



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL **ID**
Facultad de Arquitectura • Universidad Nacional Autónoma de México

Manual de trabajo Taller de Materiales I Laminados

Tercer Semestre
D.I. Agustín Moreno Ruíz

Colección CIDI
Tecnología

4



Diseño editorial y portada:
D.G. Irlanda Shelley del Río.
Diagramas:
Juan Pablo Peña Herrera.

DR©2003
Centro de Investigaciones de Diseño Industrial.
Facultad de Arquitectura
Universidad Nacional Autónoma de México.

Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.
ISBN 970-32-1341-3

Impreso en México / Printed in Mexico

5	Objetivos
7	Obtención y transformación del material
8	1. Proceso de laminado
	1.1 El procesamiento con lámina metálica
10	2. Diseño con tecnología media
16	3. El proceso de rechazado
17	4. Troquelado y embutido
18	5. Fijación de la lámina
19	6. Acabados
21	7. Maquinaria básica
	7.1 Cortadora o cizalla de pedal (3 y 4')
	7.2 Roladora
	7.3 Taladro de banco
	7.4 Sierra cinta
	7.5 Punteadora electromagnética
	7.6 Piqueteadora o cortadora en ángulo
	7.7 Dobladoras de maroma (2', 3' y 6')
	7.8 Máquinas soldadoras tipo MIG
	7.9 Cizalla trozadora de sólidos
	7.10 Máquinas para doblado de tubo
	7.11 Esmeriladoras de pedestal
	7.12 Máquina de nublado
	7.13 Máquina dobladora universal (HOSSFELD)
33	B. Bibliografía
34	G. Glosario
35	P. Proveedores
36	M. Maquiladores

Tercer Semestre

OBJETIVOS

1. Introducir a los alumnos al conocimiento de las características físicas de la lámina metálica, tubos, barras y su uso estandarizado en la producción de objetos.

2. Manejar adecuadamente herramienta y maquinaria de orden básico, así como conocer sus propiedades y características de uso.

3. Adquirir conocimientos elementales de medición, trazo y manufactura de objetos dentro del taller de metales laminados.

TEMARIO

El curso comprende 3 sesiones de 6 horas cada una.

Primera sesión: Realización de una serie de ejercicios simples principalmente para conocer el manejo y propiedades de las máquinas y herramientas.

Segunda sesión: Producción de una serie de ejercicios más complejos combinados hasta lograr la obtención de las partes de un cubo laminado con diferentes procesos.

Tercera sesión: Unión de las piezas que conforman un cubo por medio de electropunteo.

Ejercicios prácticos combinados de doblado de tubo utilizando máquinas dobladoras.

Ejercicios prácticos combinados de doblado de tubo utilizando escantillones de mesa.

Ejercicios explicativos y prácticas con diferentes materiales (soleras, barras, láminas, etc.)

Utilización de la maquinaria instalada dentro del taller, así como herramientas de uso manual.

OBTENCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DEL MATERIAL

Definiremos el término “acero” en forma simple: es un producto de hierro relativamente puro que ha sido combinado con cierta proporción de carbón para dotarlo de propiedades especiales de maleabilidad, resistencia, dureza y tenacidad.

El mineral de hierro se procesa para obtener hierro en los altos hornos, así llamados por sus dimensiones y altura.

El funcionamiento de un alto horno comienza con la carga de capas sucesivas de hierro, piedra caliza y coque, la combustión de este último eleva la temperatura hasta hacer que se derrita el hierro (1400° a 1500° C), operación en la que la piedra caliza actúa como un fundente, por ejemplo, para la producción de una tonelada

de hierro son suministradas al horno dos toneladas de mineral de hierro, una tonelada de coque, media tonelada de piedra caliza y además son inyectados 4000 m³ de aire.

Concluida esa etapa, el hierro aún líquido se sedimenta en el fondo del horno para posteriormente ser extraído en intervalos de 6 a 8 hrs. esto a través de unos conductos (el horno debe permanecer encendido y trabajando de forma permanente y constante).

De los minerales de hierro tratados en los altos hornos se obtienen los lingotes de hierro bruto o de primera fusión, hay elementos que se añaden al hierro con el objeto de obtener el material más adecuado para el caso particular y los ejemplos más comunes son:

Carbono: Al aumentar su proporción de 0 a 1.1% el coeficiente de ruptura por tracción (estiramiento) crece desde 30 hasta 100 Kg por mm² al tiempo que el alargamiento de ruptura disminuye de un 30 a un 3%. Subiendo la proporción del 0 al 4.2% el punto de fusión baja de 1500° a 1100° C. Conteniendo menos del 0.15% no es posible templarlo; con el 0.20 al 0.35% ya puede recibir un templado ligero y con el 0.50 al 1% se considera acero templado o laminable.

El templado confiere dureza y flexibilidad al metal, y consiste en modificar la estructura interna por medio del calentamiento con el que sean orientadas las moléculas, por medio de un enfriamiento rápido se conserva la estructura que se forma en las fibras internas.

Magnesio: Favorece la separación del azufre y del oxígeno en la masa fluída, dificulta la soldadura del material pero aumenta mucho la dureza y resistencia.

Níquel: Adicionado al acero, eleva considerablemente la resistencia, tenacidad y dureza, los aceros al níquel, cromo y otras aleaciones forman la familia de los aceros inoxidables.

Silicio: Reduce la producción de gases y por consiguiente da una fundición mas compacta, aminora la maleabilidad y por tanto no se utiliza para laminarse, pero tiene gran uso para procesos de fundición y para fabricar aceros muy duros.

1. PROCESO DE LAMINADO

El hierro que sale en estado líquido del alto horno se deposita en unos moldes de material refractario llamados "coquillas", donde se deja enfriar hasta unos 1100° C para sacarlo en estado pastoso, que es el adecuado para iniciar el proceso de laminación.

El laminado en caliente es fundamentalmente un proceso de forja, por medio de pesados rodillos en movimiento, los cuales ejercen presión para comprimir el acero hasta obtener la forma de planchas o de barras de diversas formas (perfiles, barras, viguetas, ángulos, cuadrados, rieles, etc.)

La distancia final entre los rodillos del laminador es el que determina el calibre de la plancha o lámina resultante y pueden precisarse con mucha exactitud con algunos métodos actuales.

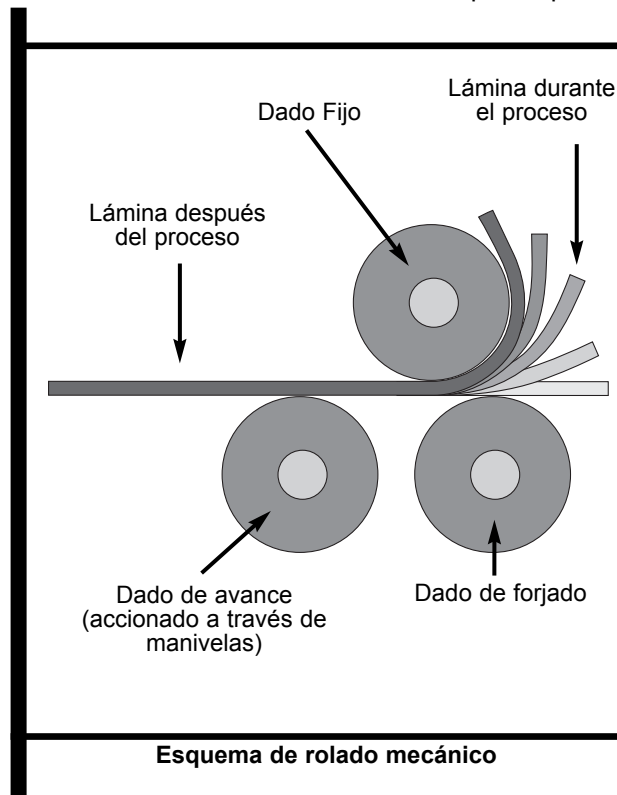
Antiguamente la distancia era muy difícil de precisar y se adelgazaba el espesor de la plancha a base de pasadas entre los rodillos, así, si se pasaba una sola vez por el rodillo final se obtenía un espesor que se denominó calibre 1, y si se pasaba veinte veces era otro espesor llamado calibre 20. Es por esta antigua costumbre que se determinaron los espesores por calibres que no son correspondientes con ningún sistema de medida.

El producto obtenido del laminado en caliente se comercializa como perfil o como placa (placa hasta un espesor mínimo de 1/4") actualmente las láminas de menor espesor (calibre) se procesan a partir de las placas o de la tira en rollos obtenida del laminado en caliente (rollos verdes), este proceso también se denomina laminado en frío (cold rolled) o simplemente rolado.

El primer paso consiste en pasar los rollos verdes por la línea de decaído continuo en

que se eliminan todas las impurezas, escamas y óxidos que se adquieren durante el laminado en caliente; para esto, el rollo se pasa por baños de ácidos para después ser enjuagado y secado, tras recortar las orillas se enrolla nuevamente y se le aceita; de ahí pasan los rollos a los molinos de reducido, donde se le da el espesor requerido, nuevamente se desalaja el aceite que fue necesario para el rolado, el laminado pasa al área de templado y finalmente se corta en las medidas comerciales para su distribución y venta.

Es importante saber que la lámina de acero rolada en frío, no solamente se obtiene en el mercado como placa de calibres diversos (del calibre nº 3 de 6.35 mm, al calibre nº 38 equivalente a 1 1/2 décimos de mm) sino que además muchos fabricantes le aplican proce-



.....

... sos posteriores para ofrecer con ello: tubulares de lámina, láminas multiperforadas, láminas de metal desplegado, láminas acanaladas, laminados combinados con materiales plásticos (multipanel) etc.

Algunas industrias prefieren comprar la lámina y alterar algunas presentaciones de la lámina comercial, la placa perforada se puede obtener con diferentes figuras recortadas, cuadros, triángulos, círculos, óvalos, etc., de la placa de lámina del calibre 16 al 24, por medio de un perforador sacabocados o troquel. La lámina de metal desplegado es una malla que se fabrica realizándole previamente ranuras (rayitas) alternadas, posteriormente las láminas son sometidas a tracción (estiramiento) con lo cual se expande el ranurado, y así se obtienen figuras romboidales que forman los vacíos de la malla, esta es una de las variedades laminadas que más aplicaciones tiene.

La lámina texturizada o antiderrapante también es un producto sometido a un troquelado, pero sin perforaciones con lo cual se forma una especie de embutido que da textura al material y tiene mucha aplicación en la industria automotriz y de la construcción.

1.1 EL PROCESAMIENTO CON LÁMINA METÁLICA

En general puede decirse que en una producción masiva de artículos metálicos existen cinco procesos principales:

- **La forja.** Consiste en el modelado en caliente de lingotes de hierro por medio de la fuerza aplicada en los lugares que convenga para lograr la forma deseada.
- **El troquelado.** Aplicando un esfuerzo cortante con la forma que se quiera en una placa metálica.
- **La fundición.** modelando el metal en estado líquido a base de calor y depositándolo en moldes para que adquiera la forma deseada al enfriarse.

• **El maquinado.** Se someten los metales laminados a la operación de diversas máquinas para que obtenga la forma deseada por medio de dobladoras, torno, fresadora, cepillo, cizallas, etc.

• **La soldadura.** Proceso por el cual se unen diferentes piezas metálicas. Por lo general consiste en derretir por diversos métodos (usando comúnmente material de aporte) las partes en contacto de las piezas para que se fusionen como una sola pieza metálica.

• **Formado en frío.** (troquelado o embutido) Es el mejor sistema para trabajar la lámina ya que prácticamente realiza todo el trabajo en una sola operación, arrojando piezas listas para su ensamble. El formado en frío consiste en la aplicación de fuerzas considerables usando para el formado moldes de tipo macho y hembra, llegando a ser estos tan complicados como se requiera. El moldeo puede constar de varias etapas y cada etapa va incrementando el trabajo en la pieza acercándolo a su forma final; en un paso se habilita el material, en otro se recortan sobrantes, otro dobla un poco otra parte, otro puede doblar la pieza por completo etc. Por supuesto que este proceso es el más caro en su inversión inicial pero es el más económico cuando se trata de producir en grandes cantidades, pues reduce al mínimo los errores de dimensión y el número de tiempos y movimientos para producir casi cualquier tipo de piezas. Por último debemos mencionar que el formado en frío es el proceso para trabajo en metales laminados que permite al diseñador industrial la mayor libertad para lograr con precisión las formas o soluciones deseadas.

En nuestro país la mayor parte de las industrias que producen artículos con lámina metálica como material básico (carrocerías, muebles, cocinas, etc.) utilizan medios de producción que corresponden a una mediana tecnología, es decir, habilitan material, cortan con cizallas y plantillas, doblan en una sola curvatura, estructuran con perfiles obtenidos en el mercado y unen con punteadoras o máquinas auxiliadas con material de aporte.

Es relativamente sencillo diseñar para estos procesos (comparado con el problema de diseñar para la alta tecnología) ya que se utilizan únicamente figuras planas y las curvaturas o dobleces sólo se resuelven en limitadas direcciones. Todos los diseños realizados con esta tecnología se reducen a un manejo de formas a partir de prismas (cilíndrico, rectangular, etc.) o de pirámides (cónica, rectangular, etc.) sin que puedan manejarse secciones esféricas o planos parabólicos-hiperboloideas, estas últimas figuras pueden lograrse en lámina metálica solamente por medio del formado en frío y el costo de este trabajo va en relación directa con su tamaño.

Es necesario aclarar que no es totalmente estricta la separación entre las tecnologías para trabajar los laminados metálicos, existen varias posibilidades para combinar soluciones de fabricación y mucho de esto depende de las experiencias y capacidades de los técnicos que tienen a su cargo la implementación de los productos.

2. DISEÑO CON TECNOLOGÍA MEDIA

Existen básicamente dos tipos de productos que se realizan con estos medios de producción:

- 1 Los que podemos llamar integrales, lo cual significa que el producto está integrado con lámina en su totalidad de forma funcional, en este renglón se comprende el mobiliario metálico, artículos como: engrapadoras, cajas o depósitos en general, ventanería, bicicletas, estructuras, cubiertos de mesa, etc. en estos productos la forma externa es el reflejo directo de la función que desempeña el objeto, la estructura se acusa en forma integral y es al mismo tiempo su aspecto exterior.
- 2 Los de envolvente o carrocería, es decir aquellos productos en los que por alguna razón es necesario e indispensable cubrir los componentes funcionales del objeto, en estos productos en muchas ocasiones la forma externa no permite adivinar que sucede en el interior, en este tipo de objetos se engloban los automóviles, refrigeradores, máquinas, aspiradoras, etc.

Esta división es importante porque funciona como indicador de cómo se debe plantear y atacar el problema de diseño, es mucho más difícil diseñar un producto del primer tipo, pues la libertad de forma del diseñador se ve muy limitada por los factores tecnológicos (función y producción) el resultado novedoso o estético del producto depende totalmente de lograr una diferente visión del funcionamiento o estructura del objeto.

Con los productos de envolvente el problema es inverso, se requiere de conocer la geometría del aparato y la maquinaria interior para lograr la forma de lo envolvente, que dependerá en mayor medida de la voluntad del diseñador, el problema será más estético que técnico, es decir que a los productos "integrales" se les crea una envolvente para darle forma como si él mismo no fuera una forma.

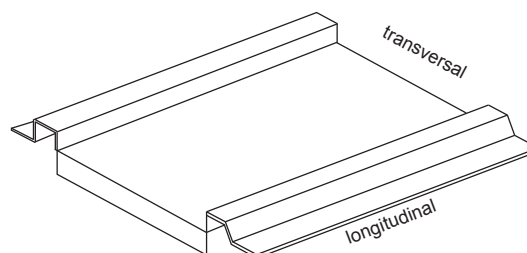
Supongamos que ya hemos decidido la conformación general del producto que estamos diseñando y que ya conocemos los aspectos que no admiten modificaciones.

Quedan por definir muchos detalles tales como: ensambles, juntas, forma de estructuración, etc., si estamos manejando una tecnología media y nuestro problema es un gabinete ya sea envolvente o integral, la mayoría de los puntos para solucionar estarán en la forma y orden de los dobleces, resagues o uniones que conforman el objeto.

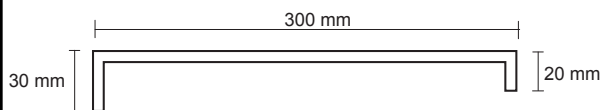
Lo primero será hacer un despiece para encontrar que tipo de piezas requerimos y que soluciones debe llevar cada una, para resolverlo debemos conocer y analizar cada pieza que desarrollaremos, tal como deberá trazarse sobre la hoja de lámina. El desarrollo de piezas es el punto más delicado del trabajo en diseño con lámina, esto nos indica también el calibre de lámina y los criterios que debemos seleccionar, los dobleces que podemos hacer (pruebas previas, si es necesario), si es necesario separar en dos o más partes alguna que supusimos de una sola, el lugar en que tendremos líneas o entrecalles por tolerancia, etc.

El diseño de objetos con lámina se basa en la concepción de charolas (medias cajas), de piezas estructurales (soleras y perfiles) o de piezas especiales que cumplen funciones de sujeción o mecánicas.

El desarrollo de charolas y perfiles se hace partiendo de la aproximación de su forma en dos cortes, uno longitudinal y el otro transversal y se representan sobrepuestos formando una cruceta, por ejemplo la siguiente pieza esta representada isométricamente, para lámina calibre 16 (1.5mm de espesor)



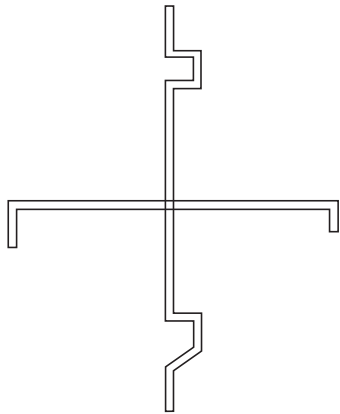
Se representa en corte longitudinal por el centro de la pieza así:



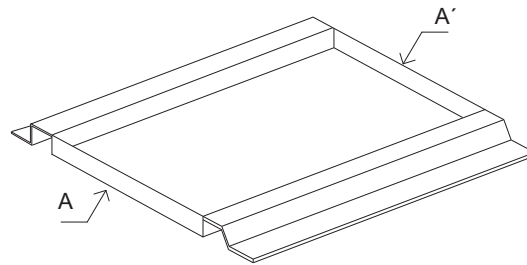
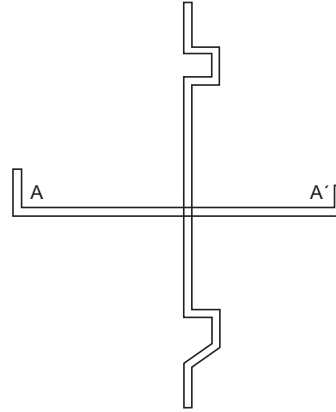
Y en corte transversal:



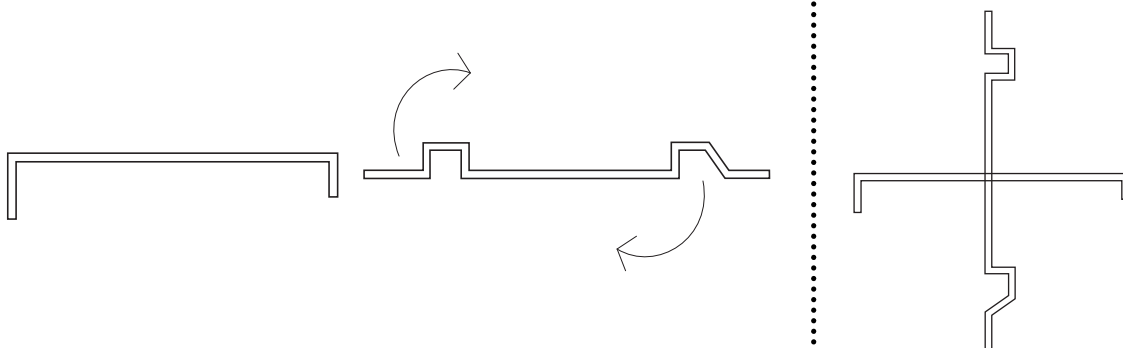
Los cortes se superponen para tener una idea más clara representada en un solo dibujo:



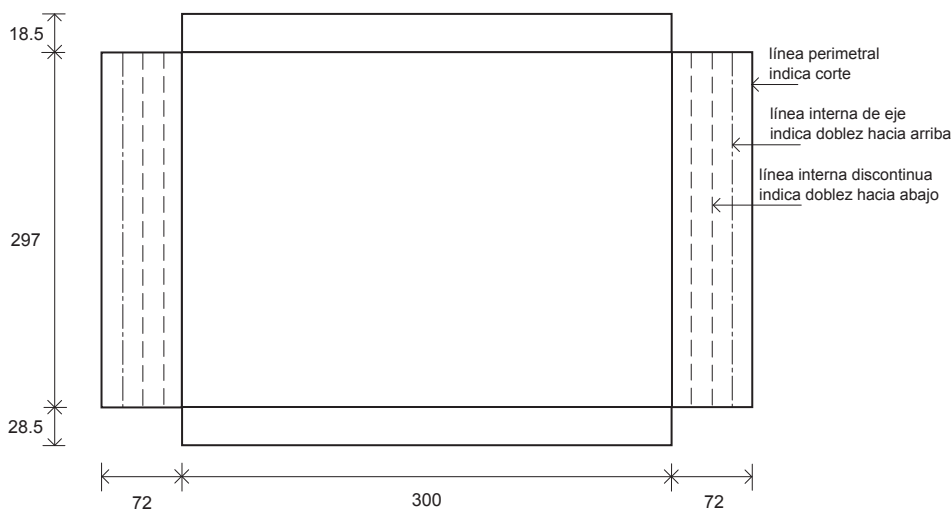
Si por algún error dibujáramos algo diferente al análisis, la pieza sería distinta a lo requerido:



Las pestañas A y A' estarían invertidas; entonces se debe dibujar el corte transversal en forma horizontal y el longitudinal girado a 90° en el sentido a las manecillas del reloj:



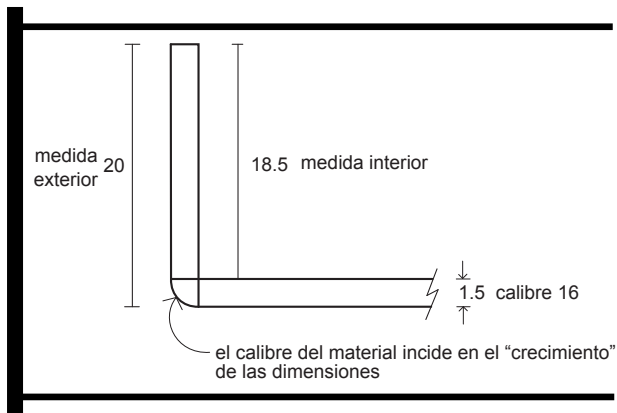
Esta cruceta que se genera por los dos cortes, nos indica los dobleces que lleva la figura pero también debe indicar el tamaño de cada una de las secciones y la habilitación del material, es decir, el tamaño exacto del rectángulo que se requiere para fabricar la pieza; entonces la pieza desarrollada de nuestro ejemplo sería así:



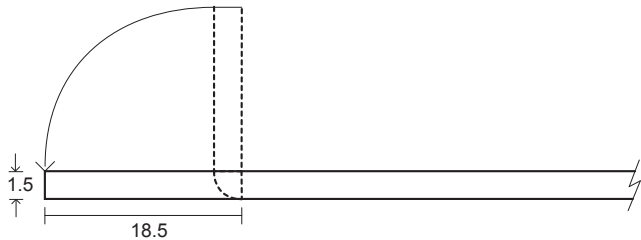
Como puede observarse se trata de un rectángulo de 444 mm x 334 mm, esto se denomina habilitación de material y es el recorte inicial a partir del cual se producirá la pieza.

En los croquis anteriores puede observarse que en el corte longitudinal se marcan unas cotas de 20, 300 y 30 mm, estas se denominan medidas exteriores, pero en la lámina las que marcan exactamente las dimensiones de nuestra pieza son las cotas interiores, es decir, aquellas que aparecen realmente en el desarrollo de la pieza, en nuestro ejemplo, en el desarrollo de la pieza aparecen cotas de 18.5, 297 y 28.5 mm, lo cual refiere que al ser doblados deberán aparecer como medidas exteriores, las anotadas arriba debido al espesor de la lámina de 1.5 mm (calibre 16) esto es porque la lámina no es una línea, representa un volumen que posee un espesor y se considera como una medida.

Si agrandamos un doblez en detalle, tenemos:



Si desdoblamos la pieza, quedan establecidas las cotas marcadas en el desarrollo:



Esto sucede porque la lámina incrementa sus distancias al provocar los dobleces, la máquina dobladora se ubica exactamente en donde incide la marca o línea del doblado y altera el metal para darle la forma o ángulo requerido, teniendo práctica es posible dominar de manera sencilla el problema del desarrollo en lámina metálica.

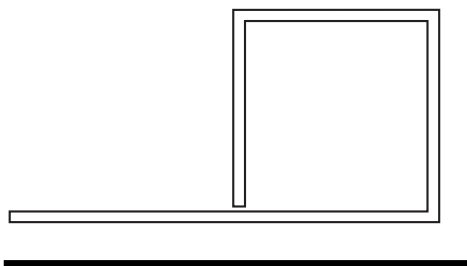
Existen algunos detalles que deben tomarse en consideración, tanto para facilitar la producción como para que el producto logre funcionar:

1

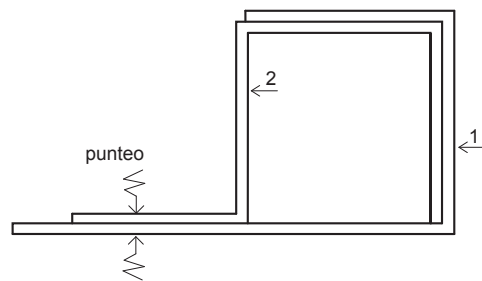
El tramo de doblado más pequeño que puede diseñarse, debe medir como mínimo seis veces el calibre de la lámina a utilizarse, si vamos a hacer una pestaña en una charola utilizando para ello una lámina de calibre 20 (1 mm aproximadamente) esta pestaña deberá medir como mínimo 6 mm de ancho pues de lo contrario la máquina tendrá dificultad para doblar la pieza por carecer ella misma de área para agarre.

2

El reforzar una orilla en una charola o caja puede hacerse de diversas formas, pero se debe considerar siempre que las máquinas tienen un rango de limitaciones, por ejemplo no podrá doblarse una pieza de esta manera:



Entonces para hacerlo se necesitará de una dobladora, proceso o método especial, pero en base a la tecnología media, lo adecuado es hacerlo así:



Punteando o colocando un postizo que logre cerrar la figura, si se adapta bien la pieza, este método estructura tanto o más que el primer ejemplo.

3

Al diseñar piezas que requieren de cortes, debe pensarse en las máquinas que los realizarán, pensando en tecnología media estas son:

- La cizalla que solamente hace cortes rectos a lo largo de un extremo de la hoja (corto) de lámina.
- La piqueteadora, que puede hacer cortes o saques a 90° sobre un canto de la hoja y con diez centímetros como máximo de entrada, se utiliza principalmente para realizar los pequeños "saques" requeridos para fabricar una charola sencilla.
- La tijera eléctrica, que también puede hacer "saques" sobre un canto de la lámina y es posible utilizarla para realizar cortes curvos, es complicado efectuar cortes largos y sí es así, se requiere de tolerancias considerando el margen de error.

tros

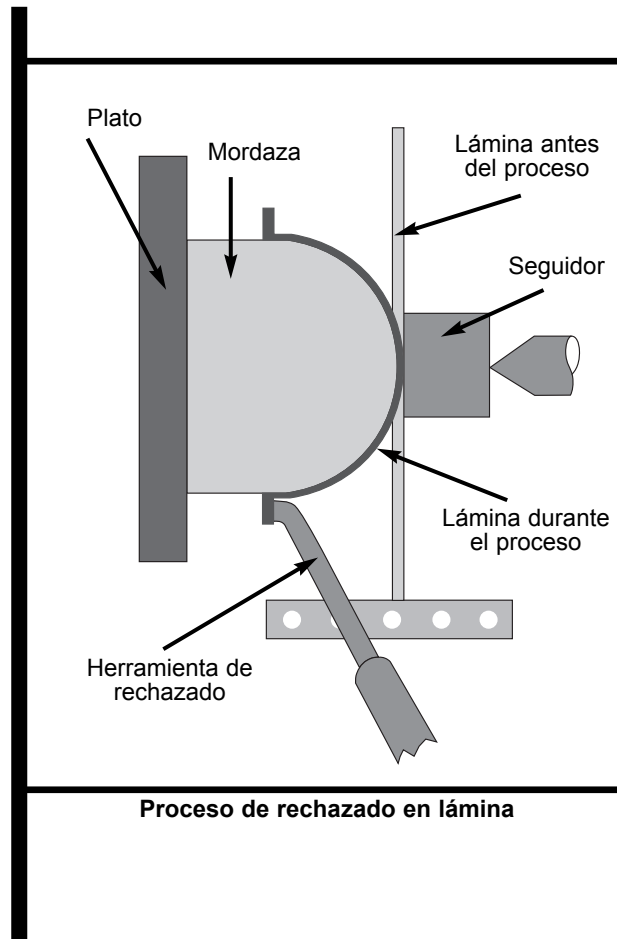
3. EL PROCESO DE RECHAZADO

Trabajar con lámina de acero, es trabajar una línea sobre un papel, no nos permite realizar dobles curvaturas si no es por el proceso de embutido o formado en caliente, pero hay otro medio de lograrlo en frío; se trata del proceso de rechazado, es un proceso que puede hacerse con máquinas rudimentarias o tornos muy sofisticados, por lo general se usa para obtener todo tipo de figuras que se engloban bajo el nombre de "platos", se puede fabricar desde un plato casi plano con un ligero reborde, hasta una figura como un vaso; todo dependerá del calibre del material a utilizar.

En tecnología media, para el formado se usan moldes de madera, concreto armado y metal fundido o torneado.

El proceso es el siguiente: se utiliza un torno horizontal o vertical que en el lado del punto lleva el molde y en el contrapunto una pieza o tacón de algún material antiderrapante, entre molde y tacón se coloca el disco de lámina (previamente calculado) con el diámetro necesario para obtener la pieza, entonces se hace girar el torno y con una palanca de madera se presiona el disco desde el centro hacia afuera y a lo largo del molde, el calor de la fricción ablanda al metal y provoca que poco a poco se adhieran en el molde, cuando se termina el formado de la pieza en el molde son separados los puntos, permitiendo a la pieza salir, que es como sacar un vaso de otro, lógicamente la pieza deberá tener ángulos de salida, para este proceso no se podrán diseñar piezas como una botella, y para hacerlo se necesita de un molde que pueda desarmarse (de corazones) para sacarlo por partes del interior de la pieza.

Este proceso puede combinarse con otros para obtener diversa formas, en ocasiones se usa para formar un plato y seccionarlo en varias partes de manera radial lo que permite obtener secciones de plato que sirven como esquinas redondeadas para armar charolas de lámina con formas especiales. Seccionar el plato tiene que hacerse con una cizalla de cuchilla con forma especial, lo cual resultaría complicado, en este caso, sólo si se hiciera un prototipo sería rentable fabricar un troquel que diera paso a la producción en serie de la misma sección.



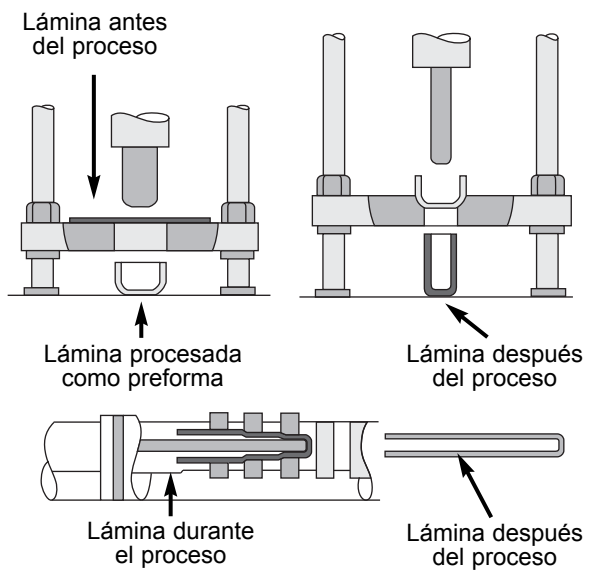
cuatro

4. TROQUELADO Y EMBUTIDO

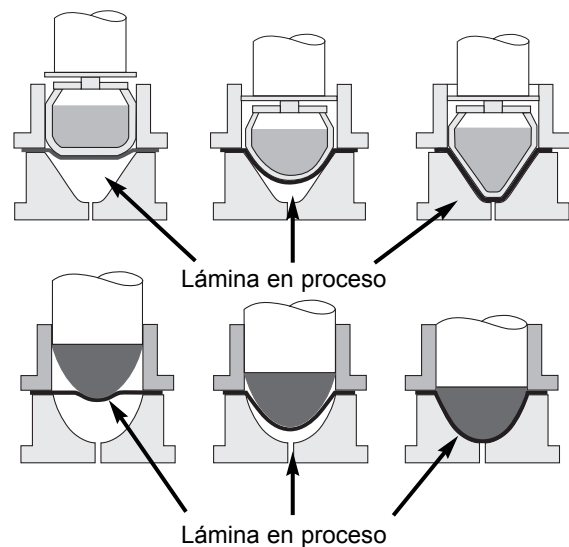
Como ya se ha mencionado, el troquelado es el más productivo de los procesos para trabajar los metales laminados.

El proceso podría ser justamente el mismo que un sacabocados para perforar cartón o papel, pero por la tenacidad de la lámina metálica se requiere de mayor fuerza, las herramientas que realizan el proceso se llaman dados y son montados en la máquina para hacer el trabajo, un dado podrá tener cualquier forma, figura de corte y tamaño que se requiera para el proceso, pueden fabricarse dados que perforen una parte o sección de la lámina y otros que solamente la doblen.

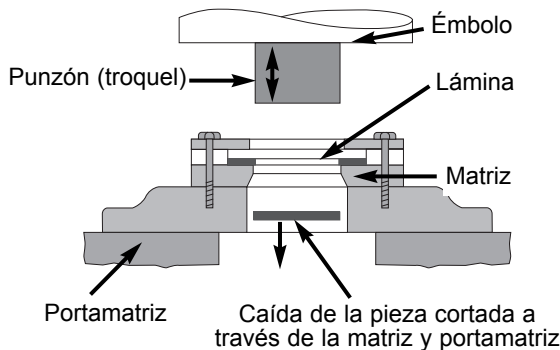
El embutido es un proceso similar al troquelado pero que funciona por pasos o etapas, primero es perforada la lámina o se cortan secciones internas, se efectúa el proceso necesario para todas las piezas que se han de trabajar, posteriormente se cambia el dado y se realiza un segundo trabajo, por ejemplo, embutir una sección de la pieza o doblar un borde y así sucesivamente hasta finalizar la producción de los elementos o piezas que complementan el proyecto.



Embutido en caliente con matriz única y matrices múltiples



Etapas progresivas del embutido: arriba con troquel



Componentes principales de las matrices de punzonar y troquelar

5. FIJACIÓN DE LA LÁMINA

Para el ensamble de piezas de lámina lo más recomendable es la soldadura por punteo electromagnético; se colocan las dos piezas a unir entre dos puntos y por medio de descarga electromagnética y la presión de los puntos se hace la unión permanente, para poder lograrlo sólo se requiere que la máquina tenga acceso al sitio de punteado, esto no resulta tan simple como aparenta, en muchos casos el diseño de las piezas no permite el acceso y no es posible el punteado, aunque hay muchos tipos de punteadoras, existen ocasiones en que la solución resulta imposible, el diseñador está obligado a solucionar la unión de cada una de las piezas antes de definir la forma definitiva del objeto, lo mejor será tratar de instalar o considerar pestañas para el punteado y pensar el orden en que deberá armarse el objeto. Por esta razón es que hay diseños que poseen barrenos o postizos aparentemente inexplicables, las uniones o ensambles son los procesos que determinan la calidad del diseño del producto; a causa de malas soluciones puede perderse una buena forma al quedar torcida o tener que recurrir a la soldadura eléctrica con electrodos (pueden aparecer bordos o lo que resulta peor, hoyos y lámina carcomida por la soldadura). Para soldar piezas de lámina esta debe tener como mínimo un calibre del N°20 (1mm aprox.) y eso siempre que se cuente con soldadores expertos.

Existen punteadoras con base y pedal que solo permiten puntear piezas que el usuario debe sostener en el aire, también existen punteadoras aéreas que son similares a unas pinzas y las cuales ejercen presión sobre el objeto con ayuda de unos cilindros neumáticos, existen otras que en el lugar de puntos tienen pequeñas ruedas que van soldando la lámina como si se tratara de una costura, otras tienen unas ruedas dentadas y van haciendo el efecto de una línea punteada en la lámina, otras pueden soldar lámina de canto con canto, etc.

5.1 FIJACIÓN CON PIJAS (AUTOROSCANTES) TORNILLOS, REMACHES, ETC.

De los sistemas para la fijación en lámina de calibres gruesos (calibres 3-14) el más utilizado es el remachado, soldar resulta complicado en algunos casos. El remachado con remache caliente consiste en pasar un perno con cabeza de un lado, a través de las dos láminas y formarle una cabeza por el lado opuesto por medio de forja con martillo, el remachado en frío se utiliza para remaches pequeños de diámetro de 1/4" e inferiores, el largo de los remaches deberá ser un poco mayor que los dos calibres usados en la lámina, la separación entre remaches se obtiene estimando o calculando los esfuerzos a que serán sometidas las piezas.

Los diseñadores por lo general podrán evitar las opciones de remachado cuando las piezas serán visibles y buscan unir las con otras soluciones menos notorias que pueden lograrse por medio de engargolados o con soldaduras ocultas, por ejemplo:


Cuando en un objeto las opciones de unión son limitadas, la soldadura se aplica a través de una perforación en alguna de las piezas y posteriormente se esmerila la soldadura excedente y la solución es prácticamente invisible.

Las pijas o tornillos solo deben usarse para piezas que no serán de carga y en donde el objeto se pueda desarmar, nunca como una solución permanente.

Los tornillos en lámina se usan con su respectiva tuerca y trabajan de forma similar a un remache, en ocasiones es aconsejable evitar estas soluciones pues para lograr un buen ensamble de unión se deberá soldar la tuerca

por la parte interna de la lámina estructural o en su caso, realizar una cuerda con machuelo. Estos procesos resultan más costosos.

Existen otros métodos o sistemas para fijación de la lámina, tales como:

 Grapas y sujetadores de horquilla, son más sofisticados y aceleran los tiempos en la línea de producción.

6. ACABADOS

La elección y determinación de los acabados en cualquier producto, es tan importante en el proceso de diseño como la definición de materiales, tamaño del objeto o componentes de orden mecánico del producto. Este será uno de los primeros vínculos de contacto con el usuario, los acabados determinarán la mayoría de los aspectos formales de nuestro diseño.

Desafortunadamente por la premura de tiempos para terminar el trabajo, se tiene la tendencia a descuidar la definición perfecta de ese punto; generalmente se dice que esto va pintado de tal o cual color, aquello en cromo brillante, lo otro en niquelado y hasta ahí se llega.

Por esto, debemos saber que una buena definición de acabados comienza casi desde el inicio mismo del diseño de la pieza.

Un problema común para determinar los acabados con productos de lámina negra (principalmente) es que este material nunca puede usarse tal como se adquiere en el mercado, la lámina de acero es un material que resulta ser una rápida víctima del proceso de oxidación. En la fabricación de objetos grandes de lámina (mobiliario, autos, estan-

tería, etc.) las soluciones más empleadas son: el fosfatado, proceso que se inicia con la limpieza de los objetos a través de un baño para quitar los protectores aditivos y luego, en baños hirvientes que contienen ácido fosfórico y fosfatos de hierro y manganeso que pueden contener nitratos y otras sustancias, así se logra conseguir una capa porosa de fosfatos complejos, luego las piezas son re-lavadas y secadas, posteriormente las piezas son sumergidas en aceite que impregna los poros. Si la pieza ha de pintarse no se recomienda la aplicación de aceites.

En el caso de engranajes o piezas para uso mecánico el fosfatado ayuda a facilitar la lubricación, pues el lubricante penetra y se aloja en la capa porosa para proteger al hierro contra el desgaste.

Igualmente las piezas fosfatadas permiten de una mejor manera los procesos de embutido y estampado, por lo cual muchas fabricas primero fosfatan las piezas y posteriormente las someten a proceso.

En diferentes grados de fosfatado, la capa más ligera se da a las piezas que se van a pintar y la más profunda en espesor a las piezas que trabajarán mecánicamente.

Actualmente los laboratorios han desarrollado sistemas de fosfatado más rápidos en base al análisis de los procesos químicos como el bonderizado. Este proceso lleva primero un desengrasado con detergentes fuertes y luego un baño ligero de solución fosfórica para pintado, la ventaja es que se realiza en frío.

El galvanizado es otro proceso muy usado para evitar la oxidación en piezas de hierro, es un proceso electrolítico que fija una capa de zinc a la superficie de hierro, el zinc es un metal blanquiazuloso que se funde a unos 420° C y que al cubrir el hierro evita el paso del oxígeno y de la humedad. El galvanizado es un acabado que debe ser usado cuando las piezas de hierro serán sometidas a temperaturas mayores a 200° C.

El cromado se obtiene también a través de la electrólisis de soluciones de ácido crómico y sulfato de cromo calentados a unos 50° C, según como se efectúe la operación pueden obtenerse recubrimientos de cromo mate, brillante, suave o duro. Como el cromo es un material costoso las piezas suelen ser niqueladas primeramente y posteriormente se cubre la capa espesa de níquel con una capa ligera de cromo.

El cromo cada día se va haciendo un acabado más costoso, sobre todo comparado con los revestimientos como la pintura con materiales plásticos epóxicos o de poliuretano; los diseñadores han contribuido a que el público acepte la belleza de las piezas solamente pintadas (en negro mate, por ejemplo), como sustituto de las partes que todo mundo estaba acostumbrado a ver en cromo brillante (molduras automotrices, mobiliario, etc.)

La pintura industrial es una tecnología que permanece en constante desarrollo. Cada vez se logran mejores recubrimientos y con mayores capacidades tanto técnicas (de resistencia y permanencia), como estéticas, pueden lograrse acabados con texturas, con colores muy brillantes o muy mates, con tonalidades jaspeadas o con espesores capaces de cubrir

cualquier defecto, incluso pueden simular partes tapizadas.

La pintura industrial más utilizada es el esmaltado sintético secado por calor; este esmalte se aplica líquido sobre la lámina fosfatada por medio de pistolas de aire de alta presión, posteriormente la pieza es pasada por un horno donde es secada rápidamente por medio de calor intenso, las grandes industrias tienen una secuencia de producción continua donde el horno es un túnel que seca las piezas al pasar a través de él.

Otro tipo de acabado es por pintura electrostática que contiene partículas metálicas las cuales se magnetizan en una cámara donde por medio de una pistola se esparcen en el aire fijándolas a la lámina que actúa a su vez como un polo magnético atrayente (se podrán pintar elementos siempre y cuando posean conductividad eléctrica) El polvo así depositado se licua, homogeneiza y se seca en el mismo horno por la acción del calor, este es un sistema que evita el desperdicio de pintura puesto que el polvo solo se adhiere al material magnetizado.

El esmaltado sintético aporta una capa que recubre el material de las piezas de lámina que además de dar color y atractivos estéticos aumenta la vida de los productos, aunque no tiene tanta dureza como el esmalte vitrificado soporta bien la fricción y el desgaste.

El esmalte o porcelanizado es un proceso para tratar el metal a base de una mezcla de arena de cuarzo, minio, sosa potásica, óxidos colorantes, feldespatos y bórax, previamente las piezas son cuidadosamente desengrasadas y cubiertas con un primer esmalte de base, éste después de cocido, sirve de asiento al esmalte "verdadero" o "colorado" que requiere de una nueva cocción. Este proceso es muy usado para piezas que requieren de lavado continuo o que serán sometidas a ciertas temperaturas, fricción intensa o sustancias fuertes, es muy conocido por su aplicación en artículos para cocinar o de laboratorio.

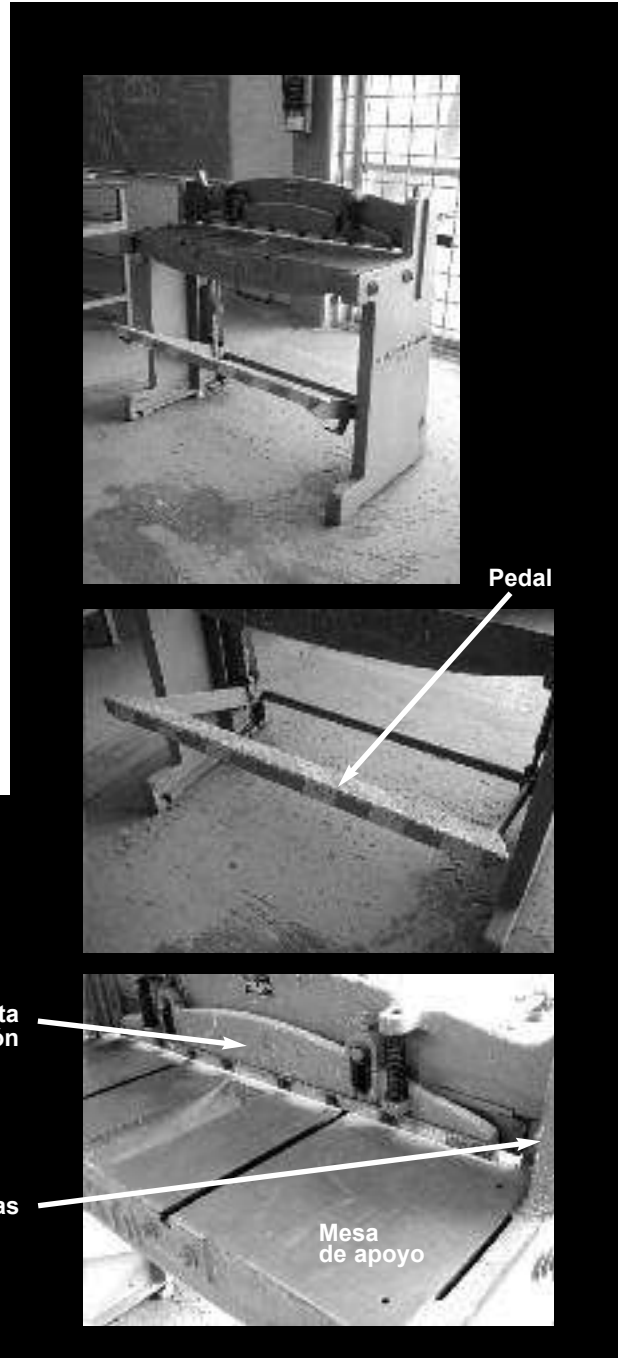
7. MAQUINARIA BÁSICA

7.1 Cortadora o cizalla de pedal (3' y 4')

Con esta máquina se da inicio al proceso de fabricación de objetos, en ella se proporciona la fuerza de corte a través de un pedal, es posible hacer cortes en serie habilitando el tope de perillas que se localiza en la parte posterior de la máquina.

Advertencia: Esta máquina sólo podrá ser utilizada con lámina de metal. (NO CORTAR VARILLAS DE NINGÚN TIPO).

Recomendaciones: Verificar que los trazos a cortar se encuentren en el sitio adecuado; para el corte de tramos largos de lámina se recomienda pedir apoyo para las maniobras pertinentes.



.....

7.2 Roladora

Máquina que nos permitirá lograr formas curvas, lo cual se consigue al pasar la hoja de lámina entre tres rodillos, dos de los cuales pasan por el extremo de la hoja y el tercer rodillo sirve para incrementar el radio de curva al alterar el nivel de altura del mismo; esto hace que la lámina tome la curvatura requerida, como radio mínimo será considerado el radio de uno de los rodillos

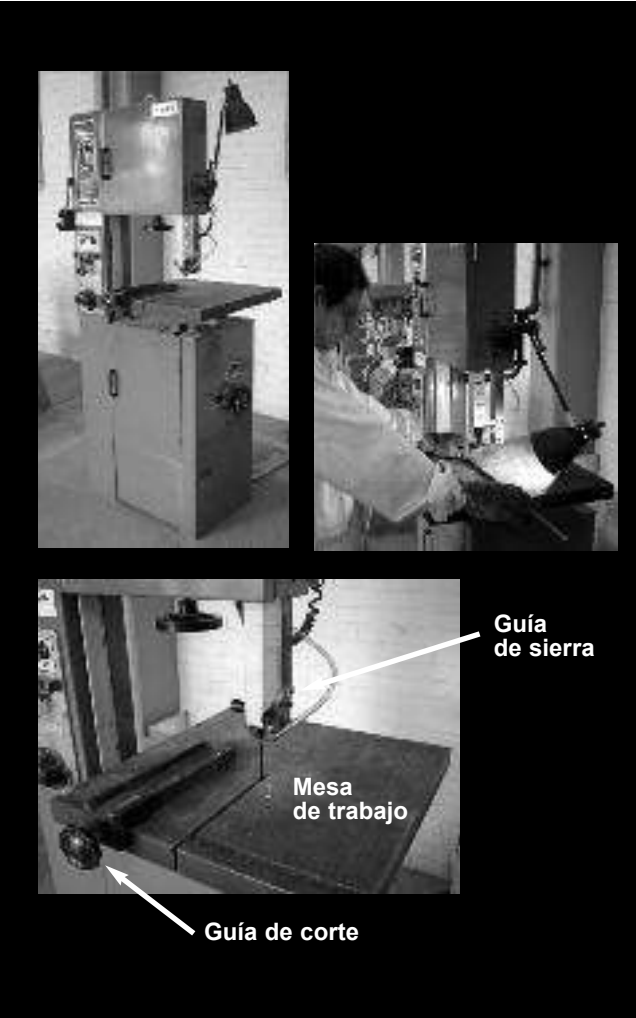
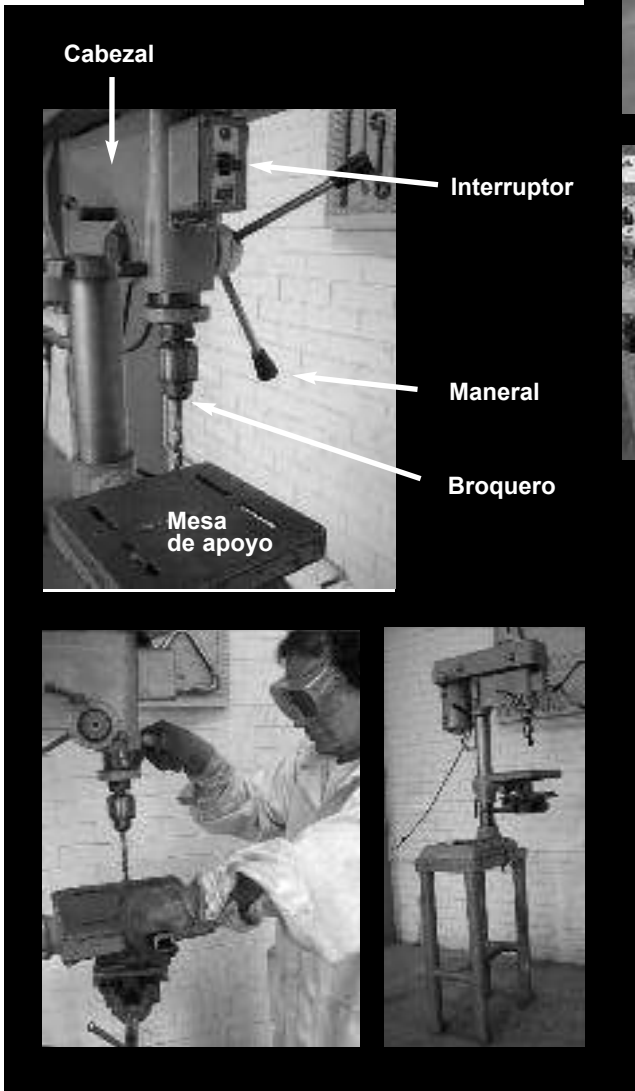
Precauciones: Evitar introducir los dedos mientras la máquina se encuentra en uso.



7.3 Taladro de banco

Se podrán efectuar barrenos de 3/32 a 1/2" pulgada de diámetro, es obligatorio sujetar por medio de prensas en "C" las piezas (pequeñas y laminadas) a barrenar directamente en la mesa auxiliar del taladro, o de forma provisional con alguna pinza de presión.

Precauciones: Sujetar el pelo largo, utilizar gafas o similar, no introducir las manos en el área de maniobra.



Advertencia: Para barrenar piezas pequeñas laminadas, siempre utilice para sujetar pinzas de presión.

7.4 Sierra cinta

Se podrán efectuar cortes rectos y curvos de mediana distancia, en piezas de diseño complejo.

Precauciones: Se recomienda la utilización de guantes, así como la verificación o ajuste de las guías de corte.

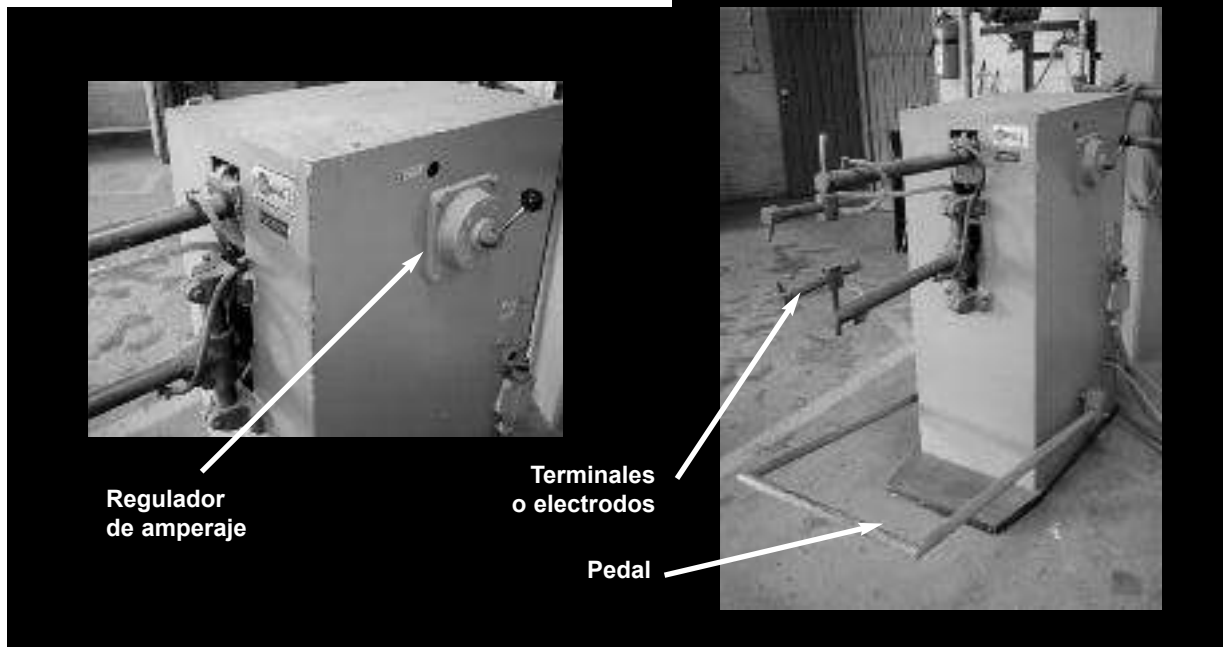
.....

7.5 Punteadora electromagnética

Considerada como máquina de unión permanente, conveniente para ensamble de piezas de lámina o barras de acero, lo cual se consigue por medio de una descarga electromagnética y la presión de las terminales (electrodos o puntas) que presionan las piezas a unir.

Recomendaciones: Se deberá prever que las piezas a unir tengan acceso a la longitud de garganta de la máquina así como la abertura de punteo, debe planearse el orden en que se deberá puntear el objeto en proceso, de ser necesario se utilizaran pinzas de presión para sujetar de manera provisional el objeto, no utilizar relojes análogos (con manecillas) para evitar la alteración del mismo debido a la descarga magnética, para la unión de láminas de grueso calibre (14 y sucesivas) se recomienda para su unión el uso de remaches (pop siempre y cuando la pieza no sea sometida a esfuerzos considerables o golpe), tornillería o soldadura eléctrica.

Precauciones: Verificar que el área de trabajo se encuentre libre de líquidos (agua o similares) utilizar guantes de trabajo, bata o similar.



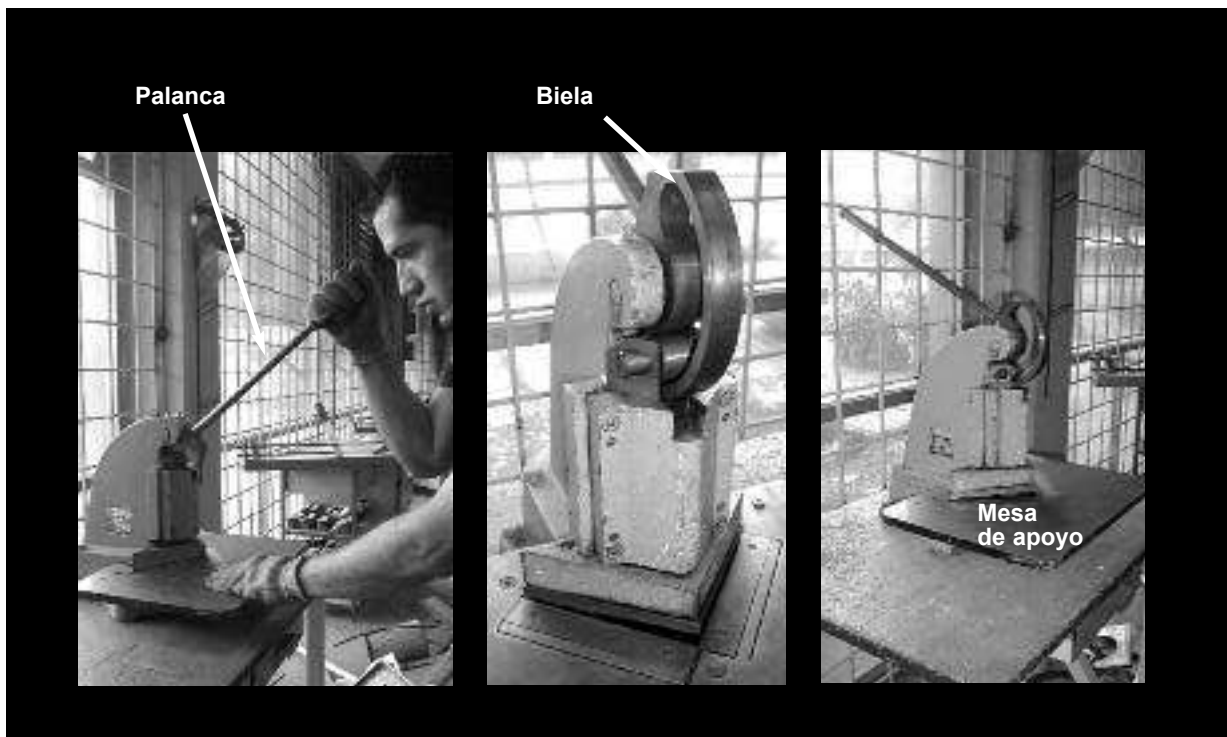
7.6 Piqueteadora o cortadora en ángulo

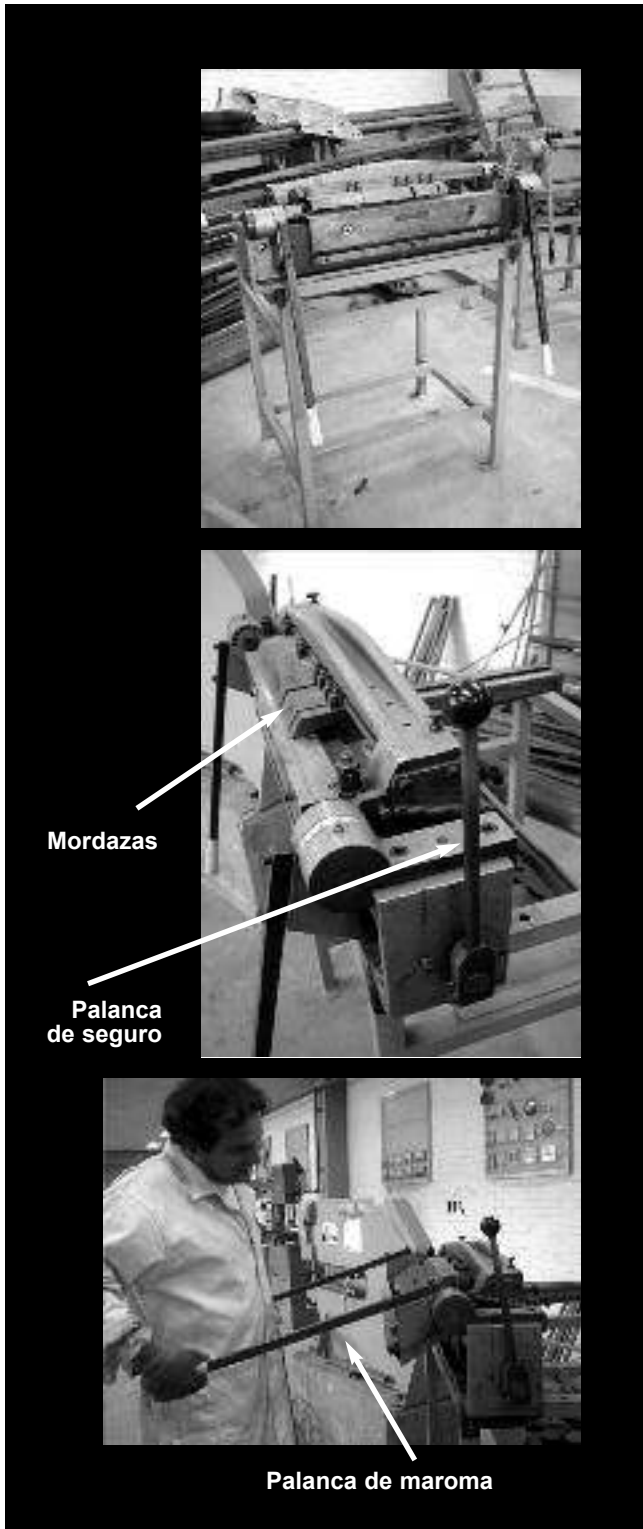
Corta pequeños segmentos de lámina al igual que ángulos determinados a 90° , esto por medio de dos cuchillas dispuestas de manera opuesta, el límite máximo permitido para el uso de esta máquina será el calibre 16.

Advertencia: Esta máquina sólo podrá ser utilizada con lámina (**NO CORTAR VARILLAS DE NINGÚN TIPO**)

Recomendaciones: Será preferible utilizarla directamente por un operario para lograr la sincronía de movimiento adecuada

Precauciones: De las cortadoras en general, se deberá tener cuidado sobre el alcance que estas tengan con las manos; considerar la manipulación del movimiento de palanca de la cuchilla superior para evitar ser golpeado en la cabeza con la misma.





7.7 Dobladoras de maroma (2', 3' y 6')

Consisten en un par de mordazas dispuestas de forma horizontal (una fija y la segunda móvil), se utiliza ubicando la lámina previamente trazada sobre la línea de acoplamiento de mordazas, posteriormente se asegura la lamina por medio de la(s) palanca(s) lateral (es) que provocan el movimiento de la mordaza superior (móvil) misma que causará oposición con respecto de la mordaza inferior (fija), una vez asegurado el material se efectuará el doblar por medio de las palancas de maroma.

Este doblar tendrá como ángulo de incidencia el mínimo provocado por el ángulo radial determinado por los mismos dados de sujeción, los cuales se podrán alternar o combinar dependiendo de las necesidades requeridas por el objeto a fabricar.

Advertencia: Estas máquinas sólo deberán ser utilizadas con lámina de metal. **(NO SE PERMITIRÁ DOBLAR EN ELLAS VARILLAS DE NINGÚN TIPO)**

Recomendaciones: Antes de efectuar cualquier tipo de dobleces (Complejos o múltiples) realice pruebas organizativas en TIRAS de lámina que posean las mismas dimensiones ortogonales de la pieza que será definitiva, esto para poder realizar ajustes, ahorrar material y además evitar errores en su producción.

Precauciones: Se deberá tener cuidado con cualquiera de los mecanismos o partes móviles.

7.8 Máquinas soldadoras tipo MIG

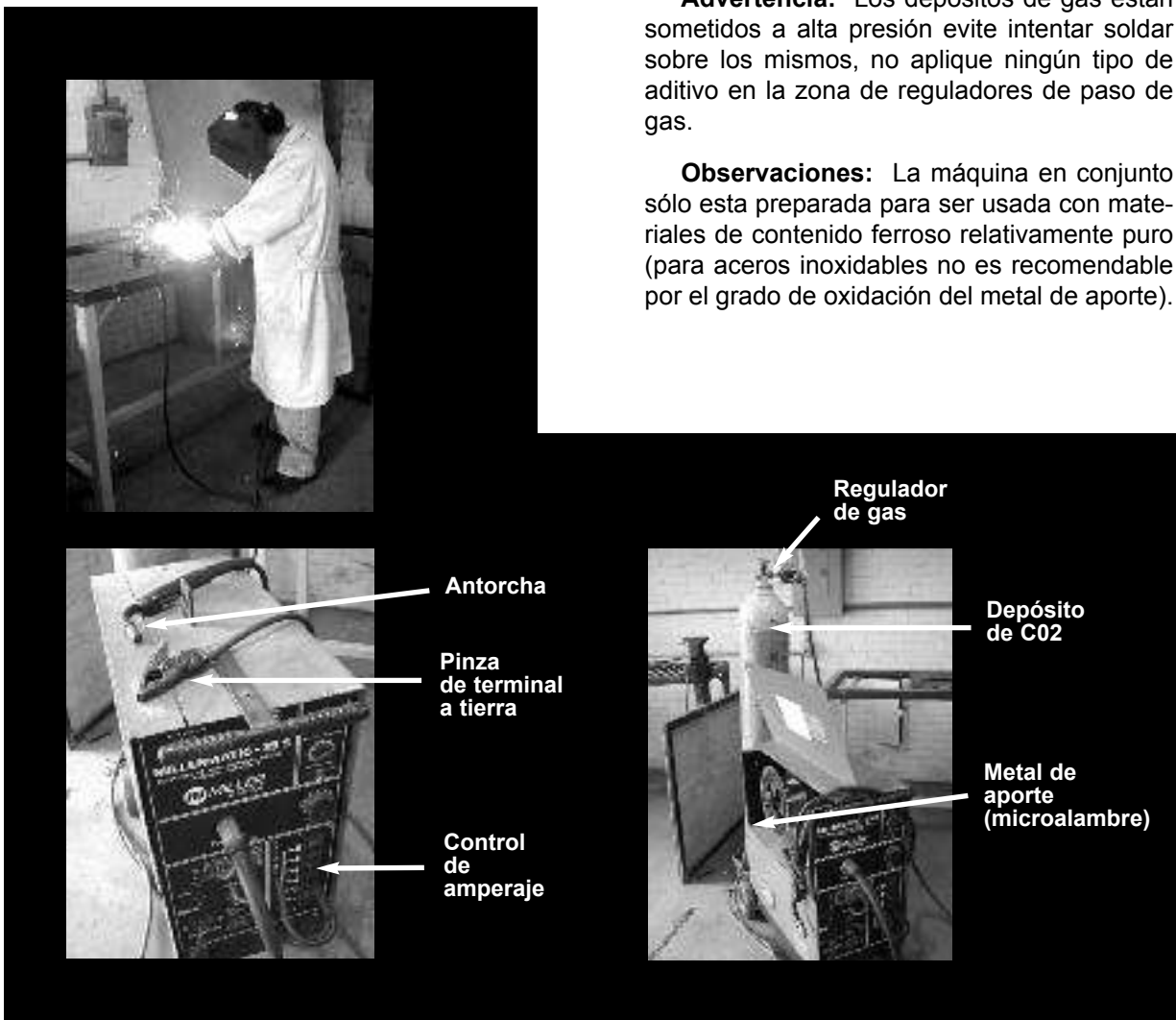
La soldadura MIG (metal inert gas) utiliza como electrodo un metal consumible (acero al carbón con baño de cobrizado) que ira siendo utilizado como un metal de aporte o de relleno, por lo que este proceso es llamado soldadura continua o de micro alambre.

Para lograr la soldadura de carácter permanente algunos procesos sólo requieren de fuerza para la unión, otros requieren de un metal de aporte y de energía térmica que

tenga la capacidad de derretir dicho metal; cada uno de los diversos procesos de soldadura poseen sus propias características de ingeniería y sus costos específicos. El proceso de unión MIG se logra a través del calor desarrollado por un arco eléctrico que se genera entre un electrodo y las piezas a soldar, pero el electrodo deberá estar protegido por una campana o atmósfera que es inyectada o suministrada por el gas inerte (en este caso gas carbón CO_2) con lo anterior se produce un arco protegido contra la oxidación y además controlado.

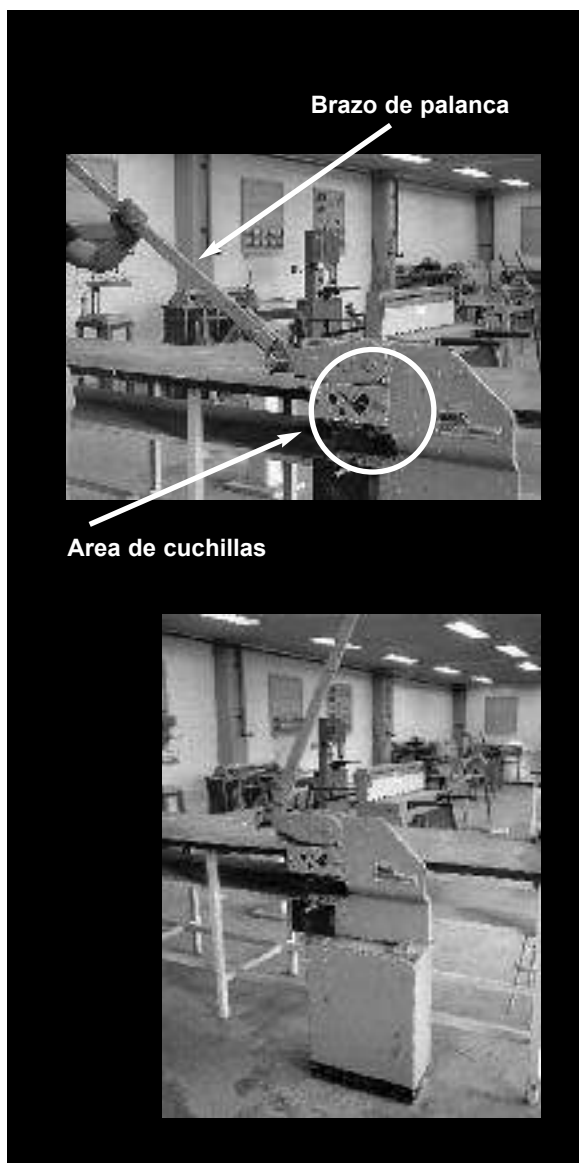
Advertencia: Los depósitos de gas están sometidos a alta presión evite intentar soldar sobre los mismos, no aplique ningún tipo de aditivo en la zona de reguladores de paso de gas.

Observaciones: La máquina en conjunto sólo esta preparada para ser usada con materiales de contenido ferroso relativamente puro (para aceros inoxidable no es recomendable por el grado de oxidación del metal de aporte).



Recomendaciones: Es preferible llevar a cabo algunas prácticas previas de interacción con la máquina para posteriormente proceder a soldar las piezas u objetos que serán definitivos.

Precauciones: Se recomienda verificar que el área de trabajo permanezca libre de cualquier tipo de sustancias líquidas (agua, aceites, solventes etc.). Utilice ropa protectora (bata, overol, mandil). Utilice guantes no inflamables (carnaza). Utilice caretas con grado de sombra (11, 12) si permanece por tiempos prolongados en el área de soldadura verifique que los extractores de gases y polvos se encuentren en actividad.



7.9 Cizalla trozadora de sólidos

Máquina que tiene la particularidad de seccionar materiales denominados como sólidos de un sólo impacto (solera, barra redonda, barra cuadrada, ángulo) esto al someter a presión el brazo de palanca dispuesto en la parte superior de la misma, se deberá tomar en consideración que la precisión de corte de esta máquina dependerá de la habilitación de topes que el usuario se permita colocar en ella para obtener buenos resultados (trabajo en serie de dimensiones idénticas)

Recomendaciones: Siempre verifique que la zona a cortar se encuentre dispuesta en la máquina apropiadamente y en el sitio adecuado según corresponda al tipo de perfil.

Precauciones: De las cortadoras en general. Se deberá tener cuidado sobre el alcance que estas tengan con las manos; considerar la manipulación del movimiento de palanca de la cuchilla superior para evitar ser golpeado en la cabeza con la misma.

7.10 Máquinas para doblado de tubo

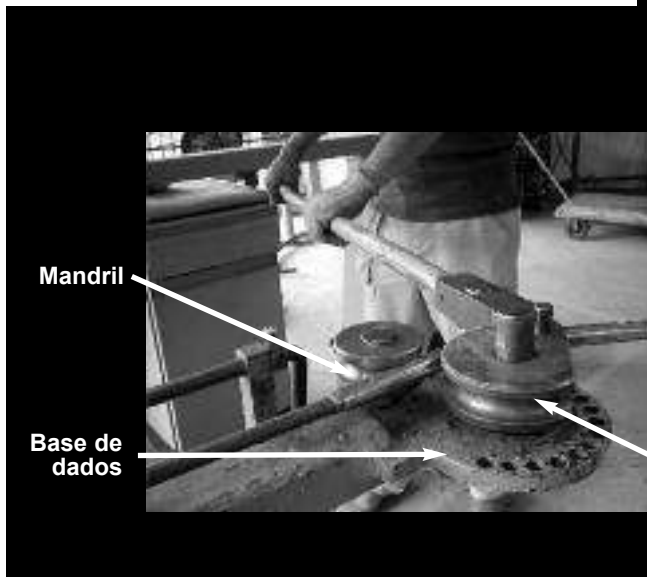
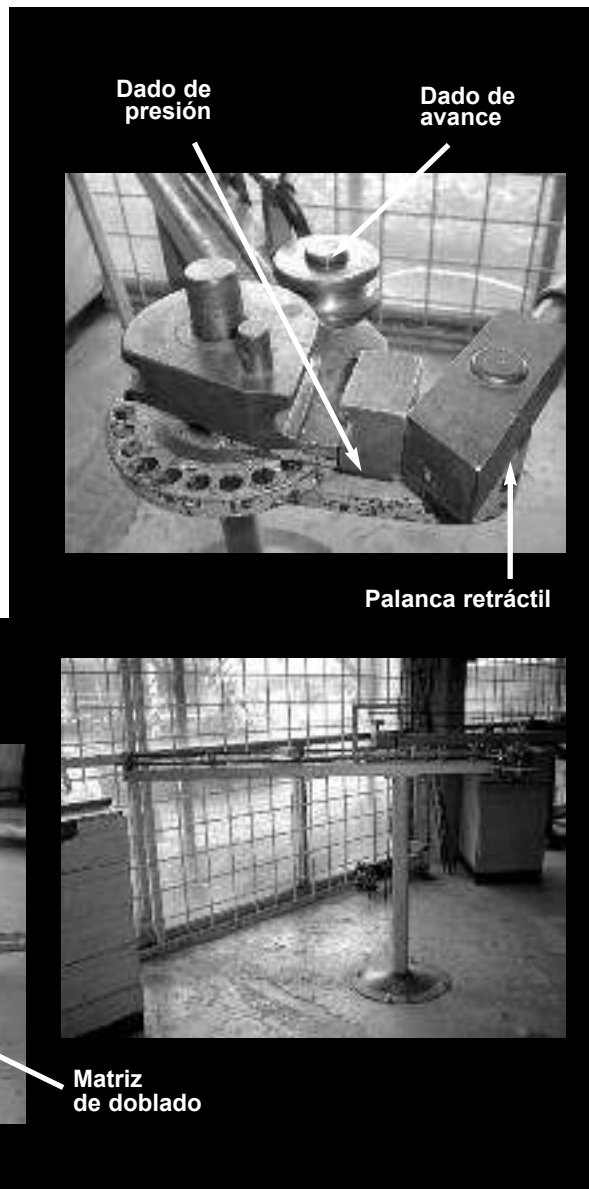
Las máquinas para doblado de tubo instaladas dentro del CIDI son de uso totalmente mecánico-manual y su característica principal es doblar tubo o mofle (metálicos) de diferentes diámetros cada uno de ellos con determinados radios por los elementos que componen el sistema,

La máquina consta de un pedestal y un soporte horizontal donde se ubican:

- La guía de marcas o topes.
- La base de dados.
- El vástago o mandril.
- La matriz de doblado.
- El dado de presión.
- La matriz o dado de avance.
- La palanca retráctil.

Recomendaciones: Ajustar la máquina en todos sus componentes para que el trabajo de la misma sea eficiente, realizar los cálculos o pruebas previas de dobleces que garanticen la efectividad en el proyecto.

Precauciones: Colocar las partes desmontables de la máquina en zonas seguras para evitar que caigan sobre los pies.



7.11 Esmeriladora de pedestal

Es considerada como una máquina de arranque de viruta (esquirlas) y funciona para hacer desgastes o rebajes en los metales, puede adaptarse y funcionar como un pulidor, desbastador, afilador o abrillantador siempre y cuando los elementos que realizan la función directa sean intercambiados para el efecto o proceso requerido, la máquina está compuesta de un pedestal, un motor instalado dentro de la carcasa y los herramientas de proceso.

Advertencias: Para el uso de esta máquina deberán utilizarse siempre guantes y careta o gafas protectoras, sólo podrá ser utilizada para el trabajo con metales (no con maderas, yesos, etc.)

Precauciones: Por ser una máquina accionada por motor tome las debidas precauciones para evitar accidentes.



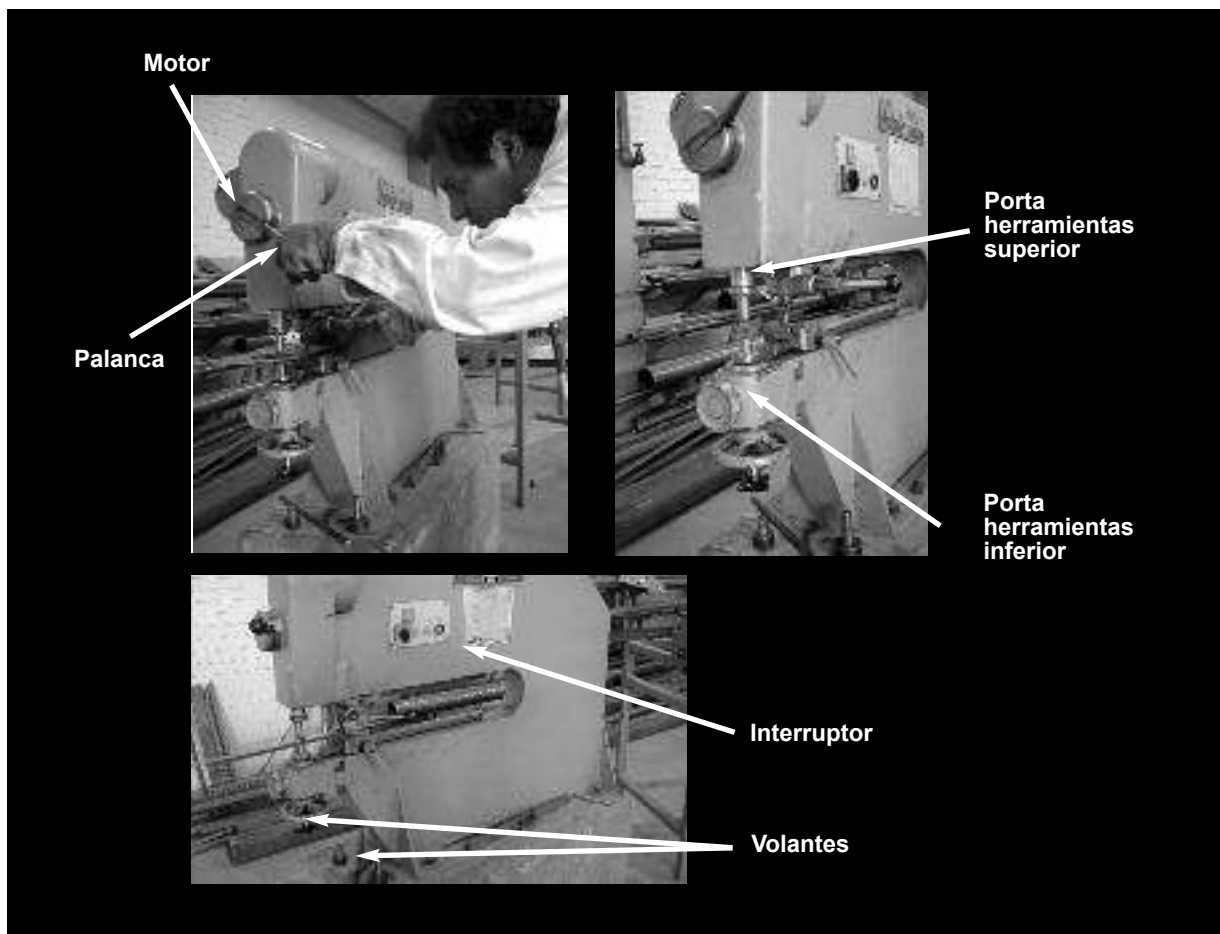
.....

7.12 Máquina de niblado o universal para trabajar la lámina metálica

Se trata de una máquina diseñada básicamente para trabajar la lámina metálica de una manera eficaz y racional, la máquina cuenta con un bastidor que permite el soporte de todos los sistemas incluyendo el motor que da la fuerza necesaria para el trabajo requerido, cuenta además con dos portaherramientas uno móvil (superior) y el opuesto fijo (inferior). Los movimientos del portaherramientas superior (abajo-arriba) se producen por medio de una palanca excéntrica, la palanca en manobra tiene dos posiciones de trabajo y esta a su

vez manipula al portaherramientas superior desde su posición estática a posición de trabajo, para ajustar el portaherramientas inferior el bastidor esta provisto de dos volantes con los cuales se controla que la herramienta quede en correcta posición, las herramientas son bloqueadas en el portaherramientas por medio de un cono y una tuerca, la marcha del motor se consigue con la acción de un interruptor de corriente.

Precauciones: Utilice siempre guantes de protección para crear una barrera entre la operación del usuario y los sistemas de la máquina.



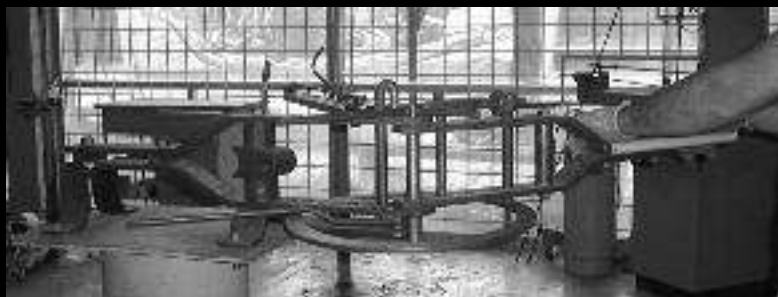
.....

7.13 Máquina dobladora universal (hossfeld)

Se trata de una máquina de uso plenamente mecánico, consiste en un cuerpo general forjado en caliente con un rango de dureza superior o similar a los materiales que en ella se podrán formar por medio de forja en frío, su carácter de trabajo es multifuncional, puesto que en ella se logran una gran variedad de dobleces en materiales de distintas características tanto físicas como mecánicas. La máquina posee una diversidad de dados que permiten, dependiendo de la combinación de las mismas y la colocación correcta, un aprovechamiento en el desarrollo de procesos que de otra manera serian complejos de obtener.

Recomendaciones: Para obtener resultados adecuados siempre realice pruebas en materiales de características y dimensiones similares.

Precauciones: Tenga cuidado al manipular los dados, puesto que por su peso resultan peligrosos al caer sobre los pies.



BIBLIOGRAFÍA

- MORENO, A. *Tecnología Básica para la Producción con Lámina de acero*. Págs. 1-28, Apuntes.
- SOTO, C. *Breviarios de Diseño Industrial*. Unidad Académica de Diseño Industrial, 28 Págs. Apuntes.
- VILLAVICENCIO, A. *Manual de Laminados Metálicos para Alumnos de 3er. Semestre*. 25 Págs. Apuntes.

G

GLOSARIO

1. Coque

Residuo del carbón de piedra, después de que, sometido a elevadas temperaturas, ha perdido sus sustancias volátiles; es un combustible que produce gran cantidad de calor.

2. Coquilla

Plancha metálica usada en moldes de fundición para aumentar la precisión, la velocidad de solidificación y la dureza superficial de las piezas.

3. Decapado

Acción de eliminar la costra de impurezas que se forma en la superficie de ciertos cuerpos, como los metales.

4. Desbastar

Dar a una pieza la forma aproximada que se quiere obtener.

5. Electrodo

Conductor que pone en comunicación los polos de un circuito.

6. Electrostático

Fenómeno de la electricidad en reposo.

7. Embutido

Dar a la lámina metálica la forma de un molde prensándola sobre él.

8. Excéntrico

Que está fuera del centro o que tiene un centro diferente. Pieza circular de hierro o acero, cuyo eje de rotación no ocupa el centro geométrico, destinada a transformar un movimiento de rotación en uno de otra clase.

9. Horquilla

Pieza de un mecanismo que tiene forma de horca y sirve para sujetar a otra.

10. Mordaza

Aparato de formas variadas usado para apretar o sujetar.

11. Perno

Pieza metálica, larga, cilíndrica, de cabeza redonda, se asegura por el extremo opuesto con una chaveta o tuerca.

12. Pija

Tornillo autoroscante.

13. Refractario

Cuerpo que resiste la acción del fuego sin cambiar de estado ni descomponerse.

14. Remachar

Percutir el extremo hasta que forme una cabeza.

15. Tecnología media

Aquella que utiliza maquinaria y equipamiento que requiere fuerza humana.

16. Troquel

Molde para la estampación de chapas, cartones, etc., generalmente provisto de perímetro cortante para separar el material excedente.

P

PROVEEDORES

CASA ORTIZ y Cía.
FERRETERÍA
Av. Revolución 733
Col. Nonoalco Mixcoac
Tels. 55•63•33•03, 55•63•33•09,
55•63•33•28 y 55•63•33•34

TORMACO, S.A. DE C.V.
TORNILLOS, MANGUERAS Y
CONEXIONES
Calle Chichimecas No. 75-4
Col. Ajusco Coyoacán
Tels. 56•18•16•55 y 56•18•59•31

**FERRETERÍA Y PERFILES
COYOACÁN, S.A. DE C.V.**
Pedro Henriquez Ureña No. 148
Col. Sto. Domingo
Tels. 56•19•92•92 y 56•19•94•56

LA JALADERA S.A. DE C.V.
HERRAJES Y REGATONES
Corregidora No. 25
Col. Centro
Tel. 55•22•32•74

LA PALOMA
ACERO INOXIDABLE,
LATÓN, BRONCE, ALUMINIO
Av. Revolución 461
Col. San Pedro de los Pinos
Tel. 52•72•02•52

MEXINOX
ACERO INOXIDABLE
Oficinas y ventas:
Cracovia N° 54, San Ángel
Conmutador: 56•16•20•00

MURAKAMI
HERRAJES, RODAJAS Y
CORREDERAS
Av. Aztecas mz. 91 Lt. 6
Col. Ajusco. Coyoacán
Tels. 56•10•61•18 y 56•17•31•62

PERFILES PACÍFICO
Av. Pacífico Esq. Av. Aztecas
Tels. 56•18•62•30,
56•19•37•30 y 56•10•44•57

M

MAQUILADORES

ARPEMEX

GRABADO EN METAL
Palenque No. 130
Col. Narvarte
Tels. 55•32•32•08 y 55•39•04•83

FARMACERO S.A. DE C.V.

ACEROS INOXIDABLES,
PAILERÍA EN GENERAL
1ª Privada de Doctor Durán
Col. Doctores
Tel. 55•19•44•10

FERRUM

CORTE DE PLACA CON
PANTÓGRAFO
Av. Aztecas S/n cerca de
Aurrera Cantil, Col. Ajusco

IEFESA, S.A. DE C.V.

TUERCAS INSERTO
Av. Santa Ana No. 215-B
Col. Presidentes Ejidales
Tels. 56•08•04•22 y 56•32•50•23
C.P. 04420 Coyoacán, D.F.

MAQINCRO, S.A. DE C. V.

NIQUELADO, CROMADO
Cda. Norte 72-A # 21
Col. Bondojito
Tels. 57•51•83•47 y 57•51•84•07

MONSTER CONSTRUCTION

ROLADO DE TUBOS
Calle Nezahualcoyotl,
Parque Huayamilpas
Tel. 54•21•63•05

NICROMEX

CORTE Y DOBLECES PARA
LÁMINA, PINTURA
ELETROSTÁTICA
Zapotecas No. 584
Col. Ajusco
Tels. 56•18•14•98, 56•18•95•24
y 56•19•03•28

RAGASA

PINTURA ELECTROSTÁTICA,
PINTURA MICRO
PULVERIZADA
Canahutli No. 89
Col. Sto. Domingo Coyoacán
Tel. 56•10•76•12

R M DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

RECUBRIMIENTOS
METÁLICOS
Pelicano No. 229
Col. Aragón
Tels. 55•77•08•11 y 55•77•00•01