



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO.

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA.

MONOGRAFÍA.

DESARROLLO DE LA LÍNEA Y PROCESOS DE
PRODUCCIÓN PARA LA MANUFACTURA DE
“GABINETES DE CONTROL RESTAURADOR”
EN LA EMPRESA DSF INDUSTRIAS.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL.

PRESENTA:

P.de I.I. LÓPEZ SÁNCHEZ FRANCISCO.

DIRECTOR: Dr. OSCAR MONTAÑO ARANGO.

MINERAL DE LA REFORMA, HGO., DICIEMBRE DE 2010

Dedicatoria.

Dedico este trabajo a mis padres y mi hermano que desafortunadamente ya no están con nosotros, además a mis hermanos, sobrinos y en especial a mis hijas: Laura Monserrat, Alejandra y Perla Rubí.

Que ellas fueron mi motivación para poder obtener mi título profesional.

Agradecimiento.

Agradezco a todos los miembros de mi comité y en especial a mi director que me apoyaron y orientaron en el lapso del desarrollo de este trabajo, para lograr alcanzar mi meta de obtener mi título profesiona.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
DIRECCIÓN

M. en C. Julio César Leines Medécigo
Director de Administración Escolar
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Presente

Por este conducto le comunico que el pasante de la Licenciatura en Ingeniería Industrial FRANCISCO LÓPEZ SÁNCHEZ, quien presenta la MONOGRAFÍA: "DESARROLLO DE LA LÍNEA Y PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LA MANUFACTURA DE GABINETES DE CONTROL RESTAURADOR EN LA EMPRESA DSF INDUSTRIAS", solicita que el examen recepcional para obtener el Título de Ingeniero Industrial sea el día JUEVES 16 de DICIEMBRE del presente año, en la Sala de Uso Múltiple del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, a las 14:00 horas.

El Jurado está integrado de la siguiente manera:

PRESIDENTE: M. en C. Octavio Castillo Acosta
PRIMER VOCAL: Dr. Oscar Montaña Arango
SEGUNDO VOCAL: Dr. Antonio Oswaldo Ortega Reyes
TERCER VOCAL: M. en A. Bernardino Martínez Muñoz
SECRETARIO: M. en C. Jaime López Verde
PRIMER SUPLENTE: M. en E. Artemio Sánchez Cerón
SEGUNDO SUPLENTE: Dr. José Ramón Corona Armenta

Sin otro particular, le reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"
Mineral de la Reforma, Hgo., a 13 de diciembre de 2010

P.A. Salas
M. en C. Octavio Castillo Acosta
Director



RECEPCIONADO
SECRETARÍA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
DIRECCIÓN
13 12 2010
Thelma Bayeio
[Signature]



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
DIRECCIÓN

M. en C. Julio César Leines Medécigo
Director de Administración Escolar
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Presente

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de la Licenciatura en Ingeniería Industrial: FRANCISCO LÓPEZ SÁNCHEZ, quien presenta el trabajo de titulación "DESARROLLO DE LA LÍNEA Y PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LA MANUFACTURA DE GABINETES DE CONTROL RESTAURADOR EN LA EMPRESA DSF INDUSTRIAS", después de revisar el trabajo ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE: M. en C. Octavio Castillo Acosta
PRIMER VOCAL: Dr. Oscar Montaña Arango
SEGUNDO VOCAL: Dr. Antonio Oswaldo Ortega Reyes
TERCER VOCAL: M. en A. Bernardino Martínez Muñoz
SECRETARIO: M. en C. Jaime López Verde
PRIMER SUPLENTE: M. en E. Artemio Sánchez Cerón
SEGUNDO SUPLENTE: Dr. José Ramón Corona Armenta

Sin otro particular, le reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"
Mineral de la Reforma, Hgo., a 8 de diciembre de 2010

R.A. Salazar
M. en C. Octavio Castillo Acosta
Director



ÍNDICE.

PROBLEMÁTICA.	i
JUSTIFICACIÓN.	i
OBJETIVO GENERAL.	ii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	ii
INTRODUCCIÓN.	iii
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL.....	1
1.1.- Corte por Plasma.	2
1.2.- Corte por Láser.	4
1.2.1.- Posibilidad de Actuar sobre Zonas de Tamaño Reducido.	6
1.2.2.- Accesibilidad.	6
1.2.3.-No Contacto Mecánico con la Pieza.	6
1.2.4.- Sistemas Sofisticados.	6
1.2.5.- Aplicación Industrial del Corte por Láser.	7
1.3.- Corte por Cizalla.	7
1.4.- Punzonado.	8
1.5.- Estampado.	10
1.6.- Troquelado.	11
1.7.- Embutido.	11
1.7.1.- Análisis del Proceso de Embutido.	16
1.7.2.- Tasa Límite del Embutido y Tasa del Reembutido.	18
1.7.3.- Embutido con Pestaña Ancha.	20

1.7.4.- Radio del Hombro del Punzón " r_p ".	20
1.7.5.- Radio del Hombro de la Matriz " r_d ".	21
1.7.6.- El Claro entre el Punzón y la Matriz.	21
1.7.7.- Pisador.	22
1.8.- Dobleza.	23
1.8.1.- Estudio de los Ángulos de Dobleza.	26
1.8.2.- Dobleza sobre un Ángulo Vivo.	26
1.8.3.- Dobleza sobre Ángulo Redondeado.	26
1.8.4.- Sentido del Laminado.	27
1.8.5.- Factor de Retorno/Recuperación Elástica.	27
1.8.6.- Fibra Neutra.	28
1.8.7.- Cálculo de Desarrollo de una Pieza.	28
1.8.8.- Esfuerzo de Dobleza.	30
1.9.- Soldadura por Resistencia.	32
1.10.- Pintura Electrostática.	41
1.10.1.- Ventajas.	41
CAPÍTULO II DISEÑO DEL PRODUCTO.....	43
2.1.- Diseño de un Nuevo Producto.	43
2.2.- Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos.	44
2.3.- Diseño del Proceso.	57
CAPÍTULO III PLANEACIÓN.....	59

3.1.- Planeación del Proceso.	59
3.2.-Planeación de la Producción.	60
3.2.1.-Programación de la Producción.	61
3.3.- Control de la Producción.	65
CAPÍTULO IV LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	67
4.1.- Características de una Línea de Producción.	67
4.2. - Lay-Out Propuesto en DSF Industrias para la Fabricación de Gabinetes de Control Restaurador.	68
4.3.- Descripción de Puestos de Operación en la Línea de Producción de Gabinetes de Control Restaurador en DSF Industrias.	71
4.3.1.-Primera Estación de Trabajo: Habilidad de Material; Corte por Plasma, por Láser y Cizalla.	71
4.3.2.-Segunda Estación de Trabajo: Habilidad de Material; Punzonado y Escotado.	72
4.3.3.- Tercera Estación de Trabajo: Habilidad de Material; Embutido y Estampado.	72
4.3.4.-Cuarta Estación de Trabajo: Habilidad de Material; Doblez.	72
4.3.5.- Primer Estación de Trabajo Línea de Armado: Soldadura por Resistencia.	72
4.3.6.- Segunda Estación de Trabajo Línea de Armado y Armado de Sub-Ensamblés.	72

4.3.7.- Tercera Estación de Trabajo Línea de Armado.	73
4.3.8.- Cuarta Estación de Trabajo Línea de Armado.	73
4.3.9.- Pintura Electrostática.	73
4.3.10.- Quinta Estación de Trabajo Línea de Armado Final.	73
4.3.11.- Control de Avance de la Producción.	74
4.3.12.- Aseguramiento de Calidad.	76
CONCLUSIONES.	78
GLOSARIO DE TERMINOS.	79
BIBLIOGRAFÍA.	80

PROBLEMÁTICA.

Como resultado de la crisis industrial a nivel nacional e internacional DSF INDUSTRIAS se vio en una situación que puso en riesgo esta fuente de trabajo. Por tal motivo, se tuvo que implementar como estrategia el buscar nuevos mercados. Así se presentó la oportunidad de fabricar "gabinetes de control restaurado", por lo que se desarrollo la línea y procesos de producción.

JUSTIFICACIÓN.

Con este trabajo se pretende obtener un mejor aprovechamiento de los procesos productivos, recursos materiales y recursos humanos para la fabricación de "gabinetes de control restaurador", para minimizar costos y así poder obtener mayores utilidades. De igual forma se proporciona información básica para dar capacitación al personal involucrado directamente en la producción de "gabinetes de control restaurador".

El conjunto de estas acciones permitió a la empresa asegurar su permanencia en el mercado y elevar sus niveles de eficiencia y competitividad.

Asimismo, este trabajo representa un antecedente en la formalización de documentación técnica de sus procesos productivos para iniciar procesos de estandarización y sistematización.

OBJETIVO GENERAL.

Presentar el reporte de los procesos de diseño, ingeniería y fabricación de la manufactura de "gabinetes de control restaurador" de la empresa DSF industrias en el período 2009-2010, lo cual contribuyó a la permanencia de la empresa en el sector.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Reportar los procesos productivos y tecnología de la empresa.
- Describir los procesos y técnicas para el desarrollo de la manufactura de la empresa.
- Diseñar el proceso de fabricación de gabinetes (línea de producción).
- Desarrollar el proceso de planeación y programa de producción.

INTRODUCCIÓN.

Se desarrolló la línea de producción para la manufactura de "gabinetes de control restaurador", considerando que DSF INDUSTRIAS cuenta con la capacidad productiva exigida.

Esto es, que cuenta con los recursos materiales, humanos y la tecnología necesaria para realizar esta manufactura.

Se menciona el funcionamiento de estos "gabinetes de control restaurador": el restaurador cierra por medio de un solenoide el cual es energizado por un capacitor que se encuentra ubicado en el gabinete de control. Esta diseñado para sistemas de voltaje nominal de 13.8 kv. y para re-cierres automáticos totalmente ajustables controlados por un microprocesador.

Son de fácil instalación a un bajo costo.

A continuación se hace una breve descripción del contenido de los capítulos de este trabajo realizado.

En el capítulo I se tratan los conceptos básicos de los procesos de manufactura tales como corte por plasma, corte por láser, corte por cizalla, punzonado, estampado, troquelado, embutido, doblez, soldadura por resistencia.

En el capítulo II, se describe el proceso que se debe seguir para desarrollar un nuevo producto y que este logre que se llegue al objetivo, obteniendo un mejor aprovechamiento del desarrollo ingenieril y una calidad aceptable por el consumidor.

En el capítulo III, se plantea la manera para llevar a cabo la planeación y programación de la producción, así como la planeación del proceso y control de producción.

En el capítulo IV, que es el último, capítulo se describe el lay-out de DSF industrias, así como la forma en que se implementó la línea de producción, en la cual se plantea el control de avance de la producción y el control de la calidad.

De acuerdo al programa de producción propuesto, se espera aprovechar al máximo los recursos tanto materiales como humanos y obtener una calidad en el producto de acuerdo a las exigencias del cliente.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL.

DSF Industrias nace con el nombre Ferretera Industrial y de Servicios de Hidalgo, ubicada en manzana 3, entre escuela primaria Josefa Ortiz de Domínguez, colonia Palmillas Ciudad Sahagún Hidalgo, municipio de Tepeapulco, a cargo del Ing. Héctor Flores Barrera, como persona física con actividad empresarial, al identificar la oportunidad de negociación con empresas metal-mecánicas y ferroviarias.

En el año 2007 Ferretera Industrial y de Servicios, se reubica en su nueva instalación en el Fraccionamiento Industrial Sahagún Fracción III, Lote A36, esto debido a la necesidad de expansión y aumento de la capacidad para poder satisfacer las demandas de sus clientes.

Es por ello que al cambiar de domicilio adopta el nombre de DSF Industrias. Posteriormente se dedica a la manufactura y elaboración de partes de pailería, procesos de corte con plasma y cizalla, dobléz, punzonado, estampado, troquelado y procesos de soldadura para la industria metalmeccánica, ferroviaria y petrolera.

Actualmente y debido a la crisis por la que pasa la industria a nivel nacional e internacional, se presenta la oportunidad de manufacturarle a la industria eléctrica. En este ramo de la industria se tuvo que dar un giro al tipo de proceso que se venía realizando, ya que para cubrir las necesidades de este nuevo cliente se tuvieron que realizar algunos cambios a los procesos de producción.

Se realizó un análisis de la empresa con el fin de saber si se contaba con la capacidad para realizar la manufactura de los "gabinetes de control restaurador". Enseguida se menciona la capacidad de manufactura con la que contaba DSF INDUSTRIAS, en el año de 2008.

- Corte con plasma.
- Cizalla.

- Troquel de 60 toneladas.
- Piranha (máquina de operaciones múltiples).
- Conformadora o dobladora.
- Soldadora de micro alambre.
- Pulidora (orbital).

Se llegó a la conclusión que sólo se tenía que adquirir la máquina para soldadura por resistencia (punteadora) y como apoyo al corte, el corte por láser el cual se realiza en otro taller.

En este capítulo se describen cada uno de los procesos de operación que intervienen en la manufactura de "gabinetes de control restauradores", dentro de la citada empresa.

1.1 Corte por Plasma.

El fundamento del corte por plasma se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y donde el flujo del plasma puede alcanzar hasta 30 000°C, llevando el gas utilizado hasta el cuarto estado de la materia, el PLASMA, estado en el que los electrones se disocian del átomo y el gas se ioniza (Lema, 2002).

El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete, sumamente pequeña, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo y por polaridad adquiere la propiedad de cortar. La ventaja principal de este sistema radica en su reducido riesgo de deformaciones debido a la compactación calorífica de la zona de corte. También es valorable la economía de los gases aplicables, ya que a priori es viable cualquiera, si bien es cierto que no debe de atacar al electrodo, ni a la pieza.

El equipo necesario para aportar esta energía consiste en un generador de alta frecuencia alimentado de energía eléctrica, gas para generar la llama de calentamiento (argón, hidrógeno, nitrógeno y aire) y un porta electrodos y electrodo que dependiendo del gas puede ser de tungsteno, hafnio o circonio.

Por la vertiente eléctrica del equipo, las normas de seguridad aplicables son las correspondientes a esta maquinaria, considerando adicionalmente los gases que puedan desprenderse en el proceso por suciedad de la pieza.

El corte con plasma a diferencia del oxicorte, tiene un espectro de aplicación sobre materiales más amplios, especialmente se puede destacar la versatilidad para corte de metales en calibres delgados, lo cual con oxicorte no es posible considerando aspectos como la calidad de corte y el efecto negativo sobre la estructura molecular al verse afectada por las altas temperaturas y metales ferrosos al cromo níquel (aceros inoxidable), además del aluminio y el cobre.

Adicionalmente, el corte por plasma es un proceso que brinda mayor productividad toda vez que la velocidad de corte es mayor, dependiendo del calibre del material hasta 6 veces mayor, lo cual entrega una razón de costo-beneficio mejor que el oxicorte. (ESAB, 2010).

En la figura 1.1, se ilustra el corte por plasma.

Descripción de componentes:

- 1.-Cilindro de gas plasmágeno.
- 2.-Fuente de energía.
- 3.-Pieza (chapa).
- 4.-Pistola de corte.
- 5.-Electrodo.
- 6.-Plasma.
- 7.-Arco.
- 8.-Agua de refrigeración.
- 9.-Boquilla.
- 10.-Gas plasmágeno.

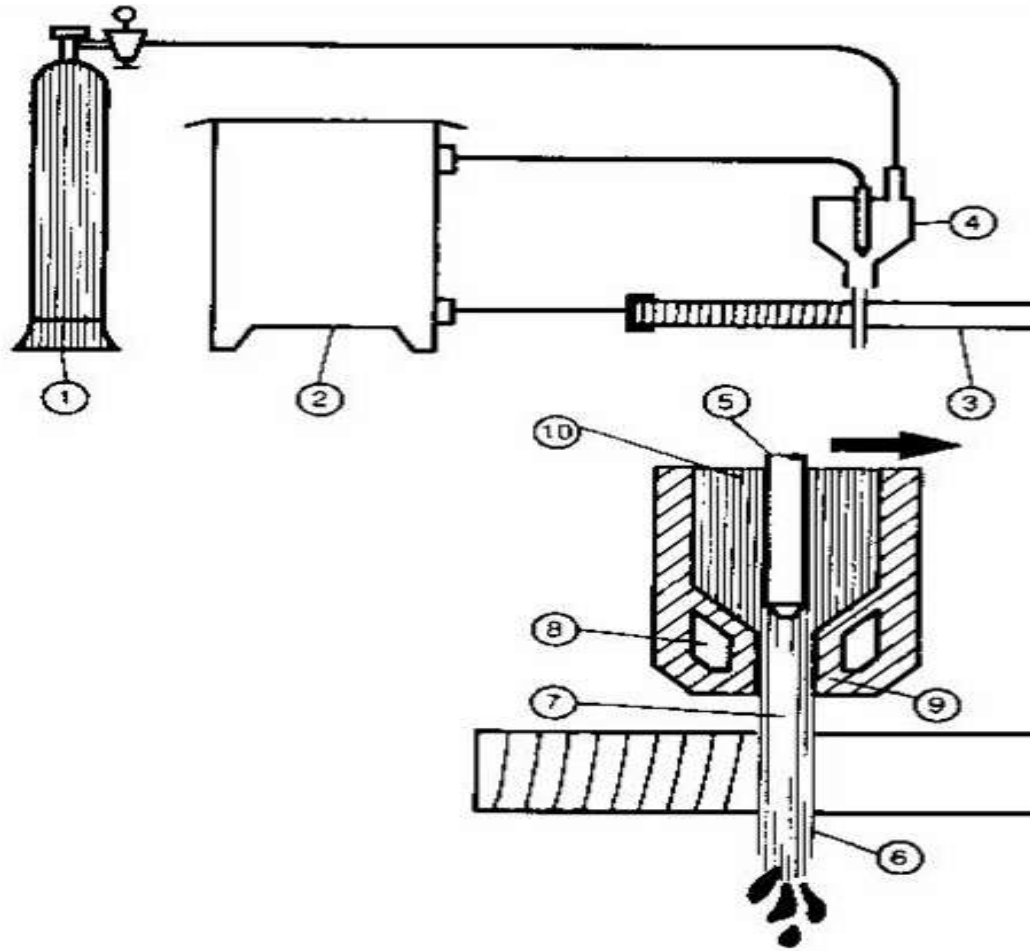


FIGURA 1.1. Representativo de corte por plasma (Lema, 2002).

1.2 Corte por Láser.

Desde principios del siglo XX se postuló que la transición entre estados de energía al excitar un átomo puede emitir un fotón, hasta nuestros días, ha variado en gran medida el uso que se ha dado a la energía láser. El haz de luz coherente obtenido a la salida de un resonador óptico por excitación del medio activo es un haz láser (acrónimo de "light amplification by the stimulated emission of radiation"), que debidamente tratado se convertirá en una fuente de energía de alto aprovechamiento (Machinability Data Center, 1980).

Las características de la energía láser posibilitan su utilización de una manera muy directa en aplicaciones industriales actuales de procesamiento de materiales en general y de corte de chapa en particular.

El proceso consiste en la focalización del haz láser en un punto del material que se desea tratar, para que éste funda y evapore lográndose así el corte. Como pretende simbolizar la figura 1.2 el haz láser, con una determinada potencia procedente del generador y de un sistema de conducción figura 1.2 (1), llegará al cabezal figura 1.2 (2), dentro de éste, un grupo óptico figura 1.2 (3), se encarga de focalizar el haz con un diámetro determinado, sobre un punto de interés del material a tratar.

El posicionamiento del punto focal del rayo respecto de la superficie que se desea cortar es un parámetro crítico. El proceso requiere de un gas de asistencia figura 1.2 (4), que se aplica mediante la propia boquilla del cabezal, coaxial al propio rayo láser. Este gas puede ser inerte para evitar oxidaciones o activo para catalizar el proceso. A su vez favorece la eliminación de material fundido, vapor y plasma de la zona de corte figura 1.2 (5), es típica la aparición de ciertas estrías o rugosidades en las superficies cortadas figura 1.2 (6). La conjugación de todos estos factores, junto con otros como la velocidad relativa entre el cabezal y la pieza, producen una densidad de energía (con valores característicos en orden de magnitud) que origina el corte para cada tipo de material.

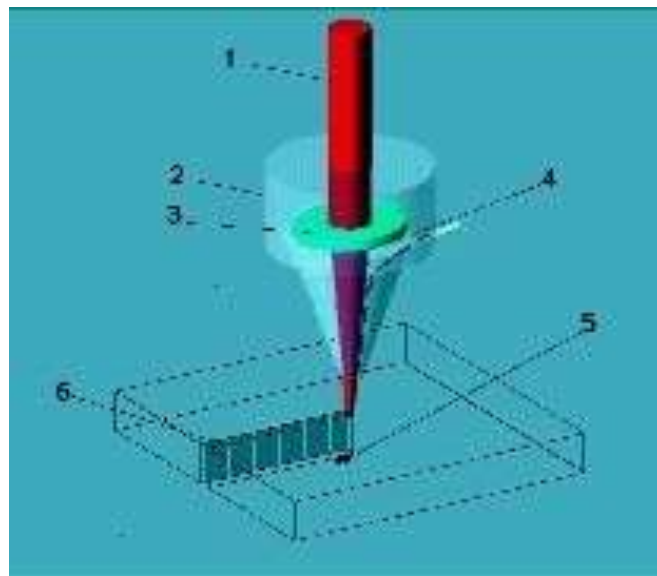


FIGURA 1. 2. Representativo del proceso de corte por láser (Manual Corte por Láser, 2008).

Aunque la aplicación mayoritaria del corte con láser se da en materiales metálicos, otro tipo de materiales como goma, vidrio, cuero o madera son susceptibles de ser cortados con este

método. En aplicaciones de corte láser de materiales metálicos debe tenerse en cuenta aspectos, calidad de materiales o posibles recubrimientos (aceite, oxido, pintura, etc.) como condicionantes importantes del resultado final.

De entre todas las características genéricas del proceso láser, los que se exponen a continuación tienen un mayor protagonismo en el caso concreto del proceso industrial de corte de chapa.

1.2.1 Posibilidad de Actuar sobre Zonas de Tamaño Reducido.

El diámetro del spot que incide sobre la superficie a cortar tiene un valor medio en torno a las tres décimas de milímetro. Esto acarrea la consecución de surcos de corte muy estrechos de dimensiones muy parecidas a las del propio spot o ligeramente superiores. Asimismo, las distorsiones que originan en el material son mínimas.

1.2.2 Accesibilidad.

La posibilidad de transmitir el haz láser mediante fibra óptica hace que, montado un cabezal de corte en un robot, se pueda alcanzar cualquier orientación de corte dentro del campo de trabajo del robot.

1.2.3 No Contacto Mecánico con la Pieza.

No se produce desgaste de la herramienta por contacto ya que el grupo óptico que enfoca el haz origina que en posición de trabajo exista una separación entre la boquilla de la que sale el rayo y la pieza.

1.2.4 Sistemas Sofisticados.

La programación se hace de una forma cómoda y precisa. Los dispositivos pueden incluir tablas de parámetro para cortar diferentes materiales. Es posible la automatización del proceso así como la comunicación de la máquina láser con otro tipo de dispositivos como CNC, centros de procesado, elementos de control de calidad, sistemas de gestión de errores y alarmas así como dispositivos de monitorización online de la máquina y del proceso láser.

La gran desventaja que presenta el corte de chapa por láser frente a otros procedimientos reside principalmente en el espesor máximo que se pueda cortar. Otros procedimientos

como el oxicorte, corte por plasma, electroerosión o corte por punzonado tiene la limitación de cortar espesores menores que los que corta el láser.

1.2.5 Aplicación Industrial del Corte por Láser.

Entre las aplicaciones industriales del láser para procesamiento de materiales se calcula que en torno al 60% de la actividad está dedicada al corte. Una de las industrias que mayormente absorbe esta actividad es la industria automotriz y la industria auxiliar automotriz.

1.3 Corte por Cizalla.

Las cizallas de guillotina para metal, son maquinas empleadas para cortar metales generalmente en láminas, su campo de aplicación se extiende a varios sectores industriales, (Millán, 2006).

En la figura 1.3, se muestra un tipo de cizalla hidráulica.



FIGURA 1.3. Cizalla tipo hidráulica (DSF INDUSTRIAS, 2010).

Dentro de las cizallas de guillotinas para metal, podemos distinguir los siguientes tipos:

- Cizallas mecánicas.

- Cizallas hidráulicas.

Las cizallas mecánicas pueden ser con o sin cuello de cisne y a su vez de embrague mecánico o de embrague a fricción.

El corte con cizalla es una primera operación básica en la cual una cizalla con una hoja móvil angular corta progresivamente a través de la hoja en una acción similar a la de una guillotina. Las piezas sencillas y largas como triángulos, trapecios o rectángulos se cortan mejor con cizalla.

En cualquier operación de corte con cizalla, el corte debe atravesar totalmente la pieza.

Tenemos cizallas de control manual y de control computarizado. Ambos tipos de control dan como resultado piezas de calidad, pero la tecnología de controles numéricos computarizados es especialmente eficaz en trabajos de tolerancia ajustada.

1.4 Punzonado.

Es una operación de corte de chapas o láminas, generalmente en frío, mediante un dispositivo mecánico formado por dos herramientas (DSF INDUSTRIAS, 2010):

1.-El punzón.

2.-La matriz.

La aplicación de una fuerza de compresión sobre el punzón obliga a éste a penetrar en la chapa, creando una deformación inicial en régimen elastoplástico seguido de un cizallado y rotura del material por propagación rápida de fisuras entre las aristas de corte del punzón y matriz. El proceso termina con la expulsión de la pieza cortada.

Para obtener un trabajo de mejor calidad, tenemos que considerar el juego que debe existir en la herramienta, este espacio debe existir en la herramienta, este espacio debe ser considerado entre un 3% - 15% dependiendo del espesor que se va a trabajar.

Cálculo para determinar el tonelaje necesario para efectuar un punzonado. Lo cual se aprecia en la tabla 1.1:

$$T = (P \times E \times \sigma_r) / 1000 = \text{ tons.}$$

T = Toneladas requeridas en tons.

P = Perímetro en mm.

E = Espesor del material en mm.

σ_r = Coeficiente de resistencia al corte en kg/mm^2 .

TABLA 1.1. Valores prácticos de la resistencia al corte (DSF INDUSTRIAS, 2010).

RESISTENCIA AL CORTE EN KG/mm^2		
MATERIAL	DULCE	DURO
PLOMO	2-3	
ESTAÑO	3-4	
ALUMINIO	7-11	13-16
ALUMINIO DURO	22	38
ZINC	12	20
COBRE	12-18	25-30
LATÓN	22-30	35-40
BRONCE LAMINADO	32-40	40-60
LÁMINA DE HIERRO		40
LÁMINA DE FIERRO EMBUTIBLE	30-35	
LÁMINA DE ACERO	45-50	55-60
ACERO CON 0.1%C	25	32
ACERO CON 0.2%C	32	40
ACERO CON 0.3%C	36	48
ACERO CON 0.4%C	45	56
ACERO CON 0.6%C	56	72
ACERO CON 0.8%C	72	90
ACERO CON 1%C	80	105
ACERO AL SILICIO	45	56
ACERO INOXIDABLE	52	56

Ejemplo:

Determinar el tonelaje requerido para punzonar una placa de $E = 3/16''$ y un diámetro de $3/8''$

$$E = 3/16'' = 4.76 \text{ mm} \quad ; \quad D=3/8'' = 9.52 \text{ mm.}$$

$$\sigma_r = 44 \text{ kg/mm}^2 \text{ en C.R. y Placa}$$

$$T = (P \times E \times \sigma_r) / 1000$$

$$P = \pi \times D = 3.1416 \times 9.52 \text{ mm} = 29.90 \text{ mm.}$$

$$T = (29.90 \text{ mm.} \times 4.76 \text{ mm.} \times 44 \text{ Kg. /mm}^2) / 1000 = 6.2622 \text{ tons.}$$

1.5 Estampado.

Bajo el nombre genérico de estampado se encuentran otras tareas parecidas que se realizan en las chapas de los metales que se llaman, embutido y troquelado (Koyu, 1988).

Los elementos claves de la estampación lo constituyen una prensa (prensa mecánica, neumática o hidráulica) que pueden tener tamaño, forma y potencia muy variada y una matriz o molde donde se da forma del estampado requerido o un troquel donde está grabado el dibujo que se desea acuñar en la chapa, y que al dar un golpe seco sobre la misma queda grabado. El estampado de los metales se realiza por presión, donde la chapa se adapta a la forma del molde.

El estampado es una de las tareas de mecanizado más fáciles que existen y permite un gran nivel de automatismo del proceso cuando se trata de realizar grandes cantidades de un producto.

El estampado se puede realizar en frío o caliente, el estampado de piezas en caliente se llama forja y tiene un funcionamiento diferente al estampado en frío que se realiza en chapas de acero, aluminio, plata, latón y oro son los más adecuadas para el estampado.

Una de las tareas de estampado más conocidas es la que realiza el estampado de las caras de las monedas.

1.6 Troquelado.

La acción ejercida entre un punzón y una matriz actúa como una fuerza de cizallamiento en el material a procesar una vez que el punzón ha penetrado éste, sufriendo esfuerzos que rápidamente rebasan su límite elástico produciendo la ruptura o desgarramiento en ambas caras en el mismo lapso de tiempo, al penetrar más y más el punzón se produce la separación del material completando el proceso. (DSF INDUSTRIAS).

Se llama holgura a la diferencia dimensional entre punzón y matriz, en donde el punzón es ligeramente más pequeño que la matriz. El correcto cálculo de la holgura en el diseño permite obtener un corte limpio, libre de rebabas y filos cortantes. Esta holgura dependen del tipo de material y el espesor del mismo, cuando la holgura es adecuada se puede observar que el desgarramiento ocurre en el último tercio del espesor del material mientras que el resto se mantiene relativamente brillante (esta holgura está entre un 3 y 15%).

1.7 Embutido.

Proceso de embutido y cambio de espesor del material.

El embutido se puede clasificar en embutido cilíndrico, rectangular e irregular por la figura del producto. Cada uno de estos 3 tipos de embutido tiene condiciones características de transformación, sin embargo existen muchos problemas básicos en común. A continuación, se mencionarán diversos temas básicos del embutido (JICA, 1988).

El flujo del material (deformación plástica) de los productos embutidos cuyas formas son irregulares es sumamente complejo. Embutir un vaso es el embutido más sencillo y es adecuado para explicar con claridad la teoría del embutido, por consiguiente se explicara sobre dicho embutido cilíndrico que se llama el embutido de vaso.

La silueta para un vaso es circular como se muestra en la figura 1.4, y la hora de embutir esta silueta en la forma de vaso, la orilla de la silueta se fluye hacia el centro de la misma por tanto su contorno se queda corto. A partir de este fenómeno se supone que la lámina recibe la fuerza de compresión.

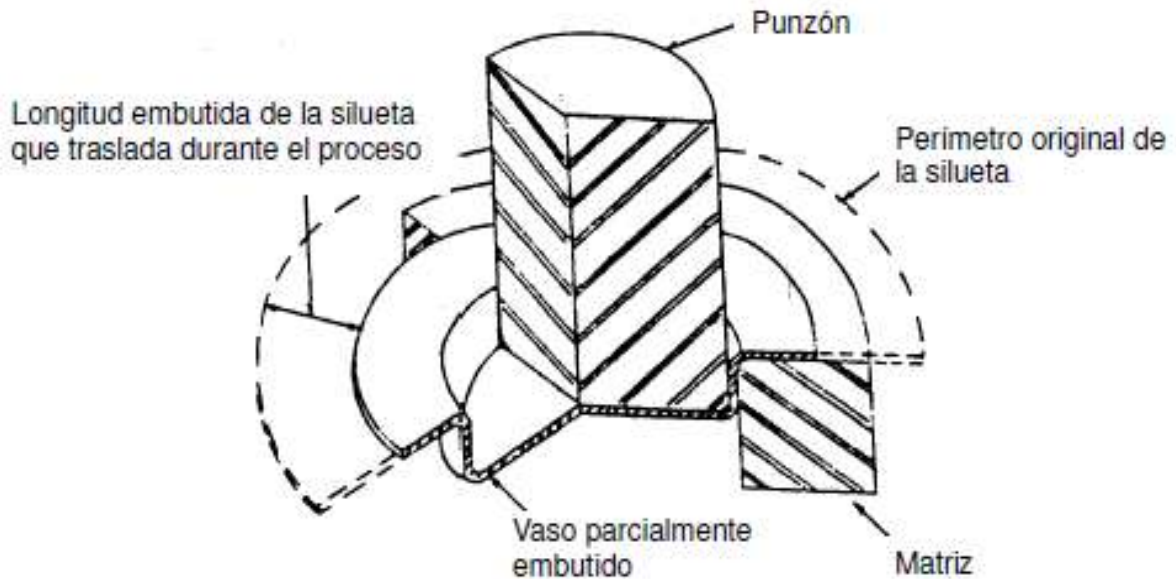


FIGURA 1.4 Proceso de embutido de vaso. (JICA, 1988).

El orden de embutido se describe a continuación y se muestra en la figura 1.5.

- (1) Se coloca una silueta circular con espesor t_0 y diámetro D sobre la superficie de la matriz que tiene un barreno con el diámetro d_2 . Normalmente, en la boca del barreno de la matriz está aplicado un radio r_0 , figura 1.5 (a).
- (2) Se inserta el punzón con el diámetro d_1 en la dirección del eje. El extremo del punzón tiene radio r_p . Este mismo radio queda como el radio del fondo del producto terminado, figura 1.5 (b).
- (3) Conforme el punzón se inserta en la matriz, se embute la parte central de la silueta gradualmente y al mismo tiempo el perímetro de la silueta se desliza sobre la superficie de la matriz y se traslada hacia el interior del barreno.
- (4) Cuando se encoge la circunferencia de la silueta se genera la fuerza de compresión en la dirección de la circunferencia de la silueta, y así provoca el pandeo que produce arrugas con frecuencia. Se sujeta la silueta con el pisador para evitar este fenómeno, figura 1.5 (c).
- (5) En el momento de que se embute la silueta, se comprime en la dirección de la circunferencia y se dobla recibiendo la tensión en la dirección radial simultáneamente en la

boca del barreno de la matriz r_d . Posteriormente, se dobla a la dirección contraria (a la dirección original) al pasar por dicha parte. De igual manera la parte que tiene contacto con la cabeza del punzón recibe la tensión, sobre toda la parte r_p es la que recibe la mayor fuerza del doblado. La parte entre r_d y r_p que corresponde a la pared lateral del recipiente está estirada verticalmente, figura 1.5 (d).

(6) Así la silueta avanza gradualmente hacia dentro del barreno de la matriz recibiendo diversas fuerzas y deformándose. Si la fuerza de deformación del material resiste al esfuerzo que se genera durante este proceso, se aumenta la magnitud de deformación y se completa la forma final del embutido, figura 1.5 (e).

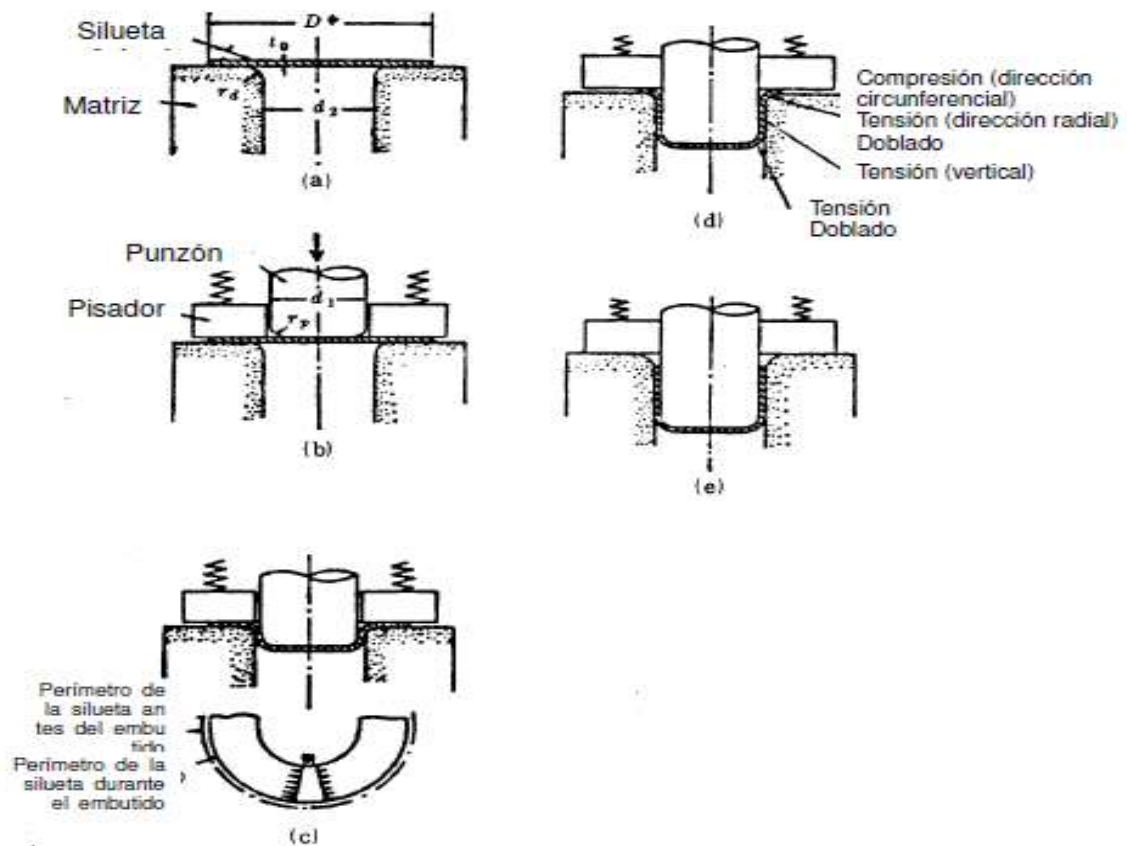


FIGURA 1.5 Orden de embutido. (JICA, 1988).

El punzón aplica la presión al fondo del vaso durante el embutido y la lámina entre el fondo y la pared del vaso se estira considerablemente. En la figura 1.6. Se muestra la fuerza

aplicada durante el embutido del vaso. El área cercana al perímetro de la silueta pretende incrementar su espesor recibiendo la fuerza de compresión.

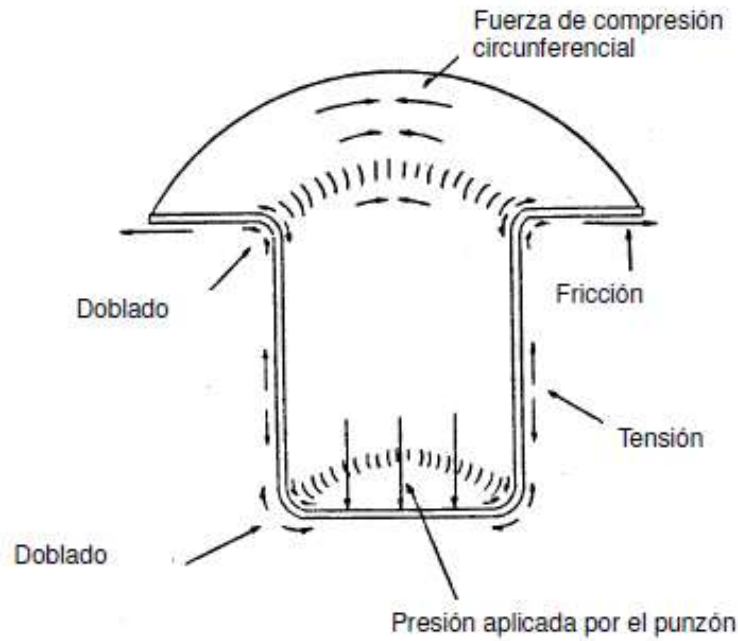


FIGURA 1.6 Fuerza aplicada durante el embutido (JICA, 1988).

La variación del espesor de cada parte del material está relacionada al flujo del material. Se señala el cambio estándar del espesor de la pared del vaso en la figura 1.7 y figura 1.8. El vaso con el fondo esférico tiene el espesor de la pared más delgado. Entre más grueso sea el espesor del material en el punto donde recibe la máxima tensión, se puede decir que se ha generado menor esfuerzo en la lámina. Por consiguiente, se observa con claridad la condición del embutido mediante la medición minuciosa del espesor de la pared.

En caso del vaso cuyo fondo es plano, no se observa ningún cambio del espesor en el fondo del producto. Esto señala que el esfuerzo generado en dicha parte es mínimo y no puede provocar la deformación permanente en la lámina.

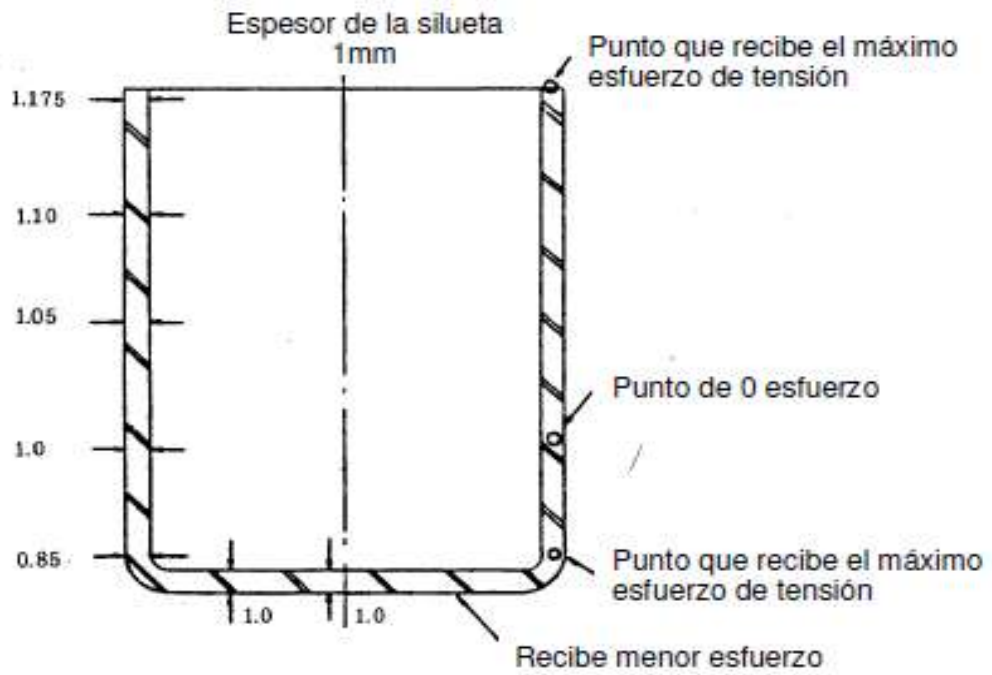


FIGURA 1.7 Variación de espesor del material en caso del embutido de vaso con fondo plano (JICA, 1988).

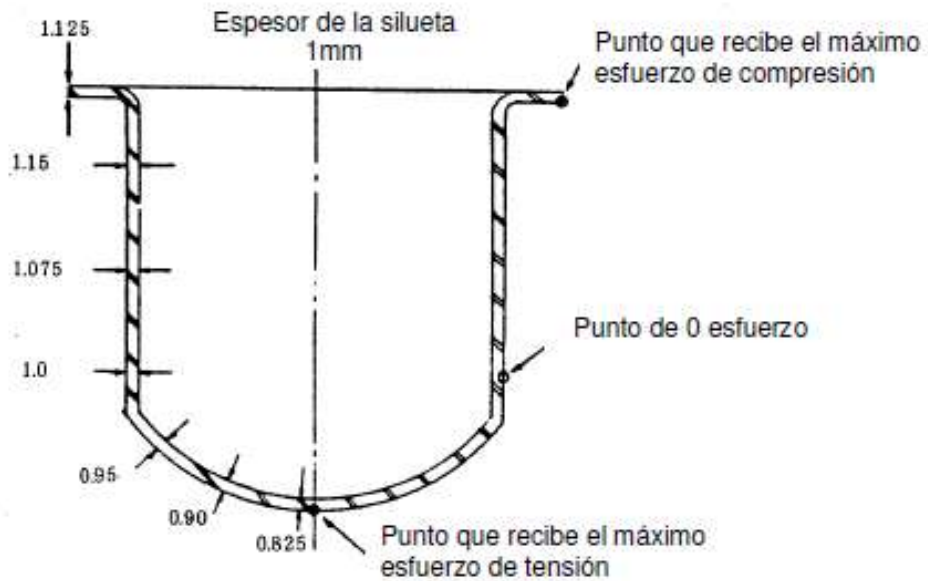


FIGURA 1.8 Variación de espesor del material en caso del embutido de vaso esférico. (JICA, 1988).

1.7.1 Análisis del Proceso de Embutido.

De acuerdo con el plano del producto a embutir, se calcula la dimensión de la silueta, es decir el tamaño del material necesario para obtener el producto. Por lo general, después del proceso de embutido, se cortan orillas orejas, o bien se realiza el recorte. Este margen del recorte debe ser considerado en el momento del cálculo de la dimensión de la silueta.

La idea básica de la dimensión de la silueta consiste en que la superficie de la silueta debe equivaler a la del producto procesado, o bien el peso de ambos debe ser igual.

La dimensión de la silueta obtenida a partir del cálculo no siempre es adecuada. Es recomendable considerar los datos de los productos similares que hayan trabajado con anterioridad y efectuar la operación del embutido en forma física para determinar la dimensión final de la silueta.

(1) Dimensión de la silueta para embutido cilíndrico (como se muestra en la tabla 1.2).

En caso del embutido cilíndrico se obtiene la superficie "A" del producto embutido a partir de su forma. A partir de este valor se calcula el D (diámetro) de la silueta.

Superficie del círculo: $A = \pi D^2 / 4$

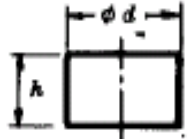
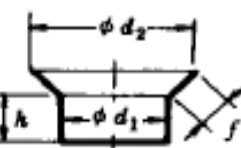
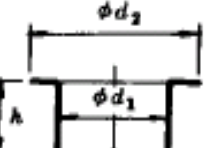
Después de la conversión:

Diámetro de la silueta: $D = \sqrt{4A/\pi}$

Perímetro: πD

Cuando la altura se señala con "h", el área de la circunferencia es de πDh

TABLA 1.2 Como obtener la superficie y el diámetro de la silueta de un producto embutido cilíndrico. (JICA, 1988).

Forma del producto embutido	Fórmula de la dimensión de la silueta Nota: A: Área superficial del producto D: Diámetro de la silueta
	$A = \frac{\pi d^2}{4} + \pi d h$ $D = \sqrt{d^2 + 4 d h}$
	$A = \frac{\pi d_2^2}{4} + \pi d_1 h + \pi f \frac{d_1 + d_2}{2}$ $D = \sqrt{d_1^2 + 4 d_1 h + 2 f (d_1 + d_2)}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi d_1 h + \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2)$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4 d_1 h}$

(2) Dimensión de la silueta para embutido rectangular (como se muestra en la figura 1.9).

La dimensión de la silueta para el embutido rectangular se analiza separando la zona curva y la zona recta. Para la zona curva se aplica la idea del embutido cilíndrico. En cuanto a la zona recta, se utiliza el plano desarrollado del doblado para obtener la dimensión de la silueta.

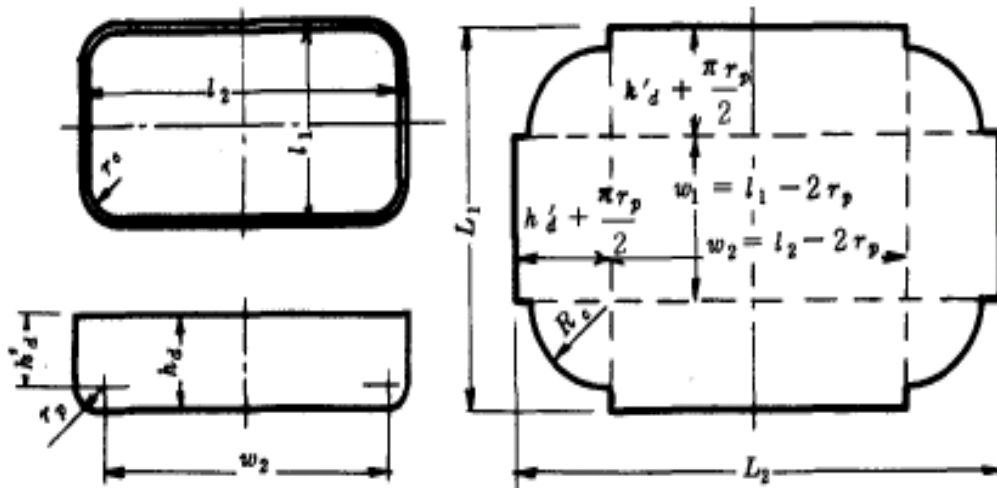


FIGURA 1.9 Dimensión de la silueta para embutido rectangular. (JICA, 1988).

1.7.2 Tasa Límite del Embutido y Tasa del Reembutido.

En una operación de embutido básicamente se transforma una silueta circular en una pieza cilíndrica. La tasa límite del embutido es la proporción entre el diámetro "d" del producto embutido y el diámetro "D" de la silueta que permite procesar el embutido sin ocasionarle al producto ruptura durante el proceso. La tasa de embutido se señala como: $m=d/D$ expresado en porcentaje o en decimal. Asimismo, en algunas ocasiones se aplica la recíproca de este valor, es decir D/d como relación de embutido. Si bien la tasa de embutido puede ser influida por; el tipo y espesor del material, la dimensión del punzón y de diferentes zonas de la matriz, el grado de acabado, el lubricante, la presión del pisador, el tipo de prensa, la velocidad del embutido etc. (como se muestra en la figura 1.10).



FIGURA 1.10 Tasa del embutido y reembutado (JICA, 1988).

Por lo general, la tasa de embutido se determina por tipo de material. Mientras más disminuye la proporción del espesor de la lámina con respecto a la dimensión de la silueta, más se dificulta la operación de embutido.

En la figura 1.11. Se señala el número aproximado de procesos que se requiere para el trabajo de embutido, de acuerdo con la proporción entre la altura y el diámetro del producto embutido.

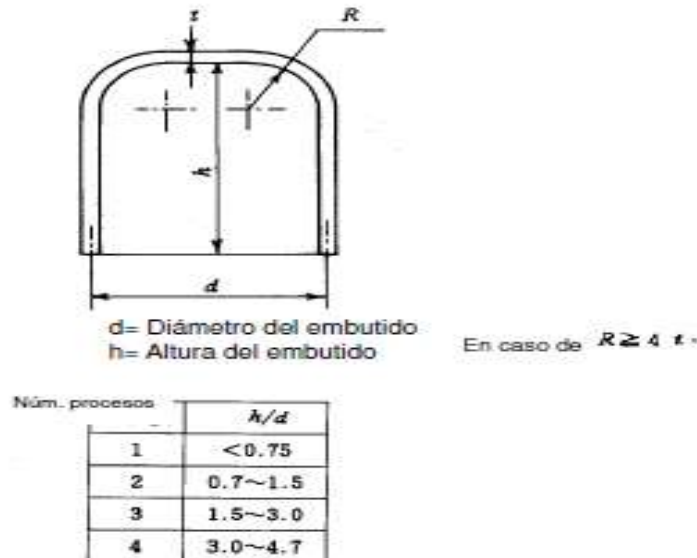


FIGURA 1.11 Cálculo del número aproximado de procesos para el embutido. (JICA, 1988).

1.7.3 Embutido con Pestaña Ancha.

En caso de embutir una pieza con una pestaña ancha en comparación con el diámetro del producto, se da una tasa de embutido crítica aun para un embutido de poca profundidad. Por lo tanto es difícil realizar el trabajo en una sola operación, siendo necesario repetir varias veces el proceso de embutido.

En la figura 1.12. Se muestran dos maneras de procesos de embutido con pestaña ancha.

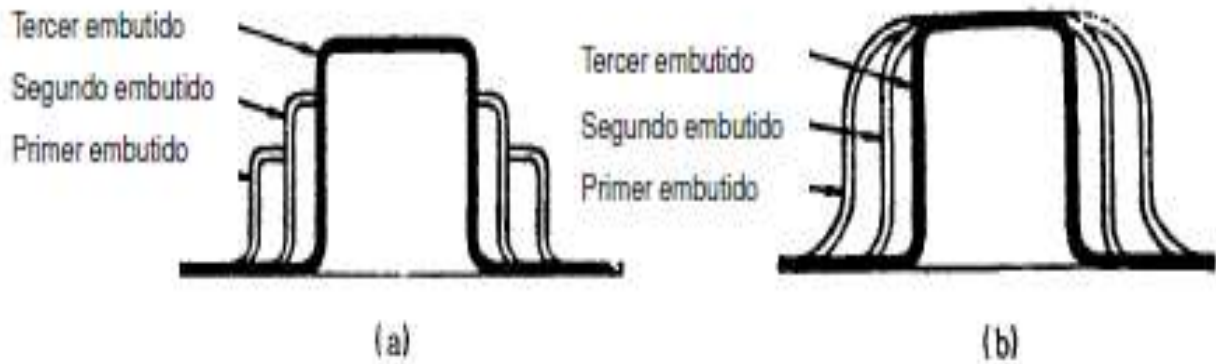


FIGURA 1.12 Embutido de la pieza con pestaña ancha. (JICA, 1988).

1.7.4.- Radio del Hombro del Punzón " r_p ".

Para obtener la mayor profundidad en un solo proceso del embutido, el radio del hombro del punzón " r_p " debe ser 4 veces o mayor al espesor de la lámina. Sin embargo,

si el valor r_p es demasiado grande, se incrementa el área de la lámina que queda fuera de

la restricción del herramental durante el proceso del embutido, lo cual puede ocasionar arrugas con mayor facilidad. Por lo general, el r_p se establece igual o menor al radio del hombro de la matriz r_p :

$$(4 \text{ a } 6) t \leq r_p \leq \frac{d}{3} \quad \text{ó} \quad (10 \text{ a } 20) t$$

En caso de un embutido profundo que requiere varios procesos, el r_p disminuye

gradualmente conforme avanza el proceso para minimizar la reducción del espesor de la

lámina en la zona donde se da el contacto con el radio del hombro del punzón, de tal manera que el centro del r_p del proceso actual quede ligeramente en interior con respecto al diámetro exterior del proceso posterior.

Es recomendable que el r_p coincida en los procesos final y penúltimo, o bien el r_p del proceso penúltimo quede al exterior del r_p del proceso final.

1.7.5.- Radio del Hombro de la Matriz " r_d ".

Mientras mayor es el radio del hombro de la matriz " r_d " menor fuerza se requiere para el embutido, facilitando la transformación de piezas. Sin embargo, si dicho radio es extremadamente grande, se presenta una mayor área fuera de sujeción, lo cual se convierte en causa de arrugas.

Contrariamente, si el r_d es menor, se ejerce en el material un esfuerzo de doblado excedente además de una alta fuerza de doblado y de rebote que se generan en la zona, por lo que el material se endurece siendo difícil de embutirse. Si es demasiado pequeño el r_d , se incrementa la fuerza de embutido y se provoca ruptura en el material.

Por lo general, se aplica el siguiente rango para el r_d :

$$(4 \text{ a } 6) t \leq r_d \leq (10 \text{ a } 20) t$$

Comúnmente, para el r_d se consideran 4 veces el espesor de la lámina y su valor final se determina a través de pruebas realizadas con pequeños radios.

1.7.6.- El Claro entre el Punzón y la Matriz.

La magnitud del claro que hay entre el punzón y la matriz tiene mucho que ver con la calidad del producto embutido. Si se establece claro menor, se crea un proceso parecido al planchado durante el proceso de embutido. En este caso, aunque se requiere una mayor fuerza de embutido, se puede obtener un producto de buena calidad y alta precisión. Mientras tanto, al establecer un claro mayor, se genera una pequeña cantidad de arrugas o pandeo en la pared del producto, sin embargo disminuye el desgaste y agarrotamiento en el herramental.

En la tabla 1.3. Se indica la magnitud del claro comúnmente aplicado. En muchos casos se les aplica cierto grado de planchado a las piezas, puesto que es común que se requiera un nivel de acabado superficial, cilindridad y circularidad.

TABLA 1.3 Claro del embutido (JICA, 1988).

	Sin planchado	$\neq (1.4 \approx 2.0) t$
Claro (C)	Planchado ligero para eliminar arrugas pequeñas	$\neq (1.1 \approx 1.3) t$
	Se requiere una pared lateral uniforme	$\neq (0.9 \approx 1.0) t$

1.7.7 Pisador.

Tipo de pisadores

En caso de realizar el embutido con material del espesor grueso o embutir piezas de menor diámetro y de poca profundidad, por lo general, no hay mucho riesgo de ocasionar arrugas aún cuando se utiliza un herramental sencillo como se muestra en la figura 1.13. Sin embargo, cuando se trabaja con un material de espesor delgado, o bien cuando se realiza el embutido profundo de mayor diámetro, los productos saldrán con arrugas en la pared y no servirán para nada.

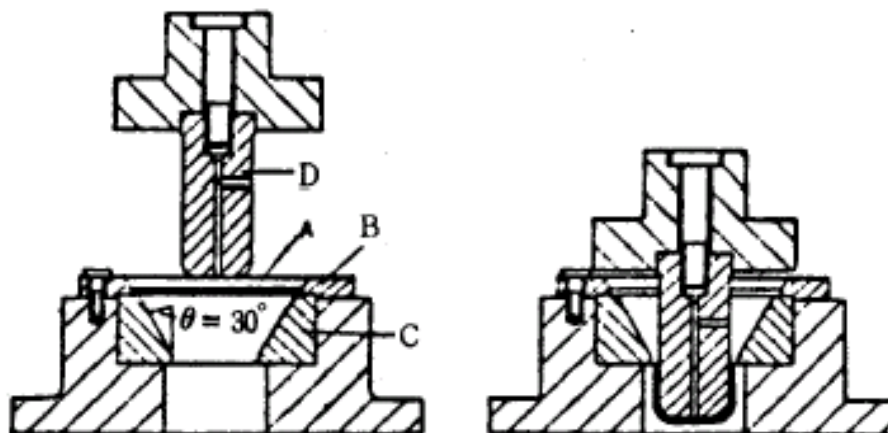


FIGURA 1.13 Embutido sin pisador de libre caída (JICA, 1988).

Las arrugas generadas en el proceso de embutido profundo se dividen, en grandes rasgos, en arrugas de pestaña que se presentan en el área plana, y en arrugas en la parte principal. Para eliminar las arrugas en la pestaña, se utiliza el pisador o el freno.

En la figura 1.14, se muestran los tipos de pisadores.

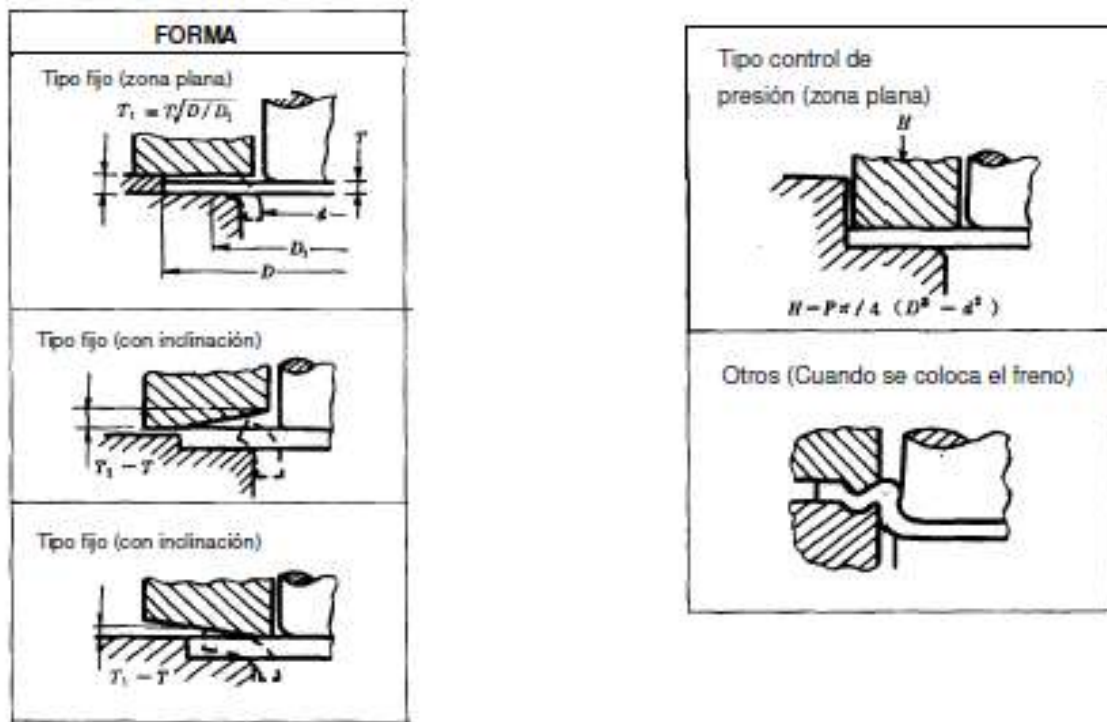


FIGURA 1.14 Tipos de pisadores. (JICA, 1988).

1.8 Doblez.

La operación de doblado consiste, en realizar una transformación plástica de una lámina o plancha metálica y convertirla en una pieza con forma geométrica distinta a la inicial. (RUIZ, 1991).

En cualquiera de las operaciones de doblado, siempre deberá obtenerse en cuenta los factores que puedan influir sobre la forma de la pieza a obtener, como por ejemplo: elasticidad del material, radios interiores y ángulos de doblez.

El doblado de piezas de chapa se realiza por medio de herramientas o matrices de doblar, que están compuestas de dos partes esenciales:

a) La superior o macho (punzón).

b) La inferior o hembra (matríz).

Se consideran 3 tipos de dobléz básicos:

1.-Doblez en "V", se muestra en la figura 1.15

2.-Doblez en "L", se muestra en la figura 1.16

3.-Doblez en "U", se muestra en la figura 1.17

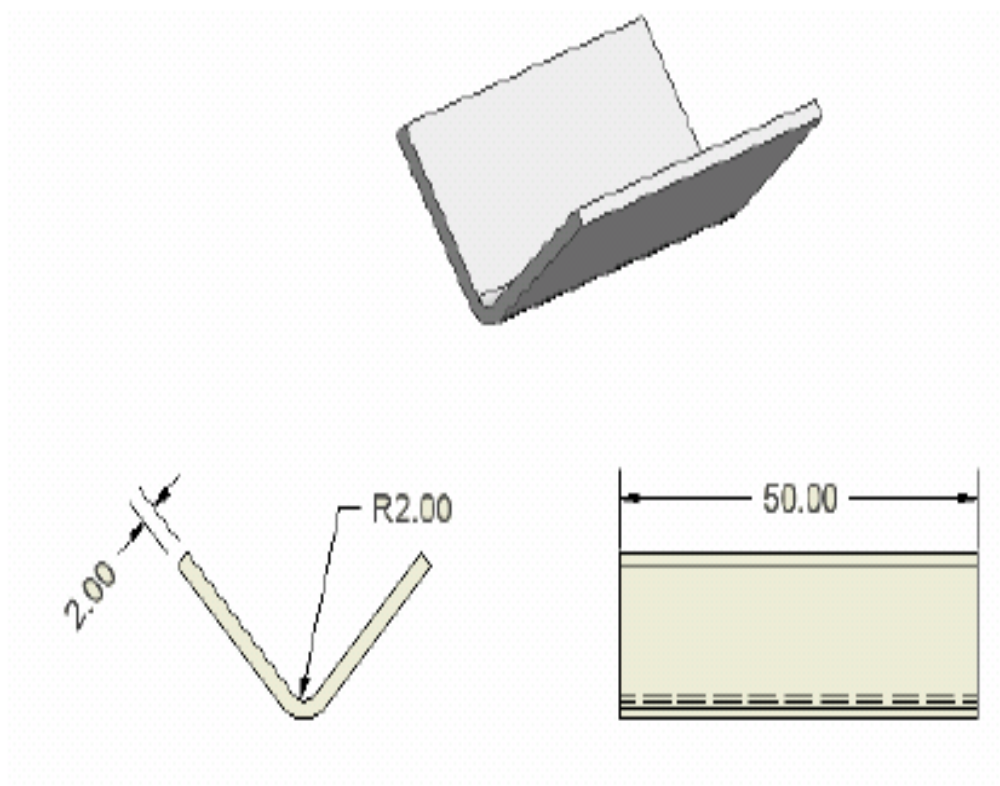


FIGURA 1.15 Ejemplo de dobléz en "V" (RUIZ, 1991).

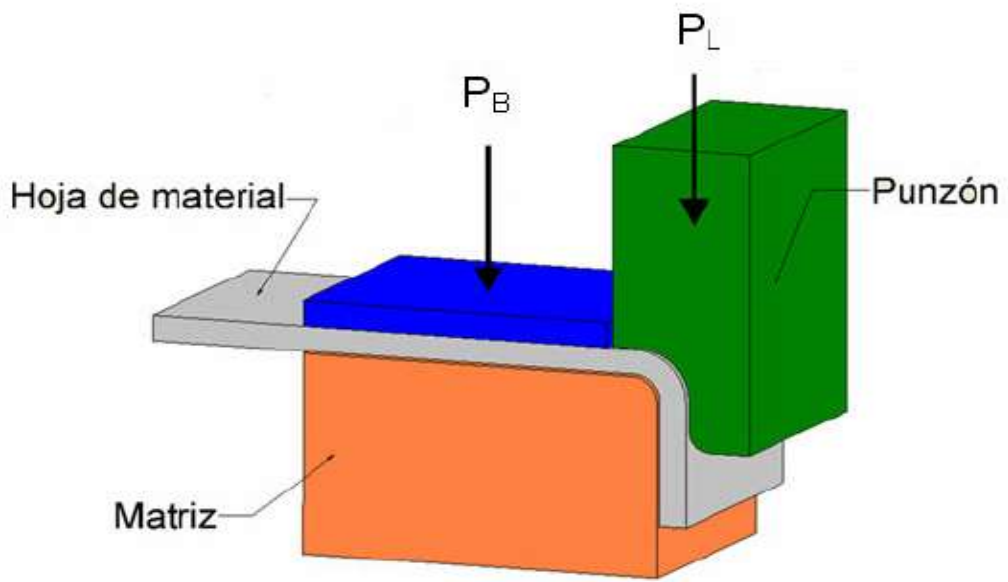


FIGURA 1.16 Ejemplo de doblez en "L" (RUIZ, 1991).

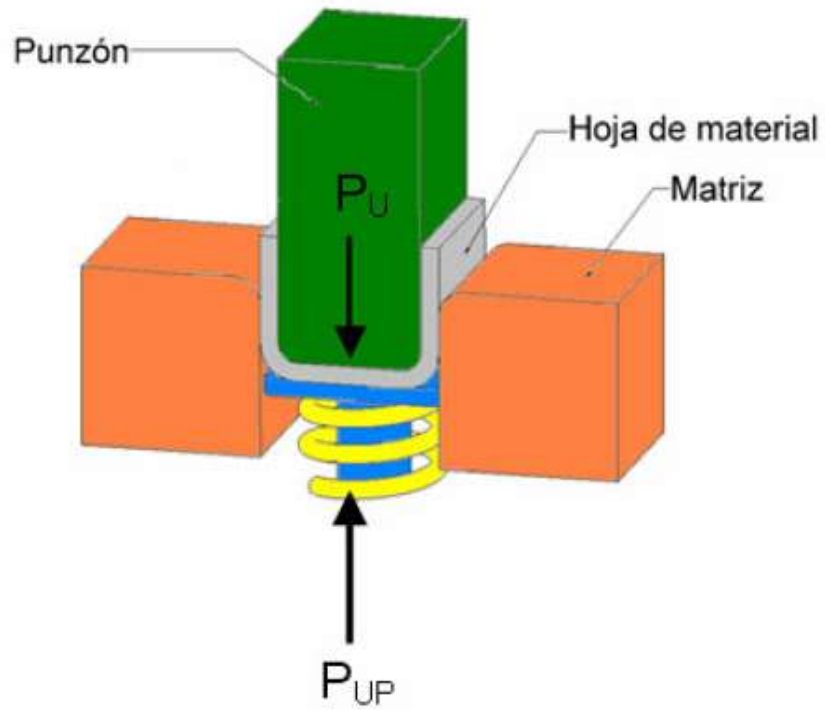


FIGURA 1.17 Ejemplo de doblez en "U" (RUIZ, 1991).

Entre la herramienta debemos tener una holgura, teóricamente igual al espesor de la chapa.

Para obtener un buen doblado debe tenerse en cuenta 3 factores:

1º.- La pieza no debe sufrir ningún movimiento anormal durante el proceso de doblado.

2º.- Los radios interiores del doblado serán como mínimo igual al espesor de la chapa.

3º.- Las superficies del punzón o matriz en contacto con la chapa deben estar lo más lisas y pulidas.

En el doblado los cantos del punzón y la matriz deben estar debidamente redondeados para que la chapa pueda deslizarse suavemente sin que se produzcan desgarramientos o fracturas de la misma.

1.8.1 Estudio de los Ángulos de Doblez.

Teóricamente con un desdoblado sencillo, la pieza doblada podría ser llevada a la forma plana original. No habría desplazamiento molecular.

1.8.2 Doblez sobre un Ángulo Vivo.

Si no hubiera desplazamiento molecular en el material, este debería romperse para permitir el doblado. En la realidad, sin embargo, se comprueba que verdaderamente existe un desplazamiento molecular.

Este desplazamiento molecular se traduce por una disminución del espesor.

1.8.3 Doblez sobre Ángulo Redondeado.

En forma similar al caso anterior, el desplazamiento molecular está limitado. La parte afectada por este desplazamiento molecular será tanto más importante cuanto mayor sea el radio.

La disminución de espesor es ahora menor (20% si $R = e$ y 5% si $R = 5e$) en consecuencia no aumentando tanto la actitud en el material.

Si la forma de la pieza requiere un radio muy pequeño, habrá que asegurarse que en virtud de ello no se vaya a originar una grieta, fractura interna o ruptura total de la pieza.

1.8.4 Sentido del Laminado.

El sentido que ocupan las fibras del material en la chapa laminada, vienen determinadas por la laminación que ha sufrido esta durante el proceso de reducción de espesor. Por lo tanto, siempre se encontrarán en sentido paralelo a su propia longitud.

Está comprobado que los dobleces hechos a favor o en contra de las fibras tienen un comportamiento diferente sobre la pieza doblada y, en todos los casos, desfavorable al segundo caso.

Para casos excepcionales en que los dobleces desfavorables puedan afectar la calidad o durabilidad de las piezas, hay que contemplar la posibilidad de cortarlas a 45° con respecto a la fibra, con lo cual todos los dobleces quedarían en el mismo sentido y con iguales características.

1.8.5 Factor de Retorno/Recuperación Elástica.

Se llama factor de retorno o recuperación elástica al valor que la chapa tiende a recuperarse tan pronto como cesa la acción del punzón sobre la misma.

Concluida la acción deformante a la que está sometido el material este tiende a volver a su forma original. Este fenómeno se debe a la propiedad que poseen los cuerpos de ser elásticos.

Por los motivos expuestos anteriormente y siempre que se construya un molde de doblar, se debe tener en cuenta dicho factor de retorno, con la intención de construir los punzones o matrices con los ángulos y radios debidamente modificadas para que la pieza fabricada quede a las medidas del plano.

El factor de retorno del material varía en proporción a los siguientes datos:

- 1.-Ángulo de doblez.
- 2.-La resistencia del material.

3.-El radio de dobléz.

4.-El espesor del material.

1.8.6 Fibra Neutra.

Se considera que la fibra neutra es la zona de material que en un elemento doblado, se encuentra situada en la línea del material en la cual, sus fibras no se modifican como consecuencia de las fuerzas ejercidas sobre éste al ser doblada.

Éste fenómeno solo se produce en las zonas en que en mayor o menor medida la pieza va doblada, puesto que en las zonas planas o sin dobléz las fibras permanecen inalterables antes, durante y después del doblado.

Dicha situación no siempre se encuentra en el centro del espesor de la chapa, sino que toma una posición diferente, según el espesor del material.

1.8.7 Cálculo de Desarrollo de una Pieza.

Por experiencia se sabe que la fibra neutra se considera:

1.-Para materiales $e < \frac{1}{2}$ " a $\frac{1}{3}$ del espesor en frío.

2.-Para materiales $e > \frac{1}{2}$ " a $\frac{1}{2}$ de espesor en frío.

3.-Para materiales doblados en caliente a $\frac{1}{5}$ de su espesor.

Ejemplo de desarrollo doblado en frío (como se muestra en las figuras 1.18 y 1.19):

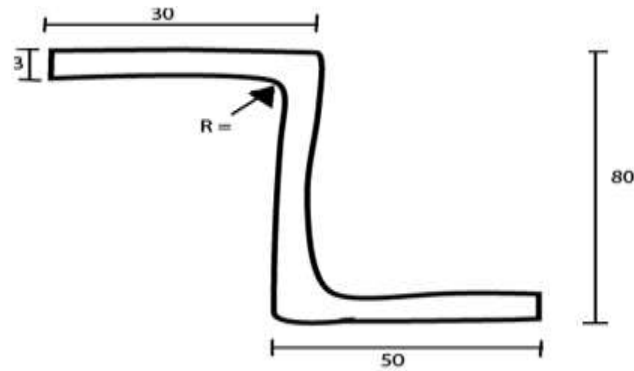


FIGURA 1.18 Desarrollo de pieza con cotas exteriores.

1er. Procedimiento (Partes rectas + arco).

Paso 1.- Se calculan partes rectas:

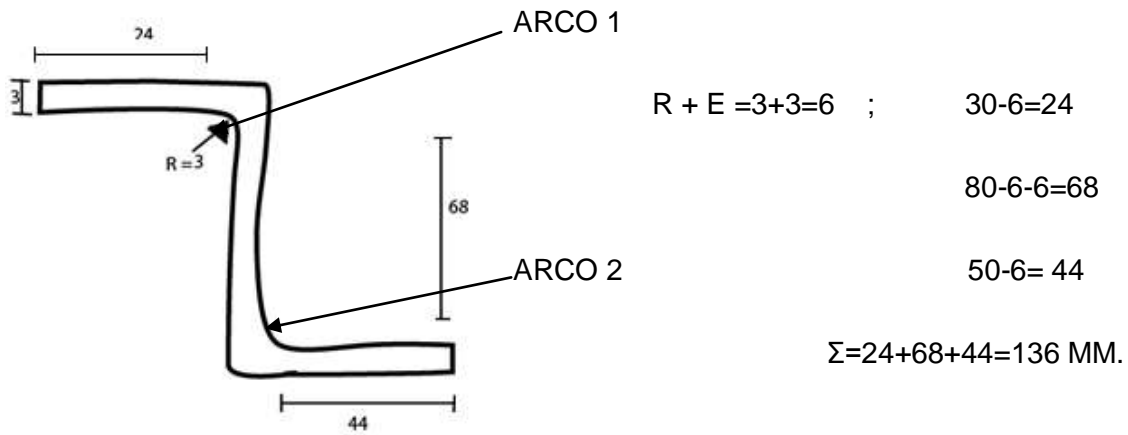


FIGURA 1.19 Desarrollo partes rectas (cotas interiores).

Paso 2.- Se calcula el arco a la fibra neutra ($\frac{E}{3}$) ; $R = E = 3 \text{ mm.}$, Ángulo de DobleZ (90°)

$$\text{Arco} = 0.0174533 \left(R + \frac{E}{3} \right) \alpha$$

$$\text{Arco} = 0.0174533 \left(3 + \frac{3}{3} \right) \times 90^\circ$$

$$\text{Arco} = 6.283 \text{ mm.}$$

Paso 3.- Se suman 2 arcos (2 dobleces) a partes rectas:

$$\text{Desarrollo} = 136 \text{ mm} + 2(6.283) = 148.56 \text{ mm (1)}$$

Este procedimiento se utiliza para dobleces a 90° y diferentes a 90°

2°. Procedimiento: Factor 0.43 X R y 1.48 X E

Este factor se obtuvo en base a la experiencia y se utiliza para doblar de 90°

Paso 1.- Se suman cotas exteriores:

$$\Sigma = 30 + 80 + 50 = 160 \text{ mm.}$$

Paso 2.- Se calcula el valor con los factores y se suman.

$$R=3 \text{ mm.} ; E=3 \text{ mm.}$$

$$0.43 \times 3 = 1.29 \text{ mm.} ; 1.29 + 4.44 = 5.73 \text{ mm}$$

$$1.48 \times 3 = 4.44 \text{ mm.}$$

Paso 3.- Este resultado se resta por cada doblar de 90°

$$2 (5.73) = 11.46 \text{ mm.}$$

$$\text{Desarrollo} = 160 - 11.46 = 148.54 \text{ mm (2)}$$

Conclusión: Si se comparan los resultados del primer procedimiento con el segundo; es muy poca la diferencia que resulta (0.02mm) dos centésimas de milímetro.

1.8.8 Esfuerzo de Doblez.

El esfuerzo del doblado puede variar según los siguientes factores:

1.-Según la forma de doblar:

* En forma de "V".

*En forma de "L".

*En forma de "U".

2.-Según material:

*Longitud de doblado.

*Espesor de material.

*Resistencia del material.

Para saber que tonelaje es necesario aplicar para realizar los dobleces, se considera la siguiente tabla 1.4. Por lo regular la máquina conformadora cuenta con esta tabla.

TABLA 1.4 Tonelaje necesario para dobléz. (Dobladora DURMA-E37200)

APERTURA DEL DADO HEMBRA		ESPESOR DE LA LAMINA																					
		cal. 26	cal. 24	cal. 22	cal. 20	cal. 18	cal. 16	cal. 14	cal. 13	cal. 12	cal. 11	cal. 10	cal. 9	cal. 7	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
PULG.	M.M.	.018"	.024"	.030"	.036"	.045"	.060"	.075"	.090"	.105"	.120"	.135"	.149"	.187"	.250"	.313"	.375"	.437"	.500"	.625"	.750"	.875"	.1000"
1/8"	3.18	4	6.9	11.9																			
3/16"	4.76	2.7	4.8	8.3	13.5																		
1/4"	6.35	1.7	3.6	5.9	9.5	16.8																	
5/16"	7.94		2.3	4.6	7.3	13.2	23.1																
3/8"	9.53			3.3	5.6	9.6	17.5	29															
1/2"	12.7				3.7	7.3	11.9	18.8	33														
5/8"	15.88					5.3	8.9	14.9	22.4	34.6													
3/4"	19.05					4.3	7.3	11.2	17.8	24.4	33.3												
7/8"	22.23						5.6	10	14.1	19.8	27	34.9											
1"	25.4						4.6	8.3	12.2	17.8	23.8	31.7	40.2										
1 1/8"	28.58							6.9	10.9	14.5	20.5	27.7	36.3	54.1									
1 1/4"	31.76							5.6	9.6	13.2	17.8	23.1	29.7	46.2	95								
1 1/2"	38.1									10.8	14.1	18.2	22.1	37	73	125.4							
2"	50.8										10.6	13.5	17.2	25.1	50.5	85.8	135						
2 1/2"	63.5											7.9	11.6	19.1	37.9	61.9	98.7	149.2					
3"	76.2												7.3	14.9	30	52.8	79.2	115.5	157				
3 1/2"	88.9														24.8	41.3	64	92.4	129	229.3			
4"	101.6														20.5	35	57	79.2	109	191.4	303.6		
5"	127															25.1	40.6	56.1	79.2	139.3	227.7	343.2	
6"	152.4																30.7	48.2	53	106.9	172.3	264	370.3
7"	177.8																	36.6	51.5	85.8	139.3	208	297.7
8"	202.2																		41.9	76	108.8	173.3	250.8
10"	254																			54.5	89.1	130	185.5
11"	279.4																				69.3	103.6	145.2

1.9 Soldadura por Resistencia.

La formación apropiada del área fundida entre las piezas a ser soldadas es la magnitud de la corriente, el tiempo durante el cual esta corriente fluye, y la fuerza al presionar las partes juntas. El valor óptimo de esos parámetros varía con el tipo de metal y su grosor. Para el acero bajo en carbón usado comúnmente de 1/16" de grosor, un valor típico de corriente es de 10,000 amperios, por un tiempo de ¼ de segundo y una fuerza en los electrodos de 600 libras. (ENTRON Controls, 1991).

Programas de soldadura por resistencia están disponibles a través de la sociedad americana de soldadura, asociación de fabricantes de soldadura de resistencia y la mayoría de los fabricantes de máquinas soldadoras.

Una corriente de 10.000 amperios no está disponible en cualquier tomacorriente estándar. La máxima corriente disponible en los tomacorrientes de casa y oficinas es de 15 amperios. Aún en las fábricas donde se utilizan grandes cantidades de energía eléctrica, 200 amperios es la corriente disponible en los circuitos de distribución eléctrica. Sin embargo, para conseguir los 10.000 amperios necesarios para la soldadura por resistencia hay algunos dispositivos que deben usarse para aumentar la corriente desde un nivel relativamente bajo de la línea de energía.

El dispositivo usado generalmente es un transformador. Los transformadores son considerados como un variador ya sea para aumentar o disminuir el voltaje, pero la corriente también puede ser transformada de la misma manera. Un transformador consiste de 2 bobinas de alambre, llamadas primaria y secundaria, enrolladas en un núcleo de hierro. La energía es transferida del primario al secundario por medio de las propiedades magnéticas del hierro. El factor por el cual la corriente o voltaje es aumentada o disminuida es aproximadamente igual al cociente entre el número de vueltas del alambre en las bobinas formando los enrollados primario y secundario del transformador. En el ejemplo precedente, donde 10.000 amperios se requerían, un transformador puede estar hecho con 100 vueltas en el primario y 2 vueltas en el secundario; un "cociente de vueltas" de 50. Una corriente de 200 amperios en el primario sería entonces transformado en 200×50 , ó 10.000 amperios en el secundario, suficiente para hacer el trabajo de soldadura.

La duración del tiempo que la corriente de soldadura fluye a través de las dos piezas de metal a ser soldadas es también importante.

Sin embargo, dispositivo usado para encender y apagar la corriente es una parte crítica del sistema. Un relay o un switch operado manualmente puede ser considerado como un dispositivo de comutación, pero cualquiera de los dos será inadecuado porque operan a una velocidad relativamente lenta. En el ejemplo precedente, la corriente debe ser conectada por sólo $\frac{1}{4}$ de segundo. Es muy difícil conectar y desconectar un switch nuevamente en $\frac{1}{4}$ de segundo y aun más dificultoso será hacerlo consistentemente.

Sin embargo, debería usarse algunos aparatos electrónicos que no tengan partes móviles. Hay dos de estos dispositivos disponibles. El tubo de ignitron, que se ha utilizado durante muchos años es uno de ellos, y el rectificador controlado con silicón (SCR) recientemente desarrollado, es el otro. Ambos operan en virtud del hecho de que una pequeña señal eléctrica aplicada al aparato le permite a éste conectar en una pequeña fracción de segundo y conducir una gran cantidad de corriente. Removiendo la señal eléctrica se permitirá al dispositivo desconectarse nuevamente. La rapidez en el conectarse y desconectarse es posible porque no hay partes mecánicas en movimiento. Los tubos de ignitron operan con el principio de ionización del vapor de mercurio, mientras los rectificadores controlados de silicón operan en el principio de los semiconductores de estado sólido similar a los transistores.

El tercer factor crítico en la soldadura de resistencia es la fuerza de presión sobre los metales juntos (fuerza de electrodo) esta fuerza es necesaria para asegurar un buen contacto eléctrico entre las partes que van a ser soldadas y para mantener las partes fijas hasta que el metal derretido que forma la junta sólida tenga tiempo de solidificarse. Dependiendo del tamaño y tipo de máquina soldadora, se usan varios métodos de desarrollo de los electrodos, pero el más común es usar aire comprimido.

En un cilindro con un pistón. El cilindro va rígidamente unido al marco de la máquina soldadora y el pistón móvil está conectado al electrodo superior. Aire comprimido introducido en el cilindro desarrolla una fuerza en el pistón que, en su tiempo, empuja hacia abajo el electrodo contra el metal a ser fundido. El monto de la fuerza aplicada depende del área del pistón y de la presión del aire comprimido. En el ejemplo precedente donde 600

libras de fuerza del electrodo se requería, un pistón de diámetro de cinco pulgadas necesitaría una presión de aire de 30 libras por pulgada cuadrada.

Se puede concluir de los párrafos anteriores que es importante aplicar la corriente de soldar en el momento apropiado durante la operación de la maquina soldadora. Esta es la función del control de soldadora, de hecho, el propósito de un control de soldadura es coordinar la aplicación de la corriente de soldadura con el movimiento mecánico de la máquina soldadora. Más específicamente, el control le dice a los electrodos cuando cerrarse y cuando abrirse, y también le dice a la corriente de soldadura cuando empezar y cuando detenerse. Podría pensarse del control de soldadura como el “cerebro” y de la máquina como los “músculos” de todo el sistema de soldadura por resistencia.

Puesto que el control provee el control a la corriente de soldar y al movimiento de la máquina, debe producir dos señales de control, una para encender y apagar los SCR o ignitrones (para la corriente del control) y otra para encender y apagar una válvula eléctrica operada con aire (para el control de la máquina). Los SCR y los ignitrones realizan una función básicamente de cambio de manera que son conectados en serie con su carga. Ver figura 1.20.

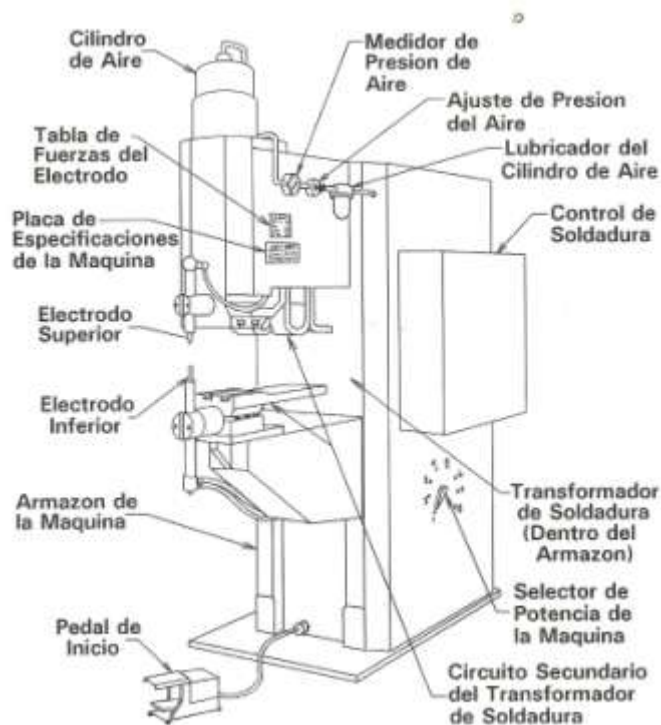


FIGURA 1.20 Máquina soldadora por resistencia tipo prensa (DSF INDUSTRIAS, 2010).

Tiempo de presión. Es el intervalo de tiempo entre la aplicación inicial de la fuerza de electrodos en el trabajo y la primera aplicación de la corriente. Nótese que esta es la definición del proceso. La definición del control es el intervalo de tiempo entre activación de secuencia y el inicio de la corriente de soldar.

El tiempo de presión es necesario para retardar la corriente de soldar hasta que la fuerza del electrodo haya alcanzando el nivel deseado.

Tiempo de soldar es el tiempo durante el cual es aplicada la corriente de soldar a la pieza de trabajo para hacer una soldadura adecuada. Es medida en ciclos de línea de voltaje, como lo son todas las funciones de tiempo un ciclo es 1/60 de segundos en un sistema de 60 Hz de potencia.

Tiempo de sostenido es el tiempo durante el cual la fuerza de electrodos es mantenida en la pieza de trabajo después de que el último impulso de corriente de soldar cesa. El tiempo debe ser el necesario para permitir al botón de soldadura solidificarse antes de soltar las partes soldadas.

Tiempo de pausa es el tiempo durante el cual los electrodos están desconectados del trabajo. El término es aplicable solamente donde el ciclo de soldar es repetitivo (el control ha sido fijado en "REPEAT").

Corriente de soldar es la corriente en el circuito de soldar durante la acción de soldar. El monto de corriente de soldar está controlado por dos cosas: primero, la fijación del switch de tomacorrientes del transformador determina el monto máximo de corriente de soldar disponible; segundo, el porcentaje (%) de corriente del control determina el porcentaje (%) de la corriente disponible para ser usada al hacer la soldada. La fijación de un bajo porcentaje de corriente no es normalmente recomendada. Ajuste el switch de tomacorriente de manera que pueda obtenerse la corriente de soldadura apropiada con el porcentaje de corriente fijarlo entre 70 y 90%.

La única vez en que el porcentaje de corriente debe ser fijado bajo el 70% es cuando el switch de tomacorriente está en su fijación más baja y 70% es todavía muy alta. Fuerza de los electrodos es el resultado de la presión de aire aplicada al pistón de aire conectado directamente a la cabeza. El monto actual de la fuerza de electrodo depende de la

presión de aire efectiva, peso de la cabeza y diámetro del pistón. La mayoría de las soldadoras tiene cartas de fuerza de electrodos en un costado de la máquina, tabulando presión de aire contra fuerza de electrodo.

Si no hay una carta disponible para la máquina, utilice la siguiente fórmula:

$$\text{Fuerza de electrodo} = 0.78 \times D^2 \times P$$

D es el diámetro del pistón en pulgadas.

P es la presión de aire en libras por pulgada cuadrada.

F la fuerza de electrodos está en libras.

Esto no toma en cuenta los pesos muertos y la fricción. Puede ser necesario, reajustar la velocidad de las válvulas del control cuando cambia la fuerza de los electrodos desde un valor a otro valor diferente más alto. Una aproximación muy lenta gasta tiempo y puede requerir mucho más tiempo de presión. Una aproximación muy rápida impacta los electrodos y acorta su vida, y también puede resultar en el daño de los soportes de los electrodos o el cabezal. Cuando suelda con salientes o proyecciones, un impacto fuerte dañara la proyección de soldar y dará como resultado soldaduras pobres aún cuando los demás datos se hayan fijado correctamente.

La válvula solenoide es una válvula de aire operada eléctricamente en la línea de aire comprimido conectada al cilindro de aire en la máquina soldadora. Cuando el control de la soldadora aplica el voltaje esta válvula se abre, permitiendo al aire comprimido ingresar al cilindro de aire para desarrollar la fuerza de electrodo.

Calibrando la Máquina Soldadora.

En los siguientes párrafos se describe cual es el mejor itinerario a seguir para obtener una buena calibración de la máquina soldadora. Si por alguna razón este itinerario no puede ser seguido, póngase en contacto con la fábrica de la soldadora o recurra a los estándares RWMA o AWS de soldadura por resistencia.

Columna 1. Especifica el grosor a ser soldado. Nótese que este valor es el más delgado de dos o más hojas a ser soldadas juntas. Esto significa también que no se permiten marcas, el

electrodo plano debe estar contra el material más grueso. La punta controlada o electrodo debe estar contra el material más delgado.

Columna 2. Da el tamaño máximo de la superficie de contacto (d pequeña). Nótese que el ángulo fuera de la superficie de contacto es pequeño (30°). Un ángulo pequeño aquí dará una vida más larga a los electrodos, (un coeficiente de expansión menor en mucha área de contacto, llamado "mushrooming" que se expande rápidamente) esta dimensión, (d) es muy importante. Si es muy grande, habrá quiebres en las soldaduras a menos que la corriente de soldar se vaya haciendo más y más alta. Si esta área, (d) es muy pequeña, la fuerza de electrodos y la corriente tendrán que ser aminoradas, dando como resultado un punto muy pequeño. El diámetro puede ser medido fácilmente al medir el diámetro de la marca en la pieza.

Columna 3. Es el tamaño mínimo del electrodo recomendado para llevar la corriente de soldadura sin revestir incorrectamente o cambiar rápido el área de contacto del electrodo.

Columna 4. Se usa cuando se desea una mejor apariencia. La vida del electrodo puede extenderse usando el tipo de herramientas de punta afilada apropiadamente.

Columna 5. Indica la agarradera (mango) cónica apropiado que se deberá usar para asegurarse que la fuerza del electrodo no va a enterrarse en la agarradera.

Columna 6. Especifica la fuerza actual del electrodo. La lectura de la medida de aire debe ser convertida en fuerza de electrodo. Refiérase a la definición de "fuerza de electrodo" en la sección que precede.

Columna 7. Es el tiempo de soldar. Esto es la magnitud del tiempo que la corriente de soldar fluye y puede ser fijada exactamente en estos valores en la ruedita que se maneja con el dedo pulgar.

Columna 8. Tiempos de sostenido, no debe ser fijado menor que estos valores. Si usted lo hace pueden resultar soldaduras quebradizas o dañadas y mala decoloración de la superficie. Tiempos de retención mayores no harán mayor perjuicio, excepto que tomará un poco más de tiempo en terminar la secuencia de soldadura.

Columna 9. Corriente de soldar, es el último ajuste a realizar y comprobar. Este ajuste, asumiendo que todos los anteriores están correctos, determinará el tamaño del punto, sin embargo, no es necesario conocer la corriente actual en amperios porque usted llegará a estos valores tabulados o cerca sí el punto es del tamaño o fuerza correctos. (Ver columnas 10 y 11) controle el área de contacto de los electrodos de tiempo en tiempo y haga los cambios necesarios en % (porcentaje) de corriente por el desgaste de los electrodos. Revisar los electrodos cuando sea necesario.

Columna 10. Especifica la resistencia al esfuerzo mínima de un punto a soldar sencillo usando las regletas de comprobación ampliamente especificadas en la columna 13 (L).

Columna 11. Es el diámetro de la zona de fusión. Este puede ser comprobado de dos maneras. Una, pele la tira de pruebas y mida el tamaño del botón. Dos, coloque dos tiras de prueba formando una "V" y el punto de soldadura en el fondo, luego mueva el punto y corte, mida el diámetro de la zona de fusión.

Columna 12. Fije el mínimo punto de espaciado. Esto significa que sí un punto es colocado muy cerca, sería impropio deshacerse de la corriente en el punto previamente hecho. Esto en su momento resultará en puntos más pequeños debajo de los límites para los puntos subsecuentes a hacerse. Esta es una de las razones por las cuales debe hacerse una tira de comparación con el mismo espacio que se haría en el montaje.

Columna 13. Especifica el traslape mínimo de las partes para hacer soldaduras de mejor calidad. Deberá seguirse para comprobación de soldaduras, especialmente para comprobar cortes.

En la tabla 1.5 se muestra las condiciones óptimas para realizar una buena soldadura por resistencia.

TABLA 1.5. Secuencia de condiciones óptimas para puntos de soldadura en aceros de bajo contenido de Carbono SAE – 1010

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Espesor de mat. a soldar. (Plgs.)	Diametros de electrodos y perfil.			Tamaño de electrodo recomendado	Fuerza de soldado (Lbs.)	Tiempo de soldado (Ciclo/seg.)	Tiempo de sostenido (Seg.)	Corriente de soldar. (Amp.)	Resist. al esfuerzo. (Psi)	Diam. De la zona de Fusión (Plgs.)	Espacio entre puntos (Plgs.)	Traslape (Plgs.)
	Max. d.	Min. D	Radio R									
	(Plg s.)	(Plgs.)	(Plg s.)									
0.010	0.125	1/2	2	Cono morse 1	160	4	5	4000	130	0.113	1/4	3/8
0.021	0.187	1/2	2	Cono morse 1	244	6	8	6500	300	0.139	3/8	7/16
0.031	0.187	1/2	2	Cono morse 1	326	8	10	8000	530	0.161	1/2	7/16
0.040	0.250	5/8	3	Cono morse 2	412	10	12	8800	812	0.181	3/4	1/2
0.050	0.250	5/8	3	Cono morse 2	554	14	16	9900	1 195	0.210	7/8	9/16
0.062	0.250	5/8	3	Cono morse 2	670	18	20	10 600	1 717	0.231	1	5/8
0.078	0.312	5/8	3	Cono morse 2	903	25	30	11 800	2 365	0.268	1 1/8	11/16
0.094	0.312	5/8	4	Cono morse 3	1 160	34	35	13 000	3 054	0.304	1 1/4	3/4
0.109	0.375	7/8	4	Cono morse 3	1 440	45	40	14 200	3 672	0.338	1 5/16	13/16
0.125	0.375	7/8	4	Cono morse 3	1 750	60	45	15 600	4 300	0.375	1 1/2	7/8
0.156	0.500	7/8	6	Mango roscado	2 500	93	50	18 000	6 500	0.446	1 3/4	1
0.187	0.625	1	6	Mango roscado	3 340	130	55	20 500	9 000	0.516	2	1 1/4
0.250	0.750	1 1/4	6	Mango roscado	5 560	230	60	26 000	18 000	0.660	4	1 1/2

Reglas Para Hacer Buenas Soldaduras.

1. Tiempo de sostenido muy corto puede dar como resultado en la expulsión del metal, electrodos quemados, malas soldaduras, trabajo marcado, y en daños de los tubos de ignitron o SCR's.
2. Tiempo de soldado muy largo acortará la vida de los electrodos. Causa mellas excesivas o rupturas internas que resultarán en fallas de soldadura.

3.- Usted no puede juzgar la calidad de la soldadura mirando el trabajo terminado si no utiliza pruebas sin destruir piezas, deberá usarse tiras de prueba del mismo material y combinación.

4.- Tiempo de soldar muy corto dará como resultado en soldaduras de baja resistencia, asumiendo que todos los demás factores estén normales.

5.- Tiempo de retención muy corto puede dar como resultado expulsión de las superficies, engrosamiento de los electrodos, rupturas internas en el botón de soldado y muchas veces en rupturas del metal. Siga las tablas de tiempo mínimo.

6.- Presión de soldar muy baja puede resultar en expulsión del metal, daño en los electrodos (engrosamiento) reduce la vida de los electrodos, rupturas internas en el botón de soldadura y algunas veces excesivas muescas o mellas.

7.- Presión de soldar muy alta puede resultar en resistencia muy baja o variable, requerimientos excesivos de corriente de soldar, engrosamiento de los electrodos y muescas excesivas.

8.- Con todos los datos ajustados correctamente, ajuste la corriente de soldar para encontrar los estándares de calidad de soldar.

9.- Superficie de contacto de los electrodos muy pequeña dará como resultado en puntos muy pequeños, excesivo engrosamiento de los electrodos, muescas excesivas. Una superficie de contacto muy grande dará como resultado en soldaduras muy grandes (asumiendo que la corriente se ha fijado correctamente) y en grietas y fallas internas.

10.- Electrodos desalineados o que no concuerden resultará en la expulsión y desplazamiento del botón de soldadura y en un revestimiento acelerado de los electrodos.

11.- Enfriamiento insuficiente dará como resultado engrosamiento y acorta la vida de los electrodos, ruptura en la superficie y excesivas huellas en algunos casos. Es muy importante que el agua fluya a través y de regreso del tubo. También el tubo de agua debe ser taponado suavemente contra la cavidad interna de los electrodos cada vez que estos son reemplazados.

12.- Material sucio, suciedad engrosando la superficie acortará la vida de los electrodos y marcará y quemará la superficie de trabajo.

13.- Velocidad de acercamiento de los electrodos excesiva acelerará el revestimiento de los electrodos y daña el equipo. En soldaduras de proyección puede dañar la proyección, dando como resultado una soldadura de calidad muy pobre. No haga una soldadura sobre el mismo punto dos veces para tratar de cubrir una soldadura mala. Para hacerlo efectivamente, el trabajo debe enfriarse y luego hacerlo con una corriente mucho más alta.

1.10 Pintura Electroestática.

Es una nueva alternativa en acabados, nace por regulaciones y exigencias ambientales aunadas a los adelantos tecnológicos. Nace para cumplir con requerimientos especiales en donde integra características que hacen cumplir altos estándares de calidad.

En México en los 70's la pintura en polvo se convierte en una excelente opción viable para su alta calidad y bajo costo.

Es una nueva tecnología de revestimiento, conocida también como pintura en polvo, es una pintura en estado sólido que no lleva solventes, se aplica por medio electrostático. Se aplica con pistola con carga electrostática y aire directamente a la pieza previa limpieza de ésta, entra a un horno a temperaturas de hasta 200°C, por un tiempo de 10 a 20 minutos promedio, esto depende de la pieza, espesor, tamaño, cantidades, color y en este proceso la pintura se funde y polimeriza. Es una mezcla de cargas minerales, pigmentos y resinas.

1.10.1 Ventajas.

Además de que el cliente exige la aplicación de este tipo de pintura ofrece las siguientes ventajas:

- 1) Gran resistencia a la corrosión, al impacto, a la abrasión y a los cambios de temperatura.
- 2) Gran variedad de colores y acabados.
- 3) No contiene solventes lo que permite recuperar y reciclar en 90%, lo que hace que el proceso no sea agresivo con el medio ambiente, y al mismo tiempo permita un recubrimiento sin poros producto de la evaporación del solvente.

- 4) Variación de espesores de 30 a 300 micrones en una sola mano.
- 5) Mejora notablemente la ecuación costo-beneficio.
- 6) No necesita mano de obra especializada.
- 7) Mejor apariencia de la pieza.

CAPÍTULO II

DISEÑO DEL PRODUCTO.

2.1 Diseño de un Nuevo Producto.

El diseño de un nuevo producto es crucial para la supervivencia de la mayoría de las empresas. (Barba, 1993).

Aunque existen algunas firmas que experimentan muy poco cambio en sus productos, la mayoría de las compañías deben revisarlas en forma constante.

El diseño del producto casi nunca es responsabilidad única de la función de operaciones, sin embargo, esta se ve muy afectada por la introducción de nuevos productos y viceversa, la función de operaciones es el receptor de la introducción de nuevos productos. Al mismo tiempo estos nuevos productos se ven limitados por las operaciones existentes y la tecnología. Por lo tanto, resulta extremadamente importante comprender el proceso de diseño de nuevos productos así como su interacción con las operaciones.

La decisión sobre el nuevo producto afectan a cada una de las áreas de toma de decisiones de operaciones, por lo tanto las decisiones sobre los productos deben coordinarse de manera íntima con las operaciones para asegurarse de que esta área queda integrada con el diseño del producto. A través de una cooperación íntima entre operaciones y mercadotecnia, la estrategia del mercado y la del producto se pueden integrar con las decisiones que se relacionan con el proceso, la capacidad inventarios, fuerza de trabajo y calidad.

El diseño del producto es un prerrequisito para la producción al igual que el pronóstico del volumen.

El resultado de la decisión del diseño del producto se transmite a operaciones en forma de especificaciones del producto. En estas especificaciones se indican las características que se desea tenga el producto y así se permite que se proceda con la producción.

Se puede decir que el producto representa a la empresa donde se muestra la imagen y la calidad, siempre con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor.

2.2 Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos.

Independientemente de cuál sea el enfoque organizacional que se utilice para el desarrollo de nuevos productos, los pasos que se siguen son casi siempre los mismos, en el caso de DSF INDUSTRIAS, el cliente está marcando cual es el producto que requiere. Como se muestra en la figura 2.1.

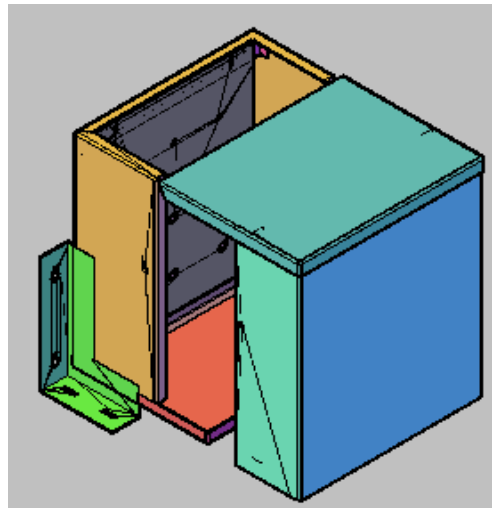


FIGURA 2.1 Gabinete de control restaurador (vista en 3d, ensamblado y por separado).

Se desarrolla el diseño preliminar y el diseño preliminar del proceso, considerando los estándares necesarios para obtener una buena calidad y como resultado satisfacer las

necesidades del cliente. A continuación se fabrica el prototipo el cual se envía al cliente para su correspondiente prueba y así obtener su aprobación. Posterior a la aprobación del "gabinete de control restaurador", se analizan las observaciones hechas por el cliente se corrigen, se ajustan detalles y se elabora el diseño definitivo junto con el diseño definitivo del proceso para que se proceda a establecer la línea de producción.

Como se muestra en la figura 2.2

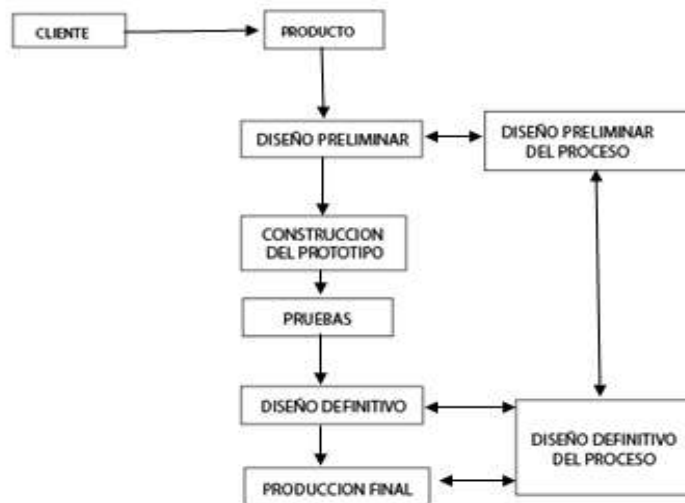
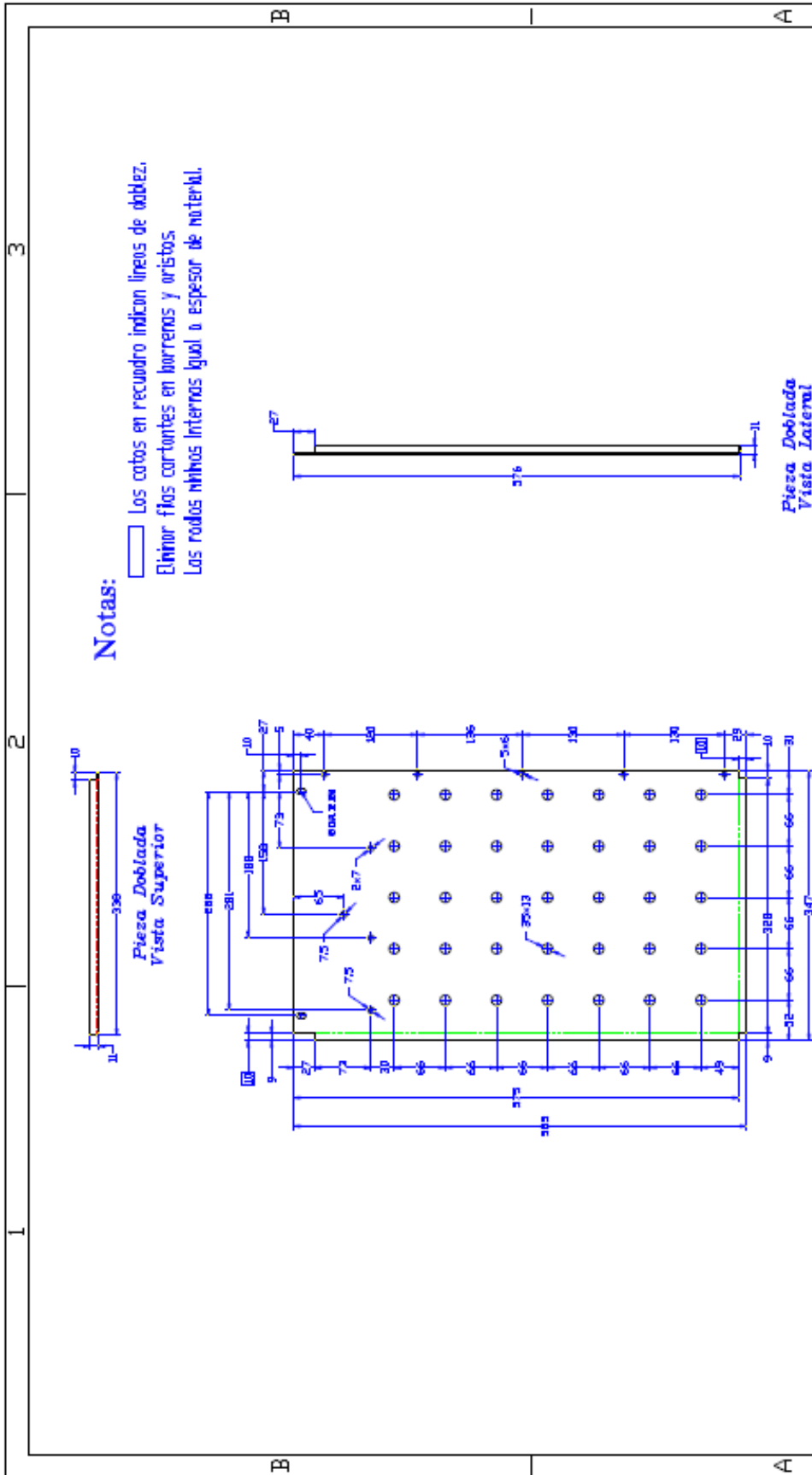


FIGURA 2.2 Proceso de desarrollo de nuevo producto.

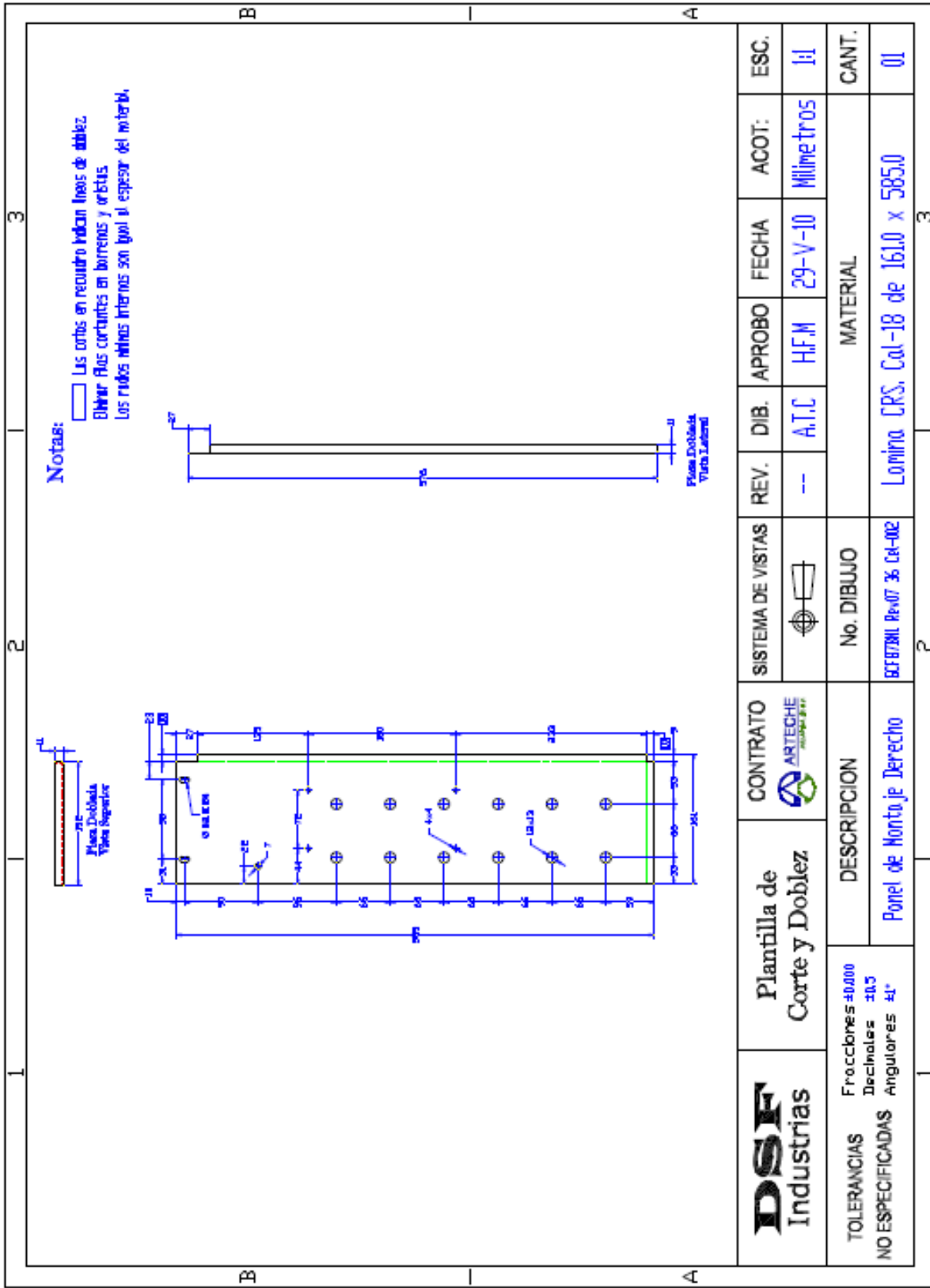
El proceso de un nuevo producto, se ayuda por computadora (CAD) y la manufactura ayudada por computadora (CAM) esto permite que el proceso de introducción de un nuevo producto sea más acelerado.

Como resultado del desarrollo del diseño definitivo, el área de ingeniería emite los diseños de los componentes correspondientes a cada uno de los gabinetes pasando la información a cada una de las áreas involucradas.

En las siguientes plantillas se muestran estos diseños.



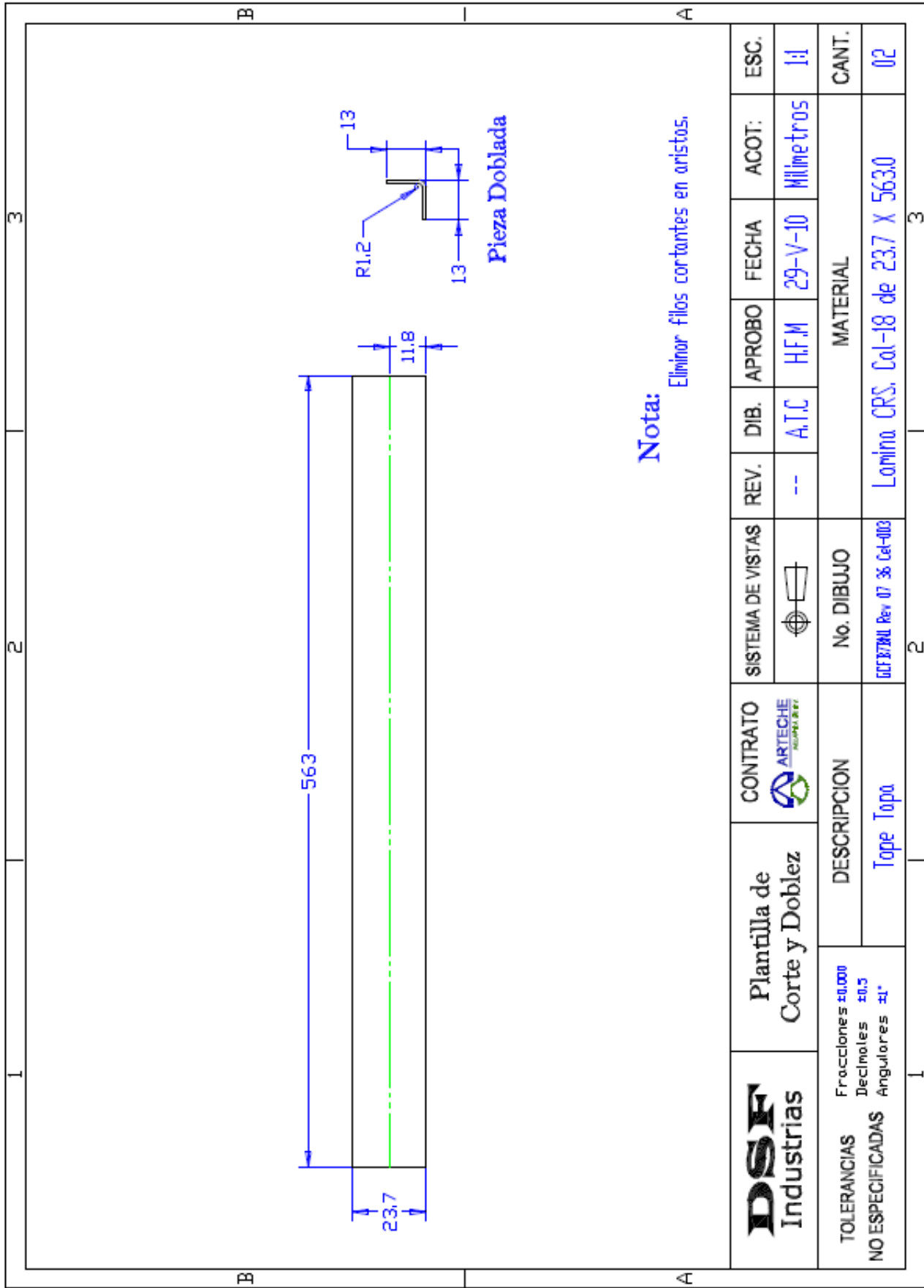
DSI Industrias TOLERANCIAS Fracciones ±0.000 Decimales ±0.5 Angulares ±1° NO ESPECIFICADAS	Plantilla de Corte y Doblez	CONTRATO 	SISTEMA DE VISTAS 	REV. --	DIB. A.T.C	APROBO H.F.M	FECHA 29-V-10	ACOT: Milímetros	ESC. 1:1
		DESCRIPCION Panel de Montaje Izquierdo	No. DIBUJO GFB7M Rev-07 36 Cel-001	MATERIAL Lomina CRS, Col-18 de 347.0 x 585.0	CANT. 01				



Notas:

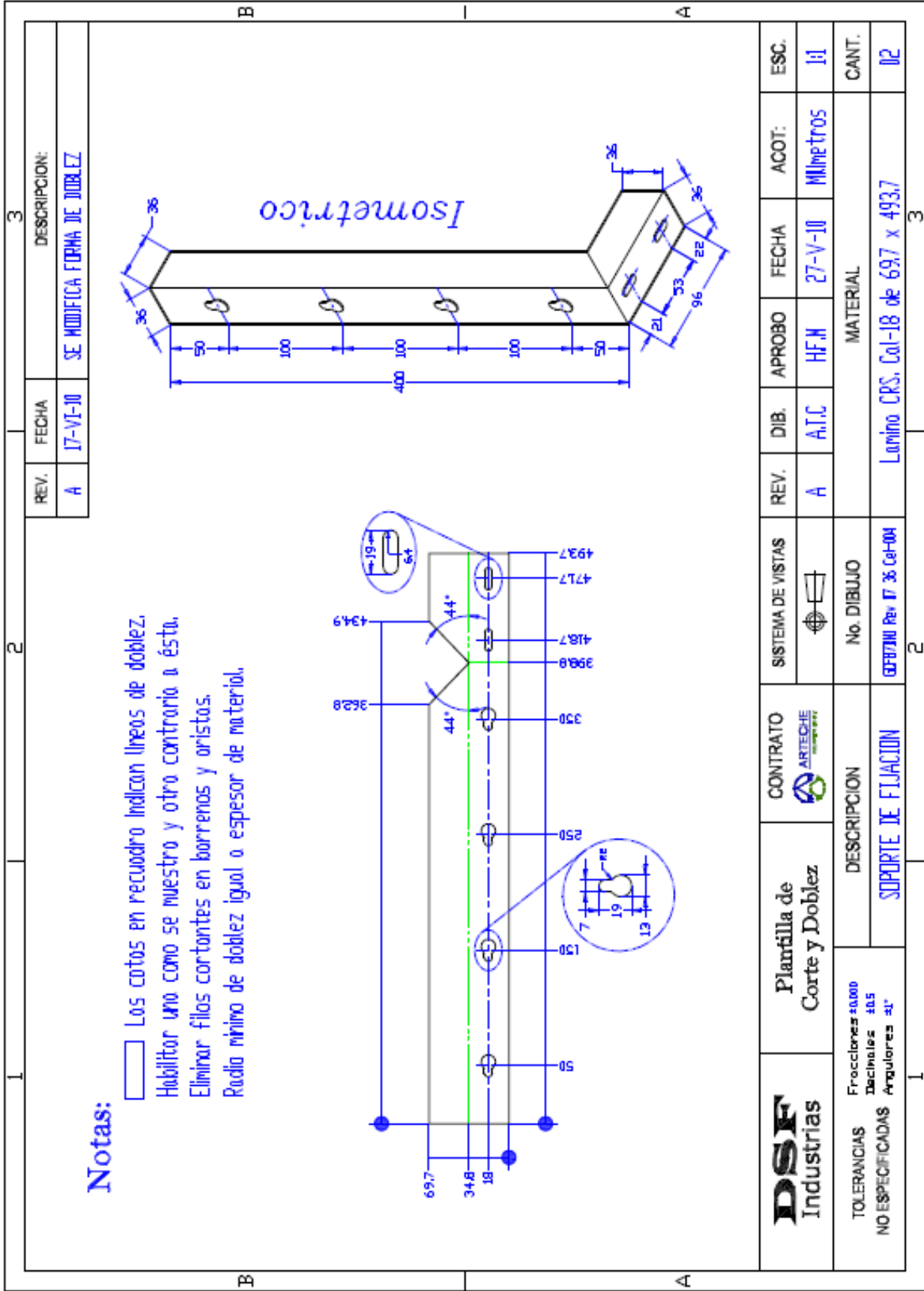
- Las curvas en recuadro indican líneas de soldar.
- Eliminar filos cortantes en barrenos y orificios.
- Los radios internos son igual al espesor del material.

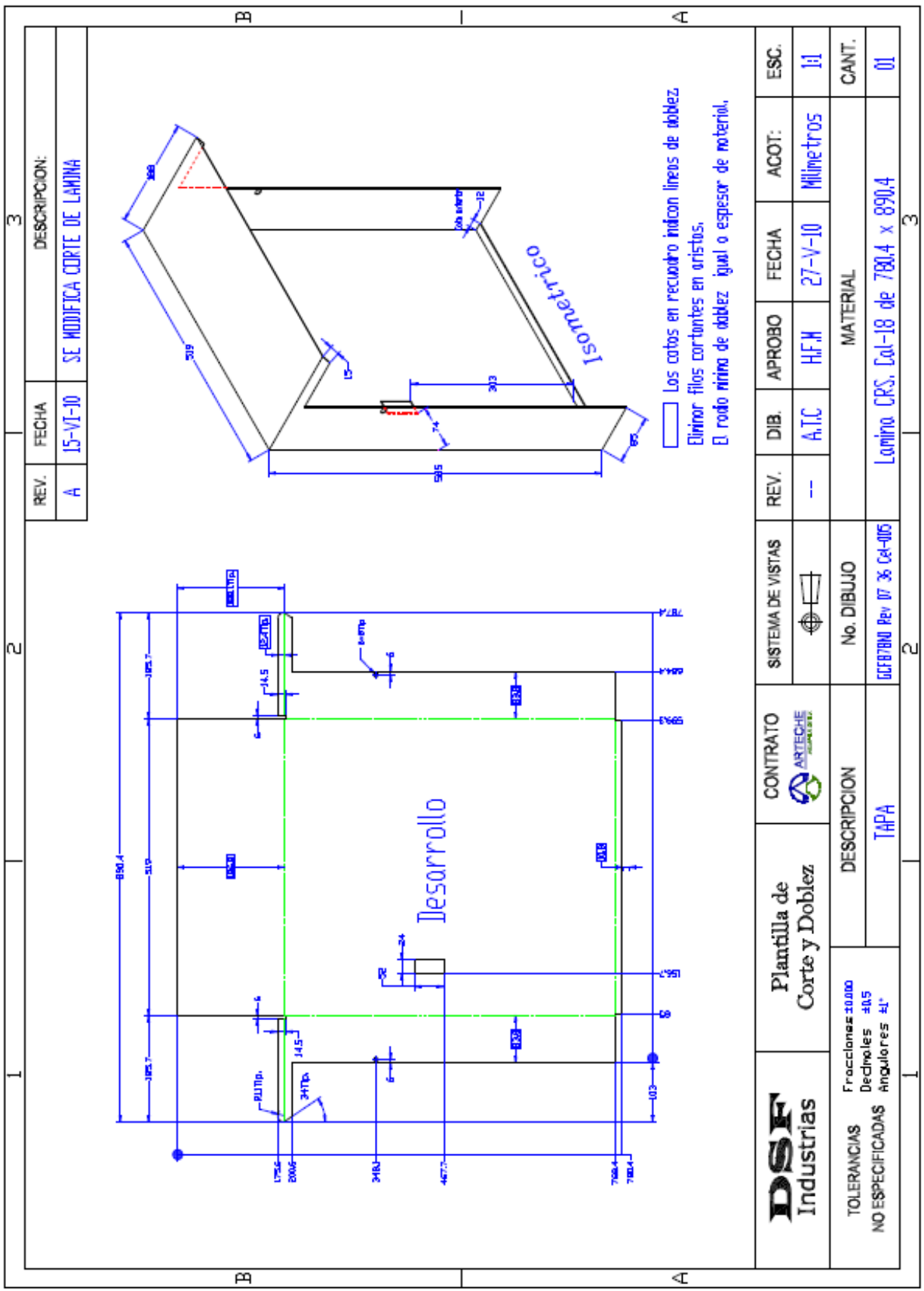
DSF Industrias	Plantilla de Corte y Doble	CONTRATO 	SISTEMA DE VISTAS 	REV. --	DIB. A.T.C	APROBO H.F.M	FECHA 29-V-10	ACOT: Milímetros	ESC. 1:1
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS	Fracciones ±0.000 Decimales ±0.3 Angulares ±1°	DESCRIPCION Panel de Montaje Derecho	No. DIBUJO BCH2011 Rev07 36 Oct-02		Lomina CRS. Cal-18 de 161.0 x 585.0		CANT. 01		



Nota: Eliminar filos cortantes en aristas.

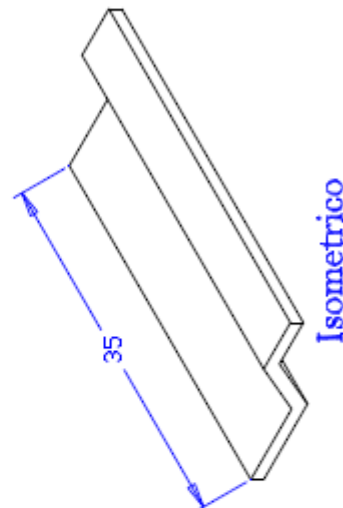
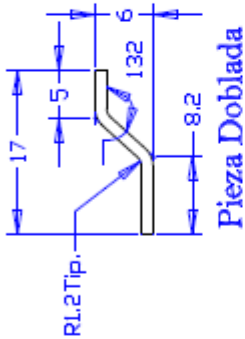
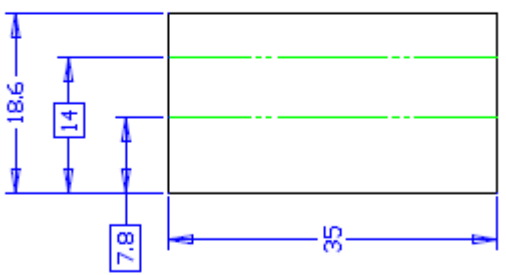
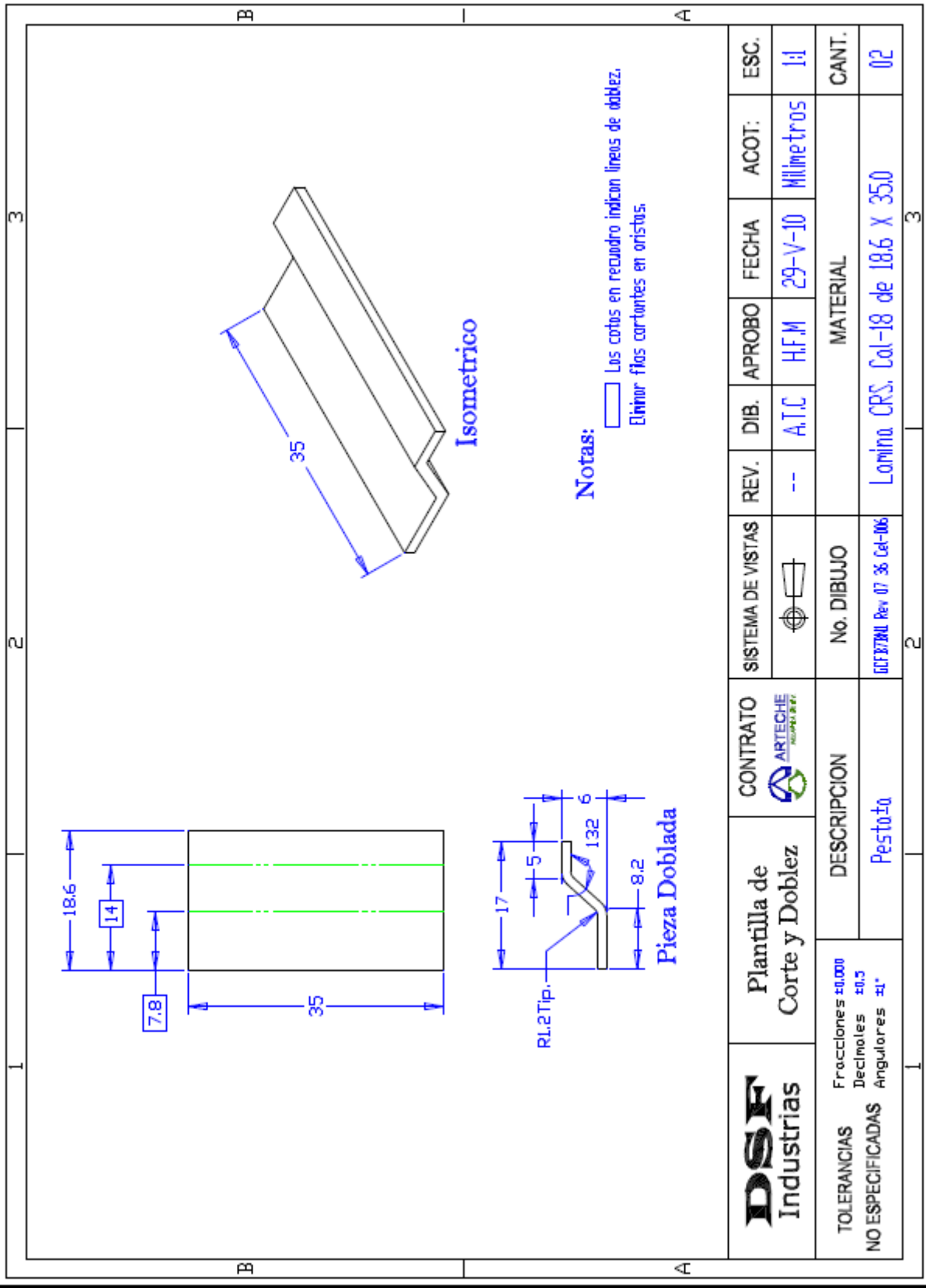
DSI Industrias	Plantilla de Corte y Doblez	CONTRATO 	SISTEMA DE VISTAS 	REV. --	DIB. A.T.C	APROBO H.F.M	FECHA 29-V-10	ACOT: Milímetros	ESC. 1:1
TOLERANCIAS Fracciones ±0.000 Decimales ±0.5 NO ESPECIFICADAS Angulares ±1°		No. DIBUJO DCE/ETM Rev 07 36 Let-003							





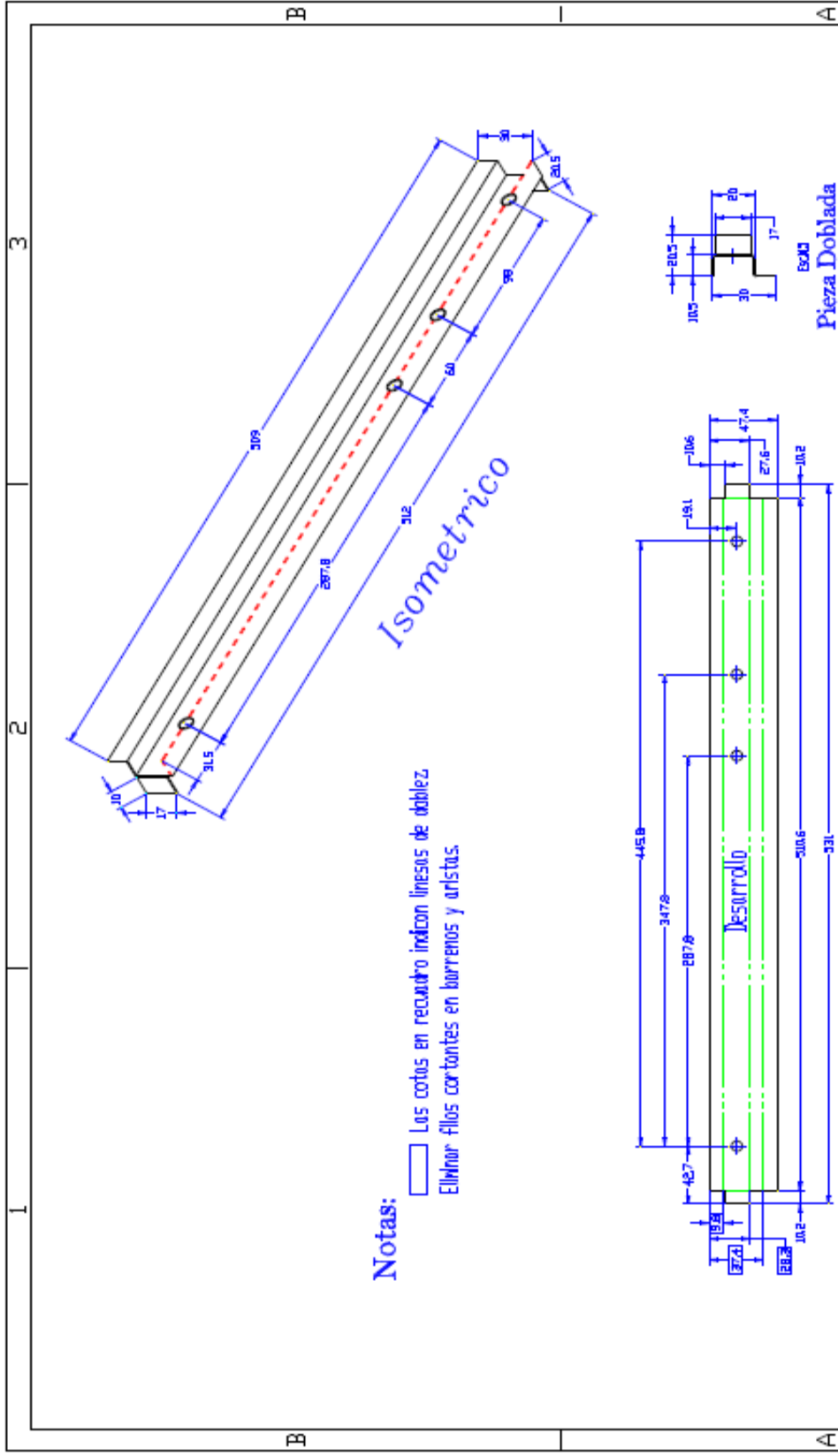
REV.	FECHA	DESCRIPCION:
A	15-VI-10	SE MODIFICA CORTE DE LAMINA

DSF Industrias	Plantilla de Corte y Doblez	CONTRATO 	SISTEMA DE VISTAS	REV.	DIB.	APROBO	FECHA	ACOT:	ESC.
			No. DIBUJO	--	A.T.C	H.F.H	27-V-10	Milímetros	1:1
TOLERANCIAS Fracciones 10.000 Decimales ±0.5 NO ESPECIFICADAS Ángulos ±1°	DESCRIPCION TAPA	MATERIAL		Laminado CRS. Cal-18 de 780,4 x 890,4					



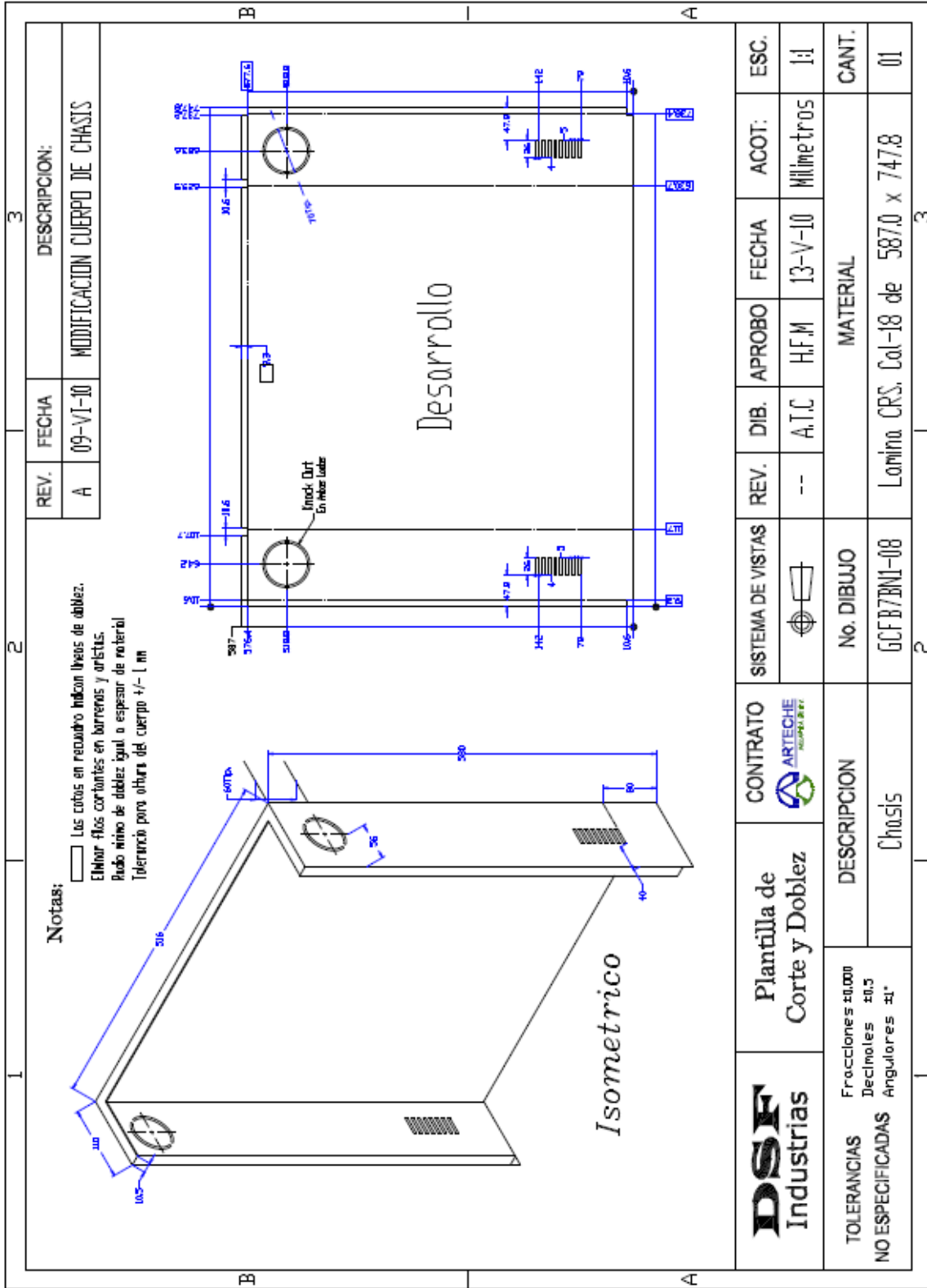
Notas: Los cortes en recuadro indican líneas de doblado.
 Eliminar filos cortantes en oristas.

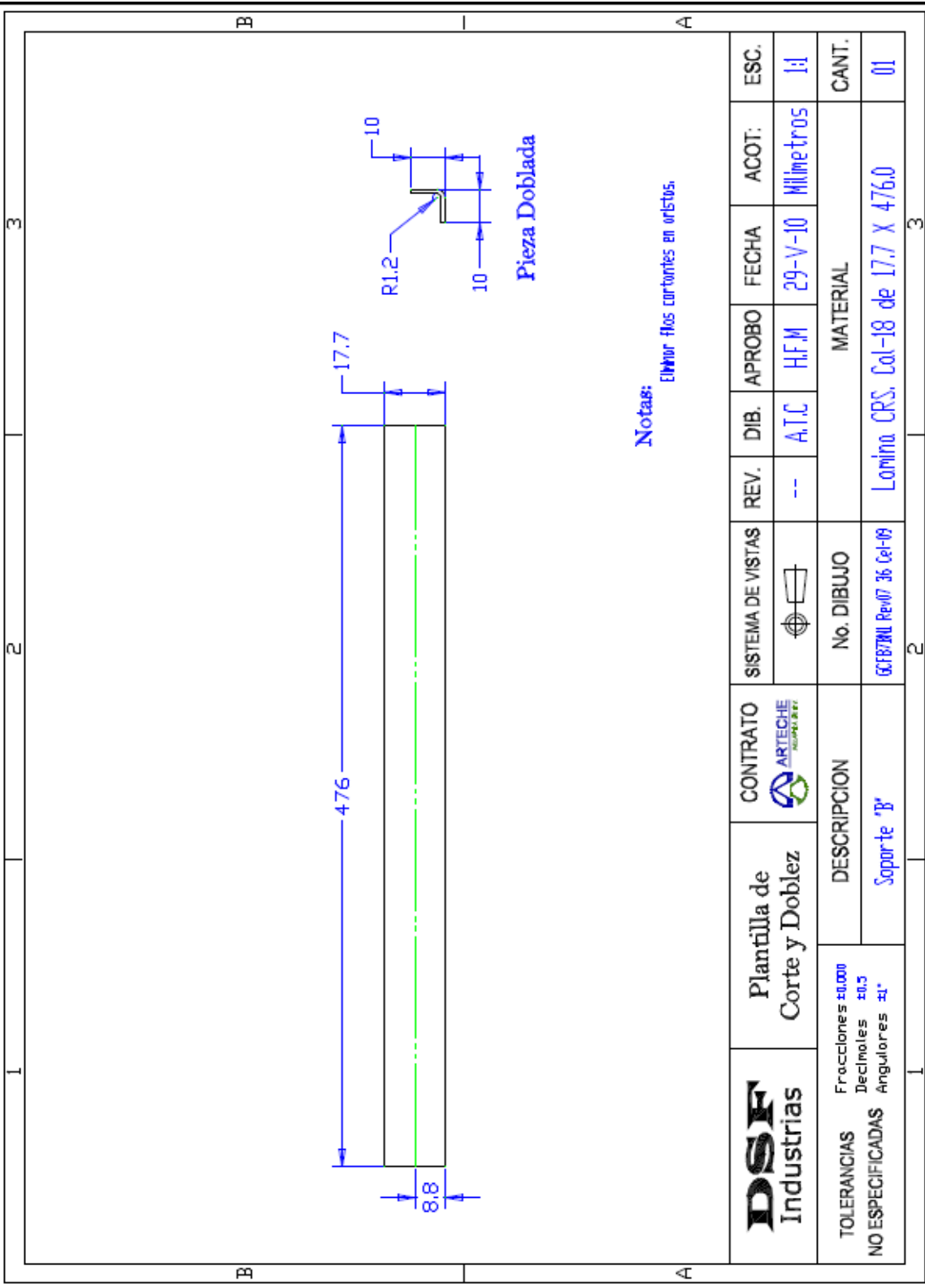
DSF Industrias	Plantilla de Corte y Doblez	CONTRATO 	SISTEMA DE VISTAS 	REV. --	DIB. A.T.C	APROBO H.F.M	FECHA 29-V-10	ACOT: Milímetros	ESC. 1:1
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS	Fracciones ±0.000 Decimales ±0.5 Angulares ±1°	DESCRIPCION Pestón	Lamina CRS. Col-18 de 18.6 X 35.0						





Notas:
 Los cortes en recuento indican líneas de doblez.
 Eliminar filos cortantes en barrenos y aristas.

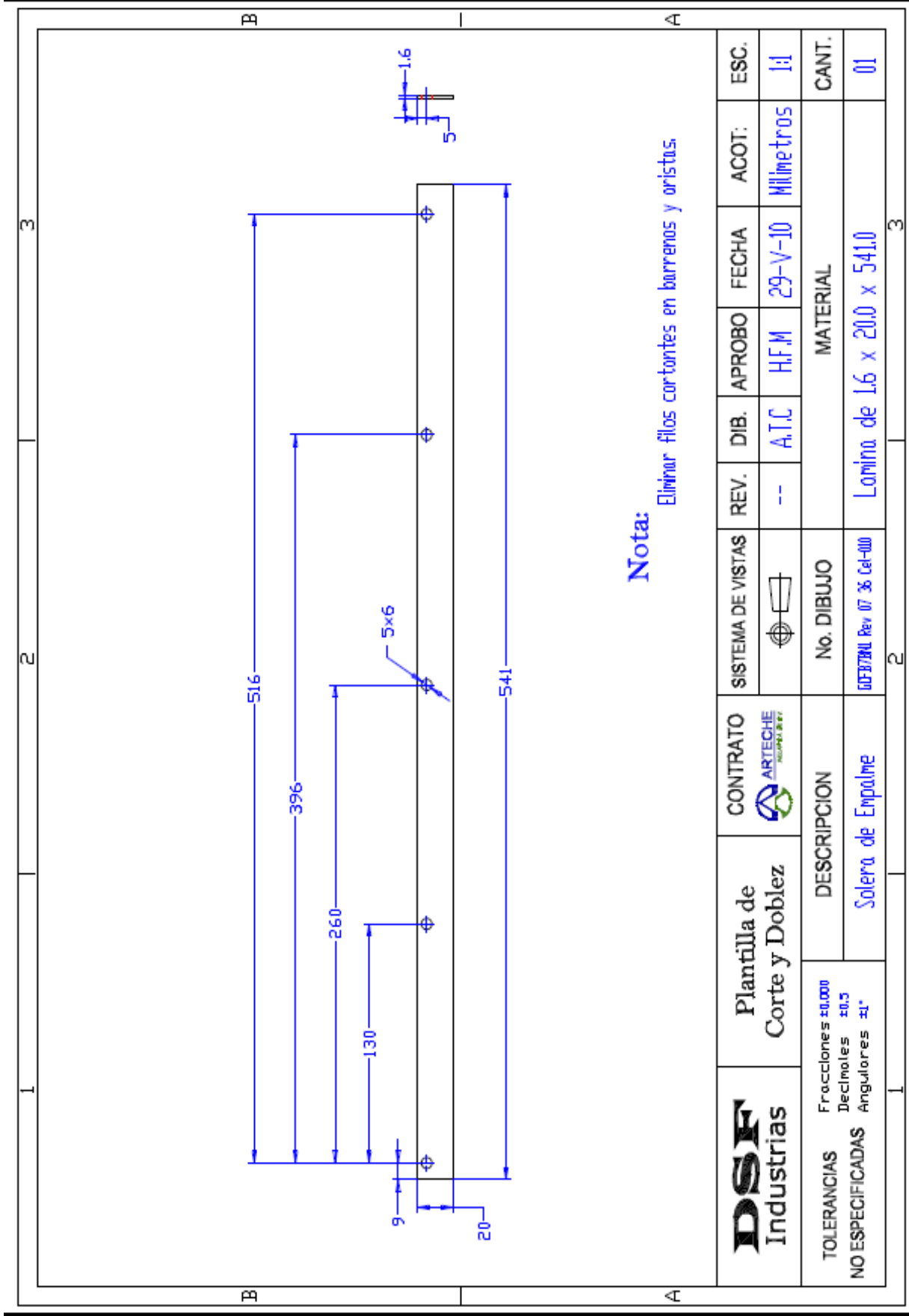
DSF Industrias	Plantilla de Corte y Doblez	CONTRATO 	SISTEMA DE VISTAS 	REV. --	DIB. A.T.C	APROBO H.F.M	FECHA 29-V-10	ACOT: Milímetros	ESC. 1:1
	TOLERANCIAS Fracciones ±0.000 Decimales ±0.5 NO ESPECIFICADAS Angulares ±1°	DESCRIPCION Soporte 'A'	No. DIBUJO 6078780 Rev 07 36 Oct-007	MATERIAL		Lamin. CRS. Cal-22 de 47.4 x 531.02		CANT. 01	





Notas:
Eliminar filos cortantes en aristas.

DSF Industrias	Plantilla de Corte y Doblez	CONTRATO 	SISTEMA DE VISTAS 	REV. --	DIB. A.T.C	APROBO H.F.M	FECHA 29-V-10	ACOT: Milímetros	ESC. 1:1
TOLERANCIAS Fracciones ±0.000 Decimales ±0.3 NO ESPECIFICADAS Angulos ±1°	DESCRIPCION Soparte 'B'								



REV.		FECHA		DESCRIPCION:	
A		15-VI-10		HUBICACION DE BARRENOS ROSCADOS EN DIAGONAL	

Pieza Doblada

Los cotos en recuadro indican líneas de doblado.
 Eliminar filos cortantes en barrenos y aristas.
 El radio mínimo de doblado igual a espesor de material.

CONTRATO	SISTEMA DE VISTAS	REV.	DIB.	APROBO	FECHA	ACOT:	ESC.
ARTECHE		--	A.T.C	H.F.M	26-V-10	Milímetros	1:1
No. DIBUJO		MATERIAL					
7B NI 36 Cel 939002483		Lomina CRS. Col-16 de 105,0 x 389,0					
BASE CFB		CANT.		01			

2.3. Diseño del Proceso.

Las decisiones del diseño del proceso interactúan en cada una de las áreas de decisión de la función de operaciones. Las decisiones de capacidad afectan el tipo de proceso seleccionado. El tipo de diseño del proceso a su vez afecta los trabajos disponibles y el tipo de fuerza de trabajo empleado. El proceso también afecta la calidad del producto, debido a que algunos procesos se controlan más fácilmente que otros.

En DSF se elaboró el proceso de operación de acuerdo al diagrama de flujo mostrado en la figura 2.3. Cabe hacer mención que en la presente memoria se reportan las herramientas y técnicas empleadas por DSF industrias y si bien existen otras de aplicación industrial como los diagramas de recorrido, operación y proceso, para este trabajo no se consideran.

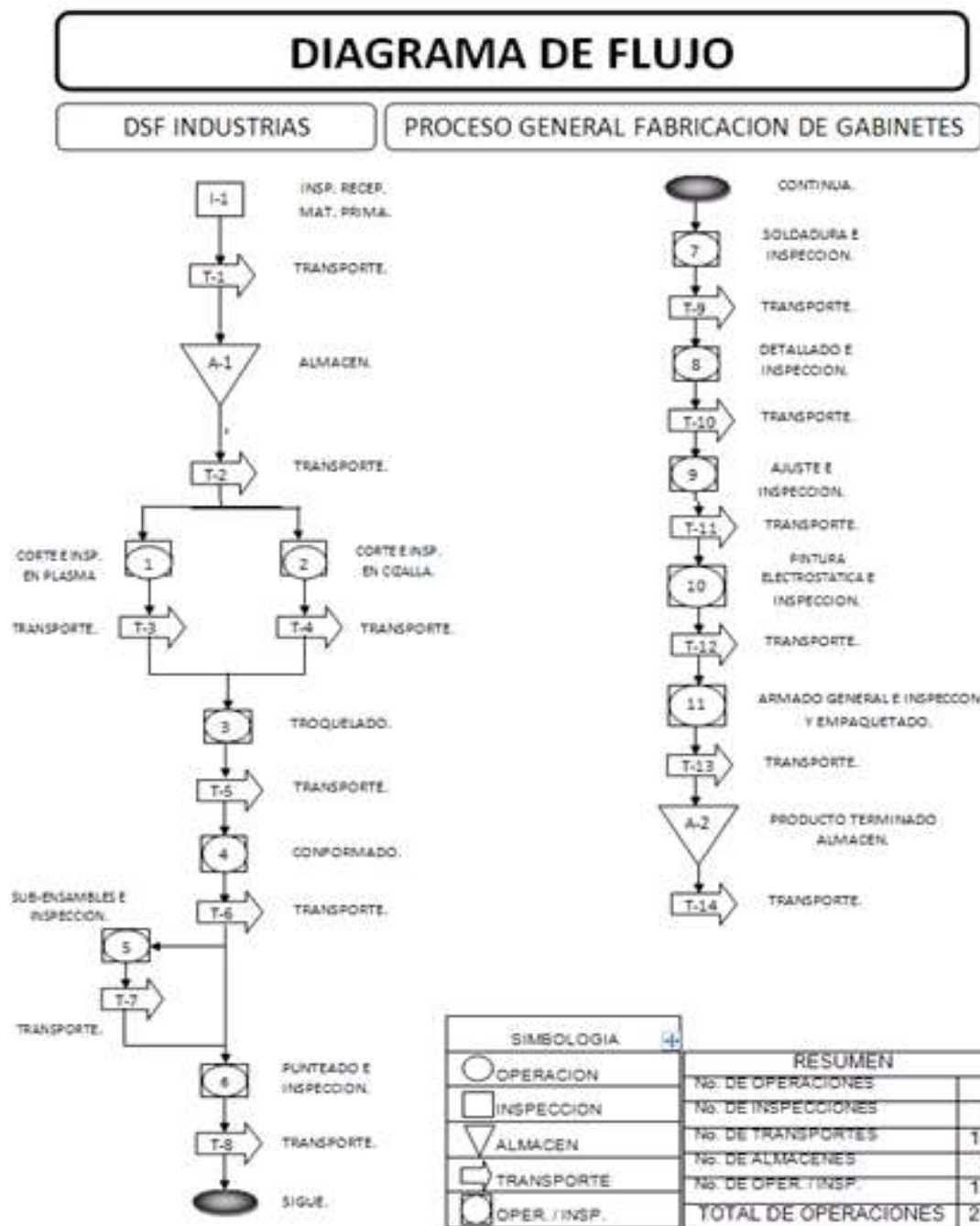


FIGURA 2.3 Diagrama de flujo para la fabricación de gabinetes de control restaurador.

CAPÍTULO III

PLANEACIÓN.

3.1 Planeación del Proceso.

La planeación es un proceso gradual, por el cual se establece el esfuerzo necesario para cumplir con los objetivos de un proyecto. En este proceso permite además, refinar los objetivos que dieron origen al proyecto (Fred, 1990).

Existen diferentes herramientas y técnicas para abordar la planeación de un proyecto, las cuales permiten definir el curso de acción a seguir, que será tomado como base durante la ejecución del mismo.

Si bien la planeación define las acciones a seguir, durante la ejecución puede existir la necesidad de cambios respecto de lo definido originalmente, los mismos servirán de punto de partida para un nuevo análisis y una nueva planificación de ser requerida.

En DSF Industrias esta planeación la realizan conjuntamente:

- a) La Gerencia de producción.
- b) Control de producción.
- c) Producción.

En esta planeación generalmente es establecida una estructura organizacional dentro de la empresa y en ella se establecen normas y política de la organización, en donde se definen las funciones, roles y alcances de los integrantes.

Debemos considerar que la PLANEACIÓN es una guía, ya que en el campo o área de trabajo pueden existir muchos factores que la modifiquen, ya que debe de adecuarse a las necesidades de la meta. Nos basamos en el diagrama de flujo ya establecido. (Ver figura 2.3).

3.2. Planeación de la Producción.

De acuerdo a Buffa (1995), es la función de la dirección de la empresa, donde sistematiza por anticipado los factores de mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo, para realizar la fabricación que esté determinada por anticipado con relación a:

- 1.-Utilidades.
- 2.-Demanda del mercado.
- 3.-Capacidad y facilidades de la planta.
- 4.-Puestos laborales que se crean.

Es la actividad de decidir acerca de los medios que la empresa industrial necesitará para sus futuras operaciones manufactureras y para distribuir esos medios de tal suerte que se fabrique el producto deseado en las cantidades y al menor costo posible.

En concreto, tiene por finalidad vigilar que se logre:

- 1.-Disponer de materia prima y demás elementos de fabricación, en el momento oportuno y en el lugar requerido.
- 2.-Reducir en lo posible los periodos muertos de la maquinaria y de los obreros.
- 3.-Asegurar que los obreros no trabajen en exceso, ni que estén inactivos.

Planeación de la producción es aquella función de determinar los límites y niveles que deben mantener las operaciones de la industria en el futuro.

Un plan de producción adecuado, es una proyección del nivel de producción requerida para una provisión de producción específica, pero no constituye un compromiso que obligue a que los artículos individuales, sean elaborados dentro del plan mencionado.

El plan de producción, crea el marco dentro del cual, funcionaran las técnicas de control de inventarios y fijará el monto de pedidos que deben hacerse para alimentar la planta. Asimismo permite cotejar con regularidad el reforzamiento del inventario, contra los niveles

predeterminados, pudiendo así decidir a tiempo por una acción correctiva, si dichos niveles son demasiado altos o demasiado bajos.

3.2.1 Programación de la Producción.

Actitud que consiste en la fijación de planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinando así su inicio y fin, para lograr el nivel más eficiente (Monks, 1991).

La función básica de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción.

Se inicia con la especificación de lo que debe hacerse, en función de la planeación de la producción.

Incluye la carga de los productos a los centros de producción y el despacho de instrucciones pertinentes a la operación.

El programa de producción es afectada por:

- a) Materiales: para cumplir con las fechas comprometidas para su entrega.
- b) Capacidad del personal: Para mantener bajos costos al utilizarlos eficazmente, en ocasiones afecta la fecha de entrega.
- c) Capacidad de producción de la maquinaria, para tener una utilización adecuada de ellas, deben observarse las condiciones ambientales, especificaciones, calidad y cantidad de los materiales, la experiencia y capacidad de las operaciones en ellas.
- d) Sistemas de producción: Realizar un estudio y seleccionar el más adecuado, acorde con las necesidades de la empresa.

La función de la programación de producción tiene como finalidad la siguiente:

- a) Prever las pérdidas de tiempo o las sobrecargas entre los centros de producción.
- b) Mantener ocupada la mano de obra disponible.

c) Cumplir con los plazos de entrega establecidos.

Existen diversos medios de programación de la producción, entre los que destacan los siguientes:

- 1) Gráficas de barras. Muestra las líneas de tendencia.
- 2) Gráfica de Gantt. Se utiliza en resolución de problemas relativamente pequeños y poca complejidad.
- 3) Camino crítico. Se conoce también como teoría de redes, es un método matemático que permite una secuencia y utilización óptima de los recursos.
- 4) Pert-Cost. Es una variación del camino crítico, en la cual además de tener como objetivo minimizar el tiempo, se desea lograr el máximo de calidad del trabajo y la reducción mínima de costos.

En DSF INDUSTRIAS por necesidades, y debido a que la mejor opción de acuerdo a la programación para la manufactura de gabinetes de control restaurador se tomo la decisión de utiliza la gráfica de GANTT, ver figuras 3.1 y 3.2

Una descripción breve de esta gráfica es la siguiente:

En la primer columna de la izquierda se referencian cada uno de los diseños de gabinetes ya que tenemos varios tipos de gabinete; estos son similares, las variantes que tienen son: en su longitud, ancho, altura, numero de celdas de acuerdo a su capacidad y son con y sin interruptor.

En la segunda columna se menciona cada una de las operaciones que intervienen en la fabricación del diseño correspondiente.

Y en la columna de la derecha se les asignan fechas y tiempos, en base a datos y tiempos obtenidos en la fabricación del gabinete prototipo, también dependiendo del tamaño del lote y fecha de entrega solicitada por el cliente.

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PARA GABINETES DE CONTROL RESTAURADORES--- ARTECHE – INELAP(.1/2)																	
DISEÑO	OPERACIÓN	AGOSTO-2010															
		12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30
1BN1 6CEL.	CORTE SUB-ENS. MENORES	■															
	ESTAMP. Y EMB. SUB-ENS MAYORES		■														
	DOBLEZ SUB-ENS MAYORES				■	■											
	SOLD. SUB-ENS MENORES				■												
	SOLD. SUB-ENS MAYORES					■											
	LIMPIEZA Y ACABADO					■	■										
	AJUSTE DE TAPA Y CHASIS							■									
	PINTURA								■								
ARMADO FINAL												■					
2BN1 12 CEL	CORTE SUB-ENS. MENORES	■															
	ESTAMP. Y EMB. SUB-ENS MAYORES		■														
	DOBLEZ SUB-ENS MAYORES				■	■	■										
	SOLD. SUB-ENS MENORES						■										
	SOLD. SUB-ENS MAYORES							■	■								
	LIMPIEZA Y ACABADO							■	■								
	AJUSTE DE TAPA Y CHASIS									■							
	PINTURA									■							
ARMADO FINAL												■					
2BN1 6 CEL	CORTE SUB-ENS. MENORES		■														
	ESTAMP. Y EMB. SUB-ENS MAYORES				■	■											
	DOBLEZ SUB-ENS MAYORES						■	■									
	SOLD. SUB-ENS MENORES							■									
	SOLD. SUB-ENS MAYORES								■	■							
	LIMPIEZA Y ACABADO									■							
	AJUSTE DE TAPA Y CHASIS										■						
	PINTURA											■					
ARMADO FINAL												■			■		
3BN1 18CEL	CORTE SUB-ENS. MENORES			■													
	ESTAMP. Y EMB. SUB-ENS MAYORES				■												
	DOBLEZ SUB-ENS MAYORES						■	■									
	SOLD. SUB-ENS MENORES								■	■							
	SOLD. SUB-ENS MAYORES										■						
	LIMPIEZA Y ACABADO											■					
	AJUSTE DE TAPA Y CHASIS												■				
	PINTURA												■				
ARMADO FINAL													■		■		

FIGURA 3.1 Programa de producción para la fabricación de gabinetes de control restaurador (DSF INDUSTRIAS, 2010).

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PARA GABINETES DE CONTROL RESTAURADORES---ARTECHE – INELAP.(2/2)																	
DISEÑO	OPERACIÓN	AGOSTO-2010															
		12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30
3BN1 12 CEL	CORTE SUB-ENS. MENORES																
	ESTAMP. Y EMB. SUB-ENS MAYORES																
	DOBLEZ SUB-ENS MAYORES																
	SOLD. SUB-ENS MENORES																
	SOLD. SUB-ENS MAYORES																
	LIMPIEZA Y ACABADO																
	AJUSTE DE TAPA Y CHASIS																
	PINTURA																
	ARMADO FINAL																
4BN1 24CEL	CORTE SUB-ENS. MENORES																
	ESTAMP. Y EMB. SUB-ENS MAYORES																
	DOBLEZ SUB-ENS MAYORES																
	SOLD. SUB-ENS MENORES																
	SOLD. SUB-ENS MAYORES																
	LIMPIEZA Y ACABADO																
	AJUSTE DE TAPA Y CHASIS																
	PINTURA																
	ARMADO FINAL																
4BN1 18CEL	CORTE SUB-ENS. MENORES																
	ESTAMP. Y EMB. SUB-ENS MAYORES																
	DOBLEZ SUB-ENS MAYORES																
	SOLD. SUB-ENS MENORES																
	SOLD. SUB-ENS MAYORES																
	LIMPIEZA Y ACABADO																
	AJUSTE DE TAPA Y CHASIS																
	PINTURA																
	ARMADO FINAL																
7BN1 32CEL	CORTE SUB-ENS. MENORES																
	ESTAMP. Y EMB. SUB-ENS MAYORES																
	DOBLEZ SUB-ENS MAYORES																
	SOLD. SUB-ENS MENORES																
	SOLD. SUB-ENS MAYORES																
	LIMPIEZA Y ACABADO																
	AJUSTE DE TAPA Y CHASIS																
	PINTURA																
	ARMADO FINAL																

FIGURA 3.2 Programa de producción para la fabricación de gabinetes de control restaurador (DSF INDUSTRIAS, 2010).

3.3. Control de la Producción.

Una vez que ha comenzado el proceso de fabricación el área de control de la producción cuida que se cuente con todos los recursos tanto de materia prima como de diseño y conjuntamente con producción que se cuente con la mano de obra necesaria para tomar decisiones y así mantener las operaciones dentro de un curso uniforme y establece en dirección hacia los objetivos y metas planeadas (DSF INDUSTRIAS, 2010).

A medida que se vayan presentando eventos inesperados, los directores de producción/operación, deben revisar las metas, ajustar los insumos al proceso y cambiar las actividades de conversión para que el desempeño general se mantenga en todo de acuerdo con los objetivos de producción.

Es hacer que el plan de materiales que llega a la fábrica pase por ella y salga de ella regulándose de manera que alcance la posición óptima en el mercado y dejando una utilidad razonable para la empresa.

El control de la producción tiene que establecer medios para una continua evaluación de ciertos factores: la demanda del cliente, la situación de capital, la capacidad productiva, etc. Esta evaluación deberá tomar en cuenta no solo el estado actual de estos factores sino que deberá también proyectarlo hacia el futuro.

Podemos definir el control de producción, como la toma de decisiones y acciones que son necesarias para corregir el desarrollo de un proceso, de modo que se apegue al plan trazado.

Una definición más amplia de control de producción: Función de dirigir o regular el movimiento metódico de los materiales por todo el ciclo de fabricación desde la requisición de materia prima, hasta la entrega del producto terminado, mediante la transmisión sistemática de instrucciones a los subordinados según el plan que se utiliza en las instalaciones del modo más económico para lograr el objetivo, la gerencia debe estar al tanto del desarrollo de los trabajos realizados, el tiempo y la cantidad producida; así como modificar los planes establecidos, respondiendo a situaciones cambiantes.

Preguntas básicas para el control de la producción:

- 1.- ¿Qué es lo que se va a hacer?
- 2.- ¿Quién ha de hacerlo?
- 3.- ¿Cómo? ¿Dónde? Y ¿Cuándo se va a cumplir?

El control es algo más que la planeación.

“CONTROL”, es la aplicación de varias formas y medios para asegurar la ejecución del programa de producción deseado.

Funciones de control de producción:

- *Pronosticar la demanda del producto, indicando la cantidad en función del tiempo.
- *Comprobar la demanda real, compararla con la planteada y corregir los planes si fuese necesario.
- *Establecer volúmenes económicos de partidas de los artículos que se han de comprar o fabricar.
- *Determinar las necesidades de producción y los niveles de existencias en determinados puntos de la dimensión del tiempo.
- *Comprobar los niveles de existencias comparándolas con los que se han previsto y revisar los planes de producción, si es necesario.
- *Elaborar programas detallados de producción.
- *Planear la distribución de productos.

CAPÍTULO IV

LÍNEA DE PRODUCCIÓN.

4.1.- Características de una Línea de Producción.

Una línea de producción es el conjunto armonizado de diversos procesos de operación. Todos estos con una finalidad en común: transformar o integrar materia prima en otros productos (Thierauf y Grosse, 1990).

Las características que debe cumplir son las siguientes:

- Mínimo de tiempo ocioso en las estaciones.
- Alta cantidad (tiempo suficiente para que los operadores terminen el trabajo).
- Costo del producto mínimo.
- Transporte entre estaciones sin medio de transportación.
- Velocidades de transportación diferentes entre estaciones.
- Almacenes entre las operaciones o transportaciones.

Conformación de una línea de producción:

- Recepción de materia prima.
- Intervención de mano de obra requerida.
- Transformación de la materia prima.
- Etapa de inspección.
- Almacenamiento.
- Transporte.

4.2.-Lay-Out Propuesto en DSF Industrias para la Fabricación de Gabinetes de Control Restaurador.

A continuación se describe el esquema del lay-out de acuerdo a la configuración establecida en la empresa, el cual se muestra en la figura 4.1

1) Área de corte:

a) Plasma.

b) Cizalla.

c) Láser.

2) Área de punzonado y escotado.

a) Piranha.

3) Área de embutido.

a) Troquel de 60 toneladas.

4) Área de dobléz.

a) Conformadora o dobladora D-1

5) Área de soldadura por resistencia.

a) Punteadora P-1.

b) Punteadora P-2

6) Área de soldadura.

a) Soldadora S-1

7) Área de detallado.

a) Mesa de trabajo M-1

- b) Mesa de trabajo M-2
- 8) Área de ajuste.
- a) Mesa de ajuste tapa con chasis M-3
 - b) Soldadora S-2
- 9) Área para gabinetes de control restaurador, ya pintados.
- 10) Área de armado final.
- a) Mesa de trabajo M-4
- 11) Área de inspección final.
- a) Mesa de trabajo M-5
- 12) Área de empaque para producto terminado.
- a) Mesa de trabajo M-6
- 13) Área de embarque.

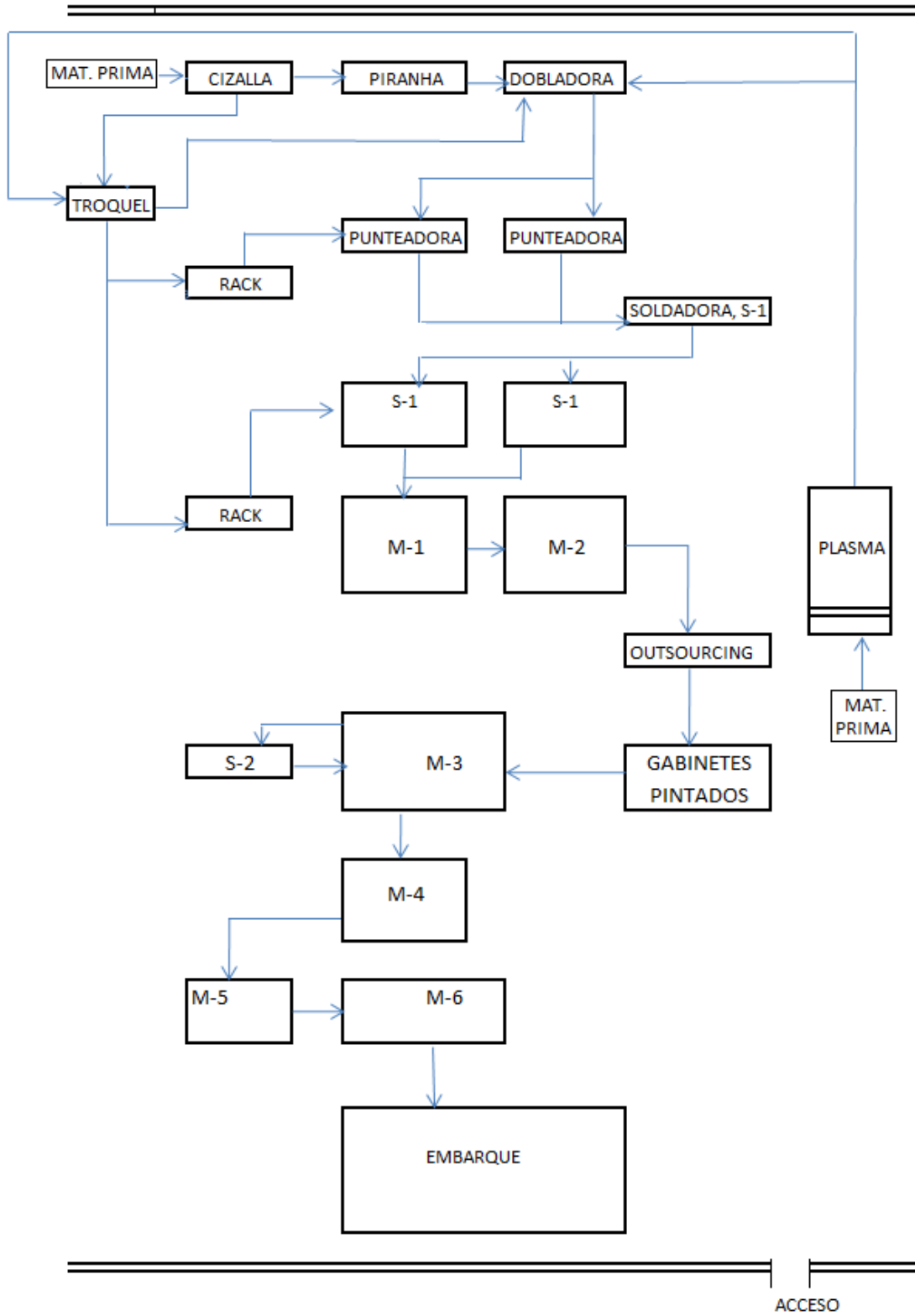


FIGURA 4.1 Lay-out de DSF INDUSTRIAS.

4.3 Descripción de Puestos de Operación en la Línea de Producción de Gabinetes de Control Restaurador en DSF Industrias.

En DSF Industrias, ya con el proceso establecido se procede a la manufactura del producto de acuerdo a la orden de compra del cliente correspondiente, control de producción realiza la orden de trabajo y en base a esta se realiza la requisición de la materia prima.

A continuación se realiza la compra de la materia prima, la cual es recepcionada e inspeccionada por aseguramiento de calidad. Se procede a realizar los procesos necesarios.

4.3.1 Primera Estación de Trabajo: Habilitación de Material; Corte por Plasma, por Láser y Cizalla.

Se elabora una lista de partes, en la cual se indica que material se corta en láser y que se corta en cizalla. En ocasiones es demasiada la carga de trabajo para el corte por láser y se auxilia con el corte por plasma. Este formato se muestra en la figura 4.2



LISTA DE PARTES

ORDEN DE TRABAJO: _____ PARTIDA: _____ DISEÑO: _____ REV: _____
 CANT. TOTAL: _____ DESCRIPCIÓN: _____ CLIENTE: _____

ITEM	DIBUJO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT POR C/U	CANT TOTAL	FABRICACIÓN		ESTADO	
						C. LÁSER	C. CIZALLA	ACEPTADO	RECHAZADO
1	GCFB7BN1-36cel-001	PANEL DE MONTAJE IZQ.	LÁMINA C-18	1	20	X			
2	GCFB7BN1-36cel-002	PANEL DE MONTAJE DER.	LÁMINA C-18	1	20	X			
3	GCFB7BN1-36cel-003	TOPE TAPA	LÁMINA C-18	2	40		X		
4	GCFB7BN1-36cel-004	SOPORTE DE FIJACIÓN	LÁMINA C-18	2	40	X			
5	GCFB7BN1-36cel-005	TAPA	LÁMINA C-18	1	20	X			
6	GCFB7BN1-36cel-006	PESTAÑA	LÁMINA C-18	2	40		X		
7	GCFB7BN1-36cel-007	SPORTE "A"	LÁMINA C-22	1	20	X			
8	GCFB7BN1-36cel-008	CHASIS	LÁMINA C-18	1	20	X			
9	GCFB7BN1-36cel-009	SOPORTE "B"	LÁMINA C-18	1	20		X		
10	GCFB7BN1-36cel-010	SOLERA DE EMPALME	SOLERA 1.6mm	1	20		X		
11	939002483	BASE CFB	LÁMINA C-16	1	20	X			

FIGURA 4.2 Lista de partes para corte.

4.3.2 Segunda Estación de trabajo: Habilitación de Material; Punzonado y Escotado.

En esta estación se realiza la operación de punzonado y escotado, las cuales se realizan de acuerdo al tipo de "gabinete de control restaurador" que se procesa.

4.3.3 Tercera Estación de Trabajo: Habilitación de Material; Embutido y Estampado.

En esta estación se realiza el embutido de las ventilas y el estampado de los knockout en el chasis, de acuerdo a las dimensiones que indique el diseño correspondiente.

4.3.4 Cuarta Estación de Trabajo: Habilitación de Material; Doblez.

En esta estación en base al diseño correspondiente se realiza el doblado. El operador comprueba el desarrollo y elabora el programa para la conformadora y realizar la operación asignada.

4.3.5 Primera Estación de Trabajo Línea de Armado; Soldadura por Resistencia.

Primeramente se calibra la punteadora y se guía uno de acuerdo a las recomendaciones del capítulo I, inciso 1.9 y la tabla 1.5.

Posterior a la calibración de la punteadora, se procede a ensamblar la tapa del gabinete, cuidando que todas las uniones asienten adecuadamente y no contengan impurezas, asimismo deben de estar bien alineados y escuadradas (a 90°) estas uniones soldadas en esta misma estación se puntean los topes de tapa cuidando que se coloquen en la posición que indica el diseño correspondiente.

Asimismo aquí se puntea el chasis, primero se coloca y puntea el piso, luego el soporte de placa de montaje, enseguida se puntea el tope de placa de montaje, finalmente se ubican y puntean los soportes de fijación, pasan el material a tarimas para la 2ª estación.

4.3.6 Segunda Estación de Trabajo Línea de Armado y Armado de Sub-Ensamblados.

Estación de soldadura, en esta estación se sueldan esquinas en tapas y chasis, esmerilando el exceso de soldadura pasan en tarimas para la siguiente estación.

También se realiza el punteado de tuercas en los soportes de la placa de montaje, se puntean tuercas en soleras de unión y estas se sueldan en el panel derecho de la placa de montaje y se puntean pestañas en las tapas.

4.3.7 Tercera Estación de Trabajo Línea de Armado.

Estación de detallado: En esta estación se realiza el proceso en 2 fases:

Primera.- Se lijan partes donde no tenga un acabado adecuado (se eliminan surcos, chipotes y cualquier defecto de soldadura) donde sea necesario rellenar con soldadura, se aplica un punto de soldadura y se detalla.

Segunda.- Se termina detallado con la lijadora (orbital) eliminando cualquier defecto en la lámina, especial cuidado en las áreas que son de vista. De esta estación pasan a tarimas tanto el chasis como las tapas para continuar con la siguiente operación.

4.3.8 Cuarta Estación de Trabajo Línea de Armado.

Estación de ajuste, taladrado y colocación de tuercas, en esta estación se ajusta la tapa con el chasis, cuidando que abra y cierre sin interferencia alguna, si esta existe se hacen los ajustes necesarios para que el ajuste sea el adecuado. Posteriormente se marca el chasis para hacer el barreno de 9/32" de diámetro para soldar la tuerca de 3/16" con cuerda UNC (estándar) a continuación se detallan zonas quemadas por soldadura debido a la colocación de tuerca. Terminando el producto se procede a colocar en tarimas separando chasis y tapas para posteriormente realizar el embalaje y enviar a pintura.

4.3.9 Pintura Electroestática.

Este proceso se realiza en outsourcing. Se recepciona el material realizando una inspección, para poder continuar con el proceso de armado final.

4.3.10 Quinta Estación de Trabajo Línea de Armado Final.

Estación de armado final: En esta estación se verifica que la pintura no tenga defectos (raspones, rayones, descapeladas o piel de naranja), estando en condiciones adecuadas, se procede a colocar los insertos de tierra en la placa de montaje y se verifica que el cierre de tapa con chasis sea correcto. En el caso que sea necesario se refrescan cuerdas donde

se acumule pintura, se coloca la tornillería correspondiente. De esta estación pasa a inspección.

Posterior a la liberación del producto por parte de aseguramiento de calidad, se procede a empacar este y se almacena o se estiba en tarimas para transportar al cliente.

4.3.11 Control de Avance de la Producción.

Con base en el programa de producción establecido, se lleva un control de avance de producción diario para darse cuenta si la producción está dentro del programa y la entrega se haga en tiempo o si se tiene algún atraso, de existir este atraso se procede a realiza un análisis y encontrar cual fue la causa que lo originó y tomar las medidas correspondientes para actuar y lograr que el producto se logre entregar a tiempo de acuerdo al programa de producción y el compromiso adquirido con el cliente.

Para este control de avance se muestra en la figura 4.3 el formato utilizado, en el cual se describe el tipo de gabinete, cantidad y cada uno de los procesos que intervienen en su manufactura.

AVANCE DE PRODUCCION GABINETES DE CONTROL RESTAURADOR.																
7B N1 ; 36 CELDAS C/INTERRUPTOR																
PROCESO 10 PZS	CANT. PZAS.	AGOSTO-2010														
		12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	TOTAL (%)
CORTE DE TOPE P/TAPA	20															
CORTE DE TOPE P/PL MONTAJE	10															
CORTE DE PESTAÑAS	20															
ESTAMPADO N.K A CHASIS	10															
ESTAMPADO DE VENTANAS TAPA	10															
PUNZONADO SOLARES DE UNION	10															
DOBLEZ DE TAPA	10															
DOBLEZ DE CHASIS	10															
DOBLEZ DE TOPE P/TAPA	10															
DOBLEZ TOPE P/PL DE MONTAJE	20															
DOBLEZ DE PESTAÑAS	10															
DOBLEZ SOP. PL DE MONTAJE	10															
DOBLEZ DE PISO	10															
DOBLEZ PLACA DE MONTAJE	10															
DOBLEZ SOP. DE FIJACION	10															
DOBLEZ BASE P/INTERRUPTOR	20															
PUNTEAR TOPES C/TAPA	10															
SOLDAR TUERCAS A SOPORTES	10															
SOLDAR TCAS. A SOLERA DE EMP.	10															
SOLDAR ESQUINAS A PISO	10															
SOLDAR PESTAÑAS A TAPA	10															
PUNTEAR CHASIS C/PISO SOP. Y TOPES	10															
LIMPIEZA Y ACABADO A TAPA	10															
LIMPIEZA Y ACABADO A CHASIS	10															
MACHUELEAR BASE DE INTERRUPTOR	10															
AJUSTE TAPA CON CHASIS	10															
PINTURA	10															
ARMADO FINAL	10															
LIBERA A. DE LA CALIDAD	10															
EMBARQUE	10															
SUB-TOTAL	340															

FIGURA 4.3 Control de avance. (DSF INDUSTRIAS, 2010).

Una herramienta más para tener el control de avance, es el utilizar gráficas en la cual se representa él % de producción por semana, como se muestra en la figura 4.4

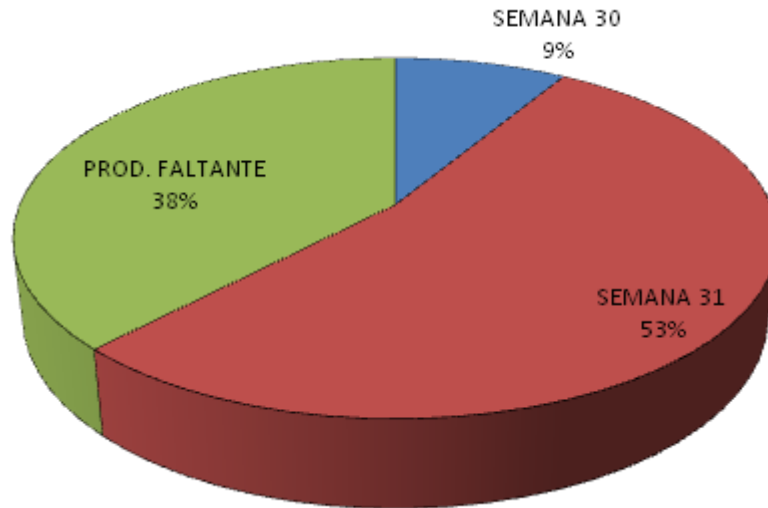


FIGURA 4.4 Gráfica de avance de producción. (DSF INDUSTRIAS, 2010).

4.3.12 Aseguramiento de Calidad.

El área de aseguramiento de calidad, tiene asignados los puestos de inspección, de acuerdo al diagrama de flujo mostrado en el inciso 2.3, figura 2.3. En cada uno de los puestos de inspección, se realiza la inspección de primera pieza, en la cual se aprueba o se rechaza el proceso tomando como referencia el diseño correspondiente y si es rechazado se procede a tomar las medidas correctivas.

Para realizar la inspección durante el proceso, se basa en el diseño original del cliente en el cual se indica lo siguiente:

-----Acabado;

Chasis y componentes: color RAL 7021 texturizado fino.

Tapa: color RAL7037 texturizado fino.

----Sin filos ni rebabas.

----Tolerancias generales ± 0.5 mm.

----Se deberá de proveer todos y cada uno de los tornillos (ver ensamble) para su correcto ensamble.

---El espesor mínimo de pintura será de 55 micras.

Esto es con base en la NEMA 1, la cual dice:

NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes de Electricidad) prepara las normas que definen un producto, proceso o procedimiento referente a nomenclatura, composición, construcción, dimensiones, tolerancias, seguridad, características de funcionamiento, rendimiento, calidad, capacidad eléctrica, pruebas y servicio para el que está diseñado.

En este caso exigen la construcción de "gabinetes de control restaurador" con una norma NEMA 1: Los cerramientos (cajas) tipo 1, diseñados para utilización en interiores, sirven para proporcionar un grado de protección contra el contacto con equipo adjunto.

También tiene la misión de aceptar o rechazar el proceso de outsourcing. En el cual se debe verificar su proceso de limpieza y aplicación de pintura. Para respaldar este proceso se solicita un certificado de calidad del mismo.

CONCLUSIONES.

El diseño de la línea y los procesos de producción adoptados para la manufactura de "gabinetes de control restaurador", permitieron el desarrollo de un nuevo producto.

El análisis de la empresa permitió conocer sus recursos y valorar la necesidad y conveniencia de adquirir el equipo y herramental adicional.

Se reportó como se obtuvo el diseño de un nuevo producto, el desarrollo de su proceso, el programa y control de la producción, así como la calidad del producto, para lograr las metas y cumplir con los compromisos contraídos con los clientes.

Este documento pretende ser una base en el aprovechamiento de los recursos materiales, humanos y tecnológicos, para apoyar a la empresa a ser más competitiva en el mercado.

Por lo tanto, si se realiza una evaluación adecuada de los recursos materiales, humanos y técnicos con que se cuenta, se desarrolla el proceso de manufactura y de ingeniería, se lleva a cabo una buena planeación, programación y un adecuado control. Se logra obtener buenos resultados para cumplir con los objetivos trazados y minimizar costos de producción.

Por consecuencia se obtienen beneficios: para la empresa, le genera más utilidades y por otro lado se beneficia la mano de obra, ya que se mantiene la fuente de trabajo y con la posibilidad de que se generen más empleos.

GLOSARIO DE TERMINOS.

AWS.-American Welding Society.

Chapa.-Se le denomina a una lámina delgada que se utiliza para la construcción mecánica

CNC.-Control numérico por computadora.

Electroerosión.-Proceso de fabricación mecanizado por descarga eléctrica.

Matríz.-Herramienta (hembra) de hierro o de otros materiales tratados, que sirve como alojamiento del punzón.

NEMA.-Asociación Nacional de Fabricantes de Electricidad.

Nockout.-Parte del gabinete de control restaurador, que es estampado y queda sostenido por 2 pequeñas partes del material y puede ser retirado cuando sea necesario.

Punzón.-Herramienta (macho) de hierro o de otros materiales tratados, rematado en punta que sirve para abrir agujeros o para otros usos de manufactura.

Relay.-Mecanismo para controlar un circuito, se usa para controlar una señal.

RWMA.-Resistance Welding Manufacturing Alliance.

SCR.-Rectificador controlado con silicón, opera con el principio de los semiconductores de estado sólido, similar a los transistores.

BIBLIOGRAFÍA.

Allen, L. (1995), Manual de Ingeniería y Organización Industrial, Reverté, Bogotá, Colombia.

AWS, (1991), Manual de Soldadura vol.2, American Welding Society, U.S.A.

Barba, E., (1993), La Excelencia en el Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos, Eada Gestión, Barcelona, España.

Billigmann, J. y Feldmann, H.D., (2002), Estampado y Prensado a Máquina, Reverté, México.

Buffa, E. (1973), Administración y Dirección de la Producción, Limusa, México.

Buffa, E. y Sarín, R., (1995), Administración de la Producción y de las Operaciones, Limusa, México.

Crinkley, R. (1984), Manual de Administración de la Manufactura, Mc Graw-Hill, México.

D'Alessio, F. (2002), Administración y Dirección de la Producción: Enfoque Estratégico y de Calidad, Pearson Educación, México.

DSF INDUSTRIAS, (2010), Apuntes de Punzonado.

DSF INDUSTRIAS, (2010), Apuntes de Troquelado.

Entrón Controls, inc. . (1991)Manual de Soldadura por Resistencia, Illinois, U.S.A.

Flinn, R. y Trojan, P. (1989), Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones, McGraw-Hill, Bogotá, Colombia.

Fred, R. (1990), La Gerencia Estratégica, Fondo ed. Legis, México.

Gerling, H. (1972), Moldeo y Conformación, Reverté, Barcelona, España.

Gómez, A. (2007), Herramientas Prácticas para la Gestión Empresarial, Alfaomega, Bogotá, Colombia.

JICA, (1988), Curso de Teoría de Transformación del Embutido.

Kjellzaudin (2004), Manual del Ingeniero Industrial, Mc Graw-Hill, Bogotá, Colombia.

Koyu, S. (1988), Curso de Conocimientos Prácticos de los Herramentales de Embutido, JICA.

Lema, F. (2002), Tecnología de la Construcción Naval, Universidad Da Coruña Servicios de Publicidad, Venezuela.

Machinability Data Center, (1980), Machining Data Handbook, Third edition, Metcut Research Associates Inc., Cincinnati, U.S.A.

Millán, S. (2006), Procedimientos de Mecanizado, Paraninfo, Madrid, España.

Monks, J. (1991), Administración de las Operaciones, Mc Graw Hill, Madrid, España.

OERLIKON, (1995), Manual de Soldadura, EXSA, U.S.A.

Rossi, M. (1971), Estampado en Frio de la Chapa, Hoepli, Milán, Italia.

Ruiz, J. (1991), Curso Cálculo de Doble., JICA.

The Lincoln Electric Company, (1973), The Procedure Handbook of Arc Welding, Twelfth Edition, Cleveland, Ohio, U.S.A.

Winston, L. (1991), Ingeniería Industrial y Administración, CECSA, México.