



D-24396

T  
621.982  
POZ

**PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA  
(PROTMEC)**



**PROYECTO TECNOLÓGICO**

BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

**TEMÁ: CONSTRUCCION DE DOBLADORA DE CHAPA METALICA**

**PERTENECIENTE A: MICHEL POZO PAREDES**

**JOSE MENDEZ ESTUPIÑAN**

**FLAVIO ESCUDERO AGUILERA**



**CALIFICACION:**

.....

\_\_\_\_\_  
**TLG. MIGUEL PISCO**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

\_\_\_\_\_  
**TLG. LUIS VARGAS**  
**COORDINADOR DEL PROTMEC**

**PROMOCION AÑO: 1996 - 1997**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**PRESENTACION Y ACEPTACION DEL TEMA**

Los señores José Méndez, Flavio Escudero y Michel Pozo, alumnos del V semestre del Programa de Tecnología en Mecánica (PROTMEC); presentamos al Tlg. Miguel Pisco, Profesor de la materia de Proyectos Tecnológicos el siguiente tema:

**CONSTRUCCION DE DOBLADORA DE CHAPA METALICA**

Tlg. Miguel Pisco  
Profesor de la materia

Guayaquil, 27 de Mayo de 1996

**CALIFICACION DEL PROYECTO**

Proyecto físico: .....  
Informe escrito: .....  
Sustentación: .....  
  
Total: .....

---

Tlg. Miguel Pisco  
Profesor de la materia

Fecha: .....

## DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo:

CON MUCHO AMOR, a nuestros padres, que gracias al sacrificio de ellos, llegamos a la culminación de nuestros estudios superiores.

CON GRATITUD, al Programa de Tecnología en Mecánica (PROTMEC), que en cuyas aulas, laboratorios y talleres, nuestros profesores nos supieron brindar sus conocimiento, experiencia y amistad; para forjarnos y ser en el futuro excelentes profesionales.

CON GRATITUD, al Tlg. Luis Vargas, Coordinador del PROTMEC, quien siempre estuvo presto de forma positiva hacia las peticiones de los estudiantes del Programa.

CON GRATITUD, al Tlg. Miguel Pisco, Director y Guía del Proyecto, quien supo orientarnos desde el inicio hasta el final de nuestra carrera, para formarnos profesionales de calidad.

CON AFECTO, a nuestros compañeros, cuya alegría, entusiasmo y camaradería, hicieron de nuestra vida estudiantil un momento inolvidable.

José, Flavio y Michel



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## INDICE

### CAPITULO 1: INTRODUCCION TEORICA

1.1. Introducción	7
1.2. Definición	7
1.3. Objetivos	8
1.4. Justificativos	8
1.5. Descripción de la máquina	9
1.6. Descripción de la ejecución del proyecto	13
1.7. Desarrollo de actividades	17
1.8. Conclusiones y recomendaciones	28

### CAPITULO 2: PLANIFICACION Y CONTROL

2.1. Planeación y control	31
2.2. Planeación	31
2.3. Programación del proyecto	33
2.4. Control	36
- Diagrama de flechas	
- Diagrama de Gantt	
- Perfil de recursos	



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

### CAPITULO 3: ESTIMACION DE COSTOS

3.1. Introducción	45
3.2. Estructura del costo	45
3.3. Costos directos	46
3.3.1. Materia prima	46
3.3.2. Mano de obra	48
3.4. Gastos generales	48
3.4.1. Uso de maquinaria	48

3.4.2. Costo por herramental	56
3.4.3. Costo energía	57
3.4.4. Gastos miscelaneos	57
3.5. Costo total del proyecto	57
<b>CAPITULO 4: PLANOS</b>	<b>58 - 72</b>
<b>CAPITULO 5: MANUAL PARA EL USUARIO</b>	
5.1. Uso de la máquina	74
5.2. Mantenimiento	75
<b>CAPITULO 6: CONOCIMIENTOS TECNOLOGICOS</b>	
6.1. Mecánica aplicada	79
6.2. Materiales	80
<b>CAPITULO 7: HOJAS DE PROCESOS</b>	<b>81 - 120</b>
<b>ANEXOS</b>	
a1.- Diagrama de hierro y carbono	122
a2.- Propiedades mecánicas de los aceros	123
a3.- Características técnicas de los ángulos	124
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>128</b>



# CAPITULO

# 1

## INTRODUCCION TEORICA



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

### 1.3. OBJETIVOS

La construcción de la dobladora de chapa metálica tiene la siguiente finalidad fundamental:

Proporcionar una máquina versatil acorde a los requerimientos de trabajos del taller mecánico del PROTMEC.

### 1.4. JUSTIFICATIVOS

La máquina tiene como función doblar lámina metálica hasta un espesor máximo de 2,5 mm en materiales ferrosos y de doblar hasta un espesor máximo de 3 mm en materiales no ferrosos.

Esta máquina es versatil, debido al juego de accesorios (muelas intercambiables de varias longitudes) que posee, para variar las longitudes de doblado de acuerdo al largo y espesor de la lámina y a los requerimientos preestablecidos y dimensionados para el desarrollo de una pieza en lámina metálica.

Otra de las características que posee esta máquina, es de poder posicionar en cualquier punto los diversos accesorios y además, acoplarlos entre sí, para de esta forma incrementar o reducir la longitud a doblar.

Por lo tanto esta máquina es necesaria adicionarla al taller mecánico del PROTMEC, la cual como se mencionó anteriormente facilitaría la elaboración de trabajos en chapistería y principalmente de tipo didáctico, de acuerdo a la correcta manipulación y ajuste de sus accesorios.



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

### 1.5. DESCRIPCION DE LA MAQUINA

La dobladora de chapa metálica está compuesta en su totalidad por elementos mecánicos y de movimientos manuales, la construcción de las partes de la misma se la realizó con aceros especiales y hierro negro de acuerdo a la función de cada una de las partes (fig. 1).

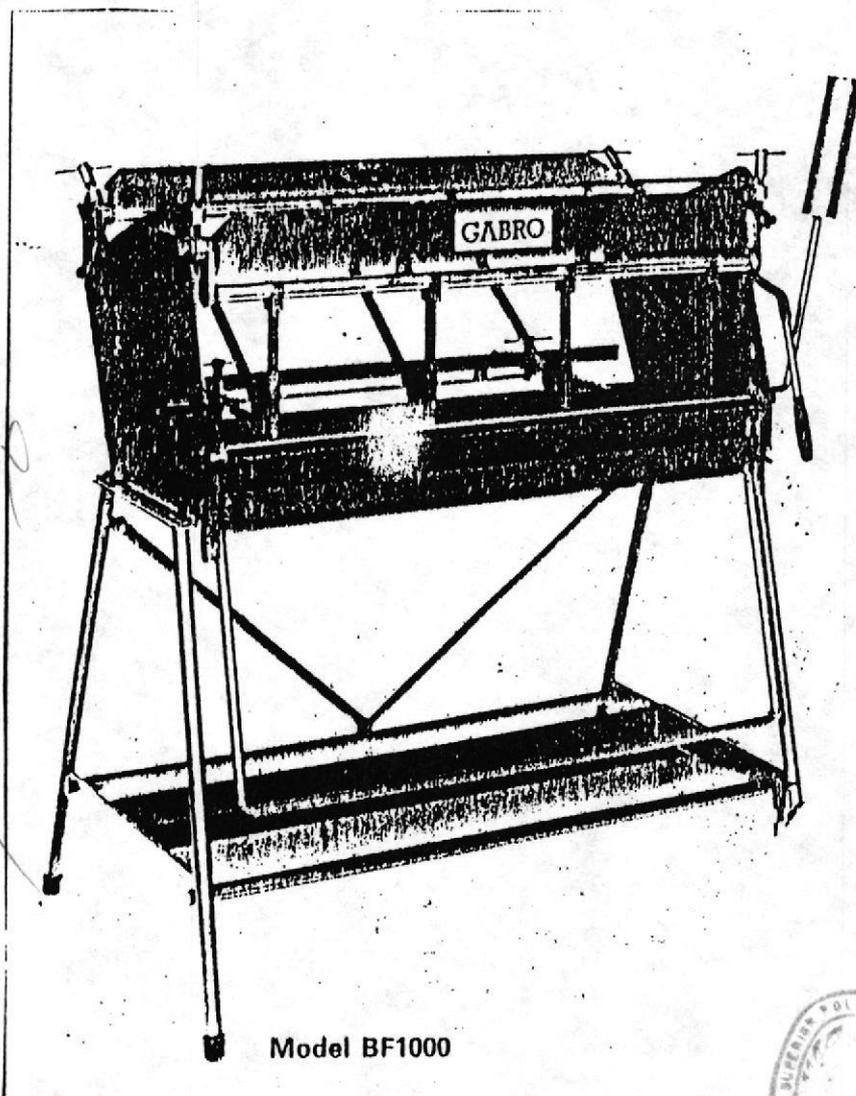
Las uniones realizadas en la misma son de tipo empernadas y soldadas, se utilizó básicamente electrodo normal E-6011 y electrodos especiales de níquel y cromo, en aquellos lugares donde habrían mayores esfuerzos.

La construcción de las distintas piezas de la dobladora, se las realizó en máquinas herramientas y además muchas de ellas fueron elaboradas con procesos manuales.

El mecanismo de doblado está compuesto por un juego de accesorios como son las muelas intercambiables, debido a la aplicación de estas se recomendó aplicarles tratamiento térmico de cementación.

El proceso de doblado consiste en prensar la chapa o lámina metálica en la posición deseada para el doblado, posteriormente se da movimiento al mecanismo de doblado de acuerdo al ángulo que deseamos obtener (fig 2.-).

Fig. 1.- Vista general de la dobladora.



Model BF1000



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## 1.1. INTRODUCCION

La materia Proyectos Tecnológicos tiene como objetivos aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas durante los años de estudio de una manera integral, para de esta forma planificar y ejecutar un proyecto práctico.

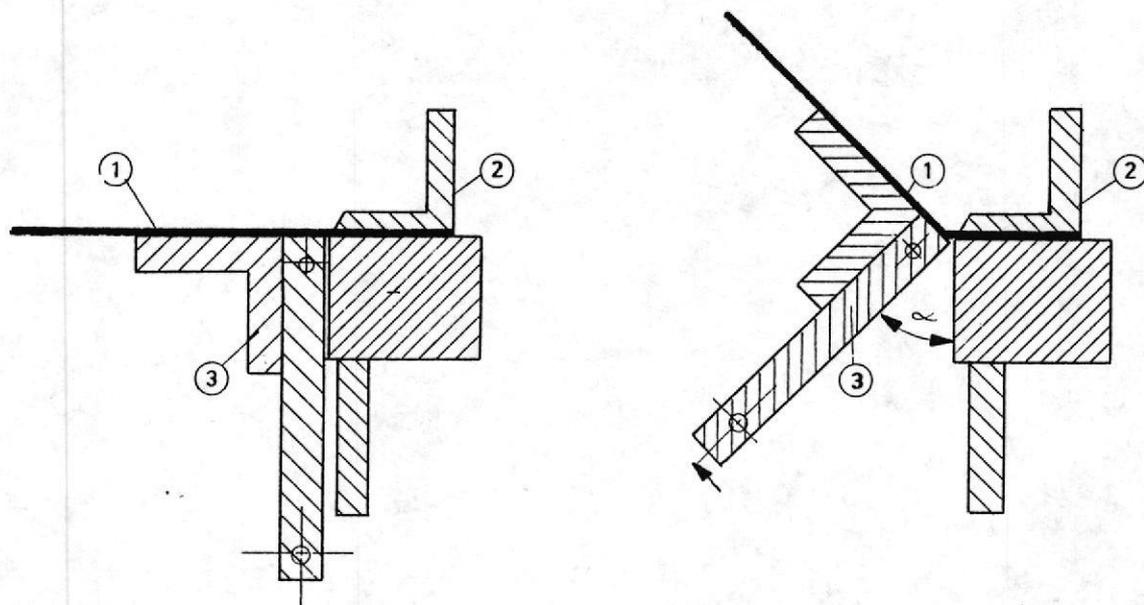
El tema presentado y aceptado por el Director del Proyecto es la construcción de una dobladora de chapa metálica, basandonos en una máquina de procedencia inglesa, que actualmente la misma está instalada en los talleres del Protel.

Debido al grado de dificultad que se presentó para la construcción de la misma, por el número de actividades a desarrollar y la inversión a realizar, el Director del Proyecto acordó que este trabajo se ejecute entre tres alumnos.

## 1.2. DEFINICION

La dobladora de chapa metálica es una máquina compuesta por elementos mecánicos y de movimiento manual. Es una máquina extremadamente versátil e idealmente conveniente para el desarrollo y aplicación de trabajos de producción, para uso en talleres y para propósitos didácticos.

Fig. 2.- Diagrama del mecanismo principal de doblado.



- 1.- Lámina metálica
- 2.- Prensa chapa
- 3.- Mecanismo de doblado

La capacidad de doblado de la máquina se muestra en la tabla I, en la cual se indican los distintos espesores a doblar de acuerdo a la longitud y tipo de material a utilizar.

Tabla I.- Capacidad de doblado

Longitud máxima del doblado (mm)	espesor del material (mm)	
	acero suave	aluminio suave
960	1,2	1,6
720	1,6	2,0
480	2,0	2,6
240	2,6	3,0
120	3,0	3,5

Estas máquinas presentan facilidad en el montaje y desmontaje de los accesorios de doblado (muelas), ya que el sistema de sujeción de la misma así lo disponen, debido a que en la pinza de agarre en su parte interior llevan un resorte de tensión, el cual regula la distancia de alojamiento, que es donde se inserta el ángulo o muela.

Adicionalmente esta máquina presenta un sistema de regulación del espesor de la chapa, el mismo que se lo utiliza para la correcta alineación entre los accesorios de doblado y el mecanismo de doblado; y además también se lo utiliza para regular el espesor de la lámina a doblar y dar la suficiente fuerza de compresión para mantener prensada la lámina.

## 1.6 . DESCRIPCION DE LA EJECUCION DEL PROYECTO

En este literal se desea dar a conocer el plan de trabajo que se determinó para llevar a cabo la ejecución del proyecto físico.

Es necesario hacer notar que las materias Proyectos Tecnológicos y Planificación y Control, se dictan en las mismas fechas, términos y semestres, por lo que nosotros tuvimos que revisar libros y folletos para ponernos al tanto de dichas materias.

Por lo que nosotros tuvimos que definir las duraciones que iban a tener cada trabajo o actividad a realizar para el desarrollo del proyecto, siendo estas definidas de un modo empírico, y posteriormente determinar la duración total para la ejecución del proyecto.

El plan de trabajo por lo tanto consiste en determinar las actividades a desarrollar y las fechas o tiempos de ejecución. Por lo que para la idónea ejecución del proyecto y del curso se desarrollo un plan de trabajo, en el cual habían diversas actividades, las que comprende etapas de observación y análisis, desarrollos de cálculos y planos, determinación de procesos de construcción, determinación de los pasos a seguir para la ejecución del mismo, etc., lo cual nosotros le dimos una denominación a los trabajos: de

escritorio: planos, cálculos, hojas de procesos, redacción del informe, etc.; y de taller: todas las concernientes a la construcción de la máquina.

En la tabla II se visualiza de mejor manera las actividades programadas, de trabajos de escritorio.

Tabla II.- Actividades Preliminares

PLAN DE TRABAJO

Codigo Actividad	Duración	Descripción de la actividad	Mayo/96		Junio/96			
			20-24	27-31	3-7	10-14	17-21	24-28
1	2 Dias	Observación de la máquina y sus componentés <i>Prat</i>	■					
2	3	Bosquejo de piezas y accesorios	■					
3	1	Evaluación de los beneficios y desventajas de la máquina		■				
4	3	Listado de materiales y análisis de costo en general		■				
5	2	Obtención de materiales		■	■	■		
6	1	Presentación del cronograma de actividades			■			
7	16	Trazado de planos preliminares			■	■	■	
8	1	Presentación del presupuesto de gastos					■	
9	7	Revisión y aprobación de los planos					■	■
10	4	Elaboración del proyecto físico Construcción de Bancada						■

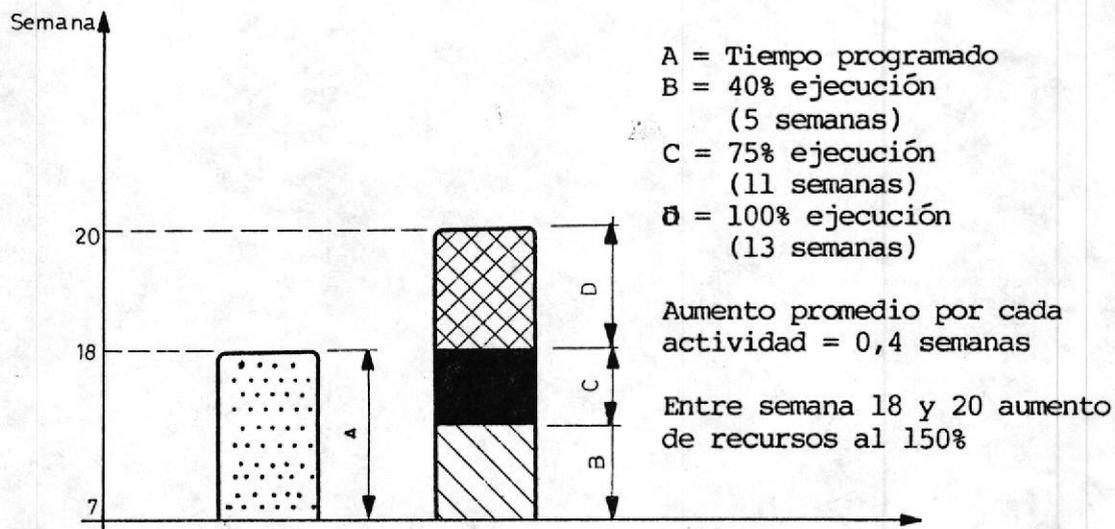
En la tabla III se visualiza las actividades programadas para la ejecución del proyecto físico y elaboración del informe final; relacionando de esta manera, los tiempos programados y los tiempos reales de ejecución para cada actividad.

Los símbolos utilizados para identificar cada tiempo son los siguientes:

- 1.- Tiempo programado: 
- 2.- Tiempo real de ejecución: 

Para poder visualizar de mejor manera la diferencia entre los tiempos anteriormente mencionados, se presenta en la figura 2 un diagrama de barras verticales indicando el porcentaje de diferencia entre el valor real y el programado.

Fig. 3- Diferencia de tiempos (real - programado).







BIBLIOTECA DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

1.7. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Este proyecto consta de 29 actividades, las cuales fueron programadas previamente, como se ha mostrado en los planes de trabajo anteriores.

Debemos de mencionar que el listado de actividades programados, tiene como punto inicial la observación de la máquina actualmente existente en el Protel, hasta la entrega de la máquina realizada por nosotros y del informe escrito.

Esta materia al igual que el resto del pensum académico, la primera semana de clases se realiza una introducción a la misma, lectura de políticas de curso, etc., por lo que esa semana no se la cuenta dentro de la programación.

2ª SEMANA: 20 - 24 MAYO / 1996

ACTIVIDAD 1.- Esta actividad consistió en observar la máquina dobladora existente en el PROTEL, para tomarla como modelo para la nuestra, de acuerdo a lo indicado por el profesor de la materia.

Esta actividad tuvo una duración dos días, en los cuales pudimos revisar los componentes y el funcionamiento de dicha máquina.

**ACTIVIDAD 2.-** Posteriormente se conversó con el Tlg. Miguel Pisco, a quien le presentamos nuestras opiniones sobre la máquina observada; para que el dé el visto de aprobación del tema.

Esta actividad se la realizó en 3 días, dentro de los cuales se tomó toda la información necesaria, como los catalogos, los cuales nos facilitó el ayudante administrativo del Protel, y las mediciones de cada una de las piezas y su conjunto.

**3ª SEMANA: 27 - 31 MAYO / 1996**

**ACTIVIDAD 3.-** Esta consistió en un análisis de la máquina y los beneficios de tipo académico y didacticos que presentaba la misma. Para luego darle a conocer al profesor de la materia, nuestras opiniones.

Esta actividad duró un día.

**ACTIVIDAD 4.-** Con los bosquejos realizados y el análisis de cada una de las funciones de todas las piezas, involucradas en el funcionamiento de la máquina, se realizó un listadp de materiales al cual se le determinó un costo tentativo. Siendo esta actividad realizada en tres días.

**4ª SEMANA: 3 - 7 JUNIO / 1996**

**ACTIVIDAD 5.-** Esta actividad se la realizó en doce días, ya

que con el presupuesto que se realizó, se pudo determinar el costo de la materia prima, y se le planteó al Tlg. Miguel Pisco una petición de materiales donados por el PROTMEC, para la construcción de la máquina dobladora, y el resto de materiales que se necesitaban se los compró en almacenes de la localidad.

**ACTIVIDAD 6.-** Se realizó un plan de actividades para el desarrollo analítico del proyecto, el mismo que se lo efectuó en un día, para posteriormente entregárselo al profesor.

**ACTIVIDAD 7.-** Había que realizar los planos preliminares de la máquina que se tomó como prototipo, los cuales formaban el grupo de planos de despieces y subensables.

Esta actividad se la realizó en 16 días.

**5ª SEMANA: 10 - 14 JUNIO / 1996**

En esta semana se siguieron desarrollando las actividades 5 y 7, anteriormente mencionadas.

**6ª SEMANA: 17 - 21 JUNIO / 1996**

**ACTIVIDAD 8.-** Con la ayuda de los planos preliminares

podimos determinar de forma más analítica y exacta el presupuesto de los materiales a utilizar, siendo esta actividad desarrollada en un día.

**ACTIVIDAD 9.-** Esta actividad tuvo una duración de siete días, se la efectuó entre la sexta y séptima semana de clases, el tiempo que se tomó para la ejecución de la misma fue algo alto, debido a que hubieron que hacer diversas correcciones en el modelo, ya que habían materiales que tenían que ser adquiridos en su totalidad, y nosotros sólo necesitábamos una mínima cantidad.

**7ª SEMANA: 24 - 28 JUNIO / 1996**

**ACTIVIDAD 10.-** A mediados de la séptima semana empezamos la construcción de la máquina, empezando por la base, la cual está compuesta de tubo de hierro negro de diámetro de 1", en este trabajo se realizaron en gran parte procesos manuales y de soldadura al arco eléctrico. La realización de esta actividad se presentó sin inconveniente alguno, por lo que el tiempo ejecutado fue idéntico al programado.

**8ª SEMANA: 1 - 5 JULIO / 1996**

**ACTIVIDAD 11.-** Esta actividad se la tuvo programada realizarla en dos días, pero tuvimos contratiempos en la realización de la misma, debido a que el equipo de oxicorte automático, tuvimos que darle mantenimiento, ya que las

boquillas se habían taponado y los acoples de las mangueras también.

**9ª SEMANA: 5 - 12 JULIO / 1996**



**ACTIVIDAD 12.-** Las planchas que se obtuvo despues del oxicorte, le retiramos las escorias producidas al fundir el material, y las inspeccionamos y clasificamos las que deberían ser mecanizadas, este trabajo se lo ejecutó en 15 días, aunque estaba programado para cinco días, pero debido a que el acabado obtenido en el proceso de oxicorte no era el recomendable para ciertas piezas que no eran necesarias ser mecanizadas, se las tuvo que mecanizar para dar una mejor presentación y estética de la máquina.

**10ª SEMANA: 15 - 19 JULIO / 1996**

En esta semana se tuvieron programadas las siguientes actividades:

**ACTIVIDAD 17.-** Se la denominó construcción de ejes transversales, entre los cuales habían tres los cuales servían de templadores en la parte superior frontal y posterior de la máquina, y en la parte intermedia posterior de la misma, estos ejes se construyeron de acero de transmisión en un diámetro de 16 mm y cuyos extremos eran roscados.

Otros dos ejes más también de acero de transmisión con diámetro de 32 mm se construyeron, estos llevaban soldada una plancha de hierro de 10 mm de espesor a todo lo largo del eje, estos ejes forman parte del sistema de regulación del espesor de la lámina y la presión de apriete para la misma.

**ACTIVIDAD 18.-** Se construyó el sistema de contrapeso, se lo realizó en el tiempo programado, pero en fechas distantes, debido a que cuando se la tenía planeada realizar, tuvimos presentes varios imprevistos en la actividad 12 anteriormente mencionada.

**ACTIVIDAD 19.-** Consistió en construir el mecanismo de doblado de la máquina, para lo cual necesitábamos de las planchas mecanizadas, por lo que esta actividad quedó postergada para ejecutarla a mediados del mes de agosto, y debido a que este mecanismo es la parte fundamental de la máquina se lo realizó con mucho cuidado, para evitar errores, ya sea por posición o por longitud.

**11ª SEMANA: 22 - 26 JULIO / 1996**

**ACTIVIDAD 21.-** Esta actividad consistió en la construcción del mecanismo de regulación para la alimentación de chapa metálica, en el cual no se tuvieron inconvenientes para su construcción, por lo que el tiempo de ejecución fue igual al tiempo programado, sino que se tuvo que postergar su



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

construcción para la última semana de agosto.



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

**12ª SEMANA: 29 JUL - 2 AGO / 1996**

**ACTIVIDAD 13.-** Esta actividad se la denominó armado de la estructura, se la tenía programada su realización en ocho días pero la ejecutamos en veinte días, debido a que el ritmo de trabajo bajo, ya que teníamos que cumplir con el resto de materias que también estábamos tomando.

**ACTIVIDAD 15.-** Tuvimos que rediseñar la barra estática, debido a que el material con las dimensiones que requeríamos no existía en el mercado local, por lo que tuvimos que reforzar un ángulo de 45 x 45 mm y de espesor de 6 mm, y en la parte interna del mismo se le colocaron unos nervios como apoyos, los cuales fueron soldados. Se tuvo programada esta actividad en dos días, pero debido a lo anteriormente mencionado la ejecución de la misma la realizamos en seis días.

**13ª SEMANA: 5 - 9 AGOSTO / 1996**

**ACTIVIDAD 29.-** Empezamos a realizar el informe escrito, para lo cual se elaboraron las hojas de proceso, cálculos, planos y diversas aplicaciones de tipo tecnológicos. Esta actividad se la desarrollo en treinta días, pero la fecha de inicio se desfazó tres semanas, ya que nos habíamos concentrado en gran parte a la realización del proyecto físico.

**14ª SEMANA: 12 - 16 AGOSTO / 1996**

**ACTIVIDAD 14.-** Se realizaron los mecanizado de los acoples, se la tuvo programada en tres días, pero se la realizó en cinco días, consistió en realizar trabajos en máquinas herramientas, estas piezas son las de más importancia, debido a que las mismas tenían estrechas tolerancias.

**ACTIVIDAD 15.-** Se tenían que hacer montaje de las piezas o acoples mecanizados, y el de la barra estática, pero se nos presento cierta dificultad en la realización de la misma, debido a que el proceso de soldadura al arco que se efectuó, produjo deformación en la barra estática, la misma que tuvo que ser corregida y nos detuvo en gran parte la ejecución del proyecto. Esta actividad se la realizó en catorce días.

**ACTIVIDAD 22.-** Esta actividad consistió en montar el mecanismo de regulación de chapa metálica, el mismo que se lo programó para un día, pero se lo realizó en cuatro días, ya que se tuvo que realizar una corrección, para evitar que se deflecten las barras del sistema.

**15ª SEMANA: 19 - 23 AGOSTO / 1996**

**ACTIVIDAD 20.-** Consistió en efectuar el montaje del mecanismo de doblado, el mismo que estaba programado en tres días, pero se lo realizó en quince, debido a que se tuvieron

que hacer varias correcciones en el mismo, ya que las pruebas que se le realizaron no presentaban resultados satisfactorios, y además, la soldadura utilizada no era la conveniente, por lo que se tuvo que pedir la ayuda al Tlg. Edwin Tamayo, y el nos recomendó el proceso de soldadura y el tipo de soldadura, vale recalcar, que la soldadura que utilizamos en esta actividad es de acero inoxidable, la cual nos facilitó el profesor Tlg. Tamayo.

**16ª SEMANA: 26 - 30 AGOSTO / 1996**

**ACTIVIDAD 23.-** Se tenía programado el montaje del sistema de contrapeso, el mismo que fue ejecutado en un tiempo de dos días igual al programado, pero debido a que faltaban ciertas partes previas a este montaje no se lo pudo realizar en la fecha programada.

**ACTIVIDAD 24.-** Consistió en construir el mecanismo de prensachapa y sus accesorios, la misma que fue ejecutada en siete días, igual al tiempo programado, pero debido a que hicimos un rediseño en la construcción de la máquina, ya que preferimos aumentar el espesor de los ángulos, ya que los ángulos que obtuvimos eran de hierro, y adicionalmente les hicimos tratamiento térmico de cementación.

**ACTIVIDAD 25.-** Se efectuó el tratamiento térmico a las muelas anteriormente mencionadas, se la ejecutó en dos días, su fecha de ejecución también estuvo desfazada, ya que esta actividad depende de la labor anteriormente descrita.

**17ª SEMANA: 2 - 6 SEPT. / 1996**

**ACTIVIDAD 26.-** Consistió en pintar de fondo a la máquina, la misma que fue realizada sin inconveniente alguno, ejecutandola en dos días en un tiempo igual al programado, pero su realización quedó postergada, debido a que se estaba arrastrando un tiempo perdido por imprevistos.

**18ª SEMANA: 9 - 13 SEPT. / 1996**BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

**ACTIVIDAD 27.-** Consistió en realizar las pruebas preliminares a la máquina, las mismas que fueron realizadas en la primera semana de octubre, obteniendo resultados satisfactorios para nosotros y para el profesor de la materia, siendo este último quien nos hizo una evaluación verbal y que partes debíamos efectuar correcciones o realizar mejoras al proyecto.

**19ª SEMANA: 16 - 20 SEPT. / 1996**

En esta semana se estaban ejecutando ciertas actividades antes mencionadas, como son: los montajes de los diversos mecanismos y su respectiva prueba y corrección.

**20ª SEMANA: 23 - 27 SEPT. / 1996**

**ACTIVIDAD 28.-** Consistió en pintar y dar acabado a la

máquina, esta actividad se la efectuó en dos días, pero su fecha de ejecución se postergó para la segunda semana de octubre, ya que para esa fecha tuvimos efectuados las mejoras indicadas por el profesor para la máquina.

**21ª SEMANA: 30 SEPT. - 4 OCT. / 1996**

En esa semana se seguía desarrollando las correcciones indicadas por el profesor, aunque ya se habían realizado varias pruebas en lámina metálica con espesores entre 1 a 2,5 mm, obteniendo dobleces idóneos y mejores a los que se obtienen en las otras máquinas dobladoras instaladas en el PROTMEC.

**22ª SEMANA: 7 - 11 OCT. / 1996**

En esa semana se realizó la revisión final de la máquina por parte del profesor, además también revisó el informe escrito con sus respectivos planos.

Para una mejor visualización de este cronograma escrito, ver la tabla III de actividades programadas y ejecutadas.

## 1.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

La realización de un proyecto tecnológico implica aplicar los conocimientos analíticos y prácticos, para de esta forma llevar a cabo la correcta programación y ejecución de un proyecto físico.

Es por lo tanto para nosotros satisfactorio, el haber desarrollado eficientemente el tema asignado como proyecto tecnológico, que en este caso consistió en la construcción de una máquina dobladora de lámina metálica de tipo manual. Presentando ventajas hacia otras máquinas de similares características, como son la facilidad de transportación, la facilidad de regular la máquina a condiciones deseadas de acuerdo a los ajustes que se le realicen a los miembros del mecanismo de doblado, y la excelente presentación dimensional y geométrica de los productos manufacturados en la misma.

### RECOMENDACIONES:

Es preferible para mantener en un correcto estado de funcionamiento a la máquina, no sobrepasar los espesores máximos de doblado de acuerdo a las longitudes establecidas.

Las piezas más críticas de la máquina, son las muelas del prensachapa, estas deben ser manipuladas con mucho cuidado, ya que de estas depende la presentación final del doblado obtenido.

Debido a que un número significativo de piezas de la máquina, no presentan estrechas tolerancias y por ende altos grados de acabado superficial, estas pueden ser mecanizadas por alumnos de niveles básico e intermedio, consiguiendo de esta forma un mejor aprendizaje, aumentar la responsabilidad y seguridad en si mismo del alumnado; consiguiendo de esta manera un ahorro de tiempo significativo, ya que posteriormente se realizarían trabajos de ensamble y pruebas.

Se recomienda dar a conocer con algunos meses de anticipación al dictado de la materia los temas previstos para aplicarlos como proyecto tecnológico, para que el alumnado, vaya analizando y seleccionando el tema, y si es aceptado el tema, que vaya adelantando la ejecución del mismo.

CAPITULO

**2**

PLANIFICACION Y CONTROL



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## 2.1. PLANEACION Y CONTROL

La planeación es la función primaria básica y fundamental del proceso administrativo. Consiste en decidir lo que habrá de hacerse en el futuro y lleva ímplicita la formulación de un propósito, fin u objetivo.

La programación consiste en definir y establecer las duraciones de cada una de las actividades componentes de un Proyecto. Habiendo definido las duraciones de las actividades, estaremos en condiciones de establecer la duración total de la ejecución del Proyecto.

El control tiene como función vigilar que los resultados prácticos se conformen lo más exactamente con los planes. Implica el conocer los objetivos, las motivaciones que tiene el personal para alcanzarlos, comparar los resultados prácticos con los planes, identificar las desviaciones averiguar sus causas y poner en práctica las acciones correctivas necesarias tendientes a lograr el objetivo.

## 2.2. PLANEACION

Esta primera fase del proyecto consistió en descomponer en actividades las labores a realizar, con una duración

determinada.

Las mismas que se mencionan a continuación:

A.- Actividades de observación y análisis.

A1.- Observación de la máquina y sus componentes.

A2.- Bosquejo de piezas y accesorios.

A3.- Evaluación de los beneficios y desventajas de la máquina.

B.- Actividades de desarrollo intelectual.

B1.- Listado de materiales y análisis de costo.

B2.- Obtención de materiales.

B3.- Presentación del cronograma de actividades.

B4.- Trazado de planos preliminares.

B5.- Presentación del presupuesto de gastos.

B6.- Revisión y aprobación de los planos.

C.- Actividades de ejecución.

C1.- Construcción de la bancada.

C2.- Corte de planchas.

C3.- Mecanizado de planchas.

C4.- Armado de la estructura.

C5.- Mecanizado de acoples.

C6.- Construcción de barra estática.

C7.- Montaje de barra estática y acoples.

C8.- Construcción de ejes transversales.

C9.- Construcción del sistema de contrapeso.

- C11.- Construcción del mecanismo de doblado.
- C12.- Montaje del mecanismo de doblado.
- C13.- Construcción del mecanismo de regulación de chapa metálica.
- C14.- Montaje del mecanismo de regulación de chapa metálica.
- C15.- Montaje del sistema de contrapeso.
- C16.- Construcción del mecanismo de prensachapa.
- C17.- Tratamiento térmico de muelas.
- C18.- Pintar.
- C19.- Pruebas y correcciones.
- C20.- Pintar (final).
- C21.- Elaboración del informe final.

### 2.3. PROGRAMACION DEL PROYECTO

Para la idonea programación del proyecto hicimos un listado de los recursos que poseíamos.

**1.- Recursos humanos:** El grupo de trabajo estuvo conformado por tres personas, entre los cuales establecimos las labores a realizar por cada uno, el horario de trabajo del grupo, la compartición equitativa de los gastos a realizar, para de esta manera salir adelante en el desarrollo del proyecto.

**2.- Instalaciones y maquinarias:** Las que nos ha facilitado el PROTMEC, durante nuestros años de estudio y más aún en esta materia; para lo cual contamos con máquinas herramientas, máquinas de soldar, herramientas manuales, sistemas neumáticos, y otros equipos y herramientas que se listarán más adelante.

Además se contó con la edificación, el taller mecánico del Protmec.

**3.- Recursos económicos:** Gracias a la respuesta positiva que se obtuvo del profesor de la materia de proyectos tecnológicos y del coordinador del PROTMEC, Tlg. Miguel Pisco y Tlg. Luis Vargas, respectivamente, se nos redujeron en gran parte los gastos a realizar, por la donación en materiales que ellos como personal docente nos facilitaron, a la cual reiteramos nuestro agradecimiento; el resto de gastos fueron solventados y compartidos de manera equitativa por el grupo.

**4.- Recursos tecnológicos:** Se contó con el asesoramiento del personal docente del PROTMEC, siendo el área de soldadura una de las más consultadas, para lo cual se recurrió al Tlg. Edwin Tamayo; y además en el área de tratamientos térmicos se contó con el asesoramiento del personal de Metaltérmico.

La tabla IV nos indica el listado de actividades a realizar, desde la observación del modelo original, análisis del mismo, revisión y bosquejo de sus partes, procesos de fabricación, hasta la ejecución del proyecto práctico.

Tabla IV.- Listado de actividades

Codigo	Actividad Descripción de la actividad	(días) Duración
1	Obser, de la máquina original	2
2	Bosquejo de piezas y accesorios	3
3	Eval. de los beneficios de la máquina	1
4	Lista de materiales y análisis costos	3
5	Obtención de materiales	2
6	Presentación del cronograma	1
7	Trazado de planos preliminares	16
8	Presentación del presupuesto	1
9	Revisión y aprobación de los planos	7
10	Const. de bancada	4
11	Corte planchas	2
12	Mecanizado de planchas	5
13	Armado de la estructura	8
14	Mecanizado de acoples	3
15	Construcción de barra estática	2
16	Montaje de barra estática	1
17	Const. de ejes y transversales	4
18	Const. de sistema de contrapeso	4
19	Const. mecanismo de doblado	4
20	Montaje de mecanismo de doblado	3
21	Const. de mecanismo de regulación	5
22	Montaje de mecanismo de regulación	1
23	Mont. sistema de contrapeso	2
24	Const. mecanismo de prensachapa	7
25	Tratamiento térmico de muelas	2
26	Pintar (fondo)	2
27	Pruebas y correcciones	16
28	Pintar (final)	2
29	Elaboración del informe final	-

#### 2.4. CONTROL

Consiste en la utilización de los diagramas de flechas, así como de los horarios de actividades a efectos a realizar, reportes referentes al avance del proyecto. Lo podríamos resumir de una manera más general como la evaluación o comparación de lo programado con lo ejecutado a determinado momento.

Para el desarrollo de las redes, se aconseja seguir los siguientes pasos:

- Cada actividad debe ser representada por únicamente una flecha en la red; esto significará que una actividad determinada no puede representarse dos veces en el correspondiente diagrama de flechas.
  
- Dos o más actividades no deben ser identificadas por los mismos eventos iniciales y finales. Esta situación ocurre cuando estamos refiriéndonos al caso de actividades concurrentes. Esta situación a efectos de lograr una mejor comprensión, trataríamos de graficarla de la manera siguiente:



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

- Al fin de obtener una correcta relación de precedencia entre las actividades de un Diagrama de flechas, conviene plantearse las siguientes interrogantes en el momento en que se añaden actividades a la red:

- a) ¿Qué actividades deben completarse previamente al inicio de determinada actividad?.
- b) ¿Qué actividades deben seguir a determinada actividad?.
- c) ¿Qué actividades deben o pueden desarrollarse simultáneamente con la actividad analizada?.

En el sistema CPM, las duraciones son determinísticas, o sea que se conocen de manera casi exacta las duraciones de las actividades, en cambio el PERT es probabilístico o sea que las duraciones son estimadas, dicha estimación se la realiza basandose en tres conceptos:

- a) Tiempo optimista,
- b) Tiempo probable o normal, y
- c) Tiempo pesimista.

Conociendo estos tres tiempos, podemos aplicar la siguiente fórmula.

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

de donde,

$t_e$  = tiempo estimado o esperado

a = tiempo optimista

b = tiempo pesimista

c = tiempo probable

Habiendo programado la duración del proyecto a ejecutarse, toca a decidir a cerca de:

1.- RUTA CRITICA, o sea aquella que define la duración de un proyecto, además nos permitirá identificar a las actividades "críticas", osea a aquellas que controlan la duración del proyecto a fin de dedicar especial atención a ellas ya que cualquier demora en laguna de la actividades "críticas" retrasarán la ejecución del proyecto".

Es = tiempo más próximo de iniciación, es el tiempo más próximo posible que una actividad puede comenzar.

Ef = Tiempo más proximo de terminación, es aquel tiempo que se espera que la actividad termine en el mínimo tiempo determinado.

Ls = Tiempo más lejano de terminación, es el tiempo más lejano o más tardío en que una actividad puede comenzar, sin demorar la fecha de terminación del proyecto.

Lf = Tiempo más lejano de terminación, es el tiempo más

alejado que se espera termine una actividad sin afectar el proyecto.

H = Tiempo de holgura, es la longitud de tiempo en la que puede demorarse una actividad sin ocasionar que la duración del proyecto general exceda su tiempo programado de terminación.

Te = Tiempo estimado, es el tiempo necesario para realizar una actividad.

Es, Di, Ef

(Ls, H, Lf)

Lo mismo que se detalla en la red o diagrama de flechas siguiente.

Las actividades que tienen una holgura igual a cero son las críticas que a su vez se hallan integrando el camino crítico.

La tabla V nos indica el tiempo estimado, tiempo de inicio más próximo y tiempo de finalización más lejano, para cada actividad programada.

Tabla V.- Muestra de los tiempos estimados.

LISTADO DE ACTIVIDADES

Codigo Actividad	Descripción de la actividad	Actividad Predecesora	Tiempos(Dias)					
			Te	Es	Ef	Ls	Lf	H
10	Const. bancada	9-5-8	4	28	32	36	40	8
11	Corte planchas	9-5-8	2	28	30	39	41	11
12	Mec. planchas	11	5	30	35	35	40	5
13	Armado estructura	10-12	8	35	43	40	48	8
14	Mec. acoples	9-5-8	3	28	31	38	41	10
15	Const. barra estática	11	2	30	32	30	32	0
16	Mont. barra estática/acoples	15	1	32	33	32	33	0
17	Const. ejes transversales	11	4	30	34	44	48	14
18	Const. sist. contrapeso	9-5-8	4	28	32	42	46	14
19	Const. mecanismo de doblado	11	4	30	34	41	45	11
20	Mont. mecanismo de doblado	19	3	35	38	45	48	10
21	Const. mecanismo de regulación	16	5	33	38	33	38	0
22	Mont. mecanismo de regulación	21	1	38	39	38	39	0
23	Mont. sist. contrapeso	18	2	32	34	46	48	14
24	Const. mecanismo prensachapa	22	7	39	46	39	46	0
25	Tratamiento térmico muelas	24	2	46	48	46	48	0
26	Pintar (fondo)	23-13-25-20-17	2	48	50	48	50	0
27	Pruebas y correcciones	26	16	50	66	50	66	0
28	Pintar (final)	27	2	66	68	66	68	0
29	Elab. informe final	--						

Te = Tiempo estimado

Es = Tiempo próximo de iniciación

Ef = Tiempo próximo de terminación

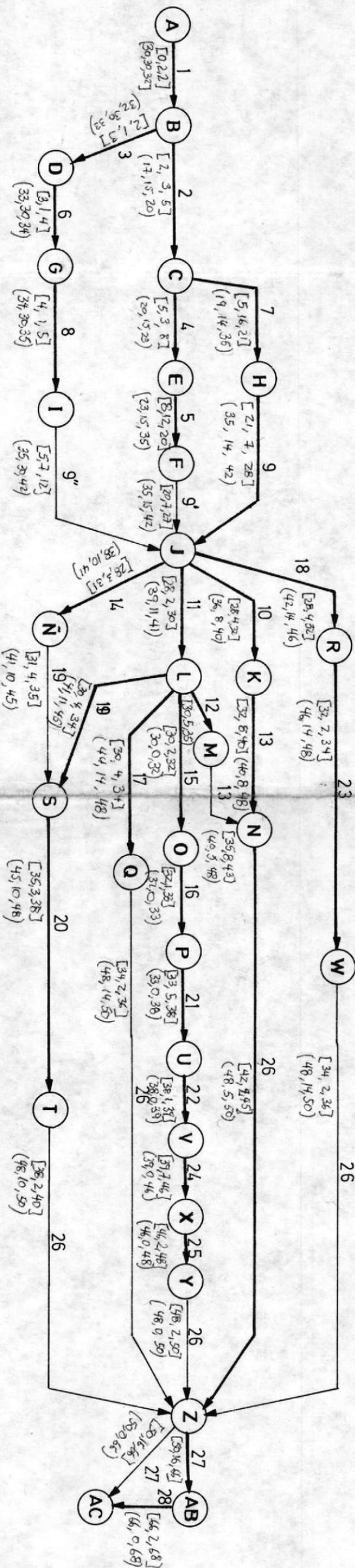
Ls = Tiempo lejano de iniciación

Lf = Tiempo lejano de terminación

H = HOLGURA

Fig. 3.- Red PERT / CPM

CONSTRUCCION DE DOBLADORA DE CHAPA METALICA



— Actividad ficticia  
 — Actividad  
 — Camino crítico



En el diagrama siguiente mostamos las holguras que se obtuvieron en la ejecución del proyecto, ver Tabla VI.

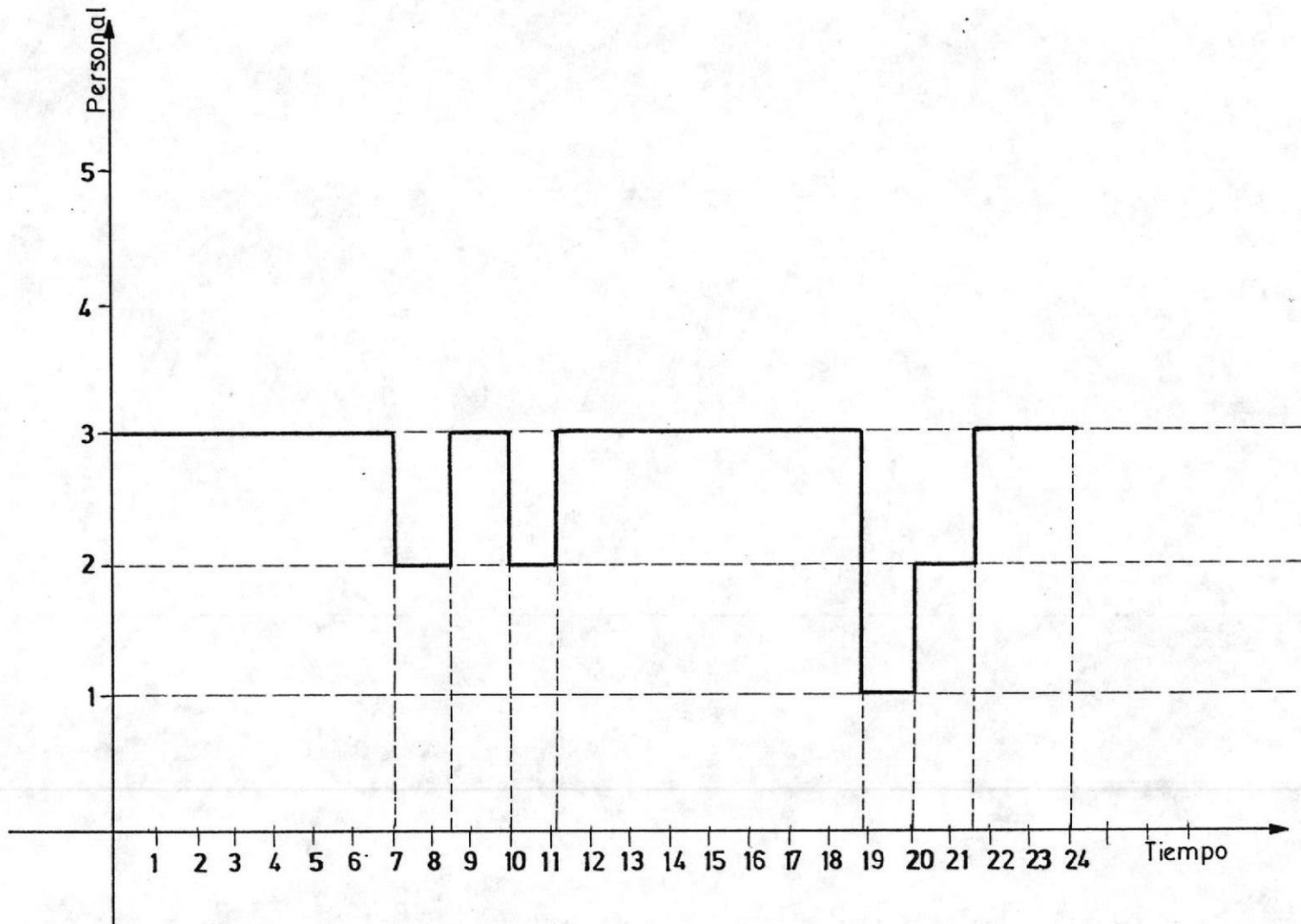
Tabla VI.- Diagrama de Gantt, con su holgura correspondiente

Actividad	i, j	Di	
1	A,B	2	--XX
2	B,C	3	---XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
3	B,D	1	-XX
4	C,E	3	---XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
5	E,F	12	-----XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
6	D,G	1	-XX
7	C,H	16	-----XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
8	G,I	1	-XX
9	H,J	7	-----XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
10	J,K	4	----XXXXXXXXXX
11	J,L	2	--XXXXXXXXXXXX
12	L,M	5	-----XXXXXX
13	M,N	8	-----XXXXXXXXXX
14	J,Ñ	3	---XXXXXXXXXXXX
15	L,O	2	--
16	O,P	1	-
17	L,Q	4	----XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
18	J,R	4	----XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
19	L,S	4	----XXXXXXXXXXXX
20	S,T	3	---XXXXXXXXXXXX
21	P,U	5	-----
22	U,V	1	-
23	R,W	2	--XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
24	V,X	7	-----
25	X,Y	2	--
26	Y,Z	2	--
27	Z,AB	16	-----
28	AB,AC	2	--

- = Duración estimada

X = Holgura

Fig 4.- Diagrama de perfil de recursos



CAPITULO

**3**

ESTIMACION DE COSTOS

### 3.1. INTRODUCCION

En este capitulo tratamos de explicar en forma detallada, los costos realizados para la elaboración del proyecto prototipo. El mismo que está conformado por el listado de maquinaria, listado de herramientas y algunos otros equipos utilizados; además se van a detallar las partes estándares que intervienen en el funcionamiento de la máquina, para posteriormente continuar con los cálculos de los tiempos empleados y los costos por mano de obra y costos por utilización de equipos, para finalmente detallar el presupuesto para la construcción de la máquina dobladora de chapa metálica.

### 3.2. ESTRUCTURA DEL COSTO

En este punto se explicará detalladamente la estructura del costo, la cual está conformada por:

- Costos directos
- Gastos generales.

Los mismos que se subdividen en:

- A) Costos directos: costo de materia prima, y  
costo de obra de mano.
- B) Gastos generales: Utilización de maquinaria,  
Utilización de herramientas,  
Energía eléctrica, y  
Gastos misceláneos.



### 3.3. COSTOS DIRECTOS

#### 3.3.1. COSTO DE MATERIA PRIMA

Ejemplo: Barra cuadrada 19x19x1000 mm, se la utilizó como bases correderas del sistema de regulación de la lámina metálica.

Costo: S/. 3.300 por Kg

Densidad:  $7,8 \times 10^{-6}$  Kg/mm<sup>3</sup>

Material: Hierro negro

desarrollo

$$W = (19 \times 19 \times 1000) \text{ mm}^3 (7,8 \times 10^{-6} \text{ Kg/mm}^3)$$

$$W = \text{peso} = 2,81 \text{ Kg}$$

$$\text{Costo total} = \text{peso} \times \text{costo}$$

$$= (2,81 \text{ Kg}) (S/. 3.300 /\text{Kg})$$

$$= S/. 9.273$$

CODIGO PIEZA	DESCRIPCION	DIMENSIONES (MM)	CANT.	PESO Kg	p. UNITARIO s/.	P. TOTAL S/.
1	Tubo hierro negro	∅ 1"x6000	1	10	1.600	16.000
3G	Tubo hierro negro	∅ 5/8"x6000	1	3,3	1.600	5.280
1F	Platina de hierro	40x335x8	2	1,7	3.300	5.610
1G	Platina de hierro	50x670x6	2	3,2	3.300	10.560
9	Platina de hierro	20x690x5	2	1,1	3.300	3.630
2a	Platina de hierro	20x100x10	1	0,2	3.300	660
2B	Platina de hierro	46x112x10	1	0,4	3.300	1.330
1d	Platina de hierro	20x1400x5	1	1,1	3.300	3.630
5C	Barra cuadrada	15x15x2520	1	4,42	3.300	14.590
9A	Barra cuadrada	19x19x1000	1	2,81	3.300	9.273
5B	Angulo de hierro	L2"x2000	1	6,74	2.800	18.872

CODIGO PIEZA	DESCRIPCION	DIMENSIONES (mm)	CANT.	PESO Kg	P.UNITARIO S/.	P.TOTAL S/.
4B	ANGULO DE HIERRO	1,5" x2000	1	6,03	2.800	16.884
3B	Angulo de huerro	1"x2000	1	1,19	2.800	3.332
2	Plancha de hierro	500x500x10	2	39	3.300	128.700
3C	Plancha de hierro	100x1200x12	2	22,45	3.300	74.085
2D	Plancha de hierro	124x100x12,5	1	1,21	3.300	3.993
7a	Eje ac. trans.	∅ 32x 2000	1	12,55	3.300	41.415
8A	Eje ac. trans.	∅ 16x 4000	1	6,3	3.300	20.790
2A	Eje ac. trans.	∅ 45 x 300	1	3,72	3.300	12.276
3A	Eje ac. trans.	∅ 35 x 500	1	3,75	3.300	12.375
2c	Eje ac. 760	∅ 30 x 200	1	1,10	8.700	9.570
6A	Eje ac. trans.	∅ 70 x 280	1	8,41	3.300	27.753
1E	Chapa de hierro	340x1200x2	1	6,36	3.300	20.988
-	Soldadura E-6011	∅ - 1/8"	-	5	5.600	28.000
-	Soldadura I-102	∅ = 1/8"	-	1	24.300	24.300
-	Pintura antic.	-	1Lt	-	10.500	10.500
-	Pintura esmalte	-	1Lt	-	12.000	12.000
5	Resortes tensión	∅ 8 x 60	4	-	6.000	24.000
5	Resortes tensión	∅ 5,5 x 35	4	-	4.000	16.000
-	Pernos exag.	M5 x 35	20	-	450	9.000
-	Pernos exag.	M10 x 30	12	-	750	9.000
-	Pernos exag.	M12 x 30	4	-	1.200	4.800
-	Pernos avell.	M10 x 20	5	-	1.200	6.000
-	Tuercas	M10	15	-	400	6.000
-	Tuercas	M12	10	-	550	5.500
-	Arandelas planas	∅ 10	20	-	100	2.000
-	Arandelas presión	∅ 10	20	-	120	2.400
-	Arandela plana	∅ 12	10	-	120	1.200
-	Arandela presión	∅ 12	10	-	150	1.500
-	Lija 240	-	3	-	900	2.700
-	Lija 600	-	5	-	1.000	5.000
-	Diluyente	-	1Gl	-	8.500	8.500
-	Masilla plástica	-	1Lt	-	7.000	7.000
-	Disco de amoladora	-	1	-	11.500	11.500
-	Botella con oxígeno	-	1	-	65.000	65.000
-	Carburo en piedra	-	2Kg	-	4.500	9.000

TOTAL MATERIA PRIMA .....s/ 732.496

### 3.3.2. COSTO DE MANO DE OBRA

Aqui queremos hacer notar el número de horas laboradas por el personal que estuvo a cargo de la ejecución del proyecto. Siendo el grupo formado por tres alumnos, siendo la participación variable con respecto a los primeros meses de la ejecución con respecto a los últimos meses de la misma.

PERSONAL	# horas	Costo/hora S/.	Costo total S/.
Tornero/fresador	435	6.700	2.915.215
Oper. limadora	270	3.300	891.000
Oper. rectificadora	10	4.000	40.000
Soldador III cat.	125	5.400	675.000
Ayudante	125	1.600	200.000
<b>TOTAL MANO DE OBRA .....</b>		<b>S/.</b>	<b>4.721.215</b>

Los costos aqui empleados fueron consultados a personal que labora en esas áreas.

### 3.4. GASTOS GENERALES

#### 3.4.1. UTILIZACION DE MAQUINARIA

Para la ejecución de nuestro proyecto se utilizaron las siguientes máquinas.

- 1.- Torno paralelo,
- 2.- Fresadora vertical
- 3.- Limadora,
- 4.- Taladro de columna.

- 5.- Máquina de soldar eléctrica,
- 6.- Equipo de oxicorte,
- 7.- Equipo neumático,
- 8.- Rectificadora,
- 9.- Prensa hidráulica.

Posteriormente se realizó el cálculo de los tiempos tipo de fabricación para cada proceso:

### 1.- TORNO

$$t_m = \frac{L + x}{a N} n$$

de donde,

$t_m$  = tiempo máquina

$L$  = longitud a tornear

$x$  = distancia entre la pieza y la herramienta

$a$  = avance por revolución

$N$  = revoluciones por unidad de tiempo

$n$  = número de pasadas a iguales características.

$$t_t = 3,5 t_m$$

de donde,

$t_t$  = tiempo tipo

Ejemplo: Pieza 2A-3, cantidad 4 u.

1.- Cilindrar  
 $\varnothing 8 \times 110 \text{ mm}$

$$t_m = \frac{110 + 1,15 \text{ mm}}{1 \text{ mm/rev (500 RPM)}} \quad (1)$$

$$t_m = 3,7 \times 10^{-3} \text{ horas}$$

2.- Tronzar  
 $\varnothing 6 \times 2 \text{ mm}$

$$T_m = \frac{2 \text{ mm}}{0,3 (350) \text{ mm/min}} \quad (6,7)$$

$$t_m = 2,13 \times 10^{-3} \text{ horas (4 u)} = 8,5 \times 10^{-3} h$$



BIBLIOTECA  
 DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

3.- Tronzar  
cortar 4u

$$t_m = \frac{2 \text{ mm}}{0,2 \text{ mm/rev (350 RPM)}} (40)$$

$$t_m = 0,019 \text{ h} \times 4u = 0,076 \text{ h}$$

$$T_m \text{ total} = 0,088 \text{ h}$$

$$t_t = 3,5 (0,088 \text{ h})$$

$$t_t = 0,31 \text{ h} = 20 \text{ min}$$

## 2.- PRESADORA

$$t_m = \frac{l + \phi}{a N} (N)$$

$t_m$  = tiempo máquina

$l$  = longitud a fresar

$\phi$  = diámetro fresa

$a$  = avance por revolución

$N$  = número de revoluciones por unidad de tiempo

Ejemplo:

Fresar a toda la longitud la placa de doblez 3C, con la información siguiente:

$\phi$  fresa = 20 mm

$l$  = 1000 mm

profundidad = 3 mm - 4 pasadas

$a$  = desbaste = 0,1 mm/rev

$a$  = acabado = 1 mm/rev

$N$  = 200 y 170 RPM



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

$$T_{m1} = \frac{1000 \text{ mm} + 20 \text{ mm}}{(0,1 \text{ mm/rev}) (200 \text{ RPM})} \quad (4)$$

$$t_{m1} = 204 \text{ min} = 3,4 \text{ h}$$

$$t_{m2} = \frac{1000 \text{ mm} + 20 \text{ mm}}{(1 \text{ mm/rev}) (170 \text{ RPM})} \quad (1)$$

$$t_{m2} = 6 \text{ min} = 0,1 \text{ h}$$

$$t_m \text{ total} = 3,5 \text{ h}$$

$$t_t = 4 t_m$$

$$t_t = 4 (3,5 \text{ h})$$

$$t_t = 14,00 \text{ h}$$

### 3.- LIMADORA

$$t_m = \frac{l}{a} + \frac{x}{g}$$

de donde,

$t_m$  = tiempo máquina

$l$  = longitud a limar

$a$  = avance por golpe

$g$  = golpes del carnero por unidad de tiempo

Apoyos laterales, pieza 1G

$$t_{m1} = \frac{40 \text{ mm} + 3 \text{ mm}}{(0,2 \text{ mm/g}) (45 \text{ g/min})} \quad (4) \quad t_{m2} = \frac{8 + 2,3 \text{ mm}}{(0,2)(45)} \quad (6)$$

$$t_{m1} = 19,11 \text{ min}$$

$$t_{m2} = 6,87 \text{ min}$$

$$t_{m3} = \frac{8 + 2,3 \text{ mm}}{(0,2)(45)} \quad (4)$$

$$t_{mt} = 30,55 \text{ min} \times 2 = 61,1 \text{ min}$$

$$t_{mt} = 1,2 \text{ h}$$

$$t_t = 3 (t_m) = 3(1,2 \text{ h}) = 3,6 \text{ h}$$

$$t_{m3} = 4,57 \text{ min}$$

Estos valores fueron calculados en cada pieza manufacturada y se los clasificó por máquina empleada, siendo el sistema de unidad en este caso la hora.

## Torno:

Nº	DENOMINACION	CANTIDAD	HERRAMIENTA	TIEMPO MAQUI(hora)	TIEMPO TIPO (h)
2C-3	Eje de rotación	2	HSS 3/8"	2,5	8,75
2A	Bocin	4	HSS 3/8"	5,6	19,60
2C-4	Palanquilla/casquillo	7	HSS 3/8"	9,3	32,55
2C-5	Tuerca M12	1	HSS 3/8"	2,0	7,00
2C-1	Tornillo/tuerca	1	HSS 3/8"	3,5	12,25
2C-1	Tuerca M10	4	HSS 3/8"	2,3	8,05
7C	Pernos de regulación	4	HSS 3/8"	4,1	14,35
8A	Ejes transversales (rosca)	3	HSS 3/8"	2,2	7,70
7A	Ejes de regulación	2	HSS 3/8"	1,2	4,20
7D	Palanca	1	HSS 3/8"	1,0	3,50
TOTAL					117,95 h.

## Fresadora:

Nº	DENOMINACION	CANTIDAD	HERRAMIENTA	TIEMPO MAQUI(hora)	TIEMPO tipo (hora)
3F	Barras de apoyo	2	∅ 8 mm	3,1	12,40
3C	Placa de doblez	1	∅ 20 mm	3,5	14,00
2	Caras laterales	2	∅ 20 mm	12,5	50,60

continuación de fresadora...

58	Muelas (accesorios)	5	∅ 20 mm	10,3	41,20
TOTAL					117,6 h.

Limadora:

Nº	denominación	CANTIDAD	HERRAMIENTA	TIEMPO MAQUI(hora)	TIEMPO TIPO (hora)
5E	Bujes mitades	8	HSS 3/8"	10,0	30,0
20	Articulación plana	2	HSS 3/8"	2,2	6,6
5E	Junta lateral	2	HSS 3/8"	1,3	3,9
2F	Bases	4	HSS 3/8"	1,2	3,6
7D	Acople de palanca	1	HSS 3/8"	0,9	2,7
TOTAL					46,8 h.

Taladro de columna:

Nº	DENOMINACION	CANTIDAD	HERRAMIENTA	TIEMPO MAQUI(hora)	TIEMPO TIPO(hora)
3	Placa de dobles (3 u)	12	∅ 6, 10	2,5	7,5
2	Placa de rotación	2	∅ 16, 19	0,7	2,1
2-A	Bocines	4	∅ 8, 10	0,55	1,65

Nº	Bases	4	∅ 12	0,43	1,29
2D	Junta lateral	6	∅ 10	0,57	1,71
7A	Apoyo de regulación	2	∅ 30	1,12	3,36
5C	Articulaciones	4	∅=6	0,33	0,99
7C	Llaves	7	∅ 8	1,24	3,72
5E	Bujes mitades	8	∅ 6	0,50	1,50
TOTAL					23,82 h.

## Máquina de soldar eléctrica:

Nº	DENOMINACION	CANTIDAD	HERRAMIENTA	TIEMPO MAQUI (hora)	TIEMPO TIPO, (hora)
1	Bancada	1	E-6011	0,6	1,92
5E	Bocines	4	E-6011	0,45	1,44
8B	Tuercas	4	E-6011	0,14	0,45
5D	Palanca/acople	1	E-6011	0,12	0,39
3	Mecanismo de doblado	1	E-6011	1,48	4,74
3	Montaje mecanismo doblado	1	INox	1,65	5,28
5	Articulaciones	8	E-6011	1,57	5,03
7	Mecanismo de regulación	2	E-6011	0,56	1,80
3	Barra estática	1 E-	E-6011	1,24	3,97
6	Contrapeso	1	E-6011	0,32	1,03
2	Placa de rotación	1	E-6011	0,14	0,45
2	Bases/caras laterales	4	E-6011	0,87	2,78
9	Sist. de regulación	1	E-6011	0,31	0,99
2D	Junta lateral	2	E-6011	0,24	0,78
total					30,27 h.

#### Equipo de oxicorte:

En el proceso de oxicorte se tuvo que dar mantenimiento al mismo, posteriormente arreglar el terreno en donde íbamos a efectuar los cortes y regular todo el sistema, por lo que este trabajo lo realizamos en ocho horas.

#### Equipo neumático:

El equipo neumático se lo utilizó para pintar con fondo anticorrosivo y acabado con esmalte; este trabajo, se lo efectuó en veintidos horas.

#### Prensa hidráulica:

Su utilización fue muy escasa, ya que se la empleó para enderezar una plancha que se había deformado por el choque térmico producido posterior al proceso de oxicorte. Se la utilizó un tiempo máximo de una hora.

**COSTO POR UTILIZACION DE MAQUINARIA:**

MAQUINA	TIEMPO (h)	COSTO POR HORA	COSTO POR MAQUINA
Torno	117,95	25.000	2.948.750
Fresadora	117,60	25.000	2.940.000
Limadora	46,80	20.000	936.000
Taladro de columna	23,82	10.000	238.200
Maq. soldar elect.	30,27	7.000	211.890
Equip. oxicorte	8,00	8.000	64.000
Equip. neumático	22,00	12.000	264.000
Prensa hidráulica	1,00	20.000	20.000
Esmeril	10,00	5.000	50.000

total por uso de maquinaria .....S/. 7.622.840

**3.4.2. COSTO POR HERRAMENTAL**

HERRAMIENTA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cuchillas HSS 3/8x4"	2	13.000	26.000
Cuchilla de carburo	1	27.500	27.500
Hoja de sierra 24"	3	4.000	12.000
Broca de centro $\phi$ 3mm	2	7.000	14.000

total por herramental .....S/. 79.500

### 3.4.3. COSTO ENERGIA

Se trabajó un total de 377,44 horas máquina a razón de S/. 1.800 Kw/hora.

Total 679.392 sucres x0,80 = S/. 543513,60

### 3.4.4 GASTOS MISCELANEOS

Informe escrito y planos .....	S/.	500.000
Asesoría 66hxS/.20.000 .....		1.320.000
Transporte .....		120.000

### 3.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

costos directos .....	S/.	5.453.711
costos generales .....		10.185.853
total .....	S/.	15.639.564

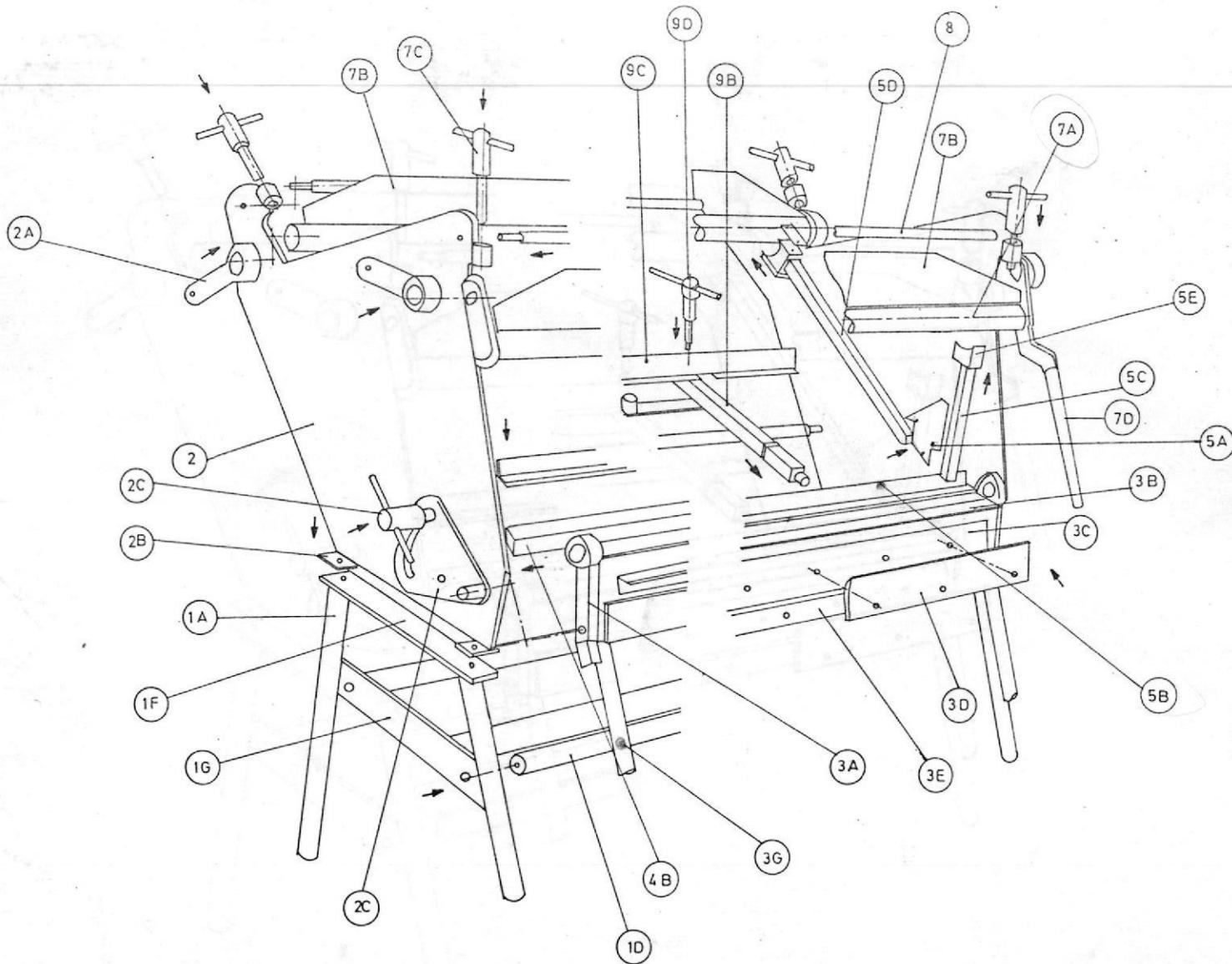


BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

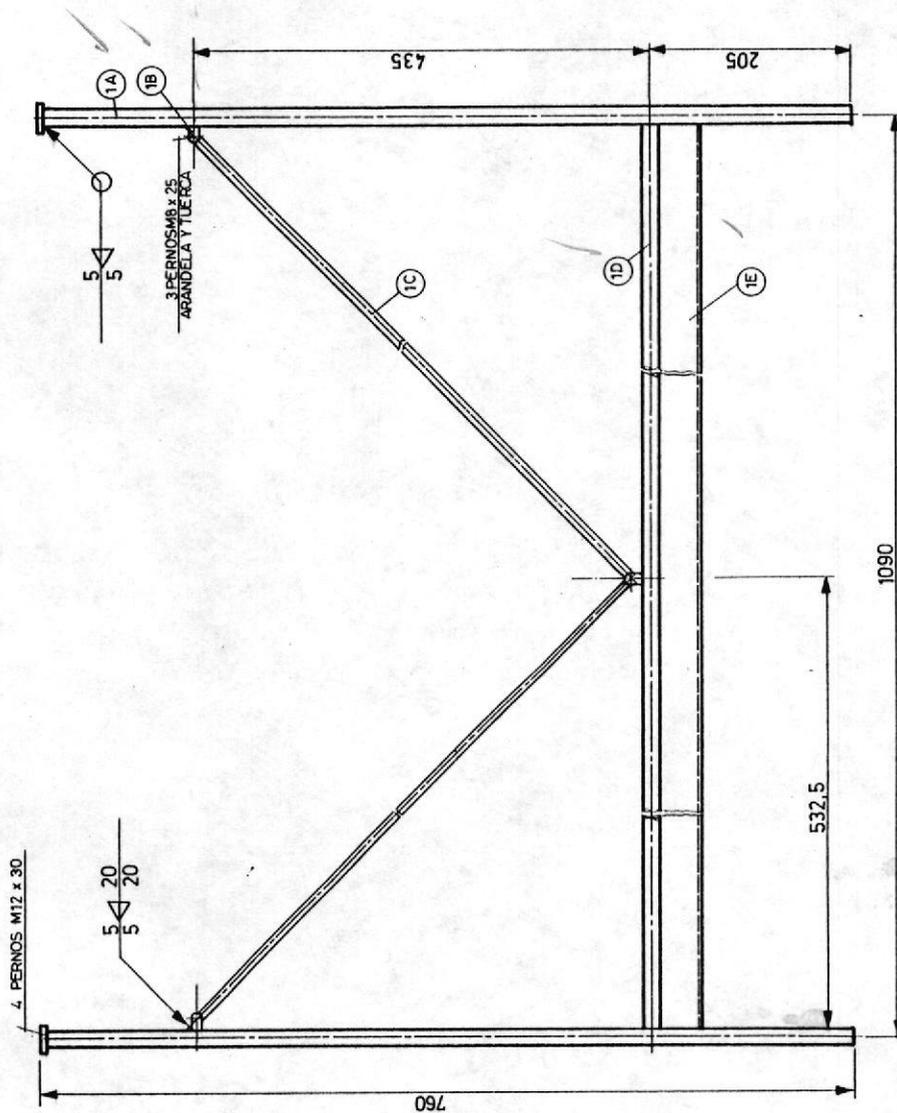
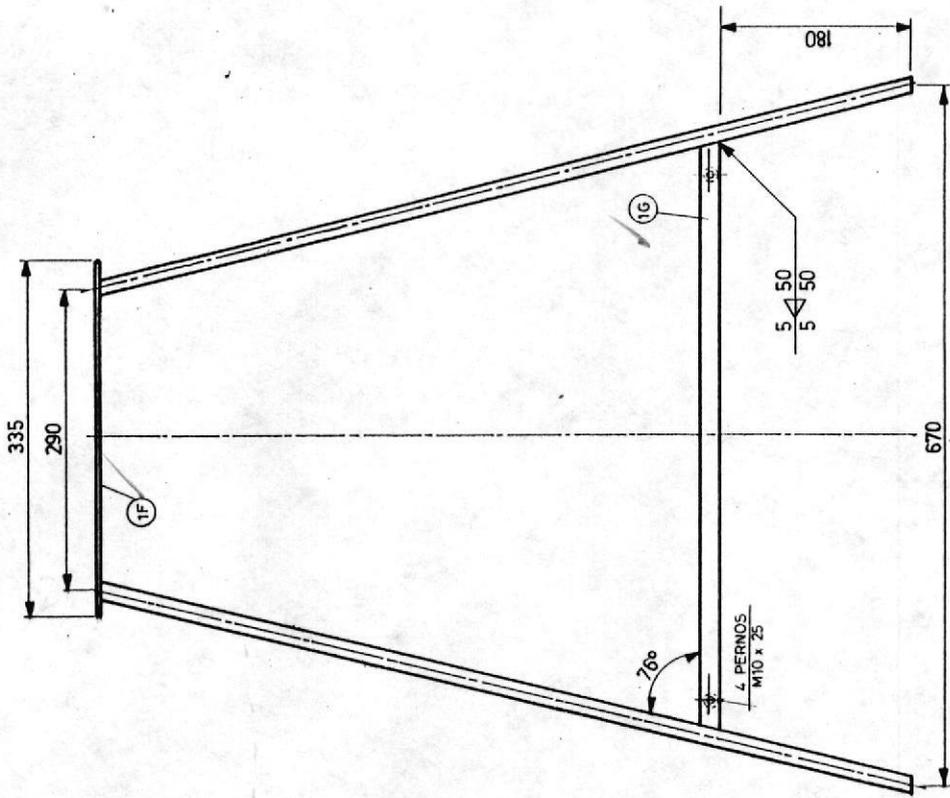
CAPITULO

**4**

PLANOS

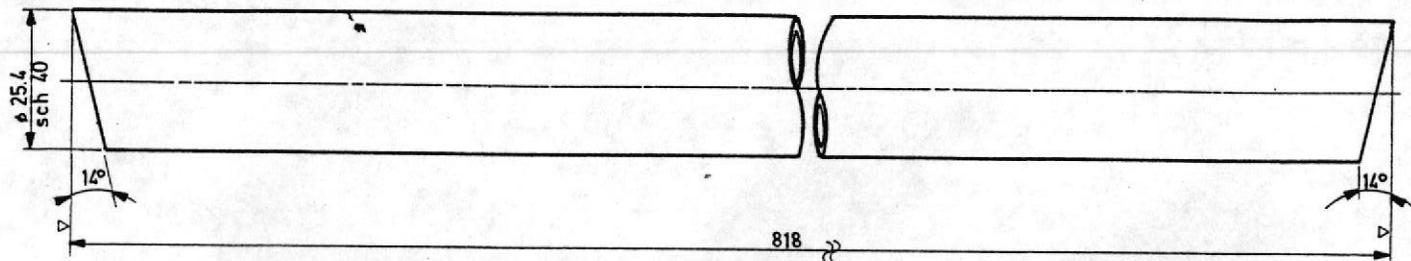


<b>ESPOL</b>		<b>PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA</b>	
ESCALA: 1 : 5	TITULO: DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS F. ESCUDERO J. MENDEZ M. POZO	PROFESOR TLG. M. PISCO
	CONTENIDO: PLANO DE ENSAMBLE	FECHA 27 - SEPT. - 1996	LAMINA PT - TM - 02 - 96



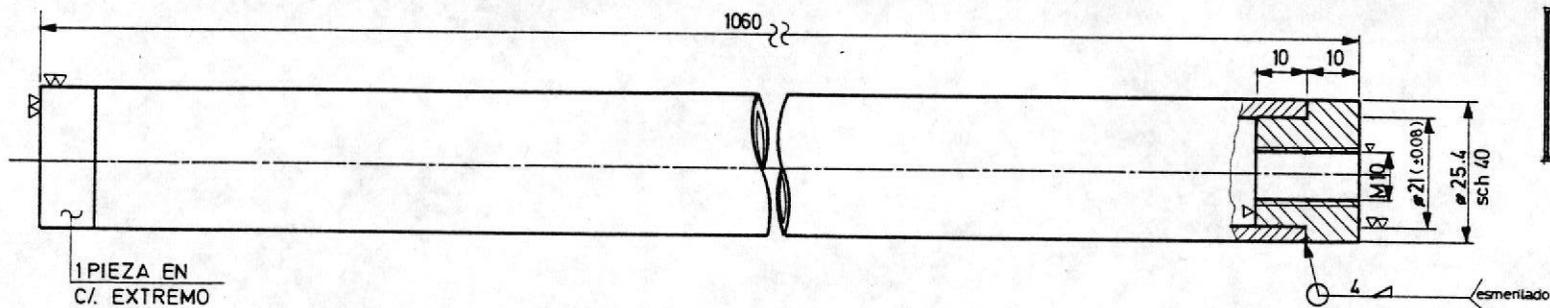
<b>ESPOL</b> ESCALA: 1:5 	TITULO: <b>DOBLADORA DE CHAPA METALICA</b>	ALUMNOS F. ESCUDERO J. MENDEZ M. POZO
	CONTENIDO: <b>1.- BANCADA</b>	PROFESOR TLG. MIGUEL PISCO
		FECHA 27 - SEPT. - 1996
		LAMINA PT. - TM - 03 - 96

**1A.\_ COLUMNA**



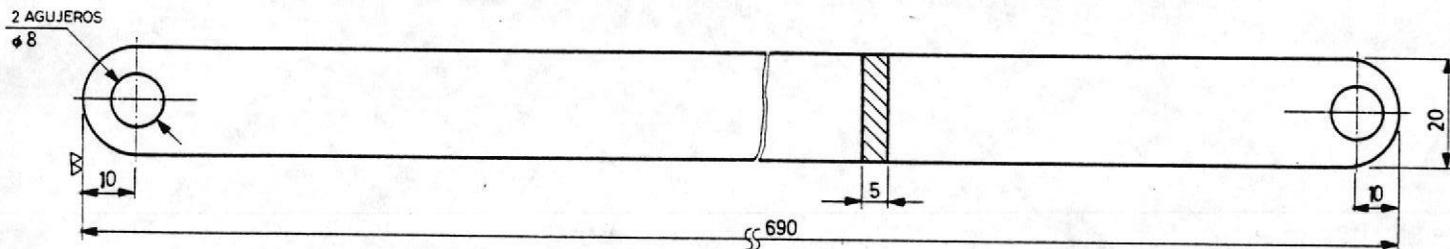
MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 4u.  
 TOLERANCIA:  $\pm 5$ , 20'  
 ACABADO SUPERFICIAL:  $\sim(\nabla)$   
 TRATAMIENTO TERMICO: -

**1C.\_ TENSOR**



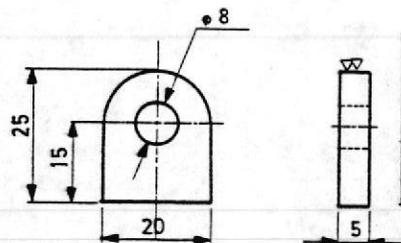
MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 2u  
 TOLERANCIA GENERAL:  $\pm 5$   
 ACABADO SUPERFICIAL:  $\sim(\nabla)$   
 TRATAMIENTO TERMICO: -

**1D.\_ TIRANTE**



MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 2u.  
 TOLERANCIA GENERAL:  $\pm 5$   
 ACABADO SUPERFICIAL:  $\sim(\nabla)$   
 TRATAMIENTO TERMICO: -

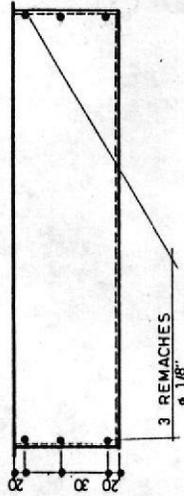
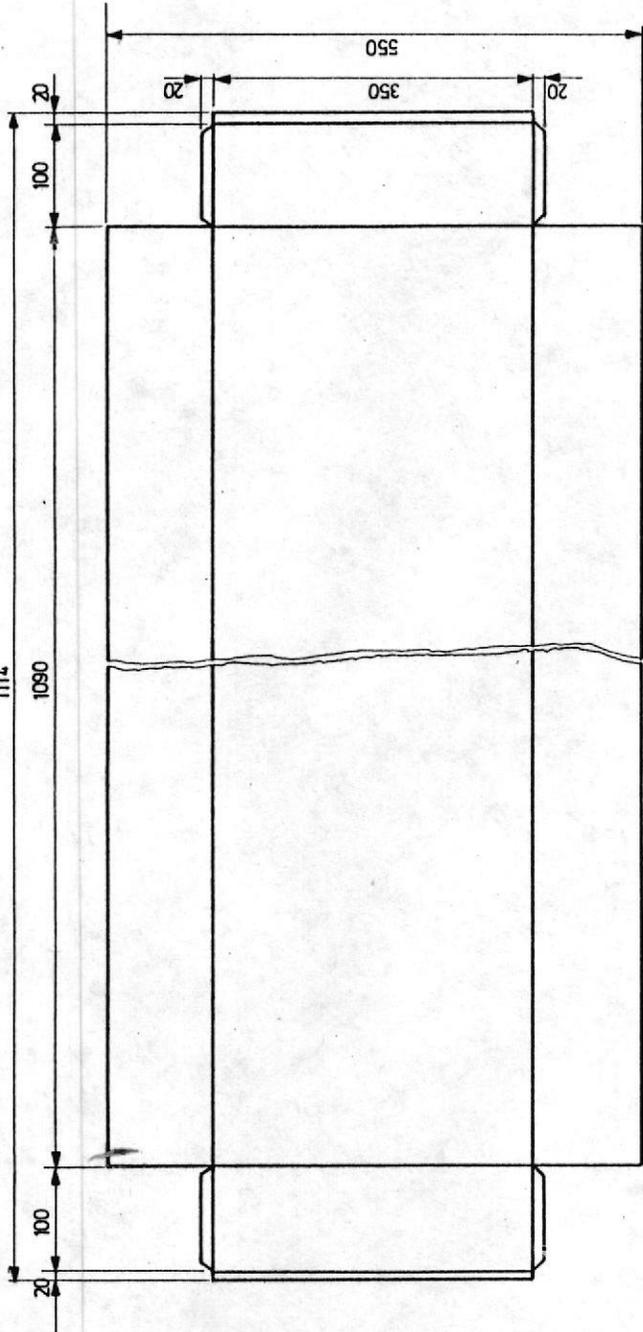
**1B.\_ PLATINAS LATERALES**



MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 3 u.  
 TOLERANCIA GENERAL:  $\pm 0.1$   
 ACABADO SUPERFICIAL:  $\sim(\nabla)$   
 TRATAMIENTO TERMICO: -

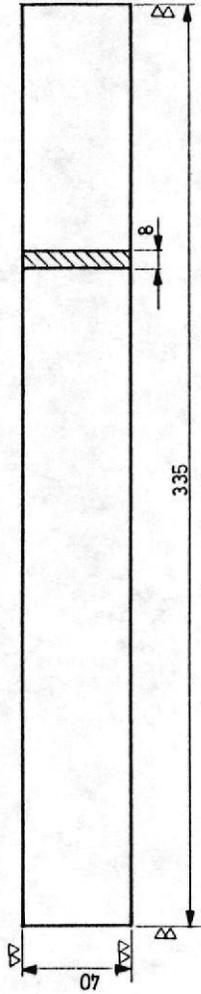
ESPOL		PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA	
ESCALA: 1:1	TITULO: DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS F. ESCUDERO J. MENDEZ M. POZO	PROFESOR TLG. M. PISCO
CONTENIDO 1A._ COLUMNAS, 1B._ PLATINAS LA- TERALES, 1C._ TENSOR, 1D._ TIRANTE	FECHA 27 - SEPT. - 1996	LAMINA PT - TM - 04 - 96	

1E.- BANDEJA E: 1:5



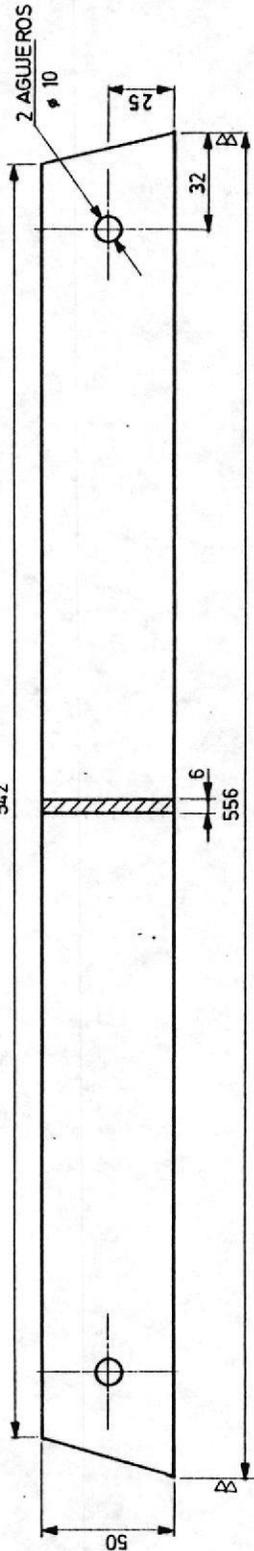
MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 3 u.  
 TOLERANCIA GENERAL: ± 5  
 ACABADO SUPERFICIAL: ~  
 TRATAMIENTO TERMICO: -

1F.- VIGA



MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 2 u.  
 TOLERANCIA GENERAL: ± 0.8  
 ACABADO SUPERFICIAL: ~  
 TRATAMIENTO TERMICO: -

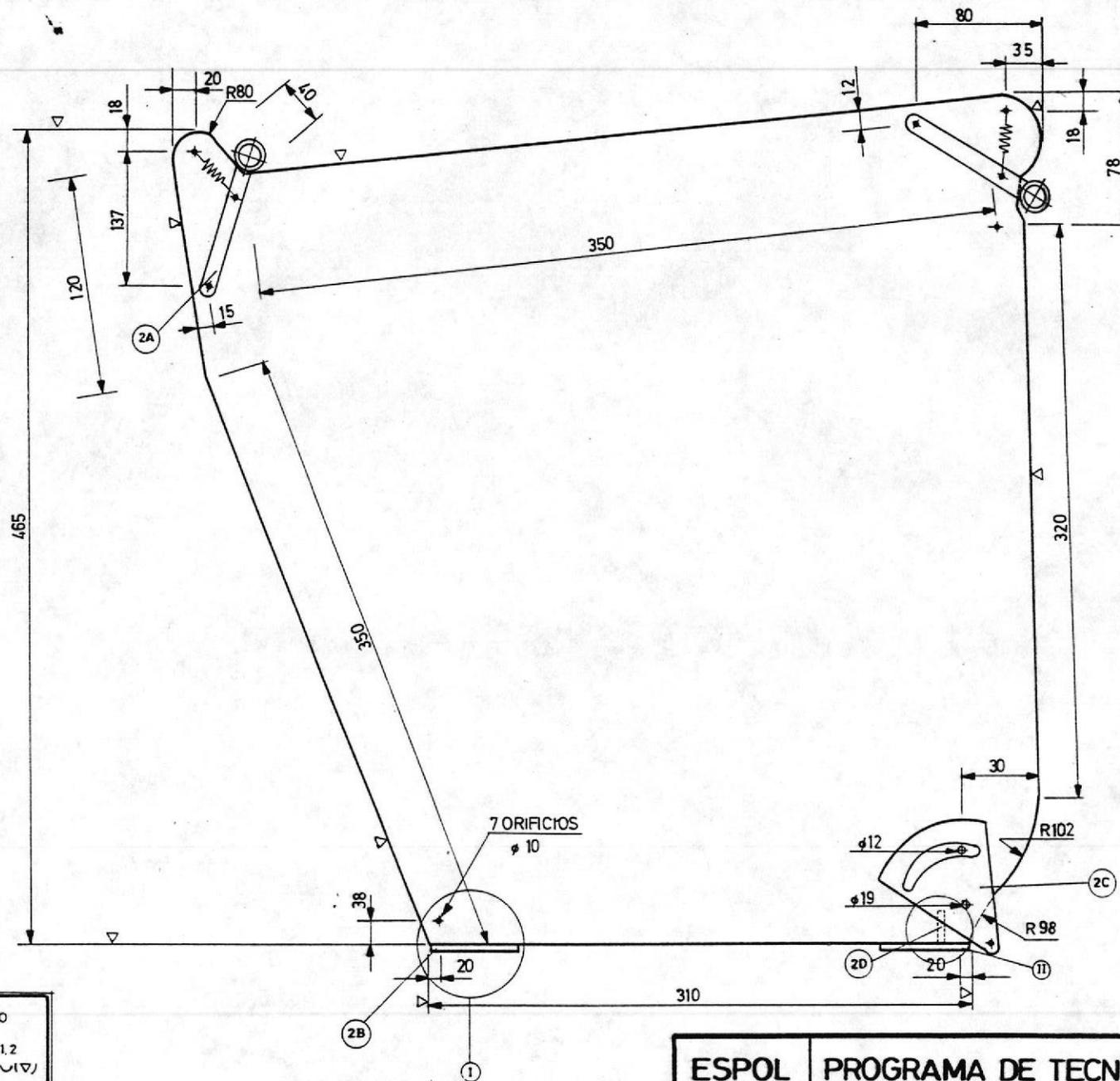
1G.- APOYO LATERAL



MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 2 u.  
 TOLERANCIA GENERAL: ± 0.8  
 ACABADO SUPERFICIAL: ~  
 TRATAMIENTO TERMICO: -



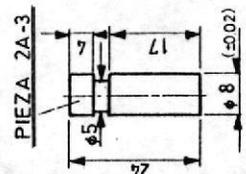
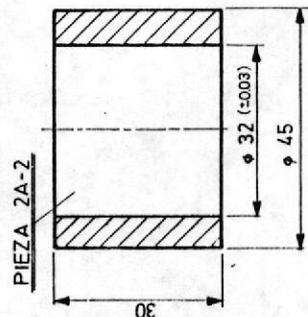
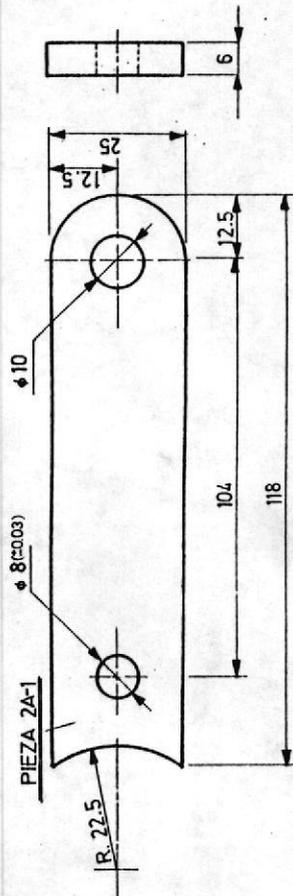
ESCOLA:	ESCALA:	1:2	TITULO:	DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS:	F. ESCUDERO J. MENDEZ M. POZO
			CONTE NIDO:	1E.- BANDEJA, 1F.- VIGA, 1G.- APOYO LATERAL	PROFESOR:	TLG. M. PISCO
					FECHA:	ZI - SEPT. - 1996
					LAMINA:	PI - TM - 05-96



MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 1u  
 TOLERANCIA GENERAL:  $\pm 1.2$   
 ACABADO SUPERFICIAL:  $\sim(\nabla)$   
 TRATAMIENTO TERMICO: -  
 ESPESOR FINAL: 10 mm

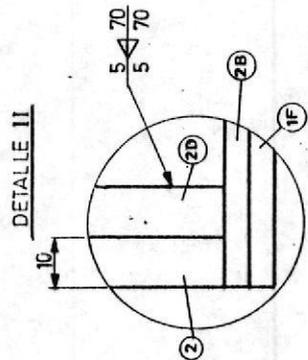
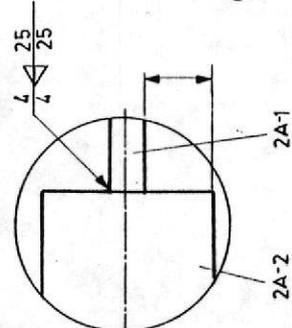
<b>ESPOL</b>		<b>PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA</b>	
ESCALA: 1: 2.5	TITULO: DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS F. ESCUDERO J. MENDEZ M. POZO	PROFESOR TLG. M. PISCO
CONTENIDO: 2. PLACA LATERAL IZQUIERDA		FECHA 27 - SEPT - 1996	LAMINA PT - TM - 06 - 96

**2A... BOCINES**



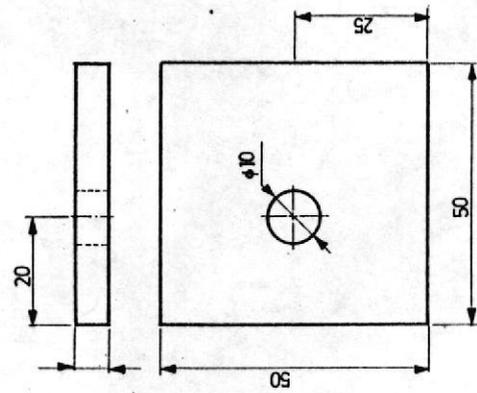
MATERIAL: HIERRO NEGRO (1)  
 ACERO DE TRANSMISION (2, 3)  
 TOLERANCIA GENERAL: ±0.8  
 ACABADO SUPERFICIAL: ∇∇  
 TRATAMIENTO TERMICO: - 4u.

**DETALLE DE SOLDADURA**

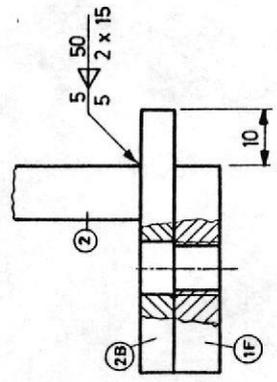


**2B... BASES**

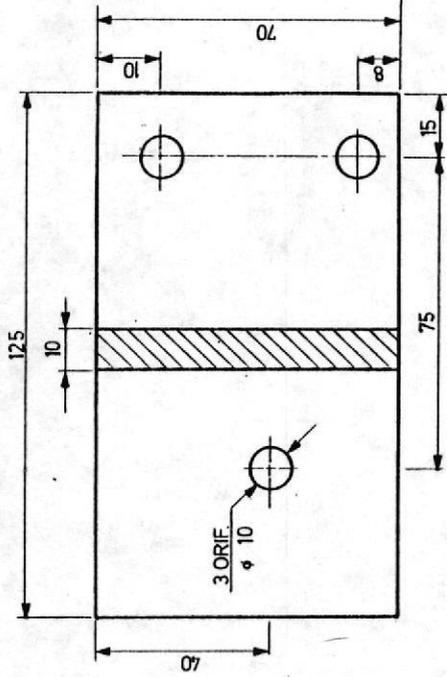
MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 TOLERANCIA GENERAL: ±0.8  
 CANTIDAD: 4 u  
 ACABADO SUPERFICIAL: ∇  
 TRATAMIENTO TERMICO: -



**DETALLE I**



**2D... JUNTA LATERAL**

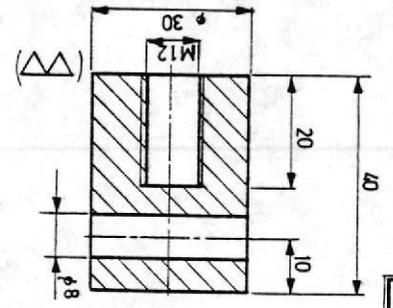


MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 TOLERANCIA GENERAL: ±0.5  
 CANTIDAD: 2 u  
 ACABADO SUPERFICIAL: ∇  
 TRATAMIENTO TERMICO: -

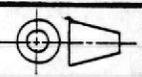
<b>ESPOL</b> ESCALA: 1:1 	TITULO <b>DOBLADORA DE CHAPA METALICA</b>	ALUMNOS F. ESCUDERO J. MENDEZ M. POZO
	CONTENIDO 2A... BOCINES, 2B... BASES, 2D... JUNTA LATERAL	PROFESOR T.L.G. MIGUEL PISCO
		LAMINA PT - TM - 07 - 96



MATERIAL: HIERRO NEGRO (2C-2C-1)  
 AC. TRANSMISION: (2C-2, 2C-4, 2C-5)  
 AC. 760 (2C-3)  
 CANTIDAD: 1 C/U, EXCEPTO 2C-3: (2)  
 TOL GEN: ±01  
 AC SUP INDICADO  
 1 TÉRMINO: —



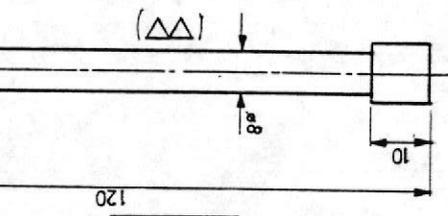
PIEZA 2C-5



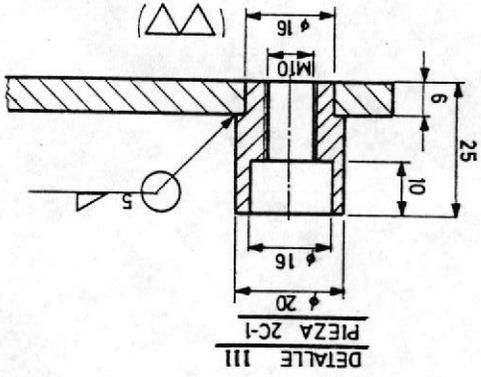
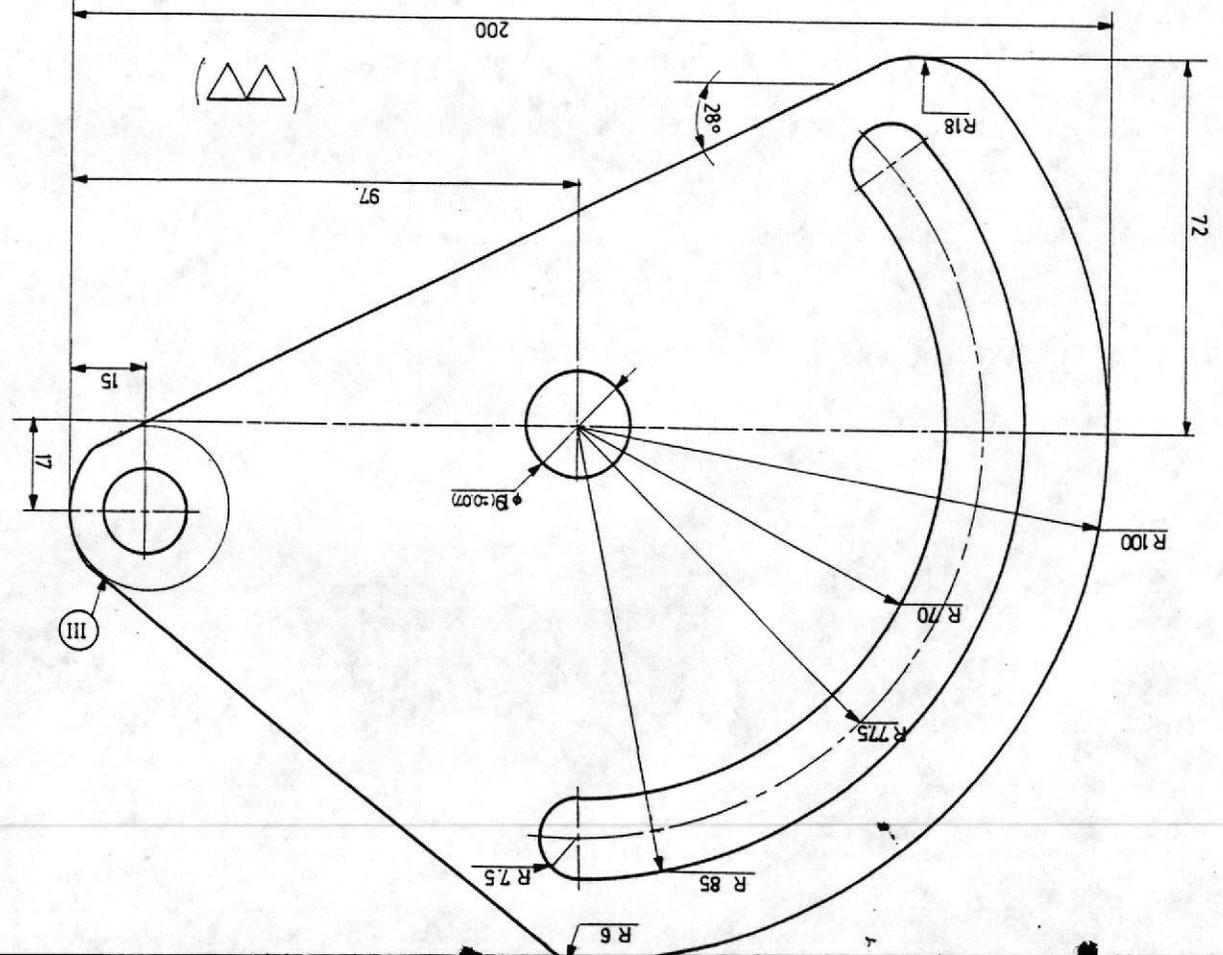
CONTENIDO:  
 2C.- PLACA DE ROTACION, TORNILLO Y LLAVE

ALUMNOS	J. MENDEZ
M. POZO	
PROFESOR	TLG. M. PISCO
FECHA	27 - SEPT - 1996
LAMINA	PT - TM - 08-96

ESCALA: 1:1  
 TITULO: DOBLADORA DE CHAPA METALICA  
 PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA



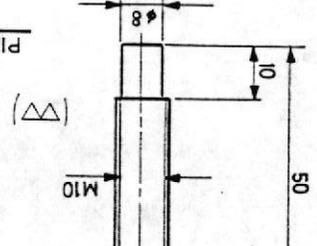
PIEZA 2C-4



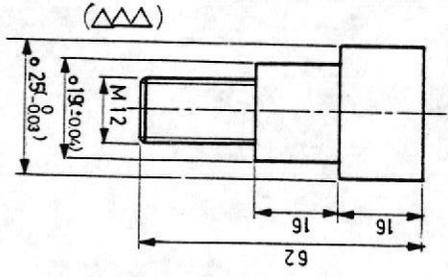
DETALLE III

PIEZA 2C-1

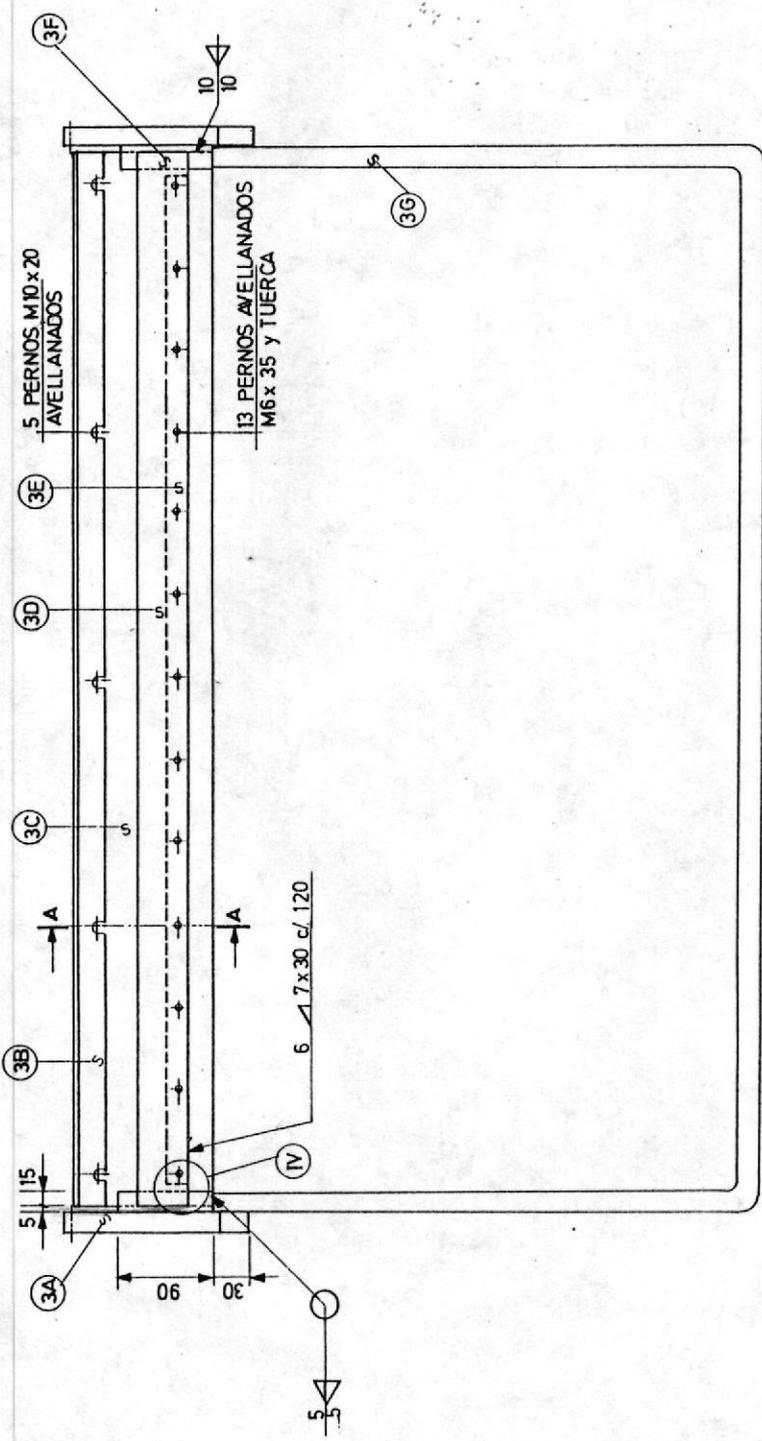
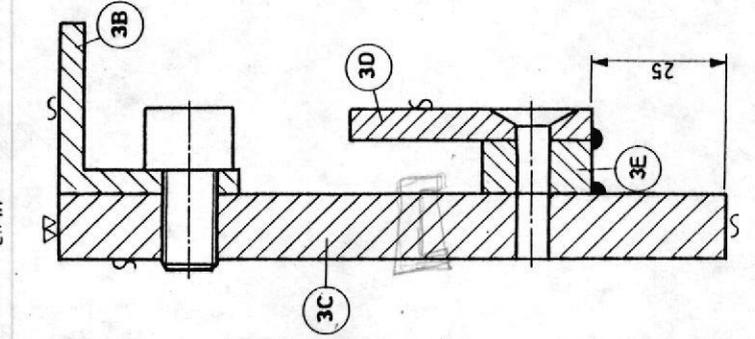
PIEZA 2C-2



PIEZA 2C-3

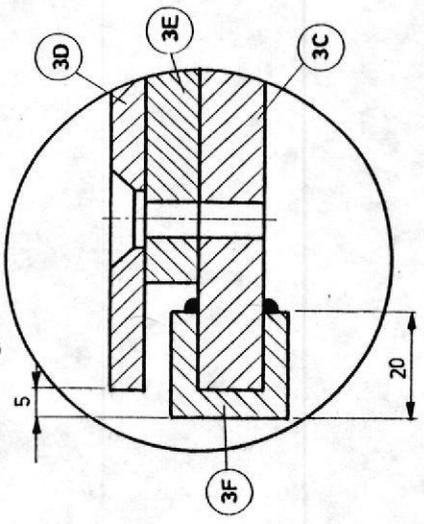


**SECCION AA**  
E: 1:1



TOL. GENERAL: ± 0.2

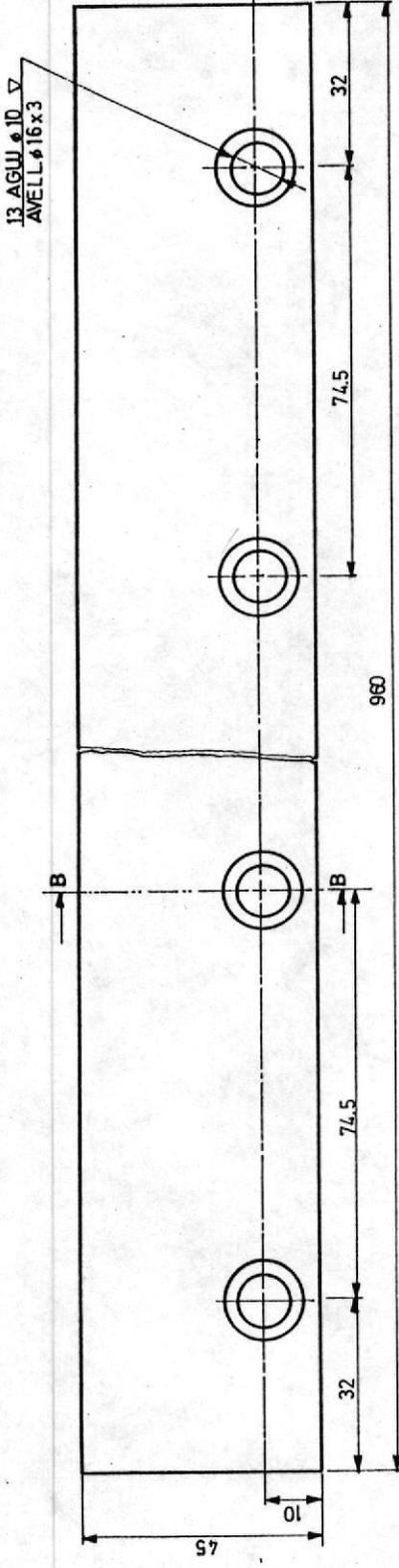
**DETALLE IV**  
E: 1:1



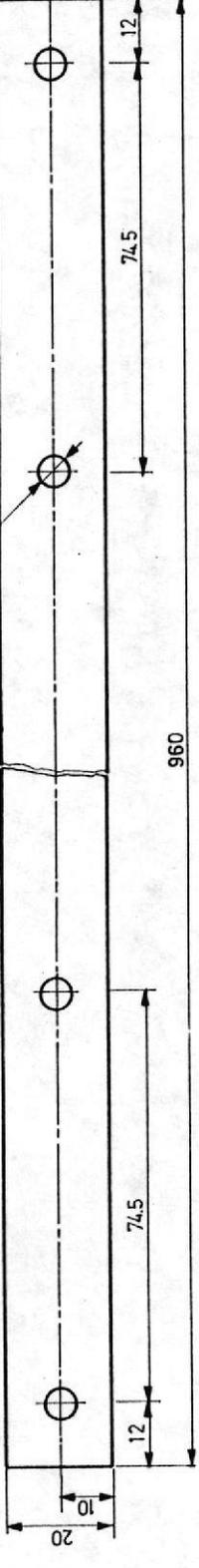
<b>ESPOL</b>	TÍTULO:	<b>PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA</b>		
	ESCALA:	DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS	E. ESCUDERO J. MENDEZ M. POZO
	1:5	CONTENIDO:	PROFESOR	T.L.G. M. PISCO
		3.- MECANISMO DE DOBLADO Y DETALLES	FECHA	27 - SEPT - 1996
			LAMINA	PM - TM - 09-96



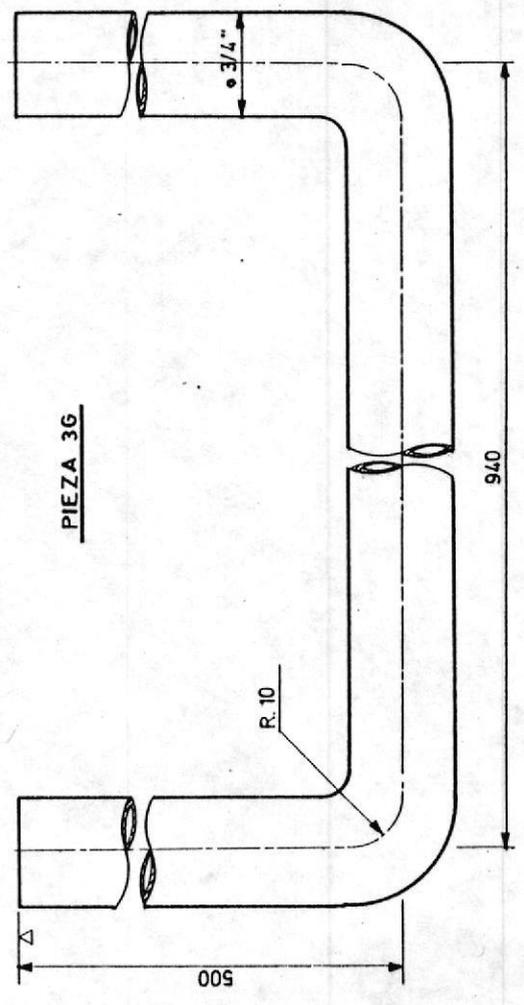
PIEZA 3D



MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ±5  
 AC. SUP.: ~(\nabla)



MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ±5  
 AC. SUP.: ~(\nabla)



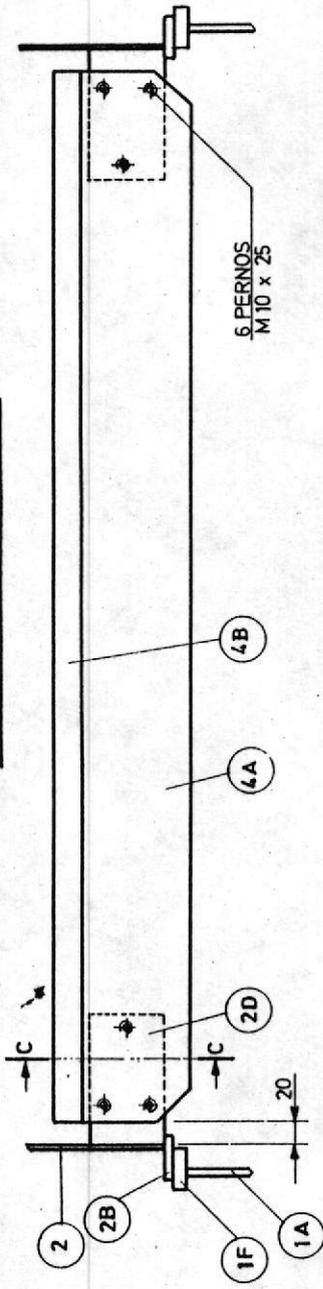
MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ±5  
 AC. SUP.: ~(\nabla)



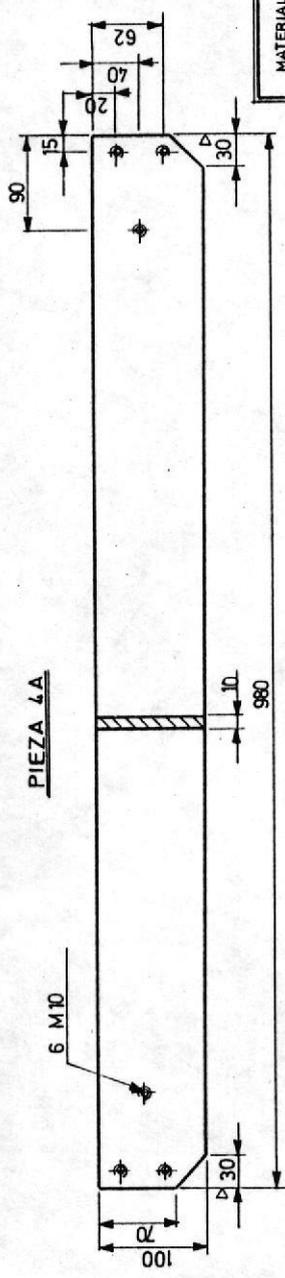
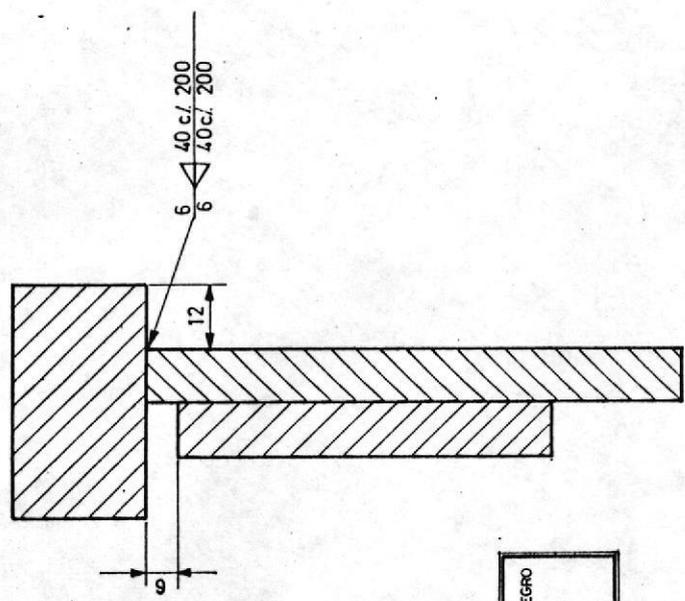
BIBLIOTECA DE ESCUELAS TECNOLOGICAS

<b>ESPOL</b>	<b>PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA</b>	
	TITULO: DOBLADORA DE CHAPA METALICA	F. ESCUDERO ALUMNOS J. MENDEZ
ESCALA: 1:1	CONTENIDO: PIEZAS: 3D, 3E, 3G	M. POZO PROFESOR TLG. M. PISCO
		FECHA 27 - SEPT. - 1996
		LAMINA PT - TM - 11 - 96

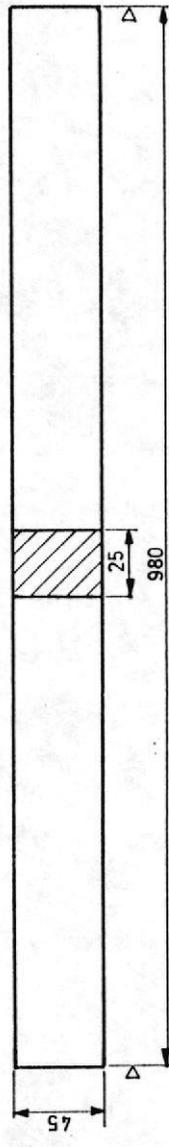
4.- SISTEMA APOYO DE LAMINA



SECCION CC



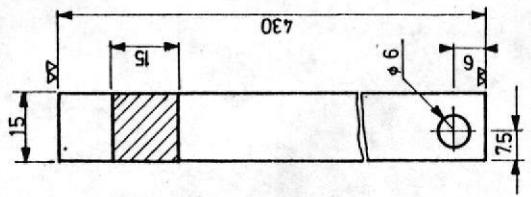
MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ± 5  
 AC. SUP.: ~ (▽)



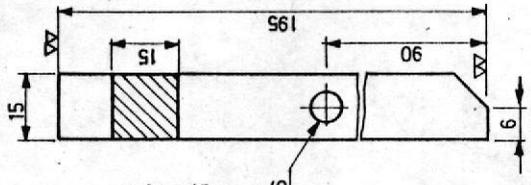
MATERIAL: HIERRO NEGRO  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ± 5  
 AC. SUP.: ~ (▽)

ESPOL	TITULO	PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA		
	ESCALA:	DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS	F. ESCUDERO J. MENDEZ M. POZO
1:5	CONTENIDO	SISTEMA DE APOYO DE LAMINA DETALLES Y DESPIECES.	PROFESOR	TLG. M. PISCO
			FECHA	27 - SEPT - 1996
			LAMINA	PT - TM - 12 - 96

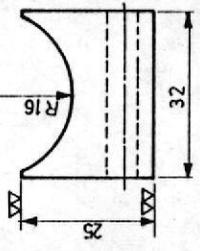
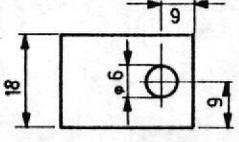
PIEZAS 5D



5C

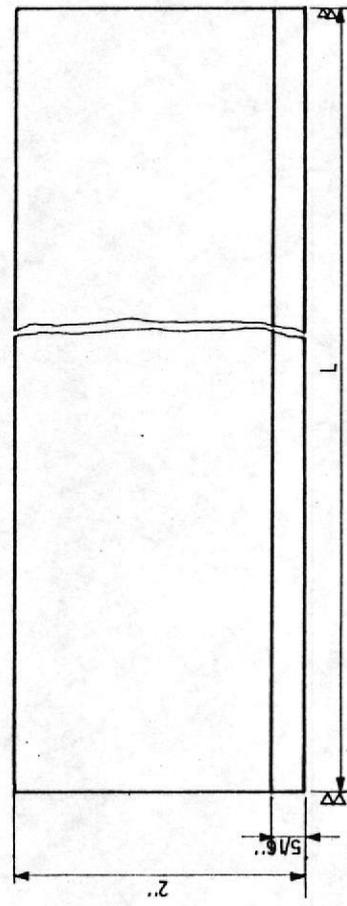


PIEZA 5E

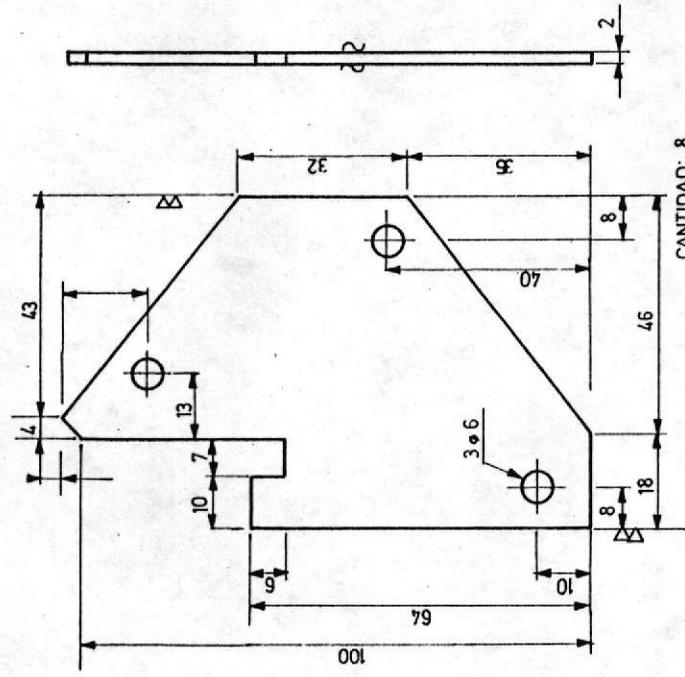


MATERIAL: HIERRO  
 TOL. GEN.: ±0.5  
 CANTIDAD: 8 - 5E  
 4 - 5D  
 4 - 5C

PIEZA 5B



PIEZA 5A

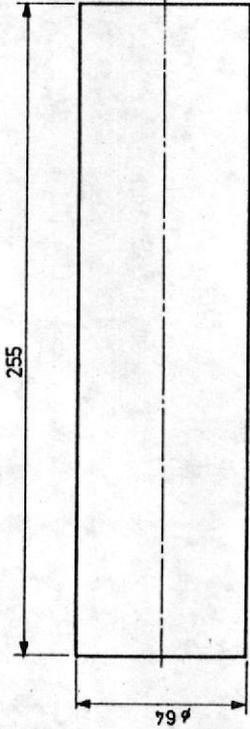


CANTIDAD: 8  
 TOL. GEN.: ±0.2  
 MATERIAL: HIERRO

MATERIAL: HIERRO  
 TOL. GEN.: 0.5  
 CANTIDAD: 2 DE L 480  
 2 DE L 240  
 1 DE L 120

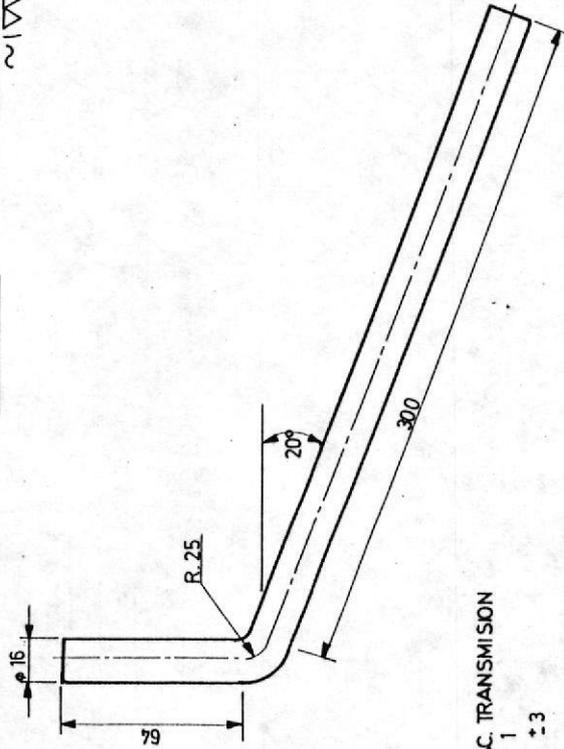
ESPOL	ESCALA:	1:1	TITULO:	DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS	F. E. SCUDERO J. MENDEZ M. POZO
			CONTENIDO:	5.- SISTEMA DE PRENSACHAPA Y DESPIECE	PROFESOR	TLG. M. PISCO
					FECHA	27 - SEPT. - 1996
					LAMINA	PT - TM - 13 - 96

PIEZA 5A



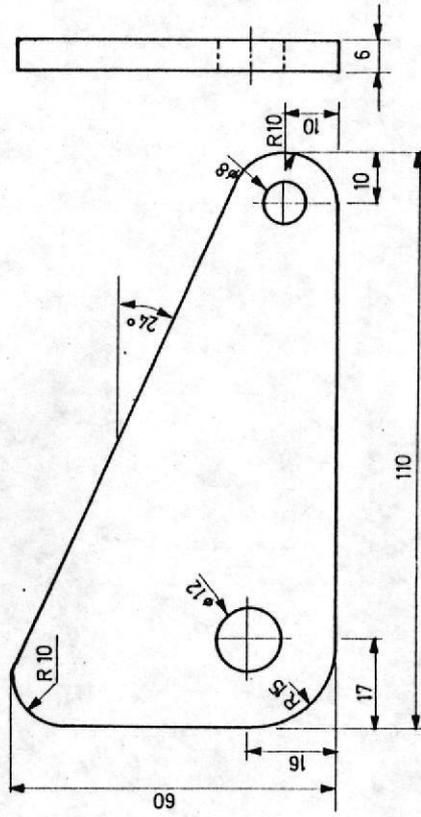
MATERIAL: AC. TRANSMISION  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ±0.5  
 (V)

PIEZA 5B



MATERIAL: AC. TRANSMISION  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ±3  
 (V)

PIEZA 5C

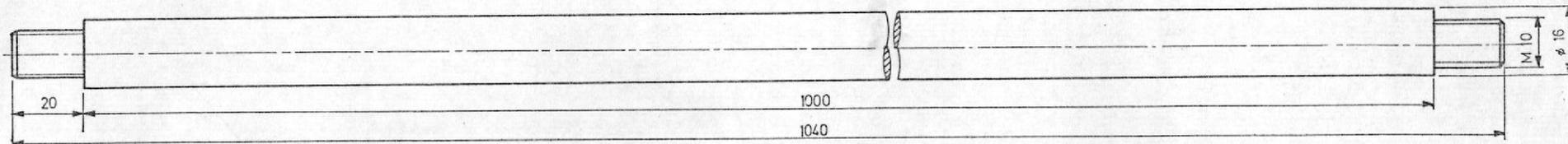


MATERIAL: HIERRO  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ±3  
 (V)

ESPOL PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

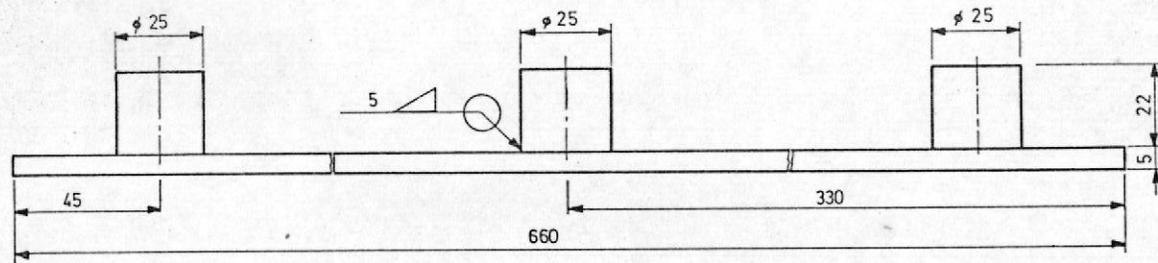
ESCALA: 1:2	TITULO:	F. ESCUDERO
	DOBLADORA DE CHAPA METALICA	J. MENDEZ
CONTENIDO: SISTEMA DE CONTRAPESO	PROFESOR:	M. POZO
	FECHA	TIG. M. PISCO
	LAMINA	27-SEPTB. - 1996
		PT - TM - 14 - 96

PIEZA 8



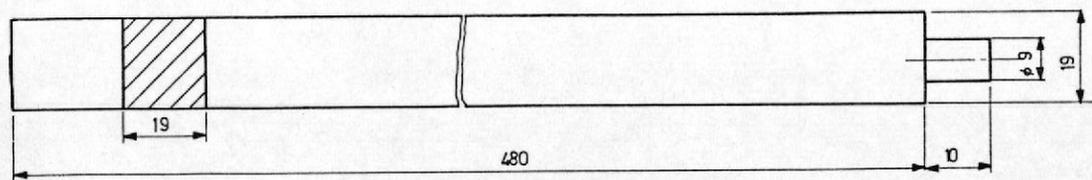
MATERIAL: AC. TRANS.  
 CANTIDAD: 3  
 TOL. GEN.: ±2

PIEZA 9A



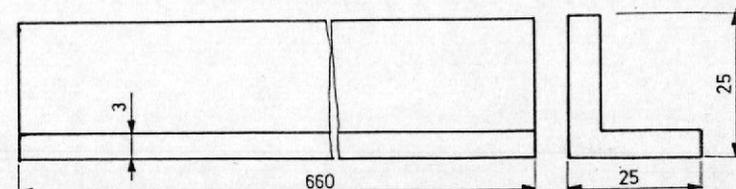
MATERIAL: HIERRO  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ±2

PIEZA 9B



MATERIAL: HIERRO  
 CANTIDAD: 2  
 TOL. GEN.: ±2

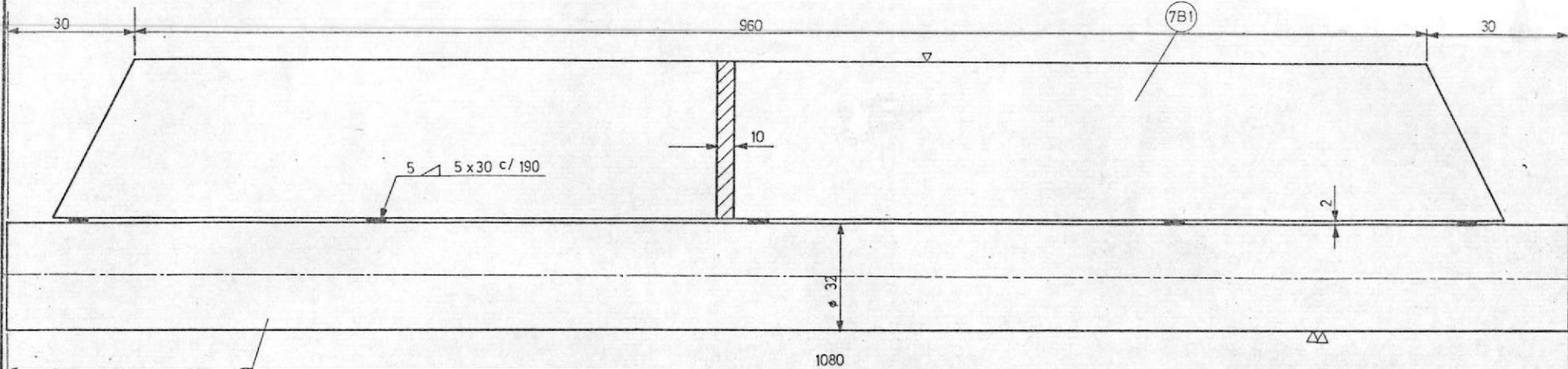
PIEZA 9C



MATERIAL: HIERRO  
 CANTIDAD: 1  
 TOL. GEN.: ±3

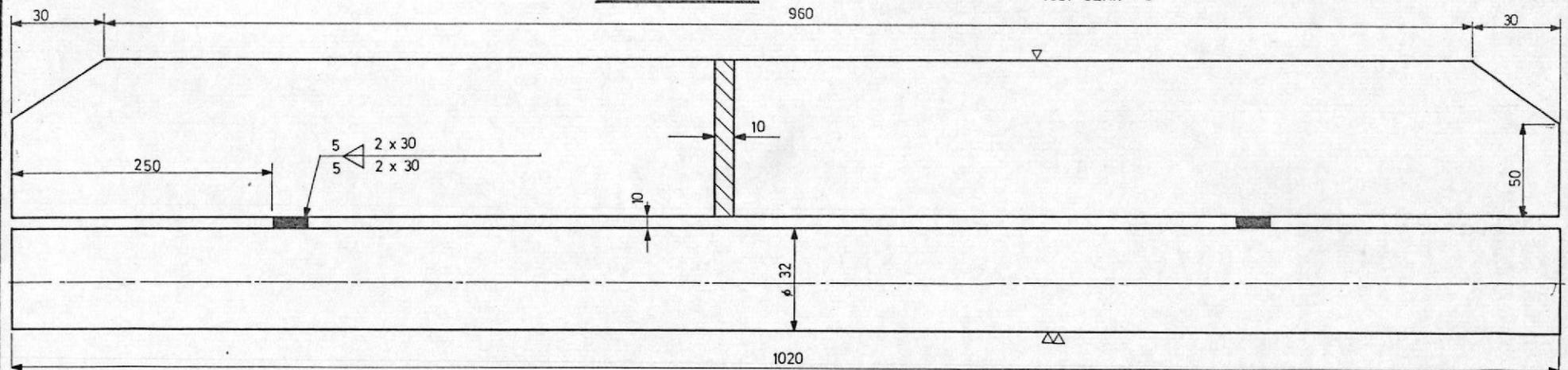
ESPOL		PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA	
ESCALA: 1:1	TITULO: DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS J. MENDEZ M. POZO	F. ESCUDERO
	CONTENIDO: 8. EJES ESTRUCTURALES 9. SIST. DE REGULACION DE LAMINA	PROFESOR TLG. M. PISCO	
		FECHA 27 - SEPT - 1996	
		LAMINA PT - TM -16 -96	

PIEZAS 7A1 - 7B1



MATERIAL: 7A1 AC. TRANS - 7B1 HIERRO  
 CANTIDAD: 1 c/u  
 TOL. GEN.: ±5

PIEZAS 7A2 - 7B2



MATERIAL: 7A2 AC. TRANS 7B2 HIERRO  
 CANTIDAD: 1 c/u  
 TOL. GEN.: ±5

RIBI JOTEGA  
DE ESCUELAS TECNOLOGICAS



ESPOL		PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA	
ESCALA: 1:2	TITULO: DOBLADORA DE CHAPA METALICA	ALUMNOS J. MENDEZ M. POZO	F. ESCUDERO
	CONTENIDO: 7. SIST. DE REGULACION DE PRENSACHAPA	FECHA 27 - SEPT. - 1996	PROFESOR TLG. M. PISCO
		LAMINA PT- TM - 15 - 96	

CAPITULO

**5**

MANUAL PARA EL USUARIO



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## MANUAL PARA EL USUARIO

### 5.1. USO DE LA MAQUINA

#### CARACTERISTICAS TECNICAS

La máquina esta en su totalidad compuesta por elementos mecánicos manuales de construcción metálica.

Las dimensiones generales de la misma son:

ancho = 1340 mm

alto = 1400 mm

fondo = 700 mm

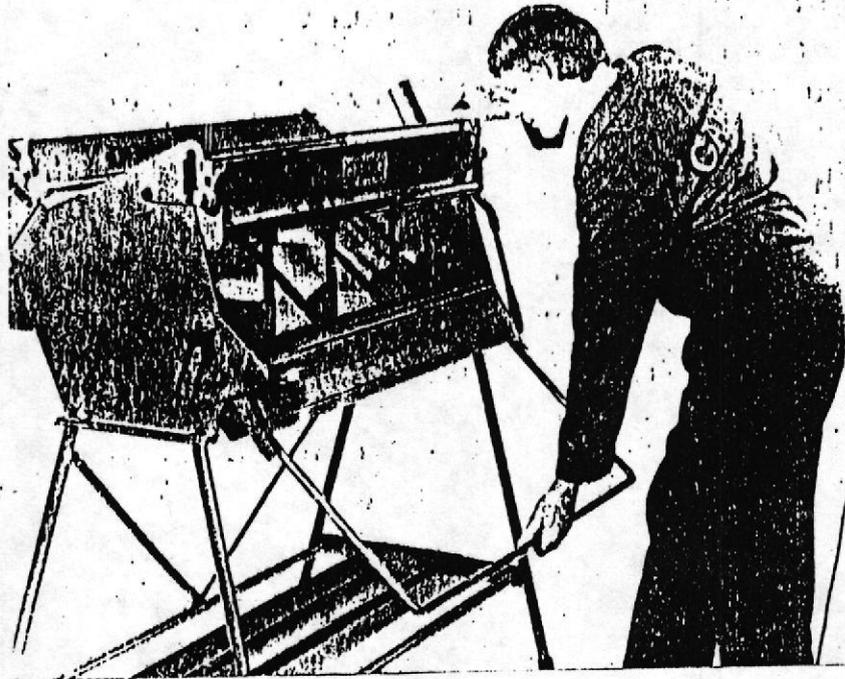
El peso total de la máquina es de 143 Kg. (fig.5)

Esta máquina se la puede emplear unicamente para doblar lámina metálica a diversos ángulos, de acuerdo a la siguiente tabla:

#### CAPACIDAD DE DOBLADO

Longitud del doblez (mm)	espesor del material (mm)	
	acero suave	aluminio suave
960	1,2	1,6
720	1,6	2,0
480	2,0	2,6
240	2,6	3,0
120	3,0	3,5

Fig. 5/ Utilización de la dobladora



## 5.2. MANTENIMIENTO

Para un idóneo funcionamiento de la máquina y para un aumento de la vida útil de la misma, se recomienda:

- Lubricar: Los ejes guías, con aceite SAE 10, en un periodo de una vez por semana.
  
- Lubricar: Los ejes de rotación con aceite SAE 10, en un período de cuatro horas, cuando se este utilizando la misma.
  
- Inspeccionar: resortes dos veces al año, es decir, cada seis meses.

Fig 6.- Vista frontal de la dobladora

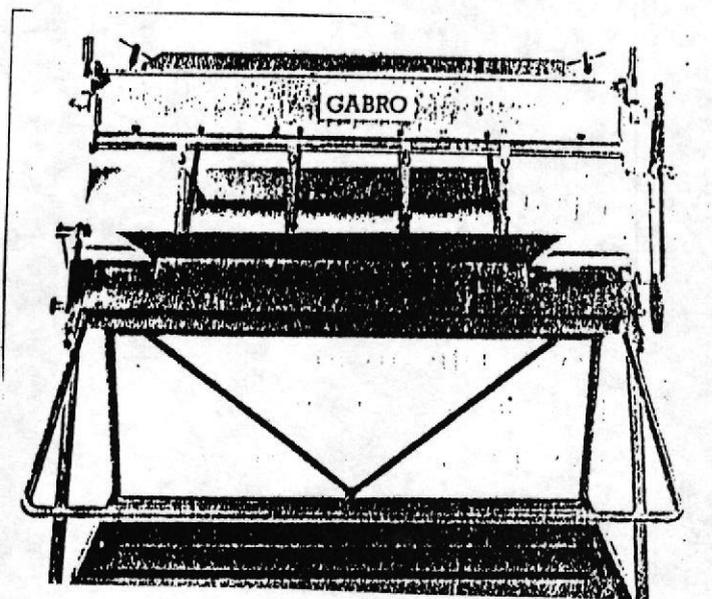
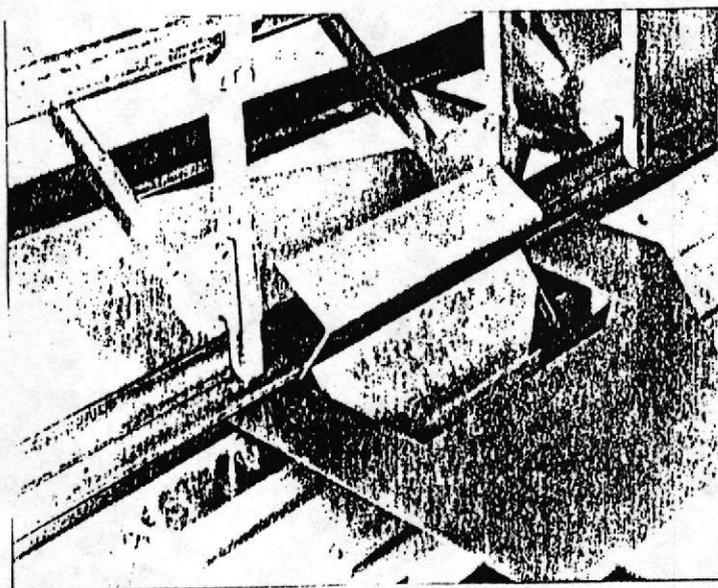


Fig 7.- Ejemplo de pieza conformada



- Rectificar: Las muelas del sistema del prensachapa, esto se lo puede realizar, cuando los productos manufacturados, presentes imperfecciones en el radio formado por el dobléz.

CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS

# 6

CAPÍTULO

## CONOCIMIENTOS TECNOLOGICOS

### 6.1. MECANICA APLICADA

para el desarrollo de este tema se hicieron consultas a varios libros, que al final de este texto se listaran.

Ya que el proyecto tecnológico consiste en la construcción de una máquina dobladora de chapa metálica, en base a una máquina ya existente en el PROTEL, se hicieron las siguientes revisiones en las partes de la misma:

### ESTRUCTURA

$$W = 143 \text{ Kg} / 2 = 71,5 \text{ Kg}$$

$$M_a = + \curvearrowright = R_b (335 \text{ mm}) - 71,5 \text{ Kg} (155 \text{ mm})$$

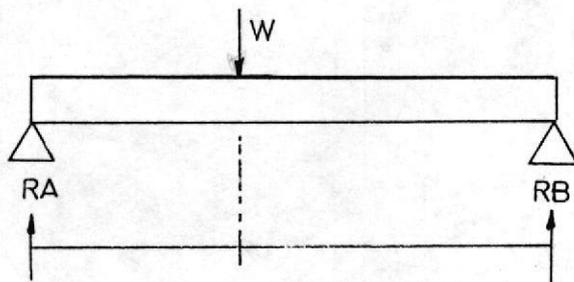
$$R_b = (71,5 \text{ Kg}) (155 \text{ mm}) / 335 \text{ mm}$$

$$R_b = 33,08 \text{ Kg}$$

$$R_a + R_b = 71,5 \text{ Kg}$$

$$R_a = 71,5 \text{ Kg} - 33,08 \text{ Kg}$$

$$R_a = 38,42 \text{ Kg.}$$



*delo = 1340 mm  
fondo = 700*

## 6.2. MATERIALES

### Cementación:

Este es el más viejo y uno de los más barato de los métodos de tratamientos térmicos, se lo aplica en aceros con bajo contenido de carbono, generalmente de 0,20% del mismo o menos; se lo coloca en una atmósfera que contiene grandes cantidades de monóxido de carbono a una temperatura de 1700 grados fahrenheit.

Este tipo de tratamiento térmico es aplicable para piezas cuya superficie externa debe presentar una alta dureza, mientras que su núcleo o parte interna debe permanece en su estado original, siendo de esta manera que la capa o superficie endurecida, tiene un espesor máximo de 1,5 mm.

CAPITULO

**7**



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

HOJAS DE PROCESOS

81

-

120

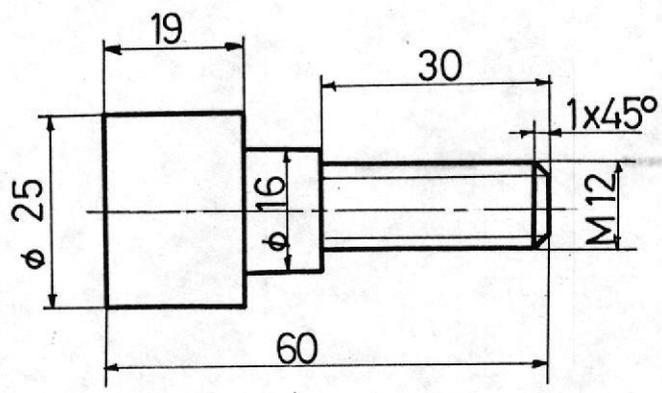








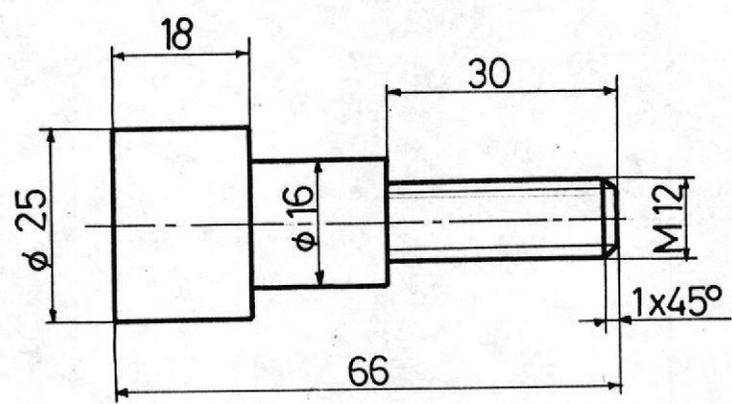
escala	material Hierro	dimens.en bruto φ 25x 65	denominación Perilla	fecha: Oct. 96	PIEZA
				cantidad: 2	



fase	designación	croquis	maq	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	Util	tiempo	
									pas	tot.
1	Cilindrar a diámetro		TORNO	25	350	0,2	1	CUCHILLA 3/8"	3	0,25
2	Cilindrar a diámetro		TORNO	25	350	0,2	1	CUCHILLA 3/8"	3	0,25
3	Cilindrar a diámetro		TORNO	25	500	0,2	1	CUCHILLA 3/8"	3	0,2
4	Máquina chaflán a 45°		TORNO	25	350	0,2	1	CUCHILLA 3/8"	1	0,08
5	Realizar rosca con tarraja M 12mm		---	---	---	---	---	TERRAJA M 12	1	0,3



PROGRAMA DE TEC EN MECANICA		HOJA DE PROCESO		NIVEL nombre:	ESPOL
escala	material Hierro	dimens.en bruto	denominación Perilla	fecha:	PIEZA
				cantidad:	



fase	designación	croquis	maq.	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	Cuchilla	tiempo	
									pas	tot.
1	Cilindrar a diámetro		TORNO	25	350	0,2	1	CUCHILLA 3/8"	3	0,25
2	Cilindrar a diámetro		TORNO	25	350	0,2	1	CUCHILLA 3/8"	3	0,25
3	Cilindrar a diámetro		TORNO	25	500	0,2	1	CUCHILLA 3/8"	3	0,3
4	Máquinar chaflan a 45°		TORNO	25	350	0,2	1	CUCHILLA 3/8"	1	0,08
5	Realizar rosca Con tarraja M 12mm		---	---	---	---	---	TERRAJA M 12	1	0,3



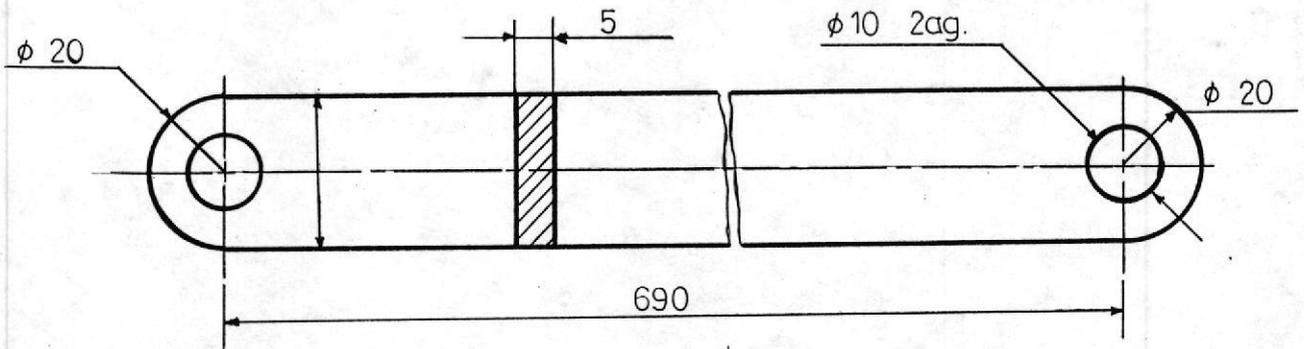








PROGRAMA DE TEC EN MECANICA		HOJA DE PROCESO			NIVEL nombre:	ESPOL
escala 1:1	material Hierro	dimens.en bruto 700 x 20 x 5	denominación Tirantes	fecha:	cantidad: 2	PIEZA

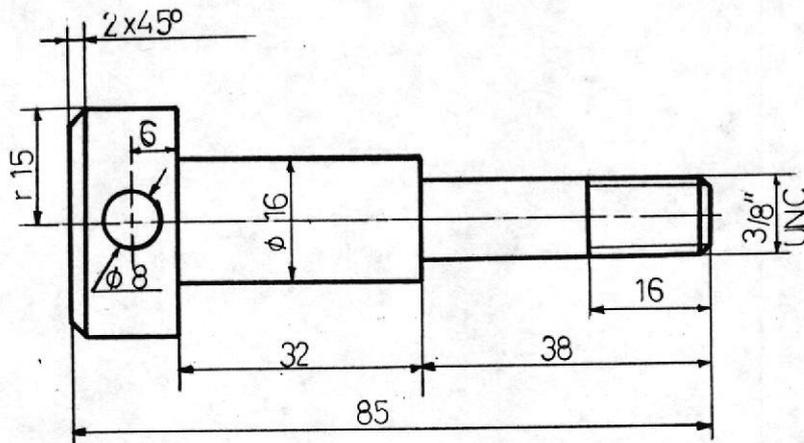


fase	designación	croquis	mao	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	Util	tiempo	
									pas	tot.
1	Cortar a long. de 700 mm.		---	---	---	---	20	Segueta	1	0,16
2	Esmerilar extremos		ESMERIL	20	1650	---	---	Piedra de esm eril	1	0,16
3	Perforado		Taladro	18	500	100	5	Broca $\phi$ 10	1	0,08



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE TEC EN MECANICA		HOJA DE PROCESO		NIVEL nombre:		ESPOL
escala 1:1	material Ac. de Trans	dimens.en bruto ∅ 32 x 180 mm	denominación Tornillo de ajust	fecha:	PIEZA	
				cantidad: 2		



fase	designación	croquis	maq.	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	Util	tiempo	
									pas	tot.
1	Tornear a ∅ 30mm		Torno	35	400	0,8	2	Cuchilla HSS	2	0,16
2	Tornear a ∅ 16mm		Torno	35	700	0,8	14	Cuchilla HSS	2	0,25
3	Tornear a ∅ 9,5mm		Torno	35	1000	0,8	6,5	Cuchilla HSS	2	0,16
4	Tronzar		Torno	35	850	0,8	15	Cuchilla HSS	1	0,16
5	Tornear chaflán		Torno	35	400	0,8	2	Cuchilla HSS	2	0,16
6	Perforar		Taladro	24	900	0,8	30	Broca ∅ 8mm	1	0,16









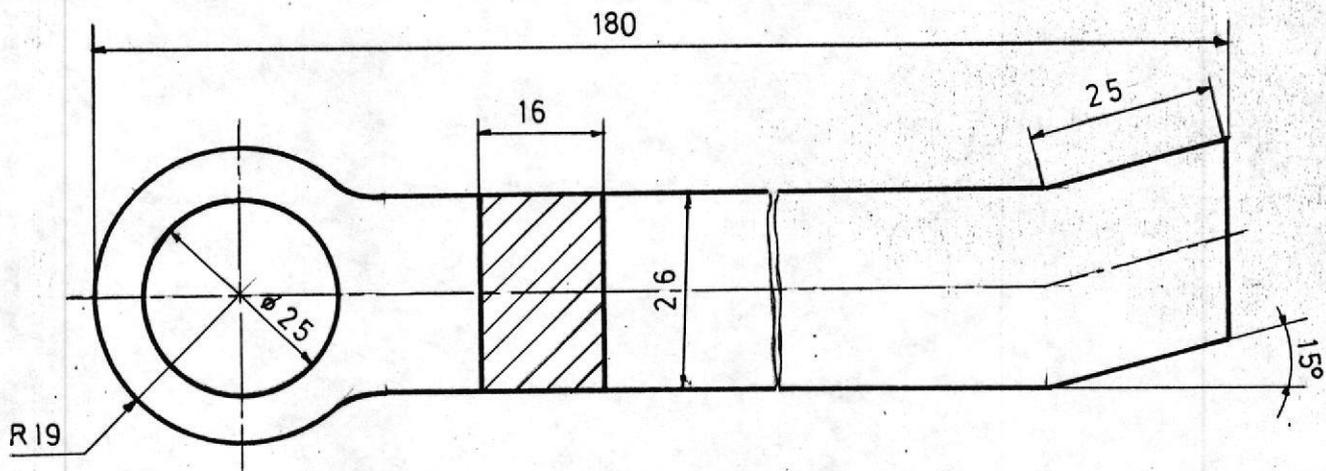
escala 1:1  
material Ac. 760

dimens.en bruto

denominación  
Bujes palanca

fecha: Oct.96  
cantidad: 2

PIEZA



fase	designación	croquis	maq.	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	Vtil	tiempo	
									pas	tot.
1	Cilindrar a diámetro 38 mm.		TORNADO	21	238	0.8	2	CUCHILLA HSS 3/8"	2	
2	Realizar perforaciones con brocas de diámetro 6, 12, 15, 25) mm		TORNADO	16	848 508 320 212	1.5	16	BRDCA Φ 6,12,15 25 mm	4	
3	Tronzar a longitud 16 mm		TORNADO	21	267	0.6	6.5	CUCHILLA PARA TRONZAR	1	
4	Planear placa a espesor 16 mm		LIMADORA	45	-	1.5	1	CUCHILLA HSS 3/8"	4	
5	Cuadrar cuatro lados de la placa		LIMADORA	45	-	1.5	1	CUCHILLA HSS 3/8"	4	
6	Cortar placa a longitudes		-	-	-	-	42	HOJA DE SIERRA	1	





escala  
1:4

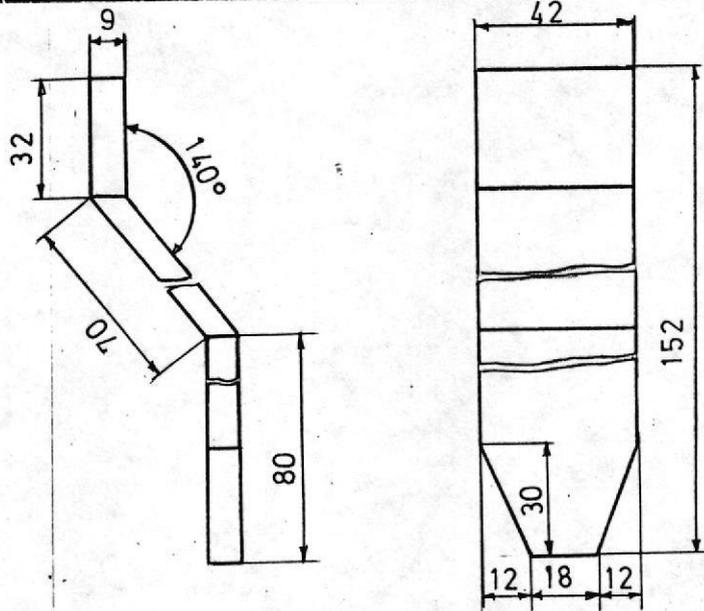
material  
Hierro

dimens.en bruto

denominación  
Brazo

fecha: Oct.96  
cantidad: 1

PIEZA



fase	designación	croquis	maq.	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	Util	tiempo	
									pas	tot.
1	Planear placa a espesor 9 mm		LIMADORA	45	-	1.5	2	CUCHILLA HSS	1	
2	Cuadrar cuatro lados de la placa		LIMADORA	45	-	1.5	2	CUCHILLA HSS	1	
3	Cortar a longitud 32, 70, 80 mm		-	-	-	-	42	HOJA SIERRA	2	
4	Cortar a ángulo		-	-	-	-	30	HOJA SIERRA	2	
5	Soldar las tres placas		MAQ. SOLDAR	-	-	-	-	ELECTRODC 5011	4	

escala  
1:2

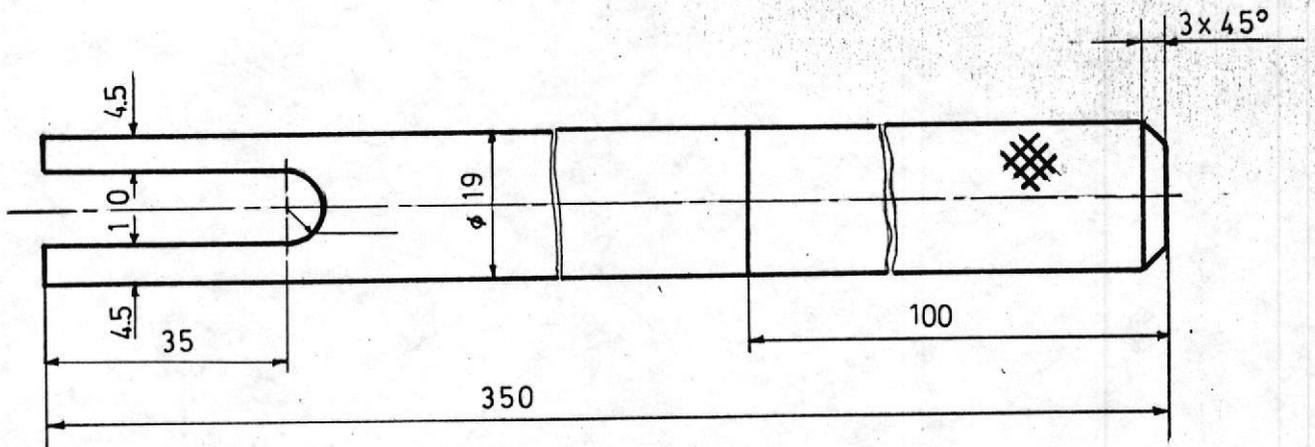
material  
Ac. Trans.

dimens.en bruto  
 $\phi 19 \times 355$

denominación  
bxc Palanca

fecha: Oct.96  
cantidad: 1

PIEZA



fase	designación	croquis	mao.	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	Util	tiempo	
									pas	tot.
1	Refrentar		TORNDO	21	350	0.6	9.5	CUCHILLA HSS 3/8"	1	
2	Realizar chaflan a 45°		TORNDO	21	350	0.6	1.5	CUCHILLA HSS 3/8"	1	
3	Moletear		TORNDO	10	160	0.8	0.5	MOLETEADOR	4	
4	Taladrar un agujero de diámetro 10 mm.		TALADRO	16	508	1.5	16	BROCA $\phi 10$ mm HSS	1	
5	Cortar hasta el agujero un ancho de 10 mm		-	-	-	-	32	HOJA DE SIERRA	2	







escala  
1:2

material  
Hierro

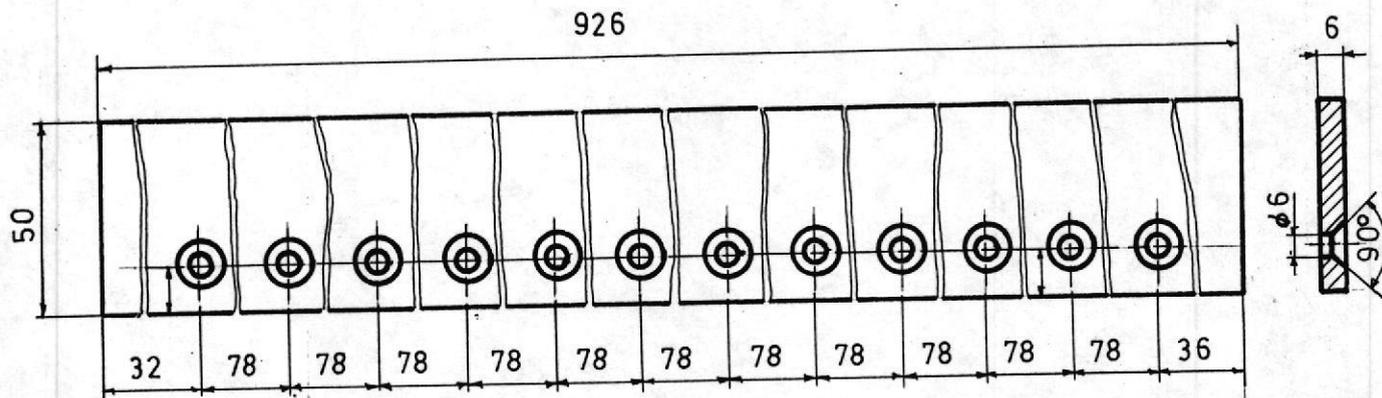
dimens.en bruto  
o 1000x50x6

denominación  
3D

fecha: Oct. 96

cantidad: 1

PIEZA  
3D



fase	designación	croquis	maq.	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	tiempo pas tot.
1	Cortar platina a 926 mm		-	-	-	-	50	1
2	Pasar broca diámetro 6 mm.		TALADRO	16	320	1.5	6	1
3	Pasar broca de avelanar.		TALADRO	16	240	1.5	3	1

HOJA DE SIERRA

BROCA φ 6 mm HSS

BROCA DE AVELANAR





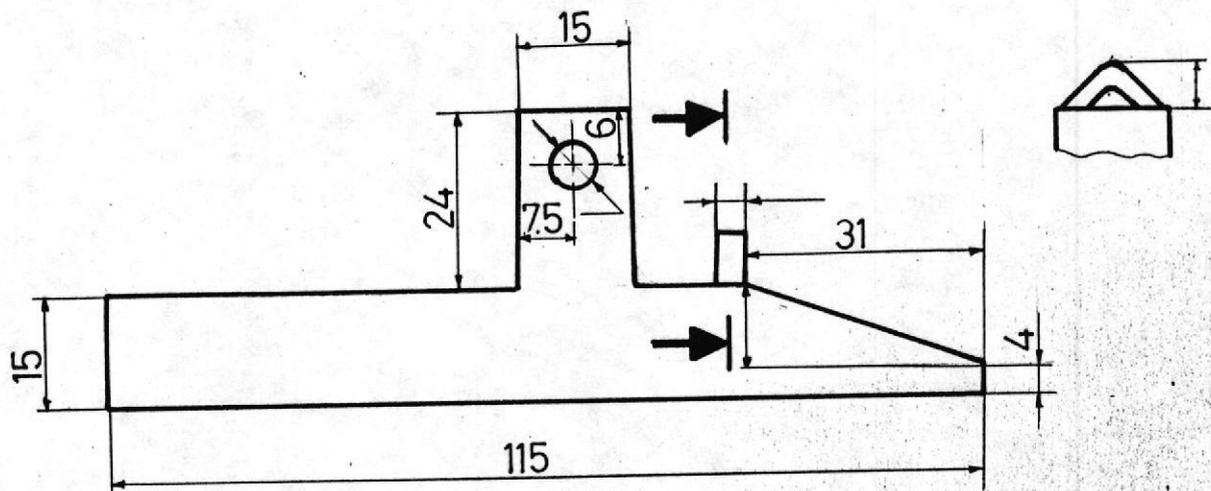
BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS











fase	designación	croquis	maq	V m/mit	N RPM	a mm/mit	P mm	util	tiempo	
									pas	tot.
1	Cortar varillas cuadradas a longitudes		---	---	---	---	15	SEGUETA	1	0,3
2	Máquinar ángulo		LIMADORA				15	CUCHILLA	5	0,5
3	Taladrar agujero de 6 mm en varilla longitud 23 mm		TALADRO	30	900	0,8	15	BROCAS	1	0,25
4	Cortar varilla a longitud		---	---	---	---	6	SEGUETA	1	0,16
5	Soldar pedazo de varilla cuadrada longitud 23 mm		SOLDADORA	---	---	---	---	ELECTRODO	1	0,2
6	Doblar y soldar varilla de diámetro		SOLDADORA	---	---	---	---	ELECTRODO	1	0,16











ANEXOS

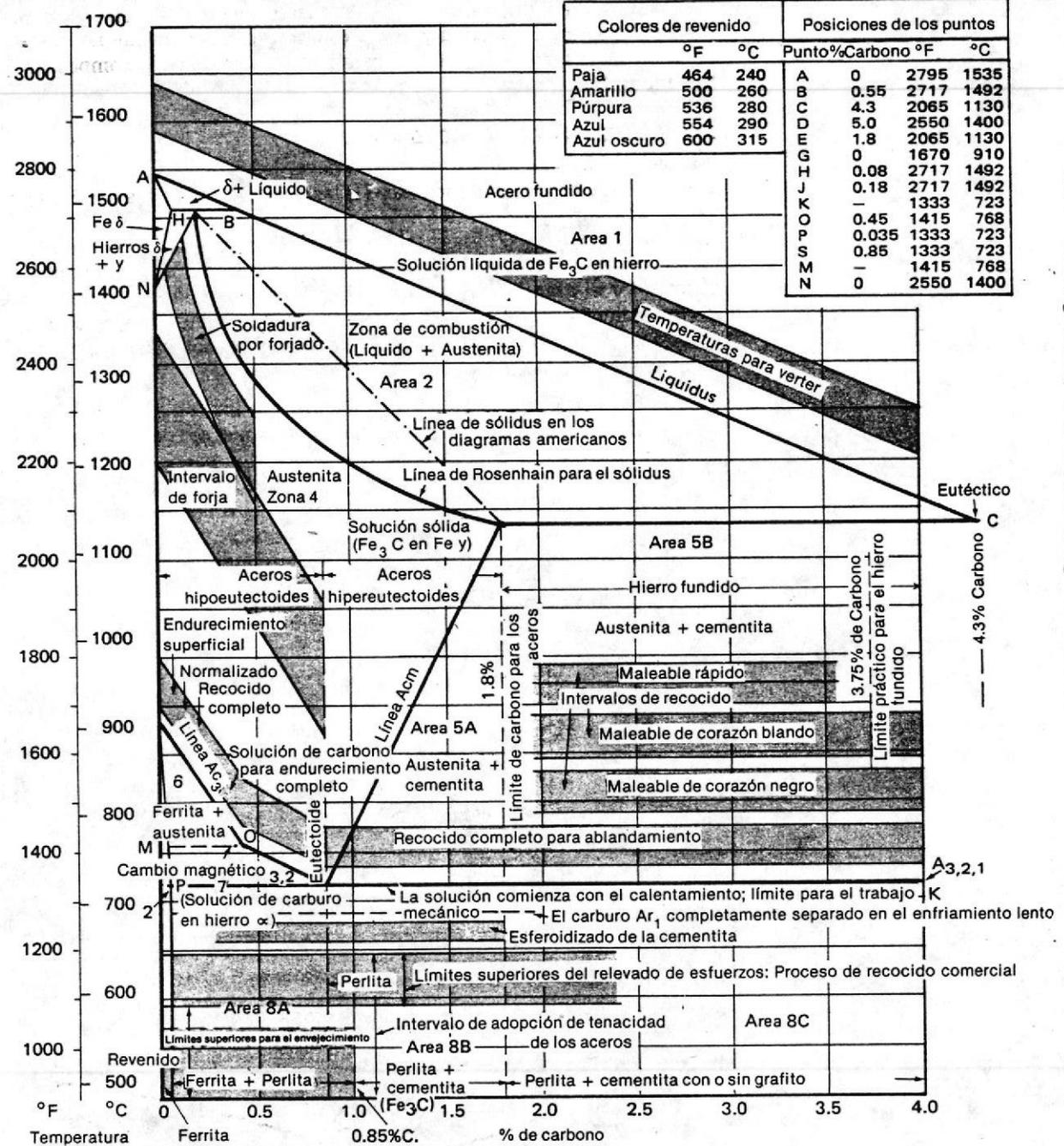


Figura 19-5 Diagrama de equilibrio hierro-carbono. (Cortesía de Metal Progress.)

**Guía para la selección de acero grado herramienta**

Los aceros grado herramienta generalmente se dividen en tres grupos principales:

- aceros para trabajos en frío
- aceros para trabajos en caliente
- aceros para herramientas de corte con arranque de virutas

Sin embargo, esta clasificación no da una idea clara de sus aplicaciones. Por ejemplo, el acero grado herramienta ASSAB 8407 para trabajos en caliente es usado tanto para trabajos en frío como en caliente así como también en partes de maquinaria que requieren una alta resistencia tensil. Las principales consideraciones cuando se selecciona un tipo de acero son:

- tenacidad requerida
- resistencia al desgaste
- nivel de dureza
- nivel de producción
- complejidad de la herramienta
- precio y disponibilidad

Veamos algunas de estas propiedades con los aceros ASSAB de calidades más conocidas, templados y revenidos. En la tabla inferior hemos indicado la resistencia al desgaste y la tenacidad considerando que la "complejidad de la herramienta" ha sido transferida a templabilidad y estabilidad dimensional.

En la siguiente sección se ilustrarán algunos tipos de herramientas, junto con recomendaciones de las calidades de acero más adecuadas. Para las recomendaciones de dureza ver la página 22.

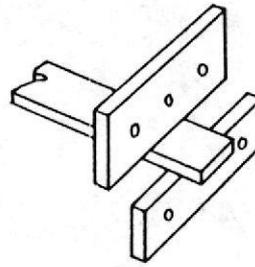


Fig. 1.

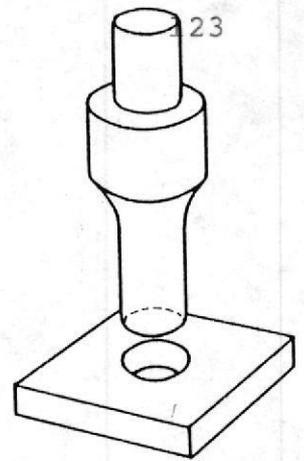


Fig. 2.

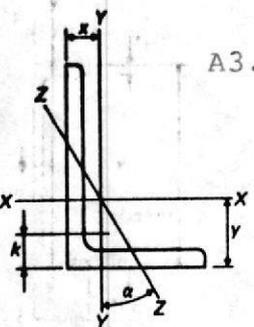
Para herramientas para corte (fig. 1) o punzonado y perforado (fig. 2), la selección de la calidad de acero depende del espesor del material que va a ser cortado. Aquí les proporcionamos algunas recomendaciones generales.

Espesor del material		Calidad recomendada de acero ASSAB grado herramienta
hasta	2 mm.	XW-5, XW-41, XW-10, DF-2, HSP-41, ASP-23
	2 - 6 mm.	XW-41, XW-10, DF-2, HSP-41, ASP-23, M-4, S7
	6 - 12 mm.	XW-10, M-4, M-14, S7
	12 - 30 mm.	M-4, S7, 8407

Calidad	Resistencia al desgaste	Tenacidad	Templabilidad	Estabilidad dimensional
DF-2	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
XW-5	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
XW-10	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
XW-41	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
M-4	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
M-14	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
S-7	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
718	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
STAVAX	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
8407	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]
HSP-41	[Barra]	[Barra]	[Barra]	[Barra]



A3.- Características técnicas de los ángulos de hierro



538

**Ángulos**  
**de lados iguales y de lados desiguales**  
**propiedades para diseño**  
**(lista selecta)**

Tamaño y espesor	k	Peso por pie	Area	Eje X-X				Eje Y-Y				Eje Z-Z	
				I	S	r	y	I	S	r	x	r	tan α
plg	plg	lb	plg <sup>2</sup>	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg	plg	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg	plg	plg	
L 8 × 8 × 1/8	1 1/8	56.9	16.7	98.0	17.5	2.42	2.41	98.0	17.5	2.42	2.41	1.56	1.000
	1 1/4	51.0	15.0	89.0	15.8	2.44	2.37	89.0	15.8	2.44	2.37	1.56	1.000
	7/8	45.0	13.2	79.6	14.0	2.45	2.32	79.6	14.0	2.45	2.32	1.57	1.000
	3/4	38.9	11.4	69.7	12.2	2.47	2.28	69.7	12.2	2.47	2.28	1.58	1.000
	5/8	32.7	9.61	59.4	10.3	2.49	2.23	59.4	10.3	2.49	2.23	1.58	1.000
	1/2	26.4	7.75	48.6	8.36	2.50	2.19	48.6	8.36	2.50	2.19	1.59	1.000
L 8 × 6 × 1/8	1 1/8	44.2	13.0	80.8	15.1	2.49	2.65	38.8	8.92	1.73	1.65	1.28	0.543
	1 1/4	33.8	9.94	63.4	11.7	2.53	2.56	30.7	6.92	1.76	1.56	1.29	0.551
	1	23.0	6.75	44.3	8.02	2.56	2.47	21.7	4.79	1.79	1.47	1.30	0.558
L 8 × 4 × 1/8	1 1/8	37.4	11.0	69.6	14.1	2.52	3.05	11.6	3.94	1.03	1.05	0.846	0.247
	1 1/4	28.7	8.44	54.9	10.9	2.55	2.95	9.36	3.07	1.05	0.953	0.852	0.258
	1	19.6	5.75	38.5	7.49	2.59	2.86	6.74	2.15	1.08	0.859	0.865	0.267
L 7 × 4 × 1/8	1 1/4	26.2	7.69	37.8	8.42	2.22	2.51	9.05	3.03	1.09	1.01	0.860	0.324
	1	17.9	5.25	26.7	5.81	2.25	2.42	6.53	2.12	1.11	0.917	0.872	0.335
	7/8	13.6	3.98	20.6	4.44	2.27	2.37	5.10	1.63	1.13	0.870	0.880	0.340

0  
0  
0  
0  
0  
0  
28  
35  
40  
46  
50  
52

L 6 × 6 × 1	$\frac{1}{2}$	37.4	11.0	35.5	8.57	1.80	1.86	35.5	8.57	1.80	1.86	1.17	1.000
	$\frac{3}{8}$	33.1	9.73	31.9	7.63	1.81	1.82	31.9	7.63	1.81	1.82	1.17	1.000
	$\frac{1}{4}$	28.7	8.44	28.2	6.66	1.83	1.78	28.2	6.66	1.83	1.78	1.17	1.000
	$\frac{1}{8}$	24.2	7.11	24.2	5.66	1.84	1.73	24.2	5.66	1.84	1.73	1.18	1.000
	1	19.6	5.75	19.9	4.61	1.86	1.68	19.9	4.61	1.86	1.68	1.18	1.000
L 6 × 4 ×	$\frac{7}{8}$	14.9	4.36	15.4	3.53	1.88	1.64	15.4	3.53	1.88	1.64	1.19	1.000
	$\frac{1}{4}$	23.6	6.94	24.5	6.25	1.88	2.08	8.68	2.97	1.12	1.08	0.860	0.428
	$\frac{1}{8}$	20.0	5.86	21.1	5.31	1.90	2.03	7.52	2.54	1.13	1.03	0.864	0.435
	1	16.2	4.75	17.4	4.33	1.91	1.99	6.27	2.08	1.15	0.987	0.870	0.440
	$\frac{7}{8}$	12.3	3.61	13.5	3.32	1.93	1.94	4.90	1.60	1.17	0.941	0.877	0.446
L 6 × 3½ ×	$\frac{7}{8}$	11.7	3.42	12.9	3.24	1.94	2.04	3.34	1.23	0.988	0.787	0.767	0.350
	$\frac{5}{16}$	9.8	2.87	10.9	2.73	1.95	2.01	2.85	1.04	0.996	0.763	0.772	0.352
L 5 × 5 ×	$\frac{5}{8}$	27.2	7.98	17.8	5.17	1.49	1.57	17.8	5.17	1.49	1.57	0.973	1.000
	$\frac{1}{4}$	23.6	6.94	15.7	4.53	1.51	1.52	15.7	4.53	1.51	1.52	0.975	1.000
	1	16.2	4.75	11.3	3.16	1.54	1.43	11.3	3.16	1.54	1.43	0.983	1.000
	$\frac{7}{8}$	12.3	3.61	8.74	2.42	1.56	1.39	8.74	2.42	1.56	1.39	0.990	1.000
	$\frac{5}{16}$	10.3	3.03	7.42	2.04	1.57	1.37	7.42	2.04	1.57	1.37	0.994	1.000
L 5 × 3½ ×	$\frac{1}{4}$	19.8	5.81	13.9	4.28	1.55	1.75	5.55	2.22	0.977	0.996	0.748	0.464
	1	13.6	4.00	9.99	2.99	1.58	1.66	4.05	1.56	1.01	0.906	0.755	0.479
	$\frac{7}{8}$	10.4	3.05	7.78	2.29	1.60	1.61	3.18	1.21	1.02	0.861	0.762	0.486
	$\frac{5}{16}$	8.7	2.56	6.60	1.94	1.61	1.59	2.72	1.02	1.03	0.838	0.766	0.489
L 5 × 3 ×	1	12.8	3.75	9.45	2.91	1.59	1.75	2.58	1.15	0.829	0.750	0.648	0.357
	$\frac{7}{8}$	9.8	2.86	7.37	2.24	1.61	1.70	2.04	0.888	0.845	0.704	0.654	0.364
	$\frac{5}{16}$	8.2	2.40	6.26	1.89	1.61	1.68	1.75	0.753	0.853	0.681	0.658	0.368
	$\frac{3}{4}$	6.6	1.94	5.11	1.53	1.62	1.66	1.44	0.614	0.861	0.657	0.663	0.371

(Continúa en la página siguiente)

Tamaño y espesor	k	Peso por pie	Area	Eje X-X				Eje Y-Y				Eje Z-Z	
				I	S	r	y	I	S	r	x	r	tan $\alpha$
plg	plg	lb	plg <sup>2</sup>	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg	plg	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg	plg	plg	
L 4 × 4 × $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	18.5	5.44	7.67	2.81	1.19	1.27	7.67	2.81	1.19	1.27	0.778	1.000
	1	15.7	4.61	6.66	2.40	1.20	1.23	6.66	2.40	1.20	1.23	0.779	1.000
	$\frac{7}{8}$	12.8	3.75	5.56	1.97	1.22	1.18	5.56	1.97	1.22	1.18	0.782	1.000
	$\frac{5}{8}$	9.8	2.86	4.36	1.52	1.23	1.14	4.36	1.52	1.23	1.14	0.788	1.000
	$\frac{3}{8}$	8.2	2.40	3.71	1.29	1.24	1.12	3.71	1.29	1.24	1.12	0.791	1.000
	$\frac{1}{4}$	6.6	1.94	3.04	1.05	1.25	1.09	3.04	1.05	1.25	1.09	0.795	1.000
L 4 × 3 $\frac{1}{2}$ × $\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$	11.9	3.50	5.32	1.94	1.23	1.25	3.79	1.52	1.04	1.00	0.722	0.570
	$\frac{13}{16}$	9.1	2.67	4.18	1.49	1.25	1.21	2.95	1.17	1.06	0.955	0.727	0.755
	$\frac{11}{16}$	7.7	2.25	3.56	1.26	1.26	1.18	2.55	0.994	1.07	0.932	0.730	0.757
	$\frac{3}{4}$	6.2	1.81	2.91	1.03	1.27	1.16	2.09	0.808	1.07	0.909	0.734	0.759
L 4 × 3 × $\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$	11.1	3.25	5.05	1.89	1.25	1.33	2.42	1.12	0.864	0.827	0.639	0.543
	$\frac{13}{16}$	8.5	2.48	3.96	1.46	1.26	1.28	1.92	0.866	0.879	0.782	0.644	0.551
	$\frac{11}{16}$	7.2	2.09	3.38	1.23	1.27	1.26	1.65	0.734	0.887	0.759	0.647	0.554
	$\frac{3}{4}$	5.8	1.69	2.77	1.00	1.28	1.24	1.36	0.599	0.896	0.736	0.651	0.558
L 3 $\frac{1}{2}$ × 3 $\frac{1}{2}$ × $\frac{3}{8}$	$\frac{11}{16}$	8.5	2.48	2.87	1.15	1.07	1.01	2.87	1.15	1.07	1.01	0.687	1.000
	$\frac{9}{16}$	7.2	2.09	2.45	0.976	1.08	0.990	2.45	0.976	1.08	0.990	0.690	1.000
	$\frac{7}{8}$	5.8	1.69	2.01	0.794	1.09	0.968	2.01	0.794	1.09	0.968	0.694	1.000
L 3 $\frac{1}{2}$ × 3 × $\frac{3}{8}$	$\frac{13}{16}$	7.9	2.30	2.72	1.13	1.09	1.08	1.85	0.851	0.897	0.830	0.625	0.721
	$\frac{11}{16}$	6.6	1.93	2.33	0.954	1.10	1.06	1.58	0.722	0.905	0.808	0.627	0.724
	$\frac{3}{4}$	5.4	1.56	1.91	0.776	1.11	1.04	1.30	0.589	0.914	0.785	0.631	0.727
L 3 $\frac{1}{2}$ × 2 $\frac{1}{2}$ × $\frac{3}{8}$	$\frac{13}{16}$	7.2	2.11	2.56	1.09	1.10	1.16	1.09	0.592	0.719	0.660	0.537	0.496
	$\frac{11}{16}$	6.1	1.78	2.19	0.927	1.11	1.14	0.939	0.504	0.727	0.637	0.540	0.501
	$\frac{3}{4}$	4.9	1.44	1.80	0.755	1.12	1.11	0.777	0.412	0.735	0.614	0.544	0.506



L 3 × 3 ×	$\frac{1}{2}$	$\frac{13}{16}$	9.4	2.75	2.22	1.07	0.898	0.932	2.22	1.07	0.898	0.932	0.584	1.000
	$\frac{3}{8}$	$\frac{11}{16}$	7.2	2.11	1.76	0.833	0.913	0.888	1.76	0.833	0.913	0.888	0.587	1.000
	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$	6.1	1.78	1.51	0.707	0.922	0.865	1.51	0.707	0.922	0.865	0.589	1.000
	$\frac{1}{4}$	$\frac{9}{16}$	4.9	1.44	1.24	0.577	0.930	0.842	1.24	0.577	0.930	0.842	0.592	1.000
L 3 × 2½ ×	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{2}$	3.71	1.09	0.962	0.441	0.939	0.820	0.962	0.441	0.939	0.820	0.596	1.000
	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	6.6	1.92	1.66	0.810	0.928	0.956	1.04	0.581	0.736	0.706	0.522	0.676
	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	4.5	1.31	1.17	0.561	0.945	0.911	0.743	0.404	0.753	0.661	0.528	0.684
L 3 × 2 ×	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{16}$	3.39	0.996	0.907	0.430	0.954	0.888	0.577	0.310	0.761	0.638	0.533	0.688
	$\frac{5}{16}$	$\frac{11}{16}$	5.9	1.73	1.53	0.781	0.940	1.04	0.543	0.371	0.559	0.539	0.430	0.428
	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	5.0	1.46	1.32	0.664	0.948	1.02	0.470	0.317	0.567	0.516	0.432	0.435
L 2½ × 2½ ×	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{16}$	4.1	1.19	1.09	0.542	0.957	0.993	0.392	0.260	0.574	0.493	0.435	0.440
	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	3.07	0.902	0.842	0.415	0.966	0.970	0.307	0.200	0.583	0.470	0.439	0.446
	$\frac{5}{16}$	$\frac{11}{16}$	5.9	1.73	0.984	0.566	0.753	0.62	0.984	0.566	0.753	0.762	0.487	1.000
L 2½ × 2 ×	$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{8}$	5.0	1.46	0.849	0.482	0.761	0.740	0.849	0.482	0.761	0.740	0.489	1.000
	$\frac{1}{4}$	$\frac{9}{16}$	4.1	1.19	0.703	0.394	0.769	0.717	0.703	0.394	0.769	0.717	0.491	1.000
	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$	3.07	0.902	0.547	0.303	0.778	0.694	0.547	0.303	0.778	0.694	0.495	1.000
L 2½ × 2 ×	$\frac{3}{16}$	$\frac{11}{16}$	5.3	1.55	0.912	0.547	0.768	0.831	0.514	0.363	0.577	0.581	0.420	0.614
	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	4.5	1.31	0.788	0.466	0.776	0.809	0.446	0.310	0.584	0.559	0.422	0.620
	$\frac{5}{16}$	$\frac{9}{16}$	3.62	1.06	0.654	0.381	0.784	0.787	0.372	0.254	0.592	0.537	0.424	0.626
L 2 × 2 ×	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{2}$	2.75	0.809	0.509	0.293	0.793	0.764	0.291	0.196	0.600	0.514	0.427	0.631
	$\frac{1}{4}$	$\frac{11}{16}$	4.7	1.36	0.479	0.351	0.594	0.636	0.479	0.351	0.594	0.636	0.389	1.000
	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	3.92	1.15	0.416	0.300	0.601	0.614	0.416	0.300	0.601	0.614	0.390	1.000
	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	3.19	0.938	0.348	0.247	0.609	0.592	0.348	0.247	0.609	0.592	0.391	1.000
L 2 × 2 ×	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	2.44	0.715	0.272	0.190	0.617	0.569	0.272	0.190	0.617	0.569	0.394	1.000
	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{16}$	1.65	0.484	0.190	0.131	0.626	0.546	0.190	0.131	0.626	0.546	0.398	1.000

## BIBLIOGRAFIA

- AVEER, Introducción a la metalurgia física, segunda edición,  
Mc Graw Hill, México, 1992
- LEIVA, Francisco, Nociones de metodología de investigación  
científica, Graficas Modernas, Quito, Ecuador
- HORWITZ, Soldadura aplicaciones y práctica, ediciones Alfaomega,  
México.
- FITZGERALD, Mecánica de materiales, ediciones Alfaomega,  
México.
- CARRILLO, Fernando, Nociones básicas de investigación de Ope-  
raciones, Universidad Central, Quito, Ecuador.