

010.2
A539

C.2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica

**Proyecto de inversión para la Fabricación Nacional
de Herramientas Manuales**

(Análisis de diseño y fabricación)

Proyecto de Grado

**Previa a la obtención del Título de
INGENIERO MECANICO**

Presentado por:

MARCOS FRANCISCO CANCHALUISAGUANO

Guayaquil - Ecuador

1990



BIBLIOTECA

AGRADECIMIENTO

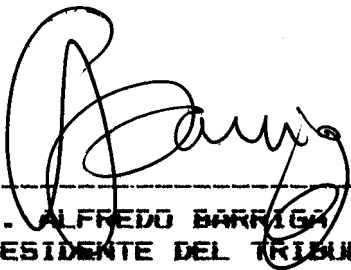
Al Ing. Ignacio Wiesner F.
Director de Tópico de
Graduación, por su
invalorable apoyo y
acertada dirección

DEDICATORIA

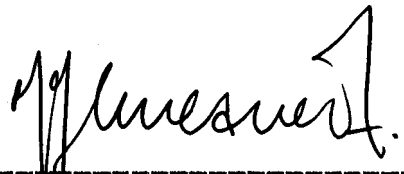
A mis **padres**

A mi **esposa**

A mis **hermanos**



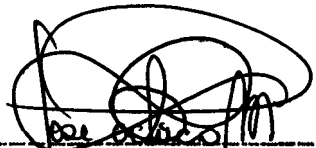
DR. ALFREDO BARRIGA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



ING. IGNACIO WIESNER F.
DIRECTOR DEL TOPICO



ING. MANUEL HELGUERO G.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. JOSE PACHECO H.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas, i doctrinas
expuestos en este Proyecto de Grado, me corresponden
exclusivamente y, el patrimonio intelectual del mismo a
la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de Tópico de Graduación).



BIBLIOTECA

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Marcos Francisco Anchaluiza Guano". The signature is written over a horizontal dashed line.

MARCOS FRANCISCO ANCHALUISA GUANO

RESUMEN

El presente trabajo obedece a la necesidad planteada por el estudio de mercado empleado en el ámbito de las herramientas manuales, dentro del cual se detectó una demanda de llaves para tubos en longitudes comerciales de 12 y 14 pulgadas.

Como primer paso a la resolución del problema se tomó en consideración el informe concerniente a las características del mercado, del que se tuvo conocimiento que no presenta exigencias en cuanto a nuevas formas de diseño.

Bajo este antecedente entra en consideración el análisis del diseño y manufactura externa, para conocer el comportamiento físico de la herramienta y luego formalizar un patron general para analizar en él, los requerimientos exigidos.

Seguidamente se procede a la investigación de materiales y procesos de manufactura empleados para la fabricación de cada una de las partes, para posteriormente considerar materiales tentativos, de disponibilidad en el medio que pudieran emplearse en la producción de los mismos.

Finalmente se efectúa un análisis de sustitución funcional de materiales, considerando los diferentes parámetros

ligados a la selección del material más idóneo para cada parte.

•

ABREVIATURAS

A	Denominación de un elemento; alternativa de solución; área
a	Dimensión; longitud de apertura de la quijada móvil
B	Denominación de un elemento punto de contacto; reacción
b	Dimensión; abscisa del punto de pasador aparente
C	Denominación de un elemento; punto de contacto; criterio de agrupación y evaluación de alternativas; reacción
c	Distancia de la fibra neutra
D	Posición del pasador aparente; reacción
d	Diámetro mayor de tuerca de regulación
E	Denominación de un elemento
e	Dimensión; distancia entre eje neutro
F.N.	Abreviatura de fibra neutra
f	Dimensión; longitud de brazo de momento
G	Especificación de grado o tipo de material
H	Abreviatura de herramienta
h	Dimensión; posición del punto de contacto; altura de una sección recta
I	Momento de inercia
Kt	Factor de modificación de resistencia
L	Dimensión; longitud de un segmento
M	Momento (de una fuerza); momento flector

P	Fuerza externa aplicada
p	Paso de una rosca
R	Dimensión; radio de curvatura externo
r	Dimensión; radio de curvatura interno
w	Dimensión; ancho de una sección
X	Puntaje asignado a los criterios de selección para cada elemento
ϕ	Diámetro
Σ	Signo de sumatoria
θ	Grados
σ	Esfuerzo normal
τ	Esfuerzo cortante

I N D I C E G E N E R A L

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	X
INDICE DE FIGURAS	XI
INDICE DE TABELAS	XII
ANTECEDENTES	1
 I. ANALISIS TECNICO DE LA HERRAMIENTA	 3
1.1. ANALISIS DEL DISEÑO	3
1.1.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL DISEÑO.	5
1.1.2. PRINCIPIOS FISICOS Y MECANICOS	6
1.1.3. ESQUEMA FISICO DE LA HERRAMIENTA	9
1.1.4. RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS	14
1.2. ANALISIS DE FABRICACION EXTERNA	31
1.2.1. MATERIALES EMPLEADOS	31
1.2.2. METODOS DE FABRICACION EMPLEADOS	33
 II. SELECCION DE MATERIALES	 34
2.1. SUSTITUCION FUNCIONAL	42
2.2. ALTERNATIVA PROPUESTA	56
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 58
APENDICES	62
BIBLIOGRAFIA	74

INDICE DE FIGURAS

Fig.

1.1.	Componentes de la herramienta	4
1.2.	Vigas en voladizo . ..I.....	8
1.3.	Esquema físico de la herramienta	11
1.4.	Variación de la componente. Punto B y C	16
1.3.	Variación de la componente . Punto B	17
1.6.	Variación de la componente. Punto C	17
1.7.	Dirección de la resultante	17
1.0.	Diagrama del cuerpo libre de la quijada móvil ,...,"I.....	21
1.9.	Forma de carga en la quijada fija	24
1.10.	Forma de carga en la tuerca de regulación	26
1.11.	Forma de carga en la empuñadura	28
1.12.	Fotomicrografia de los materiales empleados en los componentas	32
Al.	Diseños de esquinas para acero moldeados	73



BIBLIOTECA

INDICE DE TABLAS

No.		
I	Posición del punto de contacto h	12
II	Longitudes características durante la operacionde la herramienta	13
III	Magnitud de la carga que soportan los componentes de las herramientas	14
IV	Magnitud y dirección de las reacciones en los puntos de contacto para diferentes diámetros .	15
V	Punto de contacto (h) y brazo de momento (f) en la quijada móvil	15
VI	Esfuerzos principales en la quijada móvil	23
VII	Longitudes características de los segmentos analizadosI.....	30
VIII	Propiedades de la sección y momento flector en los segmentos analizados	30
IX	Materiales empleados en los componentes de la herramienta	31
X	Procesos de fabricación empleados	33
XI	Criterios para la agrupacion de los materiales	36
XII	Materiales propuestos para la quijada móvil . .	37
XIII.	Materiales propuestos para la quijada fija . . .	38
XIV.	Materiales propuestos para la tuerca de regulación	39
XV.	Materiales propue5 tos para el cuerpo de la	

	herramienta*	40
XVI,	Materiales propuestos para la fabricación de la herramienta	42
XVII.	Asignación de valores (Xi) a los criterios de selección por propiedades mecánicas	44
XVIII.	Asignación de valores (Ai), a los materiales alternativos. Selección por propiedades mecánicas	45
XIX.	Determinación de la función de criterio para los componentes. Selección por propiedades mecánicas	46
XX.	Asignación de valores (Xi) a los criterios de selección por factores prácticos	47
XXI.	Asignación de valores (Ai), a los materiales alternativos. Selección por factores prácticos	48
XXII.	Determinación de la función de criterio para los componentes. Selección por factores prácticos	49
XXIII.	Asignación de valores (Xi) a los criterios de selección por manufactura	50
XXIV.	Asignación de valores (Ai), a los materiales alternativos. Selección por manufactura	51
xxv.	Determinación de la función de criterio para los componentes. Selección por manufactura . . .	52
XXVI.	Asignación de valores (Xi) a los criterios de selección por costos	53
XXVII.	Asignación de valores (Ai), a los materiales	

	alternativos. Selección por costos	54
XXVIII.	Determinación de las función de criterio para los componentes. Selección por costos	55
XXIX.	Valoración de las alternativas propuestas	56
A1.	Niveles de fuerxas en dieferentes comandos mecánicos	'64
A2.	Fac tores d e concentración de esfuerzos para diseños de aceros moldeados	65
A3.	Propiedades mecánicas del hierro nodular ASTM A476-70	66
A4.	Propiedades mecánicas del hierro maleable ASTM A220-61T	66
A5.	Propiedades mecanicas del acero moldeado ASTM A27-65 y ASTM A148-65	'67
A6.	Propiedades mecanicas del acero SAE 1045	67
A7.	Propiedades mecánicas del acero SAE 3215	68
A8.	Propiedades mecanicas del acero SAE 4337	68
A9.	Propiedades mecánicas del acero SAE 1024,	69
A10.	Propiedades mecanicas del acero SAE 1040	69
A11.	Propiedades mecánicas del bronce al aluminio ASTM-E148 *....."....*	70
A12.	Propiedades mecanicas de la aleación de aluminio ASTM-336	70
A13.	Propiedades mecanicas de las aleaciones de zinc-aluminio *.....*.....	71
A14.	Porcentaje de satisfacción de un objetivo	72

ANTECEDENTES

Debido a la imperiosa necesidad existente en el medio, de sustituir las importaciones de bienes de consumo, por producciones nacionales, el planteamiento de la desagregación tecnológica como metodología de coordinación y aprovechamiento de 105 recursos técnicos, humanos y económicos disponibles, es la alternativa más idónea para fomentar el ahorro de divisas, desarrollo tecnológico e incremento de las fuentes de trabajo.

Ante la disponibilidad de este recurso, se efectúa un estudio a nivel nacional en el ámbito de las herramientas manuales del cual se determina una demanda por parte del sector industrial y artesanal de aproximadamente 17400 unidades anuales de llaves para tubo, en 1 orig i tudes comerciales de 12 y 14 pulgadas. Se plantea como solución a esta activa demanda, la generación de un proyecto de inversión dentro del cual le corresponde e l area de ingeniería dictar los lineamientos- tecnicos necesarios para l a fabricación local del producto considerando fundamentalmente los requerimientos de servicio antes que la innovación del diseño de formas.

Para la ejecución de este propósito se considera un plan de trabajo que contempla el análisis de diseño y manuf ac tura del producto importado, para tener el

conocimiento de causa necesario en este tipo de herramientas y establecer un patrón general del comportamiento físico.

Mediante el análisis de los procesos de manufacturas se establecen métodos empleados en la fabricación de este género de herramientas y considerarlos como indicadores de los sectores que requieren fomento y desarrollo en el medio.

Finalmente considerando las características del mercado se establece un proceso selectivo de materiales para la manufactura local de la herramienta.

CAPITULO I

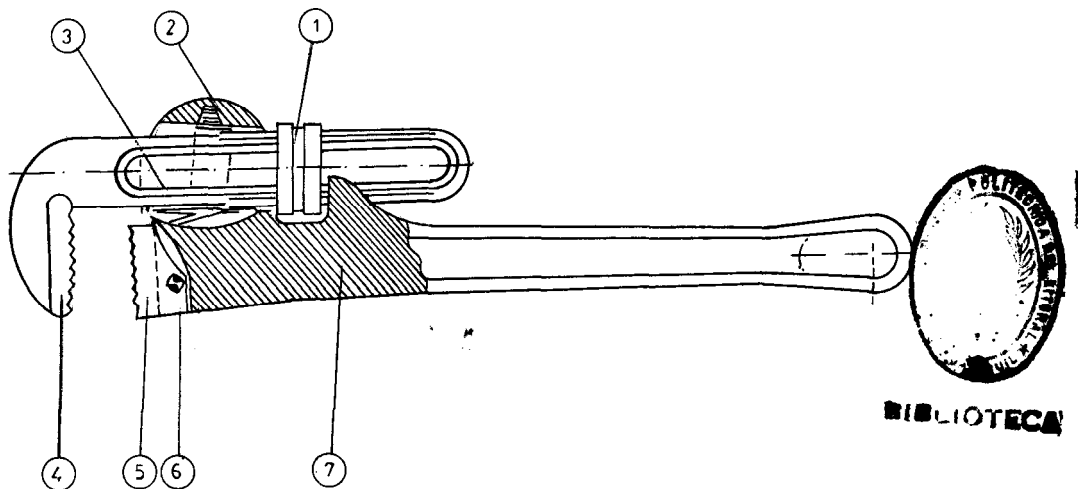
ANALISIS TECNICO DE LA HERRAMIENTA

Tiene por finalidad el estudio de los factores correspondiente a la ingeniería y manufactura que han intervenido en la obtención de la herramienta como producto final, para que respondan a los requerimientos de servicio y de orden práctico exigidos para su consideración y uso por parte del usuario.

Para efectuar el siguiente análisis se escogio de entre el sector ofertante, herramientas de 12" (300 mm) y 14" (350 mm) de longitud comercial que presenten las mejores características en cuanto a presentación y calidad de servicio (Fig. 1.1)

1.1 ANALISIS DEL DISEÑO

El análisis de diseño se efectua en consideración a los requerimientos del mercado, el mismo que no demanda nuevas formas y presentaciones de la herramienta por lo que se contemplan aspectos inherentes de la parte operativa y funcional de la misma.



1. TUERCA DE REGULACION
2. RESORTE ESPIRAL
3. RESORTE PLANO
4. QUIJADA MOVIL
5. QUIJADA FIJA
6. PASADOR
7. CUERPO DE LA HERRAMIENTA

FIG. 1.1 COMPONENTES DE LA HERRAMIENTA

1.1.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL DISEÑO

El empleo de una llave para tubos como herramienta manual, satisface el requerimiento de un par externo necesario para producir el ensamble entre accesorios y tuberías que tienen como elemento de acople una rosca helicoidal. Sin embargo debe cumplir además requerimientos exigidos por las condiciones de operación y del usuario.

Especificaciones del producto

Corresponden a las codificaciones del diseño y se emplean para propósitos de ofertas y manufacturas del producto. Para el presente caso se consideran los siguientes aspectos como requerimientos fundamentales que se deben cumplir.

- Apariencia
- Peso y Tamaño adecuado
- Seguridad en los componentes a las condiciones y medios de trabajo
- costo

Especificaciones de servicio

Representan los parámetros básicos para los cuales el diseño ha sido formulado, por lo que

se considera como un aspecto de fundamental importancia en el servicio u operación de la herramienta, la fuerza desarrollada por el hombre.

En la Tabla A1 (Apéndice A) se muestran las diferentes magnitudes de las fuerzas que un hombre puede desarrollar dependiendo del dispositivo mecánico que este operando, forma de operación y altura del punto de aplicación de la fuerza.

1.1.2 PRINCIPIOS FISICOS Y MECANICOS

La operación de ensamble y desensamble de tuberías y accesorios roscados obedecen a la presencia de pares de fuerzas de magnitud superior a la aplicada externamente (P), las cuales son consecuencias del efecto multiplicador de una palanca.

Máquinas Simples

Son estructuras diseñadas para transmitir y modificar fuerzas. Tienen como principal objetivo transformar las fuerzas de entrada en fuerzas de salida, tomando en consideración el principio básico de la palanca.

En su orden, la palanca es un cuerpo rígido

que tiene un punto fijo que le permite equilibrar una fuerza resistente R producida por algún objeto en contacto, mediante una fuerza motriz P , ejercida externamente por una persona.

Se clasifican de acuerdo a la posición del punto de apoyo :

Primer género: el punto de apoyo esta entre las dos fuerzas.

Segundo género: el punto de apoyo esta en un extremo y la fuerza resistente entre el apoyo y la fuerza motriz P .

Tercer género: la fuerza motriz P esta entre el apoyo y las fuerras resistentes.

Vigas de resistencia uniforme

Llamadas también vigas de igual resistencia, son elementos mecánicos que presentan variación en su sección de tal manera que el esfuerzo unitario se mantiene constante en toda su longitud. La relación I/C varia en razón directa con el momento flector máximo.

Para la comprensión de este fundamento, se considera la viga en voladizo de la fig. 1.2a

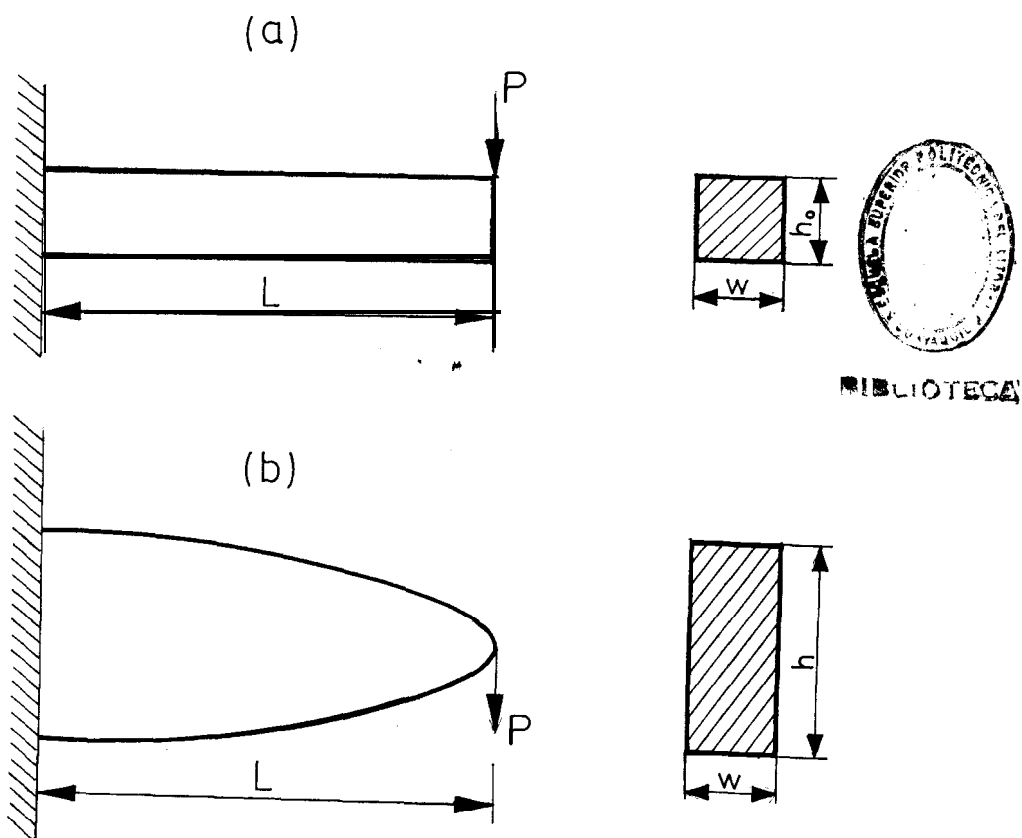


FIG. 1.2 VIGAS EN VOCADIZO

(a) **DE SECCION UNIFORME**

(b) **DE SECCION VARIABLE**

$$\sigma_{\text{externo}} = \sigma_{\text{empotramiento}}$$

$$\frac{M_{\text{max. Co}}}{I_0} = \frac{M \cdot y/2}{I}$$

$$y = h \sqrt{\frac{x}{1-x}}$$

La altura varía en forma parabólica y la viga adoptará la forma mostrada en la fig. 1.2b

1.1.3 ESQUEMA FISICO DE LA HERRAMIENTA

El análisis del diseño comienza con la consideración de la función o propósito para el cual la herramienta ha sido hecha, involucrando para esto principios de máxima simplicidad desde el punto de vista funcional y naturaleza física lo cual nos lleva a una investigación de esfuerzos en consideración de las cargas que soportan cada uno de 106 componentes.

La validez de este análisis sistemático se justifica para un mejor conocimiento de causa y los propósitos bajo los cuales el producto se ha diseñado.

Diagrama de fuerza en los elementos

Bajo la consideración de la herramienta como una estructura compuesta por dos elementos que

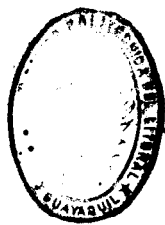
transmiten y modifican fuerzas por acción de palancas, el siguiente esquema físico plantea una analogía de las condiciones reales de trabajo (Ver Fig. 1.3).

Previamente a la resolución del sistema de fuerzas, se registran en la Tabla I, mediciones correspondientes a la posición del punto de contacto, entre los elementos B y C de la herramienta con el elemento de trabajo para diferentes diámetros comerciales de tuberías.

De igual manera se registran en la Tabla II, la variación de la apertura del elemento A-E y la posición del punto de contacto con respecto al punto D.

Determinación de cargas y reacciones en los elementos

Considerando los valores de $d=45$ -h, dados en las Tablas II y la posición de las reacciones en los componentes de las herramientas, se resuelve el diagrama de fuerza que representa al sistema herramienta-elemento de trabajo que actuando en condiciones de operación (agarre y autobloqueo del tubo), es considerado como un cuerpo rígido con sus elementos B y C,



BIBLIOTECA

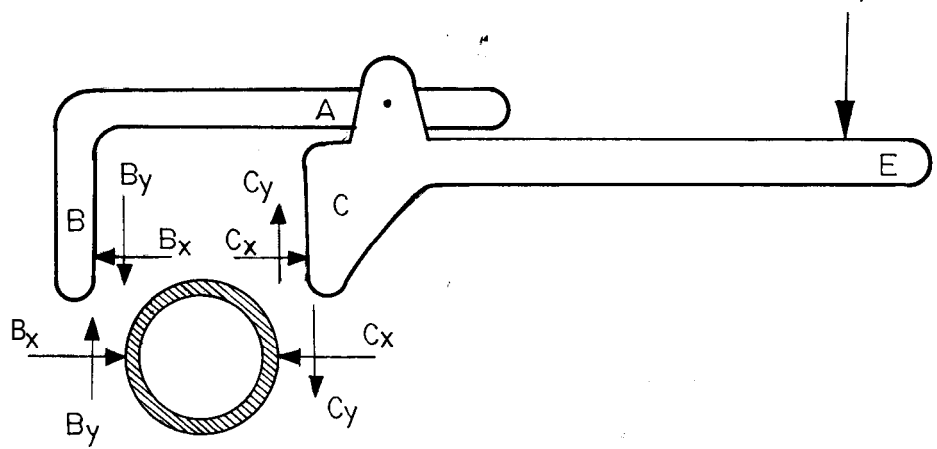


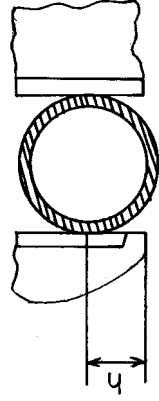
FIG.1.3 ESQUEMA FISICO DE LA HERRAMIENTA

restringidos al movimiento por efecto del empotramiento producido por la incrustación de estos en la periferia del tubo.

La resolución del sistema de fuerzas se muestran en el apéndice B y los resultados nos permiten hacer una inferencia de la magnitud y orientación de las cargas resultantes en los diferentes elementos (Tabla III).

TABLA I

POSICION DEL PUNTO DE CONTACTO h (mm)

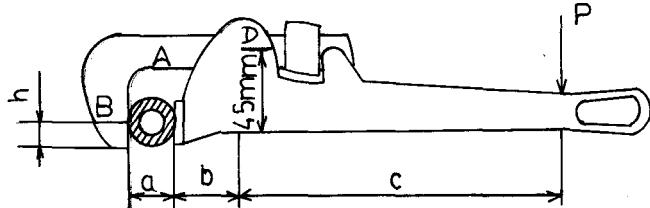


Herramienta	Diámetro de tubería (mm)					
	15	20	25	30	40	50
H.300*	23.5	20	17	14.5	10.5	7.5
H.350*	23.5	20	17	14.5	10.5	7.5

*, H. hace referencia a la longitud comercial de la herramienta

TABLA II

LONGITUDES CARACTERISTICAS DURANTE LA OPERACION DE
LA HERRAMIENTA

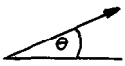


ϕ (mm)	h (mm)	d(mm)*		a(mm)		b(mm)		c(mm)	
		H.300	H.350: H.300	H.350:	H.300	H.350:	H.300	H.350:	
15	23.5	21.5	21.5	21.0	21.0	25.0	28.0	185	200
20	20.0	25.0	25.0	27.0	27.0	25.0	28.0	185	200
25	17.0	28.0	28.0	35.0	35.0	25.6	28.0	185	200
30	14.5	30.5	30.5	42.4	42.0	25.0	28.0	185	200
40	10.5	34.5	34.5	48.0	48.0	25.0	28.0	185	200
50	7.5	37.5	37.5	60.0	60.0	25.0	28.0	105	200

* $d = 45\text{mm} - h$

TABLA I I I

**MAGNITUD DE LA CARGA QUE SOPORTAN LOS COMPONENTES DE LAS
HERRAMIENTAS**

Elemento	Componente Vertical	Componente Horizontal	Sentido de reacción
Guijada Móvil (A-B)	$\frac{b+c}{a} * P$	$\frac{(a+b)(b+c)}{a.d} * P$	
Guijada Fija (C)	$\frac{a+b+c}{a} * P$	$\frac{(a+b)(b+c)}{a.d} * P$	
Palanca	P	-----	

Los resultados obtenidos se evalúan para las herramientas de 300 mm y 350 mm específicamente, se muestran en la Tabla IV y se grafican en las Figs. 1.4,1.5,1.6 y 1.7

1.1.4 RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS

Se analiza la resistencia de los materiales en forma de componentes específicos, sometidos a condiciones de servicio, debido a que los procesos de manufactura ejercen influencia en las propiedades de los materiales.

Por la configuración estructural de la

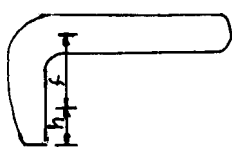
TABLA IV

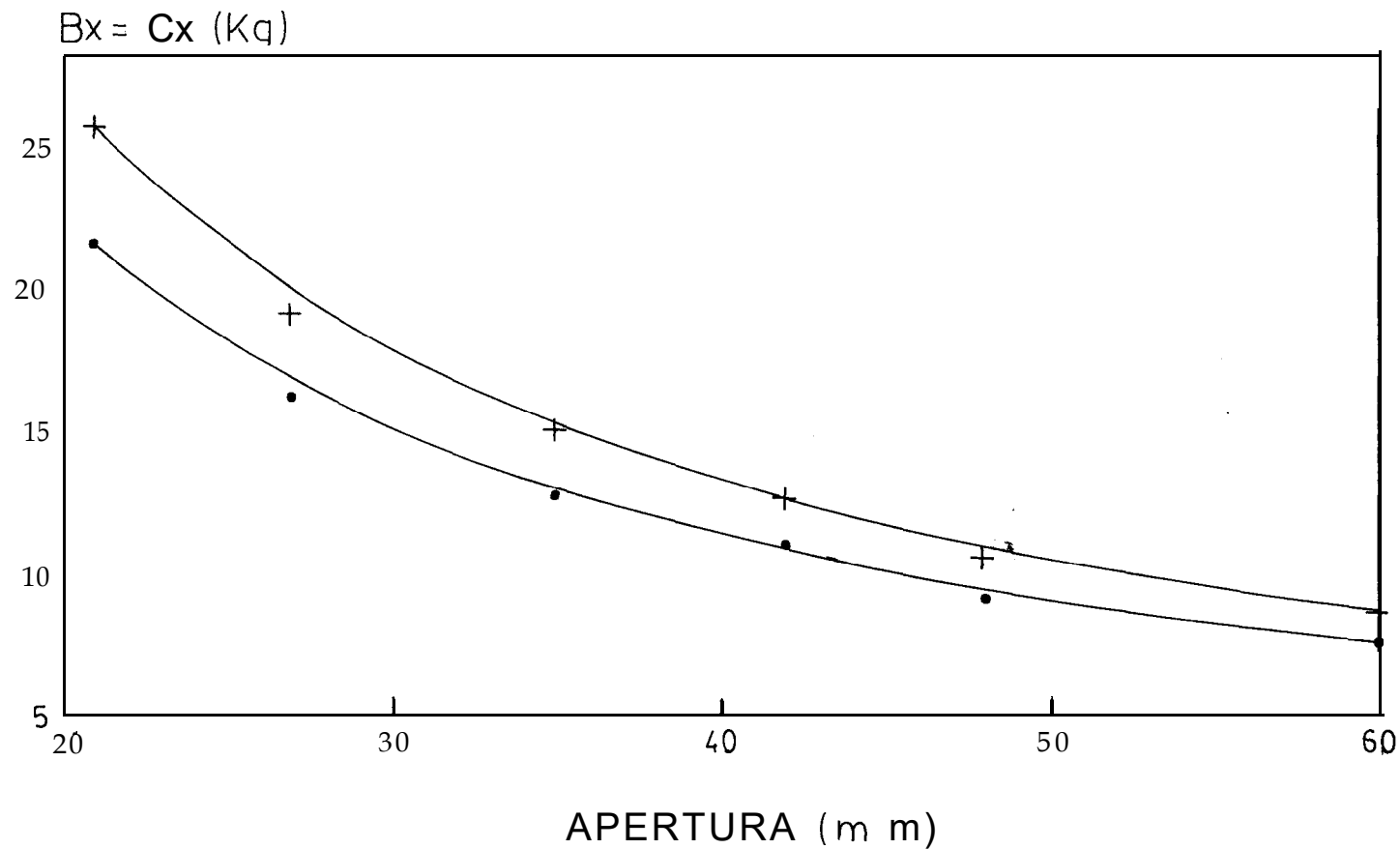
MAGNITUD Y DIRECCION DE LAS REACCIONES EN LOS PUNTOS DE CONTACTO PARA DIFERENTES DIAMETROS

Diámetro de tubería (mm)	Bx=Cx		By		Cy		Dirección de resultante (grados)			
	(a+b)(b+c)		(b+c)		(a+b+c)		Punto de contacto			
	—	—	—	—	—	—				
	P		P		P					
	a		a		a					
	(Kg)		(Kg)		(Kg)					
	H.300 H.350		H.300 H.350		H.300 H.350		H.300 H.350 H.300 H.350			
15	21.4P	25.5P	10.0P	11.2P	11.0P	12.0P	25.0	23.7	27.0	25.5
20	16.2P	19.1P	7.8P	8.7P	8.8P	9.7P	25.7	24.4	28.5	26.9
25	12.8P	15.1P	6.0P	6.7P	7.0P	7.7P	25.0	24.0	28.6	27.0
30	11.1P	12.8P	5.0P	5.6P	6.0P	6.6P	24.4	23.6	28.6	27.2
40	9.3P	10.8P	4.4P	4.9P	5.4P	5.9P	23.5	24.4	30.2	28.7
50	7.9P	9.2P	3.5P	3.9P	4.5P	4.9P	23.8	23.0	29.6	28.1

TABLA V

PUNTO DE CONTACTO (h) Y BRAZO DE MOMENTO (f) EN EL ELEMENTO

							
O (mm)	15	20	25	30	40	50	
h	H.300	23.5	20	17	14.5	10.7	7.5
	H.350	23.5	20	17	14.5	10.7	7.5
f	H.300	26.5	28	32	34.5	38.5	41.5
	H.350	30.5	34	37	39.5	43.5	46.5

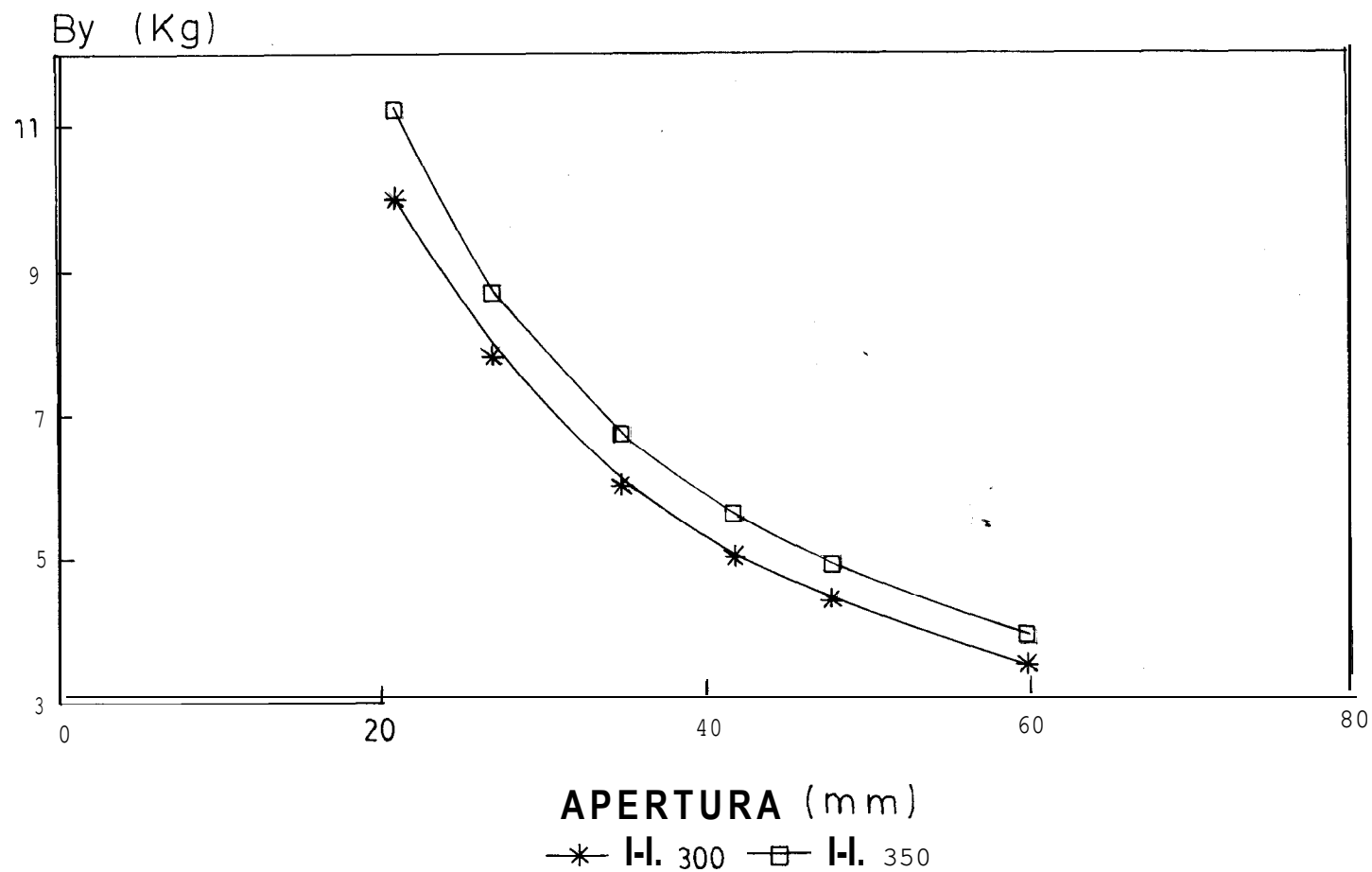


-4-I. 300 + I-I. 350

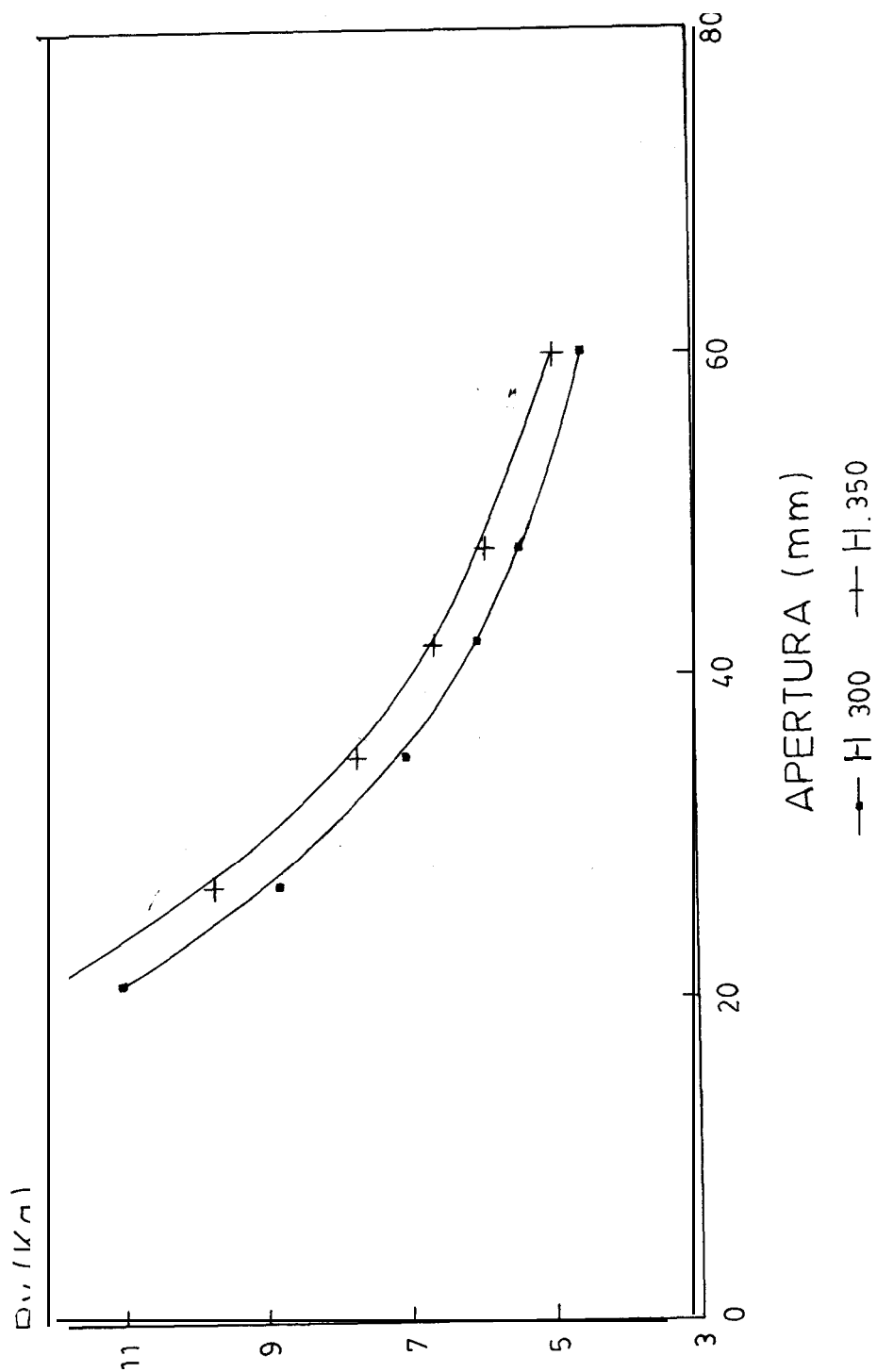
FIG. 1.4 VARIACION DE LA COMPONENTE
PUNTO B y C

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CDMX





**FIG. 1.5 VARIACION DE LA COMPONENTE
PUNTO B**



APERTURA (mm)

—●— H 300 —+— H 350

FIG.1.6 VARIACION DE LA COMPONENTE Z
PUNTO C



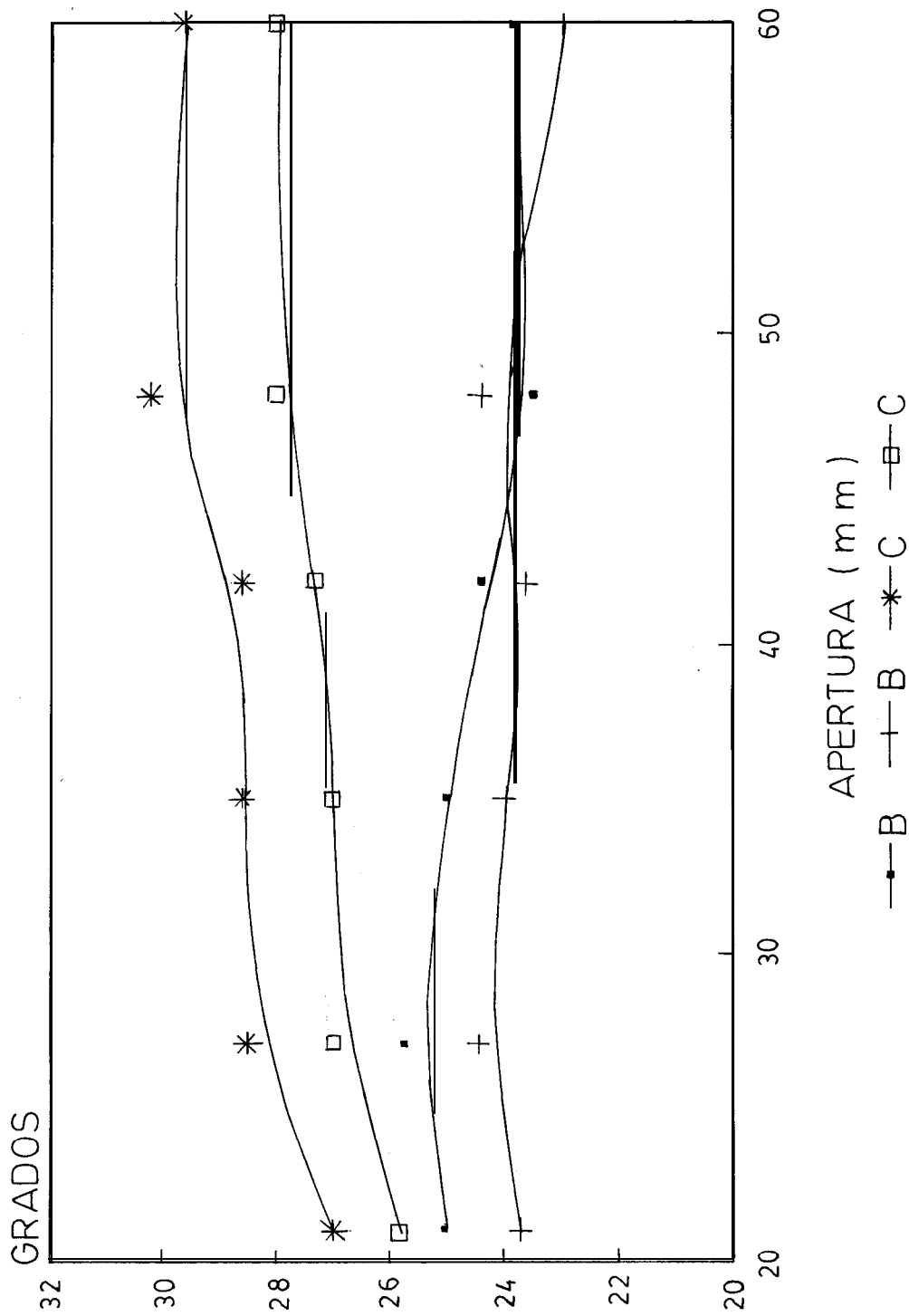


FIG. 1.7 DIRECCION DE LA RESULTANTE

herramienta, los elementos A-B y E-C (ver Fig. 1.3), que representa la quijada móvil y la empuñadura o palanca respectivamente, son los elementos que están sometidos a las más críticas condiciones de trabajo las mismas que se consideran para el análisis de resistencia de materiales.

Las condiciones más críticas de trabajo, ocurren bajo los siguientes aspectos.

- La forma de operación de la herramienta corresponde a los puntos 1A y 1B de la Tabla A1, por consiguiente la máxima carga nominal será de 46 Kg.
- Los máximos valores de carga se generan al inicio o al final de las operaciones de desensamble y ensamble respectivamente.
- La naturaleza de la carga es estática, por su infrecuente variación de magnitud.

Quijada móvil

Por la configuración estructural que presenta el elemento, 105 más altos esfuerzos ocurrirán en los puntos a y b, como se muestra en el diagrama de cuerpo libre (Fig. 1.8).

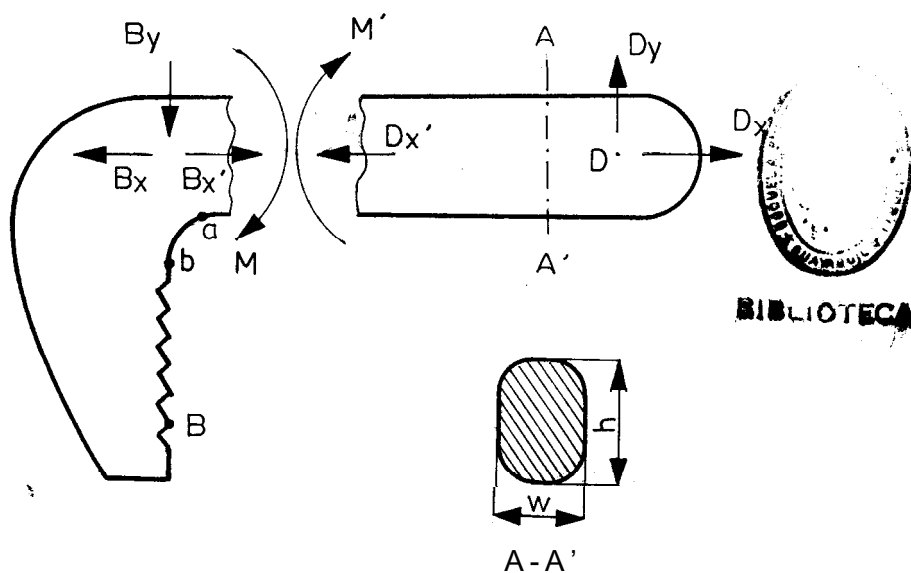


FIG.1.8 DIAGRAMA DEL CUERPO LIBRE
D E L A QUIJADA MOVIL

Los esfuerzos nominales en el punto a serán:

$$\sigma_{nom.} = (\text{flexión} + \text{axial}) K_t$$

$$\sigma_{nom.} = \left(\frac{6 \cdot B_x \cdot f}{w \cdot a} + B_x / w \cdot a \right) K_t$$

$$\tau_{nom.} = B_y / w \cdot a$$

donde:

$B_x = 984.4$ y 1168.4 Kg. Para ϕ 15 mm. en H.300 y H.350

$B_x = 363.4$ y $423.$; Kg. Para ϕ 50 mm. en H.300 y I-I.350

$B_y = 460.0$ y 513.2 Kg. Para ϕ 15 mm. en H.300 y H.350

$B_y = 161.0$ y 179.4 Kg. Para ϕ 50 mm. en H.300 y H.390

$f = 26.5$ y 30.5 mm. Para ϕ 15 mm. en H.300 y H.350 (Tabla V)

$f = 41.5$ y 46.5 mm. Para ϕ 50 mm. en H.300 y H.350 (Tabla V)

$K_t = 1.34$, corresponde a la forma 3L de la Tabla A1.

Reemplatando los valores en las ecuaciones indicadas se calculan los esfuerzos nominales los mismos que se representan en el circulo de Mohr para obtener los esfuerzos principales que se muestran en la Tabla VI.

TABLA VI

ESFUERZOS PRINCIPALES EN LA QUIJADA MOVIL. (Kg/mm²)

Herramienta		Diámetro de tubería	
		13 mm.	50 mm.
H	.300	48.2	26.8
H.	350	47.5	29.0

Quijada fija

Es un elemento estático sometido a la carga de la reacción en el punto de contacto C (Fig. 1.91. La componente **vertical** Cy, produce en la **raíz del entalle** o diente esfuerzos de **corte** y **normales** por **flexión**, mientras que la componente Cx, **comprime** el **elemento** contra el cuerpo de la herramienta.

Los esfuerzos **nominales** **máximos** en el **entalle** o **diente** se **originan** por las reacciones correspondientes a la operación con tuberías de ϕ 15 mm.

$$\sigma_{\text{nom.}} = 6 \cdot C_y \cdot h / w \cdot a^2$$

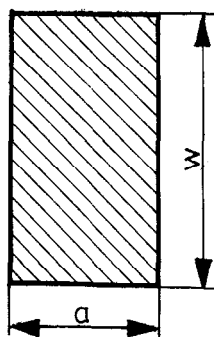
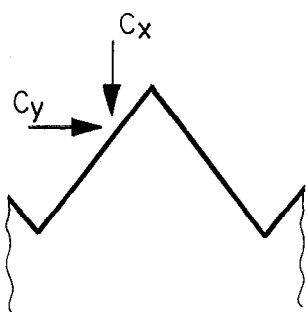
$$\tau_{\text{nom.}} = C_y / w \cdot a$$

donde:

Cy= 506 y 552 Kg. Para H.300 y H.350

a= 3.5 mm. Para H.300 y H.350

w= 22.3 mm. Para H.300 y H.350



BIBLIOTECA

FIG. 1.9 FORMA DE CARGA EN LA
QUIJADA FIJA

$h = 1.3 \text{ mm.}$ Para H.300 y H.350

Heemplazando los valores en las ecuaciones anotadas se calculan los esfuerzos nominales, para luego representarlos en el círculo de Mohr y calcular 105 siguientes esfuerzos principales.

$$\sigma_1 = 14.50 \text{ Kg/mm}^2 \quad \text{para H.300}$$

$$\sigma_1 = 16.30 \text{ Kg/mm}^2 \quad \text{para H.350}$$

Tuerca de regulación

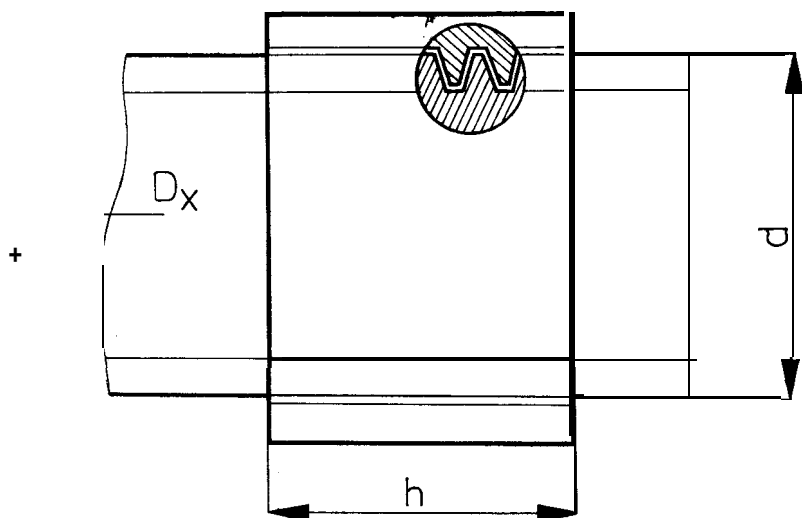
Está sometida a la carga de la reacción de D_x (Fig. 1.10) , la cual es máxima en operaciones con tuberías de $\phi 15 \text{ mm.}$, y produce sobre 105 dientes de la rosca aplastamiento y corte.

Considerando que la carga se distribuye uniformemente a lo largo de la altura h de la tuerca y además que los hilos de la rosca experimenta esfuerzo cortante en el diámetro mayor y aplastamiento en la altura del diente, los esfuerzos nominales medios son:

$$\sigma_{\text{nom.}} = -4.D_x.p / \pi . h (d^2 - d_i^2)$$

$$\tau_{\text{nom.}} = 2.D_x / \pi . d . h$$

donde:



BIBLIOTECA

FIG. 1.10 FORMA DE CARGA EN LA TUERCA DE REGULACION

$D_x = 984.4$ y 1168.4 Kg. Para H.300 y H.350

$d = 23$ y 26 mm. Para H.300 y H.350

$d_i = 19$ y 22 mm. Para H.300 y H.350

$h = 16$ y 17 mm. Para H.300 y H.350

$p = 5$ mm. Para H.300 y H.350

Reemplazando los valores en las ecuaciones indicadas se determina los esfuerzos nominales. De la representación en el círculo de Mohr se calculan los siguientes esfuerzos principales.

$$\sigma_1 = -7.35 \text{ Kg/mm}^2 \quad \text{para H.300}$$

$$\sigma_1 = -7.21 \text{ Kg/mm}^2 \quad \text{para H.350}$$

Empuñadura o palanca

Se considera que el elemento es una viga en voladizo de sección variable cargada en extremo (Fig. 1.11) de manera que el momento resistente de su sección varia con la longitud del elemento en la misma proporción que el momento flector, por consiguiente el esfuerzo máximo que se produce en el empotramiento, se mantiene constante a lo largo de la viga.

Debido a que el elemento no presenta cambios bruscos en la pendiente de su longitud, puede considerarse con suficiente aproximación que

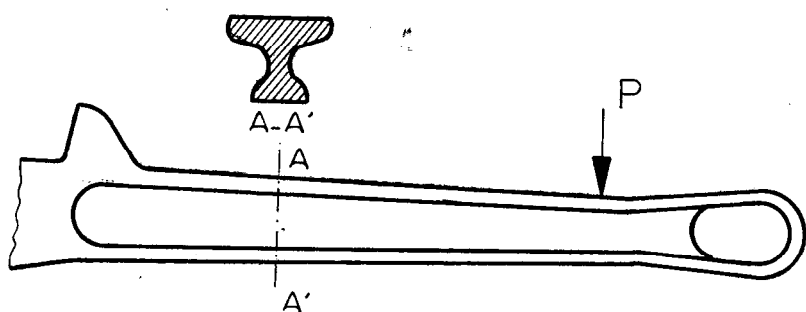


FIG.I.II FORMA DE CARGA EN
LA EMPUÑADURA

los esfuerzos normales por flexión y cortante son:

$$\sigma_{\text{nom.}} = P.L.c/I$$

$$\tau_{\text{nom.}} = 1.5.P/A$$

Para este cálculo, se analizan las propiedades de las secciones rectas de en los segment& L y L/2 (Tabla VII).

Reemplazando estos valores en la5 ecuaciones anteriormente indicadas se determinan los esfuerzos nominales y posteriormente los esfuerzos principales que se muestran a continuacibn.

$$\sigma_1 = 2.70 \text{ Kg/mm} \quad \text{pat-a H. 300 en L}$$

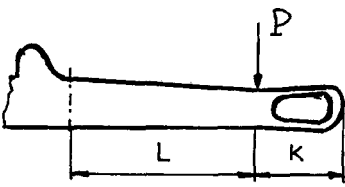
$$\sigma_1 = 1.30 \text{ Kg/mm} \quad \text{para H.300 en L/2}$$

$$\sigma_1 = 260 \text{ Kg/mm} \quad \text{para H.350 en L}$$

$$\sigma_1 = 1.97 \text{ Kg/mm} \quad \text{para H.350 en L/2}$$

TABLA VII

LONGITUDES CARACTERISTICAS DE LOS SEGMENTOS ANALIZADOS



Herramienta	L (mm.)	K (mm.)
H.300	120	50
H.350	140	50

Los valores correspondientes a las propiedades de las secciones en los segmentos anotados se muestran en la Tabla VIII.

TABLA VIII

PROPIEDADES DE LA SECCION Y MOMENTO FLECTOR (M), EN LOS SEGMENTOS ANALIZADOS

		L	L/2
I 4 (mm)	H.300	27330.12	21468.00
	H.350	31967.60	18201.10
c (mm)	H.300	11.92	11.20
	H.350	12.51	11.10
M (Kg.mm)	H.300	5520.00	2760.00
	H.350	6640.00	3220.00

1.2 ANALISIS D E FABRICACION EXTERNA

Es de fundamental importancia en la determinación del grado de tecnología requerida para la manufactura de este género de herramientas y de ésta manera conocer las limitaciones y disponibilidad de medios para su fabricación local.

1.2.1 MATERIALES EMPLEADOS

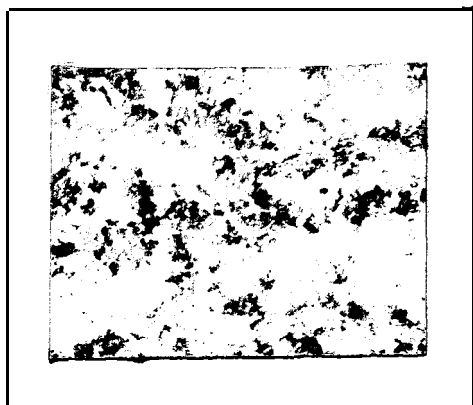
Su identificación se efectua por comparación de estruc turas metalográficas de los materiales que constituyen los elementos de las herramientas con estruc turas codif icadas en el volumen 7 (7) y se mueatran en la Fig. 1.12, y adicionalmente se ef ec tuaron ensayos mecánicos de durena.

Los resul tados se muestran a continuación:

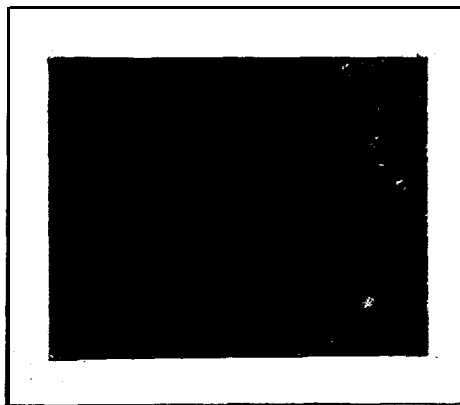
TABLA I X

MATERIALES EMPLEADOS EN LOS COMPONENTES DE LA HERRAMIENTA

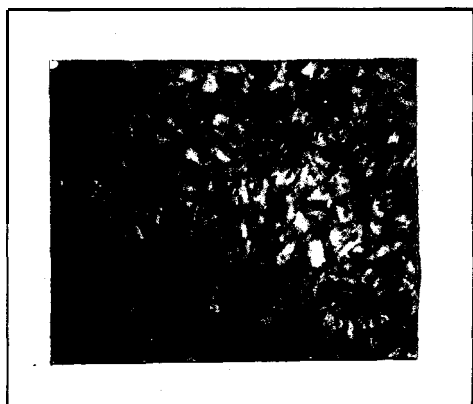
Parte	Material	Dureza(RC)
Quij adamóvil	Acero de medio carbono	40
Quijada fija	Acero de medio carbono	4 6
Tuerca de regulación	Acero de media carbono	40
Resorte plano	Acero de bajo carbono	40
Cuerpo de la herramienta	Hierro nodular	40



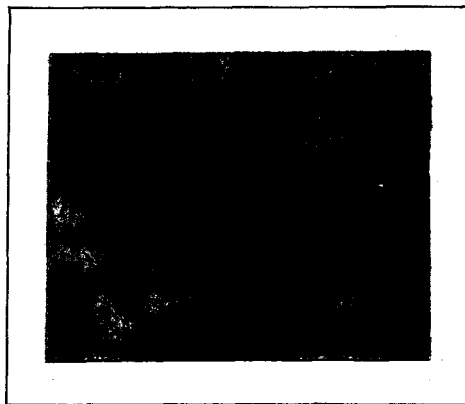
QUIJADA MOVIL



QUIJADA FIJA



TUERCA DE REGULACION



CUERPO DE LA HERRAMIENTA

**FIG. 1.12 FOTOMICROGRAFIAS DE LOS MATERIALES
EMPLEADOS EN LOS COMPONENTES
PRINCIPALES**



BIBLIOTE

1.2.2 METODOS DE FABRICACION EMPLEADOS

Se determinan, por inspección visual cuidadosa del grado de acabado superficial de los componentes y la correcta interpretación de los rasgos característicos inherentes a los diferentes procesos de manufactura, en la Tabla X se señalan los procesos de fabricación empleados.

TABLA X

PROCESOS DE FABRICACION EMPLEADOS

Parte	Proceso de manuf ac tura
Quijada móvil	Forja-Maquinado-Tratamiento térmico
Quijada Fija	Forja-Maquinado-Aserrado
Tuerca de regulación	Maquinado-Tratamiento térmico
Resorte Plano	Conformado-Tratamiento térmico
Cuerpo de la herramienta	Fundición-Maquinado-Tratamiento térmico

CAPITULO II

SELECCION DE MATERIALES

Uno de los factores que presenta complicación en la selección de los materiales, es que virtualmente todas las propiedades del material incluyendo la fabricabilidad están interrelacionada, por lo que se hace necesario un proceso de selección que se efectúe paso a paso de manera que el campo de materiales sea disminuido a un número manejable de alternativas.

Consecuentemente para conseguir este propósito es necesario plantear diferentes tipos de materiales que pudieran satisfacer las condiciones exigidas así como también la posibilidad de fabricarse por procesos disponibles en el medio a costo razonable.

2.1 MATERIALES ALTERNATIVOS

Como primer paso en la selección de las alternativas, del universo de los materiales se proponen aquellos, que en primera instancia son de la misma naturaleza (metálica), porque las condiciones de servicio así lo demandan. En el apéndice A, se indican las propiedades mecánicas de estos materiales considerados como alternativos.

Materiales propuestos

Para determinar los materiales que se utilizarían en la fabricación de la herramienta, se toman en cuenta los diferentes parámetros vinculados a los procesos de diseños y manufactura, los mismos que se encuentran representados en términos de factores técnicos, prácticos y de fabricabilidad. Estos factores dentro del proceso de selección se constituye en criterios de agrupación (Tabla XI), los mismos que se evalúan mediante la asignación de un valor porcentual correspondiente al grado de satisfacción de un objetivo representado en la Tabla A14.

El método empleado en esta faseta del proceso de selección consiste en asignar para cada elemento de la herramienta, un grupo de materiales que se consideren adecuados los mismos que se evalúan en términos de grado de satisfacción que pudieran dar a los criterios de agrupación.

Desde las Tablas XII a XV, se muestran el análisis de evaluación para los componentes de la herramienta.

TABLA XI

CRITERIOS PARA LA AGRUPACION DE LOS MATERIALES

Criterio de agrupación	Parámetros considerados
C1 Factores técnicos	- Propiedades mecánicas - Propiedades de resistencia al medio
C2 Factores prácticos	- Limitaciones en peso y tamaño. - Ventaja de reciclaje. - Apariencia. - Seguridad.
C3 Fabricabilidad	- Disponibilidad de materia prima - Ejecutabilidad de manufactura - Grado de complejidad



BIBLIOTECA

TABLA XII

MATERIALES PROPUESTOS PARA LA QUIJADA MOVIL

Satisfacción del objetivo	Criterio de agrupación	Materiales
0.90	C1	Acero fundido G120-90
0.75		Fundición de Fe maleable
		ASTM A220-61T
0.75		Fundición de Fe nodular G120-90-02
0.75	C2	Acero fundido G120-90
0.75		Fundición de Fe maleable
		ASTM A220-61T
0.75		Fundición de Fe nodular G120-90-02
0.50	C3	Acero fundido G120-90
0.25		Fundición de Fe maleable
		ASTM A220-61T
0.25		Fundición de Fe nodular G120-90-02

Satisfacción del objetivo del material

Acero fundido G120-90 : 2.15

Fundición de Fe maleable ASTM A220-61T: 1.75

Fundición de Fe nodular G120-90-02: 1.75



BIBLIOTECA

TABLA XIII
MATERIALES PROPUESTOS PARA LA QUIJADA FIJA

Satisfacción del objetivo	Criterio de agrupación	Materiales
0.75	C1	Acero SAE 1045
1.00		Acero SAE 3215
0.90		Acero SAE 4337
0.75	C2	Acero SAE 1045
0.50		Acero SAE 3215
0.75		Acero SAE 4337
0.90	C3	Acero SAE 1045
0.50		Acero SAE 3215
0.75		Acero SAE 4337

Satisfacción de objetivo del material

Acero SAE 1045: 2.40

Acero SAE 3215: 2.00

Acero SAE 4337: 2.40

TABLA XIV

MATERIALES PROPUESTOS PARA LA TUERCA DE REGULACION

Satisfacción del objetivo	Criterio de agrupación	Materiales
0.90	C1	Acero SAE 1045
0.75		Acero SAE 1024
0.75		Acero SAE 1040
0.90	C2	Acero SAE 1045
0.90		Acero SAE 1024
0.75		Acero SAE 1040
0.90	C3	Acero SAE 1045
0.90		Acero SAE 1024
0.50		Acero SAE 1040

Satisfacción de objetivo del material

Acero SAE 1045: 2.70

Acero SAE 1024: 2.60

Acero SAE 1040: 2.00

TABLA XV

MATERIALES PROPUESTOS PARA EL CUERPO DE LA HERRAMIENTA

Satisfacción del objetivo	Criterio de agrupación	Materiales
1.00	C1	Hierro nodular 60-40-18
1.00		Acero fundido ASTM A27-65
0.75		Aleación de Aluminio ASTM 336
0.75		Aleación de Cobre ASTM B148
0.75		Aleación de Zinc Z.A-27
0.50	C2	Hierro nodular 60-40-18
0.25		Acero fundido ASTM A27-65
0.75		Aleación de Aluminio ASTM 336
0.50		Aleación de Cobre ASTM B148
0.75		Aleación de Zinc Z.A-27
0.50	C3	Hierro nodular 60-40-18
0.50		Acero fundido ASTM A27-65
0.90		Aleación de Aluminio ASTM 336
0.75		Aleación de Cobre ASTM B148
1.00		Aleación de Zinc Z.A-27

Satisfacción de objetivo del material

Hierro nodular 60-40-18: 2.00

Acero fundido ASTM A27-65: 1.75



BIBLIOTECA

Aleación de Aluminio ASTM 336:	2.40
Aleación de Cobre ASTM B148:	2.00
Aleación de Zinc Z.A-27:	2.50

Los materiales propuestos como alternativos para la fabricación de cada uno de los elementos considerados, serán aquellos que presentan los mayores valores de satisfacción del objetivo y se muestran en la Tabla XVI.

TABLA XVI

MATERIALES PROPUESTOS PARA FABRICACION DE LA HERRAMIENTA

Elemento	Alternativa		
	A1	A2	A3
Quijada móvil	Acero fundido	Hierro nodular	Hierro
	ASTM A148-65	G120-90-02	maleable
			ASTM A220-61T
Quijada fija	Acero	Acero	Acero
	SAE 4337	SAE 1045	SAE 3215
Tuerca de	Acero	Acero	Acero
regulación	SAE 1045	SAE 1024	SAE 1040
Cuerpo de la	Aleación de	Aleación de	Fundición de
herramienta	aluminio	Zinc	acero
	ASTM B148	Z.A-27	ASTM A27-65

2.2 SUSTITUCION FUNCIONAL

La meta de la sustitución funcional es encontrar una nueva o diferente manera de presentar un requerimiento de diseño, ofreciendo la oportunidad de mejoras y reducción de costos a través del rediseño. Se acoje este concepto como repuesta a la necesidad de fabricación nacional de este tipo de herramienta manual, para un mercado del cual se conoce que no demanda nuevas formas de las partes terminadas. Entonces corresponde a la búsqueda de ahorros

significativos mediante el aprovechamiento de procesos de fabricación de probada experiencia y desarrollo en el medio para la manufactura de las diversas partes, con materiales igualmente disponibles. Dentro del contexto de sustitución funcional, es importante plantear la sustitucionabilidad de materiales, para lo cual se requiere continuar con el proceso selectivo para de esta manera considerar las propiedades más sobresalientes y deseables de los materiales propuesto en la preselección efectuada. Se entiende que el término propiedades connota características que el material posee como respuesta a un conjunto de condiciones impuestas (parámetros de selección), los cuales representan diferentes aspectos relacionados con propiedades mecánicas, fabricabilidad o manufactura, costos, requerimientos funcionales y restricciones.

Considerando una función de criterio definido por $X_i.A_i$, como método para el análisis evaluativo de los materiales propuestos como alternativos para fabricar las diversas partes.

La determinación de la función de criterio se realiza bajo el siguiente procedimiento:

- Se establecen criterios de selección a los que se

les asigna un valor (X_i), conforme a la Tabla A14.

- Se asignan valores (A_i), conforme a la Tabla A14 a los materiales preseleccionados.

- La función de criterio se evalúa por $X_i.A_i$

El mismo procedimiento se emplea para cada parte de la herramienta y parámetro de selección considerado.

Selección por propiedades mecánicas

Se toma en consideración el cuestionamiento referente a la resistencia del material a los esfuerzos impuestos por las cargas de servicio, aunque también son de importancia la ductilidad y dureza que demandan los elementos.

TABLA XVII

ASIGNACION DE VALORES (A_i) A LOS CRITERIOS DE SELECCION
POR PROPIEDADES MECANICAS

Criterio de selección	Quijada Móvil	Quijada Fija	Tuerca de regulación	Cuerpo de herramienta
C1 Resistencia mecánica	0.90	0.75	0.75	0.90
C2 Ductilidad	0.50	0.50	0.50	0.50
C3 Dureza	0.75	0.75	0.75	0.75

TABLA XVIII

ASIGNACION DE VALORES (A_i) A LOS MATERIALES ALTERNATIVOS
PARA LOS COMPONENTES. SELECCION POR PROPIEDADES MECANICAS

Criterio de selección	Guijada Móvil		Guijada Fija		Tuerca de regulación		Cuerpo de herramienta	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
C1	1.00	0.75	0.75	0.50	0.90	0.90	0.75	0.90
C2	0.75	0.75	0.50	0.75	0.75	0.90	0.75	0.50
C3	0.90	0.75	0.90	0.90	0.90	0.90	0.50	0.75



BIBLIOTECA

TABLA XIX

DETERMINACION DE LA FUNCION DE CRITERIO PARA LOS
COMPONENTES. SELECCION POR PROPIEDADES MECANICAS

Criterio de selección	Guijada Móvil				Guijada Fija					
	A1		A2		A1		A2			
	X_i	A_i	$X_i.A_i$	A_i	$X_i.A_i$	X_i	A_i	$X_i.A_i$	A_i	$X_i.A_i$
C1	0.90	1.0	0.09	0.75	0.68	0.75	0.75	0.56	0.50	0.38
C2	0.50	0.75	0.38	0.75	0.38	0.50	0.50	0.25	0.75	0.38
C3	0.75	0.90	0.68	0.75	0.56	0.75	0.90	0.68	0.90	0.68
$\sum A_i.X_i$	1.95		1.61		1.49		1.43			

Tuerca de Regulación				Cuerpo de la Herramienta					
A1		A2		A1		A2			
X_i	A_i	$X_i.A_i$	A_i	$X_i.A_i$	X_i	A_i	$X_i.A_i$	A_i	$X_i.A_i$
0.75	0.90	0.68	0.90	0.68	0.90	0.75	0.68	0.90	0.81
0.50	0.75	0.38	0.90	0.45	0.50	0.75	0.38	0.50	0.25
0.75	0.90	0.68	0.90	0.68	0.75	0.50	0.38	0.75	0.50
1.74		1.80		1.43		1.62			



BIBLIOTECA

Selección por factores prácticos

Se consideran aspectos relacionados con la oferta del mercado y que generalmente son demandados por el usuario.

A continuación se efectúa la selección de los materiales:

TABLA XX

ASIGNACION DE VALORES (Xi) A LOS CRITERIOS DE SELECCION
POR FACTORES PRACTICOS

Criterio de selección	Quijada Móvil	Quijada Fija	Tuerca de regulación	Cuerpo de herramienta
C1 Peso y tamaño	0.25	0.25	0.25	0.25
C2 Apariencia y seguridad	0.75	0.75	0.75	1.0
C3 Resistencia al medio	0.90	0.90	0.90	0.90

TABLA XXI

ASIGNACION DE VALORES (A_i) A LOS MATERIALES ALTERNATIVOS
PARA LOS COMPONENTES. SELECCION POR FACTORES PRACTICOS

Criterio de selección	Quijada Móvil		Quijada Fija		Tuerca de regulación		Cuerpo de herramienta	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
C1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25
C2	0.90	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.90
C3	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.90	0.90



BIBLIOTECA

TABLA XXII

DETERMINACION DE LA FUNCION DE CRITERIO PARA LOS
COMPONENTES. SELECCION POR FACTORES PRACTICOS

Criterio de selección	Quijada Móvil					Quijada Fija				
	A1			A2		A1			A2	
	X_i	A_i	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i/X_i$	A_i	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i$	$X_i.A_i$
C1	0.25	0.50	0.13	0.50	0.13	0.25	0.50	0.13	0.50	0.13
C2	0.75	0.90	0.68	0.75	0.56	0.75	0.75	0.68	0.75	0.68
C3	0.90	0.75	0.68	0.75	0.68	0.90	0.75	0.68	0.75	0.68
$\sum A_i.X_i$	1.48			1.36		1.48			1.36	

Tuerca de Regulación					Cuerpo de la Herramienta				
A1			A2		A1			A2	
X_i	A_i	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i/X_i$	A_i	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i$	$X_i.A_i$
0.25	0.50	0.13	0.50	0.13	0.25	0.25	0.06	0.25	0.06
0.75	0.75	0.56	0.75	0.56	1.00	0.75	0.75	0.90	0.90
0.90	0.75	0.68	0.75	0.68	0.90	0.90	0.81	0.90	0.81
1.36			1.36		1.62			1.77	

Selección por manufactura

Se considera la capacidad que presentan los materiales alternativos a ser manufacturados por procesos de maquinado, fundición; incorporándose también a este parámetro de selección la disponibilidad del material de partida el mismo que debe existir en las cantidades, formas y tamaños requeridos.

TABLA XXIII

ASIGNACION DE VALORES (Xi) A LOS CRITERIOS DE SELECCION
POR MANUFACTURAS

Criterio de selección	Quijada Móvil	Quijada Fija	Tuerca de regulación	Cuerpo de la herramienta
C1 Materia prima disponible	1.00	1.00	1.00	1.00
C2 Grado de complejidad	0.90	0.50	0.50	0.75
C3 Acabado superficial	0.75	0.75	0.75	0.75

TABLA XXIV

ASIGNACION DE VALORES (A_i) A LOS MATERIALES ALTERNATIVOS
PARA LOS COMPONENTES. SELECCION POR MANUFACTURA.

Criterio de selección	Quijada Móvil		Quijada Fija		Tuerca de regulación		Cuerpo de herramienta	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
C1	1.00	0.75	0.75	0.10	0.50	1.00	1.00	1.00
C2	0.50	0.75	0.50	0.50	0.50	0.25	0.50	0.50
C3	0.75	0.75	0.90	0.90	0.90	0.90	0.75	0.75

TABLA XXV

DETERMINACION DE LA FUNCION DE CRITERIO PARA LOS
COMPONENTES. SELECCION POR MANUFACTURA.

Criterio de selección	Quijada Móvil				Quijada Fija			
	A1		A2		A1		A2	
	X_i	A_i	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i/X_i$	X_i	A_i	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i$
C1	1.0	1.0	1.0	0.75 0.75	1.0	0.75	0.75	0.75 0.10
C2	0.75	0.50	0.38	0.75 0.56	0.50	0.50	0.25	0.75 0.25
C3	0.75	0.75	0.56	0.75 0.56	0.75	0.90	0.68	0.90 0.68
$\sum A_i.X_i$	1.94		1.88		1.68		1.93	

Tuerca de Regulación				Cuerpo de la Herramienta			
A1		A2		A1		A2	
X_i	A_i	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i/X_i$	X_i	A_i	$X_i.A_i/A_i$	$X_i.A_i$
1.00	0.50	0.50	1.00 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00 1.00
0.50	0.50	0.25	0.25 0.13	0.75	0.50	0.38	0.50 0.38
0.75	0.90	0.68	0.90 0.68	0.75	0.75	0.56	0.75 0.56
1.43		1.80		1.94		1.94	



BIBLIOTECA

Selección por costos

Se incluyen en este parámetro de selección, los costos referenciales del material de partida y de igual manera los costos referenciales demandados por la manufactura del producto.

TABLA XXVI

ASIGNACION DE VALORES (Xi) A LOS CRITERIOS DE SELECCION
POR COSTOS

Criterio de selección	Quijada Móvil	Quijada Fija	Tuerca de regulación	Cuerpo de herramienta
C1 Costo de materia prima	0.50	0.50	0.50	0.50
C2 Costo de manufactura	0.50	0.50	0.50	0.50

TABLA XXVII

ASIGNACION DE VALORES (Ai) A LOS MATERIALES ALTERNATIVOS

PARA LOS COMPONENTES. SELECCIÓN POR COSTOS.

Criterio	Guijada		Guijada		Tuerca de		Cuerpo de	
de								
selección	Móvil		Fija		regulación		herramienta	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
C1	1.25	0.75	0.50	0.50	0.75	0.75	0.75	0.75
C2	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25

TABLA XXVIII

DETERMINACION DE LA FUNCION DE CRITERIO PARA LOS COMPONENTES. SELECCION POR COSTOS

Criterio de selección:	Quijada Móvil				Quijada Fija			
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
	X_1	A_1	$X_1.A_1/A_1$	$X_1.A_1/X_1$	X_1	A_1	$X_1.A_1/A_1$	$X_1.A_1/X_1$
C1	10.50	0.25	0.13	0.75	0.30	10.50	0.50	0.25
C2	10.50	0.75	0.30	0.75	0.30	10.50	0.50	0.25
$A_1.X_1$		0.51		0.76		0.50		0.50

Tuerca de Regulación				Cuerpo de la Herramienta			
A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
X_1	A_1	$X_1.A_1/A_1$	$X_1.A_1/X_1$	X_1	A_1	$X_1.A_1/A_1$	$X_1.A_1/X_1$
10.50	0.75	0.30	0.75	0.30	10.50	0.75	0.30
10.50	0.50	0.25	0.50	0.25	10.50	0.25	0.13
	0.63		0.63		0.51		0.51

Efectuando la sumatoria de las funciones de criterio obtenidas para la alternativas A1 en la evaluación de cada uno de los parámetros de selección, y de igual manera para la alternativa A2, se determina los valores correspondientes a la puntuación de cada alternativa propuesta para cada elemento. En la Tabla XXIX se muestran los resultados.

TABLA XXIX

VALORACION DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Elemento	A1	A2
Quijada móvil	5.88	5.61
Quijada fija	5.15	5.22
Tuerca de regulación	5.16	5.59
Cuerpo de la herramienta	5.50	5.84

2.2 ALTERNATIVA PROPUESTA

Debido a la variedad de procedencia del producto y que no existe inconveniente por parte del usuario en la introducción de un nuevo producto con formas y presentaciones aceptadas, la sustitución de los materiales con los que se ha fabricado una herramienta importada, por otros de disponibilidad local, proporciona satisfacción a la demanda planteada.

Considerando la valoración de las alternativas propuestas (Tabla XXIX), y lo que cada una de ellas representan (Tabla XXVI), se sugieren los siguientes materiales para las partes analizadas.

Quijada móvil: Acero moldeado ASTM A148-65

Quijada fija: Acero SAE 1045

Tuerca de regulación: Acero SAE 1024

Cuerpo de la herramienta: Aleación de Zinc ILZRO
ZA-27

Elementos como el pasador de sujeción de la quijada fija, resortes planos y espirales constituye accesorios de ensamble de la herramienta que no demanda exigencias mecánicas de consideración, por lo que su fabricación u obtención se obtendría por proveedores.



BIBLIOTECA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de efectuarse el análisis del diseño y de la manufactura de la herramienta considerada como referencia cabe mencionar los siguientes conclusiones:

1.- Dentro de las especificaciones del producto, los parámetros que mayor exigencia demandan para la aceptación por parte del usuario industrial son las siguientes:

- Seguridad, depende de las dimensiones y configuración geométrica de los elementos o componentes de la herramienta.
- Presentación, la misma que depende del diseño de formas de la herramienta y de los procesos de manufactura empleados.

Por otra parte el sector artesanal demanda economía del producto terminado antes que calidad.

2.- El análisis del diseño de forma constituye un punto de partida seguro para la investigación y correcta interpretación de los principios vinculados al funcionamiento de la herramienta, por lo que en general la forma de un objeto es responsable de las demandas de servicio que se exigen al material que lo constituye.

3.- Debido a la pequeña diferencia existente entre las magnitudes de las componentes verticales de las reacciones, el momento resultante en las quijadas de la herramienta es únicamente función de la longitud de la palanca.

Sin embargo por su configuración estructural, la llave para tubos como herramienta manual tiene la particularidad de desarrollar fuerzas horizontales de magnitudes superiores en una proporción $(a+b)/d$. veces, que las fuerzas verticales necesarias para la operación de ensamble y desensamble, esto significa que en primera instancia la quijada móvil es un elemento constantemente expuesto a fallas por esfuerzo combinado en la región que presenta cambios de sección, cuando son requeridos altos pares de fuerzas externas.

4.- La empuñadura o palanca de la herramienta es un elemento que no se expone a fallas en condiciones normales de operación debido a la baja magnitud de la carga que se aplica, más bien el empleo de extensiones que prolongan la longitud de la misma originan riesgos de fracturas en la quijada móvil y la misma empuñadura.

5.- La tuerca de regulación y la quijada fija son elementos que no demanda elevadas resistencias y

mediante el empleo de acero nacional SAE 1040 este requerimiento sería satisfecho, sin embargo su disponibilidad en el mercado como material con formas y dimensiones limitadas, fue antecedente de mucha influencia para seleccionar aceros importados que cubrían estas deficiencias lo que no dejará de influir en el costo de la pieza terminada.

- 6.- La aleación ZA-27 representa la mejor opción como material sustitucional para el cuerpo de la herramienta, no solamente por sus características mecánicas análogas a las que demanda el producto importado, más bien la particularidad de mantener sus propiedades con o sin tratamiento térmico ha sido un factor determinante en su elección.

Se sugieren además las siguientes recomendaciones:

- 1.- Debe tenerse precaución en la fabricación de las formas finales de los componentes por que de estas depende las exigencias de servicio y la presentación.
- 2.- Deben de ejecutarse pruebas experimentales de puesta en servicio de prototipo de herramientas fabricada con los materiales sugeridos para de esta manera completar la evaluación del diseño.
- 3.- Debido a la diversidad de procedencia del producto y la inexistencia en el medio, de un standard que

codifique las dimensiones características de este tipo de herramientas, es necesario formular uno a partir de un diseño que haya demostrado ser aceptado y que además presente los mejores niveles de calidad y capacidad de trabajo.

- 4.- Para proyectar el diseño de la herramienta a otras capacidades, para la selección de los materiales debe tenerse muy presente que elevadas ductilidades plantea la posibilidad de deformaciones considerables en el elemento lo que daría lugar a la disminución de su utilidad.
- 5.- El diseño de la quijada móvil debe proyectarse en función de la rigidez y guardar las relaciones de dimensión señaladas en el apéndice A, para en lo posible disminuir las concentraciones de esfuerzos.
- 6.- Las partes dentadas de las quijadas fijas y móvil, deben de presentar suficiente dureza y tenacidad para resistir el desgaste producido al que se expone y las sobrecargas que se produjeran.
- 7.- La aleación aluminio ASTM 336 modificada cumple muchos requerimientos favorables en cuanto a propiedades mecánicas, por lo que es un material que se debería considerar.

APENDICES



BIBLIOTECA

APENDICE A

TABLAS Y FIGURAS EMPLEADAS PARA EL ANALISIS DEL DISEÑO Y
SELECCION DE MATERIALES



BIBLIOTECA

TABLA A2

FACTORES DE CONCENTRACION DE ESFUERZOS PARA DISEÑOS EN
(4)
ACERO MOLDEADO

Diseño de* Filete esquina	Diámetro de esquina	Factor de concentracion de esfuerzo Kt		
		Fotobelas- ticidad	Medición	
			por deformación	
	r/w	R/W		
1L	1.0	0.2	1.21	1.17
2L	1.0	1.0	1.23	1.22
3L	1.0	2.0	1.36	1.33
4L	0.4	1.4	1.58	1.60
5L	0.0	1.0	1.73	---

*, las formas corresponden a las indicadas en la Fig. A1

ALEACCIONES FERROSAS

TABLA A3

PROPIEDADES MECANICAS DEL HIERRO NODULAR
(2)
ASTM A476-70

Grado o Clase	Resistencia a la tracción 2 (Kg/mm)	Resistencia a la fluencia 2 (Kg/mm)	Elongación (%)	Dureza NHB
60-40-18	46.30	28.20	18	143-187
80-55-06	56.40	38.8	6	----
120-90-02	84.50	63.40	2	----

TABLA A4

PROPIEDADES MECANICAS DEL HIERRO MALEABLE
(6)
ASTM A220-61T

Resistencia a la tracción 2 (Kg/mm)	Resistencia a la fluencia 2 (Kg/mm)	Alargamiento (%)	Dureza NHB
56.36	37.34	4	197-241

TABLA A5

(11)

PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO MOLDEADO

ASTM A27-65 Y ASTM A148-65

Clase o grado	Límite de fluencia ² (Kg/mm)	Resistencia a la tracción ² (Kg/mm)	Elongación (%)	Dureza BHN
60-30	27.8-31	50-52	23-29	155-158
120-95	67.0	85.0	14	262

TABLA A6

(15)

PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO SAE 1045

Resistencia a la tracción(Rm)	60-72 Kg/mm ²
Resistencia a la fatiga(Rel)	33 Kg/mm ²
Límite de alargamiento(A5)	16%
Módulo de elasticidad	196000 N/mm ²
Dureza máxima	57-63 RC



BIBLIOTECA

TABLA A7

(15)

PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO SAE 3215
(después de templado)

Resistencia Tensil	11mm Ø	100 - 135 Kg/mm	2
	30mm Ø	75 - 110 Kg/mm	2
	63mm Ø	70 - 110 Kg/mm	2
Resistencia a la fluencia	11mm Ø	65 Kg/mm	2
	30mm Ø	50 Kg/mm	2
	63mm Ø	45 Kg/mm	2
Elongación	11-30 y 63mm Ø	8-10 y 11% min.	
Dureza máxima	58-62 RC		

TABLA A8

(15)

PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO SAE 4337

Resistencia a la tracción	90-110 Kg/mm	2
	70 Kg/mm	2
Resistencia a la fluencia	70 Kg/mm	
Alargamiento	12%	
Dureza	56-62 RC	

TABLA A9

(15)

PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO SAE 1024

	Laminado en frio	Laminado en caliente -25/+25mm pared
Resistencia a la tracción (Kg/mm ²)	86	66/63
Alargamiento(%)	10	22/22
Dureza máxima	58-63 RC	

TABLA A10

(15)

PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO SAE 1040

Resistencia a la tracción	63 Kg/mm ²
Resistencia a la fluencia	42 Kg/mm ²

ALEACIONES NO FERROSAS

TABLA A11

PROPIEDADES MECANICAS

(12)

BRONCE AL ALUMINIO. ASTM-B148

Condición del material	Límite de fluencia 2 (Kg/mm)	Resistencia a la tracción 2 (Kg/mm)	Alargamiento (%)	Dureza NHB
Fundido	17.05	45.9	20.5	---
Con T. T.	27.2	55.9	13.1	116-165

TABLA A12

PROPIEDADES MECANICAS

(10)

ALEACION DE ALUMINIO. ASTM-336

Condición del material	Límite de fluencia 2 (Kg/mm)	Resistencia a la tracción 2 (Kg/mm)	Alargamiento (%)	Dureza NHB
3/Modificar	----	25.94-26.45	2.3-4.0	105-124
Modificado	----	35.02-37.55	9.13-9.92	100-115



BIBLIOTECA

TABLA A13

PROPIEDADES MECANICAS
(13-14)
ALEACIONES DE ZINC-ALUMINIO

Método de Fabricación	Aleación	Resistencia	Dureza	Alargamiento
		Tensil	BHN	en 50 mm
		2 (Kg/mm)		(%)
Con aleación madre	Zamak 3 (AG40-A)	20.0-24.0	89-96	1.6-2.12
	Zamak 5 (AC41-A)	24.0-28.0	96.3	1.16-2.04
Fundiendo Chatarra	Zamak 3 (AC40-A)	23.0-25.0	92-96	1.32-2.20
	Zamak 5 (AC41-A)	25.0-30.0	96.3	1.26-2.04
Molde de arena (con T.T.)	ILZRO	32-33	90-100	8-11
Molde de arena (sin T.T.)	ZA-27	41-45	110-120	3-6



TABLA A14

(B)

PORCENTAJE DE SATISFACCION DE UN OBJETIVO

%	Grado de satisfacción de un objetivo	Evaluación
100	Satisfacción completa, excelente, altísima	Objetivo satisfecho en todo sentido
90	Satisfacción extensa, muy buena, muy alta	Objetivo satisfecho en todos los aspectos importantes
75	Satisfacción considerable buena, alta	Objetivo satisfecho en la mayoría de los aspectos
50	Satisfacción moderada, regular, aceptable	Un punto medio entre satisfacción completa y no satisfacción
25	Satisfacción menor, mala, baja	Objetivo satisfecho en algunos, pero menos que la mitad de los aspectos
10	Satisfacción mínima, deficiente, ínfima	Objetivo satisfecho en muy poca extensión
0	No satisfacción	Objetivo no satisfecho en ningún aspecto

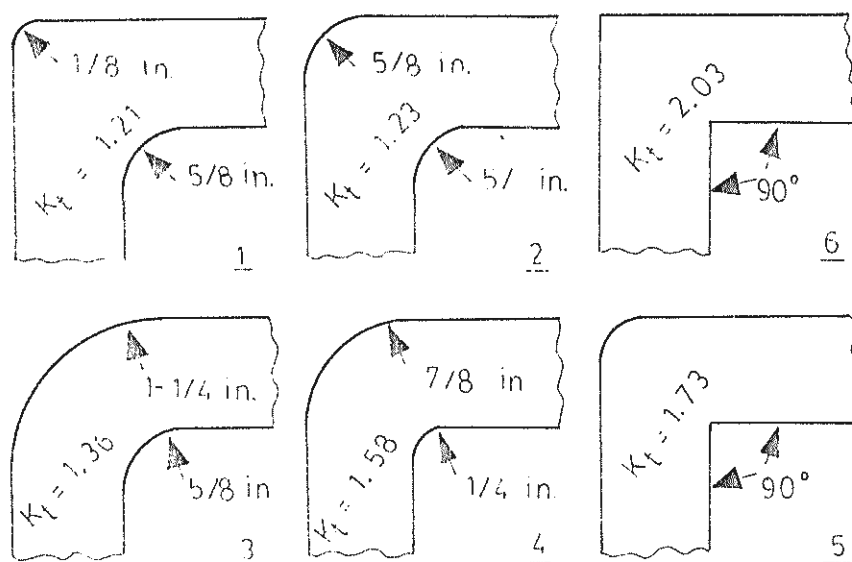


FIG. A1 DISEÑOS DE ESQUINAS PARA
ACEROS MOLDEADOS⁽⁶⁾

BIBLIOGRAFIA

1. FERDINAND P. BEER E. RUSSELL JOHNSTON Jr. Mecánica vectorial para ingenieros (Estática). 3ra edición; México; McGraw Hill Latinoamericano; 1979.
2. AMERICAN SOCIETY FOR METALS. Sourcebook on materials selection, Vol. 1 y 2; Ohio; 1977.
3. S. TIMOSHENKO. Resistencia de materiales Vol.1 13ra edición; Madrid; ESPASA-CALPE S.A.; 1976
4. STEEL FOUNDER'S SOCIETY OF AMERICA. Steel casting handbook. 5th edition; Ohio, 1980
5. J. SHIGLEY-L. MITCHELL. 3ra edición, Diseño e Ingeniería Mecánica; México; McGraw Hill de México S.A.; 1985
6. T. BAUMEISTER, E. AVALLONE. Marks. Manual del ingeniero mecánico, Vol. 1, 3ra edición; Bogota; McGraw Hill Latinoamericano; 1982.
7. AMERICAN SOCIETY FOR METALS. Metals handbook, 8th edition, Vol. 7; Ohio; 1986
8. M. ESPINOSA. Curso de diseño mecánico II, segundo termino; ESPOL; 1986
9. Y. MUNOZ. "Diseño de una máquina vulcanizadora". Tesis de grado; FIM; ESPOL; 1987
10. H. LEON. "Modificación de la estructura de las aleaciones aluminio-silicio". Tesis de grado; FIM; ESPOL; 1983



11. H. AGUIRRE. " Características de los aceros producidos en los convertidores LD. " ; Tesis de grado; FIM; ESPOL; 1986.
12. L. BRITO. " Tratamiento térmico de aleaciones bronce aluminio hipoeutectoides " ; Tesis de grado; FIM; ESPOL; 1986.
13. E. MARTINEZ. " Reciclaje de materiales para la producción de aleaciones normalizadas de Zinc-aluminio " ; Tesis de grado; FIM; ESPOL; 1983.
14. M. CHIRIBOGA. " Aleación ILTRO 27 para la fabricación de moldes para su inyección y soplado en plásticos " ; Tesis de grado; FIM; ESPOL; 1986.
15. CATALOGOS COMERCIALES DE ACERO.
16. H. NUÑEZ. " Proyecto de inversión para fabricación nacional de herramientas manuales. (Análisis de Costos y Mercado) " . Proyecto de grado; FIM; ESPOL; 1990.
17. F. REJAN. " Proyecto de inversión para fabricación nacional de herramientas manuales. (Proceso de Fusión) " . Proyecto de grado; FIM; ESPOL; 1990.
18. M. VARGAS. " Proyecto de inversión para fabricación nacional de herramientas manuales. (Proceso de mecanizado) " . Proyecto de grado; FIM; ESPOL; 1990.
19. F. RUIZ. " Proyecto de inversión para fabricación nacional de herramientas manuales. (Control de Calidad y Tratamientos Térmicos) " . Proyecto de grado; FIM; ESPOL; 1990.