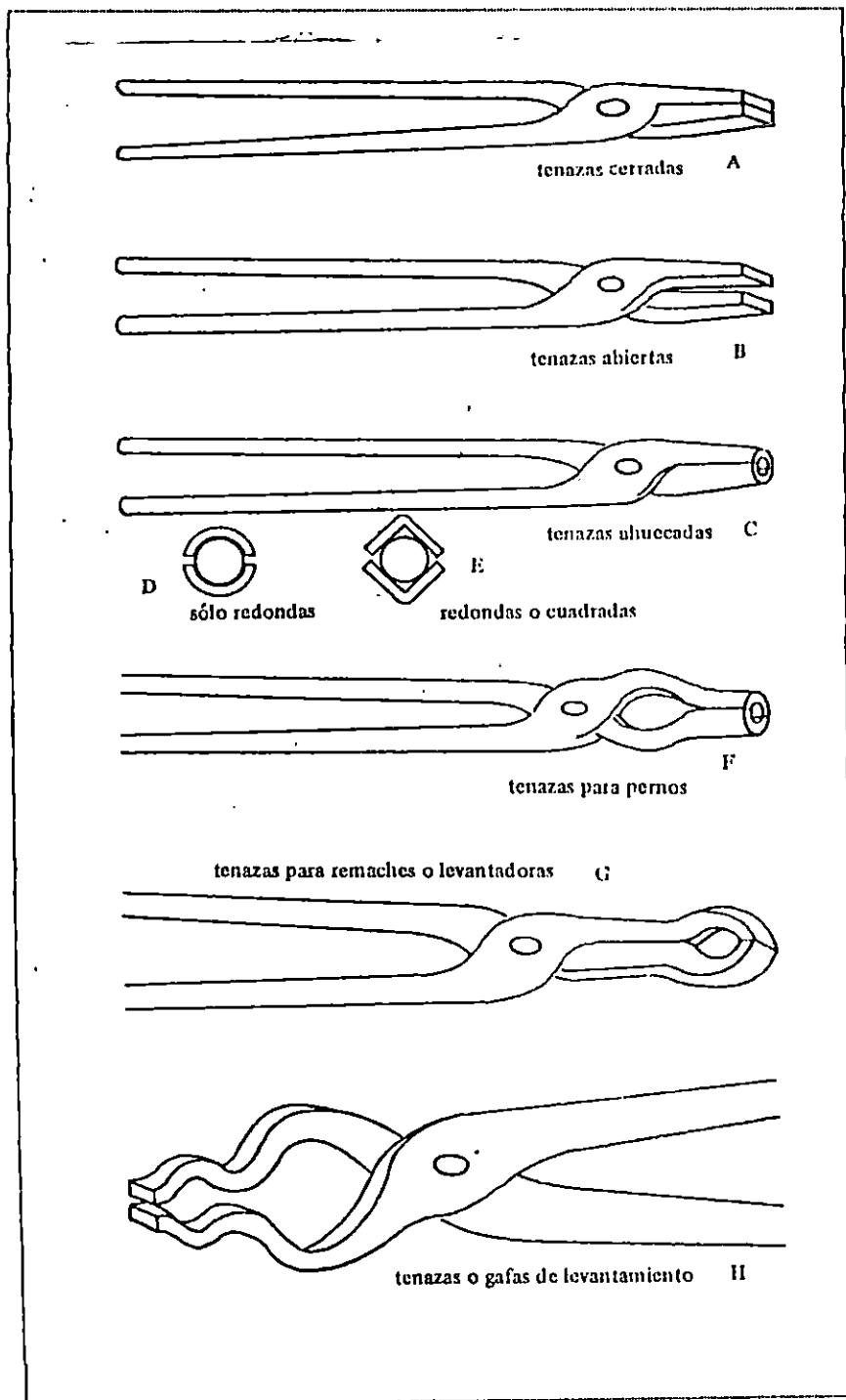


Figura 1-15 Las quijadas de los diversos tipos de tenazas se moldean según sus aplicaciones.

Para sujetar con firmeza el extremo de una varilla, las quijadas deben ser ahuecadas y se necesitan muchas medidas de tenazas huecas (Figura 1-15C). Si son redondeadas (Figura 1-15D) solamente sujetará con firmeza varillas redondas.

Las tenazas de huecos cuadrados (Figura 1-15E) tendrán buena sujeción en material de perfil redondo o cuadrado.

Las tenazas de quijadas huecas son solo adecuadas para varillas paralelas. Si hay un extremo más grueso, como cuando se ha forjado una cabeza en el extremo de una varilla, se usan tenazas para pernos (Figura 1-15F) que son fabricados para este propósito. Si hay que hacer mucha labor de remache con remaches relativamente pequeños, con el objeto de evitar que los remaches pierdan su calor, se colocarán con rapidez utilizando tenazas adecuadas para remaches que tienen sus extremos moldeados para ajustarse a los remaches (Figura 1-15G).

Para usos generales de levantamiento, cuando se tienen que sacar objetos pequeños del fuego y colocarlos en una prensa, o transferirlos a otras tenazas, se tienen las tenazas de levantamiento o gafas (Figura 1-15H) que tienen extremos más abiertos y con mayor elasticidad.

El mayor agarre se obtiene manteniendo el trabajo en línea con las tenazas. En ciertas ocasiones, cuando se está dando forma a una pieza, es incómodo sujetarla por el extremo y tendrá que sujetarse en forma diagonal o cruzada, utilizando tenazas laterales (Figura 1-16A y B). La parte doblada puede tener diversas formas, dependiendo de la sección del metal que haya que

sostener, hay otro tipo de éstas, con las quijadas hacia abajo (Figura 1-16C).

Se tienen tenazas de cuadro, cuyas quijadas tienen rebordes en los lados. El metal que se sostiene en sus quijadas no puede resbalarse (figura 1-16D). Las tenazas de cuadros sencillos se hacen como las tenazas normales, pero solo tienen reborde en una sola quijada (figura 1-16E.)

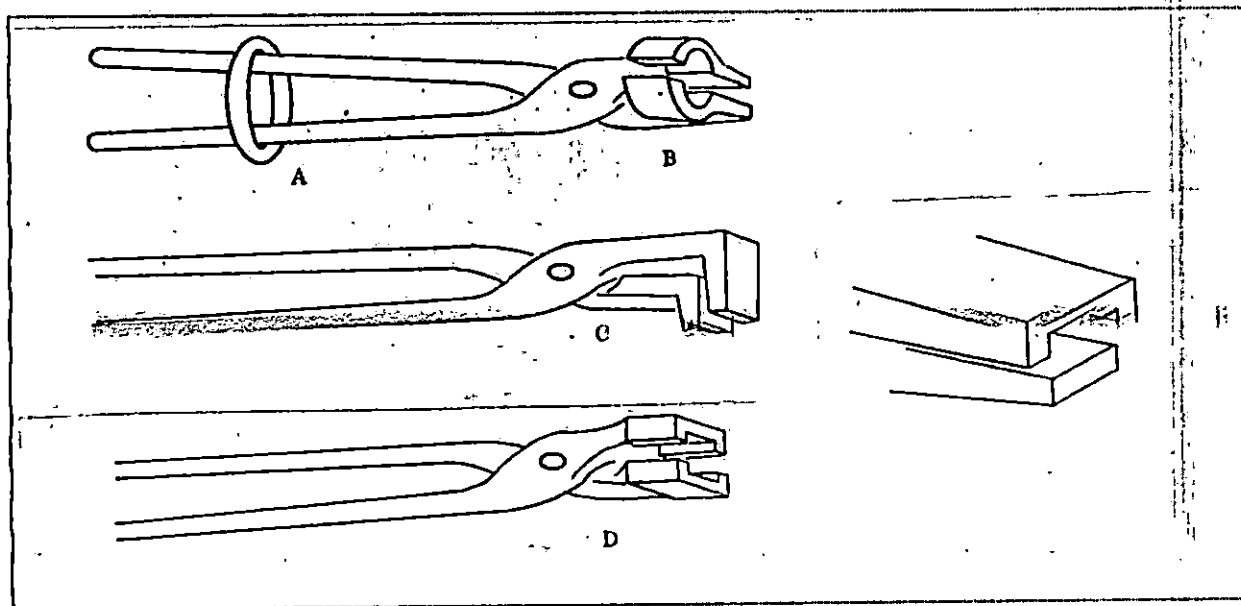


Figura 1-16

Unas tenazas especiales para sostener en ángulo el metal. Cualquier tenaza puede mantenerse apretada con un anillo: (A,B) tenazas dobladas o laterales; (C) tenazas de quijadas dobladas; (D) tenazas de caja; (E) tenazas de caja sencilla.

### 1.3.3.8.- PRENSA

La prensa tradicional del herrero (de poste, ceja o soporte inferior o de pata) está fabricada casi totalmente de hierro y soporta los impactos mejor que la de acero; está diseñada en forma tal que su tornillo de ajuste no asimila los golpes, sus

quijadas pueden ser de acero. Se atornilla a un lado del banco de trabajo, pero tiene una pata o soporte que se extiende hasta el piso (figura 1-17). En este diseño la pata es una extensión de la quijada posterior. La quijada delantera está montada sobre una especie de bisagra o charnela, con un resorte que ayuda a abrir las quijadas cuando se le da vuelta al tornillo de ajuste.

Tanto la mesa de trabajo como el piso sobre el cual descansa el soporte, deben estar diseñados para soportar el impacto de los golpes.

Una desventaja de la prensa de pata es que no se abre en forma paralela y por lo tanto no ofrece una sujeción tan segura como la prensa de banco; pero su capacidad de resistencia al impacto de los golpes del martillo compensa esta desventaja.

#### 1.3.3.9.- MEDICIONES

Buena parte del trabajo de herrería no es de precisión, y sus medidas son estimadas "a ojo", o mediante la comparación directa ya que no es de mucha importancia una pequeña variación.

Los calibradores puede hacerlos el mismo herrero, con variados diseños.

Un calibrador puede diseñarse para tomar dos o tres medidas distintas (Figura 1-18A) sus calibres son puntas que están apretadas con un remache a la pata principal (C).

Para comprobar ángulos rectos se usa una pieza grande en forma de "L" (figura 1-18B). construida de varilla de hierro remachada o soldada en la unión.

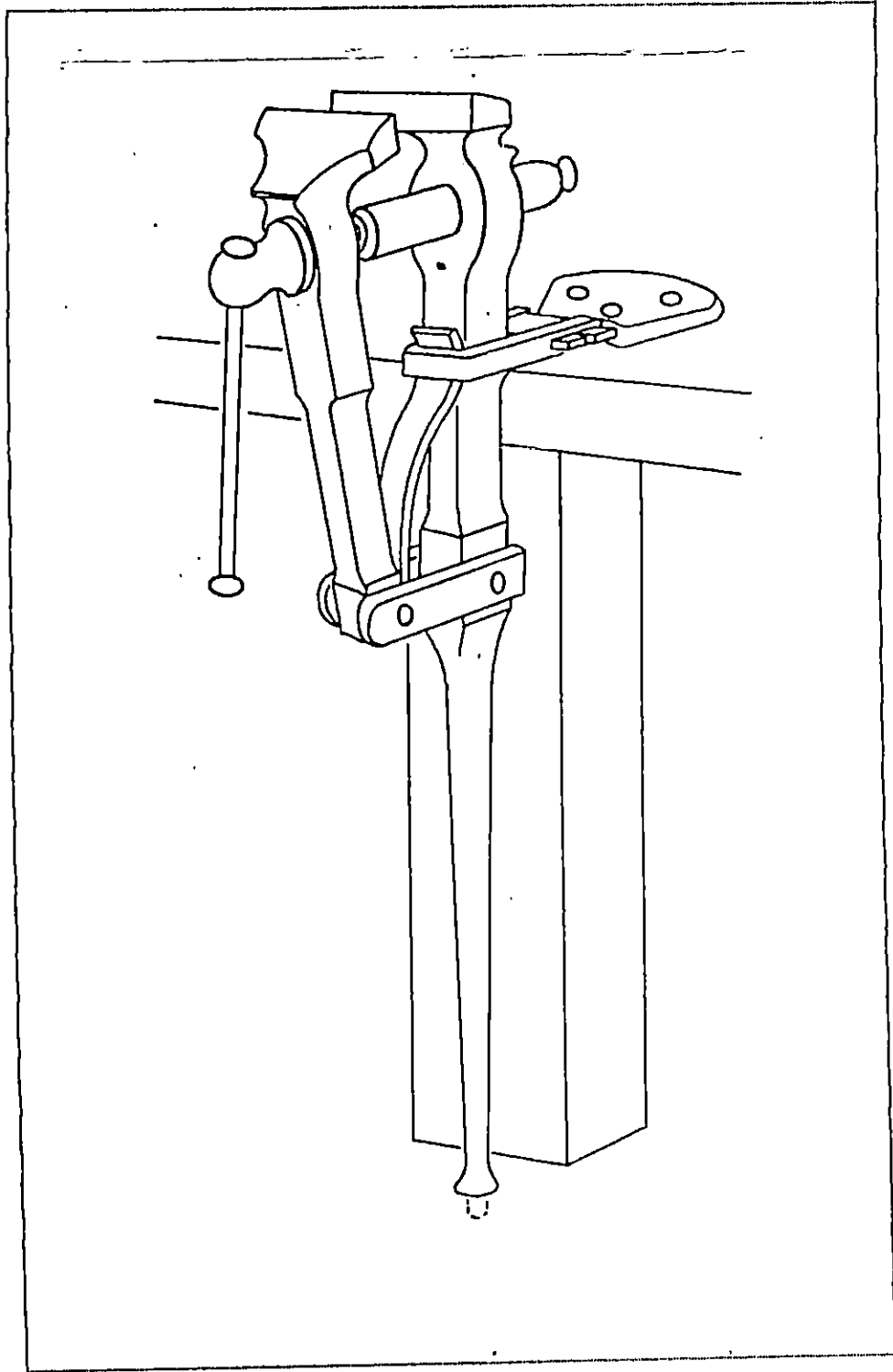


Figura 1-17 Una prensa de pata para herrero se apoya en el piso y en la mesa de trabajo.

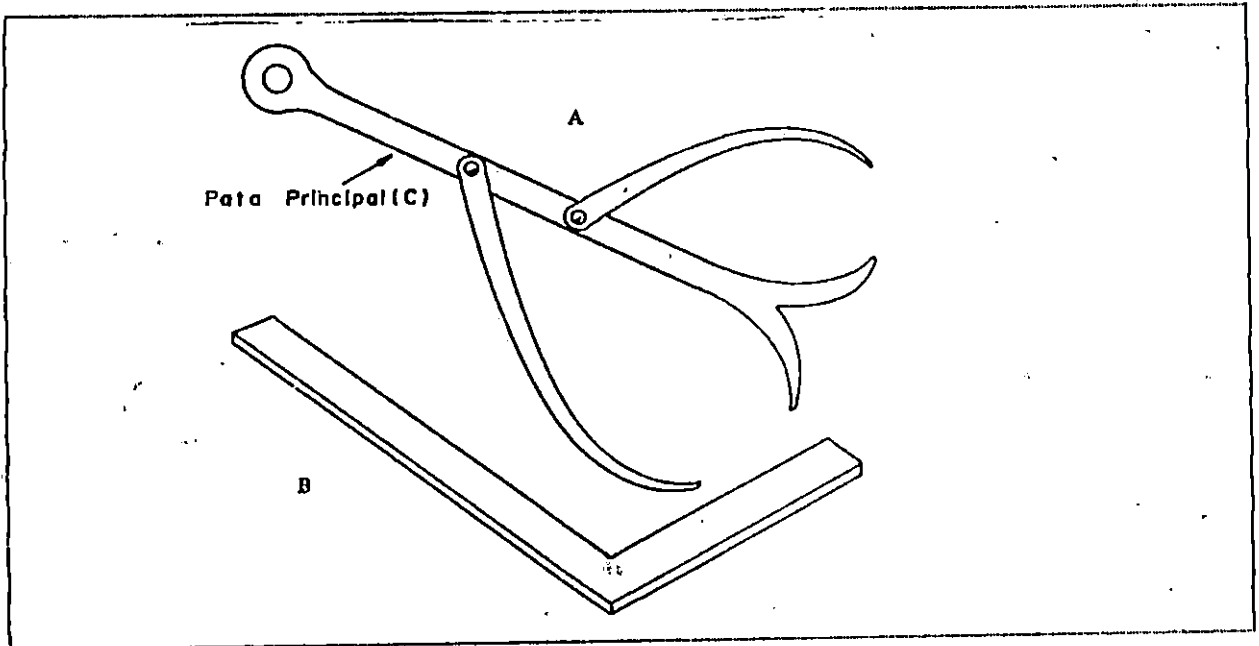


Figura 1-18 Calibrador universal y escuadra para comprobar ángulos

#### 1.3.4. TECNICAS BASICAS

El que un material pueda ser forjado con facilidad, depende en gran parte de la calidad y el tipo de llama que se prepare.

Una llama satisfactoria se consigue utilizando coque, el cual se obtiene como subproducto de la fabricación del gas de hulla, con el uso generalizado del gas natural, esta fuente ha dejado de existir en casi todas partes.

En nuestro medio solo se cuenta con carbón de leña para trabajar en la fragua.

Es posible utilizar casi cualquier clase de carbón disponible y la calidad de la llama dependerá de la habilidad y la experiencia del herrero.

Si se utiliza carbón de leña, el coque se forma encendiendo el



carbón y manteniendo la corriente de aire mediante el fuelle o el ventilador.

Se puede obtener tres tipos de llama en la fragua:

"Llama reductora": es la llama mas conveniente para la mayor parte de las operaciones de calentamiento. Se trata de una cama compacta de coque rodeada por carbón acomodado alrededor. En esta forma se completa la combustión, consumiendose todo el oxigeno.

"Llama oxidante": Posee exceso de oxigeno, por lo que da lugar a formación de escorias y óxidos. El metal así tratado no podrá ser soldado o caldeado.

"Llama neutra": Es la más usada y resulta satisfactoria para trabajos en general.

El hierro se calienta en el centro de la llama, no en la parte superior ni demasiado abajo. Para evitar la oxidación el hierro no debe estar demasiado cerca de la corriente de aire de la tobera.

#### 1.3.4.1.- CORTE

Las piezas pueden cortarse al tamaño deseado con una segueta, sosteniéndola en una prensa de banco, aunque los herreros prefieren cortarlos sobre el yunque. Se puede cortar el metal en frio con un tajador o un triscador.

La misma operación de corte se puede realizar con un tajador

caliente o un triscador caliente, pero se requiere calentar el material al rojo vivo, con el objeto de ablandarlo.

Con el tajador montado en el hardie del yunque, se sostiene la varilla, colocándola sobre el sitio del corte y aplicándola un golpe agudo con el martillo (Figura 1-19A), luego se voltea la varilla y se hace lo mismo por el otro lado para tener dos anuras parejas (Figura 1-19B).

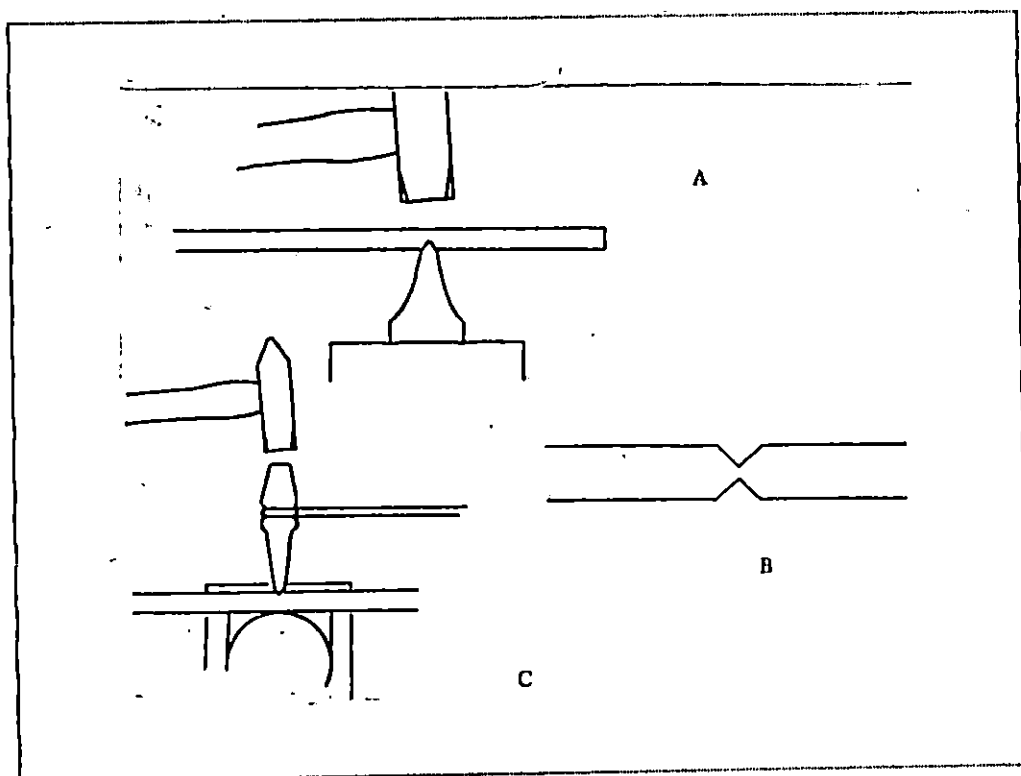


Figura 1-19 Un tajador corta el metal colocado encima y golpeando con un martillo (A,B). Un triscador corta hacia abajo (C).

Si se utiliza un triscador, debe trabajarse sobre la mesa (Figura 1-19C), y no sobre la cara del yunque, donde un corte completo imprevisto, o el deslizamiento de la herramienta, haga que el filo dañe la cara de acero del yunque, se debe cortar por los dos

lados en la misma forma que con el tajador.

Normalmente los herreros de nuestro medio efectúan el corte con un triscador, ya que les permite visualizar la línea de corte aunque es recomendable usar el tajador, pues el uso del triscador significa tener que recurrir a un asistente para manejar el martillo.

#### 1.3.4.2.- DOBLADO

Este proceso se hace golpeando de tal forma que la fuerza del impacto recaiga a un lado del punto de apoyo.

Si la barra de metal se coloca sobre el pico o extremo del yunque para doblarla, el golpe o impacto debe caer a un lado del centro (Figura 1-20A).

El metal debe ser calentado, tratando de lograr la misma temperatura a lo largo de la pieza que se va a doblar.

La temperatura que debe alcanzarse depende del material que se está trabajando.

Gran parte del trabajo que se hace con el martillo consiste en doblar barras. Esto se hace golpeando en tal forma que el golpe no sea directamente sobre el acero, aprisionándolo entre el martillo y el yunque, sino que la fuerza del impacto recaiga a un extremo en voladizo de la barra, en esa forma, se evita marcarla debido a la compresión.

Si la tira de metal se coloca encima del pico o cuerno del yunque para doblarla, el golpe o impacto debe caer a un lado del centro (figura 1-20A).

El metal debe ser calentado al rojo vivo, tratando de lograr la misma temperatura a todo lo largo de la pieza que se va a doblar.

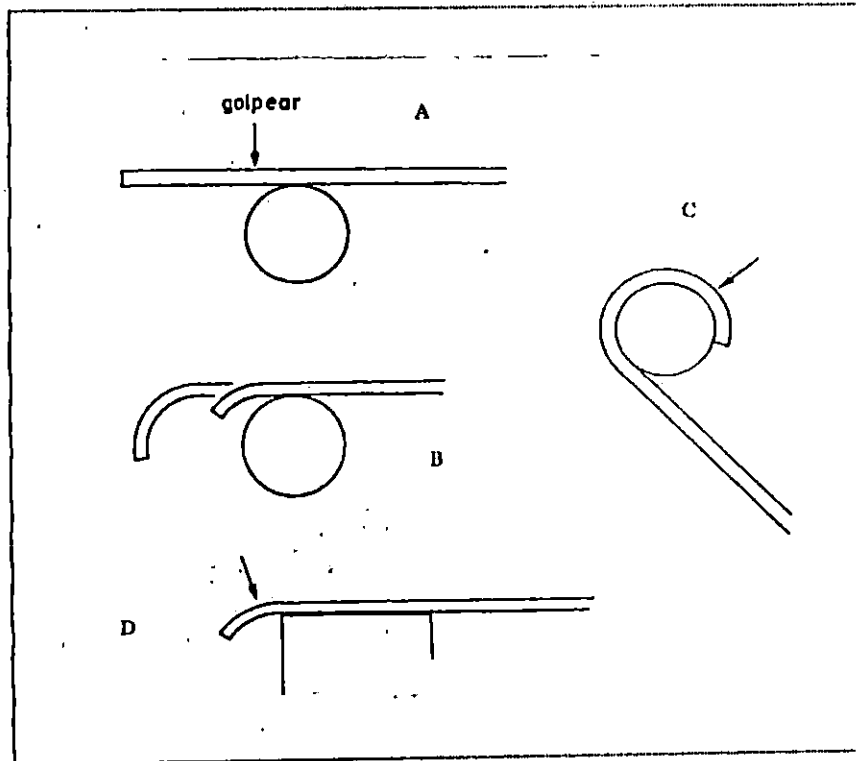


Figura 1-20 Operación de doblado.

La temperatura que debe alcanzarse depende del tipo particular del acero dulce que se está trabajando, pero resultará satisfactorio si el metal está tan enrojecido como sea posible, pero sin llegar a estar tan brillante que tienda a matiz dorado. Si está demasiado brillante y está chispeando significa que se ha calentado demasiado y que su extremo posiblemente esté requemándose y medio desintegrado, siendo poco adecuado para un buen trabajo.

Si desea lograr una curvatura uniforme, debe trabajarse en forma progresiva sobre el pico del yunque, golpeando el metal fuera de

centro y alterando el punto del impacto moviendo la varilla (figura 1-20B). Al tener cierta práctica se podrá utilizar la curva del pico del yunque y pegar en contra de la misma (figura 1-20C) para tener la forma correcta.

En ciertas ocasiones es posible formar una curva utilizando el borde de la cara del yunque (figura 1-20D).

#### 1.3.4.3.- ESTIRADO

El estirado o bien reducción de la sección transversal circular de una barra, es un procedimiento de modelado en su extremo.

Debido a la conservación de volumen el estiramiento no sólo hace que la pieza sea más delgada sino que es más larga, por lo cual reducir una dimensión hace que se agrande otra.

El estiramiento de la sección transversal se logra haciendo que el metal fluya longitudinalmente.

Para lograr el estiramiento utilizando el pico del yunque, el metal caliente debe estar encima del pico y ser golpeado directamente sobre el mismo (figura 1-21A). La curva del pico obligará al metal a fluir hacia su extremo y al mismo tiempo la adelgazará.

Esto se hace en muchas posiciones a partir del extremo libre (figura 1-21B). Se debe dar vuelta a la varilla para hacer lo mismo por la otra cara de la misma.

Si se desea lograr un ahusamiento y no una reducción general, es probable que se tenga que trabajar principalmente cerca del extremo, y golpear con menos fuerza al irse alejando del mismo.

La mayor parte del trabajo de ahusado debe hacerse con el metal al rojo vivo, pero debe tenerse cuidado de que el extremo adelgazado no se caliente demasiado. El trabajo final para enderezar la punta debe efectuarse de preferencia con el metal al rojo mate, teniendo cuidado de que no esté tan caliente como cuando se efectúa el estiramiento.

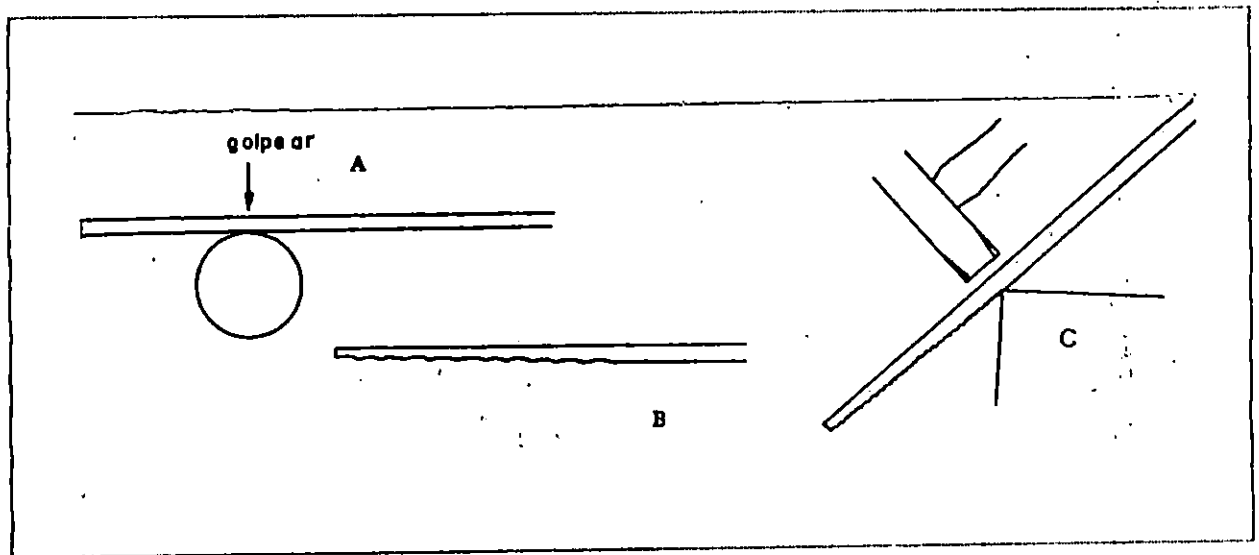


Figura 1-21 El golpe: (A) contra un apoyo comprime el metal en un sentido (B,C) y se utiliza para estirarlo en otro (D,E,F).

Una alternativa para el trabajo sobre la cara plana del yunque es utilizar el borde de la cara. La varilla o barra se desliza sobre este borde y se golpea contra el mismo, lo cual produce una serie de ranuraciones que obligan al metal a correrse hacia el extremo, estirando y adelgazando su forma (figura 1-21C). Luego se voltea la varilla y se hace lo mismo al lado contrario.

Para el estiramiento de barras de secciones grandes se utilizan los abatanadores. El efecto es similar al del pico o del borde del yunque al estirar el metal hacia el extremo y adelgazarlo. Es

posible aplicar golpes más fuertes para obtener efectos mayores y más rápidos.

Si el extremo de una barra tienen que reducirse en su grosor sin aumentarla de ancho, se puede golpear con el abatanador superior la superficie exterior del acero caliente sobre el extremo de la reducción (figura 1-22A). Se dan nuevos golpes a lo largo de la parte que tiene que ser reducida (figura 1-22B), volteando la barra en forma intermitente para que los martillazos sobre los lados hagan que la barra recobre su ancho.

Puede utilizarse los abatanadores superior e inferior, especialmente cuando la reducción en el grueso de la barra es de consideración (figura 1-22D y E).

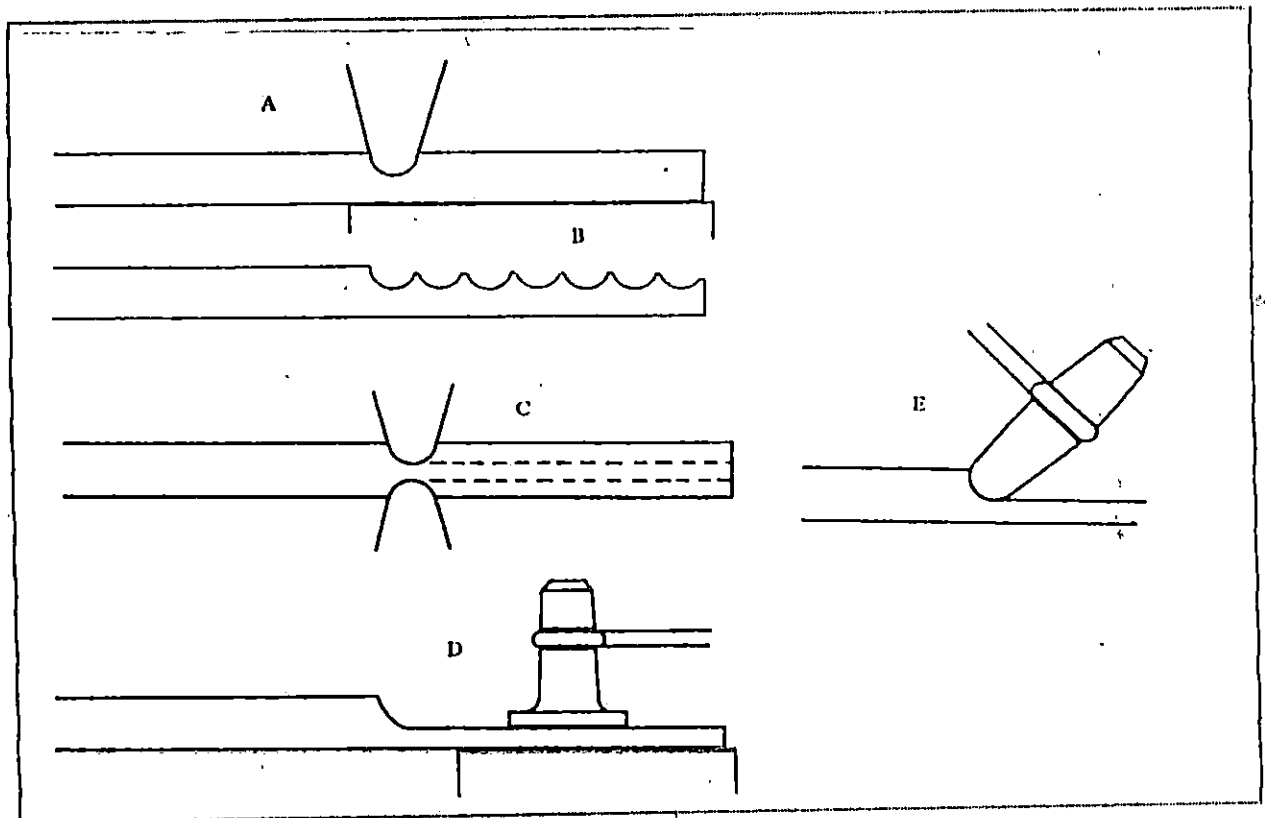


Figura 1-22

Los abatanadores estiran (A,B,C) y la superficie puede ser aplanada despues (D,E)

Después del empleo del abatanador para la reducción, ésta puede hacerse más pareja golpeándola contra la cara del yunque, y la herramienta adecuada para tener un buen acabado es el alisador o aplanador (figura 1-22D). Si el extremo de la reducción debe terminarse en curva, se puede abatanador diagonalmente (figura 1-22E).

Si se requiere un ángulo recto se puede utilizar la parte superior de un triscador, golpeando con un martilló. De todos modos, evitar un cambio brusco de sección es un buen principio básico, salvo en el caso de ser indispensable.

#### 1.3.4.4.- ACORTADO

Hacer que una pieza de acero sea más corta y más gruesa, es lo contrario de estirla.

Esta operación generalmente se efectúa como el primer paso para formar la cabeza de un perno o remache de una varilla.

El largo que va a ser acortado debe ser calentado al rojo blanco. Si el calor se propaga mucho más allá de la parte que será trabajada, es posible que la barra o varilla se doble. Si la barra es muy corta, la parte más alejada del extremo caliente puede ser sumergida en agua para enfriar el cuerpo mismo de la barra, al mismo tiempo que se conserva caliente el otro extremo. Si una barra muy larga se calienta demasiado hacia su extremo libre, puede enfriarse rociándola con agua. El extremo debe estar bien plano y, en caso necesario, limarse, pues en otra forma es difícil evitar que la barra se doble.



Es casi seguro que se registre cierto dobléz por encima de la parte que se está ensanchando aún después de haberlo enfriado. Se endereza la parte doblada contra el yunque antes de que el dobléz sea demasiado pronunciado.

Hay que tener el extremo que se trabaja a una temperatura adecuada y golpear sobre el extremo con el martillo. En la figura 1-23 se observa la forma como se acortan una barra larga y una de tamaño pequeño.

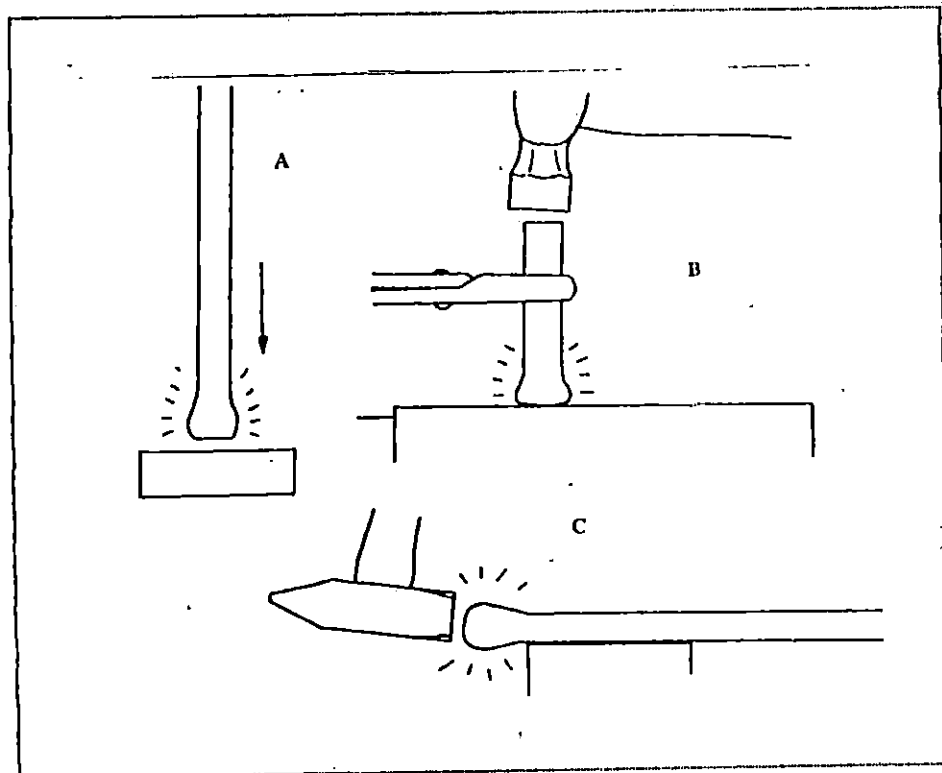


Figura 1-23 El acortamiento es el procedimiento para engrosar al rojo blanco: (A) achatar el extremo; (B) golpear contra el extremo frío; (C) hacer girar la varilla.

#### 1.3.4.5.- TRENZADO

Para hacer un trenzado debe calentarse el sector que se piensa retorcer, se aprieta la varilla en una prensa de banco cerca del extremo en donde debe comenzar la torcedura, y se le dá vueltas

por el extremo. Esto puede hacerse con una llave ajustable o de tuercas, pero es preferible si se le puede hacer girar con ambas manos. Si la varilla es cuadrada, se usa una pieza de metal con un orificio cuadrado (figura 1-24), pudiendo ser una llave para terraja o una fuerte barra de metal con un orificio cuadrado.

Para lograr una trenza helicoidal, debe calentarse en forma uniforme para la parte que se trata de trenzar. Si la temperatura es mayor en alguna parte del sector, el trenzado se verá más apretada en ese punto.

Es más difícil lograr un trenzado largo que uno corto, pero si se tiene un temperatura uniforme en toda la sección, el resultado debe ser satisfactorio.

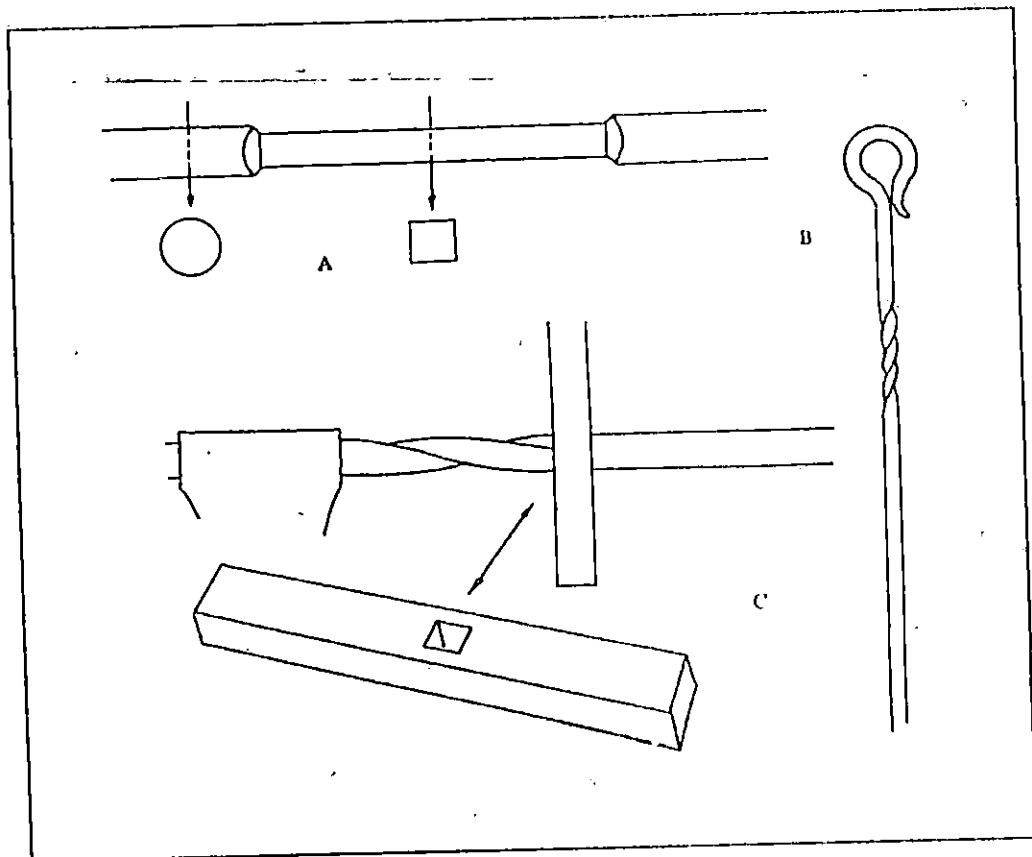


Figura 1-24 Operación de trenzado

#### 1.3.4.6.- SOLDADURA

En una soldadura de herrería, las partes que deben unirse se llevan casi al punto de fusión y se unen rápidamente por medio de martillazos. El principio es sencillo, pero se requiere de cierta habilidad y práctica para que en cada ocasión el trabajo se ejecute bien y en forma correcta. Es más fácil soldar hierro que acero dulce y más fácil soldar material de sección cuadrada que redonda.

El hierro forjado tiene una temperatura de soldar tal que sus escorias se funden. Esto hace posible preparar los dos extremos y martillarlos unidos sin recurrir a un tratamiento especial.

Todas las otras formas de hierro y de acero requieren el uso de fluxes, que limpiarán las superficies de contacto y les permitirán mezclarse. El fluxe se mezcla con las escamas y las derrite, evitando una nueva escamación u oxidación.

Para soldar acero de herramientas con el mismo material o con hierro o acero dulce, podría ser preferible utilizar el fluxe comercial adecuado. Un exceso de fluxe podría atraer el oxígeno a la soldadura y por eso sólo debe tener lo necesario para que sea expulsado al primer martillazo, pues de otra forma creará una barrera que evitará la unión de las superficies a soldarse. En la liga se pueden incluir unas pocas limaduras de hierro, que ayudarán a expulsar la liga después del primer martillazo, y que quemarán y recolectarán los óxidos, alejándolos de las partes que se están uniendo.

Es importante evitar la presencia de óxidos en las superficies de

contacto, para esto se produce una llama reductora con una buena capa de carbón por debajo del sitio en donde se colocará el acero y cubriendo con más combustible, al mismo tiempo que se regula la alimentación de aire de manera que se mantenga vivo el centro del fogón a un color blanco brillante.

Los extremos que serán unidos, deben ser preparados por medio de acopladuras. Se acortan y se martillan para engrosar los extremos adelgazados (figura 1-25A), y se da una forma redonda a las superficies que se unirán (figura 1-25B).

Se calientan los extremos ya preparados por medio de acoples. Cuando lleguen a un rojo naranja se retiran del fuego y se rocía un poco de fluxe, volviendo a meter al fuego los extremos, cerciorándose de que lleguen al centro, en donde se encuentra la mayor temperatura. Al aumentar la temperatura y comenzar a ponerse de color amarillo pálido el acero, deben voltearse los extremos a soldarse. Se sigue calentándolos en forma constante, y cuando el fuego comience a despedir algunas chispas, indicará que se ha alcanzado el color necesario para soldar.

En ese momento, el fogón como los extremos de las barras estarán tan brillantes que será difícil mirarlos directamente.

La cara fría del yunque eliminará parte del calor, esta pérdida puede reducirse uniendo las piezas a un ángulo ligero sobre el yunque (figura 1-25C). El primer golpe hace que las piezas se conjunten en contra del yunque y al mismo tiempo forma la soldadura. El martillado debe hacerse en forma sistemática. Los primeros golpes deben ser contra el centro y después hacia los

extremos de las acopladuras, con el fin de cerrar las partes más delgadas (figura 1-25D) y expulsar las escorias. La temperatura de soldar agranda el grano del acero, pero un martilleo ligero lo afinará a lo normal, con un incremento en su dureza.

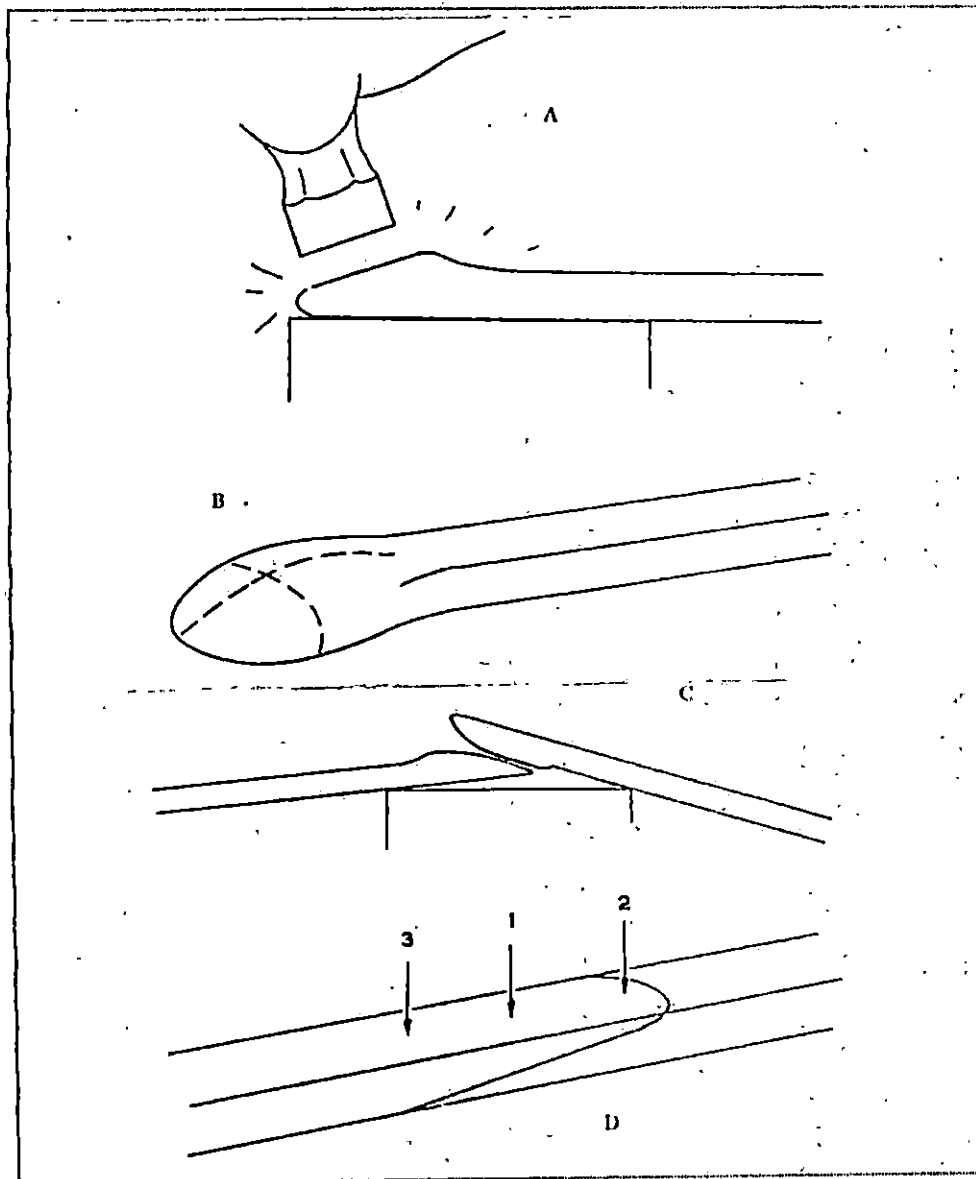


Figura 1-25

Las partes se sueldan después de haber sido moldeadas y recalzadas al rojo blanco: (A) extremo grueso ahusado; (B) formas redondeadas; (C) unidas en un ángulo pequeño; (D) los primeros impactos (1) son en el centro y los otros impactos se hacen en los bordes (2,3).

### 1.3.5.- EQUIPOS PESADO PARA LA FORJA

En los martinets de forja la caída del martillo suministra la fuerza. Hay dos tipos básicos: los mecánicos, de tabla, y los de vapor (figura 1-26). En los primeros la masa y la estampa se elevan cuando la tabla es agarrada por dos cilindros; al soltarla, la masa cae por gravedad. La energía suministrada por el golpe es la energía potencial transformada en la caída, y por tanto, es igual al peso de la masa multiplicado por la altura de caída. Los martillos se distinguen por el peso de la masa, que puede oscilar entre, por ejemplo, 200 Kg y una altura de caída de 80 cms y 3500 Kg y 200 cm de caída. Con esta clase de equipos pueden forjarse piezas de hasta 50 Kg de peso, aproximadamente. Para forjar piezas más grandes, de 500 a 25,000 Kg., se emplean los martillos de vapor. En ellos se admite vapor por la parte inferior del cilindro para elevar la masa, y por la parte superior para acelerar la caída. La velocidad de caída de la masa depende, por tanto, de la presión del vapor; la energía cinética de la masa, que es la que se aplica, en cada golpe, es:

$$W = \frac{M v^2}{2g}$$

Donde:

W : Energía cinética en Kilográmetros

M : masa del cuerpo en Kilogramos,

v : velocidad de la masa en metros por segundo,

g : aceleración de la gravedad, 9.81 m/seg<sup>2</sup>

Se pueden obtener velocidades de choque superiores a los 10 m/seg.

Una característica importante de los martillos de vapor es que puede controlarse fácilmente la fuerza del impacto, lo que no es posible en los de tabla, ya que está determinada por la altura de caída. Sin embargo, la versión moderna de los martillos de tabla, es decir, los martillos de aire comprimido, no tienen este inconveniente. Hay un tipo poco corriente de martillo neumático que tiene dos masas horizontales contrapuestas. Las dos masas golpean la pieza a velocidad elevada y prácticamente toda la energía es absorbida por el material.

Las prensas de forja pueden ser mecánicas o hidráulicas. Las prensas se catalogan según la fuerza o carga aplicada al final del recorrido. La mayoría de las prensas mecánicas funcionan por el principio de la excéntrica (figura 1-26). Se construyen con capacidades de 100 a 2000 ton. Las prensas hidráulicas verticales suelen tener la cámara de presión en la parte superior de la prensa (figura 1-26). En ellas se crean elevadas presiones en el cilindro acumulador, empleando aceite o agua como medio hidráulico. Las prensas de este tipo se construyen con capacidades de 500 a 18,000 ton., aunque para ciertos procesos se han llegado a construir de 50,000 ton.

Las máquinas forjadoras o máquinas de recalcar son prensas horizontales de mucha utilidad para fabricar grandes series de piezas simétricas a partir de barras. La máquina es, esencialmente, una prensa de doble efecto con matrices que

agarran con firmeza el material alrededor de su circunferencia y herramientas de conformación que lo recalcan. Pernos, remaches y engranajes, son ejemplos de piezas típicas fabricadas con estas máquinas, las cuales se designan según el diámetro máximo de barra que pueden trabajar.

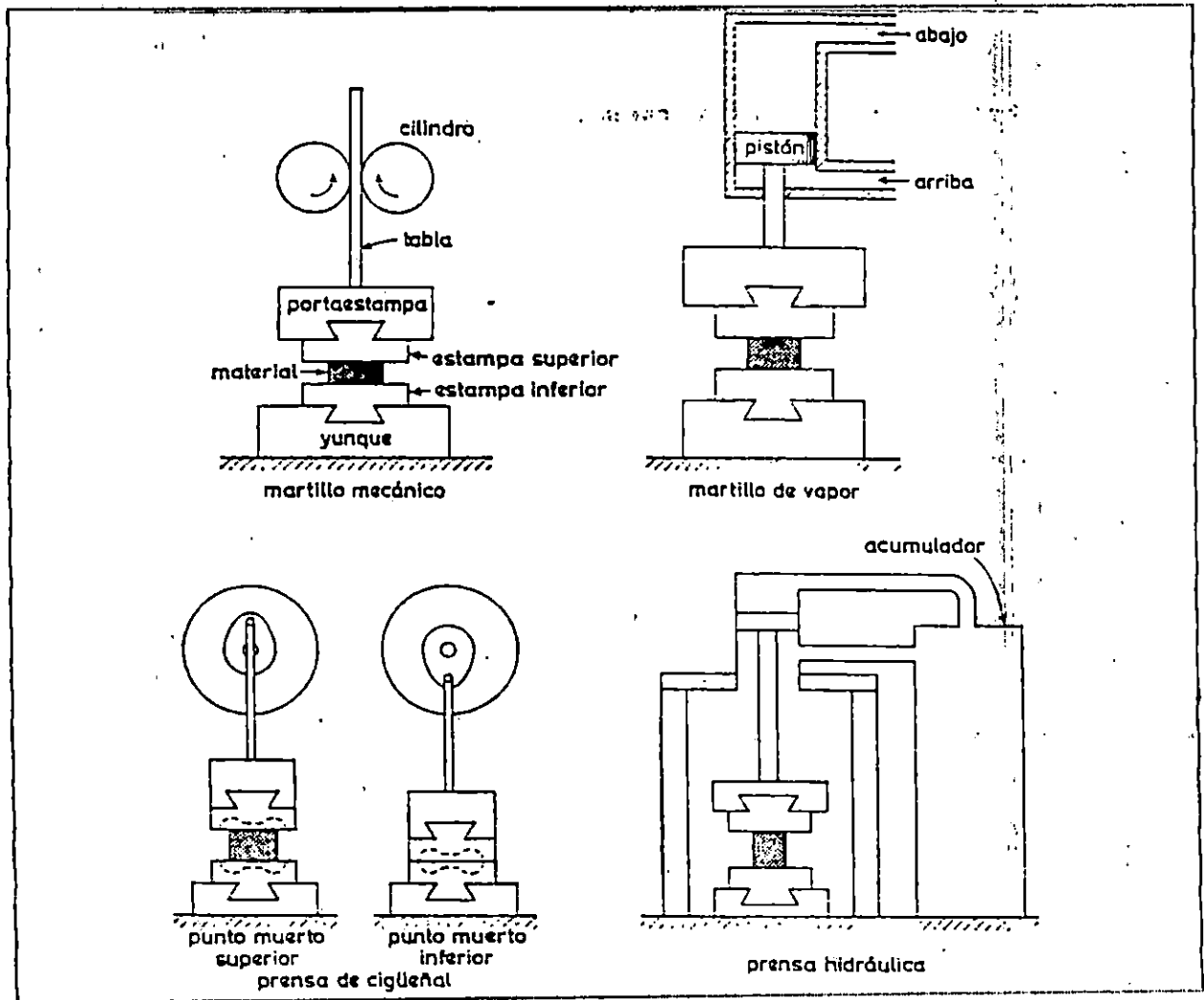


Figura 1-26 Esquemas de equipos pesados de forja.

Los cilindros de forjar se emplean para la conformación inicial, previa a la forja por estampación, y para producir secciones



cónicas o formas largas y delgadas. Los cilindros solo emplean una parte de su circunferencia para reducir la sección del metal; el resto es de menor diámetro, para que la pieza forjada se pueda mover libremente entre ellos. El operador se coloca detrás de los cilindros, y al presentarse la holgura inserta el material. Cuando la parte de la superficie de los cilindros encargada de la reducción de sección se pone en contacto con el metal, se efectúa ésta y luego la pieza es expulsada hacia el operador. Este puede alimentar sucesivamente los cilindros con diferentes porciones del material o utilizar diferentes canales hasta conseguir las reducciones de sección deseadas. Mediante cilindros de forja se suele fabricar pernos largos y hojas de muelle.

La forja rotativa es un procedimiento en el que una barra o tubo se somete a una serie de golpes, entre dos estampas que giran alrededor del material, por lo que éste es golpeado en todas direcciones. La figura 1-27 muestra el funcionamiento de una máquina para forja rotativa. Dos estampas, respaldadas por dos martillos, giran solidariamente con el eje y pueden deslizar sin impedimentos en la dirección radial. El eje gira dentro de una caja que contiene cierto número de rodillos de acero duro. Cuando los martillos entran en contacto con los rodillos las estampas son empujadas una contra otra, pero al girar en una posición entre rodillos se separan las estampas por la acción de la fuerza centrífuga. El material está sometido a un gran número de golpes por minuto. Las tensiones aplicadas son casi exclusivamente de compresión, por lo que estas máquinas se emplean como medio de

laboratorio para reducir el diámetro de materiales relativamente frágiles. En la industria se utilizan para reducir el diámetro de tubos o varillas, para apuntar las varillas antes del trefilado y para sujetar manguitos en los extremos de los cables.

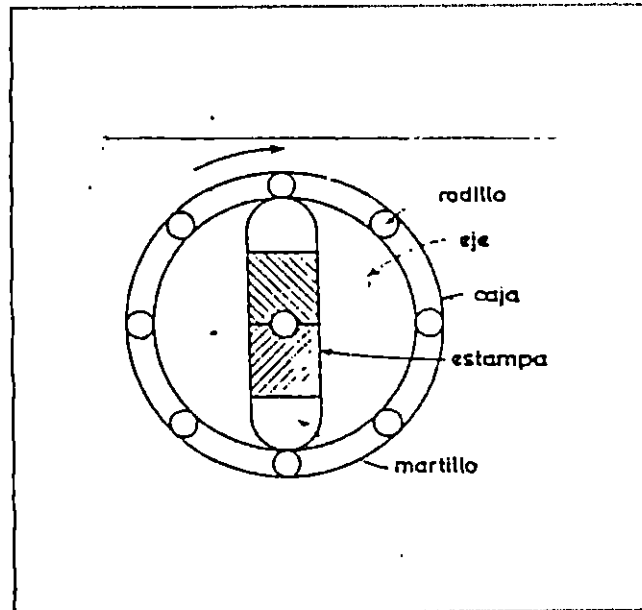


Figura 1-27 Máquina para forja rotativa.

C A P I T U L O   D O S

DIAGNOSTICO DE LOS  
TALLERES DE HERRERIA

## CAPITULO 2: DIAGNOSTICO DE LOS TALLERES DE HERRERIA

Las encuestas realizadas a los talleres de herrería del país constan de siete partes, las cuales en la tabulación y en las encuestas aparecen como áreas, estas son: características generales del establecimiento, área tecnológica, área de calidad, área de producción, área de mercado, área financiera y capacitación de personal.

Durante el desarrollo de éstas se tuvieron varios contratiempos como: acceso a estos talleres debido a la larga distancia, poca disponibilidad de tiempo de los trabajadores para atender a las personas que realizaban la encuesta, entre otros.

La muestra tomada para realizar estas encuestas fué de diez talleres distribuidos en todo el país.

2.1.- TABULACIÓN DE DATOS

PARTE I. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO.

LOCALIZACION

NUMERO	NOMBRE DEL TALLER	ZONA	DIRECCION
1	HERRERIA SANCHEZ	ORIENTAL	DE EL CALVARIO, SALIDA A USULUTAN JUCUAPA, USULUTAN
2	HERRERIA DE LA MARCA CRUZ	PARACENTRAL	ANTIGUA CALLE A ILOBACCO DE DELICIA EN RAFAEL CEDROS CUSCATLAN
3	TALLER DE HERRERIA SAN LUIS	CENTRAL	COL. LAS BRIBAS CALLE A HUIZUCAR SAN SALVADOR
4	TALLER DE HERRERIA	PARACENTRAL	DE SAN JOSE, CALLE LA RONDA 07, 28 AV. SUR COJUTEPEQUE
5	HERRERIA MARCA DOS UNO DE NEJAPA	CENTRAL	AV. MIJANRO CASA 017 DE EL CALVARIO NEJAPA SAN SALVADOR
6	HERRERIA DE SABINO MARTINEZ	PARACENTRAL	DE LAS DELICIAS 18 AV. NORTE SAN RAFAEL CEDROS CUSCATLAN
7	TALLER DE MARIO HERNANDEZ	ORIENTAL	DE SAN JUAN SAN RAFAEL ORIENTE SAN MIGUEL
8	TALLER QUINTANILLA	OCCIDENTAL	AV. FRAY FELIPE MORAGA SUR FRENTE A GASOLINERA ESSO SANTA ANA
9	TALLER DE JORGE ALFARO	ORIENTAL	CANTON EL PARAISO CONCEPCION BAYRES USULUTAN
10	TALLER DE HERRERIA	OCCIDENTAL	DE SAN ANTONIO, SANTA ANA

AREAS	Nº DE TALLERES	1
SOLDADURA	2	20
TRAB. EN FRIO	-	-
TRAB. EN CALIENTE	-	-
NINGUNA	8	80

12.- CUALES AREAS SEGUN SU CRITERIO NECESITAN AYUDA TECNOLÓGICA

PARTE II AREA TECNOLÓGICA

NUMERO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	LUGARES DE FUNCIONAMIENTO ANTERIORES	MOTIVO DE CAMBIO
1	61 AÑOS	Bº SAN SIMON, Bº SAN SIMON	CAMBIO DE PROPIETARIO
2	81 AÑOS	-----	-----
3	6 AÑOS	COLONIA MIRANDA, SAN ANTONIO ABAD	MOTIVO DE LOCAL
4	30 AÑOS	Bº EL CALVARIO	MOTIVO DE LOCAL
5	41 AÑOS	-----	-----
6	19 AÑOS	-----	-----
7	20 AÑOS	-----	-----
8	74 AÑOS	-----	-----
9	20 AÑOS	-----	-----
10	41 AÑOS	-----	-----

FUNCIONAMIENTO DEL TALLER

13.- LA MAQUINARIA QUE POSEE ACTUALMENTE PRESENTA PROBLEMAS POR:

CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%
OBSOLESCENCIA DE EQUIPO	5	50
COMPRA DE EQUIPO USADO	-	--
POCA CAPACIDAD DE PRODUCCION	4	40
SUBUTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA	2	20
DISTRIBUCION FISICA INADECUADA	3	30
MANTENIMIENTO INADECUADO	1	10

14.- CREE QUE ES NECESARIO ADAPTAR SU FORMA DE TRABAJO A NUEVOS PROCESOS DE PRODUCCION

SI			NO		
CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%	CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%
DEMANDA DE NUEVOS PRODUCTOS	8	80	TODO EL TRABAJO ES IGUAL	2	20

15.- NOTA: EN ESTA PREGUNTA, LA INFORMACION SE OBTIENE DE LA PREGUNTA ANTERIOR.

16.- QUE HERRAMIENTAS POSEE EN SU TALLER:

HERRAMIENTA	Nº DE TALLERES	HERRAMIENTA	Nº DE TALLERES
CINCEL	1	CLAVERA	3
SIERRA	10	TAS	1
ESMERIL	10	TRISCADOR	1
TAJADERA	2	LLAVES	1
BUNCETA	6	ALICATES	1

HERRAMIENTA	Nº DE TALLERES	HERRAMIENTA	Nº DE TALLERES
FRAGUA	10	LIMA	10
YUNQUE	8	SOLD. ELECT.	3
ALMADANAS	10	SOLD. AUTOG.	1
MARTILLO	10	PRENSA	10
TENAZA	10	ESCOFINA	1

17.- QUE HERRAMIENTAS NO POSEE EN SU TALLER Y CONSIDERA NECESARIO TENERLAS

HERRAMIENTA	Nº DE TALLERES
BARRENA	1
TALADRO	2
APARATO DE SOLD.	4
TAJADERA	2
TERRAJA	1

HERRAMIENTAS	Nº DE TALLERES
TRISCADOR	1
ESTIRADOR	1
ESMERIL	1
YUNQUE <sup>1/</sup>	2

<sup>1/</sup> LOS HERREROS USAN EL TAS COMO HERRAMIENTA QUE SUSTITUYE AL YUNQUE PARA LOS TRABAJOS COMUNES.

#### CAPACIDAD DE LA PLANTA

18.- CONSIDERA QUE EL EQUIPO QUE POSEE ESTA SIENDO APROVECHADO A SU MAYOR CAPACIDAD

SI			NO		
CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%	CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%
BUENA DISTRIBUCION DE TRABAJO	1	10	FALTA DE PERSONAL	1	10
BUENA DEMANDA	2	20	POCA DEMANDA DE T. DE HERRAMIENTA	3	30

#### OBSERVACIONES:

- UN 20% DE LOS TALLERES DIJO QUE SI PERO SIN ESPECIFICAR POR QUE
- UN 10% REDUNDO EN LA RESPUESTA (DIJO QUE NO POR FALTA DE EQUIPO)



PARTE II AREA DE CALIDAD

MATERIA PRIMA

19.- CUAL ES LA MATERIA PRIMA QUE UTILIZA PARA ELABORAR SUS PRODUCTOS

MATERIA PRIMA	Nº DE TALLERES	%
VARILLAS DE HIERRO CORRUGADO	9	90
ALUMINIO	1	10
PLATINA	1	10
RESORTES DE VEHICULOS	4	40

20.- QUE PROBLEMAS TIENE PARA OBTENER LA MATERIA PRIMA.

PROBLEMA	Nº DE TALLERES	%
ECONOMICO	1	10
TRANSPORTE (SE ENCUENTRA LEJOS)	3	30
ESCASEZ DE MATERIAL	3	30
MATERIAL INADECUADO	1	10
NINGUNO	3	30

21.- COMO COMPRUEBA QUE LOS PRODUCTOS ESTAN BIEN ELABORADOS

METODOLOGIA	Nº DE TALLERES	%
CONSULTANDO A LOS CLIENTES	2	20
PROBANDO EL MATERIAL USADO	3	30
AL OJO	5	50
SONIDO	3	30
PRUEBA DE LA LIMA	1	10

PARTE IV AREA DE PRODUCCION

22.- LAS VENTAS RESPONDEN A UNA EPOCA DEL AÑO.

SI			NO		
CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%	CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%
POR TEMPORADA (SECTOR AGRICOLA)	5	50	LA DEMANDA ES CONSTANTE	4	40
			LOS TRABAJOS SE HACEN POR PEDIDO	1	10

23.- EXISTEN PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO EN SU TALLER.

SI			NO		
CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%	CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%
			LAS HERRAMIENTAS NO LO NECESITAN	1	10

OBSERVACIONES: EL 90% DIJO QUE NO, PERO NO ESPECIFICO PORQUE

24.- QUE HERRAMIENTAS FABRICAN EN EL TALLER.

HERRAMIENTA	Nº DE TALLERES
CINCELES	4
PUNTAS DE ARADO	6
CUMAS	5
CUCHILLOS	2
FORMONES	1
GRIFAS	5

HERRAMIENTAS	Nº DE TALLERES
GUIZUTE (CHUZO)	2
BARRAS	4
TENAZAS	3
MACHETE (CORVO)	3
HACHAS	1
MARTILLOS	2

TODOS LOS TALLERES SE DEDICAN A REPARACIONES DE HERRAMIENTAS Y UTENSILIOS, ADEMAS PUEDEN FABRICAR PIEZAS NO HECHAS ANTERIORMENTE (MOSTRANDO EL DISEÑO).

PARTE V AREA DE MERCADO

25.- COMO ES LA DEMANDA EN SUS PRODUCTOS

CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%
CRECIENTE	0	0
CONSTANTE	8	80
DECRECIENTE	0	0
VARIABLE	2	20

26.-QUE SECTORES DEMANDAN SUS PRODUCTOS

SECTOR	Nº DE TALLERES	%
AGRICOLA	7	70
INDUSTRIAL	4	40
OTROS	0	0

27.- EXISTE COMPETENCIA CON OTROS TALLERES DE HERRERIA Y CON PRODUCTOS EXTRANJEROS

COMPETENCIA	SI	NO
CON OTROS TALLERES	3	7
CON PRODUCTOS EXTRANJEROS	3	7

28.- QUE DESVENTAJA POSEE EN LA COMPETENCIA DE SUS PRODUCTOS CON OTROS PRODUCTOS NACIONALES O EXTRANJEROS.

COMPETENCIA	Nº DE TALLERES	%
PROCEDIMIENTO DE FABRICACION	3	30
PROPAGANDA	1	10

29.- CUAL ES EL METODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACION DE PRECIOS.

METODO	Nº DE TALLERES	%
GASTOS (DE FABRICACION Y MATERIALES)	10	100
SEGUN LA DEMANDA	1	10

PARTE VI AREA FINANCIERA.

30.- COMO ES EL FINANCIAMIENTO DE LA EMPRESA.

TIPO DE FINANCIAMIENTO	Nº DE TALLERES	%
CAPITAL PROPIO	10	100
CREDITO	0	0
MIEMBRO DE COOPERATIVA	0	0
OTRO	0	0

PARTE VII CAPACITACION DE PERSONAL

31.- NUMERO DE PERSONAS QUE POSEE LA EMPRESA Y LA EDAD APROXIMADA DE CADA UNO.

TALLER	10-20	21-30	31-40	41-50	51-60	>60	TOTAL POR TALLER
1	-	3	2	-	1	-	6
2	4	1	-	-	-	1	6
3	2	1	-	1	-	-	4
4	3	-	-	-	-	1	4
5	-	1	-	-	-	2	3
6	-	1	1	2	-	-	4
7	-	1	-	-	1	-	2
8	3	-	1	-	1	1	6
9	1	-	1				2
10	3	2	-	1	-	1	7
TOTALES POR EDAD	16	10	5	4	3	6	44

32.- TIENE ACTUALMENTE LA EMPRESA PROBLEMAS DE MANO DE OBRA EN CUANTO A:

CATEGORIA	SI	NO
DISPONIBILIDAD	4	6
CALIFICACION	5	5
COSTO	3	7
OTROS	0	0

33.- REQUIERE LA EMPRESA DE ASISTENCIA TECNICA, CAPACITACION Y APOYO INSTITUCIONAL EN LOS SIGUIENTES RUBROS.

RUBROS	SI (EN %)	NO (EN %)
ASISTENCIA TECNICA	90	10
CONTROL DE CALIDAD	20	80
DISEÑO	50	50
DESARROLLO DE PRODUCTOS	20	80
PUBLICIDAD	50	50
OTROS	0	100

34.- COMO CAPACITA A SU PERSONAL

CATEGORIA	Nº DE TALLERES	%
EMPIRICAMENTE	10	100
ESCUELA	0	0

## 2.2.- Interpretación de los datos de las Encuestas a los Talleres de Herrería

### A- Características Generales del Establecimiento

Los talleres se ordenaron por números correlativos desde uno hasta diez, puede decirse que las herrerías se encuentran localizadas en ciudades de la zona Central y Paracentral, en pueblos en la zona Oriental y en la ciudad de Santa Ana en la zona Occidental. Esto demuestra que las herrerías existen en cualquier zona del país tanto en las ciudades como en la zona rural.

Con lo que respecta al funcionamiento del taller la mayoría de talleres tienen ya mucho tiempo de funcionamiento (el promedio de funcionamiento es de 39 años), y la impresión que se tuvo es, que los herreros no tienen motivación para crecer como empresa, lo cual es síntoma de que los talleres tienden a desaparecer.

La mayoría de los talleres funcionan en los lugares donde se iniciaron, con excepción de algunos que han cambiado de lugar de funcionamiento debido a cambio de propietario o a causa de local inadecuado para su normal funcionamiento.

### B- Area Tecnológica

La mayoría de los talleres de herrería sostienen que ninguna de las áreas (soldadura, trabajo en frío y trabajo en caliente) necesitan de ayuda tecnológica, solo un 20% manifiesta la necesidad de mejorar el área de soldadura.

En lo que respecta a la maquinaria un 50% respondió que tenía

problemas por obsolescencia de equipo, un 40% por poca capacidad de producción; además, no tienen ningún problema con respecto a la compra de equipo usado.

Un 80% manifestó que debido a la demanda de nuevos productos es necesario adaptar su forma de trabajo a nuevos procesos de fabricación. El resto afirmó lo contrario argumentando que todo el trabajo es igual.

La mayoría de los talleres de herrería poseen las siguientes herramientas: fragua, yunque (o tas), almadanas, martillos, tenazas, limas, prensas, cinceles, esmeril.

Dentro de las herramientas y equipos que los talleres no poseen y consideran necesarios se encuentran los equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.

En relación a la capacidad de la planta, un 50% respondió que estaba siendo aprovechada a su mayor capacidad, justificando con una buena distribución del trabajo y una buena demanda; el resto manifestó lo contrario argumentando falta de personal para la producción y poca demanda de sus servicios.

#### C- Area de Calidad

La materia prima utilizada para la fabricación de productos en los talleres de herrería son varillas de hierro corrugado, y resortes de vehículos. Algunos problemas que tienen para obtener la materia prima son del tipo : económico, de transporte, escasez de material adecuado.

Los métodos más utilizados para comprobar si los productos están



bien elaborados son: al ojo, por medio de golpes (sonido), consultando a los usuarios. un método muy poco usada es la prueba de la lima.

#### D- Area de Producción

Con respecto a las ventas, un 50% manifestó que en la temporada agrícola es cuando se vende más, otro porcentaje manifestó que la demanda es constante durante todo el año.

La mayoría de los talleres sostienen que no existen programas de mantenimiento en el taller, pero sin justificación.

Las herramientas que más se fabrican en los talleres de herrería son: cinceles, limas, cumas, puntas de arados, barras, grifas, corvos, tenazas. Sin embargo, todos los talleres se dedican a la reparación de herramientas y piezas, además fabrican piezas no hechas anteriormente como martillos para enderezado.

En el proceso de fabricación de las herramientas todos los talleres coinciden en un calentamiento de la materia prima hasta una temperatura apropiada, luego es golpeado hasta darle la forma deseada, posteriormente se le hace el temple u otros tratamientos como el revenido, recocido.

#### E- Area de Mercado

La demanda de los productos se mantiene constante año con año lo manifiesta un 80%, mientras que el resto opina lo contrario.

El sector que mas demanda los productos de herrería es el sector agrícola (un 70%), luego el sector industrial (con un 30%).

La mayoría de los talleres manifiestan que no existe competencia con otros talleres ni con los productos extranjeros.

El método utilizado para la determinación de precios es la de costos (de fabricación y de materia prima).

#### F- Area Financiera

El financiamiento de todos los talleres de herrería del país es por medio de capital propio.

#### G- Capacitación de Personal

El número máximo de personas que trabajan en los talleres de herrería son siete y el mínimo dos. El personal que trabaja en estos talleres es, por lo general, una persona de mayor edad (mayor de 40 años) quien dirige el taller, luego los ayudantes, cuya edad varía entre los 10 y 40 años.

En cuanto a la mano de obra manifestaban tener problemas respecto a la calificación y poca disponibilidad.

La capacitación de personal se hace totalmente en forma empírica. En lo que respecta a la historia de la herrería en el país, algunos coinciden en que los talleres han sido heredados por sus padres, otros han puesto su propio taller, pero después de haber trabajado en otro taller, habiendo aprendido de un herrero de experiencia.

Anteriormente las herrerías existentes tenían mucho trabajo por esa razón se mantenían, con el desarrollo de las industrias aquellas tienden a desaparecer.

## 2.3.- Conclusiones en base a la información obtenida de las Encuestas

Después de analizar las encuestas se observaron aspectos positivos y negativos (ó problemáticos), los que a continuación se enuncian en el mismo orden que las áreas estudiadas.

### Funcionamiento General del Establecimiento

#### Aspectos Positivos

- Los talleres de herrería funcionan tanto en las ciudades como en los pueblos debido a los sectores que demandan sus productos y servicios.
- Los talleres de herrería son bien conocidos en los alrededores donde funcionan debido a los servicios que ofrecen.

#### Aspectos Negativos

- Los talleres de herrería tienden a desaparecer puesto que la impresión que los dueños de éstos tienen, es que no es rentable ni tienen futuro (en su mayoría manifestaron que al morir, sus hijos no continuarían con el taller).

### Area Tecnológica

#### Aspectos Positivos

- Existe confianza en el trabajo que ellos realizan (habilidades que poseen).
- Existe disposición de adaptarse a nuevas formas de trabajo.
- Conocen de las limitaciones de su equipo y de la distribución física inadecuada de sus talleres.

### **Aspectos Negativos**

- Obsolescencia y escasez de equipo y herramientas.
- No existe aprovechamiento al máximo de la capacidad instalada.

### **Area de Calidad**

#### **Aspectos Positivos**

- La experiencia de los herreros en el transcurso de los años le ha ayudado para darle un buen acabado a sus productos más tradicionales (puntas de arados, cumas, huizutes, etc.).

#### **Aspectos Negativos**

- Limitada diversidad de materia prima.
- Problemas de calidad del material y de transporte.
- Deficiente control de calidad.

### **Area de Producción**

#### **Aspectos Positivos**

- En la época de coyuntura de paz las herrerías han experimentado mayor demanda de herramientas agrícolas.

#### **Aspectos Negativos**

- Limitada oferta de sus productos.
- No hay proyección creativa a fabricar nuevos dispositivos.
- Se desconoce a cabalidad su capacidad de producción de diferentes dispositivos.
- No hay programas de apoyo técnico a los herreros.
- Se necesita capacitación administrativa.

## **Area de Mercado**

### **Aspectos Positivos**

- La mayor parte del trabajo de los herreros lo demanda es el sector agrícola, y con los cambios que se están dando en el país el sector agrícola ha incrementado su potencial en demanda.
- El otro sector que demanda productos de los herreros es la industria de la construcción.

### **Aspectos Negativos**

- No existe una metrología adecuada para determinar precios de sus productos.
- No existe una publicidad adecuada para abrir nuevos mercados para ofrecer sus productos o servicios.

## **Area Financiera**

### **Aspectos Negativos**

- No tienen acceso a uso de financiamiento externo a la empresa.
- Trabajan con capital propio muy limitado.
- No cuentan con equipos modernos por las razones anteriores.

## **Capacitación de Personal**

### **Aspectos Positivos**

- La experiencia y habilidad que poseen los herreros es inapreciable y están en disposición de transmitirlo.
- Existe preocupación de parte de los herreros por capacitar jóvenes que conserven este arte.

### Aspectos Negativos

- No hay programas de capacitación en ninguno de los talleres encuestados.
- No se cumplen normas de seguridad, por desconocerlas.
- En las instituciones tecnológicas no toman en cuenta esta área metal-mecánica.
- Por ser un trabajo que requiere mucho esfuerzo físico son pocos a quienes atrae su aprendizaje.
- Debido a edad senil de los herreros, el arte está a punto de extinción (sino no lo transmiten).

El análisis del diagnóstico de aspectos positivos y negativos enumerados se encuentra en el CAPÍTULO CUATRO.

**C A P I T U L O   T R E S**

**SELECCION DE DISPOSITIVOS Y  
DISEÑO DE PROCEDIMIENTO  
DE FABRICACION**

### CAPITULO 3: SELECCION DE DISPOSITIVOS Y DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DE FABRICACION

Es ampliamente conocida la dificultad de encontrar ciertos tipos de repuestos, dispositivos, herramientas, etc. en el mercado, a veces por la escasa demanda, porque la maquinaria o equipo que la necesita dejó de fabricarse o se venden el conjunto y no la parte que se requiere, lo que aumentan los costos de adquisición.

Estas necesidades son una fuente potencial de trabajo para el herrero y para talleres mecánicos, en el que si se sabe explotar creará fuentes de trabajo e incentivará la creatividad de capacitación de personal.

De esa gama de posibilidades se han seleccionado cuatro dispositivos que por su naturaleza la elaboración se facilita a las herrerías locales. Por esta razón se ha elaborado cuatro procesos de fabricación para igual número de dispositivos incluyendo sus costos de fabricación, análisis de esfuerzos, así como la selección del material adecuado para su elaboración.

Los dispositivos de los cuales se han elaborado los procedimientos de fabricación son: sujetador en "U" para hojas de resorte, Hoja de Resorte de Ballesta Principal, Tenaza de Armador, Cortapernos.





### 3.1.- Sujetador en "U" Para la Hoja de Resorte

#### 3.1.1.- Selección de la Pieza

Las consideraciones se han efectuado para un caso particular de vehículos marca Mercedes Benz de 6 toneladas de capacidad de carga. Este procedimiento debe ser generalizado para vehículos de mayor capacidad, ya que la forma de sujeción y la geometría son las mismas lo único que cambia son las dimensiones.

La información que se tiene para este caso es la siguiente:

- Capacidad de carga: 6 toneladas
- Los sujetadores están sometidos a cargas de tracción repetitiva (fatiga).
- La mayoría de las fallas se da en la parte roscada por concentración de esfuerzos.
- Las dimensiones son:

a : Longitud de la parte roscada

h : Altura del sujetador

b : Ancho del sujetador

d : Diámetro

n : Número de hilos por pulgada

$L_T$ : Longitud total (medida por el eje neutro)

$$L_T = 2h + b$$

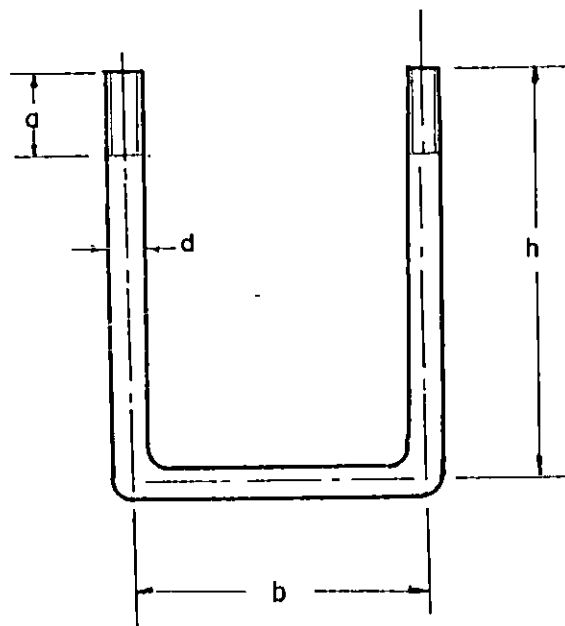


Figura 3-1

Para nuestro caso en particular:

$$a = 16 \text{ mm}$$

$$h = 330 \text{ mm}$$

$$b = 120 \text{ mm}$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$n = 20 \text{ hilos/pulgada}$$

### 3.1.2 Análisis de Costos

El costo de los sujetadores de los talleres de RESORTESA es de 200 colones cada uno aproximadamente. La calidad de estos es baja según lo manifiestan los usuarios, ya que su duración es poca en relación al de los sujetadores originales.

Debido a la naturaleza de los esfuerzos, así como la disponibilidad del material de fabricación, en el mercado, el material que se utilizará para la fabricación del sujetador será el acero AISI-SAE W1 (K-100) distribuido por ACAVISA.

Las propiedades finales de la pieza deberán ser:

$$\text{Dureza } R_c = 51 \text{ Drc}$$

$$\text{Resistencia de Fluencia} = 150 \text{ KSI} = 1034.25 \text{ MPa}$$

$$\text{Resistencia Ultima} = 207 \text{ KSI} = 1427.26 \text{ MPa}$$

El precio del acero K-100 (W1) en ACAVISA es de 21.85 colones la libra.

Denominando como  $C_m$  a los costos de materiales tenemos:

La densidad del acero K-100 es  $7833 \text{ kg/m}^3$ . Pero  $\text{Densidad} = M/V$   
el volumen del material a utilizar es  $V = \pi d^2 L / 4$

$$L_r = 2h + b = 2(0.33) + 0.12 = 0.78 \text{ mts} ; d = 14 \text{ mm} = 0.014 \text{ mts}$$

$$\text{Entonces: } V = \pi (0.014)^2 (0.78) / 4 = 1.2 \times 10^{-4} \text{ mts}^3$$

$$\text{Densidad} = \frac{M}{V} \rightarrow M = \text{Densidad} \times V = 7833 \text{ kgm/m}^3 (1.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3)$$

$$M = 0.9399 \text{ kgm}$$

$$\text{Expresado en peso: } W = M g = 0.9399 \text{ kgm} \times 9.8 \text{ mts/seg}^2$$

$$W = 9.21 \text{ Newton}$$

$$W = 2.07 \text{ libras}$$

El costo del material es:

$$C_m = (21.85 \text{ Colones/libra}) \times (2.07 \text{ libras}) = 45.25 \text{ colones}$$

Los costos de mano de obra  $C_o$

Roscado : 45 colones (tomando en cuenta maquinado burdo mas maquinado fino)

Doblado y tratamiento térmico: 40 colones (Relevado de tensiones, temple y revenido)

$$C_o = 45 \text{ colones} + 40 \text{ colones} = 85 \text{ colones}$$

Los propietarios de los talleres mencionan que si la producción fuera por cantidades mayores los costos de mano de obra disminuirían aproximadamente a 70 colones, pero este caso no es posible ya que la producción se hace por unidad.

El costo de transporte  $C_t = 20 \text{ colones}$

El costo total de fabricación es  $C_f = C_m + C_o + C_t$

$$C_f = 45.25 \text{ colones} + 85 \text{ colones} + 20 \text{ colones}$$

$$C_f = 150.25 \text{ colones}$$

El costo de las tuercas es ₡ 8.00 colones cada una, entonces como son dos roscas tenemos ₡ 16.00 colones.

El costo total del sujetador es:

$$C = 150.25 \text{ colones} + 16 \text{ colones} = 166.25 \text{ colones}$$

Comparando con el precio de RESORTESA tenemos una diferencia de ₡ 33.75 colones.

En el mercado pueden ser vendidos a 190.00 colones obteniéndose una ganancia de 23.75 colones por cada sujetador vendido.

### 3.1.3.- Análisis de Cargas

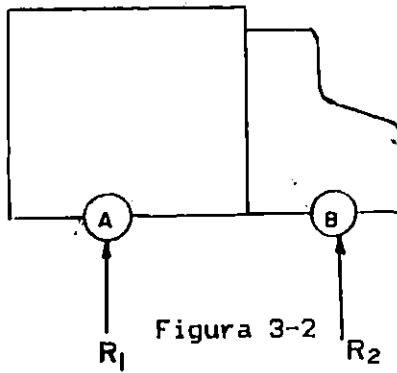
Para analizar los esfuerzos a que están sometidas las partes expuestas a mayores esfuerzos, primero se procede a calcular la reacciones en las llantas del vehículo sin carga, luego se calculan las reacciones considerando solo la carga nominal; y posteriormente se aplica el método de superposición para encontrar las reacciones totales.

i) Considerando solo el peso del vehículo

Estas reacciones se obtienen al pesar los ejes traseros y delanteros.

Los valores obtenidos son:  $R_1 = 52934.50$  Newton

$R_2 = 24023.15$  Newton



ii) Considerando solo la carga nominal (6 toneladas = 58800 N)

Suponiendo que esta carga se concentra en el centro de la zona de carga tenemos (Figura 3-3).

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow -6 (0.86) + R_2 (5.42) = 0$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{6 (0.86)}{5.42} = 0.952 \text{ toneladas} = 9329.6 \text{ Newtons}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_3 + R_2 - 6 = 0$$

$$\Rightarrow R_3 = 6 - R_2$$

$$R_3 = 5.048 \text{ Toneladas} = 49470.4 \text{ Newtons}$$

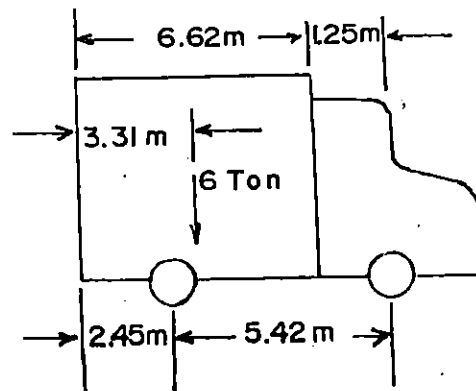


Figura 3-3

Aplicando el método de superposición tenemos (figura 3-4).

$$R_A = R_1 + R_3 = 52934.75 + 49470.40 \Rightarrow R_A = 102405.15 \text{ Newtons}$$

$$R_B = R_2 + R_4 = 24023.15 + 9329.60 \Rightarrow R_B = 33352.75 \text{ Newtons}$$

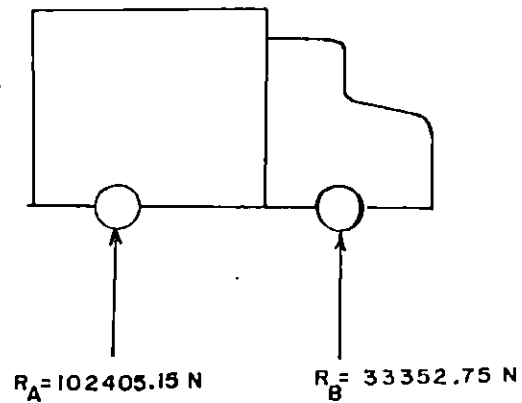


Figura 3-4

El análisis de esfuerzos se hará para los sujetadores de las hojas de resorte traseras que es donde se dan las cargas mayores.

Entonces interesa  $R_A$ :

Aislando el eje trasero

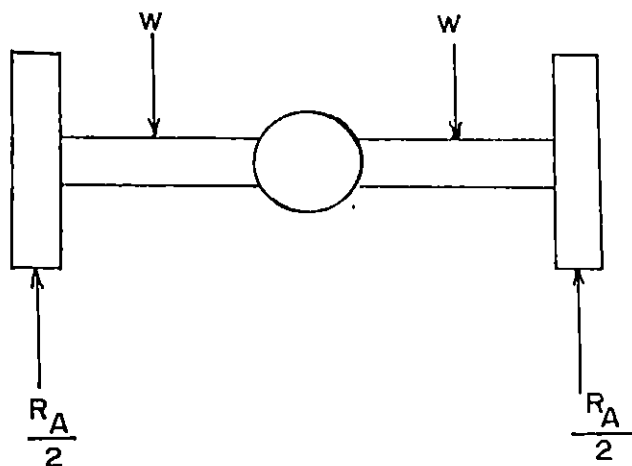


Figura 3-5

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 ; \frac{2 R_A}{2} - 2 W = 0 \Rightarrow W = \frac{R_A}{2} = \frac{102405.15}{2}$$

$$W = 51202.58 \text{ Newtons}$$

Pero W es la fuerza de las hojas de resorte que ejercen al eje trasero.

Entonces:

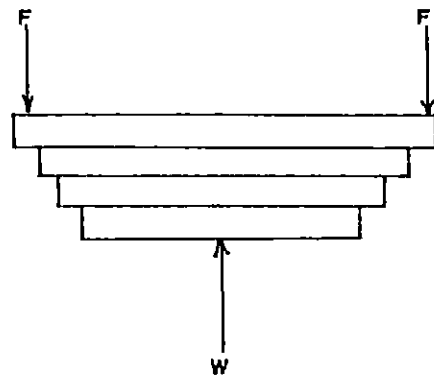
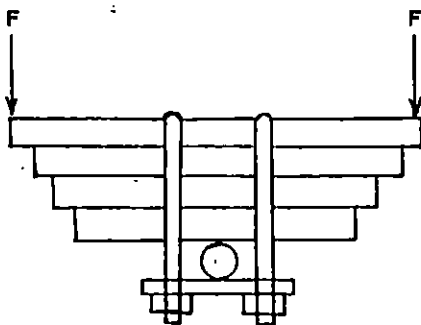


Figura 3-6

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 ; -2F + W = 0 \Rightarrow F = \frac{W}{2} = \frac{51202.58}{2}$$

$$F = 25601.29 \text{ Newtons}$$

Suponiendo que cuando en la carretera existen obstáculos, el vehiculo vibra y cuando esto se produce las cargas F se invierten y la situación es:

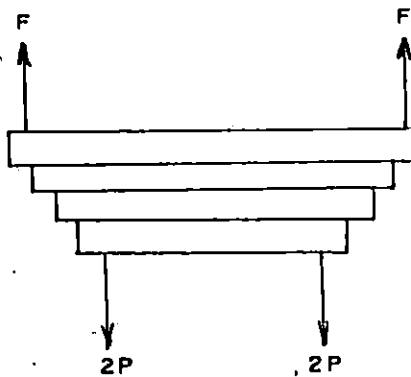


Figura 3-7

- El resorte helicoidal soporta esfuerzos de torsión, flexión, y combinados. Estas características conllevan a la idea que es excelente para fabricar herramientas.
- El resorte es una varilla torsionada, siendo su área transversal circular lo que facilita darle la forma adecuada a esta herramienta (Figura 3-24).
- No existen problemas de abastecimiento del material ya que se puede obtener en fundidoras; venta de repuestos usados. El costo del resorte oscila desde 60 hasta 150 colones (dependiendo del diámetro).
- Las propiedades mecánicas del acero AISI 6150 se encuentran en la sección anterior (pág. 114).

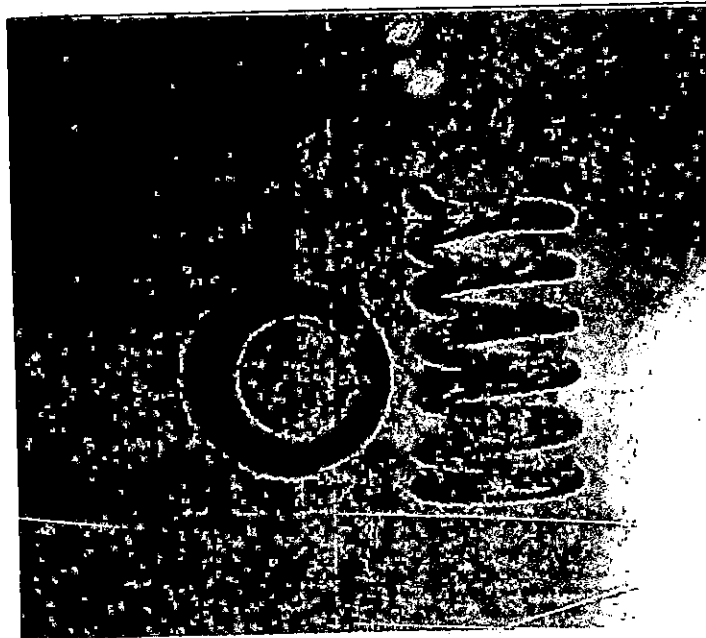


Figura 3-24 Resorte Helicoidal



$$\uparrow \Sigma F_y = 0 ; \quad 2F - 4P = 0 \Rightarrow P = \frac{F}{2} = \frac{25601.29}{2}$$

$$P = 12,800.65 \text{ Newtons}$$

La fuerza "P" es la fuerza máxima que soporta el perno debido a la vibración.

Asumiendo una carga de apriete de 60 libras = 266.70 Newtons

Entonces la fuerza máxima total es:  $P_T = 12800.65 + 266.70$

$$P_T = 13067.35 \text{ Newtons}$$

La fuerza mínima es:  $F_m = 266.70 \text{ Newtons}$

El esfuerzo máximo aplicado es:  $\sigma_{\max} = \frac{P_T}{A_m}$

El área transversal efectiva es:  $A = \pi (r_m)^2$ , en base al radio medio)

Donde :  $r_m = \frac{7 - h}{2} = 6.45 \text{ mm} \Rightarrow A = \pi (6.45 \times 10^{-3})^2$

$$A = 1.31 \times 10^{-4} \text{ mts}^2$$

Luego  $\sigma_{\max} = \frac{13067.64}{1.31 \times 10^{-4}} = 99.75 \text{ MPa}$

El esfuerzo mínimo es:

$$\sigma_{\min} = \frac{P_{\min}}{A_m} = \frac{266.7}{1.31 \times 10^{-4}} = 2.04 \text{ MPa}$$

Existe una carga alternante de la forma:

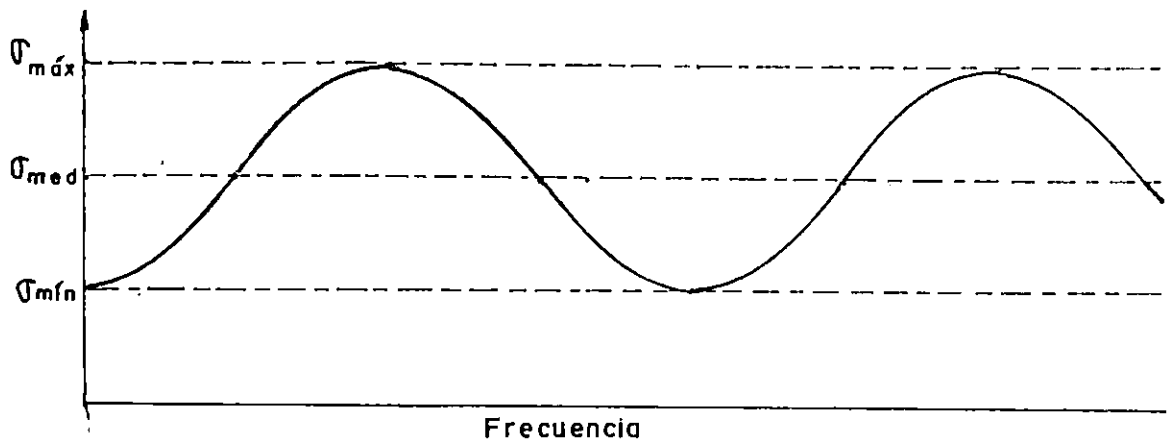


Figura 3-B

### ANÁLISIS DE FATIGA

Por la forma como varían los esfuerzos se utilizará análisis de fatiga. Las partes del elemento que serán analizadas son la parte roscada del elemento así como los hilos de la rosca.

- Análisis de la parte roscada:

Utilizando la fórmula siguiente:  $S_e = K_a K_b K_c K_d K_e K_f S'_e$

Donde:  $S_e$ : Límite de resistencia a la fatiga del elemento

$S'_e$ : Límite de resistencia a la fatiga de la muestra  
en viga rotatoria

$K_a$ : Factor de superficie

$K_b$ : Factor de tamaño

$K_c$ : Factor de confiabilidad

$K_d$ : Factor de temperatura

$K_e$ : Factor de modificación por concentración de  
esfuerzos

$K_f$ : Factor de efectos diversos

Encontrando los factores:

- Factor de Superficie ( $K_s$ )

Para un valor de  $S_{ut} = 207$  KSI de la figura 3-9 tenemos  $K_s = 0.64$   
(para una superficie maquinada)

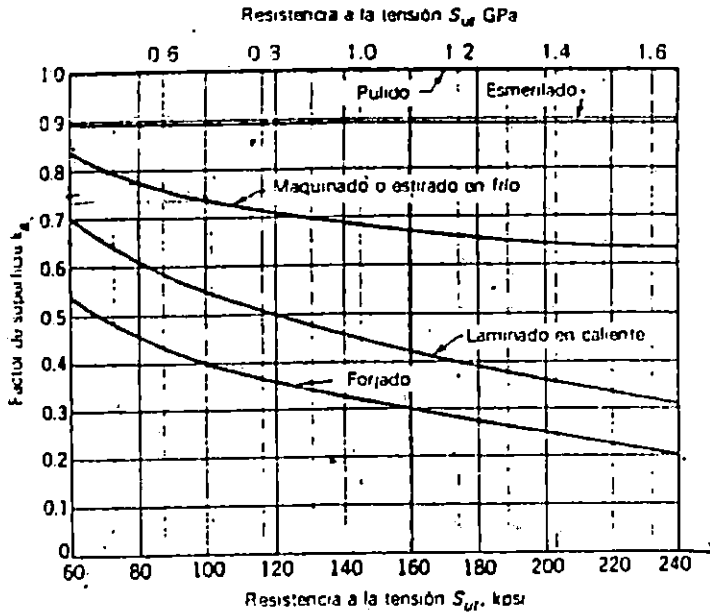


Figura 3-9 Factores de modificación de acabado superficial para el acero

- Factor de tamaño ( $K_t$ )

Cuando se tiene carga axial y no se ha probado el elemento, Shigley recomienda utilizar  $K_t = 0.60$

- Factor de confiabilidad ( $K_c$ )

Asumiendo una confiabilidad de 90%, de la tabla 3-1  $K_c = 0.897$

- Factor de temperatura ( $K_d$ )

Para temperaturas menores de 450 °C  $k_d = 1$

- Factor de concentración de esfuerzos ( $K_s$ )

$K_s = 1/K_f$ ,  $K_f$ : factor de concentración de esfuerzos por fatiga  
 Para roscas normalizadas unificadas y americanas, pernos de acero  
 con carga de flexión coaxial  $K_f = 2.8$  (para roscas cortadas)

$$\Rightarrow K_s = 1 / 2.8 = 0.36$$

- Factor de efectos diversos ( $K_d$ )

Debido a los efectos de apriete en la rosca se tiene  $k_f = 0.8$   
 Sustituyendo cada factor y teniendo en cuenta que  $S'_u = 0.504 S_u$   
 tenemos:  $S_e = (0.64)(0.6)(0.897)(1)(0.36)(0.8)(0.504)(1427.26)$   
 $S_e = 71.36 \text{ MPa}$

FACTORES DE CONFIABILIDAD  $k_r$ , CORRESPONDIENTES A  
 UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE 8% DEL LÍMITE DE FATIGA

Confiabilidad $R$	Variable estandarizada $z$	Factor de confiabilidad $k_r$
0.50	0	1.000
0.90	1.288	0.897
0.95	1.645	0.868
0.99	2.326	0.814
0.999	3.091	0.753
0.999 9	3.719	0.702
0.999 99	4.265	0.659
0.999 999	4.753	0.620
0.999 999 9	5.199	0.584
0.999 999 99	5.612	0.551
0.999 999 999	5.997	0.520

TABLA 3-1

### Análisis de teoría de fallas

Para este análisis se utilizará la teoría de fallas aplicada a la línea de Soderberg y la de Goodman modificada. Los puntos importantes son:  $S_e$ ,  $S_y$ ,  $S_{ut}$ . Los cuales limitan las condiciones de diseño para valores seguros. Sobre el eje vertical se ubican los esfuerzos alternantes y sobre el eje horizontal los valores de esfuerzo medio.

Teniendo en cuenta que:  $S_y = 1034.25$  MPa

$S_{ut} = 1427.26$  MPa

$S_e = 71.36$  MPa

$\sigma_{min} = 2.04$  MPa

$\sigma_{max} = 99.75$  MPa

$$\text{Entonces } \sigma_{al} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} = \frac{99.75 - 2.04}{2} = 48.86 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{med} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \frac{99.75 + 2.04}{2} = 50.85 \text{ MPa}$$

Del gráfico de la figura 3-12 tenemos el punto para esta condición de carga se encuentra dentro de la zona de vida infinita.

Entonces se puede asegurar que el elemento no fallará en esta parte y para esta condición.

### Análisis de Esfuerzos en la Rosca

Se efectúan considerando que la rosca es una viga en voladizo. La carga sobre la viga se toma como la carga axial del tornillo P, concentrada en el radio medio, esto es, en la mitad de la altura "h" de la rosca.

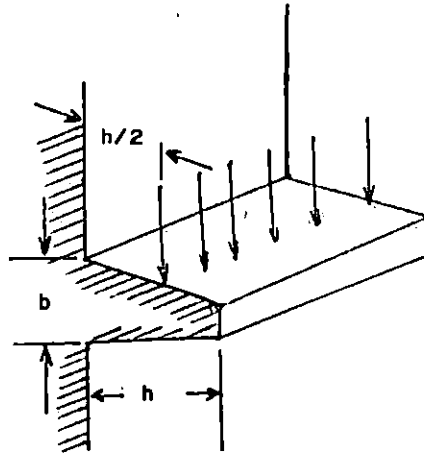


Figura 3-10

El esfuerzo de flexión en la base de la rosca es:

$$\sigma_d = \frac{3Ph}{2\pi n r_m b^2}$$

Y el esfuerzo cortante transversal medio es:

$$\tau = \frac{P}{2\pi n r_m b}$$

donde "n" es el número de vueltas rosca unificada de paso inglés tenemos.

Angulo de la rosca = 60°

Altura del triángulo = h = 0.866P ; P = paso

El paso es:  $P = 1/n = \frac{1}{20 \frac{\text{hilos}}{\text{pulg.}} \times \frac{1 \text{ pulg}}{25.4 \text{ mm}}} = 1.27 \text{ mm}$

$$h = 0.866 \times 1.27 = 1.10 \text{ mm}$$

El número de vueltas es:

$$n = N \times 16 = 0.7874 \frac{\text{hilos}}{\text{mm}} \times 16 \text{ mm}$$

$$n = 12.59 \text{ hilos}$$

El radio medio es:  $r_m = 7 - h/2 = 6.45 \text{ mm}$

Para nuestro caso  $P = b$

$$\sigma_{bmax} = \frac{3(12800.65)(1.10 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}})}{2\pi (12.59) \left(\frac{6.45}{1000}\right) \left[\frac{1.27}{1000}\right]^2}$$

$$\sigma_{bmax} = 51.33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bmin} = \frac{3(266.70)(1.10) \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}\right)}{2\pi (12.59) \left(\frac{6.45}{1000}\right) \left[\frac{1.27}{1000}\right]^2}$$

$$\sigma_{bmin} = 1.07 \text{ MPa}$$

Los esfuerzos cortantes son:

$$\tau_{\max} = \frac{12800.65}{2\pi (12.59) \left( \frac{6.45}{1000} \right) \left[ \frac{1.27}{1000} \right]}$$

$$\tau_{\max} = 19.75 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\min} = \frac{266.70}{2\pi (12.59) \left( \frac{6.45}{1000} \right) \left[ \frac{1.27}{1000} \right]}$$

$$\tau_{\min} = 0.41 \text{ MPa}$$

Utilizando la fórmula para cálculos de la resistencia a la fatiga tenemos:

$$S_e = K_s K_b K_c K_d K_e K_f S'_e$$

- Factor de superficie (K<sub>s</sub>)

De la figura 3-9 K<sub>s</sub> = 0.64

- Factor de tamaño (K<sub>b</sub>)

Para calcular el factor de tamaño k<sub>b</sub> se encontraran las longitudes ancho y alto para el radio medio.

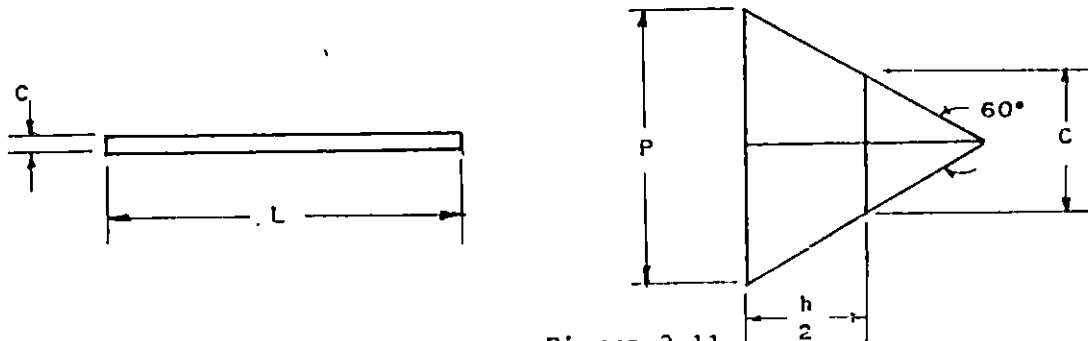


Figura 3-11



$$L = 2\pi r_n n$$

$$L = 2\pi (6.45)(12.59)$$

$$L = 510.23 \text{ mm}$$

Del triángulo tenemos:

$$\frac{P/2}{h} = \frac{C/2}{h/2} \Rightarrow C = P/2$$
$$C = 1.27/2$$
$$C = 0.64 \text{ mm}$$

Utilizando la relación  $\sigma$ :  $0.95 A = 0.0766 d^2 = 0.05 C \times L$

$$\Rightarrow d = \left[ \frac{0.05 C L}{0.0766} \right]^{(0.5)}$$

$$d = 14.50 \text{ mm}$$

Para este valor de  $d$  tenemos

$$K_b = 1.189 d^{-0.097} = 1.189 (14.5)^{-0.097}$$

$$K_b = 0.91$$

- Factor de confiabilidad ( $K_c$ )

Para una confiabilidad de 90% de la tabla 3-1  $K_c = 0.897$

- Factor de temperatura ( $K_d$ )

Para temperaturas menores de 450 °C  $K_d = 1$

- Factor de Concentración de esfuerzos ( $K_f$ )

$$K_s = 1/K_f$$

Para roscas unificadas y normalizadas  $K_T = 2.8$

$$K_s = 1/2.8 = 0.36$$

-Factor de efectos diversos ( $k_s$ )

Debido a efectos de apriete en la rosca se tiene  $K_s = 0.8$

Sustituyendo todos estos factores y teniendo en cuenta que,

$$S'_s = 0.504 S_u$$

$$S_s = (0.64)(0.91)(0.897)(1)(0.36)(0.8)(0.504)(1034.25)$$

$$S_s = 108.76 \text{ MPa}$$

De acuerdo a la teoría de la energía de distorsión tenemos que el límite de resistencia a la fatiga por cortante es<sup>U</sup>:

$$S_{ss} = 0.577 S_s$$

$$S_{ss} = (0.577)(108.76) = 62.75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{e1} = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2} = \frac{51.33 - 1.07}{2} = 25.13 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{e2} = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} = \frac{51.33 + 1.07}{2} = 26.20 \text{ MPa}$$

Para esfuerzos cortantes:

$$S_{sy} = 0.5 S_y$$

$$S_{sy} = 0.5 (1034.25) \text{ MPa}$$

$$S_{sy} = 517.13 \text{ MPa}$$

Para roscas unificadas y normalizadas  $K_f = 2.8$

$$K_s = 1/2.8 = 0.36$$

-Factor de efectos diversos ( $k_f$ )

Debido a efectos de apriete en la rosca se tiene  $K_f = 0.8$

Sustituyendo todos estos factores y teniendo en cuenta que

$$S'_e = 0.504 S_y$$

$$S_e = (0.64)(0.91)(0.897)(1)(0.36)(0.8)(0.504)(1034.25)$$

$$S_e = 108.76 \text{ MPa}$$

De acuerdo a la teoría de la energía de distorsión tenemos que el límite de resistencia a la fatiga por cortante es<sup>U</sup>:

$$S_{se} = 0.577 S_e$$

$$S_{se} = (0.577)(108.76)$$

$$S_{se} = 62.75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sl} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

$$\sigma_{sl} = \frac{51.33 - 1.07}{2}$$

$$\sigma_{sl} = 25.13 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sed} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$

$$\sigma_{\text{med}} = \frac{51.33 + 1.07}{2}$$

$$\sigma_{\text{med}} = 26.20 \text{ MPa}$$

Para esfuerzos cortantes:

$$S_{xy} = 0.5 S_y$$

$$S_{xy} = 0.5 (1034.25) \text{ MPa}$$

$$S_{xy} = 517.13 \text{ MPa}$$

Aplicando la teoría de fallas tenemos que el punto de operación cae dentro de la zona de vida infinita (figura 3-13). Por tanto el elemento no fallará para estas condiciones de carga.

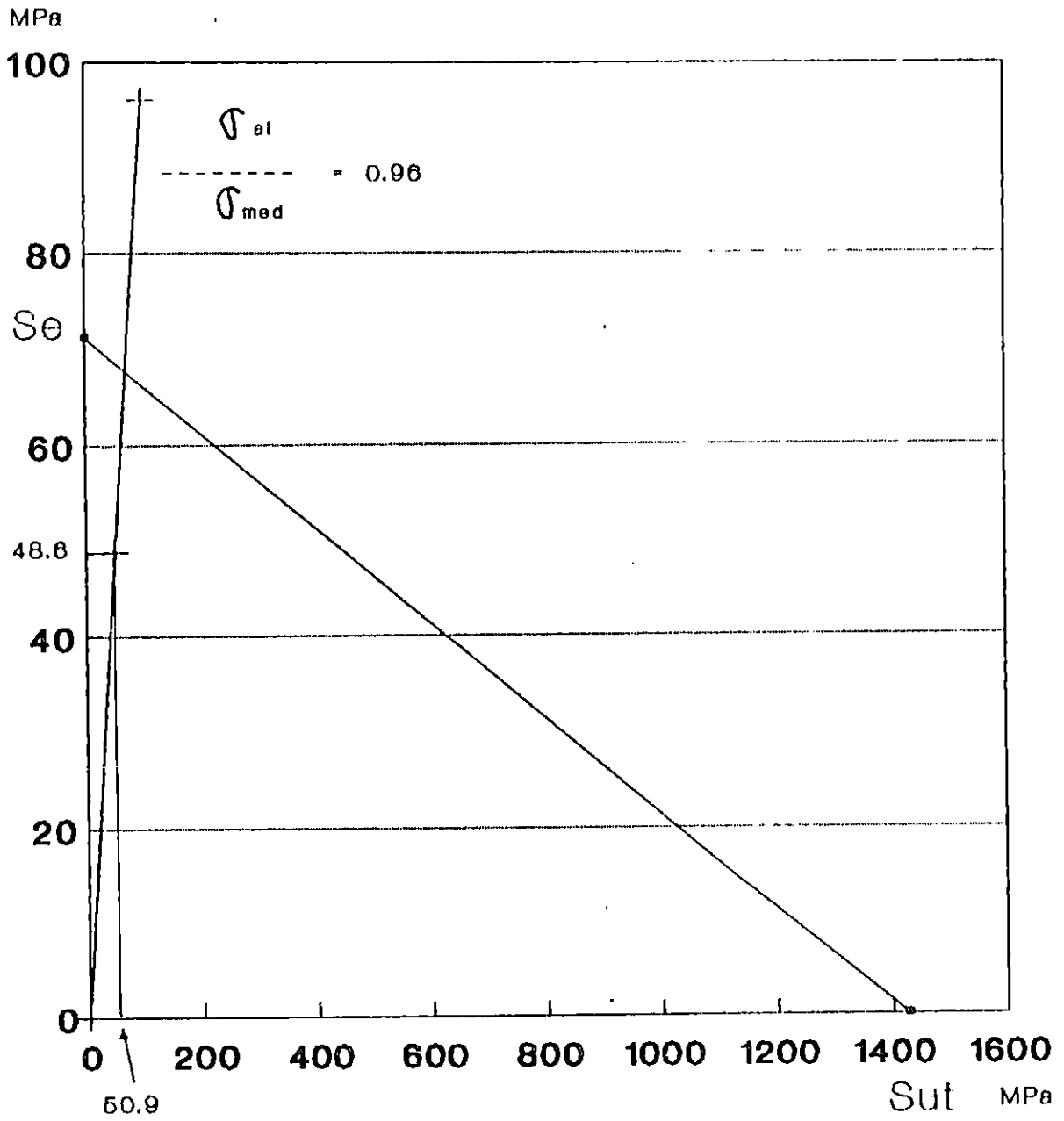


FIGURA 3-12 Para Carga Axial

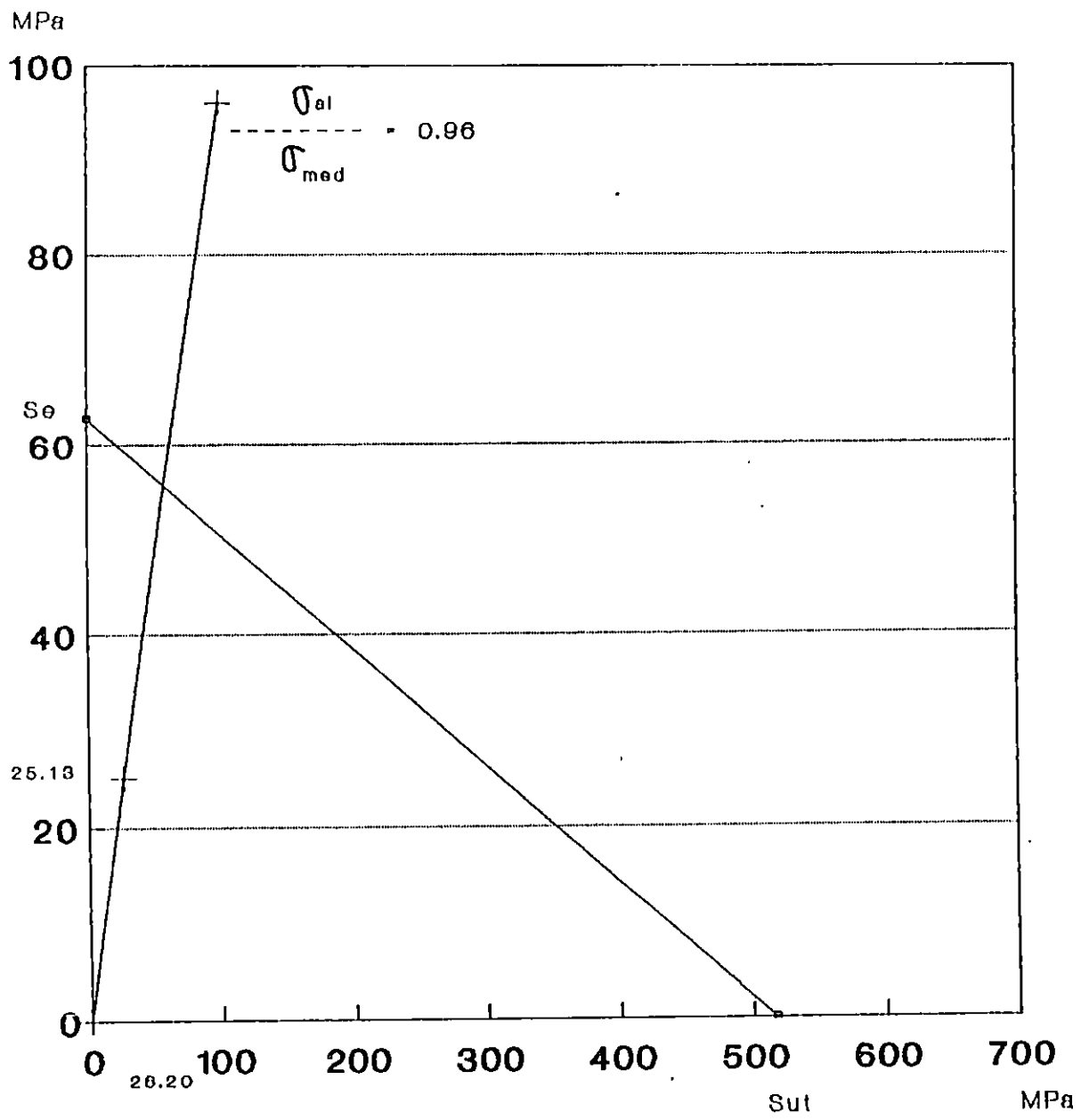


Figura 3-13 Para carga Cortante en los Hilos de la Rosca

**3.1.4.- Procedimiento para la Fabricación de Sujetadores en "U"  
de un Vehículo Mercedes Benz de 6 Toneladas de Capacidad.**

- 1- Cortar la barra de acero K-100 en estado de entrega a una longitud de 78 cms el corte debe de hacerse con el mayor cuidado posible, de manera que la superficie cortada quede aproximadamente plana y perpendicular al eje. El corte debe de hacerse con una sierra especial para corte de aceros.
- 2- Efectuar un maquinado burdo para el roscado. Este se puede hacer en el torno o con machuelos. La rosca debe de ser del tipo inglesa de 20 hilos por pulgada. La longitud que se debe roscar es 16 mm.
- 3- Calentar la barra hasta una temperatura mayor de 750 °C (color rojo cereza) y menor de 950°C (color rojo naranja) en la fragua. A esta temperatura debe mantenerse por un tiempo de 3 a 5 minutos (dependiendo del tamaño del material).  
Doblar la barra hasta alcanzar la forma deseada con las longitudes definidas anteriormente. El enfriamiento debe hacerse al aire en un lugar seco.
- 4- Relevado de tensiones general. Calentar la pieza hasta una temperatura de 670°C (color hígado claro), mantener la pieza ha esta temperatura por lo menos durante una hora.

- 5- Maquinado fino. Terminar de efectuarlo con machuelos.
- 6- Temple. Calentar el sujetador hasta una temperatura de 800°C (color cereza brillante). Luego enfriarlo en agua con sal (5 al 10 % de peso en sal).
- 7- Revenido. Calentar la pieza hasta la temperatura de 350°C (color azul suave) y mantenerlo a esa temperatura durante una hora, luego enfriarlo al aire seco.
- 8- Pasar la pieza por un control de calidad. Este control puede ser un sujetador patrón para comprobar si las dimensiones son las deseadas.  
Para comprobar las propiedades (dureza) del material, se puede utilizar la prueba de la lima, probando primero el sujetador patrón, luego el sujetador fabricado y comparar resultados.
- 9- El sobredimensionamiento del material garantiza una vida infinita si no se somete la pieza a condiciones demasiado críticas.



### 3.1.5.- Recomendaciones

- Al momento de obtener el material para la fabricación de los sujetadores debe de asegurarse que éste sea de la mejor calidad.
- Las herramientas y equipos a utilizar para la fabricación deben de estar en buenas condiciones para que el producto sea de mejor calidad.
- El maquinado burdo puede hacerse en el torno o con machuelos ya que aún no se habrá doblado la barra, pero el maquinado fino solamente puede hacerse con machuelo.
- Al momento de efectuar la forja debe de hacerse en atmósfera seca para evitar la descarburización.
- El relevado de tensiones es de gran importancia en las partes roscadas como en las parte dobladas; pero es recomendable hacerlo general a toda la pieza.
- El control de calidad siempre debe de hacerse, para asegurarse que la pieza esta bien fabricada y que por lo tanto tendrá un funcionamiento satisfactorio.

- El dispositivo puede fabricarse en una producción en serie para ello se propone al final la distribución en planta de un taller de herrería, lo cual optimizará los costos y aumentará la producción.

### 3.2.- DISEÑO Y FABRICACION DE LAS HOJAS DE RESORTE DE BALLESTA

Tomando en cuenta las necesidades del mercado, y las habilidades en los herreros, analizamos una alternativa de solución para una de las piezas de repuesto concluyéndose que una alternativa viable es la de forjar las volutas en las hojas de resorte secundarias de vehículos pesados que tengan la longitud suficiente como para utilizarlos como hojas de resorte madre en vehículos livianos.

Con esto se logrará proveer de una forma de trabajo a los herreros del país y así mismo se prestará un servicio efectivo y a bajo costo para los dueños de vehículos automotores livianos.

#### 3.2.1.- Selección y Estudio del Material a utilizar para la Fabricación de la pieza.

En el caso particular de la hoja de resorte de ballesta principal se presenta la alternativa de utilizar el mismo material que se utiliza en las hojas de resorte originales.

Lo que se pretende es utilizar una hoja sin voluta en los extremos con un espesor y ancho igual al de la hoja que se ha de reemplazar y con una longitud total igual al del eje neutro de la hoja de resorte de ballesta principal incluyendo las volutas.

Este material se puede obtener en los lugares donde venden como chatarra las piezas de vehículos arruinadas. Existen muchos de esos establecimientos sobre la carretera Troncal del Norte y en otras zonas de San Salvador. Con respecto a la composición de este material, por pruebas realizadas en él, se llegó a

determinar que este es acero AISI 6150.

Las pruebas que le realizaron fueron: Análisis de la composición química, ensayos de macrodureza y ensayo de tracción todas estas pruebas se encuentran plasmadas en el trabajo de graduación "ESTUDIO DE CASOS Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE PIEZAS PARA LAS UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO DE SAN SALVADOR". Con respecto al análisis químico, el material de que están construidas las hojas de resorte esta compuesto de los siguientes elementos (datos promedios), expresado en porcentajes:

C : 0.574	V: 0.008
Mn: 0.819	Mo: 0.029
P : 0.018	Ni: 0.060
S : 0.016	Cr: 0.725
Si: 0.328	Resto: Fe

De acuerdo con el contenido de carbono existente se puede determinar que es un acero aleado de medio contenido de carbono, con Manganeso, Cromo y Silicio.

Al comparar los porcentajes de los elementos que constituyen químicamente el material con las normas ASME para acero confirmó que la hoja de resorte está construida de un acero AISI 6150, comprendido en el siguiente rango de composición química según datos de la tabla:

C : 0.48- 0.53 %	Si: 0.2 - 0.35 %
Mn: 0.7 - 0.9 %	Cr: 0.8 - 1.10 %
P : 0.4 max	V: 0.17 min
S : 0.4 max	

El papel de los elementos de aleación en los aceros, permiten aumentar su dureza, su resistencia, su tenacidad. De manera particular el acero AISI 6150 tiene elementos aleantes mayoritarios que son manganeso, cromo y silicio que tienden a elevar la dureza del material. El efecto particular del cromo es que al enfriar al aire produce un considerable aumento en la resistencia tensil y no así al enfriarlo en el horno, el manganeso tiene como función principal neutralizar el azufre a fin de que no se presente fragilidad en el material. El silicio mejora la resistencia a la corrosión y además hace muy resistente los aceros de baja aleación, la función del vanadio es la de elevar la temperatura de inicio de crecimiento de grano de la austenita o sea que promueve el grano fino, el cual proporciona una mayor resistencia al material. También el vanadio aumenta la templabilidad cuando está disuelto y además resiste al revenido y produce un marcado endurecimiento secundario.

Por último con respecto a los ensayos de macrodureza la dureza obtenida de la pieza original fué 41.7 Rc y el valor del esfuerzo último a la tensión es 1.4533 Gpa.

Macrodurezas (promedio)

$$R_a = 71.22 \text{ (penetrador Brale 60 Kg)}$$

$$\text{BHN} = 386.6 \text{ (3,000 Kg)}$$

$$R_c = 41.7$$

### 3.2.2.- Resumen del Costo de la Hoja de Resorte Principal

( Costo Unitario )

#### I- Material Utilizado

a) Acero AISI 6150 (Hojas de resorte de ballesta)	¢	60.00
b) Carbón Vegetal	¢	2.00
c) Sierra, aceite, etc.	¢	1.00

#### II- Equipo Utilizado

a) Fragua, yunque, almadanas, etc. (por depreciación de equipo)	¢	5.00
--	---	------

#### III- Recursos Humanos

a) Corte	¢	4.00
b) Formado de volutas con diámetro específico	¢	5.00
c) Tratamiento térmico	¢	16.00
d) Forjado en frío	¢	5.00

IV- Transporte (suponiendo una distancia desde Sn Rafael Cedros hasta S. S.)	¢	2.00
---	---	------

V- Ganancia	¢	10.00
-------------	---	-------

---

TOTAL            ¢    100.00

Este costo es una aproximación, tomando como base el costo del material y la mano de obra total.

### 3.2.3.- Análisis de Esfuerzos

#### 3.2.3.1.- Analisis de Carga

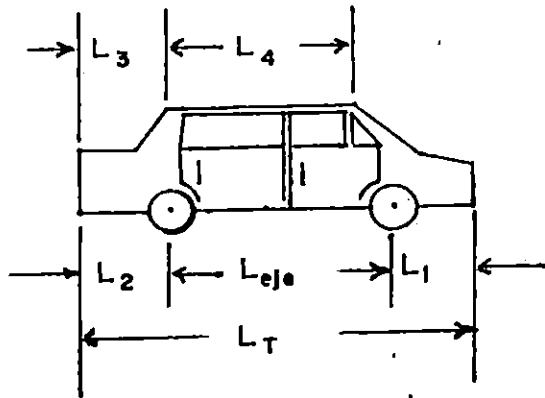


Figura 3-14

$L_{eje}$  = Distancia entre ejes

$L_T$  : Distancia Total

$L_1$  : Distancia del frente del vehículo a la rueda delantera

$L_2$  : Distancia del eje de la rueda trasera a la parte posterior del vehículo

$L_3$  : Distancia entre la capota y la parte posterior del vehículo

$L_4$  : Longitud de la capota

Datos:

$$L_T = 3,800 \text{ mm}$$

$$L_{eje} = 2,350 \text{ mm}$$

$$L_1 = 600 \text{ mm}$$

$$L_2 = 850 \text{ mm}$$

$$L_3 = 870 \text{ mm}$$

$$L_4 = 18,010 \text{ mm}$$

Al pesar el vehículo en la báscula se anotaron los siguientes resultados:

a) Peso del vehículo:  $W_v = 860 \text{ Kgf} = 8436.60 \text{ Newtons}$

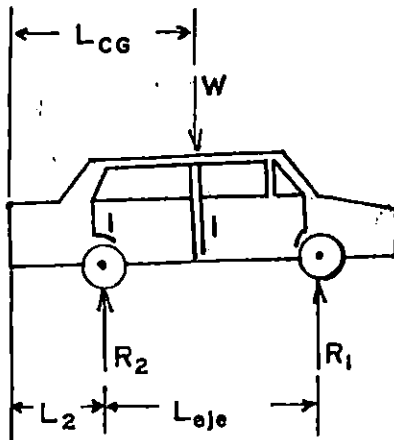
b) Peso de las llantas delanteras:  $R_1 = 400.00 \text{ Kgf}$

$$R_1 = 3924.00 \text{ Newtons}$$

c) Peso de las llantas traseras:  $R_2 = 460.00 \text{ Kg}$

$$R_2 = 4512.60 \text{ Newtons}$$

Con los datos de los pesos se procederá a calcular el centro de gravedad del vehículo



$$+\sigma M_{o1} = 0 \text{ (llantas traseras)}$$

$$R_1 L_{aje} - W_r (L_{cg} - L_2) = 0$$

$$L_{cg} = \frac{R_1 L_{aje}}{W_r} + L_2$$

$$L_{cg} = \frac{(400)(235)}{860} + 85$$

$$L_{cg} = 194.30 \text{ cm}$$

$$L_{cg} = 1943.00 \text{ mm}$$

Figura 3-15

Habiendo pesado el vehículo se encontró su centro de gravedad aproximadamente, ahora procederemos a calcular los esfuerzos a que está sometida la hoja de resorte, en dos casos cada uno con precarga diferente:

Caso 1: Automóvil con carga crítica (5 personas y una maleta)

Caso 2: Automóvil con carga normal (3 personas)

Para efectos de análisis cada pasajero tendrá un peso promedio de 666.5 Newtons (150 libras) y de igual manera la maleta se considerará con peso de 667.5 Newtons y toda esta carga se distribuye uniformemente en los asientos del vehículo de tal manera que la carga se concentrará en el centro de gravedad del vehículo.



Caso 1: Vehículo con carga crítica (5 personas y una maleta)

$$W_p = 5 \times 667.50 \text{ Newtons (peso de las 5 personas)}$$

$$W_m = 667.50 \text{ Newtons}$$

$$W = 3344.30 \text{ Newtons}$$

$$W'_r = W_p + W_m = 3344.30 + 667.50$$

$$W'_r = 4013.16 \text{ Newtons}$$

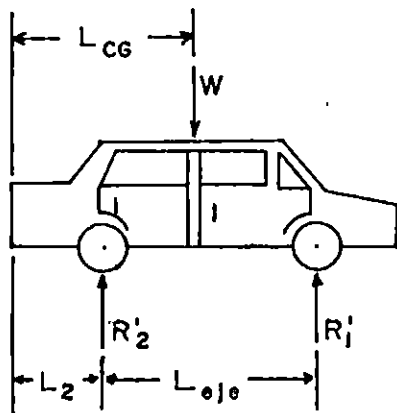


Figura 3-16

De la figura 3-16

$$\sum M_{b1} = 0 \text{ (llanta trasera)}$$

$$R'_1 L_{eje} - W'_r (L_{cg} - L_2)$$

$$R'_1 = \frac{W'_r (L_{cg} - L_2)}{L_{eje}}$$

$$R'_1 = \frac{4013.16 (194.3 - 85)}{235}$$

$$R'_1 = 1866.55 \text{ Newtons}$$

$$\sum M_{b2} = 0 \text{ (llanta delantera)}$$

$$W'_r (L_2 + L_{eje} - L_{cg}) - R'_2 L_{eje} = 0$$

$$R'_2 = \frac{W'_r (L_2 + L_{eje} - L_{cg})}{L_{eje}}$$

$$R'_2 = \frac{4013.16 (85 + 235 - 194.30)}{235}$$

$$R'_2 = 2146.61 \text{ Newtons}$$

Calculando reacciones totales en las llantas

Por superposición (De la figura 3-15 y 3-16)

$$R_{01} = R_1 + R'_1 = 3924 + 1866.55$$

$$R_{01} = 5790.55 \text{ Newtons}$$

$$R_{11} = R_2 + R'_2 = 4512.60 + 2146.61 \text{ Newtons}$$

$$R_{11} = 6659.21 \text{ Newtons}$$

Para efectuar el análisis por fatiga se tomará la reacción con mayor magnitud.

$$R = 6659.21 \text{ Newtons}$$

Como son dos llantas, entonces cada una de ella tendrá la siguiente reacción:

$$P = \frac{R}{2} \quad ; \text{ donde } P : \text{ es la carga que soporta cada llanta}$$

$$P = \frac{6659.21}{2}$$

$$P = 3329.61 \text{ Newtons}$$

Entonces, cada juego de hojas de resorte de ballesta soporta una carga "P" igual a 3329.61 Newtons.

Además, se tomará la carga "P" como carga mínima (o precarga) y para efectos de análisis por fatiga se tomará como carga máxima 2 veces la carga "P" debido a la carga de impacto que experimenta las hojas debido a los baches de la carretera.

El esfuerzo que la hoja de resorte principal experimenta en los

extremos próximos a los ganchos o volutas están definidos por la siguiente fórmula 8/:

$$\sigma = 0.0207348 \frac{P}{b t^2} (D + t) \quad [ \text{MPa} ]$$

Donde:

$\sigma$  : Esfuerzo en la sección próxima al gancho del ojo de ballesta [ MPa ]

P : Carga [Newtons]

D : Diámetro interior del ojo de ballesta [ mm ]

t : Espesor de la hoja principal [ mm ]

b : Ancho de la hoja principal [ mm ]

Datos de la hoja de resorte principal:

$$b = 48.00 \text{ mm}$$

$$t = 4.76 \text{ mm}$$

$$D = D_n - 2t = 50 - 2 (4.76)$$

$$D = 40.48 \text{ mm}$$

Entonces:

$$\sigma_{\text{min}} = 0.0207348 \times \frac{3329.61}{(48)(4.76)^2} \times (40.48 + 4.76) [ \text{MPa} ]$$

$$\sigma_{\text{min}} = 2.87 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 0.0207348 \times \frac{2 (3329.61)}{(48)(4.76)^2} \times (40.48 + 4.76) [ \text{MPa} ]$$

$$\sigma_{\text{max}} = 5.74 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{med} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$

$$\sigma_{med} = \frac{5.74 + 2.87}{2}$$

$$\sigma_{med} = 4.31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{al} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

$$\sigma_{al} = \frac{5.74 - 2.87}{2}$$

$$\sigma_{al} = 1.44 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{al}}{\sigma_{med}} = \frac{1.44 \text{ MPa}}{4.31 \text{ MPa}}$$

$$\frac{\sigma_{al}}{\sigma_{med}} = 0.33$$

Caso 2: Carga normal (3 personas incluyendo al motorista)

$$W_p = 150 \text{ libras} = 667.50 \text{ Newtons (peso por cada persona)}$$

$$W_t = 3 W_p = 3 (667.50) \text{ Newtons}$$

$$W_t = 2006.58 \text{ Newtons}$$

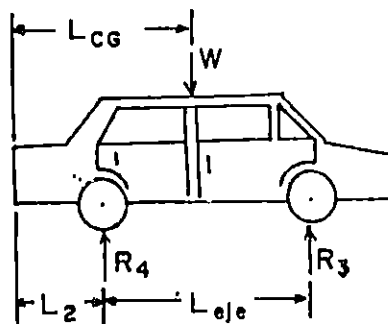


Figura 3-17

De la figura 3-17 :

$$\sum M_{O1} = 0$$

$$R_3 L_{eje} - W_T ( L_{CO} - L_2 ) = 0$$

$$R_3 = \frac{W_T ( L_{CO} - L_2 )}{L_{eje}}$$

$$R_3 = \frac{2006.58 ( 194.3 - 85 )}{235}$$

$$R_3 = 933.27 \text{ Newtons}$$

$$\sum M_{O2} = 0$$

$$W_T ( L_2 + L_{eje} - L_{CO} ) - R_4 L_{eje} = 0$$

$$R_4 = \frac{W_T ( L_2 + L_{eje} - L_{CO} )}{L_{eje}}$$

$$R_4 = \frac{2006.58 ( 85 + 235 - 194.30 )}{235}$$

$$R_4 = 1073.31 \text{ Newtons}$$

Encontramos ahora las reacciones totales en ambos eje (trasero y delantero)

Por superposición

$$R_{O2} = R_2 + R_3$$

$$R_{O2} = 3924.00 + 933.27 \text{ Newtons}$$

$$R_{O2} = 4857.27 \text{ Newtons}$$

$$R_{T2} = R_2 + R_4$$

$$R_{T2} = 4512.60 + 1073.31$$

$$R_{T2} = 5585.91 \text{ Newtons}$$

Se toma la reacción con mayor magnitud

$$P = \frac{R_{V2}}{2} \quad [ \text{Newtons} ]$$

$$P = \frac{5585.91}{2}$$

$$P = 2792.96 \text{ Newtons}$$

$$\sigma_{\min} = 0.0207348 \times \frac{P_{\min}}{b t_2} \times ( D + t ) [ \text{MPa} ]$$

$$\sigma_{\min} = 0.0207348 \times \frac{2792.96}{(48)(4.76)^2} \times ( 40.48 + 4.76 )$$

$$\sigma_{\min} = 2.41 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\max} = 0.0207348 \times \frac{2 \times P_{\min}}{b t_2} \times ( D + t ) [ \text{MPa} ]$$

$$\sigma_{\max} = 0.0207348 \times \frac{2(2792.96)}{(48)(4.76)^2} \times ( 40.48 + 4.76 )$$

$$\sigma_{\max} = 4.82 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{med}} = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

$$\sigma_{\text{med}} = \frac{4.82 + 2.41}{2}$$

$$\sigma_{\text{med}} = 3.62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{el}} = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

$$\sigma_{a1} = \frac{4.82 + 2.41}{2}$$

$$\sigma_{a1} = 1.21 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{med}} = \frac{1.21 \text{ MPa}}{3.62 \text{ MPa}}$$

$$\frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{med}} = 0.33$$

### 3.2.3.2.- Limite de resistencia a la fatiga

El limite de resistencia a la fatiga está definido según Shigley<sup>7/</sup>, así:

$$S_e = K_a K_b K_{car} K_d K_e K_f S'_e$$

Donde:  $S_e$ : Limite de resistencia a la fatiga del elemento

$S'_e$ : Limite de resistencia a la fatiga de la muestra  
en viga rotatoria

$K_a$ : Factor de superficie

$K_b$ : Factor de tamaño

$K_{car}$ : Factor de carga

$K_d$ : Factor de temperatura

$K_e$ : Factor de modificación por concentración de  
esfuerzos

$K_f$ : Factor de efectos diversos

De tablas de propiedades mecánicas para el acero AISI 6150

$$E = 206.840 \text{ GPa}$$

$$G = 68.947 \text{ GPa}$$

$$S_y = 1.310 \text{ GPa}$$

$$S_e = 661.890 \text{ MPa}$$

$$S_{ut} = 1.4389 \text{ GPa}$$

$$S_{ut} = 1.4543 \text{ GPa (Resultado obtenido por ensayo de tracción)}$$

Los valores de los diferentes constantes son:

- Factor de superficie ( $K_s$ )

Las hojas de resorte al ser construidas de material laminado en caliente solamente, disminuirían su valor de resistencia en fatiga, por lo que las hojas se laminan en frío después de obtenidas, lo que mejoran grandemente las propiedades de superficie.

El efecto de laminado en frío es generar esfuerzos residuales de compresión en la parte superior de la hoja de resorte, la cual se encuentra actuando a tracción cuando está cargada. Lo contrario sucede en la parte inferior, la cual actúa a tracción y durante el laminado en frío quede con esfuerzos de compresión. Así, con  $S_{ut} = 1.439 \text{ GPa}$  y la consideración de laminado en frío se tiene:

$$k_s = 0.65 \text{ de la figura 3-9}$$

---

<sup>1</sup> Faired, Virgil Morning



- factor de tamaño ( $K_t$ )

Este factor se toma en base a secciones cilíndrica y depende del diámetro de la probeta. Para secciones rectangulares se determina un diámetro "d" equivalente, por la siguiente fórmula 7/:

$$d = \sqrt{\frac{0.05 \text{ hb}}{0.0766}} \quad , \text{ donde: } \begin{array}{l} h : \text{ espesor de la hoja} \\ b : \text{ Ancho de la hoja} \end{array}$$

$$d = \sqrt{\frac{0.05 (4.76)(48)}{0.0766}}$$

$$d = 12.22 \text{ mm}$$

$$K_t = 1.189 d^{-0.097} \quad , \text{ para: } 8 \text{ mm} < d < 250 \text{ mm}$$

$$K_t = 1.189 (12.22)^{-0.097}$$

$$K_t = 0.9327$$

-Factor de carga ( $K_c$ )

Para cargas de flexión alternante  $K_c = 1$

- Factor de temperatura ( $K_s$ )

Como se opera a temperaturas menores de 400°C (840°F). Entonces

$$K_s = 1.$$

- Factor de modificación por concentración de esfuerzos ( $K_f$ )

$K_f = 1/K_z$  , donde:  $K_z$  : Factor de reducción de resistencia en el caso de fatiga

$$k_z = 1 + q (K_z - 1)$$

Donde:  $K_t$  : Factor geométrico de concentración de esfuerzos figura 3-18

$q$  : Sensibilidad a las ranuras (o muescas) figura 3-19

$$K_t = 1.9 \left\{ \begin{array}{l} \text{con } \frac{d}{h} = \frac{7.838}{4.763} = 1.667 \\ \text{y } \frac{d}{w} = \frac{7.838}{48} = 0.1654 \end{array} \right. \text{ Figura 3-18}$$

$q = 0.9$  Con  $S_{ut} = 1.4389$  GPa y  $r = 0.3125$  pulg. figura 3-19, para ranuras mayores de 0.16 pulgadas en la gráfica en el eje horizontal 0.16 pulg.

Evaluando en la fórmula

$$K_t = 1 + q (K_t - 1)$$

$$K_t = 1 + 0.9 (1.9 - 1)$$

$$K_t = 1.81$$

$$K_t = \frac{1}{1.81}$$

$$K_t = 0.552$$

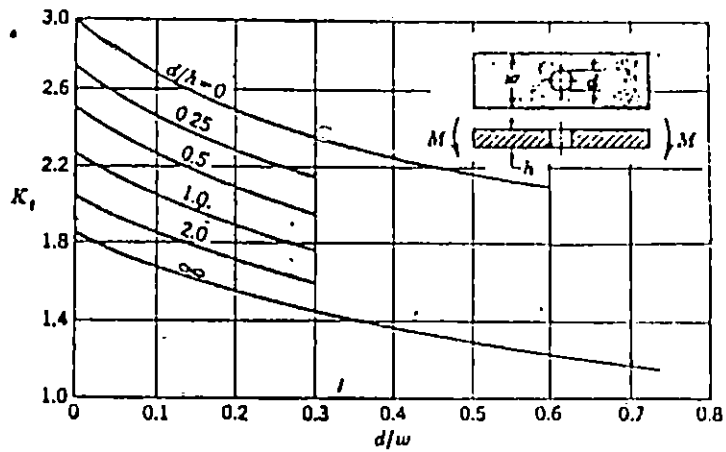
Con los factores determinados se procederá a encontrar el límite de fatiga.

$$S'_f = 80 \text{ KSI, cuando } S_{ut} > 200 \text{ KSI}$$

Nota: Esta fórmula es usada tomando en cuenta la consideración de una desviación estándar con respecto a la fórmula utilizada para estudiantes al resolver problemas para su aprendizaje:

$$S'_f = 0.5 S_{ut} \text{ para aceros con } S_{ut} \leq 200 \text{ KSI}$$

$$S'_f = 100 \text{ KSI para aceros con } S_{ut} \geq 200 \text{ KSI}$$



Barra de sección rectangular en flexión con  $v$  agujero transversal.  $\sigma_0 = Mx/I$ , donde  $I = (w - d)h^3/12$ .

Figura 3-18

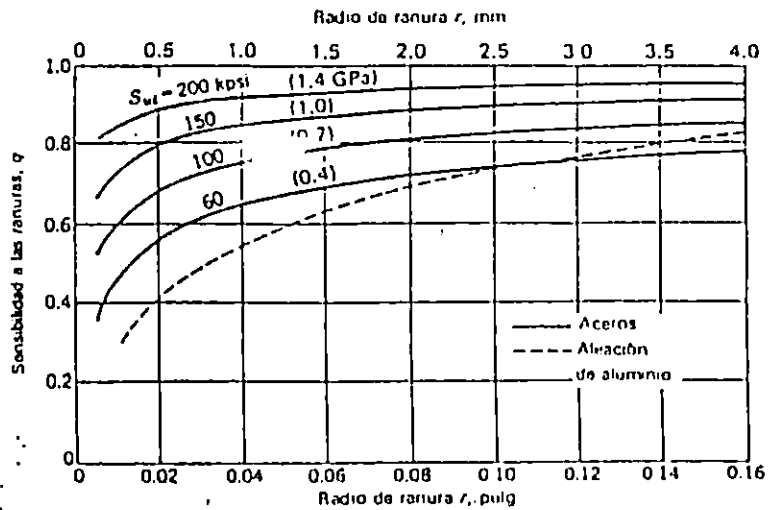


Diagrama de sensibilidad a las ranuras para aceros y aleaciones de aluminio forjado UNS A92024-T, sometidos a cargas flexionantes o axiales invertidas alternativamente. En el caso de radios de ranura grandes se usan los valores de  $q$  correspondientes a  $r = 0.16$  pulg (4 mm). (Reproducido con permiso de George Sines y J. L. Wusman (dirs. eds.), "Metal Fatigue", McGraw-Hill, Book Company, Nueva York, 1959, pp. 296, 298.)

Figura 3-19

$$S'_e = 80 \text{ KSI} \times \frac{1000 \text{ Psi}}{1 \text{ KSI}} \times \frac{1 \text{ Kgf}}{2.2 \text{ lbs}} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kgf}} \times \frac{1 \text{ pulg}}{25.4 \text{ mm}}$$

$$S'_e = 552.9284 \text{ MPa}$$

$$S = K_a K_b K_{car} K_d K_e K_f S'_e$$

$$S_e = (0.65)(0.9327)(1)(1)(0.552)(552.9284) \text{ MPa}$$

$$S_e = 185.04 \text{ MPa}$$

### 3.2.3.3.- Factor de Seguridad.

el factor de seguridad se encontrará ubicando el punto de operación limite de vida infinita (ver figura 3-20). Por medio de la siguiente fórmula:

$$\sigma'_{med} = \frac{S_e}{(0.33 + S_e/S_{ut})} = \frac{185.04}{(0.333 + 185.04/1,439)}$$

$$\sigma'_{med} = 403.50 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{al} = \frac{S_e}{[1 + (S_e/0.33S_{ut})]} = \frac{185.04}{[1 + (185.04/0.33 * 1,439)]}$$

$$\sigma'_{al} = 133.15 \text{ Mpa}$$

Luego, el factor de seguridad será:

$$1 \text{ Caso: F.S.} = \frac{\sigma'_{med}}{\sigma_{1med}} = \frac{403.50 \text{ MPa}}{4.30 \text{ MPa}} = 93.84$$

$$2 \text{ Caso: F.S.} = \frac{\sigma'_{med}}{\sigma_{2med}} = \frac{403.50 \text{ MPa}}{3.61 \text{ MPa}} = 111.77$$

Como podemos observar en ambos casos el factor de seguridad es confiable (figura 3-20), concluyendo que la pieza no fallará en las condiciones descritas anteriormente.

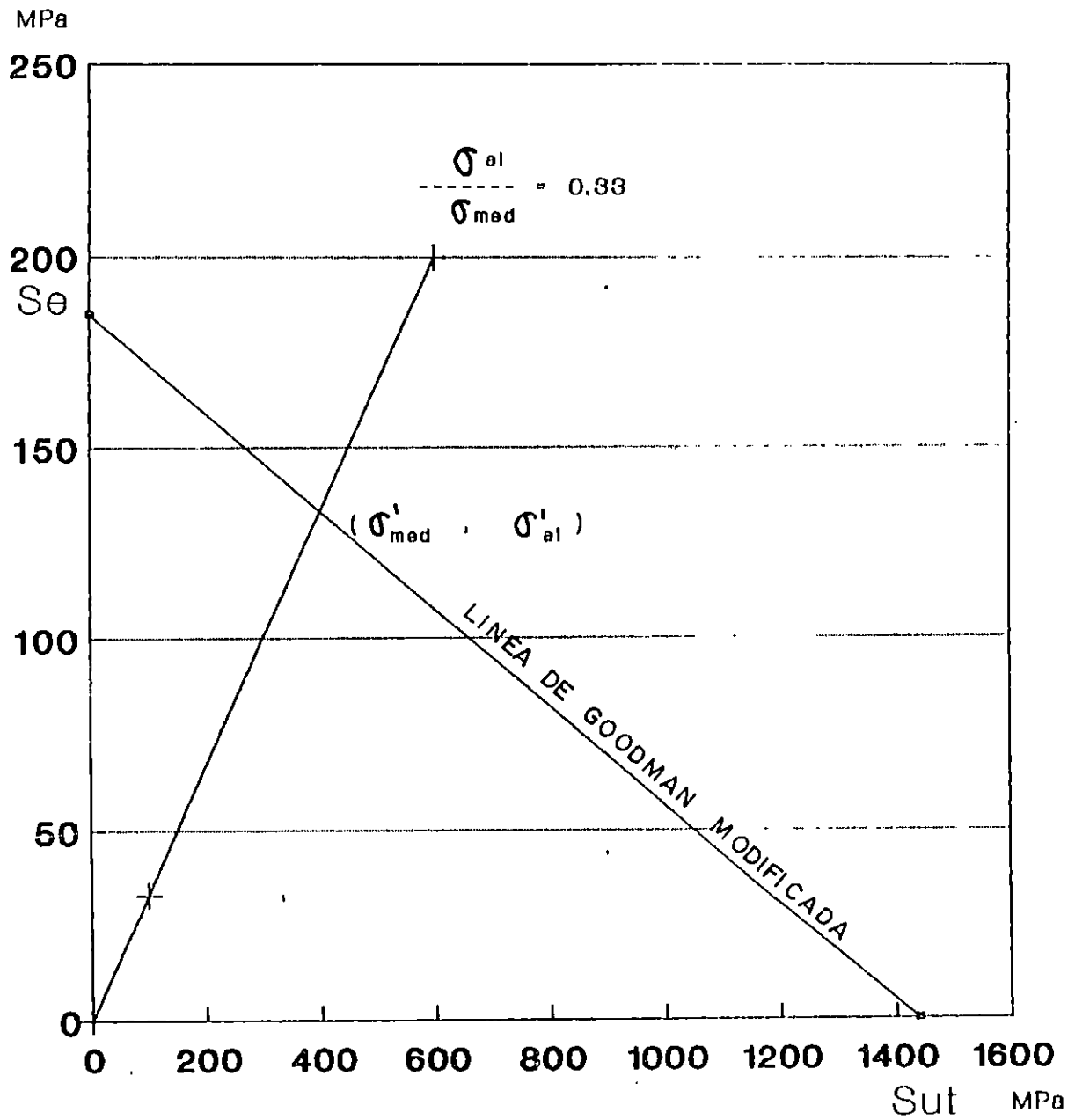


Figura 3-20 Esfuerzos Medios y Alternantes.

### 3.2.4.- Procedimiento a seguir para la elaboración de las hojas de resorte principal.

La materia prima que se utilizará para la elaboración de la hoja de resorte principal deberá ser una hoja de resorte secundaria, la cual deberá contener las dimensiones siguientes:

Longitud total de la hoja:  $L, \geq 1410$  mm

Ancho de la hoja:  $b = 48.0$  mm

Espesor de la hoja:  $Esp = 4.763$  mm

Teniendo el material las especificaciones antes mencionadas se procederá de la siguiente manera:

- 1- Se cortará en ambos extremos de la hoja de tal manera que su longitud total sea de 1410 mm, y que el agujero que tiene quede exactamente en el centro. La sierra alternativa es una herramienta adecuada para efectuar el corte la cual deberá operarse según las indicaciones que el manual de la máquina-herramienta y/o el operador proporcionen. Si no se cuenta con una sierra alternativa entonces se cortará con una sierra manual, tomando la sierra firmemente se cortará la hoja de resorte, la cual deberá estar fijada en la prensa de banco. Es recomendable tener cuidado al cortar para que presente una superficie pulida.

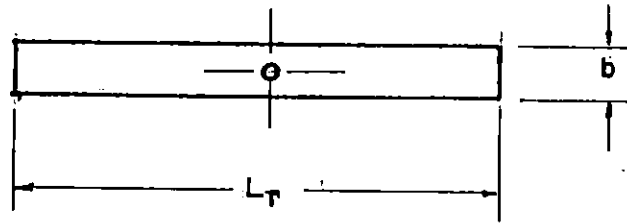


Figura 3-21

- 2- Se procederá a calentar un extremo de la pieza a una temperatura adecuada para forjarla en caliente (para el acero AISI 6150 el rango de temperaturas de forja entre 1000°C a 1200°C presentando un color blanco). Para calentar la hoja se colocará en la fragua de tal manera que desde el extremo de la hoja al centro de ella tenga una longitud no menor de 4 veces diámetro del gancho (ó voluta). Al calentar esta pieza deberá tenerse cuidado que la temperatura sea uniforme en toda la pieza que se va a calentar.
- 3- Con la pieza calentada a un color blanco se procede a forjarla manualmente para efectuarle la voluta con diámetro "d".
- 4- Se deja enfriar lentamente al aire en un lugar seco
- 5- Se repite los pasos 2º, 3º y 4º para formar la voluta en el extremo opuesto de la hoja.

6- Temple: Se le calienta a una temperatura de 830°C a 870°C (color azul pavón) manteniendo toda la pieza durante 20 minutos a la misma temperatura, luego se temple en aceite, seguido de un revenido a 460°C durante una hora.

7- Se forjará en frío la hoja para darle la forma semielíptica, colocando la hoja en un rin de la llanta de un vehículo y luego se irá golpeando la hoja a través de toda su longitud hasta que alcance la medida de la contraflecha, la cual depende de las dimensiones y tipo de marcas de cada vehículo.

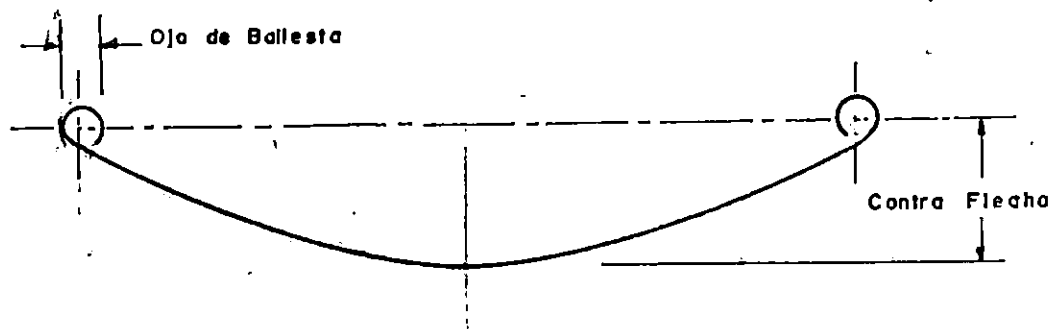


Figura 3-22



### 3.2.5.- Forma y Dimensiones

La forma de la hoja principal es la siguiente:

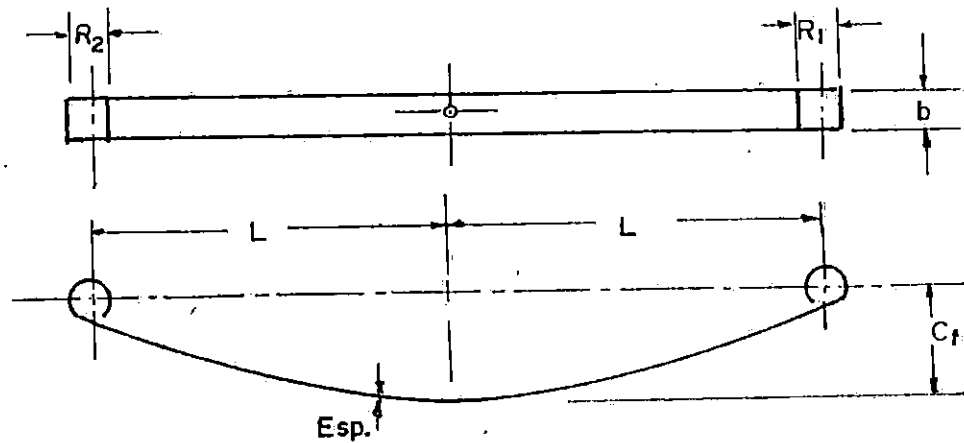


Figura 3-23

- $L$  : Longitud del claro de la hoja
- $R_1$  y  $R_2$ : Radios del ojo de ballesta
- $Esp$  : Espesor de la hoja
- $b$  : Ancho de la hoja
- $C_f$  : Contra flecha

En el caso particular de un vehículo Toyota Corolla con carrocería KV-20 las dimensiones de la hoja principal son las siguientes:

- $L = 550$  mm
- $b = 48$  mm
- $Esp = 4.76$  mm
- $R_1 = 30$  mm
- $R_2 = 50$  mm

### 3.2.6.- Conclusiones y Recomendaciones

- 1.- El herrero tiene un arte que no debe perderse, sino más bien debe transmitirse los conocimientos que ellos tienen a través de talleres vocacionales.
- 2.- La necesidad de subsistir ha hecho al herrero un trabajador multifacético del metal (hierro). para adaptarse a las formas de trabajo para poder fabricar diversas piezas.
- 3.- Aprovechando la habilidad del herrero se puede orientar su trabajo a la elaboración de piezas de repuesto de automóviles y maquinaria agrícola o industrial.
- 4.- Con una publicidad adecuada los talleres podrían darse a conocer en el sector metropolitano.
- 5.- Así como se presentó en esta sección la elaboración de hoja de resorte principal, también se podría presentar como alternativa la manufactura de otras piezas para que el herrero tenga fuente de trabajo.

### **3.3.- Diseño de una herramienta para la construcción**

#### **(Tenaza de Armador)**

##### **3.3.1.- Selección de la herramienta**

De la información recopilada en los almacenes, herrerías y personas familiarizadas con la compra y venta de herramientas, se ha seleccionado la tenaza de armador, ya que se adapta a las condiciones de trabajo de los herreros locales.

El mejoramiento del proceso de fabricación de ésta herramienta puede ser una alternativa para que el herrero salvadoreño tenga mayor campo de trabajo.

Existen en el mercado tenazas de armador importadas; pero según algunos usuarios son de mala calidad, otras son fabricadas localmente de varilla corrugada; pero los trabajadores que conocen de herramientas no las aceptan.

De acuerdo a las necesidades del mercado local, la tenaza tendría que elaborarse con una longitud mayor que las importadas, ya que en la construcción se necesita utilizarlas en lugares de difícil acceso (por ejemplo en las columnas cuando se le quiere hacer un ajuste a los alacranes antes de vaciar el concreto) y puede lastimarse la mano quien utiliza la tenaza.

##### **3.3.2.- Selección de Material a Utilizar**

Se utilizará un acero para resorte helicoidal por:

- El material de los resortes helicoidales es un acero de muy buena calidad según experiencia de los herreros y ellos saben trabajarlo.

- El resorte helicoidal soporta esfuerzos de torsión, flexión, y combinados. Estas características conllevan a la idea que es excelente para fabricar herramientas.
- El resorte es una varilla torsionada, siendo su área transversal circular lo que facilita darle la forma adecuada a esta herramienta (Figuro 3-24).
- No existen problemas de abastecimiento del material ya que se puede obtener en fundidoras, venta de repuestos usados. El costo del resorte oscila desde 60 hasta 150 colones (dependiendo del diámetro).
- Las propiedades mecánicas del acero AISI 6150 se encuentran en la sección anterior (pág. 114).

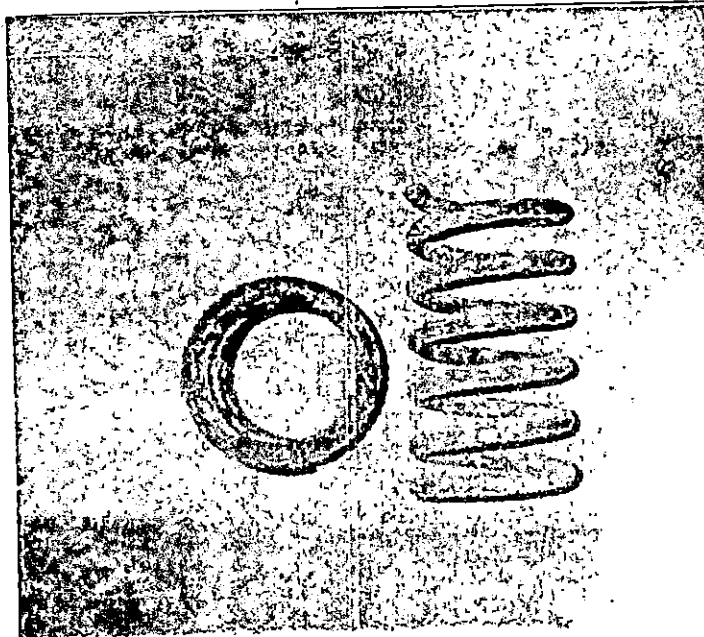


Figura 3-24 Resorte Helicoidal

**3.3.3.- COSTO DE LA TENAZA DE ARMADOR**  
(Costo Unitario)

I.- Material Utilizado	
a) Carbón Vegetal . . . . .	¢ 2.00
b) Resorte Helicoidal . . . . .	¢ 21.00
II.- Equipo Utilizado (depreciación)	
c) Fragua (Fogón, fuelle) . . . . .	¢ 1.00
d) Yunque o Tas . . . . .	¢ 0.50
e) Almadanas y Tenazas . . . . .	¢ 0.50
III.- Mano de Obra	
f) Del Herrero . . . . .	¢ 7.00
g) Del Ayudante . . . . .	¢ 4.00
IV.- Transportes. . . . .	¢ 2.00
V.- Ganancia. . . . .	¢ 10.00
VI.- Otros. . . . .	¢ 2.00
-----	
TOTAL. . . . .	¢ 50.00

Nota: Este costo es una aproximación, hecha en base al costo del resorte helicoidal y la mano de obra total incluida la ganancia.

### 3.3.4.- Análisis de Cargas

Las tenazas son máquinas simples de primer género diseñadas para transmitir o modificar fuerzas. El principal objetivo es transformar fuerzas de entrada en fuerzas de salida utilizando la tercera Ley de Newton. Para el cálculo de las fuerzas que actúan en la tenaza consideraremos a ésta como una estructura rígida (Mantiene su forma mientras permanezcan unidas sus partes) utilizamos una parte de sus componentes.

La ventaja mecánica indica cuanto se multiplica la fuerza aplicada manualmente, para vencer la resistencia.

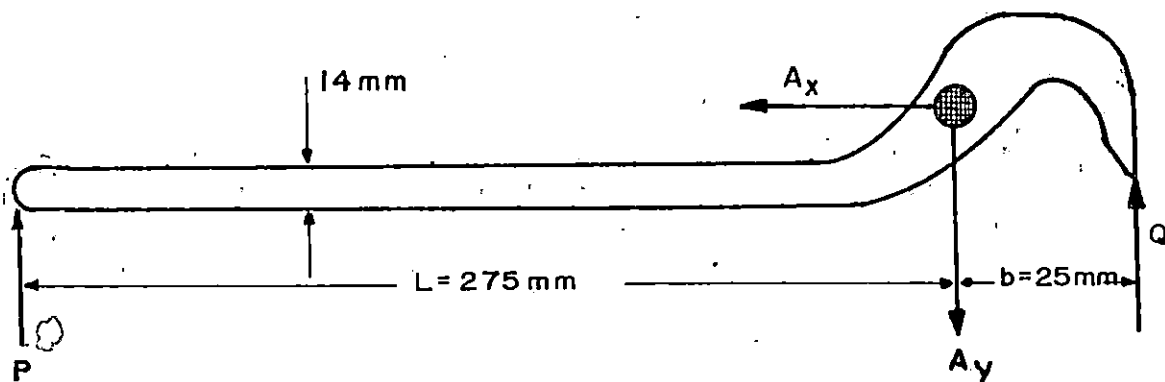


Figura 3-25

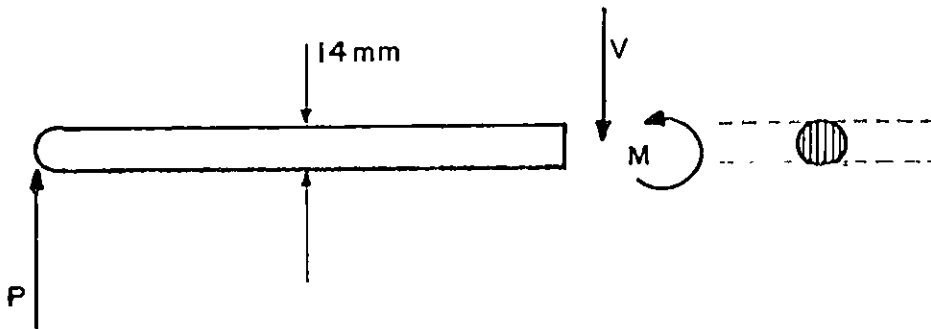
$$\sum M_A = 0 ; -PL + Qb = 0 \Rightarrow P = (b/L) (Q) \quad (\text{Ec. I})$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow A_x + 0 = 0 \Rightarrow A_x = 0$$

$$\sum F_y = 0 = A_y = P + Q \quad (\text{Ec. II})$$

### 3.3.4.1.- Análisis de Esfuerzos

Haciendo un corte transversal tenemos:



$$A_p = \frac{\pi D^2}{4}$$

Figura 3-26

Donde:  $A_p$ : Area transversal de la pata  
 $D$ : Diámetro de la pata

$$A_p = \frac{\pi (9/16)^2}{4} = 0.2485 \text{ pulg}^2$$

$$A_p = 160.32 \text{ mm}^2$$

$$+ \Sigma F_y = 0 \Rightarrow V = P$$

Esfuerzo cortante:  
 (en la pata)

$$\tau = \frac{V}{A_p} = \frac{P}{A_p}$$

$$\tau = \frac{P}{0.2485} \quad (\text{Ec. III})$$

Area del filo de la quijada:

Suponiendo un filo de: 0.02 Pulgadas = 0.508 mm

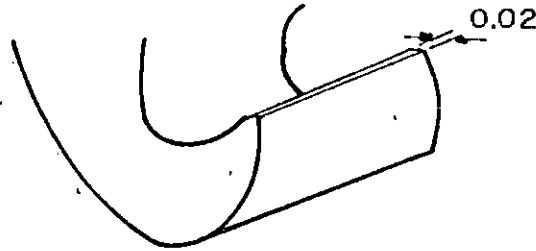


Figura 3-27

La herramienta se va a utilizar para cortar alambre de hierro dulce para la construcción (alambre de amarre) cuyas propiedades son:

Resistencia Tensil :  $S_{ut} = 275.8$  MPa a/

Resistencia Tensil :  $S_{ut} = 3102.75$  MPa b/

Resistencia de fluencia:  $B_y = 207.15$  MPa

Dureza Rockwell B : 30

nota: a/ Estas propiedades mecánicas las presenta en estado de recocido

b/ Por endurecimiento debido al trabajo en frío al cortarlo

Diámetro :  $1/16$  pul = 1.5875 mm

Composición Química aproximada:

Carbono (C) : 0.012 %

Manganeso (Mn) : 0.017 %

Fósforo (P) : 0.005 %

Azufre (S) : 0.025 %

Silicio (Si) : insignificante

\* Fuente de información: Introducción a la Metalurgia Física. Sidney H. Avner Editorial Mc Graw-Hill, pág. 229

Utilizando la teoría del esfuerzo cortante máximo:

$$S_{s_{max}} = \frac{S_{ut}}{2} = \frac{31027.5 \times 10^6 \text{ Pa}}{2}$$



$$S_{s_{max}} = 1551.375 \times 10^6 \text{ Pa} \quad (\text{Este es el esfuerzo m\u00ednimo para cortar el alambre})$$

El esfuerzo en la quijada debe ser  $\geq 155.1375 \times \text{MPa}$

$$\sigma \geq 22500 \text{ Psi}$$

$$\sigma_q = \frac{Q}{A_{eq}}$$

Donde:  $\sigma_q$  : Esfuerzo normal en la quijada

$Q$  : Fuerza en la quijada

$A_{eq}$  : Area efectiva de corte, filo supuesto por 2 veces el di\u00e1metro del alambre a cortar

$$A_{eq} = (0.02) \text{ pulg.} (2) \left(\frac{1}{16}\right) \text{ pulg.}$$

$$A_{eq} = 0.0025 \text{ pulg}^2$$

$$A_{eq} = 1.61 \text{ mm}^2$$

Luego:

$$Q = \sigma_q \times A_{eq} = 22500 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \times 0.0025 \text{ pulg}^2$$

$$Q = 56.25 \text{ lb}$$

$$Q = 250.20 \text{ Newtons}$$

$$\text{De la Ec. I} \Rightarrow P = \frac{b}{L} \times Q = \frac{1}{10.83} \times 56.25 \text{ lb}$$

$$P = 5.19 \text{ lb}$$

$$P = 23.09 \text{ Newtons}$$

Sustituyendo  $P$ ,  $Q$  en la Ec. II tenemos:

$$A_y = P + Q = 5.19 + 56.25$$

$$A_y = 61.44 \text{ lb}$$

$$A_y = 273.29 \text{ Newtons}$$

Donde:  $A_y$ : Fuerza que actúa en el pin de la tenaza

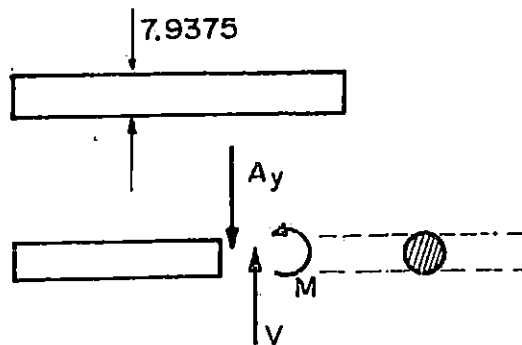
Esfuerzo cortante en el pin de la tenaza.

$$\tau = \frac{A_y}{A_{pin}}$$

Donde:  $\tau$  : Esfuerzo cortante en el pin

$A_y$  : Fuerza en el pin

$A_{pin}$  : Area transversal del pin



$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 \Rightarrow V = A_y$$

$$\tau = \frac{A_y}{A_{pin}}$$

$$A_{pin} = \frac{\pi (5/16)^2}{4}$$

$$A_{pin} = 0.08 \text{ pulg}^2$$

$$A_{pin} = 51.61 \text{ mm}^2$$

figura 3-28

Luego, 
$$\tau = \frac{61.44 \text{ lb}}{0.08 \text{ pulg}^2} = 768 \text{ Psi}$$

$$\tau = 5.29 \text{ MPa}$$

Para el acero AISI 6150 la resistencia de fluencia es (ver referencia 10/):

$$S_y = 190,000 \text{ Psi} = 1,310.05 \text{ MPa}$$

Por la teoría de cortante máximo:

$$S_{s_y} = 0.5 S_y = 0.5 \times 190000 \text{ Psi}$$

$$S_{s_y} = 95000 \text{ Psi}$$

$$S_{s_y} = 6550.25 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Luego, comparando el esfuerzo en el pin con  $S_{s_y}$ ,

$$\tau < S_{s_y}$$

$$768 \text{ Psi} < 95000 \text{ Psi}$$

$$52.9536 \times 10^6 \text{ Pa} < 6550.25 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Otra manera de analizar si el pin no falla es por medio del factor de seguridad:

$$F.S. = \frac{S_{s_y}}{\tau}$$

$$F.S. = \frac{655.025 \text{ MPa}}{5.29536 \text{ Mpa}}$$

$$F.S. = 123.74$$

Lo cual justifica que el pin no fallará por cortante y este es escogido por ser de un material barato.

Análisis de Esfuerzo normal en la pata:

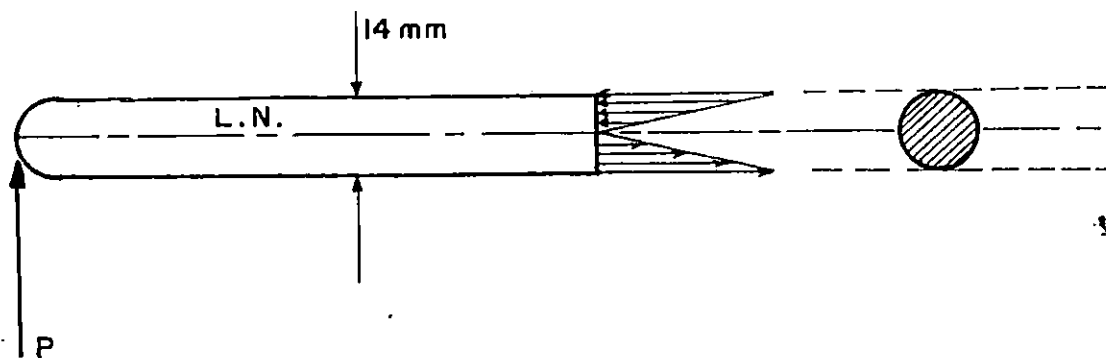


Figura 3-29

$$\sigma_p = \frac{M c}{I}$$

- Donde:  $\sigma_p$  : Esfuerzo normal en la pata  
 M : Momento máximo = P x L  
 c : Distancia máxima a la línea neutra = d/2  
 I : Momento de inercia de una sección circular con respecto a un eje que pasa por el centroide =  $\pi d^4 / 64$

Sustituyendo en la fórmula:

$$\sigma_p = \frac{(P \times L) \frac{d}{2}}{\frac{\pi d^4}{64}} = \frac{32 (P \times L)}{\pi d^3}$$

$$\sigma_p = \frac{32 (5.19 \text{ lb}) \times (10.83 \text{ pulg})}{\pi (9/16)^3 \text{ pulg}^3}$$

$$\sigma_p = \frac{1798.6464 \text{ lb}}{0.559 \text{ pulg}^2}$$

$$\sigma_p = 3217.61 \text{ Psi}$$

$$\sigma_p = 22.19 \text{ MPa}$$

Comparando el esfuerzo de fluencia del material y el esfuerzo normal en la pata de la tenaza por medio del Factor de Seguridad, tenemos:

$$\sigma_p < S_y$$

$$3217.61 \text{ Psi} \ll 190,000 \text{ Psi}$$

$$22.19 \text{ MPa} \ll 1,310.05 \text{ MPa}$$

$$F.S. = \frac{S_y}{\sigma_p}$$

$$F.S. = \frac{1,310.05 \text{ MPa}}{22.19 \text{ MPa}}$$

$$F.S. = 59.04$$

Entonces no falla por flexión, lo que nos asegura que las patas de la tenaza no se doblarán

3.3.4.2.- Ventaja Mecánica ( V. M. ):

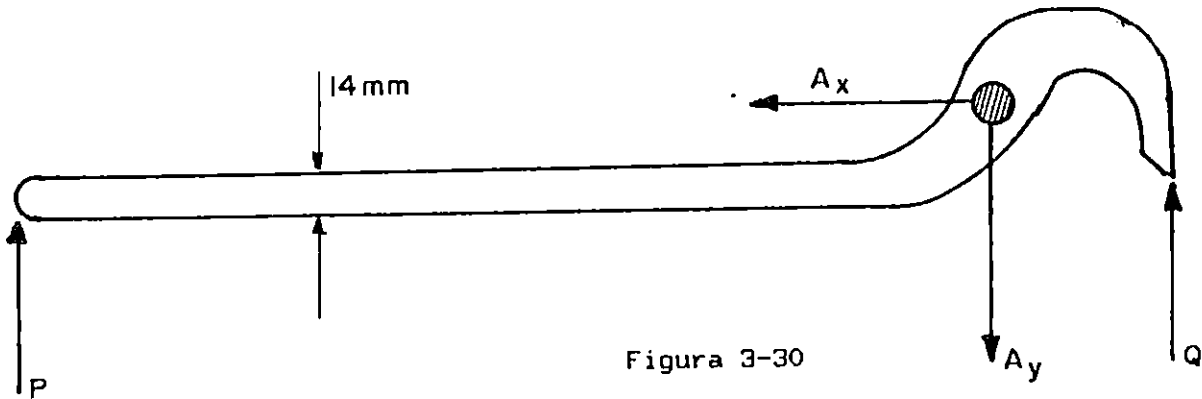
Si la fuerza "P" se aplica en el extremo de la pata

$$V.M. = \frac{Q}{P} = \frac{56.25}{5.19}$$

$$V.M. = 10.83$$

Suponiendo una fuerza aplicada manualmente de: 100 lbs en el extremo de la tenaza

$$P = 444.80 \text{ Newtons}$$



De la Ec. I  $\Rightarrow P = \frac{b}{L} \times Q$

Luego:  $Q = \frac{L}{b} \times P = \frac{10.83}{1} \times 100$

$$Q = 1,083.0 \text{ lbs}$$

$$Q = 4,817.18 \text{ Newtons}$$

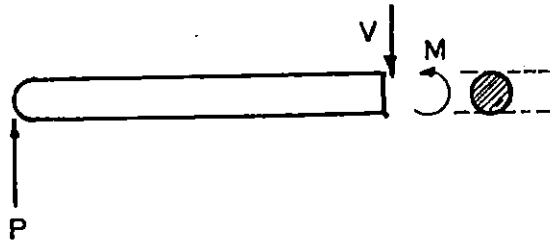
De la Ec. II  $\Rightarrow A_y = P + Q = 100 + 1083$

$$A_y = 1183 \text{ lbs}$$

$$A_y = 5261.98 \text{ Newtons}$$

## Análisis de Esfuerzos

Corte transversal de la pata:



$$A_p = \frac{\pi D^2}{4}$$

Donde:

$A_p$ : Area transversal de la pata

$D$ : Diámetro de la pata

figura 3-31

$$A_p = \frac{\pi (9/16)^2}{4} = 0.2485 \text{ pulg}^2$$

$$A_p = 160.32 \text{ mm}^2$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 \Rightarrow V = P = 100 \text{ lbs}$$

Esfuerzo cortante:  
(en la pata)

$$\tau = \frac{V}{A_p} = \frac{P}{A_p}$$

$$\tau = \frac{100}{0.2485} \quad (\text{Ec. III})$$

$$\tau = 402.4 \text{ Psi}$$

$$\tau = 2.78 \text{ MPa}$$

Suponiendo un filo de 0.02 pulgadas o 0.508 mm

El alambre a cortar es hierro dulce con un  $S_{ut}$  de 45000 Psi (por trabajo en frío). La teoría del cortante máximo.

$$S_{s_{max}} = \frac{S_{ut}}{2} = \frac{45,000}{2} \text{ Psi}$$

$$Ss_{max} = 22,500 \text{ Psi}$$

$$Ss_{max} = 155.14 \text{ MPa}$$

Este es el esfuerzo minimo para cortar el alambre

El esfuerzo en la quijada debe ser  $\geq 22500 \text{ Psi}$

$$\sigma_q = \frac{Q}{Aq} = \frac{1,083 \text{ lbs}}{0.0025 \text{ pulg}^2} = 433,200 \text{ Psi}$$

$$\sigma_q = 2986.91 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cortante en el pin de la tenaza

$$\tau = \frac{A_y}{A_{pin}}$$

Donde:  $\tau$  : Esfuerzo cortante en el pin

$A_y$  : Fuerza en el pin

$A_{pin}$  : Area transversal del pin

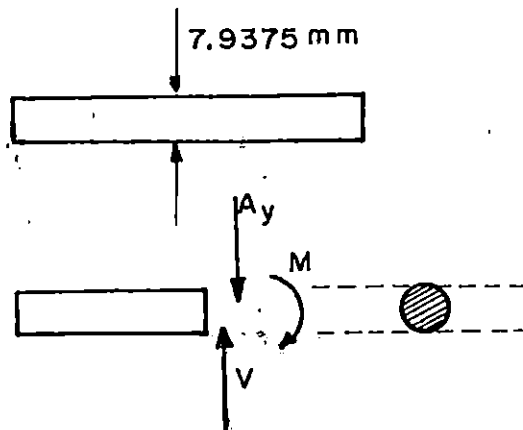


figura 3-32

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 \Rightarrow V = A_y$$

$$\tau = \frac{A_y}{A_{pin}}$$

$$A_{pin} = \frac{\pi (5/16)^2}{4}$$

$$A_{pin} = 0.08 \text{ pulg}^2$$

$$A_{pin} = 51.6128 \text{ mm}^2$$

Luego:  $\tau = \frac{A_y}{A_{pin}} = \frac{1183 \text{ lbs}}{0.08 \text{ pulg}^2} = 14,787.5 \text{ Psi}$

$$\tau = 101.96 \text{ MPa}$$



Para el acero AISI 6150 la resistencia de fluencia es:

$$S_y = 190,000 \text{ Psi}$$

Por la teoría de cortante máximo:

$$S_{s_y} = 0.5 S_y = (0.5)(190000) \text{ Psi}$$

$$S_{s_y} = 95,000 \text{ Psi}$$

$$S_{s_y} = 655.03 \text{ MPa}$$

Luego, comparando el esfuerzo en el pin con  $S_{s_y}$ ;

$$\tau < S_{s_y}$$

$$14787.5 \text{ Psi} < 95000 \text{ Psi}$$

$$101.96 \text{ MPa} < 655.03 \text{ MPa}$$

Y por el factor de seguridad el resultado es:

$$F.S. = \frac{S_{s_y}}{\tau}$$

$$F.S. = \frac{655.03 \text{ Mpa}}{101.96 \text{ MPa}}$$

$$F.S. = 6.4$$

Entonces, el pin no falla por cortante por tener un factor de seguridad conservador.

### 3.3.4.3.- Cálculo para el largo máximo de la pata de la tenaza.

El siguiente análisis se hará para calcular el largo máximo de las patas de la tenaza y así verificar que éstas no fallen por fluencia.

Análisis del Esfuerzo normal en la pata:

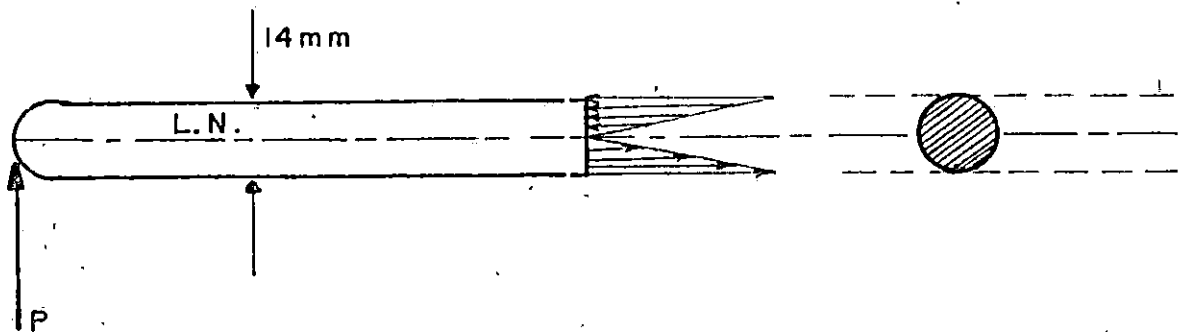


Figura 3-33

$$\sigma_p = \frac{M c}{I}$$

Donde:  $\sigma_p$  : Esfuerzo normal en la pata

M : Momento máximo = P x L

c : Distancia máxima a la línea neutra = d/2

I : Momento de inercia de una sección circular con respecto a un eje que pasa por el centroide =  $\pi d^4/64$

Sustituyendo en la fórmula:

$$\sigma_p = \frac{(P \times L) \frac{d}{2}}{\frac{\pi d^4}{64}} = \frac{32 (P \times L)}{\pi d^3}$$

Para el acero AISI 6150 la resistencia a fluencia es:

$$S_y = 190,000 \text{ Psi}$$

Se tomará un factor de seguridad  $\frac{5}{4}$  entre 1.5 y 4. En este caso la herramienta a fabricarse no presenta peligro en su uso el factor de seguridad será igual a 2.

$$\sigma_{\max} = \frac{S_y}{F.S.}$$

Donde;  $\sigma_{\max}$  : Esfuerzo de trabajo máximo

$S_y$  : Esfuerzo de fluencia (material dúctil)

F.S. : Factor de Seguridad

$$\sigma_{\max} = \frac{190,000 \text{ Psi}}{2}$$

$$\sigma_{\max} = 95,000 \text{ Psi}$$

$$\sigma_{\max} = 655.03 \text{ MPa}$$

El esfuerzo de trabajo máximo se iguala al esfuerzo normal en la pata para encontrar el largo máximo de la pata de la tenaza de armador.

$$\sigma_{\max} = \frac{32(P \times L)}{\pi d^3}$$

$$L = \frac{\sigma_{\max} \times \pi d^3}{32 P}$$

$$L = \frac{(95000 \frac{\text{lbs}}{\text{pulg}^2}) \times \pi \times (\frac{9}{16} \text{ pulg})^3}{32 (100) \text{ lbs}}$$

$$L = 16.6 \text{ pulgadas}$$

$$L = 421.64 \text{ mm (Longitud máxima)}$$

La longitud supuesta de 300 mm con la cual los herreros fabrican sus tenazas no sobrepasa el largo máximo calculado, por lo cual podemos asegurar que no fallará por fluencia.

3.3.5.- Cálculo de la magnitud de la deformación elástica que sufrirá la pata de la tenaza

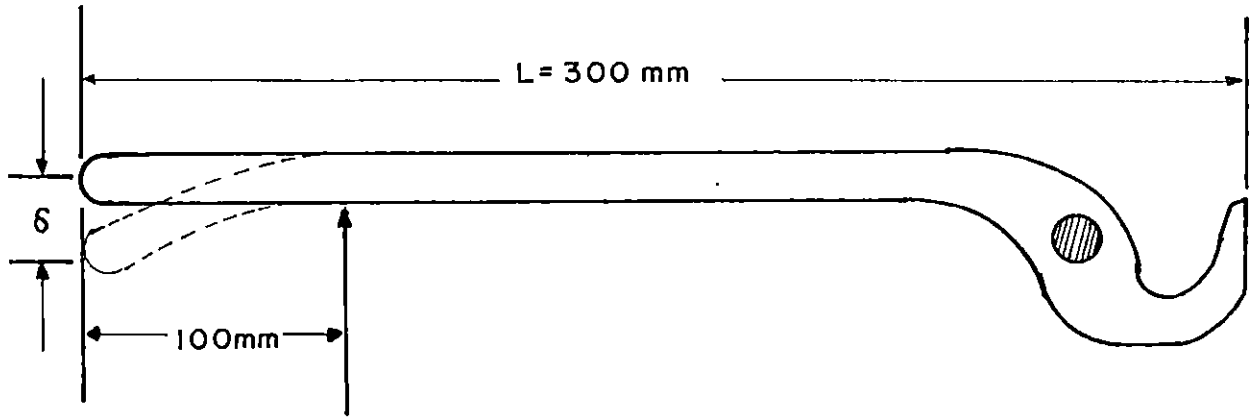


Figura 3-34

$$\delta = \frac{P \times L^3}{3 E I}$$

Donde:

P : Fuerza supuesta aplicada manualmente = 100 lbs  
= 444.8 Newtons

L : Distancia entre la quijada y la fuerza aplicada manualmente

E : Módulo de elasticidad del acero AISI 6150 =  $30 \times 10^6$  Psi

I : Momento de inercia de una sección circular =  $\frac{\pi d^4}{64}$

$$\delta = \frac{P L^3}{3 E I} = \frac{P L^3}{3 E \frac{\pi d^4}{64}} = \frac{64 P L^3}{3 \pi d^4 E}$$

$$\delta = \frac{64 (100 \text{ lb}) (6.89 \text{ pulg.})^3}{3 \pi \left[ \frac{9}{16} \right]^4 \text{ pulg}^4 (30 \times 10^6 \frac{\text{lbs}}{\text{pulg}^2})}$$

$$\delta = \frac{2093329.72}{28306259.85} \text{ pulg}$$

$$\delta = 0.07 \text{ pulg}$$

$$\delta = 1.78 \text{ mm}$$

Aplicando la fuerza a 6.89 pulg. (175.01 mm) a partir de la quijada de la tenaza, la deformación elástica no llega a unir las patas de la tenaza con la aplicación manual de 100 libras.

### 3.3.6.- Procedimiento

La tenaza está compuesta por tres piezas: dos patas y un pin.

#### Procedimiento para fabricar la Tenaza de Armador:

- 1- Se le da forma lineal al resorte helicoidal en caliente trabajándolo cuando el acero alcanza el color blanco cuya temperatura oscila de 1100°C a 1200°C (temperatura de forja).
- 2- Se cortan segmentos de 280 mm a 300 mm (dependiendo del diámetro del resorte) utilizando una sierra de mano. Esta operación se hace cuando el material está en frío.
- 3- Cortados los segmentos, se calientan hasta que alcancen la temperatura de forja, aproximadamente 100 mm de un extremo. Luego se golpea el extremo caliente con la almadana apoyando el otro extremo en el yunque. Con esta operación se acorta el segmento de la varilla hasta formarse un volumen en el extremo en forma redonda.
- 4- Cuando el material este a una temperatura tal que presente un color blanco, se forja el tambor utilizando la herramienta llamada asentador (1 1/4 pulgada), éste se golpea con la almadana apoyada en el yunque hasta que forme el tambor (Figura 3-35).

5- Terminado el tambor se forja la quijada donde lleva el filo la tenaza, se utiliza una parte de hoja de ballesta y la almadana. Se coloca la hoja de ballesta transversalmente con respecto a la parte aplanada del tambor, se golpea con la almadana la hoja de ballesta hasta que se forme la quijada como una cuchara. Todo este proceso se efectúa en caliente y a la temperatura de forja.

6- Con las patas terminadas se procede a la abertura de los agujeros en el tambor utilizando la almadana y el punzón. Siempre a la temperatura de forja golpeándola con la almadana y el punzón apoyándose en el yunque.

- 7- Se unen las dos patas por medio de una varilla de una pulgada de longitud de resorte helicoidal de 5/16 pulgada de diámetro (pin) la cual se introduce en los agujeros del tambor de ambas patas, metiendo el extremo caliente en unos huecos del yunque donde se golpea con la almadana en ambos extremos de la varilla formándose así, el pin con cabeza en forma de remache a los dos lados de la tenaza. Este proceso se hace en frío.
- 8- Se alinean las quijadas y las patas de la tenaza para que el movimiento con respecto al pin que actúa como pivote sea libre sin rozamiento. Este proceso también se hace en caliente a la temperatura de forja.
- 9- Se lleva a la temperatura de forja únicamente las quijadas y se introduce en un recipiente con ceniza durante 24 horas. Este tratamiento térmico es un recocido el cual prepara a la parte de la quijada donde se le hará el filo con la lima para que ésta indente con facilidad el material. El filo se hace hacia adentro (ver figura 3-27).
- 10- Se pulen con esmeril o una lima la herramienta terminada, ya que hay partes que debido al trabajo en caliente les queda escoria, óxido, etc. Además se redondean los bordes de la herramienta.



11- Finalmente se le da el tratamiento térmico adecuado a la parte del filo en este caso temple. Se calienta a la temperatura de forja se introduce en agua media pulgada a cada lado del filo durante cinco segundos. Luego, se extrae del agua y debido que la zona que rodea al filo está a mayor temperatura apareciendo en la misma colores por el cambio de temperatura, cuando llega al color azul se introduce nuevamente al agua durante otros cinco segundos. Se extrae del agua y se deja enfriar al aire libre (temperatura ambiente). Las quijadas logran las propiedades deseadas.

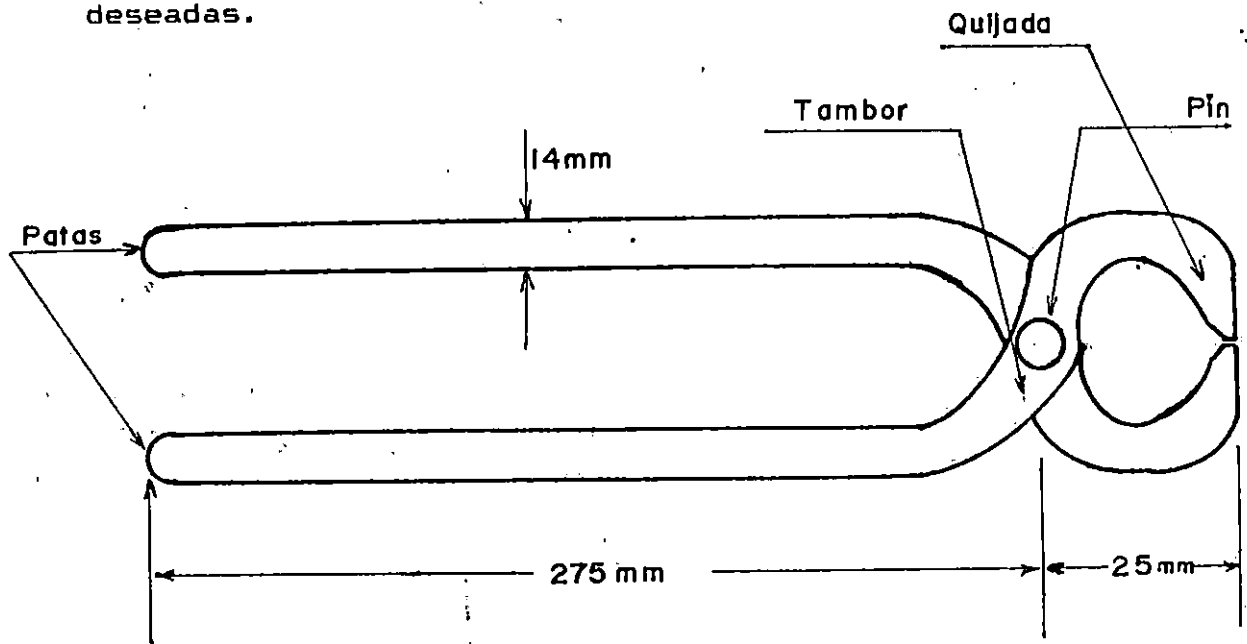


Figura 3-35 Partes de la Tenaza de Armador

### 3.3.7.- Tiempo de Fabricación para una Tenaza

- |  |          |
|--|----------|
| - Hacer lineal y cortar el resorte:              | 1/2 hora |
| - Forjar el tambor y la quijada:                 | 3/4 hora |
| - Hacer los agujeros y colocar el pin:           | 1/2 hora |
| - Alinear y calentamiento antes del<br>recocido: | 1/2 hora |
| - Hacer el filo adecuado a la tenaza:            | 1/4 hora |
| - Para pulir y tratamiento térmico:              | 1/2 hora |

---

TOTAL -----> 3 hora

Además 24 horas de recocido antes de hacerle el filo.

Nota: Se recomienda implementar la producción en serie para esta herramienta con el fin que sea rentable su fabricación. En tal sentido se tendrá que contratar varios operarios para que este tipo de producción se ponga en marcha.

### 3.3.8.- RECOMENDACIONES

- Que las herrerías posean una marca que sea reconocida a nivel nacional y centroamericano.
- Mejorar el acabado y estética de la herramienta por medio de un pavonado introduciendo la herramienta en aceite quemado, para poder competir con la herramienta importada.
- Incentivar a los herreros para que se acoplen a nuevas formas de trabajo para mejorar la calidad de los productos.
- Que la calidad sea una motivación para los herreros y competir mejorando la calidad de sus productos.
- Asesoría técnica de parte de alguna asociación de industriales para no importar herramientas que se puedan fabricarse aquí en el país.
- Editar folletos populares prácticos de fácil entendimiento para los herreros.

### 3.4.- SELECCION DEL MATERIAL PARA ELABORAR UN CORTAPERROS

#### 3.4.1.- Justificación:

En vista de que algunas veces los trabajadores de la industria de la construcción requieren los trabajos del herrero para la reparación o Construcción de herramientas, se propone el análisis y elaboración del proceso de fabricación de un cortaperros como una muestra de la capacidad que ellos poseen.

Las fallas que se dan en dicha herramienta son las siguientes:

- Fractura Frágil
- Desgrane del material

#### 3.4.1.1.- ENCUESTA PARA ANALIZAR LA HERRAMIENTA

##### Generalidades:

1.1 Nombre de la herramienta: Cortaperros o Cortafrio

1.2 Descripción del funcionamiento de la herramienta:

Es utilizada para cortar hierro en la industria de la construcción:

- a) Corta barras de hierro dulce hasta un espesor de 0.375"
- b) Funciona todo el año en forma discontinua
- c) No requiere de acabados, excepto en el filo al cual se le da un tratamiento térmico de temple y revenido.

1.3 Descripción de la herramienta (Ver figura 3-36)

- a) Composición del material : Acero AISI 6150
- b) Forma de la pieza (ver figura 3-37A)
- c) Dimensiones (ver anexo planos 4 Y 5)
- d) Acabado de las diferentes partes: No hay partes muy pulidas.
- e) No requiere ajustes de precisión

1.4 Adquisición y Costos (ver tabla 3-2)

Tabla 3-2 Adquisición y Costo del Cortapernos (24")

Forma de adquisición			Costo de mercado	Tiempo de Duración	Duración Satisfactoria	
	fácil	difícil			SI	NO
Nueva importada	X	-	¢ 490.00		X	
Usada	no dato	-	-	-	-	
Reparada	no dato	-	-	-	-	
Fabricada Localmente	X		¢ 52.75 */	X		

\*/: Este costo solo incluye la construcción de la quijada de la herramienta.

- b) Tipos de falla: desgaste, desgrane o astillado, y rotura frágil.

El material comúnmente utilizado para elaborar las quijadas del cortapernos son las hojas de resorte de ballesta de vehículos.

- c) Esquema del sitio de la falla (figura 3-37B) y de la apariencia de la falla.

#### 1.5 Seguridad

- a) Cuando falla la pieza se detiene la producción ocasionando perdidas materiales. No pone en peligro la integridad de personas.

#### 1.6 Requerimiento de Funcionamiento:

Trabajo Sometido a:

- a) Esfuerzo de flexión
- b) Corrosión cuando por descuido se deja a la intemperie
- c) Esfuerzo cortante

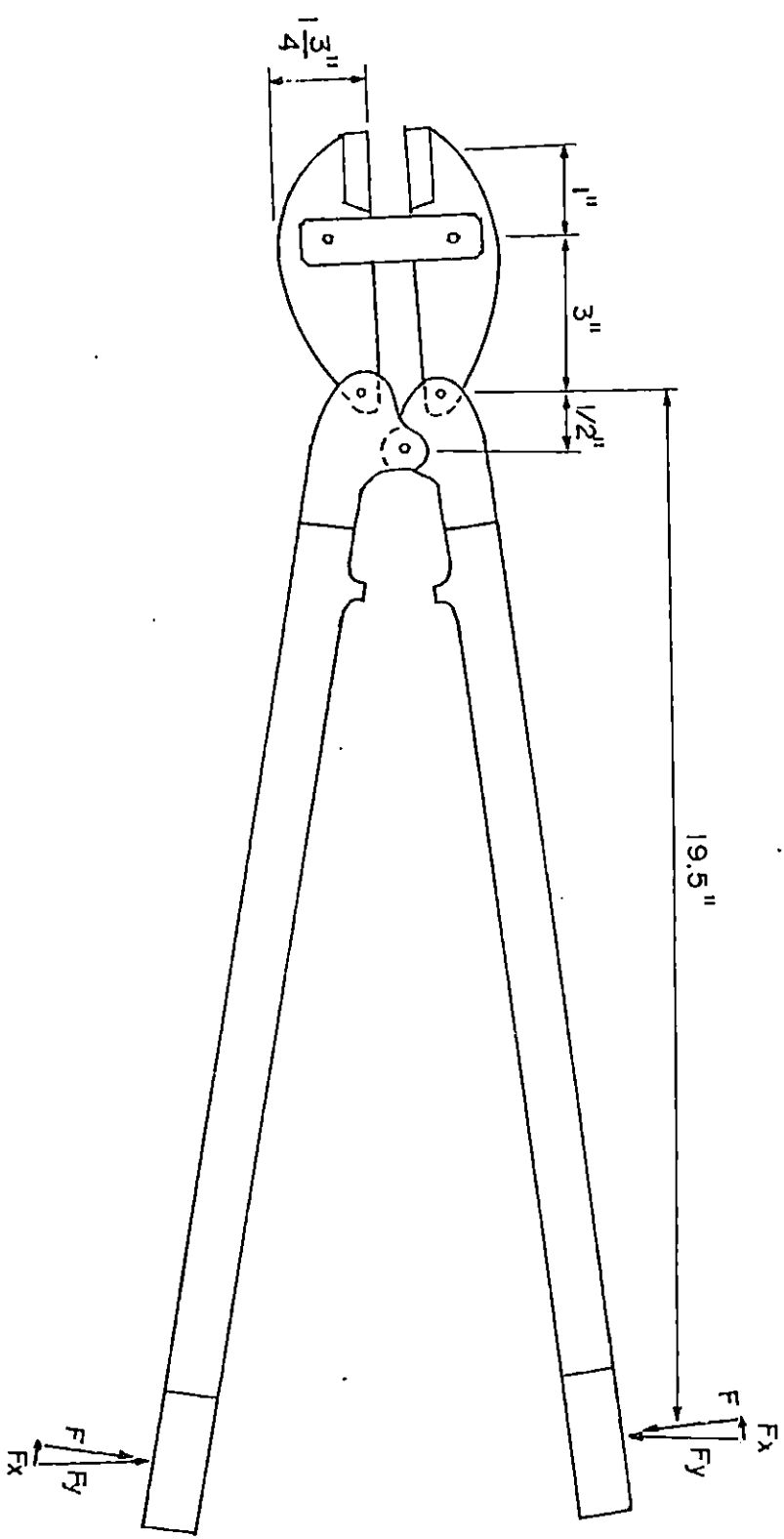


Figura 3-36 CORTAPERNO

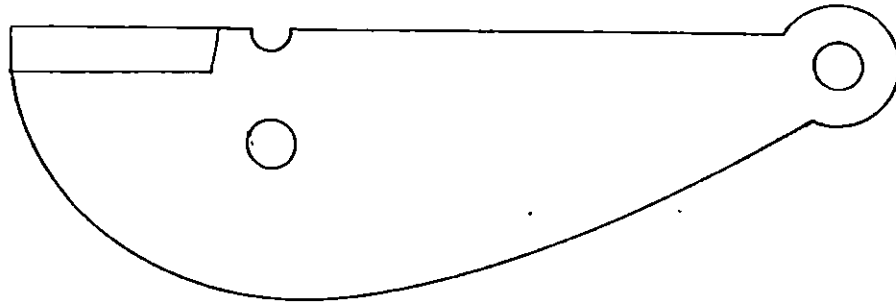


Figura 3-37A Forma de la Pieza

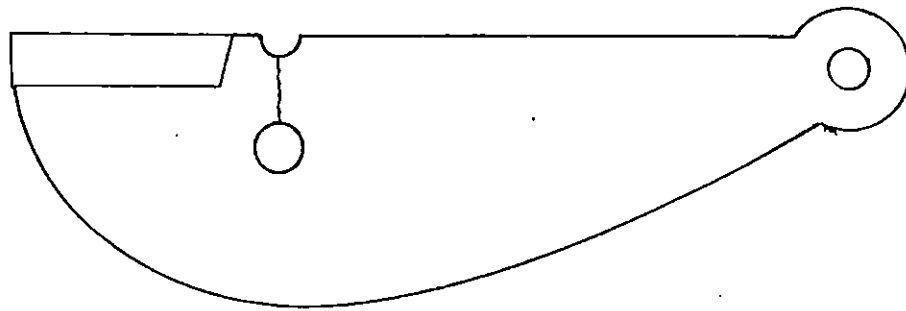


Figura 3-37 Esquema del sitio de la falla



### 3.4.2.- COSTO DEL CORTAPERNO

(Costo Unitario Cuando se Fabrica una Docena)

#### I- Material Utilizado

- a) Acero AISI 6150 (Hojas de resorte de ballesta  
150 mm x 60 mm) \*/. . . . . ¢ 15.75
- a) Carbón Vegetal (costo por libra). . . . . ¢ 3.00

#### II- Equipo Utilizado

- a) Fragua. . . . . ¢ 1.00
- b) Yunque. . . . . ¢ 0.50
- c) Almadanas. . . . . ¢ 0.50

#### III- Recursos Humanos

- a) Del herrero. . . . . ¢ 10.00
- b) Del ayudante. . . . . ¢ 5.00

IV- Transporte. . . . . ¢ 5.00

V- Ganancia. . . . . ¢ 10.00

VI- Otros . . . . . ¢ 2.00

---

TOTAL . . . . . ¢ 52.75

\*/ Adquirido de las hojas que han fallado.

### 3.4.3.- ANALISIS DE ESFUERZOS

#### 3.4.3.1.- ANALISIS DE CARGAS

Elaborando un diagrama de cuerpo libre (Figura 3-38) se tiene una pieza trabajando a flexión: El valor de la fuerza "P" que actúa en la quijada depende de la fuerza "F" aplicada y el valor se obtiene haciendo sumatoria de momentos con respecto al punto "A" (figura 3-38) de la siguiente manera:

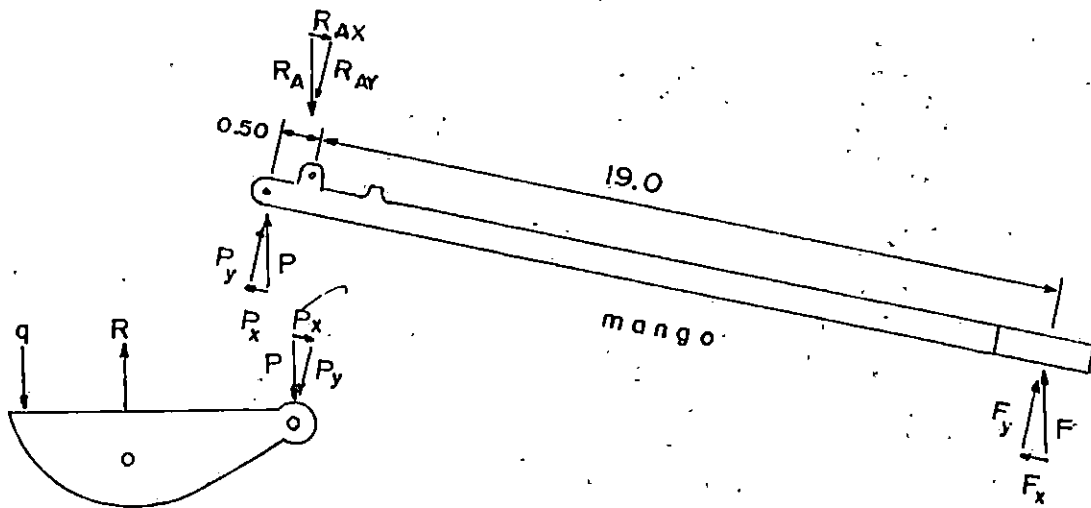


Figura 3-38

La fuerza "F" deberá ser medirse por medio de un dinamómetro, ya que es la fuerza aplicada al mango del cortapernos. suponiendo una fuerza F de 50 libras.

$$F = 50.00 \text{ libras}$$

$$F_y = F \cos(\alpha)$$

$$F_y = 50.00 \cos(7^\circ)$$

$$F_y = 50.00 (0.99)$$

$$F_y = 49.50 \text{ libras}$$

Analizando fuerzas que actúan en el mango:

$$+\circlearrowleft \Sigma M_A = 0$$

$$19F_y - 0.5P_y = 0$$

$$P_y = 38F_y$$

$$P_y = 38 (49.50)$$

$$P_y = 1881.00 \text{ libras}$$

Para obtener el valor de P:

$$P \cos(\alpha) = P_y$$

$$P = \frac{P_y}{\cos(\alpha)}$$

$$P = \frac{1881.00}{\cos(7^\circ)}$$

$$P = 1900.00 \text{ libras}$$

Analizando la quijada:

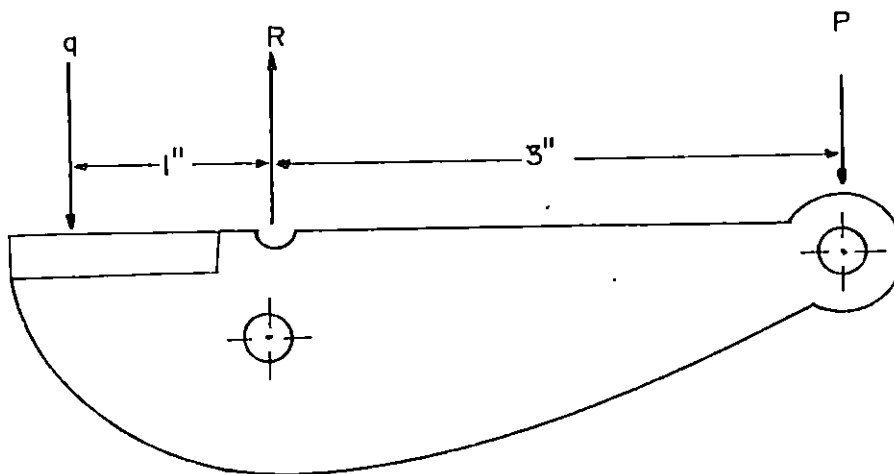


Figura 3-39

Haciendo sumatoria de momentos con respecto al agujero central se tiene:

$$\begin{aligned} + \sum M_R &= 0 \\ - 3P + q(1) &= 0, \end{aligned}$$

Se tiene q en función de P:

$$q = 3P = 3(1900.00)$$

$$q = 5700.00 \text{ libras}$$

Encontrando el valor de la reacción "R"

$$\begin{aligned} + \sum F_v &= 0 \text{ (Sumatoria de fuerzas verticales)} \\ R - P - q &= 0 \\ R &= P + q \end{aligned}$$

como  $q = 5700.00$  libras y  $p = 1900.00$  libras, entonces

$$R = 1900.00 + 5700.00$$

$$R = 7600.00 \text{ libras}$$

Luego haciendo un análisis de flexión en la pieza se tiene lo siguiente:

Los puntos A, B y C son los puntos donde actúan las fuerzas q, R y P respectivamente.

Haciendo un corte entre A y B para obtener el valor del cortante:

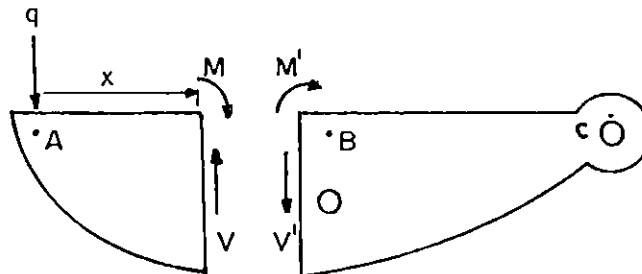


Figura 3-40

Tramo A - B

Sumando fuerza verticales

$$+ \Sigma F_v = 0$$

$$V - q = 0$$

$$V = q$$

$$V = 5700.00 \text{ lbs (constante)}$$

Sumando Momentos con respecto al corte o sección

$$+ \Sigma M = 0$$

$$qx - M = 0$$

$$M = qx$$

$$M = 5700x \text{ lb-pulg (variación lineal)}$$

Para el tramo B - C

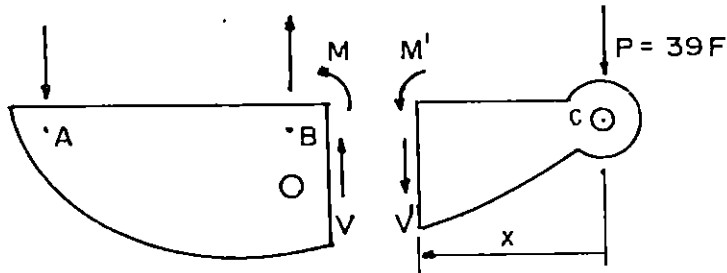


Figura 3-41

Sumando fuerzas verticales

$$+ \Sigma F_v = 0$$

$$- V' - P = 0$$

$$V' = -P$$

$$V' = -1900 \text{ libras}$$

Sumando momentos con respecto al punto de corte

$$+ \Sigma M = 0$$

$$M' - Px = 0$$

$$M' = Px$$

$$M' = 1900x \text{ lb-pulg}$$

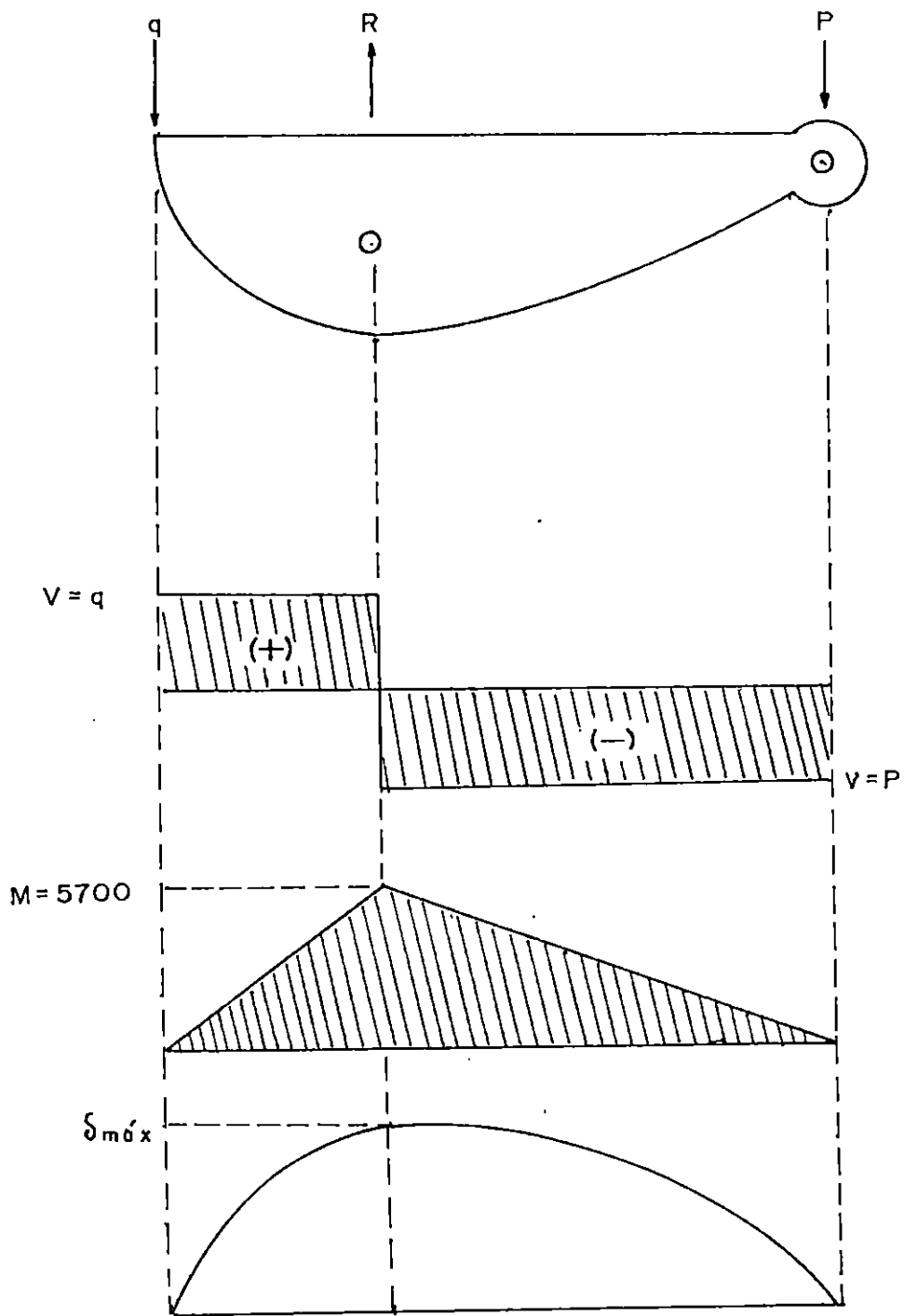


Figura 3-42 Diagrama de Momento Flector y Cortante.



si  $x = 0$

$$M = 0$$

si  $x = 3$

$$M = 1900 \text{ (3)}$$

$$M = 5700 \text{ lb-pulg (máximo valor)}$$

En la sección transversal del punto "B" ( $X=1$ ):

El momento flector tiene su máximo valor o modulo. Entonces el punto "B" se considera un punto critico y es en ese punto donde se da la falla debido a la fuerza flexionante.

Para conocer el valor del esfuerzo flexionante puro se utiliza la formula:

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

Donde:  $M$  : Momento flector

$C$  : Centroide de la sección transversal

$I$  : Momento de inercia de segundo orden de la sección

### 3.4.3.2.- CALCULO DEL CENTROIDE

Considerando la sección transversal como un rectángulo y tomando como referencia el borde superior, se tiene la siguiente tabla:

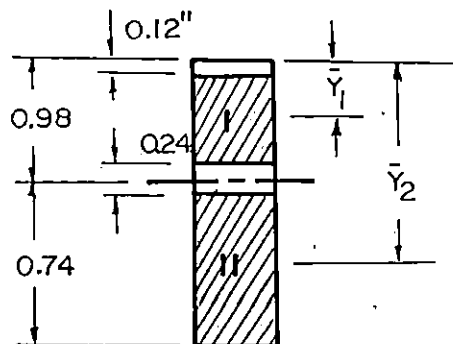


Tabla 3-3

Figura	$\bar{Y}_i$ (pulg)	$A_i$ (pulg <sup>2</sup> )	$\bar{Y}_i A_i$ (pulg <sup>3</sup> )
I	0.49	0.35	0.17
II	1.44	0.31	0.45
$\Sigma$		0.66	0.62

Figura 3-43 Sección transversal de la quijada

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i A_i}{\sum A_i} = \frac{0.67}{0.66}$$

$$\bar{Y} = 0.94 \text{ pulgadas}$$

$$C = \bar{Y} - 0.12 = 0.94 - 0.12$$

$$C = 0.82 \text{ pulgadas}$$

### 3.4.3.3.- Cálculo del Momento de Inercia

El Momento de Inercia se define así:

$$I = I_1 + I_2$$

Donde:  $I$  : Momento de Inercia de la sección compuesta  
(Rectángulo 1 + Rectángulo 2)

$I_1$ : Momento de inercia del rectángulo 1

$I_2$ : Momento de inercia del rectángulo 2

a) Para el rectángulo 1:

$$I_1 = \frac{1}{12} bh^3 + A_1 d_1^2$$

$$I_1 = \frac{1}{12} (0.47)(.74)^3 + (0.35)(.45)^2$$

$$I_1 = 0.0159 + 0.0709$$

$$I_1 = 0.0868 \text{ pulg}^4$$

b) Para el Rectángulo 2:

$$I_2 = \frac{1}{12} bh^3 + A_2 d_2^2$$

$$I_2 = \frac{1}{12} (0.47)(0.67)^3 + (0.31)(0.5)^2$$

$$I_2 = 0.0118 + 0.0388$$

$$I_2 = 0.0506 \text{ pulg}^4$$



Entonces El momento total de inercia será:

$$I = I_1 + I_2$$

$$I = 0.0868 + 0.0506$$

$$I = 0.1374 \text{ pulg}^4$$

Como actúan tanto esfuerzos flexionantes como cortantes, entonces el esfuerzo de trabajo viene dado por la formula:

$$\sigma_t = \frac{M_{max} C}{I} + \frac{V}{A}$$

Donde:

$\sigma_t$  : Esfuerzo transversal o de trabajo

$M_{max}$  : Momento máximo

C : Distancia de la superficie a la línea neutra

I : Momento de inercia

V : Fuerza cortante

A : área transversal

$$\sigma_t = \frac{5700 * (0.94 - 0.12)}{0.1374} + \frac{7600}{0.66}$$

$$\sigma_t = 45,532.62 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$\sigma_t = 45.53 \text{ KSI}$$

#### 3.4.3.4.- Selección del Material

Requerimientos:

El material ha utilizar deberá tener las siguientes características:

1.- Buena tenacidad y dureza

- 2.- Debe ser fácilmente templable
- 3.- Deber ser trabajable en caliente
- 4.- Debe estar a disposición del herrero
- 5.- Costo de adquisición bajo

Considerando que para los herreros es el mejor acero para herramientas de corte sin desprendimiento de viruta se selecciona el Acero AISI 6150, ya que cumple con las condiciones mencionadas

#### 3.4.3.4.1.- Propiedades del Material Seleccionado

- Este acero posee las condiciones necesarias para el normal funcionamiento de la pieza por sus características 9/:
  - i) Maquinable
  - ii) Resistencia última a la tensión 500 BHN
  - iii) Dureza Brinell : 386.6 (BHN)
- Se encuentra disponible en algunos lugares de abastecimiento de repuestos de vehículos o en fabricas de fundición
- Se encuentra a bajo costo en los lugares antes mencionados

#### 3.4.3.5.- Factor de Seguridad

El Factor de Seguridad se define como la relación que hay entre el esfuerzo máximo y el esfuerzo de trabajo

En este caso el material presenta fractura frágil entonces el Factor de Seguridad se escribe así:

$$F.S. = \frac{S_u}{K_f \sigma}$$

Donde:  $K_f$  : Factor geométrico de concentración del esfuerzo

De Shigley "Diseño en Ingeniería Mecánica" 3<sup>ra</sup> Ed. página 261  
ecuación 622.  $K_s = 3$

De los datos del material:  $S_u = 500$  BHN (fórmula para acero  $Z'$ )

$$S_u = 500 (386.6) \text{ Psi}$$

$$S_u = 193,300.00 \text{ Psi}$$

$$S_u = 193.30 \text{ KSi}$$

Entonces el Factor de Seguridad será:

$$\text{F.S.} = \frac{193.3 \text{ KSi}}{(3) 45.53 \text{ KSi}}$$

$$\text{F.S.} = 1.42$$

Este es un Factor de Seguridad satisfactorio para las condiciones de operación de la herramienta, ya que no hay riesgo al operar la herramienta.

#### 3.4.3.6.- Dimensionamiento del Material a Cortar

Algo muy importante en el cálculo es la dimensión de material que la herramienta será capaz de cortar.

La característica que debe cumplir el material a cortar es que debe tener un menor esfuerzo en cortadura que el de la herramienta ( $\sigma_c < \sigma_h$ ).

Para un material de sección transversal circular (por ejemplo hierro corrugado) sometido a una carga  $q$  el esfuerzo en cortadura del material viene dado por la expresión:  $\tau = V/A$  en cortante.

Donde  $V$  : Valor del cortante

$A$  : Area de la sección circular del material

De la figura 3-41  $V = q$  , entonces  $\tau_{..} = q/A$

$$\text{Luego } \tau_{..} = \frac{q}{\frac{\pi d^2}{4}}$$

Despejando "d" se tiene:

$$d = \left[ \frac{4 q}{\pi \tau_{..}} \right]^{(0.5)}$$

Del análisis estático sabemos que:

$$q = 5700 \text{ libras}$$

También  $\tau_{..} = (0.5)S_{..}$  para el hierro corrugado grado 60 norma  
ASTM  $S_{..} = 60,000 \text{ Psi}$

$$\tau_{..} = (0.5) (60,000)$$

$$\tau_{..} = 30,000 \text{ Psi (Esfuerzo en cortadura del hierro corrugado)}$$

Entonces el diámetro máximo permisible a cortar será:

$$d = \left[ \frac{4 (5,700) \text{ libras}}{\pi (30,000) \text{ Psi}} \right]^{(0.5)}$$

$$d = 0.49 \text{ pulgadas (diámetro máximo permisible de corte)}$$

$$d = 0.50 \text{ pulgadas}$$

#### 3.4.4.- Procedimiento de fabricación para la Quijada de un Corta-pernos (de 24 pulgadas)

- 1.- Tomar una hoja o fragmento de hoja de resorte de ballesta (ACERO AISI 6150) de 167 mm x 50 mm x 15 mm. cuyas dimensiones corresponden al largo, ancho y espesor respectivamente.
- 2.- Calentar hasta el rojo cereza (entre 800°C - 900°C) para ablandar el material.
- 3.- A continuación golpear en compresión (estirado) para lograr el espesor correcto y además obtener tenacidad en la pieza (textura fibrosa), es decir, que por la acción del trabajo de deformación los granos se reorientan ganando el metal propiedades direccionales (este procedimiento sólo se hace una vez).
- 4.- Cuando la pieza se haya enfriado lentamente a temperatura ambiente colorear una cara del fragmento de la hoja con yeso.
- 5.- Trazar con un rallador la figura de la quijada con las dimensiones especificadas en el Plano N° 5 (ver anexos)
- 6.- Calentar nuevamente a 750°C (rojo cereza) en la fragua.

- 7.- Sacar de la fragua para efectuar el corte de la figura con una sierra manual o con cincel
- 8.- Efectuar los agujeros con taladro o punzón, a la medida especificada en el plano N<sup>o</sup> 5 (ver anexos)
- 9.- Dar forma al filo según dimensiones del plano N<sup>o</sup> 5 y luego afilar
- 10.- Austenizar a la temperatura de 750<sup>o</sup>C (rojo cereza) y enfriar en aceite (temperatura del aceite 425<sup>o</sup>C) 9/
- 11.- Dar un revenido desde los 425<sup>o</sup>C en aceite a temperatura ambiente
- 12.- Pasar la pieza por un control de calidad para comprobar la exactitud dimensional, comparándola con una pieza patrón. Para probar la dureza se puede emplear la prueba de la lima, teniendo el cuidado de que la dureza de la pieza fabricada sea igual o mayor que la dureza de la unidad patrón

### 3.4.5.- Conclusiones y Recomendaciones

- 1.- Así como se ha visto que esta herramienta puede fabricarse económicamente, también hay otras medidas para esta herramienta fabricadas bajo norma, que pueden manufacturarse mediante el procedimiento indicado.
  
- 2.- Si se presentara nuevamente el problema de desgrane de material en el filo (perdida de ductilidad), entonces dar un recocido en la ceniza desde 625°C para lograr la recuperación del grano fino (consultando a un herrero y en los libros de tratamiento térmicos 9/).

**C A P I T U L O   C U A T R O**

**PROPUESTA PARA MEJORAR  
EL FUNCIONAMIENTO DE LOS  
TALLERES DE HERRERIA**



## **CAPITULO 4: PROPUESTA PARA MEJORAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS TALLERES DE HERRERIA**

### **4.1.- Problemática General de los Talleres de Herrería**

En el diagnóstico de los talleres de herrería se obtuvo información, sobre el funcionamiento, capacitación del personal, control de calidad, etc.

La problemática de los talleres de herrería se puede resumir de la siguiente manera:

- 1.- Capacitación técnica y administrativa
- 2.- Financiamiento
- 3.- Normas y equipo de seguridad
- 4.- Poca oferta de producto (grupo limitado de dispositivos que pueden fabricar)
- 5.- Condiciones inadecuadas de trabajo
- 6.- Divulgación de su artesanía
- 7.- Falta de apoyo gubernamental y de instituciones educativas

### **4.2.- Alternativas de Solución Clasificadas por Areas.**

Para que propietarios y trabajadores de los talleres de herrería puedan hacerle frente a estos problema, se recomienda:

#### **A - Características Generales del Establecimiento.**

- i) Para fortalecer los talleres de Herrería se propone la asociación de los propietarios de dichos talleres a fin de considerar en conjunto los problemas y hacer conciencia en

los propietarios de la importancia que el trabajo realizado por ellos tiene en las economías locales.

- ii) Una propuesta de solución para mejorar las características del establecimiento es el ordenamiento del equipo y materiales que se encuentran en el establecimiento tal como se muestra en el Plano N<sup>o</sup> 6 de los anexos.

#### B - Area Tecnológica.

- i) Adquirir equipo moderno para mejorar la eficiencia de los talleres en lo que respecta a elaboración de piezas conformadas, ya sea en frío o en caliente. Esto conlleva a adaptar la forma de trabajo para obtener niveles de producción más altos. El equipo mínimo en cada caso dependerá de las piezas a elaborar, pero se sugiere el siguiente:

- Fragua
- Yunque
- Esmeril
- Sierra Mecánica
- Mesa de Trabajo

- Depósito de Herramientas (tenaza, martillos, limas, etc.)
- Depósito de Materiales
- Depósito de agua y aceite
- Depósito de Carbón
- Depósito de Materia Prima
- Depósito de Producto terminado
- Tolva de Materiales de Desechos
- Casillero
- Martinete

De nuevo se hace referencia a la distribución en planta del Plano N°6. Las dimensiones del taller, el espaciamiento entre una parte del equipo y otra dependerá del espacio total que se tenga disponible.

- ii) Para mejorar la capacidad de la planta se propone la capacitación administrativa para que el trabajo esté organizado en equipo, aprovechando al máximo el equipo adoptado. Dicha capacitación puede estar a cargo de estudiantes de los últimos años de Administración de Empresas, Ingeniería Mecánica e Industrial como una proyección social.
- iii) Se sugiere: capacitación en trabajo mecánico de metales, tratamientos térmicos y procesos de fabricación.
- iv) Utilizar equipo moderno para mejorar condiciones de trabajo:
  - Acoplar un ventilador en la fragua para evitar esfuerzos a la persona que maneje el fuelle .
  - Martinete para evitar exceso de esfuerzo al martillar

- Esmeril para afilar las herramientas,
- Equipos y dispositivos de seguridad

**C - Area de Calidad.**

- i) Que el herrero implante en sus productos las pruebas prácticas, como lo son:
  - Inspección visual (de ser posible, ayudarse con lupa cuando se requiera)
  - Prueba de la chispa (para identificar materiales con la ayuda del esmeril)
  - Prueba de la lima para verificar dureza (resistencia)
  - Comparación con un patrón (dimensiones normalizadas)
  - Registro de fallas con los clientes
- ii) Cuidar de que las herramientas y dispositivos que utiliza para fabricar los productos estén en buenas condiciones para no deteriorar el material de las piezas que fabrica.
- iii) Mejorar el acabado y la estética de los productos terminados (capacitación en recubrimientos y acabado superficial)

**D- Area de Producción.**

- i) Capacitar y adiestrar a los herreros para que implanten un programa de mantenimiento. Iniciando este programa con una valuación del equipo, herramientas y materiales que hay en el taller, y luego hacer un expediente para cada equipo y grupo de herramientas con las indicaciones necesarias para revisarlas periódicamente.

ii) Orientar a los herreros para que efectúen reuniones periódicas en las cuales se identifiquen los problemas comunes y haya intercambio de ideas con respecto a los procesos de fabricación con el fin de mejorarlos con lo cual los costos bajaran y la producción aumentará, esto se puede realizar incentivando a los herreros a organizarse en gremios.

iii) El número mínimo de personas que se necesitan en un taller como se muestra en el Plano N<sup>o</sup> 6 es de 7, distribuidas de la siguiente manera:

- Dos obreros en la mesa de trabajo
- Un obrero en la fragua
- Un obrero en la sierra mecánica
- Dos obreros en el yunque
- El dueño del taller que administre y comercialice los productos.

#### E - Area de Mercado.

Para que los productos fabricados en los talleres de herrería sean vendidos a precios adecuados en el menor tiempo posible es recomendable:

- i) Que dependiendo de la zona donde se encuentre localizado el taller así sea el tipo de producto que se fabricará. Si el taller se encuentra en la zona rural el tipo de producto que se tiene que fabricar son herramientas agrícolas o herramientas utilizadas en carpintería. Si el taller se encuentra localizado en la zona urbana, las herramientas a fabricar son las utilizadas en la construcción, en los talleres automotrices, etc. Además si un taller se encuentra en la zona rural, puede fabricar herramientas para la construcción, para uso de talleres automotrices, etc. siempre y cuando se tengan los medios para distribuir el producto. De igual manera para los talleres que se encuentran en la zona urbana pueden fabricar productos agrícolas, si tienen los medios para distribuirlos.
- ii) Para determinar el precio de un producto es necesario tomar en cuenta los siguientes factores: Costo de materia prima, Mano de obra, Transporte, Consumo de combustible,<sup>10</sup> Depreciación de maquinaria y equipo, Ganancia.
- Si el propietario del taller no tiene la capacidad de combinar estos factores es necesario que consulte a una persona idónea en el campo de las ventas (Técnico en Mercadotecnia, un Administrador de Empresas, etc.).
- iii) En la ganancia de un producto, parte de esta debe ser utilizada para hacerle publicidad. La publicidad debe hacerse en los medios de comunicación más escuchados o más leídos por el consumidor en las horas o espacios en que este

pueda recibir el mensaje.

**F - Area Financiera.**

- i) Para poder adquirir financiamiento para el funcionamiento adecuado de un taller de herrería, es recomendable que los interesados se asocien en una cooperativa. En primer lugar lo que se debe hacer es obtener la personería jurídica de la cooperativa, para esto puede consultarse a asociaciones de cooperativas como: FECORAO<sup>1</sup>, FENACOA<sup>2</sup>, entre otras. Cuando la cooperativa tiene su personería jurídica, ya es reconocida como cooperativa, luego puede tramitar crédito en algunas instituciones como: Caja de Crédito, Instituciones de Ahorro y Crédito, Bancos, etc.
- ii) Otra forma de obtener financiamiento es a través de un préstamo personal. Los pasos a seguir para obtener un préstamo personal dependen de la institución donde se solicite el préstamo.
- iii) Solicitar ayuda a instituciones de financiamiento para la pequeña empresa, tales como FIGAPE, FEDEDREDITO, etc.
- iv) Solicitar ayuda a organismos internacionales tales como AID, CEE, etc.

---

<sup>1</sup> FECORAO: Federación de Cooperativas de la Reforma Agraria de Oriente.

<sup>2</sup> FENACOA: Federación Nacional de Cooperativas Agrícolas.

#### G - Capacitación de Personal.

Para que la capacitación de los talleres de herrería sea eficiente es recomendable:

- i) Que las instituciones técnicas así como las universidades programen cursos de capacitación para los trabajadores de la herrería. También incorporar en algunos de los programas de las asignaturas relacionadas con la mecánica, como temas sobre herrería.
- ii) Que el gremio de herreros promueva intercambios de experiencias de los trabajadores de distintos talleres de herrería que existen en el país.
- iii) El Ministerio de Educación puede contratar los herreros más reconocidos para impartir cursos, demostrar sus habilidades, exhibición de artesanías, etc.

A parte de esto, algunas herramientas y dispositivos que puedan ser fabricadas en los talleres son: Tijeras, esferas, barras de dirección y brazo pitman de vehículos; llaves para mecánicos, grifas de todo tamaño, etc.

#### 4.3.- Cotización de Precios de Equipo, Herramientas y Materia Prima para los Talleres de Herrería.

Para la compra de equipo, herramientas y materia prima se presenta a continuación una cotización de precios, de los cuales de acuerdo a los fondos que se tengan se puede seleccionar el equipo que se será conveniente.

Las cotizaciones que se presentan ha sido recabadas por la



necesidad de conocer el monto aproximado para instalar con el equipo mínimo necesario un taller de herrería (cuadro 4-8), exceptuando la fragua. Se presentan tres tipos de cotizaciones: sobre equipo básico, herramientas y los tipos de aceros más comunes en el mercado.

C U A D R O 4-1

COTIZACION DE PRECIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO  
 NOMBRE DEL ALMACEN: REDI  
 FECHA DE COTIZACION: 30-DIC-91

MAQUINA	TAMAÑO Y/O CAPACIDAD	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA	CORRIENTE MONOFASICA 110/220 DE 30 A 50 AMP. AC CON UN CICLO DE TRAB. DEL 50%	2,526.85	MARCA BAMBOZZI MOL TP1B171 HECHO EN BRASIL, UN CABLE CON TENAZA PORTA ELECTRODO Y UN CABLE POLO TIERRA ALMACEN REDI
EQUIPO DE SOLDADURA AUTOGENA	TIPO INDUSTRIAL SUPER RANGER SERVICIO PESADO	3,995.00	MARCA VICTOR HECHO EN USA NO INCLUYE CILINDROS
GUILLOTINA O CIZALLA DE PALANCA			
ESMERIL DE DOS NUELAS			
TORNO	DISTANCIA ENTRE PUNTOS 1 M VOLTIO 430 mm, ANCHO DE BANCADA 278 mm 12 VELOCIDADES MOTOR 5 HP CONO EJE PRINC. MT #6	50,000.00	DE ALTA PRECISION TIPO BANCADA MARCA JONHFORO MODELO 1740 NARIZ EJE PRINC. D1-6
TOTAL		56,521.85	

DIO LOS DATOS: MAURICIO CABEZAS

C U A D R O 4-2  
 COTIZACION DE PRECIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO  
 NOMBRE DEL ALMACEN: COOPERATIVA SACERDOTAL  
 FECHA DE COTIZACION: ENERO DE 1992

MAQUINA	TAMAÑO Y/O CAPACIDAD	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
PRENSA DE MESA	4" ANCHO MORDAZA	₡ 123.75	MARCA TAIWANES
	5" ANCHO DE MORDAZA	₡ 153.75	MARCA TAIWANES
TALADRO TIPO DE SOBREMESA	5 VELOCIDADES	₡ 1,800.00	1/4 TKG CHOCH 1/2
	1/4 HP 12 VELOCIDADES	₡ 2,000.00	3 FAJAS TKG
ESMERIL DE DOS NUELAS	1/3 HP	₡ 600.00	MARCA TAIWANES
TOTAL		₡ 4,677.50	

DIO LOS DATOS: SONIA VALLADARES

C U A D R O 4-3  
 COTIZACION DE PRECIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO  
 NOMBRE DEL ALMACEN: OXGASA  
 FECHA DE COTIZACION: 19-DIC-91

MAQUINA	TAMAÑO Y/O CAPACIDAD	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
PRENSA DE MESA	125 mm ANCHO DE MORDAZA	₡ 1,125.00	MADA ACESA, FABRICACION ESPAÑOLA
EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA	225 AMP. 110/220 VOLTIOS AC MODELO TUNDEBOLT	₡ 3,560.00	MARCA MILLER, FABRICACION ITALIANA
	MODELO TUNDEBOLT AC/DC	₡ 5,400.00	MARCA MILLER, FABRICACION ITALIANA
EQUIPO DE SOLDADURA AUTOGENA	CAPACIDA DE CORTE 5" CAPACIDAD P/SOLDAR 4" MARCA HARRIS	₡ 2,875.00	NO NCLUYE LOS CILINDROS MODELO 4373
GUILLOTINA O CIZALLA DE PALANCA	ESP. DE CORTE 4 mm MOD. IBR4	₡ 1,140.00	MARCA PEDDINHOU FABRICACION ALEMANA
	ESP. DE CORTE 6 mm MOD. IBR6	₡ 2,250.00	
ESMERIL DE DOS NUELAS	1/4 HP 110V 3600 RPM	₡ 475.00	MARCA FIJOTH FABRICACION TAIWANESA
	1/3 HP 110V 3600 RPM	₡ 665.00	
SIERRA ALTERNATIVA	SIERRA DE BRAZO DE 1 HP	₡ 12,779.00	FABRICACION TAIWANESA
TOTAL		₡ 30,269.00	

DIO LOS DATOS:

C U A D R O 4-4  
 COTIZACION DE PRECIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO  
 NOMBRE DEL ALMACEN: ALMACENES VIDRI S.A.  
 FECHA DE COTIZACION: ENERO DE 1992

MAQUINA	TAMAÑO Y/O CAPACIDAD	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
PRENSA DE MESA	4" ANCHO DE MORDAZA #1504	₡ 280.00	
TALADRO TIPO DE SOBREMESA	SHOCK 5/8" MODELO TT16	₡ 2,650.00	
YUNQUE	#2390 50 KILOGRAMOS	₡ 1,250.00	
EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA	CENTURY 220V LINCOLN 110V	₡ 2,750.00 ₡ 3,250.00	
EQUIPO DE SOLDADURA AUTOGENA	MCAD	₡ 4,136.00	NO INCLUYE CILINDROS
GUILLOTINA O CIZALLA DE PALANCA	#4 6 mm CORTE	₡ 1,400.00	
ESMERIL DE DOS MUELAS	3/4 HP 8" DIAMETRO DE MUELAS	₡ 2,125.00	#6820
TOTAL		₡ 17,841.00	

DIO LOS DATOS: WILLIAM DURAN

C U A D R O 4-5  
 COTIZACION DE PRECIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO  
 NOMBRE DEL ALMACEN: PROYMA S.A. DE CV  
 FECHA DE COTIZACION: ENERO-1992

MAQUINA	TAMAÑO Y/O CAPACIDAD	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
ESMERIL DE DOS MUELAS	1/4 CAB. VAPOR 3400 RPM 125 VOLTIOS MONOFASICO	₡ 1,232.00	ELECTRO ESMERILADORA MODELO E-150 M, NO INCLUYE MUELAS
TORNO	ALTURA DE PUNTOS 16 mm DIST. ENTRE PUNTOS 1 MT PLATO NIVERSAL DE 0.2 M	₡ 45,000.00	TORNO UNIVERSAL RECONSTRUIDO INCLUYE PLATO 4 GARRAS 0.25 M DIAT. LUNETAS FIJAS Y MOVIL EQUIP. DE REFR.
TOTAL		₡ 46,232.00	

DIO LOS DATOS: MARIA EUGENIA DE PEÑATE

C U A D R O 4-6  
 COTIZACION DE PRECIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO  
 NOMBRE DEL ALMACEN: FREUND S.A. DE C.V.  
 FECHA DE COTIZACION: 9-ENERO-1992

MAQUINA	TAMAÑO Y/O CAPACIDAD	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
ESMERIL DE DOS MUELAS	3/4 HP 360 RPM	€ 2,150.90	BLACK AND DECKER HEAVY DUTY 8"x1"
TOTAL		€ 2,150.90	

DIO LOS DATOS: RENE VASQUEZ

C U A D R O 4-7  
 COTIZACION DE PRECIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO  
 NOMBRE DEL ALMACEN: "BLANCO Y NEGRO"  
 FECHA DE COTIZACION: 30-DIC-91

MAQUINA	TAMAÑO Y/O CAPACIDAD	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
PRENSA DE MESA	PRENSA GIRATORIA ANCHO DE MORBAZA	€ 900.00	
TALADRO TIPO DE SOBREMESA	SHOCK 1/2" MOTOR 1/2 HP 6 VELOCIDADES	€ 2,100.00	
EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA	MARCA LINCOLN DE 225 AMPERIOS	€ 3,000.00	
ESMERIL DE DOS MUELAS	1/2 HP CON DOS PIEDRAS DE 8" DE DIAMETRO	€ 950.00	
TORNO	TORNO PARALELO P/TRABAJAR METALES 40" ENTRE PUNTOS 14" DE VOLTEO (NUEVO)	€ 40,000.00	MARCA JET
SIERRA ALTERNATIVA	MOTOR DE 1/3 HP CAPACIDAD DE CORRTE 6" DE DIAMETRO	€ 6,800.00	MARCA JET
TOTAL		€ 53,750.00	

DIO LOS DATOS: ADOLFO ESCOBAR

COTIZACION DE PRECIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO UTILIZADO EN LAS HERRERIAS  
OPTIMIZACION DE PRECIOS

MAQUINA	TAMANO Y/O CAPACIDAD	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
PRENSA DE MESA	5" ANCHO MORDAZA	¢ 173.75	MARCA TAIWANESE EMPRESA COOPERATIVA SACERDOTAL
TALADRO TIPO DE SOBRENESA	SHOCK DE 1/2" MOTOR DE 1/2 HP 6 VELOCIDADES	¢ 2,100.00	ALMACEN BLANCO Y NEGRO
YUNQUE	2390 50 KILOGRAMOS	¢ 1,250.00	ALMACEN VIDRI S.A.
EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA	CORRIENTE MONOFASICA 110/220 DE 30 A 50 AMP. AC CON UN CICLO DE TRABAJO DE 50%	¢ 2,526.85	MARCA BAMBOZZI MOD. TP16171 HECHO EN BRASIL, UN CABLE CON TENAZA PORTA ELECTRODO Y UN CABLE POLO TIERRA. ALMACEN REDI
TALADRO DE COLUMNA VERTICAL	SHOCK DE 5/8" 3/4 HP 12 VELOCIDADES	¢ 3,200.00	ALMACEN "BLANCO Y NEGRO"
EQUIPO DE SOLDADURA AUTOGENA	CAPACIDAD DE CORTE 5" CAPACIDAD P/SOLDAR 1"	¢ 2,875.00	"OIGASA" MARCA HARRIS NO INCLUYE CILINDROS
GUILLOTINA O CIZALLA DE PALANCA	ESPESOR DE CORTE 4 mm	¢ 1,140.00	"OIGASA" MARCA PEDDINHAS FABRICACION ALEMANA IBR4
ESMERIL DE DOS RUEDAS	MOTOR 1/2 HP	¢ 600.00	COOPERATIVA SACERDOTAL MARCA TAIWANESE
TORNO	TORNO PARALELO P/TRAB. METALES 40" ENTRE PUNTOS 14" VOLTEO (NUEVO)	¢ 40,000.00	ALMACEN "BLANCO Y NEGRO" MARCA JET
SIERRA ALTERNATIVA	MOTOR 1/3 HP CAPACIDAD 6" DIAM. DE CORTE	¢ 6,800.00	ALMACEN "BLANCO Y NEGRO" MARCA JET
TOTAL		¢ 60,665.60	

NOTA: ESTE CUADRO SE HA HECHO TOMANDO EN CUENTA LOS PRECIOS MINIMOS QUE CADA ALMACEN NOS PROPORCIONO

CUADRO 4-8

COTIZACION DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA HERRERIA ALMACEN:

HERRAMIENTA	PAIS DE DONDE PROVIENE	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
TALADRO	USA	¢ 950	SHOCK 3/8"
MACHUELOS	JAPON	¢ 12	DESDE
		¢ 115	HASTA
MICROMETRO	CHECOSLOVAQUIA	¢ 257.00	
GALGAS (MIXTO)	ALEMANIA	¢ 30.00	
PIE DE REY	USA	¢ 150.00	
REGLA DE ACERO	USA	¢ 30.00	
COMPASES	ALEMANIA	¢ 7.50	
		¢ 5.00	
GRANETE	ALEMANIA	¢ 9.50	
COMPAS P/TRAZAR	CHECOSLOVAQUIA	¢ 49.00	
TIJERAS	ALEMANIA	¢ 85.00	
TALADRO DE MANO	CHINA	¢ 104.00	
CINCELES	EL SALVADOR	¢ 20.00	
		¢ 22	7", 10", 12"
CINTA METRICA	CHINA	¢ 18.00	
ESCUADRA	CHINA	¢ 9.00	6", 8", 10", 12"
		¢ 13	
TOTAL		¢ 1,886.00	

CUADRO 4-9

COTIZACION DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA HERRERIA  
ALMACEN: PABLO LLORT

HERRAMIENTA	PAIS DE DONDE PROVIENE	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
CINCEL		¢ 25.00	MATCO
		¢ 32.75	
TALADRO DE MANO	USA	¢ 75.00	
MACHELOS		¢ 18.00	5/16"
TIJERAS		¢ 59.00	12"
METRO		¢ 50.00	3 M
ESCUADRA		¢ 12.00	12"
GRANETE		¢ 15.75	
TOTAL		¢ 287.50	

CUADRO 4-10Y II

COTIZACION DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA HERRERIA  
ALMACEN: FREUND

HERRAMIENTA	PAIS DE DONDE PROVIENE	PRECIO (COLONES)	OBSERVACIONES
CINCEL	EL SALVADOR	¢ 21.90	MATCO
TALADRO	USA	¢ 561.90	
MACHUELO	CHINA	¢ 33.50	1/4", 3/16"
		¢ 32.90	
TIJERA	USA	¢ 43.90	5/16", 9/16"
		¢ 59.90	
		¢ 150.00	12"
CINTA METRICA	USA	¢ 85.90	3 MTS
PIE DE REY	ALEMANIA	¢ 119.90	
ESCUADRA	USA	¢ 33.90	12"
TOTAL		¢ 1,143.70	

COTIZACION DE PRECIOS DE ACEROS PARA  
HERRAMIENTAS EXISTENTES EN EL PAIS

DISTRIBUIDOR: ACAVISA SA DE CV

TIPO DE ACERO NORMA AISI	PRECIO POR LIBRA COLONES (¢)
01	¢ 31.85
	¢ 59.60

CUADRO 4-12

DISTRIBUIDOR: REDI SA DE CV

TIPO DE ACERO NORMA AISI	PRECIO POR LIBRA COLONES (¢)
01	¢ 23.00

CUADRO 4-13

DISTRIBUIDOR: AYMA

TIPO DE ACERO NORMA AISI	PRECIO POR LIBRA COLONES (¢)
1045	¢ 7.00
01	¢ 20.00
4140 Y 4340	¢ 15.00

CUADRO 4-14

DISTRIBUIDOR: ABASTEINSA

TIPO DE ACERO NORMA AISI	PRECIO POR LIBRA COLONES (¢)
01	¢ 27.00

CUADRO 4-15



B I B L I O G R A F I A

## BIBLIOGRAFIA

- 1./ METALURGIA MECANICA,  
GEORGE E. DIETER, Jr. 2ª EDICION  
EDICIONES JUAN BRAVO, MADRID ESPAÑA 1967
- 2./ MANUAL DE HERRERIA Y METALISTERIA,  
PEREY W. BLANDFORD,  
EDITORIAL LIMUSA S.A. DE C.V., MEXICO 1986
- 3./ EL ARADO ZAPATO, NUEVO ARADO PARA EL LABOREO DEL MAIZ  
FRANCISCO A. GARCIA RIVERA  
"XXV REUNION DEL PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA  
EL MEJORAMIENTO DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS"  
PCCMCA VOL. 1979.
- 4./ INTRODUCCION A LA METALURGIA FISICA,  
SIGNEY H. AVNER, 2ª EDICION,  
EDICIONES Mc GRAW HILL
- 5./ CIENCIA DE LOS MATERIALES PARA INGENIERIA,  
PETER A. THORNON, VITO J. COLANGELO
- 6./ DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS  
FAIRES, VIRGIL MORNING,  
TRADUCCION DE FRANCISCO PANIAGUA  
4ª EDICION BARCELONA 1970.

7./ DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

SHIGLEY, JOSEPH

Mc.Hill Company, MEXICO 1985.

8./ DISEÑO Y ANALISIS DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

SLYMAKER, R. R.

EDITORIAL LIMUSA-WILEY S.A., MEXICO 1969.

9/ ESTUDIO DE CASOS Y PROPUESTAS DE REPARACION DE PIEZAS DE

UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO DE SAN SALVADOR,

TRABAJO DE GRADUACION ELABORADO POR AREVALO PERLA RONALD,

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 1991.

A N E X O S



16- QUE HERRAMIENTAS POSEE EN EL TALLER:

_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

17- QUE HERRAMIENTAS NO POSEE EN SU TALLER Y CONSIDERA NECESARIAS TENERLAS:

_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

**B. CAPACIDAD DE PLANTA**

18- CONSIDERA QUE EL EQUIPO QUE POSEE ESTA SIENDO APROVECHADO A SU MAYOR CAPACIDAD: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
PORQUE: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**III. AREA DE CALIDAD**

**A. MATERIA PRIMA**

19- CUAL ES LA MATERIA PRIMA QUE UTILIZA PARA ELABORAR SUS PRODUCTOS:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

20- QUE PROBLEMA TIENE PARA OBTENER LA MATERIA PRIMA:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

21- COMO COMPRUEBA QUE SUS PRODUCTOS ESTAN BIEN ELABORADOS:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**VI. AREAS DE PRODUCCION**

22- LAS VENTAS RESPONDEN A UNA EPOCA DEL AÑO: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
PORQUE: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

23- EXISTEN PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO EN EL TALLER:  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
PORQUE: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

24- QUE HERRAMIENTAS FABRICAN EN EL TALLER:  
(GRABAR LOS PROCESOS DE FABRICACION)

- a.- \_\_\_\_\_
- b.- \_\_\_\_\_
- c.- \_\_\_\_\_
- d.- \_\_\_\_\_
- e.- \_\_\_\_\_

**V. AREA DE MERCADO**

25- COMO ES LA DEMANDA DE SUS PRODUCTOS: CRECIENTE: \_\_\_\_\_  
DECRECIENE: \_\_\_\_\_ CONSTANTE: \_\_\_\_\_ PORQUE: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- 26- QUE SECTORES DEMANDAN SUS PRODUCTOS:  
 AGRICOLA: \_\_\_\_\_ INDUSTRIAL: \_\_\_\_\_ OTROS: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 27- EXISTE COMPETENCIA ENTRE OTROS TALLERES DE HERRERIA:  
 SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Y CON PRODUCTOS EXTRANJEROS: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
- 28- QUE DESVENTAJA POSEE EN LA COMPETENCIA DE SUS PRODUCTOS  
 CON OTROS PRODUCTOS NACIONALES O EXTRANJEROS: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 29- CUAL ES LA METROLOGIA UTILIZADA PARA LA DETERMINACION DE  
 PRECIOS:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

#### VI. AREA FINANCIERA

- 30- COMO ES EL FINANCIAMIENTO DE SU EMPRESA:  
 a.-CAPITAL PROPIO; \_\_\_\_\_  
 b.-CREDITO: \_\_\_\_\_  
 c.-MIEMBRO DE COOPERATIVA: \_\_\_\_\_  
 d.-OTRO: \_\_\_\_\_

#### VII. CAPACITACION DE PERSONAL

- 31- NUMERO DE PERSONAS QUE POSEE LA EMPRESA Y LA EDAD  
 APROXIMADA DE CADA UNO (CLASIFICACION POR RANGO):  
 ENTRE LOS 10 Y 20 AÑOS: \_\_\_\_\_  
 ENTRE LOS 21 Y 30 AÑOS: \_\_\_\_\_  
 ENTRE LOS 31 Y 40 AÑOS: \_\_\_\_\_  
 ENTRE LOS 41 Y 50 AÑOS: \_\_\_\_\_  
 ENTRE LOS 51 Y 60 AÑOS: \_\_\_\_\_  
 MAYORES DE 61 AÑOS: \_\_\_\_\_
- 32- TIENE ACTUALMENTE LA EMPRESA PROBLEMAS DE MANO DE OBRA  
 EN CUANTO A:  
 a.-DISPONIBILIDAD: \_\_\_\_\_  
 b.-CALIFICACION: \_\_\_\_\_  
 c.-COSTO: \_\_\_\_\_  
 d.-OTROS: \_\_\_\_\_
- 33- REQUIERE LA EMPRESA DE ASISTENCIA TECNICA, CAPACITACION  
 Y APOYO INSTITUCIONAL EN LOS SIGUIENTES RUBROS:  
 a.-ASISTENCIA TECNICA: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 b.-CONTROL DE CALIDAD: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 c.-DISEÑO: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 d.-DESARROLLO DE PRODUCTO: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 e.-PUBLICIDAD: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 f.-OTRAS AREAS: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
- 34- COMO CAPACITAN A SU PERSONAL:  
 a.-EMPIRICAMENTE (COMO APRENDIZ EN EL TALLER): \_\_\_\_\_  
 b.-ESCUELA (EN UNA INSTITUCION EDUCATIVA): \_\_\_\_\_
- 35- PODRIA CONTAR COMO NACIO ESTE TALLER Y LO QUE USTED  
 RECUERDE DE LA HISTORIA DE LA HERRERIA EN EL PAIS  
 (GRABARLO O APUNTARLO)

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
TRABAJO DE GRADUACION

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS  
PARA SELECCION DE PIEZAS A FABRICARSE  
EN TALLERES DE HERRERIA

1.- GENERALIDADES.

1.1.- Nombre de la máquina o equipo a que pertenece la pieza: marca, caso de distribución, ejemplo de servicio de la máquina, tipo y frecuencia de mantenimiento.

1.2.- Nombre técnico y vulgar de la pieza.

1.3.- Descripción General del funcionamiento de la máquina o equipo (explique).

a.- Producción (insumos y productos)

b.- Transformación de energía (especifique)

c.- Funciona todo el año

d.- Funciona por temporadas (especifique)

e.- Número de horas aproximadas de funcionamiento, en una semana.

1.4.- Descripción de la pieza (ayúdese de los esquemas necesarios)

a.- Composición del material

b.- Forma de la pieza

c.- Dimensiones (especifique en los esquemas)

d.- Acabado de las diferentes partes (especialmente las partes muy pulidas).



### 1.5- Adquisición y Costos

a)

forma de adquisición		costo	Tiempo de duración o Frec/falla	Duración satisfactoria	
facil	dificil			SI	NO
Nueva impor.					
Usada					
Repar-					
Fabr. local.					

b) Tipo de falla: desgaste, rotura dúctil o frágil, fatiga, corrosión, otro (especifique)

c) haga un esquema del sitio de la falla y de la apariencia de la falla.

### 1.6.-SEGURIDAD

a.- Al fallar la pieza no produce problemas, excepto detener el proceso o el funcionamiento de la máquina o equipo.

b.- Al fallar la pieza produce solamente daños económicos (explique).

c.- Al fallar la pieza pone en peligro la integridad de las personas (lesiones o muerte). Explique.

### 1.7.-REQUERIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO

Trabajo sometido a:

- a.- Corrosión (ambiente corrosivo)
- b.- Altos esfuerzos: Tracción, compresión, flexión, torsión o combinados.
- c.- Fatiga
- d.- Impacto
- e.- Alta temperatura por largo tiempo o cambios bruscos de temperatura.
- f.- Otros

### 1.8.-OBSERVACIONES: