



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

**Diseño, Construcción y Pruebas de una Máquina para
Producir Cañuela de Latón para la Industria Artesanal**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a n :

José Jaime Salazar González

René Ranulfo Olivares Parra

Germán Mondragón López

Dir. Ing. Raúl Espinosa Islas



México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pág.
CAPITULO 1. INTRODUCCION.	1
CAPITULO 2. MATERIALES USADOS EN LA FABRICACION DE OBJETOS ARTESANALES.	7
2.1. Latones.	7
2.1.1. Generalidades.	7
2.1.2. Información Comercial.	10
2.2. Vidrio.	14
2.3. Soldadura Estaño-Plomo.	16
2.3.1. Generalidades.	16
2.3.2. Fundentes.	18
2.3.3. Uniones con Soldadura Blanda.	19
CAPITULO 3. METODOS DE FABRICACION DE LA CAÑUELA DE LATON A NIVEL ARTESANAL.	23
3.1. Primer Método Utilizado en la Fabricación de Cañuela de Latón.	23
3.2. Segundo Método Utilizado en la Fabricación de Cañuela de Latón.	27
CAPITULO 4. PROCESO DEL DISEÑO.	31
4.1. Generalidades.	31
4.2. Etapas del Proceso del Diseño.	35

CAPITULO 5.	SELECCION DEL SISTEMA PARA PRODUCIR LA CAÑUELA DE LATON A NIVELES INDUSTRIALES.	41
5.1.	Planteamiento de las Necesidades -- del Sistema.	42
5.2.	Objetivos y Limitaciones del diseño.	45
5.3.	Planteamiento de Alternativas.	45
5.4.	Tabla de Evaluación de Alternativas.	58
5.5.	Conclusiones.	59
CAPITULO 6.	DISEÑO, CONSTRUCCION Y PRUEBAS DEL PROTOTIPO PARA LA FABRICACION DE - CAÑUELA DE LATON.	60
6.1.	Rodillos Formadores.	60
6.2.	Bastidor.	69
6.3.	Eje y Buje.	72
6.4.	Sistema Motriz.	74
6.5.	Enderezador.	85
6.6.	Guias.	87
6.7.	Carrete.	88
6.8.	Cortador.	91
6.9.	Cubierta.	98
6.10.	Lubricación.	102
CAPITULO 7.	CONCLUSIONES.	103
	BIBLIOGRAFIA.	109

1. INTRODUCCION.

Es San Miguel de Allende, una de las ciudades del estado de Guanajuato, que además de ser una ciudad altamente turística por su valor histórico como ciudad colonial, se ha distinguido por la habilidad y dedicación de sus habitantes, en la elaboración de gran variedad de artesanías.

Es a principios de este siglo, que se empieza a contar con materiales metálicos en forma de láminas delgadas, cuando se comienza a fabricar objetos de hoja de lata, tales como; pantallas, faroles, candeleros y figuras decorativas formadas mediante recorte con tijeras, doblada a mano y unidas con soldadura de estaño o engargoladas.

En sus inicios, los procesos utilizados en la elaboración de artesanías eran muy rudimentarios, obteniéndose por consiguiente objetos de baja calidad.

Con el paso del tiempo la artesanía ha seguido evolucionando, y los artesanos de San Miguel de Allende han diseñado una gran variedad de objetos ornamentales a base de lámina y vidrio, los cuales tienen una gran demanda entre los turistas nacionales y extranjeros, que en gran cantidad la visitan. Entre éstos artículos figuran espejos con marcos en forma de estrella, vitrinas, alhajeros, faroles con vidrios esmerilados, y un diseño muy especial de lámpara de pared para velas que representa el árbol de la vida, figura tan popular en artesanías de barro. En esta etapa se define un tipo de artesanía típica de San Miguel de Allende, con una gran variedad de objetos y una alta calidad.

La hoja de lata se usó inicialmente en las artesanías, pero actualmente está siendo desplazada por lámina de latón, que es más vistosa y además presenta una alta resistencia a la corrosión.

Actualmente la artesanía en San Miguel de Allende es una buena fuente de ingresos para sus habitantes, y existe una gran demanda de artículos artesanales, tanto nacional como de los Estados Unidos de Norte América; demanda que no ha sido satisfecha en su totalidad.

En ésta última depresión económica, en la cual estamos inmersos ahora, es de suma importancia la captación de divisas, y es por eso que nos interesa en especial satisfacer la demanda de los Estados Unidos. Para esto, se hizo un análisis de los procesos mediante los cuales se elaboran los productos artesanales, y como resultado se descubrió lo que se puede considerar como un "cuello de botella" típico, originado por la larga y tediosa labor de producir la cañuela de latón, utilizada en gran número de productos artesanales.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es impulsar la producción de artículos artesanales, mediante la creación de un sistema capaz de producir la cañuela de latón con mayor rapidez y calidad, sin quitarle su esencia artesanal, eliminando así el "cuello de botella" existente, lo cual repercutiría en la economía nacional, aumentando la captación de divisas y acelerando el desarrollo de San Miguel de Allende, Guanajuato.

En cuanto a la población ocupada en la artesanía, no disminuirá, ya que nuestro objetivo no es desplazar gente mediante una máquina, sino crear un sistema que esté al alcance de los artesanos, y que forme parte de sus medios de producción, elevando así su productividad y calidad.

Como ya se dijo, este trabajo tiene como finalidad la obtención de la cañuela de latón por medios mecánicos, la

cual, como se explicará más adelante se hace manualmente.

En el capítulo II se hace una descripción de los materiales usados en la fabricación de objetos artesanales, esta descripción contiene las principales propiedades y características de los distintos materiales que integran un objeto artesanal, lo cual nos servirá para saber con qué materiales estamos tratando, y por qué se utilizan estos en cada caso. El capítulo III está destinado para la descripción cronológica de los distintos métodos de manufactura de la cañuela, que se han venido utilizando durante el desarrollo de la artesanía en San Miguel de Allende. El objetivo del capítulo IV es hacer un estudio del proceso del diseño, el cuál servirá de guía para la realización de este trabajo. En el capítulo V se plantean distintas alternativas para crear un sistema adecuado, como medio para producir la cañuela de latón a nivel industrial, y se seleccionan entre estas alternativas la que mejor se adapte a las necesidades reales, que sea factible de realizar con las máquinas y herramientas de que disponemos, y que esté dentro de nuestras posibilidades económicas y de tiempo. En el capítulo VI se explica la elaboración de cada elemento integrante del sistema, que en realidad se llevó a cabo alternadamente el diseño, la fabricación y las pruebas de estos elementos, ya que resulta imposible diseñar todo el sistema, sin fabricar algún elemento

de éste para hacer pruebas, observar su funcionamiento y - así poder ver si es lo que requerimos y funciona satisfactoriamente. Por último, el capítulo VII se dedica a conclusiones.

2. MATERIALES USADOS EN LA FABRICACION DE OBJETOS ARTESANALES.

2.1. LATONES.

2.1.1. Generalidades.

Los latones son aleaciones a base de cobre y zinc; - contienen de 5 a 46% de este metal, y eventualmente, otros elementos en pequeñas proporciones.

Según su composición, los latones pueden ser trabajados en caliente o en frío. Son utilizados en forma de chapas, bandas planas o enrolladas, de barras, de tubos y de alambre.

Presentan excelente formabilidad (superior a la de la mayoría de las demás aleaciones) por todos los procedimientos; estampación, embutición, etc.

El color agradable de los latones, que varía en función del contenido de zinc, su buena resistencia a la corrosión y su aptitud para los tratamientos superficiales (barnices, transparentes y recubrimientos diversos), permiten realizar económicamente objetos de bello aspecto, de larga duración y de mantenimiento fácil.

El color de los latones, varía del rosa para los de bajo contenido de zinc, hasta el amarillo dorado para los latones cobre-zinc 28-30. Para contenidos de zinc mayores el color vuelve a ser rojizo.

Las conductividades térmica y eléctrica disminuyen rápidamente con las primeras adiciones de zinc, luego más lentamente.

En cuanto a las propiedades mecánicas, éstas se indican en la tabla 2.1. , para productos planos.

Obsérvese que las características bastante bajas en estado recocido, mejoran notablemente con la forja. Nótese también que las características mecánicas aumentan con el contenido de zinc.

Todos los latones, son fáciles de unir por medio de soldadura blanda y soldadura fuerte; conviene, sin embargo, utilizar soldaduras de bajo punto de fusión.

Designación			CuZn5	CuZn10	CuZn15	CuZn20	CuZn28-30	CuZn33	CuZn37	CuZn40
Magnitud	Unidad	Es-tado								
Resistencia a la tracción	kg/mm ²	R	27	28	31	32	35	36	36	38
		F	34-43	32-48	34-48	42-57	38-60	39-63	39-63	45-52
Límite elástico	kg/mm ²	R	10	10	13	13	14	14	14	16
		F	24-38	20-42	25-42	30-48	23-55	25-57	25-57	32-45
Alargamiento	%	R	45	48	40	51	57	55	53	40
		F	20-4	30-5	30-10	50-5	40-5	38-2	35-2	25-8
Dureza Brinell		R	65	60	80	80	80	80	80	85
		F	85-120	75-125	85-135	115-155	95-160	100-165	100-165	125-145
Resistencia a la cizalladura	kg/mm ²	R	20	21	23	24	26	27	27	29
		F	24-26	22-29	24-31	29-32	27-33	28-34	28-34	32-34

R = estado recocido
F = estado de forja

Tabla 2.1. Propiedades mecánicas de latones a temperatura ambiente, para productos planos.

En lo que se refiere a la soldadura de oxiacetileno, hay que distinguir entre los latones de bajo contenido de zinc (5 a 20%) , y los de más de 20% de zinc. Con éstos - se encuentran dificultades debidas a la evaporación del - zinc.

2.1.2. Información Comercial.

De Anaconda Nacional y Latones Nacionales, sólo se -- presenta la información más afín al tema de este trabajo. Si requiere más información, se recomienda consultar los manuales de Anaconda Nacional, Latones Nacionales y Metales Náuvalos.

Dentro del concepto de lámina se consideran todos los productos laminados, esto es, placas, barras, hojas y cintas. Esta clasificación es estrictamente dimensional.

La lámina incluye múltiples aleaciones, longitud, anchos, espesores y grados de rigidez.

Las hojas delgadas, se presentan en rollos con las -- orillas cortadas con discos.

Los productos planos pueden tener mayor o menor rigidez, es decir, pueden terminarse por trabajo en frío, recocido final o una combinación de ambos.

La rigidez se especifica por los siguientes términos:

a) Metal terminado por trabajo en frío.

b) Porcentaje de reducción en el espesor durante el laminado, después del último recocido.

c) Disminución en el número de calibre "Brown and Sharpe", o por los términos; 1/4 duro, 1/2 duro, 3/4 duro, extraduro, resorte y extraresorte.

Para latones rígidos, una manera de distinguirlos es por su número de dureza Rockwell, y con la prueba de tracción se determina su resistencia y alargamiento.

Para efectos de este trabajo, no fué necesaria la selección del latón adecuado para la fabricación de cañuela, ya que previamente había sido definido, en base a experiencias prácticas entre artesanos y fabricantes, y resultaron satisfactorios los resultados con este latón.

Para Latones Nacionales (Latonac), la aleación empleada es:

A.S.T.M.	Clave	%Cu.	%Zn.	Dureza.
270	LA65/35	63, /68,	Resto	1/4 duro

Para Anaconda Nacional:

A.S.T.M.	Nombre	%Cu.	%Zn.	Dureza.
274	Latón Amarillo	63,0	37,0	1/4 duro

La lámina de latón empleada tiene un espesor de 0.23 mm. En la tabla 2.2 se muestran las diferentes medidas en que se consigue la lámina de latón.

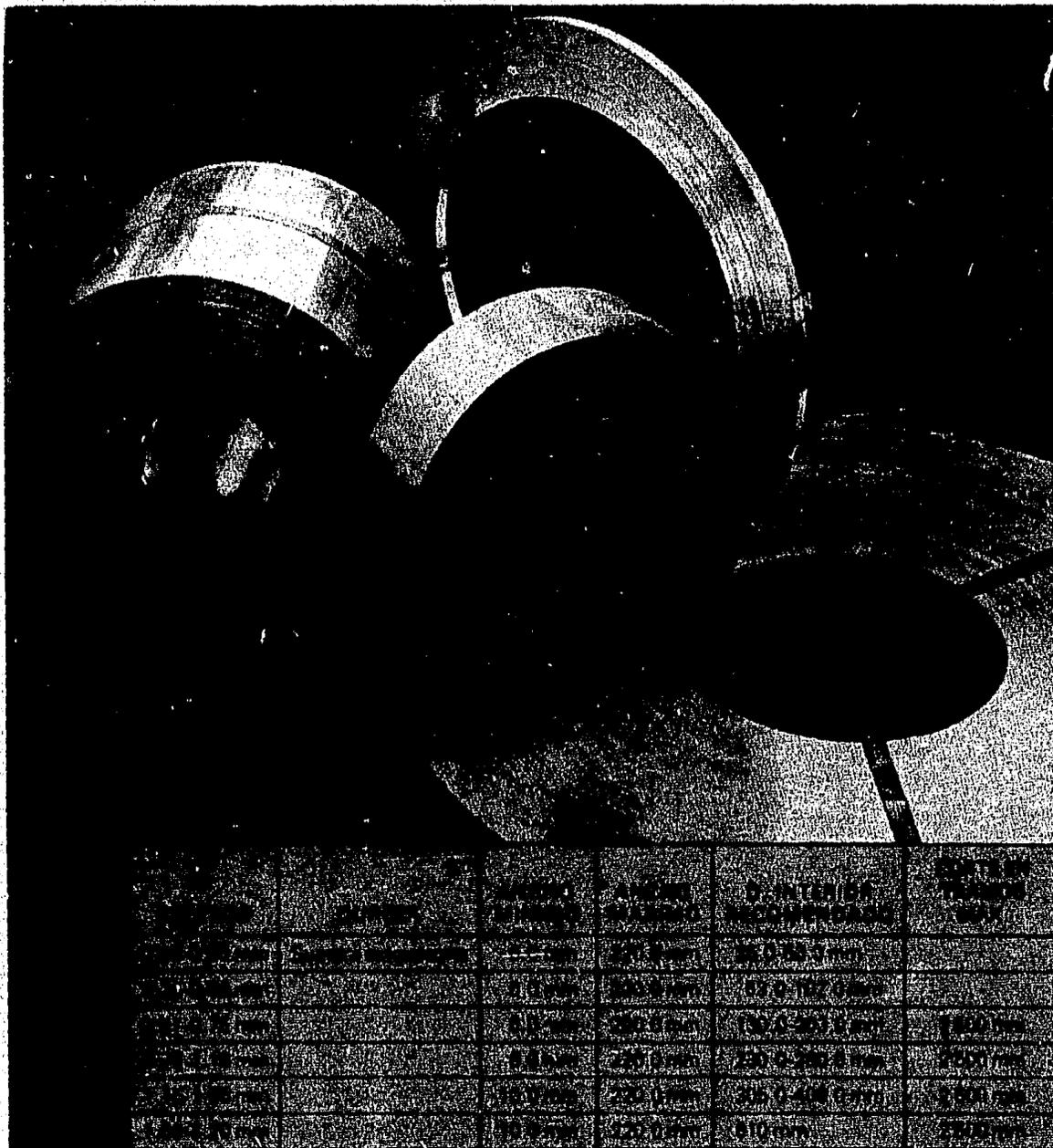


Tabla 2.2. En rollos de diferentes medidas o en tramos enderezados. (bajo normas ASTM y DIN).

Tabla 2.3. Composición y propiedades de productos laminados (Anaconda Nacional), aleaciones standard.

Número	ALEACION NOMBRE	COMPOSICION QUIMICA NOMINAL %						NORMA A.S.T.M.	RESISTENCIA A LA TRACCION (Miles de lbs./pulg. ²) DUREZA EN TEMPLES POR REDUCCION						DUREZA EN TEMPLES SUAVES PARA EMBUTIDO PROFUNDO						DENSIDAD lb./pulg. ³	CONDUCTIVIDAD ELECTRICICA % IACS (volumetrica)	CONDUCTIVIDAD TERMICA BTU x pie ² x hora x °F ⁻¹	USOS Y APLICACIONES MAS COMUNES:		
		Cobre Cu	Zinc Zn	Estaño Sn	Plomo Pb	Fósforo P	Otros		1/4 DURO	1/2 DURO	3/4 DURO	DURO	EXTRA DURO	RESORTE	EXTRA RESORTE	TAMAROS DE GRANO (mm.)										
																0.015	0.025	0.035	0.050	0.070					0.100	0.120
110	COBRE ELECTROLITICO	99.90						B-182	Resist. Tracción DUREZA 32-40 F-40/82	37-48 F-77/80		43-52 F-55/93	50-58 F-91/97	52 min. F-92 min.								0.322	101	226	Usos arquitectónicos; contactos, interruptores, terminales, partes de sueratos y equipo eléctrico.	
113	COBRE-PLATA	99.90*					Ag ⁹⁹ 0.027	B-182	Resist. Tracción DUREZA 32-40 F-40/82	37-48 F-77/80		43-52 F-88/93	50-58 F-91, 97	52 min. F-92 min.								0.323	85	167	Panales de radiador.	
122	COBRE DEBOKIDADO	99.90*				0.027		B-152	Resist. Tracción DUREZA 32-40 F-40/82	37-48 F-77/80		43-52 F-88/93	50-58 F-91, 97	52 min. F-92 min.								0.323	85	166	Usos arquitectónicos; válvulas, flotadores, partes embutidas y troqueladas.	
220	"BRONCE" COMERCIAL	90.00	10.00					B-36/1	Resist. Tracción DUREZA 40-50 B-27/56	47-57 B-50/60	52-62 B-59/71	57-58 B-65/75	64-72 B-72/70	69-77 B-76/81	72-80 B-78/83	F 62/75	F 59/70	F 54/64	F 50/60				0.318	44	109	Usos arquitectónicos y ornamentales, joyería, capullos y estuches para cosméticos, cerrajería; usos eléctricos.
230	LATON ROJO	85.00	15.00					B-36/3	Resist. Tracción DUREZA 44-54 B-33/62	51-61 B-56/71	57-67 B-65/76	63-72 B-72/80	72-80 B-78/85	78-85 B-82/87	82-90 B-84/89	F 62/75	F 60/72	F 60/66	F 56/63	F 53/60			0.316	37	92	Usos arquitectónicos; armazones de brasa, joyería, ornamentación, capullos y estuches para cosméticos, usos eléctricos.
260	LATON CARTUCHO	70.00	30.00					B-36/5	Resist. Tracción DUREZA 48-50 B-40/66	57-67 B-60/77	64-74 B-72/82	71-81 B-79/86	83-92 B-85/91	91-100 B-89/92	95-104 B-91/94	F 72/85	F 67/79	F 65/76	F 61/73	F 52/67	F 50/62		0.306	28	70	Usos arquitectónicos; núcleos y lánaras de radiador; lámparas y reflectores, cartuchos, terminales eléctricas, cerrajería.
274	LATON AMARILLO	63.00	37.00					B-36/7	Resist. Tracción DUREZA 48-50 B-40/66	56-65 B-57/78	62-72 B-71/81	68-70 B-73/84	72-80 B-82/89	85-95 B-87/92	96-99 B-89/93	F 72/85	F 67/79	F 65/76				0.306	28	67	Usos arquitectónicos; joyería y ornamentación, piezas troqueladas.	
3663	LATON ALTO PLOMO	62.50	35.00		2.50			B-121	Resist. Tracción DUREZA 40-50 B-40/66	55-65 B-57/74		68-78 B-75/84	79-89 B-83/89	86-95 B-87/92	90-99 B-88/93	F 67/79	F 65/76	F 61/73	F 54/67			0.307	26	67	Piezas de relojería, artículos grabados, braves para cerraduras.	
3632	LATON CON PLOMO	60.50	38.00		1.50			B-121	Resist. Tracción DUREZA 40-50 B-40/66	55-65 B-57/74		68-78 B-75/84	79-89 B-83/89	86-95 B-87/92	90-99 B-88/93	F 67/79	F 65/76	F 61/73	F 54/67			0.306	26	67	Partes y piezas de relojería.	
443	LATON ADMIRALTY	71.50	27.42	1.00			As 0.02	B-171	Resist. Tracción DUREZA													0.306	25	64	Partes de condensadores, evaporadores e intercambiadores de calor enfriadores para agua.	
484	LATON NAVAL	61.00	37.75	0.75				B-171	Resist. Tracción DUREZA	65-73 B-70/80												0.304	26	67	Piezas para condensadores, tanques, propelas y partes marinas, flotadores; usos estructurales.	
808	BRONCE FOSFORADO	98.50**				0.19		B-808	Resist. Tracción DUREZA													0.320			Usos eléctricos.	
8080	BRONCE FOSFORADO	98.50**				0.06		B-103	Resist. Tracción DUREZA	35-70 B-53/51		72-87 B-80/80	84-99 B-86/84	91-105 B-88/86	96-109 B-90/97							0.320	15	40	Usos eléctricos, válvulas.	

* Plata incluida en este % considerada como cobre
 ** 0.027% Ag = 8 onzas troy/ton.
 *** Cobre + Estaño + Fósforo

** Resistencia a la tracción "como rodado en caliente"
 de 48 1/10 lbs./pulg.² mínimo.

NOTA: F = Dureza en Escala Rockwell F
 B = Dureza en Escala Rockwell B

2.2. VIDRIO.

El vidrio es un alto polímero inorgánico, producto de fusión, que ha sido enfriado hasta un estado rígido. Se obtiene al fundir juntos sílice, alcali e ingredientes estabilizadores, tales como; cal, alúmina, plomo y bario.

La mayor parte de los vidrios pasan con facilidad del estado sólido, al plástico o al líquido, mediante calentamiento, y esto, junto con su transparencia constituyen -- probablemente las dos características más útiles.

La conversión al estado plástico o al líquido, se produce habitualmente, entre 650 °C y 815 °C. Se puede fundir y moldear cualquier número de veces, mediante la aplicación de calor.

El vidrio "sólido" común es un material inerte, y por lo tanto, muy resistente a la corrosión. El vidrio es duro, resistente al desgaste y tiene una excelente resistencia a la compresión. La resistencia a la tensión de las piezas ordinarias es baja, en comparación con su resistencia a la compresión.

El vidrio ordinario, se conoce también por sus características frágiles, su mala conductividad tanto eléctrica, como térmica y su baja resistencia a los choques térmicos.

El vidrio puede considerarse perfectamente elástico,-

hasta llegar al punto de fractura.

La mayoría de los vidrios, tienen como ingrediente -- principal el SiO_2 (sílice) , en el que las unidades es--- tructurales básicas son tetra-edros de silicato.

El vidrio de botella, cilindrado o para lunas y el -- plano para ventanas, suelen contener SiO_2 (sílice), Al_2O_3 (alúmina), CaO (cal) y Na_2O (oxilita). Se agregan cantidades pequeñas de óxidos de manganeso y selenio, para obte-- ner vidrio incoloro.

El vidrio plano para ventanas es de sosa-cal-sílice y se fabrican en láminas continuas de un ancho hasta 1.83 m. (6 ft.). Estas se hacen en dos espesores, éstos son, SS - (sencillo) y DS (doble), de 1,58 mm (1/16 in.) y 3.17 mm. (1/8 in.) respectivamente.

En las artesanías, donde se utiliza el latón y el vi-- drio, generalmente se usa el "vidrio plano", en su mayoría sencillo, debido a su bajo peso, costo y por ser utiliza-- do en piezas pequeñas. En ocasiones se utiliza el vidrio doble para piezas grandes, tales como vitrinas-exhibido-- res.

Comercialmente, el vidrio se encuentra en varias medidas, como son: Hojas de 40 cm. x 50 cm. , 50 cm. x 80 cm. y en hojas de 1,83 m. de largo, y un ancho que va desde - 40 cm. en adelante.

2.3. SOLDADURA ESTAÑO-PLOMO.

2.3.1. Generalidades.

Esta soldadura es una aleación de dos metales, estaño y plomo. También llamada soldadura blanda o falsa soldadura.

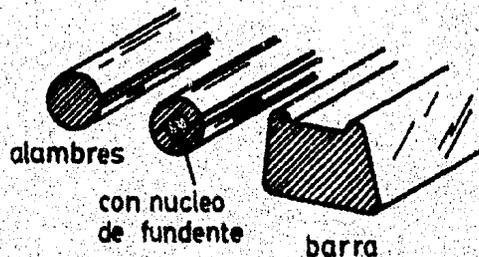
La temperatura de fusión, queda determinada por los porcentajes de cada uno de los dos elementos que componen la aleación.

Por ejemplo, la composición de soldadura con 50% de estaño y 50% de plomo funde a 214°C ., y una aleación de soldadura con 10% de estaño y 90% de plomo funde a 300°C .

En particular, la aleación con 63% de estaño y 37% de plomo es importante mencionarla, ya que es la de más bajo punto de fusión (182°C), llamada aleación de soldadura eutéctica, (ver tabla 2.4.).

Comercialmente, la soldadura estaño-plomo, se encuentra en barras de diferentes pesos y medidas, en carretes de alambre de distintos diámetros y en carretes de alambre con el núcleo relleno de ácido o fundente.

Fig. 2.1. Tipos de soldaduras



Composición nominal (%)				Rango de fusión (°C)		Usos
Sn	Pb	Sb	Ag	Sólidos	Líquidos	
70	30	..	..	182	192	Recubrimiento de metales.
63	37	..	..	182	182	Aleación de soldadura eutéct.
60	40	..	..	182	190	Usos grales. componentes electrónicos.
50	50	..	..	182	216	Usos generales, plomería.
45	55	..	..	182	224	Núcleos de radiadores, costuras o uniones de techados.
40	60	..	..	182	237	Uniones soldadas.
35	65	..	..	182	247	Soldadura con máq. y soplete.
30	70	..	..	182	255	Soldadura con máq. y soplete.
25	75	..	..	182	266	Soldadura con máq. y soplete.
20	80	..	..	182	277	Relleno de carrocerías automotrices.
15	85	..	..	224	287	Soldadura de radiadores.
10	90	..	..	267	298	Recubrimiento de metales.
5	95	..	..	300	313	Uniones soldadas.
2	98	..	..	316	321	Soldadura de costuras laterales de latas.
40	58	2	..	185	230	Usos grales. no se recomienda para mats. que contengan zinc Soldadura con soplete o con máquina.
35	63,2	1,8	..	185	243	
30	68,4	1,6	..	184	249	
25	73,7	1,3	..	184	262	
20	79	1	..	184	269	
95	...	5	..	232	238	Soldadura con máq. y recubrim. de metales que no tengan zinc
..	97,5	..	2,5	304	304	Uniones en cobre; material -- eléct., plomería y calefacción para mats. que no tengan zinc
..	97,5	..	2,5	304	304	Para usos en cobre, latón calentados con soplete; no se recomienda para ambientes húmedos.
1	97,5	..	1,5	308	308	Para uso en cobre, Latón calentados con soplete.

Tabla 2.4. Composición, usos y rangos de fusión de -- aleaciones de soldaduras.

2.3.2. FUNDENTES.

Los metales calientes se combinan con el oxígeno del aire, más rápidamente que los fríos. Con esta combinación se forma sobre el metal una capa de óxido. Esta capa impide al soldar, la penetración del material de soldadura en estado fluido, hasta el metal limpio.

Para obtener una unión soldada correcta, se requiere emplear fundente. Este ayuda a desprender la capa de óxido existente en la superficie de los metales a unir, también debe dejarse expulsar fácilmente por el metal de soldadura que fluye, e impedir el acceso del oxígeno al sitio de la soldadura.

Los fundentes empleados para soldaduras blandas, son los que se listan a continuación:

-El agua para soldar (acidulada); es un fundente líquido, se emplea para soldar acero, latón, estaño, etc. Se prepara disolviendo en agua cloruro de zinc en barras, o bien con ácido clorhídrico al que se han añadido recortes de zinc.

-La grasa para soldar y el aceite para soldar; se emplean cuando se quiere obtener una costura bonita y limpia, por ejemplo, en trabajos de hojalata. Tanto la grasa como el aceite para soldar, no están completamente exentos de ácido.

-La calofonia (exenta de ácido); encuentra, sobre todo aplicación en la unión de conductores eléctricos.

-La estearina y el sebo; ambos libres de ácido, se emplean en las soldaduras al plomo.

-El ácido clorhídrico; en forma diluida se usa en el caso de zinc y chapas zincadas.

2.3.3. UNIONES CON SOLDADURA BLANDA.

Las piezas a soldar se deben limpiar (si se requiere) con rascador, lima, cepillo de alambre o papel esmeril.

Según sea la forma de las piezas a soldar, se empleará el soldador adecuado.

Los soldadores son, por regla general, de cobre. El cobre conduce rápidamente el calor al sitio donde se ha de soldar, acumula el mismo mucho calor y no se oxida tan rápido como sucede con otros metales.

Para aplicar la soldadura blanda se emplean comúnmente las siguientes formas:

a) Con soldador de cobre calentado por una fuente externa.

b) Con soldador eléctrico.

c) Soldadura por flama directa en la unión o al material de aporte.

d) Por inmersión de la unión en la soldadura fluída.

Fig. 2.2. Aplicación de ácido o fundente.

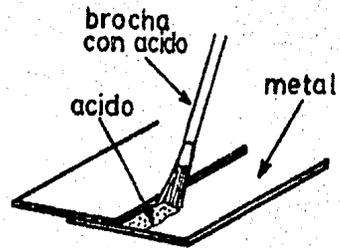


Fig. 2.3. Unión por puntos.

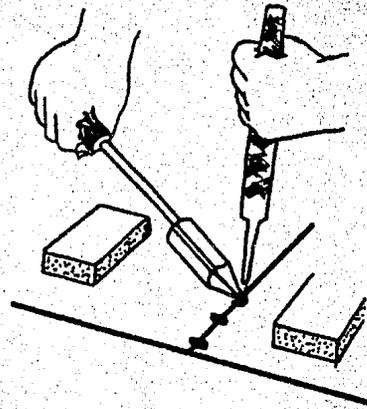
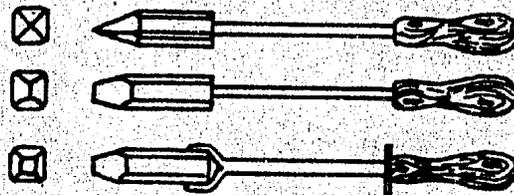


Fig. 2.4. Cautines calentados por fuente externa.



Es importante la correcta temperatura del soldador. - Cuando el soldador está demasiado frío, no se produce la necesaria fusión.

En el caso de un soldador sobrecalentado, se obtiene una costura de soldadura áspera y granulosa, a causa de que el metal de soldadura está quemado.

Antes de empezar el trabajo de soldadura, la punta caliente del soldador se frota con una piedra de sal de amoniaco (NH_4Cl), y se estaña por adición de metal de soldadura, para eliminar óxidos y grasa que pudiera tener la punta del soldador.

Después de la aplicación del fundente, se pasa el soldador lenta y regularmente a través de la unión.

Por último, se lava la costura y se frota hasta que seque, para evitar la corrosión ocasionada por el fundente.

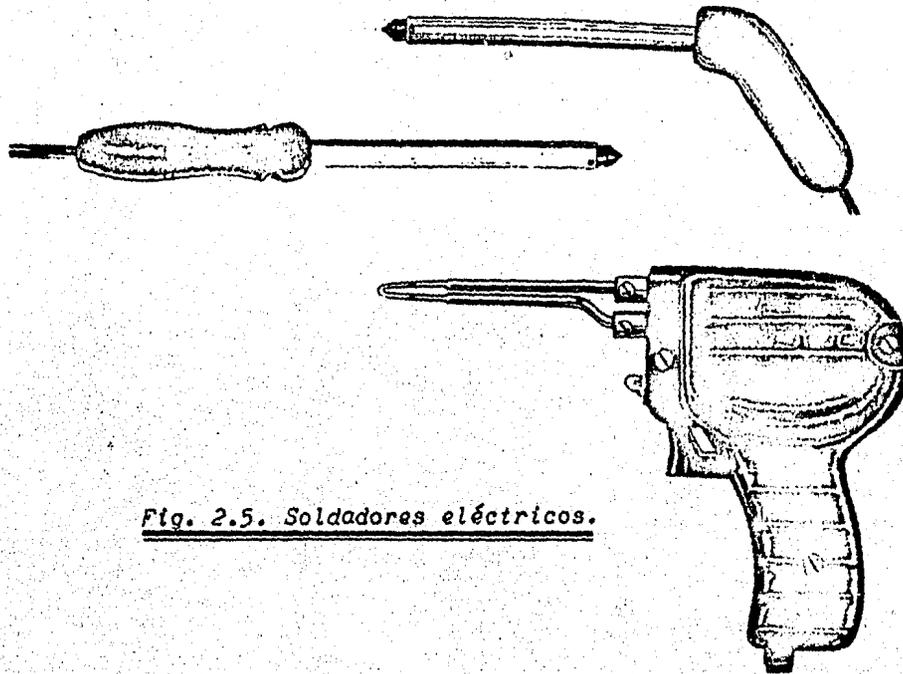


Fig. 2.5. Soldadores eléctricos.

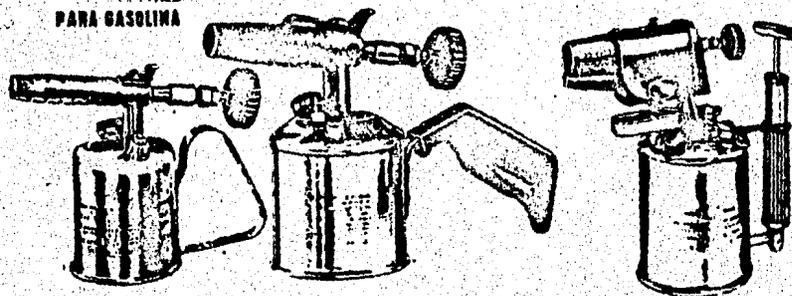


Fig. 2.6. Sopletes.

3. METODOS DE FABRICACION DE LA CAÑUELA DE LATON A NIVEL ARTESANAL.

3.1. PRIMER METODO UTILIZADO EN LA FABRICACION DE CAÑUELA DE LATON.

Quando se introdujo el vidrio como un material para formar parte de los artículos artesanales, fué necesaria la creación de un perfil, hecho con lámina delgada y de apariencia agradable, para rebordear el perímetro del vidrio, y que a la vez sirviera para hacer la unión entre las distintas formas geométricas en que se cortarían los vidrios, y obtener los artículos artesanales.

Este perfil es el que ahora conocemos como "cañuela". El primer método de fabricación que se desarrolló para su elaboración fué llevado a cabo con herramientas muy rudimentarias, por lo que el proceso era demasiado lento, tedioso y de baja calidad.

El método referido se describe a continuación.

La lámina de latón de calibre 32 es recibida en rollos de 20 o 30 cm. de ancho.

Utilizando escuadra, rayador y tijeras se corta el tramo al largo necesario, se coloca en una mesa con superficie blanda, que generalmente es hule. Muy próximo a la línea de corte y en el extremo opuesto, se marcan puntos equidistantes 7 mm. uno de otro, con un compás de puntas ajustado a esta medida. Con una regla metálica y un rayador se efectúa el rayado uniendo los puntos, de tal manera que se formen rayas paralelas a lo largo del tramo de lámina. Se efectúa el corte de las tiras de lámina con unas tijeras para cortar lámina. Estas tijeras deben estar en perfectas condiciones, ya que la lámina es muy delgada y requiere un buen acabado.

Ya obtenida la tira, se pasa al proceso de doblado, el cual se efectúa en un cañuelero.

El cañuelero consiste en un bloque metálico, el cual tiene en una de sus superficies múltiples ranuras de sección semicircunferencial de varios diámetros para los di-

ferentes pasos.

El doblado de la tira se realiza colocándola sobre la ranura y sobre la tira se coloca un alambre. Este alambre se golpea con un trozo de madera de encino llamado -- "maceta", con los golpes de la maceta se logra que la cinta adquiera la forma del cañuelero, con lo que se obtiene un perfil semicircunferencial.

Para lograr cerrar más la forma obtenida en el primer doblado, se coloca el perfil en otra ranura de menor diámetro, y usando un alambre de diámetro conveniente para obtener un cierto tamaño de perfil, según la abertura deseada en la cañuela. Puesto que la cañuela envuelve el alambre, es necesario retirar éste jalándolo por uno de los extremos de la cañuela.

Para mayor comprensión de este método, ver figuras - 3.1 y 3.3 (herramienta de corte).

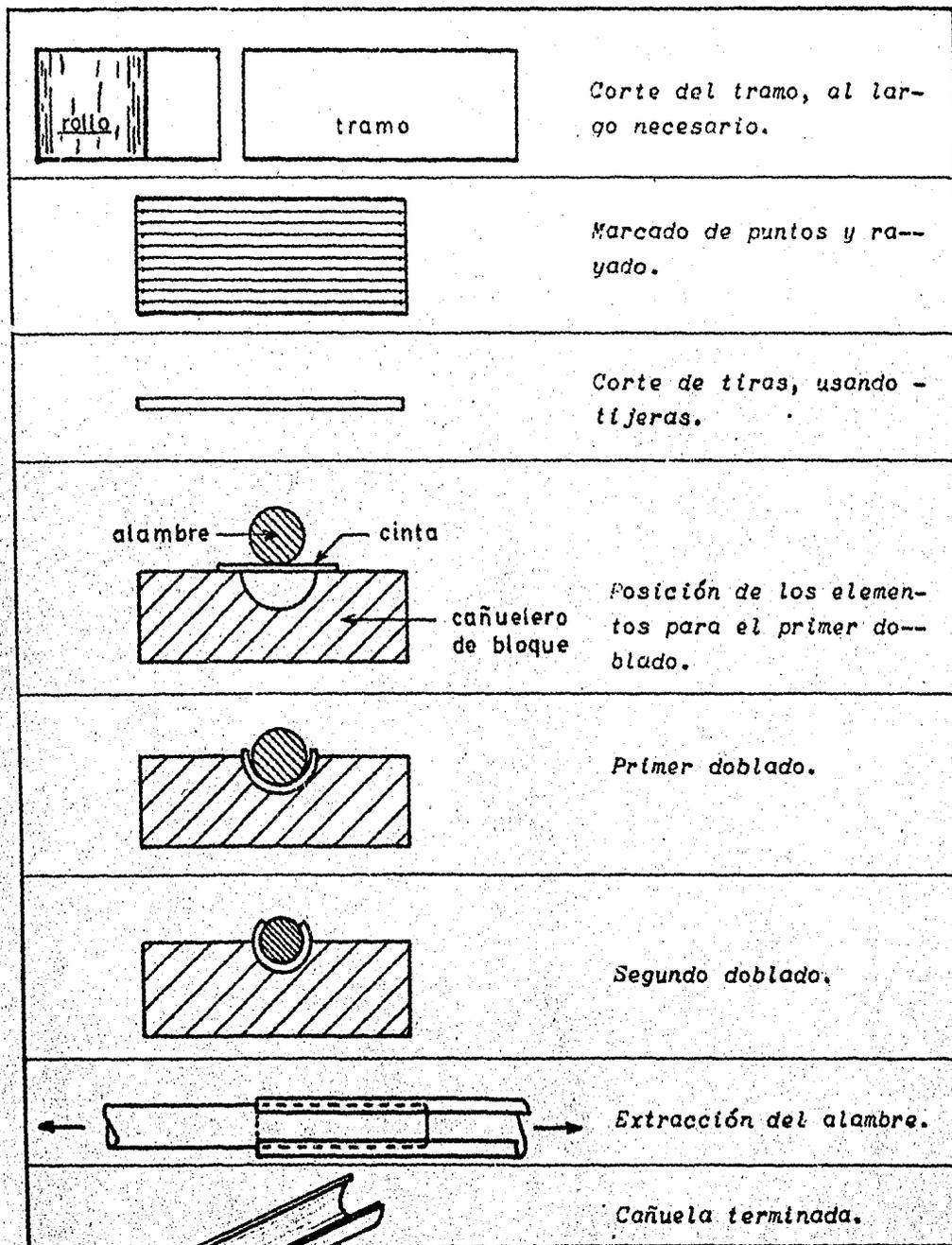


Fig. 3.1 Primer Método.

3.2. SEGUNDO METODO UTILIZADO EN LA FABRICACION DE CAÑUELA DE LATON.

Con el paso del tiempo, los artesanos de San Miguel de Allende, contaron con nuevas herramientas que les permitieron hacer evolucionar el primer proceso de fabricación de cañuela, logrando mejorar el proceso tradicional, y así, obtener mejor calidad en el producto, abatir el tiempo dedicado a la producción de cañuela y hacer menos tedioso el proceso. Quedando obsoleto el proceso anterior.

En la actualidad, el segundo método es el que emplean los artesanos para producir su cañuela.

En seguida se describe el proceso mencionado:

Igual que en el proceso anterior se cortan los tramos de lámina de latón.

Puesto que las tiras ahora se van a cortar utilizando una guillotina o cizalla, los tramos no deben exceder el largo de la cuchilla de la guillotina.

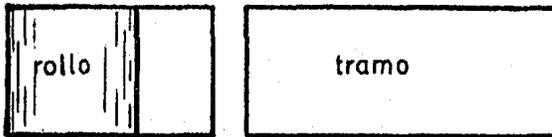
Después de cortar la lámina al largo requerido, se pasa a cortar en tiras utilizando la guillotina que previamente fué calibrada a 7 mm. Cada una de las tiras se despuntan en uno de sus extremos (este corte se hace con las tijeras tradicionales). Como siguiente paso, se hace un doblez en la punta cortada utilizando el cañuelero, y de la misma forma que en el primer proceso.

Para el formado total, se hace pasar el material por la ranura del cañuelero (diferente al utilizado en el método anterior), empezando por el extremo ya formado, utilizando para esto unas pinzas.

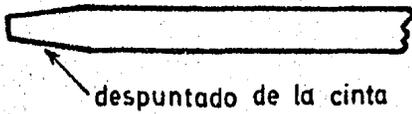
El cañuelero mencionado consiste en una placa de acero, la cual tiene un barreno de diámetro igual al diámetro exterior de la cañuela que se desea obtener, y en el interior del agujero se le coloca una alma de alambre sujeta al cañuelero, la cual le sirve como guía al perfil.

Para el enderezado de la cañuela, se pasa ésta nuevamente por la ranura del cañuelero jalándola con unas pinzas en la mano derecha, sujetando la cañuela con un trapo en la mano izquierda (para evitar herirse) y haciendo presión en el sentido en que se quiere enderezar. Con lo que se obtiene la cañuela ya terminada.

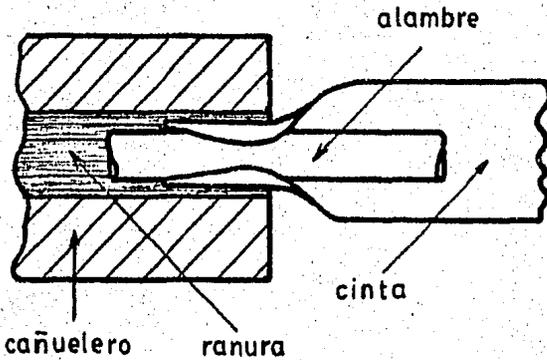
Para tener una mejor visión de este método, ver fig. 3.2. y fig. 3.4.



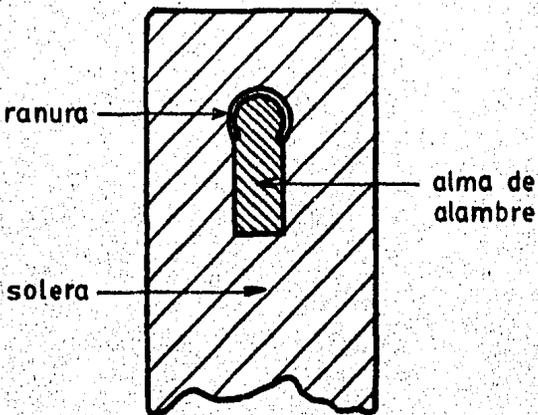
Corte del tramo, al largo necesario.



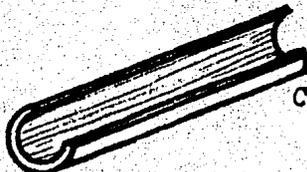
Corte de tiras, usando guillotina y despuntando - con tijeras.



Formado en el extremo despuntado.



Formado y enderezado en el cañuelero de placa.



Cañuela terminada.

Fig. 3.2. Segundo Método.



Fig. 3.3. Elemento de corte, Primer Método.

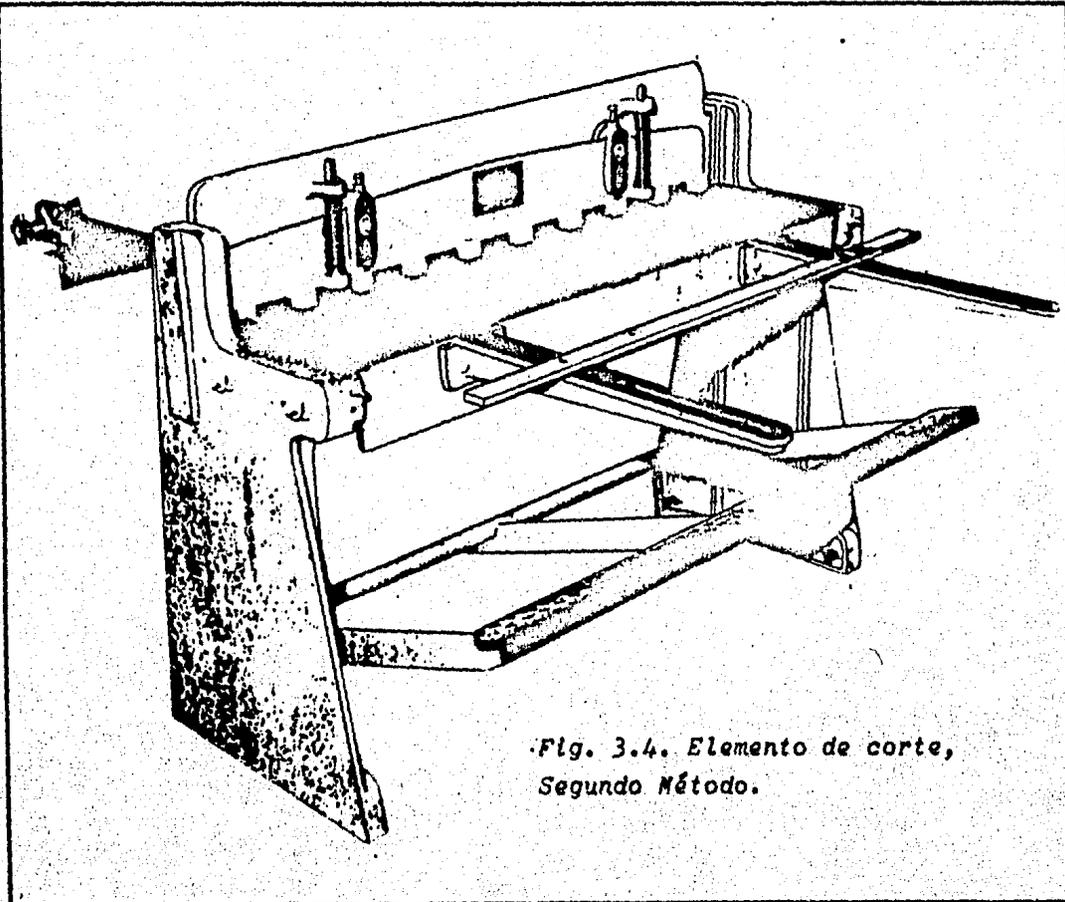


Fig. 3.4. Elemento de corte, Segundo Método.

4. PROCESO DEL DISEÑO

4.1. GENERALIDADES.

El diseño es una actividad cíclica y única para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la Ingeniería, la habilidad matemática, la creatividad y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas.

Analizando con más detalle esta definición, se dice - que el diseño es una actividad cíclica porque se repite - muchas veces con el fin de alcanzar la meta prefijada. Es muy raro el caso en el cual se alcanza un resultado satisfactorio, con una única exposición de los criterios. Sería casi imposible obtener el diseño óptimo de un genera-

dor de vapor, de un motor eléctrico, etc., después del primer análisis de las necesidades que deben satisfacerse. El proceso se repite una y otra vez para ir modificando cierto elemento del conjunto, mientras los demás elementos se mantienen constantes, de esta manera, se logra un mejor diseño que satisfaga las necesidades, hasta lograr alcanzar un punto "óptimo". El proyecto es una actividad única, ya que los criterios, cálculos y las especificaciones que sirven de base para obtener un sistema o mecanismo, no se utilizarán en su forma original para otro proyecto.

Existen dos tipos de diseño que se utilizan en la Ingeniería; uno es el diseño por evolución y el otro es el diseño por innovación.

El diseño por evolución, es una actividad que predominaba anteriormente, puesto que no existía gran demanda tecnológica como en la actualidad. Una vez que se establecía cierto sistema, éste evolucionaba poco a poco, mediante la introducción de mejoras hasta alcanzar el nivel deseado. Esta evolución era lenta, por que la iniciaban los consumidores que querían que en algún sistema se incluyeran ciertas modificaciones. Aún existe este tipo de diseño.

El diseño por innovación requiere gran disciplina mental, es por lo tanto, una actividad que se encuentra más

dentro de las definiciones anteriores de la Ingeniería. - Se recordará que la Ingeniería es una actividad creativa y por consecuencia intelectual. El diseño por innovación, tiene su origen en las actividades de los ingenieros, mediante un estudio previo de las necesidades del mercado, pero no basado exclusivamente en ellas. Los ingenieros deben tener cierta sensibilidad, que les permita pre-ver -- con mucha anticipación cuales serán las necesidades futuras del hombre, y por lo tanto, proyectan con esta idea - en mente.

Diseñar es un proceso complejo, que al ingeniero en ocasiones le parece una barrera invencible. Sin embargo, éste puede metodizarse, dividirse en diversas actividades y distintas etapas para lograr una mejor solución.

La metodología del diseño tiene un doble objetivo. -- Por una parte, es ir hacia una finalidad precisa que hay que ir alcanzando gradualmente, por otra parte es dar explicaciones de por qué un diseño ha llegado a determinadas soluciones, y no a otras. Dos cosas se esperan de la metodología, que ofrezca una serie de directrices que aclare la estructura del proceso del diseño.

La denominación metodológica del diseño, como el mismo diseño abarca un ámbito amplio: Arquitectura, Ingeniería, Proyección de Productos, Investigación Operativa, Teoría de Sistemas, etc.

El diseñador inventa secuencias de acciones, con el fin de cambiar las situaciones dadas en otras preferibles. La metodología del diseño, se ocupa de cómo tendrían que ser las cosas, de idear instrumentos para alcanzar unos objetivos prefijados.

Esto nos da una idea de la amplitud de conceptos, que pueden convertirse en objeto de la actividad de diseñar; procesos, organizaciones y sistemas, esto es, fenómenos no materiales, como también; estructuras materiales, edificios, ciudades, componentes de la construcción, productos, instalaciones, etc.

Debido a los posibles contenidos del diseño, que son tan bastos, la metodología es hoy una mezcla de técnicas de planificación y de organización, mientras por otro lado hay toda una serie de técnicas que se refieren a la solución de problemas específicos.

Los objetos fruto del diseño, se acomodan a las necesidades trascendentales del hombre, no sólo al parejo de los avances tecnológicos, sino también por la evolución moral y filosófica de los individuos y la sociedad. De este modo, al valorar las aportaciones de un objeto diseñado, se podrían tomar en consideración las condiciones de innovación de usos y funciones, las mejoras por aplicación de nuevos materiales y técnicas de mecanismos más simples.

4.2. ETAPAS DEL PROCESO DEL DISEÑO.

Las distintas etapas de la metodología del proceso -- del diseño se describen a continuación, y se pueden apreciar en el diagrama 4.1.

-Identificación de Necesidades.

Este es el primer paso de un proyecto, y quizá el más importante. Un estudio de mercado o una tendencia modificada por un ingeniero, son el punto inicial de un diseño. Es importante cuantificar estas necesidades, por que la Ingeniería está sometida a un criterio económico, y una falsa identificación puede traer consigo soluciones que no satisfagan las necesidades reales del consumidor, provocando un fracaso económico.

-Recopilación de Información.

La información acumulada permitirá desarrollar válidamente un diseño, siempre y cuando esta información sea útil al caso en cuestión. Esta etapa puede parecer tediosa y a veces difícil de llevar a cabo, por la aparente -- falta de información. No es raro, que exista información sobre cualquier tema, menos del que se busca específicamente. Sin embargo, cuando el ingeniero logra obtenerla, verá recompensado ampliamente su esfuerzo con esta actividad, pues le permitirá cuantificar más sus resultados y -- obtener mayor validez en los mismos.

-Planteamiento de Soluciones.

La tendencia a proporcionar una solución única a un problema determinado, es por lo general, muy fuerte. Esta tendencia, sin embargo, debe evitarse, puesto que al iniciar un diseño, el ingeniero no se encuentra en posición de valorar todos los criterios que la rigen. Mediante la formulación de múltiples soluciones, se podría alcanzar un nivel más elevado y satisfactorio de un diseño. Estas soluciones no deben caer dentro de los marcos conocidos únicamente, sino debe darse vuelo a la imaginación, y no eliminar ninguna de antemano por poco factible e inverosímil que parezca. La etapa de eliminación es posterior.

-Selección de la Solución Adecuada.

Esta etapa, es para hacer un análisis detallado de cada alternativa planteada anteriormente, y así poder realizar un proceso eliminatorio, tomando como base los criterios establecidos en la identificación de necesidades. El proceso eliminatorio, comienza descartando las soluciones menos adecuadas, y se va complicando, ya que cada vez es más difícil seleccionar entre alternativas ya muy cercanas a lo que buscamos. A menudo, se da el caso en que se piensa que una solución dada satisface estas necesidades, cuando en realidad sólo refleja un deseo de satisfacerlas, por lo que es indispensable tener perfectamente identificadas las necesidades.

-Desarrollo de la Solución.

Ya hecha la selección de la solución acorde a las necesidades, debemos enfocar en ésta toda la atención para desarrollarla. El desarrollo de la solución, consiste en el trazado de los planos correspondientes, de acuerdo a la configuración que se le deba dar al sistema, para satisfacer las necesidades que dieron origen al diseño en cuestión y la enumeración del conjunto de especificaciones necesarias para la realización del sistema. (Un sistema es un conjunto ordenado de cosas, que funcionan en cierta forma para lograr un fin). En esta etapa, cada ingeniero contribuye con sus conocimientos, imaginación y creatividad dentro de su especialidad, cuando el diseño así lo requiere para obtener el sistema más adecuado. Conjuntamente con esta etapa, se hace un estudio económico más detallado de la solución; especificando todas las erogaciones necesarias para la construcción del sistema, analizando cuidadosamente el plan de financiamiento, asignando el tiempo y dinero necesarios, para la buena administración del diseño.

El conjunto de planos u especificaciones, son una representación simbólica del sistema. El sistema en sí, no existe aún, para convertirlo en una realidad hay que construirlo. Cuando los planos u especificaciones se entregan a un taller para su construcción, el primer sistema -

físico que se obtiene es un prototipo; así, el primer altavoz producido es el prototipo de los altavoces que se van a construir. En algunos casos el prototipo es la última etapa del diseño; como resulta en la construcción de un puente, ya que ese mismo puente no podrá duplicarse en su forma original.

-Fabricación de un Prototipo.

Esta etapa es muy importante, ya que se pasa de algo abstracto a algo material. Esto es, se tiene la concepción de lo que se quiere, expresado en planos, especificaciones y literalmente, en base a esto, en esta etapa se debe obtener el sistema físico.

Durante el desenlace de esta etapa, regularmente se hacen reformas al desarrollo de la solución, ya que durante la fabricación del prototipo se ven problemas, que son muy difíciles de ver en cualquier otra etapa del proceso del diseño.

-Pruebas de Funcionamiento.

Las pruebas de funcionamiento son decisivas para, determinar el grado de funcionalidad y perfección que hemos dado al sistema, de acuerdo a las necesidades que ha de satisfacer, la innovación en cuanto a materiales (mejores o más económicos) y mecanismos más simples. Además, las pruebas de funcionamiento, es una retroalimentación al proceso del diseño, para perfeccionar el funcionamiento

de ciertos mecanismos de que consta el sistema.

Si durante las pruebas de funcionamiento, nos damos cuenta de que ésta no es la solución adecuada (aunque no es conveniente reconocerlo hasta esta etapa), debemos regresar a inspeccionar los pasos anteriores, para localizar el fallo y remediarlo, con todas las modificaciones que implica esto.

-Mejoras al Sistema.

Estas son modificaciones menores, que se hacen a un sistema, prácticamente terminado.

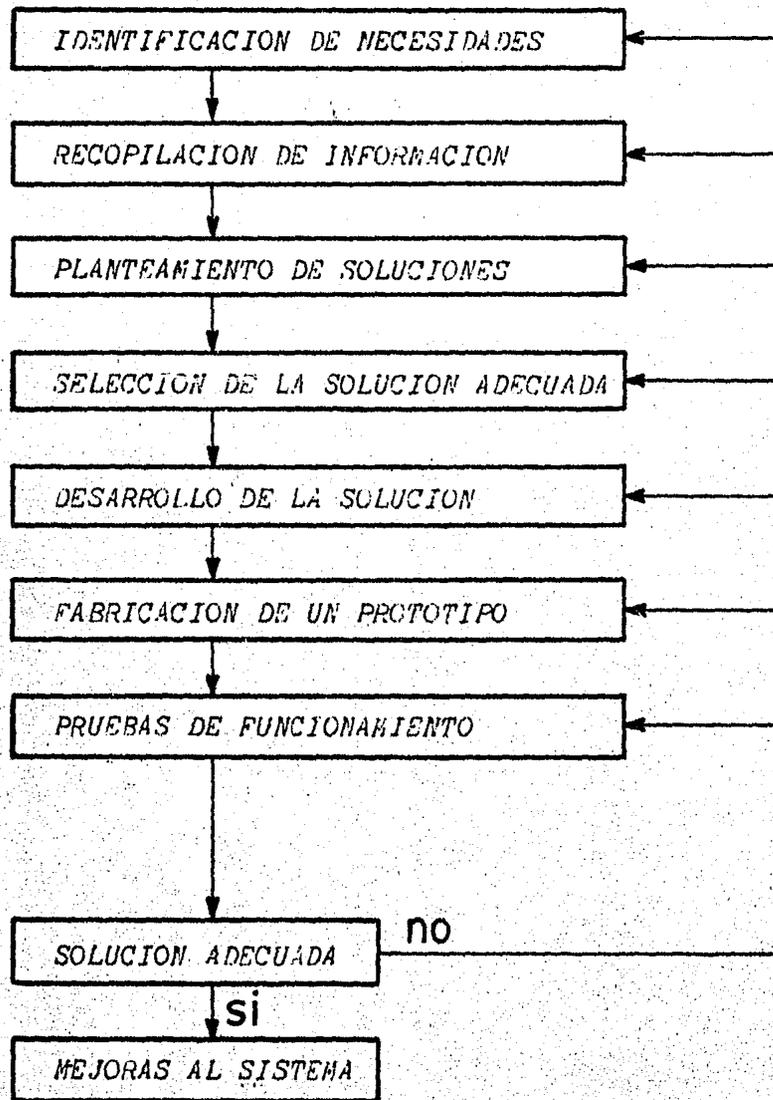


Diagrama 4.1. Proceso del Diseño.

5. SELECCION DEL SISTEMA PARA PRODUCIR LA CAÑUELA DE LATON A NIVELES INDUSTRIALES.

Inicialmente se plantearán las necesidades, que es deseable que cumpla el sistema buscado. Posteriormente se hace una recopilación de alternativas ilustradas debidamente, y cada una seguida de un breve listado de ventajas y desventajas; por último, se presenta en la tabla 5.1. una evaluación del conjunto de alternativas, para así, obtener la solución más acorde a nuestra realidad, posibilidades económicas y disponibilidad de tiempo.

5.1. PLANTEAMIENTO DE LAS NECESIDADES DEL SISTEMA.

a) Tiempo de preparación de la cinta de latón para el formado. Como se vió anteriormente, este proceso de preparación se debe hacer en cada tira por formar, por lo que se deberá crear un sistema en el cual este tiempo sea menor, o que esta preparación se haga una sola vez en tramos más largos.

b) Tiempo de perfilado. Debido a que es un proceso intermitente, la preparación para el doblado y el doblado mismo de cada tira resulta laborioso y tardado. Por lo tanto, también se tratará de reducir este tiempo.

c) Fuente de energía. Puesto que en el proceso actual la elaboración de la cañuela es realizada manualmente, esta operación produce fatiga en el artesano y falta de uniformidad en el producto, se debe utilizar una fuente de energía que sustituya el esfuerzo físico. Se debe tener fácil acceso a esta fuente de energía en cualquier taller artesanal y no debe ser costosa.

d) Versatilidad para obtener diferentes longitudes y formar otros tipos de perfiles de latón. Es necesario obtener un rango continuo de longitudes, debido a que su

aplicación requiere diferentes tamaños de cañuela para -- evitar su desperdicio; y si es posible, hacer otro tipo de perfiles con un mínimo de cambios al sistema.

e) *Facilidad de mantenimiento.* Es de suma importancia que el sistema se integre de piezas comerciales, y en caso de su elaboración, deberá ser con materiales comerciales y de fácil fabricación. Su diseño permitirá la mayor facilidad tanto en su mantenimiento preventivo como correctivo.

f) *Facilidad de operación.* Se tratará de que la operación del sistema sea lo más sencillo, para que cualquier persona inexperta pueda operarla, procurando contar con un sistema de control simple y una forma de operar tal, -- que el sistema no pueda ser dañado por algún error del operador.

g) *Simplicidad de mecanismos.* Tomando en cuenta que -- mientras un mecanismo sea lo más sencillo posible, se tendrán muchas ventajas, empezando por su fabricación y costo de compra, mayor facilidad de operación, hasta un menor mantenimiento.

h) *Costos.* No cabe la menor duda de que un factor de-

terminante son los costos; costo de fabricación, costo de operación, costo de mantenimiento y costo de compra de equipo, por lo que se deberán abatir dichos costos mediante un buen diseño.

i) *Funcionamiento silencioso.* El diseño será de tal forma que el operador o personas que se encuentren cercanas a su lugar de trabajo, no necesiten de algún sistema de protección contra el ruido, tratando en lo posible -- que éste sea el mínimo.

j) *Potencia.* En cualquier sistema es conveniente tener en la fuente de energía una potencia excedida, para absorber variaciones en la requisición de energía, y obtener el adecuado funcionamiento del sistema. Además, el tener determinada potencia de sobra proporciona una operación holgada del sistema, repercutiendo en una mayor duración del mismo.

k) *Diseño estético, funcional y eficiente.* La estética varía de acuerdo al uso del objeto. Sin embargo, éste deberá ser diseñado para responder a un concepto de equilibrio y a un sentido de orden con sus formas y acabados. El buen diseño combina siempre la eficiencia con la apariencia agradable y el acabado.

5.2. OBJETIVOS Y LIMITACIONES DEL DISEÑO.

Entre los objetivos que se persiguen en este trabajo, está crear un sistema capaz de aumentar la producción, -- disminuyendo el tiempo y costo de ésta; elevando así su -- productividad.

El diseño estará limitado al tiempo y costo que previamente nos fijamos. Así como a la disponibilidad de máquinas y herramientas existentes en los talleres de la facultad de Ingeniería.

5.3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.

Ya obtenidas las necesidades con las que se requiere que cuente el sistema buscado, procederemos a evaluar -- las diferentes alternativas más viables, después de haber hecho un estudio previo de un determinado número de -- alternativas propuestas mediante un sistema llamado "lluvia de ideas".

a) Perfilado en goma.

El perfilado en goma se basa en la propiedad que tiene el hule, esto es, cuando está encerrado completamente actúa como un fluido transmitiendo presión en todas direc

ciones.

El proceso se realiza colocando la tira de latón sobre un bloque de formado, que debe ser hecho de acero, -- cuando el martinete de la prensa baja, el cojín de goma -- que tiene éste es confinado y transmite la fuerza a la -- cinta de latón obligándola a tomar la forma del bloque de formado. Después debe ser sacada la pieza deslizándola a lo largo del bloque formador, el corte de la tira en tramos adecuados podría realizarse por medio de un cortador accionado a la par de la prensa.

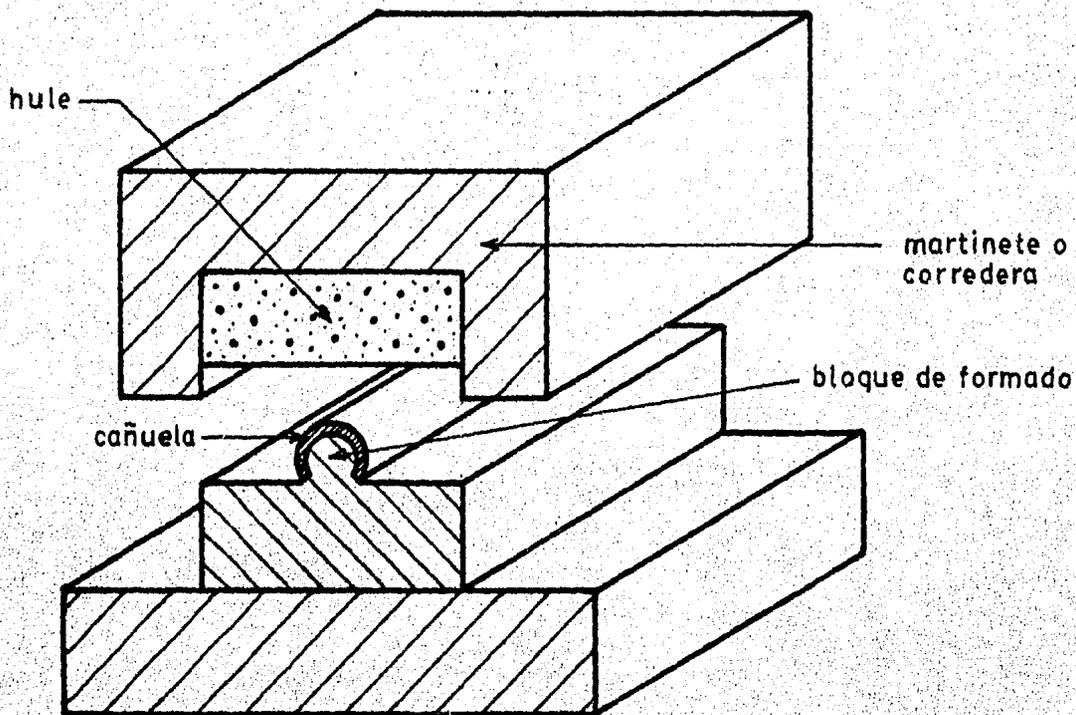


Fig. 5.1. Perfilado en Goma.

Ventajas:

- Obtención de la cañuela a diferentes longitudes.
- Por ser hule el que transmite la fuerza, nos permite obtener una alta calidad de la cañuela.
- Simplicidad de los mecanismos.
- Versatilidad para formar otros perfiles.
- Mantenimiento sencillo.
- Funcionamiento silencioso.

Desventajas:

- Complejidad para la sujeción de la tira de latón antes del doblado.
- No es un proceso continuo.
- Dificultad para la extracción de la cañuela.
- Alto costo de la prensa.
- Limitación en cuanto a la máxima longitud de la cañuela.
- Dificultad para fabricar el bloque de moldear.

b) Dobladora de cortina.

El metal es doblado entre dados intercambiables sujetos a la bancada y a la corredera. La prensa opera mecánicamente y el golpe de la corredera es lento y corto.

Debido a la forma intrincada de la cañuela, seguramente

te se requieren varios pasos para el formado total. Para el cortado de la tira de latón en los tramos requeridos, se podría lograr mediante una cuchilla que bajara junto con la corredera. Ya terminado el perfil habría que retirarlo deslizando a lo largo de uno de los dados.

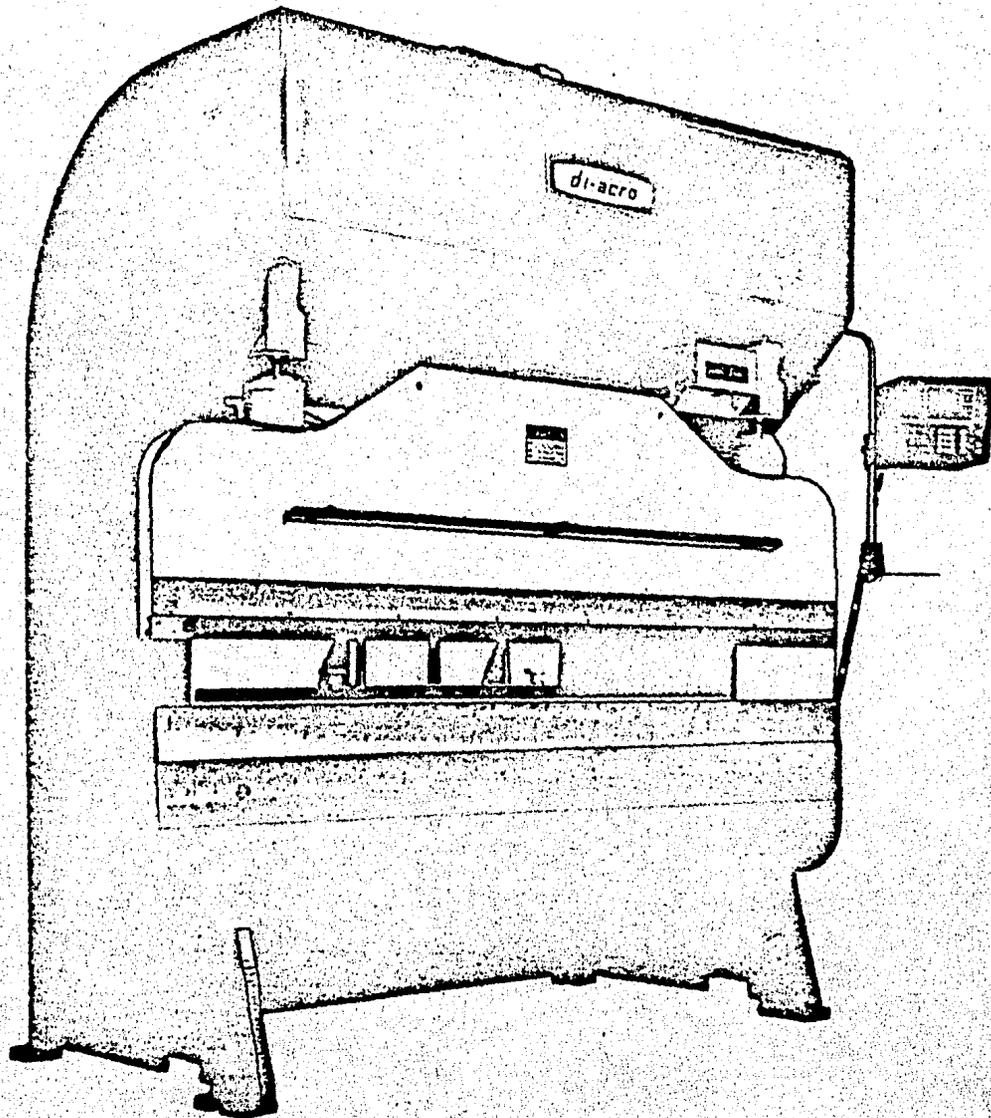


Fig. 5.2. Dobladora de Cortina.

Ventajas:

- Buena calidad de la cañuela.
- Facilidad para lograr diferentes perfiles.
- Se pueden lograr diferentes longitudes de la cañuela de latón.
- Funcionamiento silencioso.

Desventajas:

- No es un proceso continuo.
- Alto costo de la prensa.
- Dificultad para posicionar la tira de latón.
- Varios pasos para formar el perfil.
- Extracción lenta de la cañuela del dado formador.
- No se puede lograr una longitud de cañuela mayor a la de la máquina.

c) Rodillos formadores.

Consiste en hacer pasar la cinta de latón a través de varios pares de rodillos formadores, para gradualmente ir dando forma al perfil, siendo el número de pares de rodillos función del trabajo de deformación posible u óptimo en cada par de rodillos y forma intrincada del perfil terminado. La fuerza motriz para proporcionar la energía de trabajo se proveería directamente a los rodillos, y po---

dría ser a uno, algunos o a todos según sea conveniente.

Para iniciar el proceso se metería manualmente la cinta de latón dando vuelta con las manos a los rodillos, ya saliendo los primeros centímetros de cañuela se pondría a funcionar el sistema; siendo éste continuo, conviene colocar un cortador automático para determinadas longitudes - de cañuela de latón.

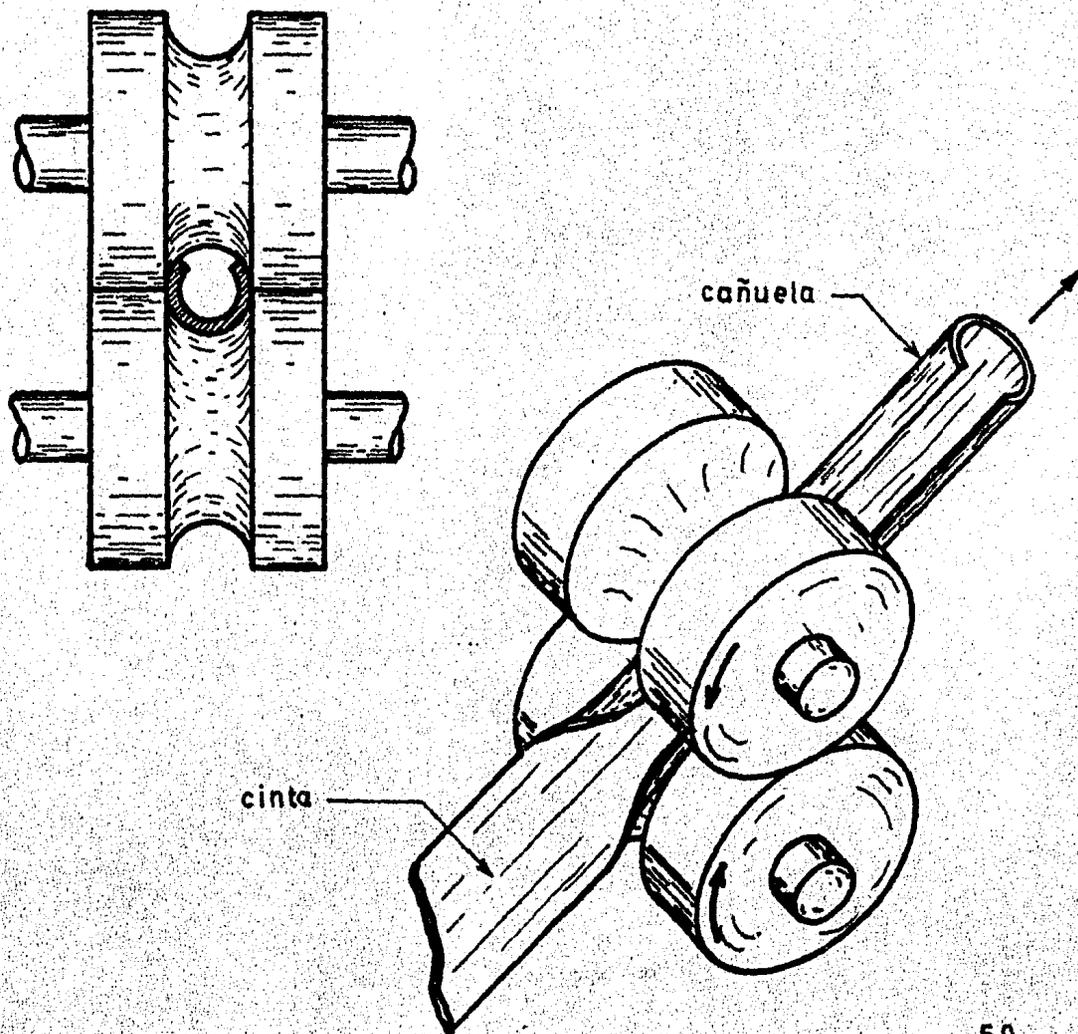


Fig. 5.3. Rodillos formadores.

Ventajas:

- Es un proceso continuo, por lo cual se puede usar -
la cinta de latón en forma de carrete.
- La preparación de la cinta de latón para el doblado
de todo el carrete se hará solo una vez.
- Salida automática de la cañuela de latón.
- Facilidad para formar diferentes perfiles de la ca-
ñuela.
- Buena calidad de la cañuela.
- Se pueden lograr diferentes longitudes de la cañue-
la.
- Alta velocidad de producción.

Desventajas:

- Es necesaria la fabricación de la mayor parte de --
sus componentes.
- Alineación precisa de sus componentes.

d) Mandril formador.

Esta idea consiste básicamente en hacer pasar un man-
dril de forma de cono truncado, jalado por un cablecito -
dentro de una ranura con la forma deseada de la cañuela -
de latón, obligando así a la cinta de latón a tomar inte-
riormente la forma circular del mandril y exteriormente -

la forma de la ranura.

Para realizar el proceso, se puede introducir la tira de latón en la ranura, utilizando una herramienta como podría ser una rodaja que aproxime la forma dentro de la ranura, esto es, que se forme más o menos en el material una sección en V, para posteriormente pasar el mandril -- que dará la forma final al perfil.

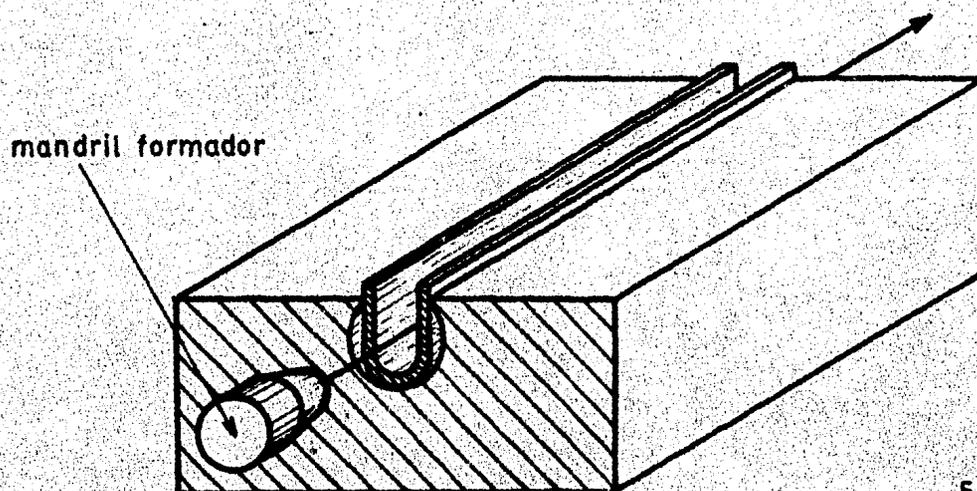
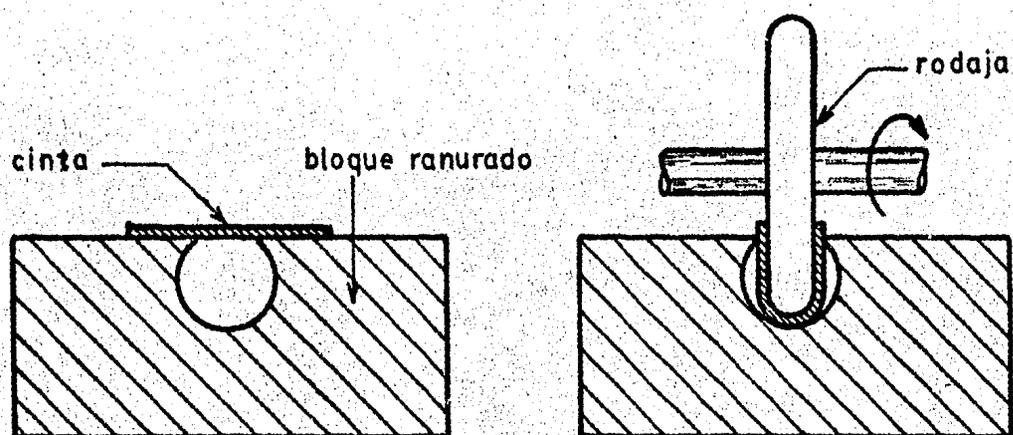


Fig. 5.4. Mandril formador.

Ventajas:

- Versatilidad para obtener diferentes perfiles.
- Obtención de diferentes longitudes en la cañuela.
- Funcionamiento silencioso.

Desventajas:

- Es un proceso intermitente.
- Varios pasos para formar el perfil deseado.
- Dificultad para la extracción de la cañuela.
- Complicada fabricación de la ranura formadora.
- Dificultad para posicionar la tira de latón.

e) Ranura formadora.

Esta idea está inspirada básicamente en el proceso manual utilizado hasta la fecha por los artesanos, el cual consiste en hacer pasar la cinta de latón a través de una ranura formadora, con la diferencia de que en lugar de -- pinzas para jalar la cañuela se usan unas mordazas, las -- cuales prensan la punta de la cañuela y son jaladas me--- diante un motor, hasta un tope que nos dará la longitud -- de la cañuela, y por último mediante una cuchilla se cor- tará la cañuela.

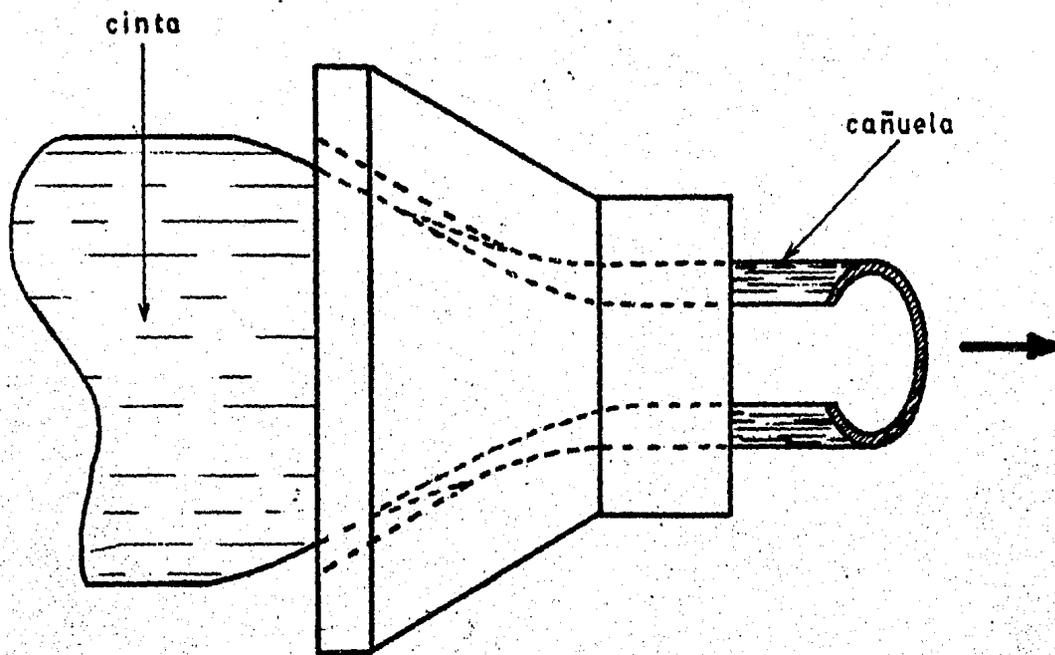


Fig. 5.5. Ranura formadora.

Ventajas:

- Como es un proceso continuo se puede usar la cinta de latón en carrete.
- La preparación de la cinta de latón para el doblado se hará solo una vez.
- Buena calidad de la cañuela.
- Obtención de diferentes perfiles de cañuela.

- Obtención de diferentes longitudes de la cañuela.
- Sencillez en la fabricación de la ranura formadora.

Desventajas:

- Pérdida de tiempo en la colocación de las mordazas y regreso de las mismas.
- Es necesario fabricar la mayor parte de sus componentes.
- Dificultad para el diseño del sistema de tracción para jalar la cañuela.
- Dificultad para lograr diferentes longitudes de cañuela.

f) Hidroformado.

Como su nombre lo indica, quien realiza el trabajo de deformación es un flúido.

La idea consiste en colocar un mandril fijo, el cual va a servir para dar forma a la cañuela, este mandril sería de sección redonda con una longitud mayor o igual al largo de la cañuela que se desee obtener. El mandril junto con el material serán envueltos por una membrana elástica, bajo la acción de un flúido de trabajo, y con una tapa fabricada de manera conveniente para que soporte la membrana en las partes que no se requiera su acción y --

pueda dar vuelta al mandril y envolver el material quedando el perfil formado.

Por último, para sacar la cañuela debe quitarse la tapa, y deslizar la cañuela sobre el mandril de manera tal que salga quedando listo el sistema para iniciar otro ciclo. En lo que respecta a la manera de proporcionar la energía al fluido de trabajo, sería mediante una bomba y una válvula de retorno para restablecer el sistema.

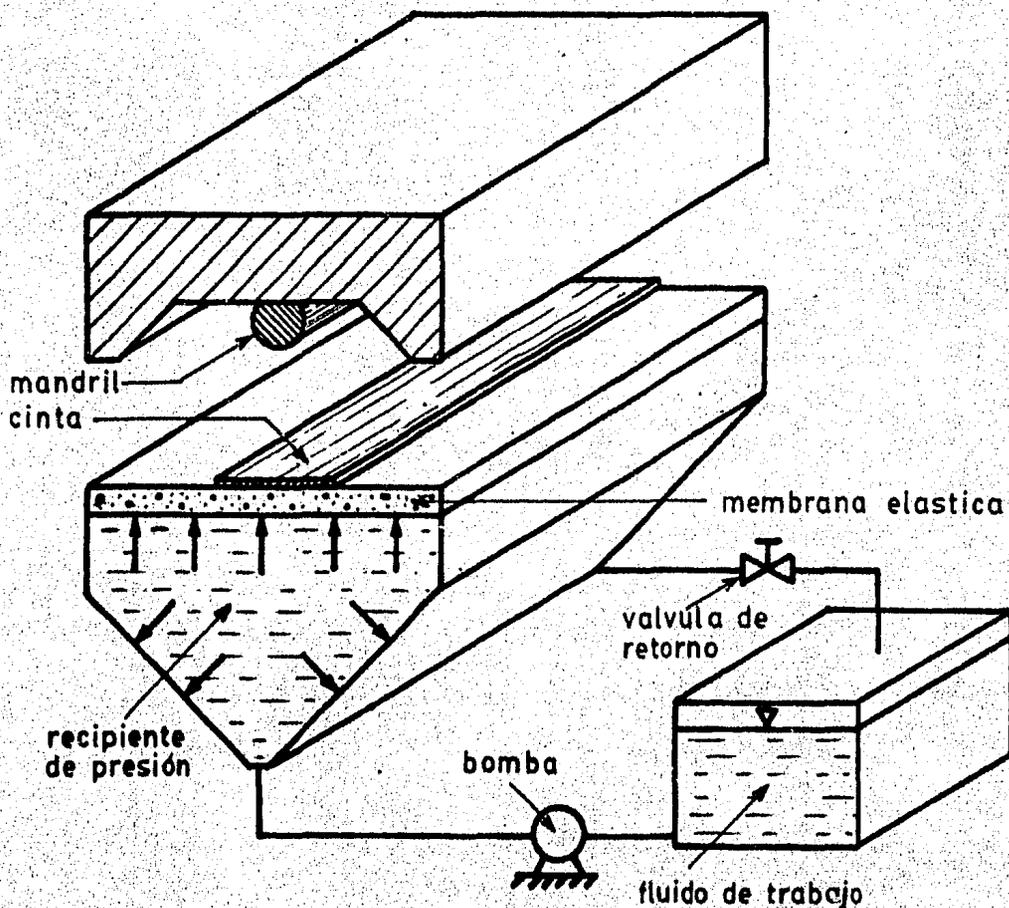


Fig. 5.6. Hidróformado.

Ventajas:

- *Facilidad para obtener otros perfiles de cañuela.*
- *Alta calidad de la cañuela.*
- *Obtención de la cañuela a diferentes longitudes.*

Desventajas:

- *No es un proceso continuo.*
- *Alto costo de la prensa.*
- *Diferentes pasos para la obtención de la cañuela.*
- *Dificultad para la sujeción de la tira de latón.*
- *Velocidad de producción baja.*

5.4. TABLA DE EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

En la tabla 5.1. se evalúan cada una de las alternativas propuestas, para seleccionar el sistema adecuado para la fabricación de la cañuela de latón. Cada alternativa se evalúa en función de las necesidades del diseño planteadas anteriormente.

El grado de importancia de cada objetivo planteado se dará con un factor que varía del 0 al 10, correspondiendo el 10 al de mayor grado de importancia. El grado en que una determinada alternativa cumple con cierto objetivo, se dará de acuerdo a una escala del 0 al 10, correspondiendo el 10 cuando se satisface totalmente el objetivo.

		NECESIDADES DEL SISTEMA											GRADO DE IMPORTANCIA		
		Tiempo de preparación de la cinta.	Tiempo de formado.	Fuente de energía (fácil acceso).	Versatilidad de long. y forma de perfiles.	Facilidad de mantenimiento.	Facilidad de operación.	Simplicidad de mecanismos.	Costo mínimo.	Funcionamiento silencioso.	Estética	Tiempo de fabricación del prototipo.		Cantidad de la cañeta.	
ALTERNATIVAS	a	Perfilado en goma.	6	8	10	8	8	7	8	5	9	9	9	10	822
			60	80	80	80	64	56	64	50	54	72	72	90	
	b	Dobladora de cortina.	6	7	10	8	8	7	7	4	9	9	7	9	769
			60	70	80	80	64	56	56	40	54	72	56	81	
	c	Rodillos formadores.	10	10	10	10	8	9	8	9	8	9	8	9	935
			100	100	80	100	64	72	64	90	48	72	64	81	
	d	Mandrill formador.	4	8	10	9	8	7	7	9	9	9	8	8	818
			40	80	80	90	64	56	56	90	54	72	64	72	
	e	Ranura formadora.	10	8	10	10	8	9	9	9	7	9	8	8	908
			100	80	80	100	64	72	72	90	42	72	64	72	
	f	Hidroformado.	6	7	10	8	8	6	7	5	8	8	9	10	782
			60	70	80	80	64	48	56	50	48	64	72	90	
			↓ SUMA DE PRODUCTOS												

Tabla 5.1. Evaluación de alternativas.

Los dos factores anteriores se multiplican y se suman todos los productos correspondientes a una alternativa, - de tal manera que la suma más alta corresponda a la mejor alternativa planteada.

5.5. CONCLUSIONES.

De la evaluación, podemos notar que la mejor alternativa es la de los " rodillos formadores", puesto que es - un sistema continuo puede adoptarse para una alta producción, en el cual el tiempo de posicionar la tira de latón se hace sólo una vez en todo el carrete, el tiempo del doblado en sí estará dado por el motor y la transmisión, el cual es como se verá posteriormente es muy corto.

En cuanto a la extracción de la cañuela es automática y el cortado se puede hacer mediante una cuchilla accionada eléctricamente.

Su costo es relativamente bajo y su fabricación es -- factible.

Si durante el desarrollo de esta alternativa, se en-- contrara que su realización no es factible por alguna causa, se tomaría la alternativa de la "ranura formadora", - puesto que como se vió en el estudio previo de las alternativas, es la más adecuada para cubrir las necesidades - planteadas.

6. DISEÑO, CONSTRUCCION Y PRUEBAS DEL PROTOTIPO PARA LA FABRICACION DE CAÑUELA DE LATON.

Este capítulo se dedica a una descripción cronológica de como se elaboró cada elemento del sistema, incluyendo las pruebas de funcionamiento realizadas.

6.1. RODILLOS FORMADORES.

Para comprobar la factibilidad del doblado de la cinta de latón mediante rodillos, se elaboraron un par de ro

rodillos en zamac debido a la gran facilidad que este material presenta para el maquinado. Este primer par de rodillos tuvo como objetivo dar a la cinta de latón una sección transversal semicircunferencial (fig. 6.1). Se realizó una prueba montando los rodillos en una placa como bastidor mediante ejes improvisados y el conjunto sujeto en un tornillo de banco (fig. 6.2), esta prueba hizo notar la importancia de la exactitud que requieren los rodillos y surgió la necesidad de usar guías para evitar que la cinta de latón se salga de los rodillos, lo que ocasiona que éstos se traben.

Posteriormente se procedió a fabricar el siguiente par de rodillos con el objeto de dar la forma final al perfil de latón. Igual que los rodillos anteriores se fabricaron en zamac. La prueba de este par de rodillos se realizó colocándolos de manera improvisada con los mismos accesorios utilizados en la prueba anterior, y haciendo pasar por éstos el perfil previamente formado en el primer par de rodillos, con lo cual se obtuvo la cañuela de latón, hubo problemas principalmente debido a la brusquedad del formado, ya que las orillas de la cinta de latón tendían a arrugarse o a desdoblarse y la cañuela salía helicoidal, por lo que se necesitó realizar un par de rodillos intermedios para hacer más gradual la deformación de la cinta de latón, y usar guías para el -

material.

Teniendo ya los tres pares de rodillos se procedió a probarlos en conjunto soportándolos en una placa de aluminio por medio de ejes, bujes y con guías que alternadamente fueron diseñados. La cinta de latón se metió a través de los tres pares de rodillos dándoles vuelta manualmente, hasta obtener el primer tramo de cinta de latón formado, para así, poder tirar de esta punta mediante unas pinzas. El resultado de esta prueba fué decisivo para poder asegurar la factibilidad del formado de la cañuela de latón utilizando rodillos formadores.

Las dimensiones de los rodillos vienen dadas por; las limitantes dimensionales de otros elementos integrantes del sistema, la estandarización para poderlos usar en una máquina engargoladora ya existente o viceversa y la facilidad para su fabricación.

Por último se procedió a fabricar los rodillos definitivos en un material adecuado al uso que se le va a dar.

Este material es un acero tratado TX10T Fortuna, - cuyo equivalente AISI es 9840, el cual tiene la siguiente composición:

%C	%Si	%Mn	%Cr	%Ni	%Mo
0,36	0,25	0,65	1,0	1,0	0,2

Con una dureza brinell de 220 a 330.

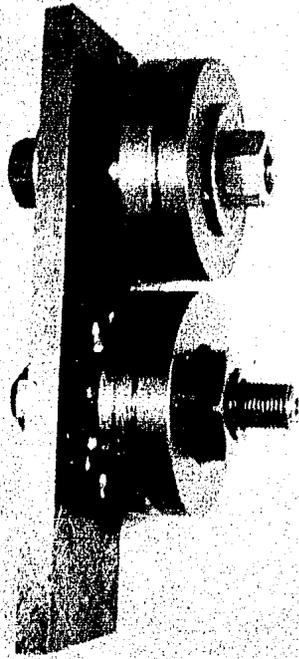


Fig. 6.1. Rodillos de prueba y placa.

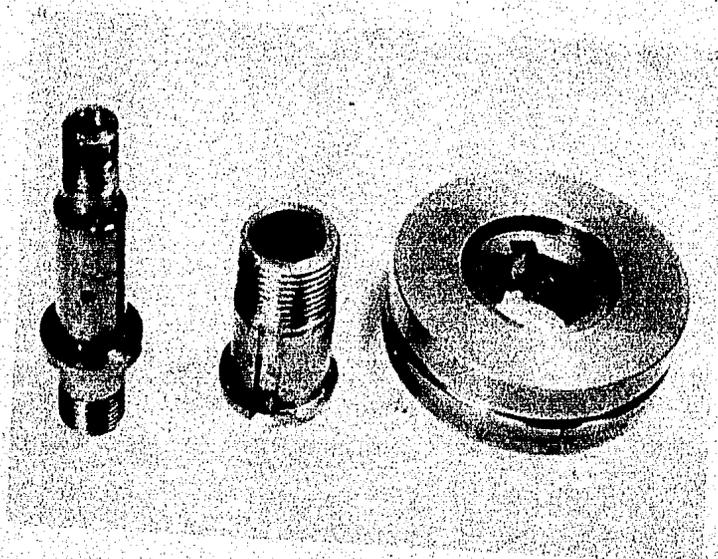


Fig. 6.2. Eje, buje y rodillo.

Antes de definir el perfil que cada rodillo debía tener, para ir dando la forma requerida a la cinta de latón, se analizaron dos alternativas.

Una de ellas consiste en darle la forma de u "achata" a la cinta, como se muestra en la figura 6.3, para posteriormente cerrarla, hasta obtener la cañuela terminada. El problema de esta opción fué la dificultad que se tiene para maquinar los rodillos con este perfil.

La otra alternativa consiste en dar la forma semi-circunferencial a la tira de latón, para después cerrarla como se muestra en la figura 6.3.

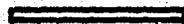
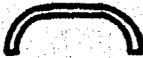
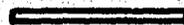
	Forma inicial	Primer doblado	Segundo doblado
1			
2			

Fig. 6.3. Alternativas para el doblado.

Esta forma se puede dar mediante un generador de esferas, para esto es necesario conocer el radio de la semicircunferencia, partiendo de que la cinta debe ser de 7 mm de ancho, el cual será el valor del arco de dicha semicircunferencia u teniendo en cuenta que el espesor de la cinta es de 0,23 mm.

De la fórmula:

$$s = \frac{2\pi r}{360} n^{\circ}$$

donde:

s = arco de la semicircunferencia.

r = radio de la semicircunferencia.

n° = número de grados.

Primero se tomo el valor de n° igual a 180° , debido a que debería ser una mitad de circunferencia para poder separar el rodillo superior al inferior.

Por lo tanto:

$$n^{\circ} = 180^{\circ}$$

despejando a r :

$$r_1 = \frac{360 (7)}{2\pi (180)}$$

$$r_1 = 2,22 \text{ mm}$$

Este radio corresponde al rodillo inferior, para el rodillo superior el radio será la suma del primer radio más el espesor del material (fig. 6.4).

$$r_2 = r_1 + e$$

$$r_2 = 2,22 + 0,23$$

$$r_2 = 2,45 \text{ mm}$$

Para encontrar el radio del perfil de los rodillos que nos van a dar la forma del perfil de la cañuela de latón deseado, se toma en cuenta la abertura producida por el vidrio al introducirse la cañuela en él.

Esta abertura es igual al espesor del vidrio, el cual comercialmente varía de 1,6 a 2 mm.

Ahora, tomando de nueva cuenta la fórmula:

$$r = \frac{360 \text{ s}}{2\pi n^\circ}$$

Para calcular el valor de r se le dan varios valores a n° cercanos a 270° , que es el valor semejante a la cañuela artesanal.

Con $n^\circ = 270^\circ$ tenemos:

$$r_3 = \frac{360 (7)}{2\pi (270)}$$

$$r_3 = 1,48 \text{ mm}$$

Graficando, se obtiene que la abertura de la cañuela es de 2,1 mm, la cual es muy grande.

Ahora con $n^\circ = 285^\circ$

$$r_3 = \frac{360 (7)}{2\pi (285)}$$

$$r_3 = 1,4 \text{ mm}$$

Nuevamente graficando se obtiene una abertura de 1,65 mm, la cual es aceptable (fig. 6.4).

Debido a que los rodillos hacen contacto por la --

parte exterior de la cañuela, el radio se verá incrementado por el espesor del material, por lo que tenemos:

$$r_4 = r_3 + e$$

$$r_4 = 1,4 + 0,23$$

$$r_4 = 1,63 \text{ mm}$$

Como se explicó anteriormente fué necesario hacer otro paso intermedio para lograr el perfil deseado.

Para el radio de estos rodillos intermedios se tomó un promedio de los grados de curvatura del primer y tercer par de rodillos, por lo tanto tenemos:

$$n = \frac{180 + 285}{2}$$

$$n = 232,5^\circ$$

sustituyendo, este valor:

$$r_5 = \frac{360 (7)}{2\pi (232,5)}$$

$$r_5 = 1,72 \text{ mm}$$

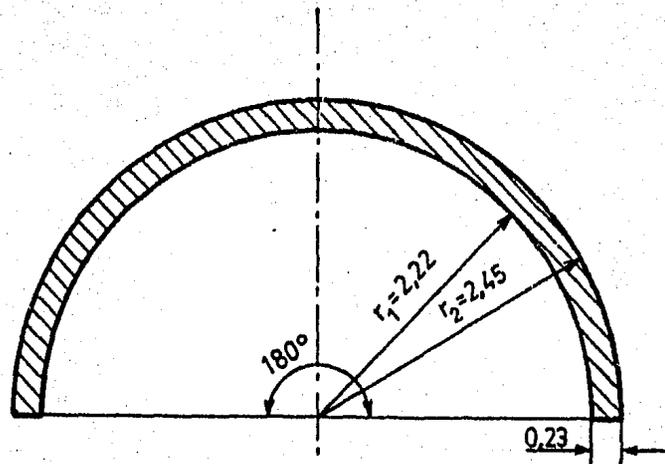
Pero debido a que también estos rodillos hacen contacto en la parte exterior de la cañuela, el radio se verá incrementado por el espesor (fig. 6.4).

$$r_6 = r_5 + e$$

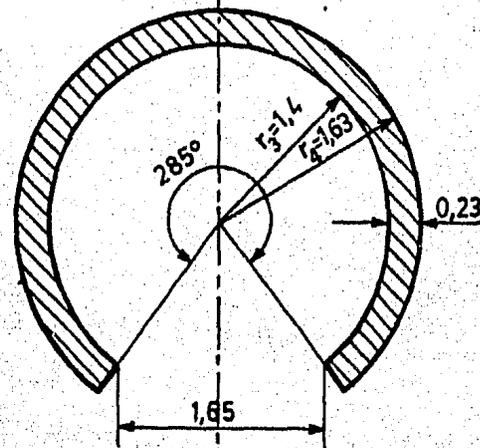
$$r_6 = 1,72 + 0,23$$

$$r_6 = 1,93 \text{ mm}$$

Primer paso de doblado de 0° a 180° .



Tercer paso de doblado de $232,5^\circ$ a 285° (cañuela -- terminada).



Segundo paso de doblado de 180° a $232,5^\circ$.

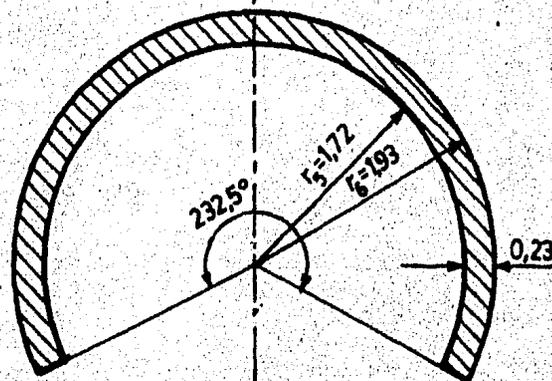


Fig. 6.4. Secuencia del diseño de doblado de la cañuela.

6.2. BASTIDOR.

La primera idea fué soportar los rodillos mediante ejes horizontales apoyados en ambos extremos mediante una estructura cuadrada como se muestra en la figura 6.5.

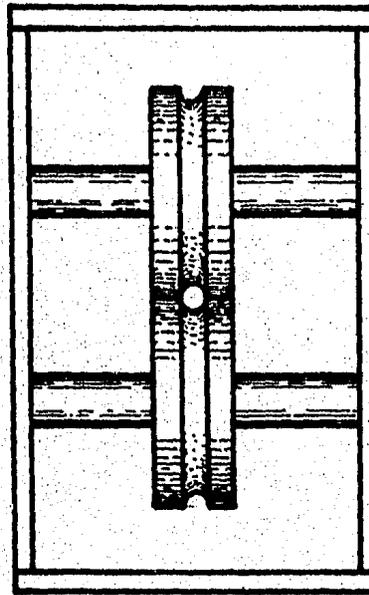


Fig. 6.5.

Esta estructura es bastante aparatosa, complicada y además cuando se requieren hacer los ajustes necesarios para posicionar los rodillos correctamente tenemos en -- juego muchas variables; las cuales son: la cuadratura de la estructura, la posición de los rodillos a través del

eje para tenerlos perfectamente alineados, la horizontalidad de los ejes y la altura relativa de éstos ya dentro del sistema para regular la rectitud del perfil obtenido. Asimismo se presenta la dificultad para introducir la tira de latón a través de los rodillos al inicio del doblado.

Por todas estas razones, esta alternativa para el bastidor se abandonó para elegir otra más sencilla y -- práctica que se describe a continuación.

Como la fuerza para deformar la cinta de latón es pequeña debido a que el calibre de ésta es de 0,23 mm, y también lo es la presión de contacto entre los rodillos, se optó por usar un perfil de sección "U" como bastidor y colocar los ejes en voladizo (cantilever).

Antes de seleccionar el perfil de sección "U", se hicieron pruebas con una placa de aluminio de 12,5 mm de espesor para apreciar la rigidez que ésta presentaba al apoyar los ejes en voladizo y además se vieron las ventajas que con esto se obtenía, esto es, ya sólo existían las siguientes variables para ajustar el sistema; la posición de los rodillos a través del eje y la altura relativa de éstos dentro del sistema, teniendo además la facilidad de introducir la tira de latón a través de los rodillos al inicio del doblado.

Este bastidor quedó formado por dos partes; el per-

fil de sección "U" el cual contiene todos los componentes para el formado, y una placa base sobre la cual se fijaron el motor y el reductor. El perfil de sección -- "U" es posible desplazarlo sobre la placa y fijarlo por medio de tres tornillos. Esta forma de sujeción se hizo con el fin de lograr separar el perfil y así facilitar la alineación de los elementos de formado (fig. 6.6).

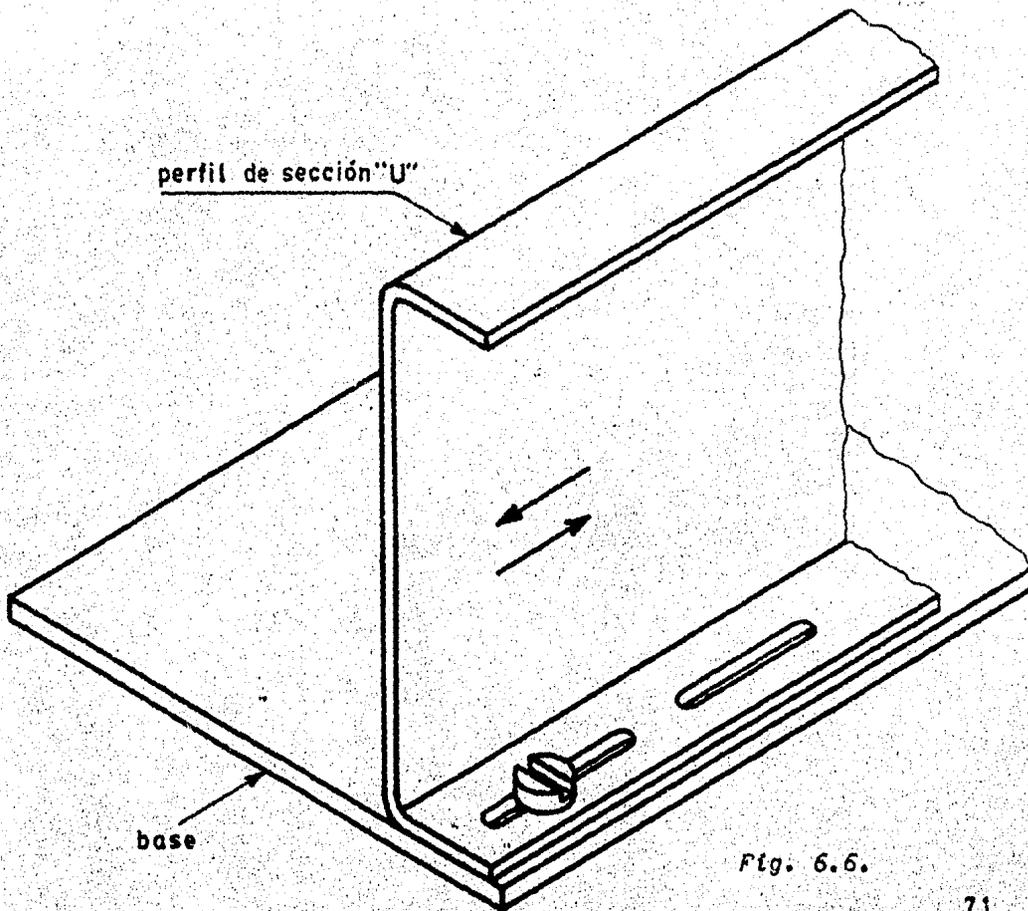


Fig. 6.6.

6.3. EJE Y BUJE.

Inicialmente se había pensado conjuntamente con la primera idea del bastidor, en un eje apoyado en ambos extremos y el rodillo girando mediante bujes sobre el eje, pero como ya dijimos, esta opción no fué satisfactoria.

Posteriormente, se pensó en un eje con un par de bujes fijos a éste, para que girase en un barreno hecho en el perfil "U" del bastidor previamente definido llevando de un lado una catarina para transmitirle movimiento y al otro lado del bastidor el rodillo, todo aprisionado con tuerca y contratuerca en ambos extremos del eje. Esta disposición se ideó viendo la ventaja de concentrar las fuerzas debidas a la catarina y al rodillo en el apoyo del eje, disminuyendo así la flexión de éste. Analizando esta opción se encontró que con una pequeña holgura entre el buje y el bastidor se obtendría mucho juego en el eje, lo que haría perder la perpendicularidad entre éste y el bastidor, en consecuencia no habría rigidez en el sistema. Lo expuesto anteriormente es suficiente para no seguir trabajando sobre esta alternativa.

Otra alternativa fué fijar rígidamente el eje al bastidor mediante una tuerca en un extremo roscado del

eje, quedando éste en voladizo, sobre el cual giraría - el rodillo mediante un par de bujes y una catarina unidos firmemente al rodillo. En cuanto a la lubricación, se haría mediante una graserá colocada en el extremo -- del eje y un barreno axial en éste el cual llegaría a u nirse con un barreno perpendicular para llevar el lubri-u cante a la superficie del eje y los bujes.

El ajuste axial de los bujes se haría mediante una tuerca y contratuerca en el extremo del eje.

Esta alternativa ya fué bastante buena, sólo se le hicieron algunos cambios, tales como hacer el buje de u na sola pieza y roscado en un extremo para ensamblarlo firmemente con la catarina y el rodillo. Por lo que es la adecuada para el sistema, ésta se muestra en las figuras 6.2 y 6.7.

El eje debe ser de un material capaz de resistir - el desgaste al que va a estar sometido, puesto que so-- bre él girará el buje y debe tener relativa facilidad - para el maquinado. Por lo tanto, el material adecuado - para el eje es un acero AISI C1045 laminado simple, es-u pecial para ejes.

El material utilizado en la fabricación de los bujes fué un bronce fundido fosforado, ya que no fué posiu ble conseguir algún otro en el mercado con mejores ca-- racterísticas.

6.4. SISTEMA MOTRIZ.

Tomando en cuenta que cualquier taller artesanal -- cuenta con una toma de corriente alterna, con 120 volts y una fase, resulta conveniente que la fuente de energía para el sistema sea ésta, lo cual implica el uso de un motor eléctrico.

Para determinar la potencia mínima que el motor requeriría, se procedió a medir la fuerza tangencial que necesitan los rodillos, para esto, se montaron los tres pares de rodillos en el perfil de aluminio, con los ejes y bujes como antes se mencionó, la cinta de latón se jaló a través de los rodillos mediante un dinamómetro, obteniéndose así que la fuerza tangencial necesaria para el formado del perfil es de 13,5 kilogramos.

Luego, para obtener el par que se debe transmitir a los rodillos tenemos:

$$T_r = F_t \cdot r$$

donde:

T_r = par a transmitir en los rodillos.

F_t = fuerza tangencial en los rodillos.

r = radio de los rodillos = 0,03 m.

sustituyendo:

$$T_r = 13,5 \times 0,03 \text{ m}$$

$$T_r = 0,405 \text{ kg m}$$

En el método artesanal el tiempo del doblado de la cañuela, quitando los tiempos de preparación, es de aproximadamente 30 cm/s, este tiempo será el que se tomará como base para definir el tiempo del doblado del nuevo sistema. Por lo cual la velocidad tangencial de los rodillos será de 30 cm/s aproximadamente.

Por lo tanto la velocidad angular requerida en los rodillos es:

$$\omega = \frac{V_t}{r}$$

donde:

V_t = velocidad tangencial de los rodillos.

r = radio de los rodillos.

sustituyendo valores:

$$\omega = \frac{0,3}{0,03}$$

$$\omega = 10,0 \text{ rad/s}$$

De la fórmula de la potencia tenemos:

$$P = T_r \omega$$

donde:

T_r = par a transmitir en los rodillos.

ω = velocidad angular en los rodillos.

$$P = 0,405 \times 10,0$$

$$P = 4,05 \text{ kg m/s}$$

por lo tanto:

$$P = \frac{4,05}{76}$$

$$P = 0,0533 \text{ HP}$$

$$P = 1/19 \text{ HP}$$

De la información comercial conseguida acerca de motores y motorreductores, se encontró que los motorreductores son de potencias de 1/4 de HP o mayores, lo cual no conviene por ser demasiados grandes y además tienen un alto costo, en cuanto a los motores se encontraron de corriente directa a bajas potencias y rpm, pero con el gran inconveniente de que para su uso es necesario usar un transformador y un rectificador de corriente alterna, que representan un alto costo, por lo que se abandonó la idea de usar un motor de este tipo. Por último, se encontró un motor monofásico de corriente alterna de 120 volts, potencia nominal de 1/10 HP, 1750 rpm y un bajo costo. Este tipo de motor es el más conveniente para utilizarse en el sistema por lo cual fué seleccionado.

Como se puede apreciar la potencia requerida es de 1/19 HP y este motor da una potencia de 1/10 HP, la potencia en exceso es:

$$\left(\frac{P_n}{P} - 1 \right) 100 = P_e$$

donde:

P_n = potencia nominal del motor seleccionado.

P = potencia requerida.

P_e = potencia en exceso.

sustituyendo valores:

$$\left(\frac{0,1}{0,054} - 1 \right) 100 = 85,18 \%$$

Esto es, el motor tiene un 85,18 % de más de la potencia que requieren los rodillos, lo cual es conveniente para absorber las pérdidas en la transmisión, tener una operación holgada del sistema, una larga vida del mismo y la posibilidad de formar otros perfiles que requieran una mayor potencia del motor.

Debido a las altas rpm del motor seleccionado, se necesitará un reductor de velocidades. Las principales formas de reducir las rpm son: mediante cadenas, bandas, engranes y tornillo sin fin con corona. Las reducciones mediante engranes tienen el inconveniente de su alto costo y para reducciones altas se necesitan varios pasos; por lo que toca a la reducción mediante bandas y cadenas las dificultades que presentan son que ocupan mucho lugar, es necesario la fabricación de flechas para soportar las catarinas o poleas y además para lograr una reducción alta es necesario usar varios pasos. En cuanto a la reducción mediante el uso de un tornillo sin fin con corona se tiene la ventaja de que se pueden lograr grandes reducciones de velocidades con un solo paso, además de su bajo costo y fácil acoplamiento.

Para la selección de éste, es necesario saber la -

reducción de velocidad que se requiere, por lo que las rpm deseadas en los rodillos serán:

$$N_r = \frac{60 \omega}{2\pi}$$

donde:

ω = velocidad angular en los rodillos.

sustituyendo valores:

$$N_r = \frac{60 (10)}{2\pi}$$

$$N_r = 95,5 \text{ rpm}$$

Las rpm del motor seleccionado son:

$$N_m = 1750 \text{ rpm}$$

De la fórmula de relación de velocidad tenemos:

$$R = \frac{N_m}{N_r}$$

sustituyendo valores:

$$R = \frac{1750}{95,5}$$

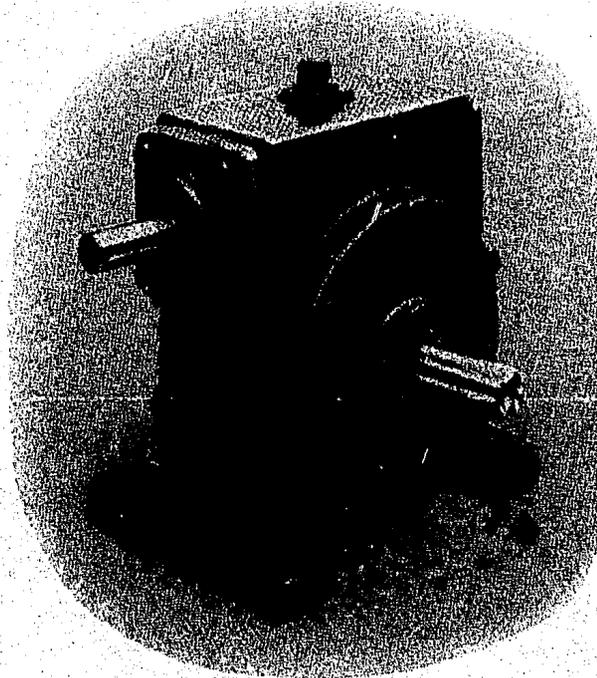
$$R = 18,32$$

Que es la relación buscada. Consultando la tabla - 6.1, para el tamaño 509 seleccionamos la reducción 12:1, con una capacidad de 0,26 HP para 1750 rpm. Esta potencia es mayor a la que el motor puede proporcionar, por lo que es satisfactoria su capacidad.

La salida real del reductor será de:

TIPO CORONA Y SIN FIN.

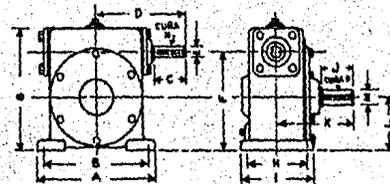
Tabla 6.1. Reductor de velocidad, características y dimensiones.



CAPACIDADES EN HP.

TAMAÑO. 509

Reducción	R.P.M. DEL GUSANO Y H.P. CORRESPONDIENTES.								
	100	200	300	580	720	870	1150	1450	1750
12	.032	0.052	0.078	0.130	0.156	0.175	0.200	0.230	0.260
20	.037	0.060	0.090	0.150	0.180	0.200	0.240	0.270	0.300
30	.030	.050	.075	.125	.150	.170	.200	.225	.250
40	.025	.040	.060	.100	.120	.130	.150	.175	.200
60	.016	.025	.040	.060	.075	0.90	.100	.115	.130



509 513 Y 517

DIMENSIONES GENERALES

TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Peso Kgs.
509 Pigs. Cms.	5 1/4 13.33	4 10.16	1 1/4 3.18	3 7/8 9.84	1/2 1.270	4 1/16 10.32	5 1/8 13.02	2 3/4 6.98	3 5/8 9.11	1 5/8 4.12	3 1/2 8.90	2 5/16 5.87	5/8 1.588	3/32 0.238	3/16 0.476	4.00

$$N = \frac{N_r}{R}$$

sustituyendo valores:

$$N = \frac{1750}{12}$$

$$N = 145,8 \text{ rpm}$$

Como se requieren 95,5 rpm en los rodillos, se seleccionaron las catarinas que transmitirían la potencia del reductor a los rodillos, de tal manera que se logren estas rpm o algo muy próximo.

Para el acoplamiento del motor y el reductor se utilizó un cople de hule, con el fin de absorber pequeños desalineamientos que pudieran existir entre las flechas del motor y del reductor, para evitar transmitir vibraciones y golpeteos entre estos dos elementos y como pieza que fallará en caso de que el sistema se trabe, (fig. 6.8).

La transmisión de potencia, inicialmente se dió a uno de los rodillos del primer paso debido a que en éste se tiene la mayor presión de contacto entre rodillos y cinta de latón. Se realizaron pruebas y se observó que el material resbalaba en los rodillos de los dos pasos siguientes, por lo que se decidió transmitir la potencia a los rodillos inferiores de los tres pasos. En esta transmisión se decidió usar cadena de rodillos y catarinas, para obtener una velocidad angular igual en

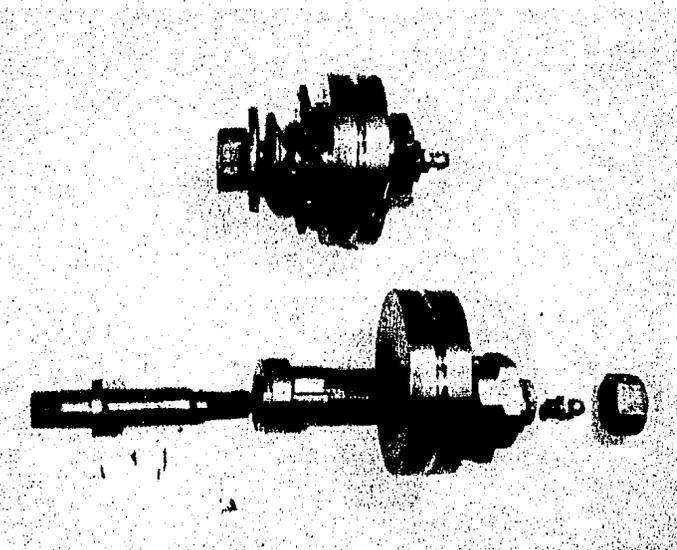


Fig. 6.7. Conjunto eje, buje y rodillo.

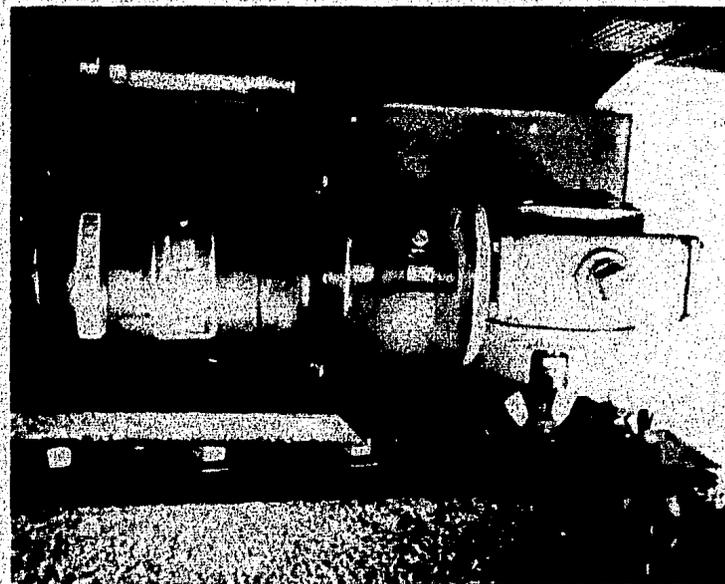


Fig. 6.8. Vista superior del motor y reductor acoplados al sistema.

todos los rodillos.

La cadena se seleccionó entre las más comerciales - debido a su bajo costo y no en función de la resistencia, ya que hasta la más pequeña resulta con resistencia de - sobra.

De la tabla 6.2 se seleccionó la número 35, cuyas - características aparecen en la misma tabla. Como se pue- de ver la carga de rotura de la cadena es de 1050 kg y - comparada con la carga requerida de 13,5 kg aproximada-- mente resulta sobrada.

Debido a que se usó cadena para esta transmisión, fué necesario acondicionar un templador el cual se colo- có en seguida de la flecha motriz, este dispositivo tie- ne el objetivo de absorber sobretensiones de la cadena y al mismo tiempo hacerla más silenciosa, este templa-- dor consta de un eje, una catarina loca y un resorte, - el cual va fijado al bastidor. También fué necesario -- desviar la cadena por medio de una catarina, un buje y un eje, sostenidos en el bastidor, esto tiene como obje- tivo que se tenga una mayor superficie de contacto en-- tre la cadena y catarinas del segundo y tercer rodillos motrices.

En cuanto a las catarinas, las tres que van acopla- das a los rodillos motrices, se eligieron del mismo ta- maño para imprimirles la misma velocidad angular y evi-

tar deslizamientos entre la cinta de latón y los rodillos formadores, obteniendo un movimiento más uniforme de la cinta de latón.

El paso de las catarinas viene dado por el paso de la cadena seleccionada anteriormente que es de 9,525 mm.

El número de dientes está en función de las dimensiones de los elementos que interactúan con las catarinas y de la uniformidad que se desea durante la operación, por lo que se eligieron quince dientes para las catarinas -- conducidas.

La catarina conductora se acopla por medio de una prolongación para transmitir la potencia a los rodillos; ésta se eligió de diez dientes para reducir las rpm de salida del reductor, con esta catarina se obtuvo en los rodillos la velocidad que se planteó al principio, pero, es posible modificar la velocidad de doblado de la cañula cambiandola por una de mayor número de dientes. Puede notarse que las catarinas son pares e impares, con el -- fin de que se alternen los rodillos de la cadena con los dientes y se obtenga un desgaste más uniforme. En cuanto a la resistencia de los dientes, no se calcula si son de buena fundición o de acero, puesto que la resistencia de la cadena y sus dimensiones que determinan las de los -- dientes, ya están de acuerdo con la resistencia de éstos.

Ya teniendo definido el sistema motriz, se puede ob

tener la velocidad real del perfil terminado.

Hay dos pasos de reducción de la velocidad desde el motor hasta los rodillos, una reducción es de 12:1 debida al reductor y la otra es por la diferencia de tamaño de la catarina conductora con las conducidas y es de --- 1,5:1. Entonces las rpm de los rodillos son:

$$N_r = \frac{1750}{12 (1,5)}$$

$$N_r = 97,22$$

La velocidad de salida de la cañuela de latón esta dada por:

$$V_c = \frac{2\pi N_r}{60} r$$

donde:

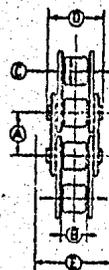
N_r = rpm de los rodillos.

r = radio de los rodillos.

sustituyendo valores:

$$V_c = \frac{2\pi (97,22)}{60} \cdot 0,03$$

$$V_c = 0,305 \text{ m/s}$$



CADENA DE RODILLOS													
FILAS	DESIGNACION	PASO A		Ancho interior mínimo	Ø del rodillo o cañuelo	Ancho máx. sobre eje	Luz lateral mínima		Separación entre filas	Superficie de articulación	Carga aprox. de rotura	Eslabones por metro aprox.	Peso por metro
		Pulgadas	mm.				B mm.	C mm.						D mm.	E mm.	F mm.
NORMA ASA													
SIMPLE	35	3/8	9,525	4,77	5,09	11,90	17,--	--	--	0,27	1050	105	0,330
	40	1/2	12,70	7,95	7,92	16,3	22,--	--	--	0,45	1850	79	0,640
	50	5/8	15,875	9,53	10,16	20,1	25,50	--	--	0,71	2900	63	1,040
	60°	3/4	19,05	12,70	11,91	26,--	35,--	--	--	0,97	3900	53	1,580
	80°	1	25,40	15,88	15,88	35,30	43,8	--	--	1,76	6700	39	2,610
	100°	1 1/4	31,75	19,05	19,05	43,40	54,4	--	--	2,58	11000	31	3,850
	120°	1 1/2	38,10	25,40	22,23	53,40	65,4	--	--	3,90	15000	26	5,550
	140°	1 3/4	44,45	31,40	25,40	61,50	76,--	--	--	4,67	21000	23	7,700
	160°	2	50,80	31,75	28,58	69,30	84,--	--	--	6,40	26500	20	10,000
	180°	2 1/4	57,15	35,72	35,70	78,40	98,--	--	--	8,80	34200	17	13,250
200°	2 1/2	63,50	38,10	39,67	84,90	111,--	--	--	10,85	43000	15	18,690	

Tabla 6.2.

6.5. ENDEREZADOR.

La implementación de un sistema enderezador para el perfil, surgió de las pruebas realizadas durante las cuales se obtenía la cañuela con una curvatura, debida seguramente a pequeñas fluencias en el material ocurridas en el primer par de rodillos, ya que éstos realizan la mayor parte del trabajo de deformación de la cinta y tienen una gran presión de contacto con el material.

El enderezador consta de tres rodillos pequeños montados cada uno en un eje mediante un rodamiento de bolas. Estos ejes se sujetan a una pequeña placa, siendo dos fijos y uno ajustable en sentido vertical. En cuanto a la distancia de la placa a los rodillos, es ajustable mediante los ejes ya que son roscados y con una contratuerca para su fijación. Además, la placa se sujeta al bastidor mediante un tornillo para poder ajustar el conjunto dándole movimiento, y así, poder dar un efecto de curvado a la cañuela en sentido contrario a la curvatura con la cual sale, obteniéndose un perfil suficientemente recto.

Este sistema se puede apreciar en la figura 6.9.

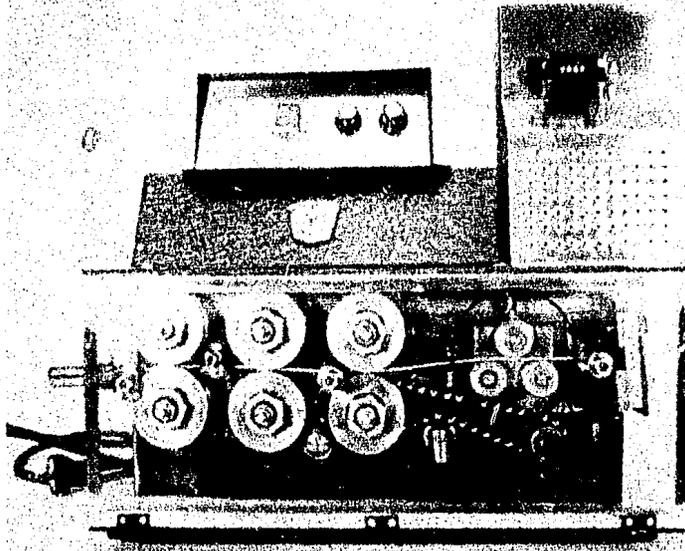


Fig. 6.9. Vista frontal de la máquina.

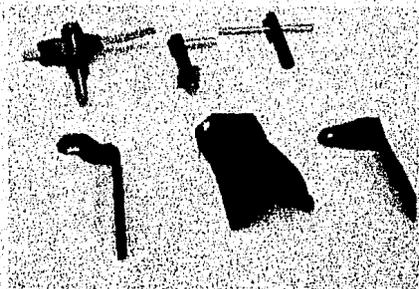
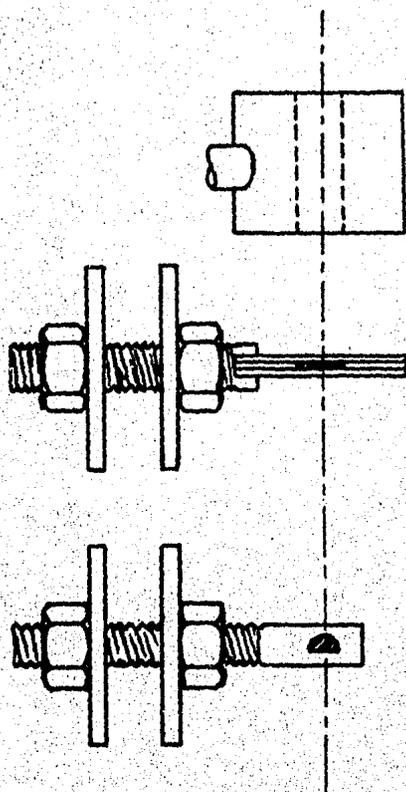


Fig. 6.10. Guías de prueba.

6.6. GUIAS.

El sistema de guías se fué definiendo conforme se desarrollaban las pruebas. En un principio se improvisaron guías rudimentarias e imprecisas, las cuales consistían en trozos de lámina perforada a la forma requerida (fig. 6.10). Con tales guías fué suficiente para ver sus efectos en la mejora de la conducción de la cinta. Basado en la experiencia de tales guías se diseñaron otras tomando detalles tales como son: sujeción, durabilidad y funcionalidad. Estas se muestran en la figura 6.11.



Primer guía.

Segunda y tercer guía.

Fig. 6.11.

6.7. CARRETE.

Por ser un proceso continuo, resulta conveniente adquirir el material a trabajar en rollos al ancho requerido, ya que en el mercado hay la posibilidad de adquirirlo de esta manera. De aquí, surgió la necesidad de crear un carrete para soportar el rollo de cinta de latón y poderla alimentar al sistema automáticamente conforme se va consumiendo.

Los requerimientos del carrete son tales que deberán alojar un rollo de cinta de latón con un ancho de 7 mm y con diámetros tanto interior como exterior variables, ya que el fabricante los suministra con diferentes diámetros.

Para absorber la variación del diámetro interior de los rollos de la cinta de latón, se hicieron tres ranuras alargadas con los respectivos ejes coincidentes en el centro del carrete y con una separación angular entre los mismos de 120° . A través de cada una de estas ranuras se recorre un tornillo para ajustarse al diámetro interior del rollo.

Para facilitar el giro del carrete y no tener ninguna oposición para el paso de la tira de latón hacia los rodillos, se usó en dicho carrete un rodamiento de bolas que se tenía a la mano.

El carrete se compone de dos discos, uno de ellos - fijo y el otro desmontable por medio de cuatro tuercas - semejantes a unas arandelas, sólo que roscadas en su centro y moleteadas exteriormente para colocarse manualmente. De esta forma se facilita el montaje de la cinta de latón, haciendo más rápido este proceso (figuras 6.12, - 6.13 y 6.14).

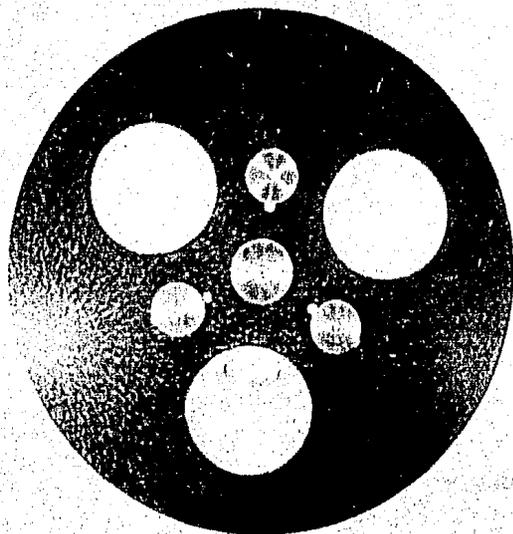


Fig. 6.12. Vista frontal del carrete.

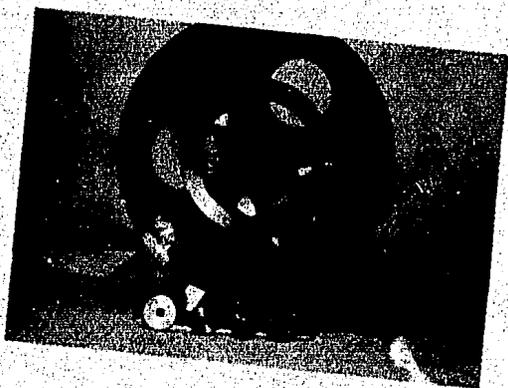


Fig. 6.13. Carrete desarmado.

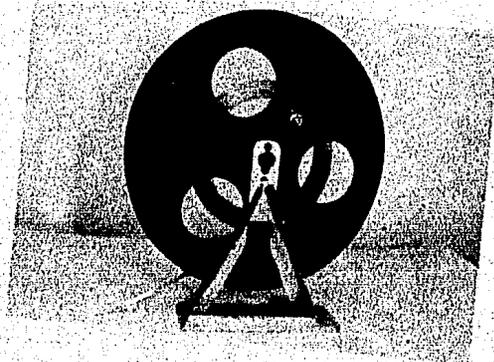


Fig. 6.14. Vista posterior del carrete.

6.8. CORTADOR.

Como la cinta de latón va a ser alimentada mediante un rollo, la cañuela ya formada sale de una manera continua de los rodillos formadores, hasta agotar el rollo, - por lo que se vió la necesidad de colocar un cortador de cañuela a la salida de la máquina. Este debía cortar tramos de cañuela a un tamaño predeterminado de acuerdo a - la aplicación que se le va a dar, para no tener desperdicios.

La variación en los tamaños de cañuela se debe ajustar mediante la operación del cortador, la gama de tamaños cortados debe hacerse en forma continua.

Inicialmente se había pensado en poner un cortador accionado mecánicamente, pero sincronizar la acción de - éste con el movimiento del sistema implicaba obtener sólamente determinadas longitudes de cañuela y resultaba - ser un sistema bastante complejo, por lo que no se prosiguió trabajando sobre esta idea.

Como se requiere un rango continuo en cuanto a las longitudes de la cañuela de latón, se pensó en colocar - un cortador accionado eléctricamente.

Trabajando sobre esto, se trató de utilizar un electroimán de corriente directa, conocido comercialmente como "Automático de marcha". Pero éste presentó el proble-

ma de que para su operación se requiere una corriente de 27 amperes, un transformador de gran capacidad y un rectificador de corriente, por lo cual no se utilizó éste.

Posteriormente se encontró en el mercado un electroimán de corriente alterna, de 120 volts, 3,6 amperes y con una fuerza de 8 kg; éste resultó ser la alternativa adecuada para accionar al cortador.

El principio de funcionamiento para el cortador de la cañuela es el cizallado de la misma, por lo que se procedió a elaborarlo con esta idea.

El cortador es una solera con un inserto fijo y ajustable, hecho a partir de una herramienta de corte (buril), este inserto tiene una forma de "U" para soportar la cañuela y cizallarla maltratándose lo menos posible. Además tiene otra ranura de sección cuadrada en la cual se desliza otra herramienta de corte (buril), con una punta de tal manera que el corte lo hace con un cierto ángulo; para disminuir la fuerza requerida, esta herramienta está provista de un resorte para restablecer el cortador después de ser accionado por el impacto que recibe del electroimán, cizallando así el perfil de latón (fig. 6.15).

La señal para el accionamiento del electroimán se intentó darla por medio de un microswitch, el cual puede colocarse a diferentes distancias del cortador, para así

obtener varias longitudes de cañuela. Debido a que la cañuela al ir saliendo en forma continua es la que toca al microswitch y éste a su vez acciona al electroimán haciendo bajar la herramienta de corte con lo que se tendrá el tramo cortado de cañuela, se tiene el inconveniente de -- que al ir saliendo la cañuela ya formada tenderá a flexionarse por su mismo peso, antes de llegar a tocar al microswitch para accionar al cortador, por lo que se tendría -- que usar un sistema para quitar al perfil al microswitch y así poder dar la señal de corte; además, este sistema deberá remover la cañuela ya cortada de manera inmediata para evitar que ésta mantenga energizado al cortador, obstruyendo la salida de la cañuela que se sigue formando y estropeando así el proceso. Debido a lo anterior se desistió de esta idea.

En el mercado se encontró un aparato llamado alternador, éste manda una señal eléctrica cada cierto tiempo, -- siendo variable mediante una perilla, efecto con lo que -- se obtienen distintas longitudes de cañuela. Además, cuenta con otra perilla para regular el tiempo de la señal -- que envía. Este aparato resulta bastante práctico y simplifica el sistema de corte, por lo que fué seleccionado para formar parte del sistema (fig. 6.16).

Para calcular la fuerza necesaria para el corte de -- la cañuela formada, se recurrió a un método gráfico,

debido a que no es posible calcularla con una fórmula directa.

Este método consiste en hacer el cálculo para pequeñas secciones de cañuela según avanza el cortador; se dibujan la sección transversal de la cañuela y la punta del cortador a una escala; se marca la penetración del cortador a profundidades constantes, con lo cual se obtienen determinadas áreas. Para el cálculo de la fuerza se usa la fórmula:

$$F = A \sigma_t$$

donde:

A = área de la cañuela.

σ_t = esfuerzo cortante combinado.

pero tenemos que:

$$\sigma_t = 3/4 \sigma_r$$

donde:

σ_r = esfuerzo de rotura por tracción.

Para el latón se tiene que:

$$\sigma_r = 25 \text{ kg/mm}^2$$

sustituyendo:

$$\sigma_t = 3/4 (25)$$

$$\sigma_t = 18,75 \text{ kg/mm}^2$$

Con el método gráfico calculamos la mayor área de corte y por lo tanto podemos calcular la fuerza mínima -

para poder cortar a la cañuela, la cual nos la deberá de proporcionar nuestra sistema de corte.

Basado en la figura 6.17, se obtiene la tabla 6.3.

Penetración cada 0,2 mm.	A (área) mm ² .	σ_t Kgf/mm ²	F (fuerza) Kgf.
1	0,0672	18,75	1,26
2	0,07	18,75	1,31
3	0,0728	18,75	1,36
4	0,0756	18,75	1,41
5	0,0784	18,75	1,47
6	0,084	18,75	1,57
7	0,0896	18,75	1,68
8	0,1464	18,75	2,74
9	0,224	18,75	4,2
10	0,29	18,75	5,43
11	0,3777	18,75	7,08
12	0,108	18,75	2,02
SUMA DE FUERZAS			31,53

Tabla 6.3.

De esta tabla, tenemos que la mayor área de corte es:

$$A = 0,377 \text{ mm}^2$$

sustituyendo:

$$F = 0,3777 (18,75)$$

$$F = 7,08 \text{ kg}_f$$

Como esta fuerza es menor que la que nos proporciona el electroimán (8 kg_f), se estará seguro de que siempre -

se cortará la cañuela de latón.

Para comprobar este método, se comparará haciendo el cálculo como si se cortara la cañuela sin doblar.

Por lo tanto tenemos:

$$F = A \sigma_t$$

y

$$A = a e$$

donde:

a = ancho de la cinta.

e = espesor de la cinta.

por lo tanto:

$$A = 7 (0,23)$$

$$A = 1,61 \text{ mm}^2$$

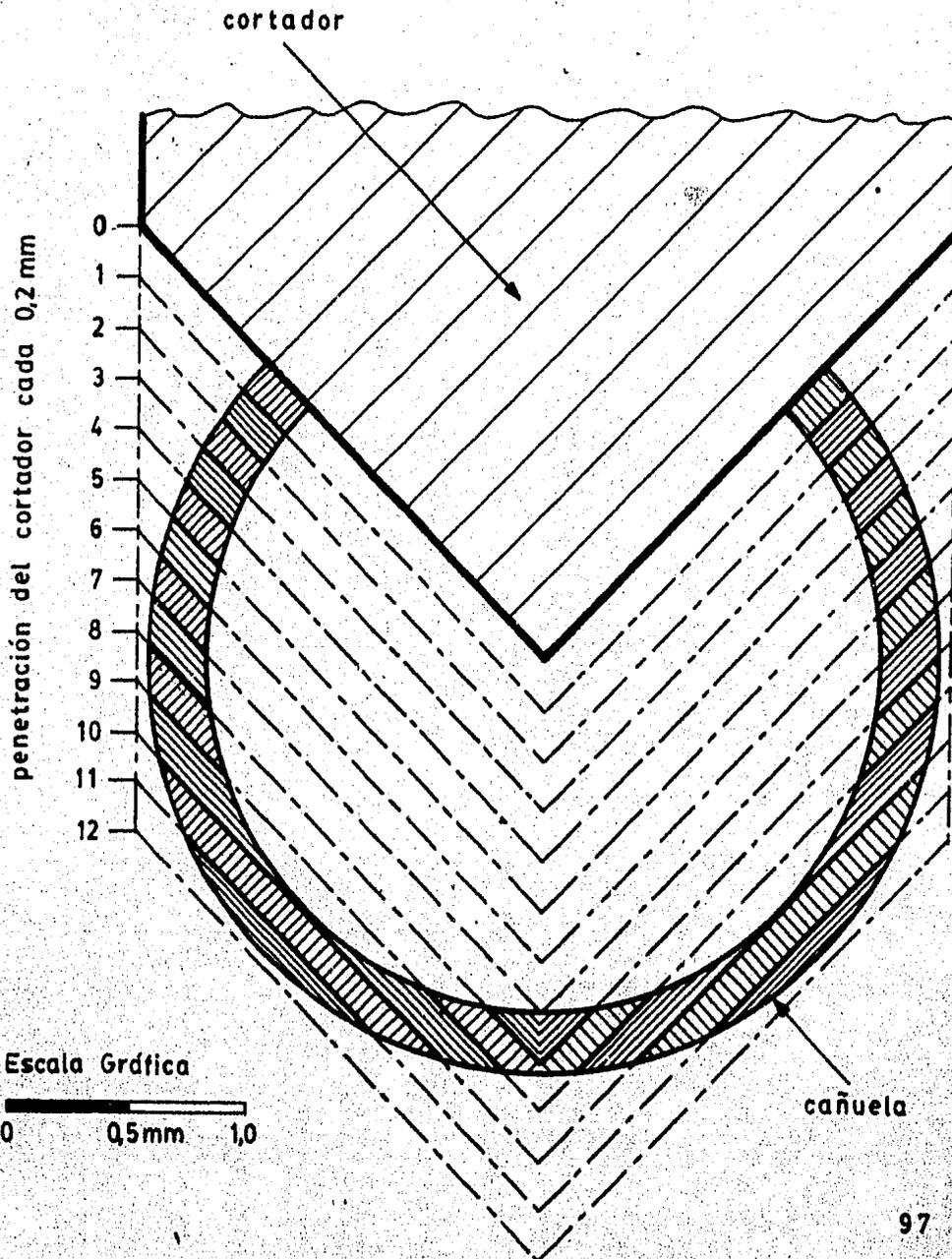
sustituyendo:

$$F = 1,61 (18,75)$$

$$F = 30,19 \text{ kg}_f$$

Este valor es casi idéntico a la sumatoria de los - valores obtenidos por el método gráfico, con lo cual queda demostrado su confiabilidad.

Fig. 6.17. Método gráfico para la determinación de la fuerza máxima.



6.9. CUBIERTA.

La cubierta en todo diseño responde a requerimientos de protección tanto al equipo como al operador, además de presentar una apariencia agradable.

Para dar una mayor protección al motor y al reductor se construyó una cubierta de lámina, la cual está provista de rejillas para lograr una ventilación eficiente (fig. 6.18). Esta cubierta esta unida al bastidor por medio de tornillos para facilitar las reparaciones que pudieran requerir el motor y el reductor (fig. 6.8). Además tiene una tapa lateral para facilitar mediante un pequeño volante el movimiento manual de las flechas y así poder introducir la tira de latón al inicio de la operación del doblado de la misma (fig. 6.15).

Al electroimán y al alternador también se les hicieron sus respectivas cubiertas para protegerlos del medio ambiente; teniendo además la cubierta del electroimán una serie de orificios que le sirven de ventilación (fig. --- 6.16).

El alojamiento de los elementos formadores, se cubrió mediante una tapa de acrílico, la cual se puede abatir por medio de unas bisagras y se mantiene cerrada mediante un broche (fig. 6.19), ésta protege a los rodillos, guías, enderezador, cortador, cadena y catarinas del pol-

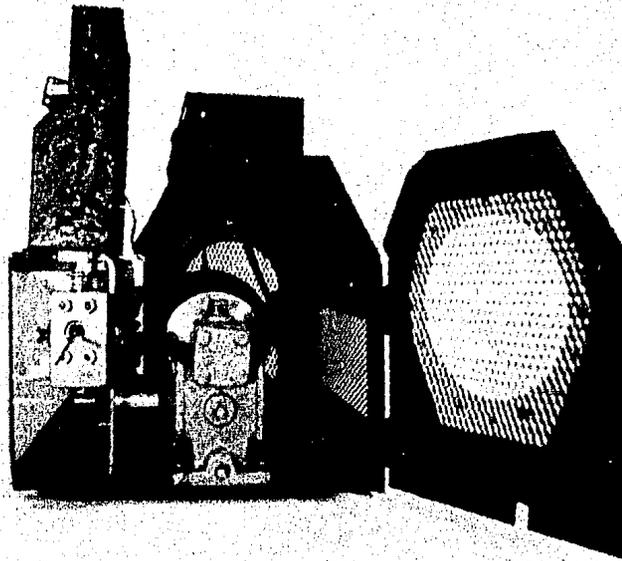


Fig. 6.15. Vista lateral de la máquina.

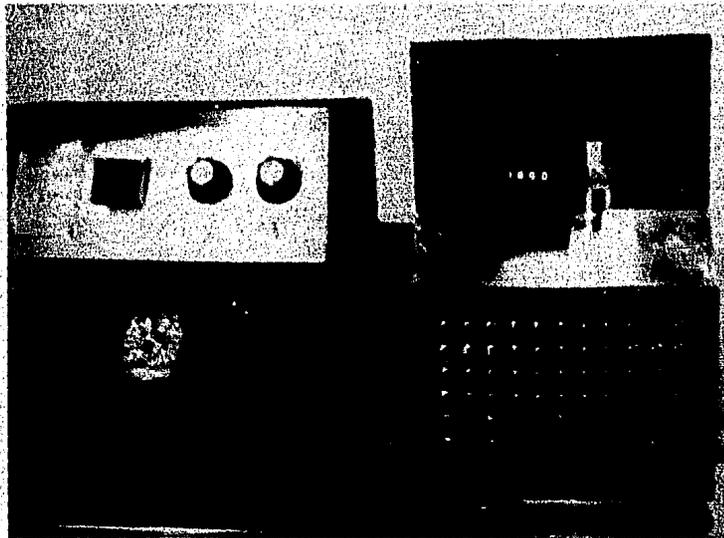


Fig. 6.16. Vista de las cubiertas del alternador y del electroimán.

vo o agentes extraños, como pudiera ocurrir que el operador introdujera los dedos o algún objeto ajeno. Cuando -- los elementos antes mencionados requieran de algún mantenimiento, esta tapa facilita el acceso a los mismos.

Con el objeto de proteger la cubierta del medio ambiente se le aplicó pintura horneada que tiene varias ven tajas como son la gran durabilidad, adherencia y de aspec to agradable (fig. 6.19).

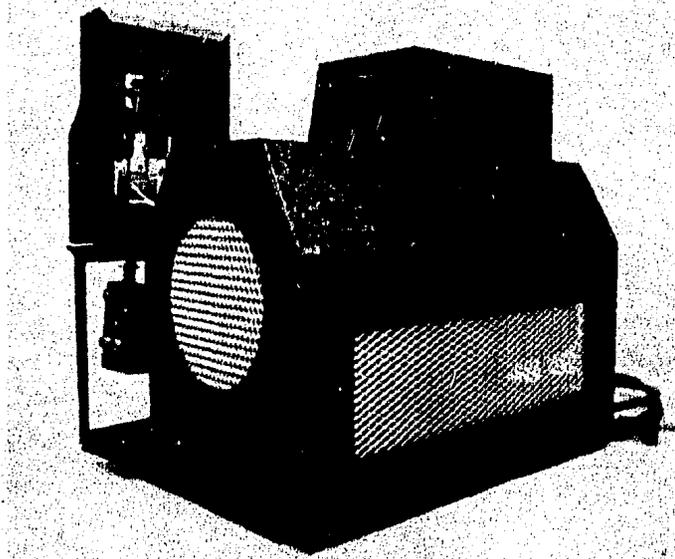


Fig. 6.18. Vista posterior de la máquina.

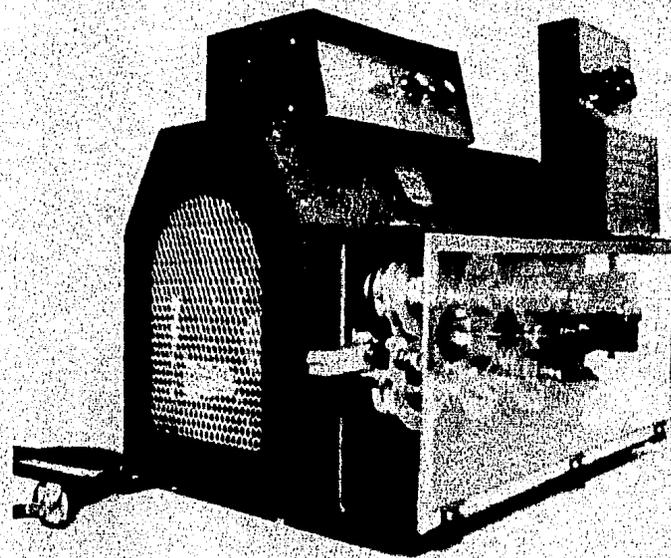


Fig. 6.19. Perspectiva frontal de la máquina.

6.10. LUBRICACION.

Los lubricantes se utilizan para reducir el rozamiento en los cojinetes y superficies deslizantes de las máquinas, disminuyendo así el desgaste, calentamiento y posibilidad de agarrotamiento de las piezas; por lo anterior, fué de importancia para el diseño de los elementos tener en cuenta su adecuada lubricación.

Para el caso de los ejes se diseñaron con un barrenado en uno de sus extremos y un ducto que dirige el lubricante directamente hacia el buje de bronce, para evitar la salida del lubricante se colocó una grasera por donde es inyectado éste.

En cuanto al reductor, éste trae su propio sistema de lubricación como lo indica su placa.

La lubricación de la cadena se hará por aportación periódica de aceite con brocha o aceitera de mano, este tipo de lubricación se utilizará también en la corredera del cortador.

7. CONCLUSIONES.

La finalidad que tiene este trabajo es solucionar - un problema real, esto es, producir la cañuela a velocidad superior a la que actualmente se produce con los métodos artesanales actuales, los cuales como se vió son - muy rudimentarios.

Puesto que en la actualidad no existen máquinas para producir la cañuela de latón, este diseño es del tipo de innovación, esto es, se inicia con el planteamiento - de una necesidad y posteriormente la creación del sistema adecuado para satisfacerla.

Por lo tanto, para la creación de cada elemento del nuevo sistema fué necesario hacer diferentes pruebas de

funcionamiento hasta obtener los resultados satisfactorios.

Lo anterior fué muy importante, puesto que nos permite participar en muchas actividades, las cuales serán cotidianas en nuestra vida profesional.

Dentro de estas actividades podemos mencionar: prever y tener facilidad de captar las necesidades de la industria y del hombre mismo, tener una idea clara de lo que es un diseño para solucionar un problema dado, realizar la fabricación del sistema propuesto, tener un acercamiento con los productos que se pueden obtener del mercado, para poder evitar fabricaciones innecesarias y costos elevados.

Por otro lado nos dió la oportunidad de crear un mecanismo, esto es muy importante para cualquier estudiante de ingeniería, pues como se recordará esta es una actividad creativa.

Por último, para tener una idea de la eficiencia del sistema desarrollado para producir la cañuela de latón, se hace una comparación del tiempo que requiere cada metro de cañuela producida por cada método, como se muestra en la tabla 7.1.

METODO ANTIGUO.

Los tiempos se tomaron utilizando un tramo de lámina de latón de 0,20 m. X 1 m.

OPERACION	Tiempo (min.)
Cortado del tramo de lámina al largo requerido.	1
Marcado de puntos con un compás ajustado a 7 mm.	1
Rallado utilizando regla metálica.	2
Cortado de las tiras utilizando tijeras para lámina.	30
Primer doblado en el cañuelero de bloque.	30
Segundo doblado en el cañuelero de bloque.	15
Tiempo de preparación.	5
SUMA DE TIEMPOS.	84

Puesto que en un tramo de 20 cm. de ancho salen 28 - tiras de 7 mm., el tiempo de fabricación de cada metro es:

$$T_1 = \frac{84 \text{ min.}}{28}$$

$$T_1 = 3 \text{ min.}$$

$$T_1 = 180 \text{ s.}$$

METODO ACTUAL.

Los tiempos se tomaron utilizando un tramo de lámina de latón de 0,20 m. X 1 m.

OPERACION	Tiempo (min.)
Cortado del tramo de lámina al largo necesario.	1
Cortado de las tiras utilizando guillotina.	2
Despuntado de las tiras.	2
Doblado de la punta de la cinta con el cañuelero de bloque.	3
Formado del perfil con el cañuelero de ranura.	2
Enderezado del perfil en el cañuelero de ranura.	3
Tiempo de preparación.	5
SUMA DE TIEMPOS.	18

El tiempo de fabricación de cada metro es:

$$T_2 = \frac{18}{28} \text{ min.}$$

$$T_2 = 0,64 \text{ min.}$$

$$T_2 = 38,4 \text{ S.}$$

METODO FUTURO.

OPERACION	Tiempo (min).
Preparación del rollo.	5
Colocación manual de la cinta a través de los rodillos.	2
Tiempo de formado de la cinta del rollo (340 m.).	18,9
SUMA DE TIEMPOS.	25,9

El tiempo de fabricación de cada metro es:

$$T_3 = \frac{25,9}{340} \text{ min.}$$

$$T_3 = 0,076 \text{ min.}$$

$$T_3 = 4,57 \text{ S.}$$

METODO	TIEMPO (S.)
Antiguo	180
Actual	38,4
Futuro	4,5

Tabla 7.1. Comparación de tiempos.

De la tabla 7.1. se puede concluir que se mejoró el sistema artesanal, por lo que se cumplieron los objetivos planteados al inicio de la elaboración de este trabajo.

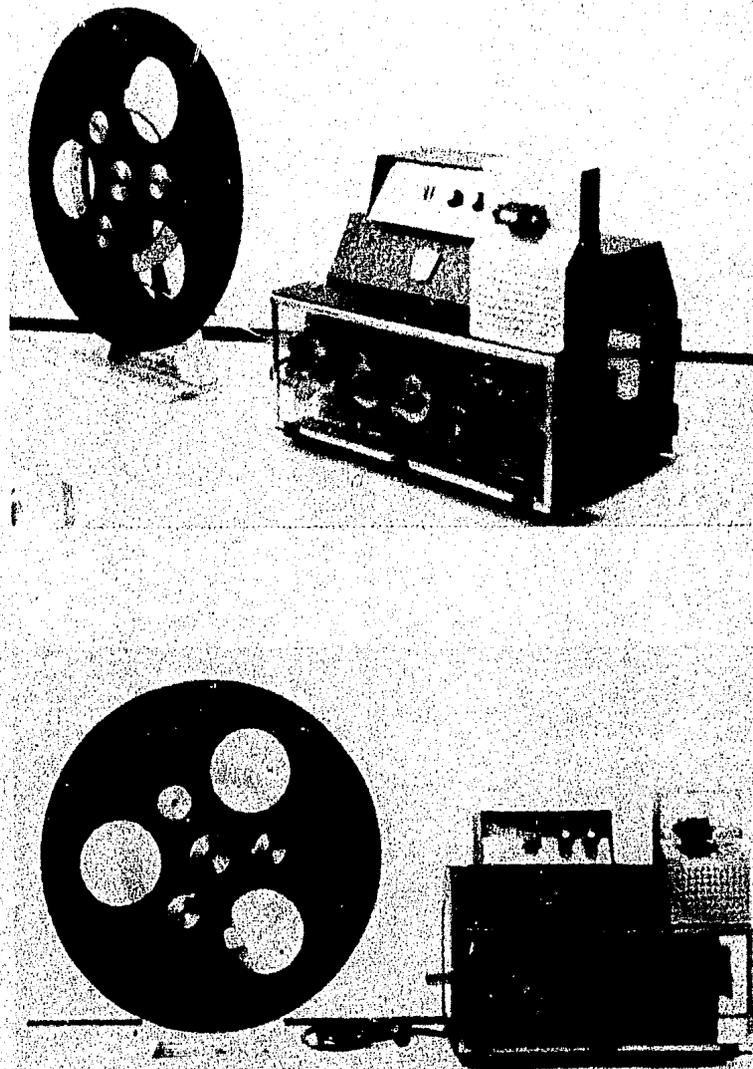


Fig. 7.1. Vista general del sistema desarrollado.

BIBLIOGRAFIA.

Miguel Angel Corzo, *Introducción a la Ingeniería de Proyectos*, Editorial Limusa, México 1975.

Gregory S. Graham, *Metal Working An Introduccion*, - Breton Publishers, Boston Massachusetts.

A. Leyensetter, *Tecnología de los Procesos Metalúrgicos*, Editorial Reverté, S. A.

M. F. Spotts, *Proyecto de Elementos de Máquinas*, -- Editorial Reverté, S. A.

Virgil Moring Faires, *Diseño de Elementos de Máquinas*, Montaner y Simon, S. A. Editores.

Raúl Espinosa Islas, *Procesos de Manufactura*, Facultad de Ingeniería, U. N. A. M.

Bernd Löbach, *Diseño Industrial*, Editorial Gustavo Gili, S. A. Barcelona, 1981.

S. Kozmeunikov, I. Yesipenko, *Mecanismos*, Editorial Gustavo Gili, S. A. Barcelona, 1975.

P. Orlov, *Ingeniería de Diseño*, Editorial Mir Moscú.

Percy H. Hill, *Mecanismos: Análisis y Diseño*, Compañía Editorial Continental, S. A.

A. Tselikov, V. Smirnov, *Trenes de Laminación*, Ediciones Urmo.

Eladio Perez, *Trabajo de los Metales por Deformación en Frío*, Editorial Blume.

Mario Rossi, *Estampado en Frío de la Chapa*, Editorial Científico-Médica.